



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

**CRISTIANE FORMIGOSA GADELHA DA COSTA**

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

**BELÉM**

**2011**



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

**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.**

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

**BELÉM**

**2011**

---

Costa, Cristiane Formigosa Gadelha da

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

141 f.:il.

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

1. Hidrogeoquímica 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  
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**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. Vania Neu – 2º Examinador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

---

Prof. Dr. Eliene Lopes de Souza – 3º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

## 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 impropria; 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.

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

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

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 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 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.

A 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 CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>31</b>
ANEXOS	38
APÊNDICES	46
<b>2 PERDAS DE ÁGUA EM PARCELAS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO SOLO COM DIFERENTES USOS DA TERRA, NO NORDESTE PARAENSE, BRASIL</b>	<b>54</b>
<b>RESUMO</b>	<b>54</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>54</b>
INTRODUÇÃO	55
MATERIAL E MÉTODOS	56
RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
CONCLUSÃO	64
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>65</b>
ANEXOS	70
APÊNDICES	75
<b>3 INFLUÊNCIA DO USO DA TERRA NO NORDESTE PARAENSE SOBRE INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DO SOLO</b>	<b>80</b>
<b>RESUMO</b>	<b>80</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>80</b>
INTRODUÇÃO	81
MATERIAL E MÉTODOS	82
RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
CONCLUSÃO	93
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>94</b>
ANEXOS	97
APÊNDICES	103
<b>4 EFEITO DO USO DA TERRA E MANEJO DO SOLO NO TRANSPORTE DE Ânions NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM SOLOS DE UMA MESOBACIA DO NORDESTE PARAENSE</b>	<b>108</b>
<b>RESUMO</b>	<b>108</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>108</b>
INTRODUÇÃO	109
MATERIAL E MÉTODOS	110
RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
CONCLUSÃO	124
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>125</b>
ANEXOS	130
APÊNDICES	135
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b>	<b>141</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 sistemas de produção agropecuária no escoamento superficial 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 ( $1m^2$ ) 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 ( $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ) 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 were 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

Há uma tendência a escolha da bacia hidrográfica como unidade de investigação na definição de áreas para estudos ambientais, 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). Em diferentes tipos de ecossistemas terrestres esses componentes comuns da paisagem são importantes na dinâmica de nutrientes e no ciclo hidrológico.

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).

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). Ou seja, os rios são coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo de sua respectiva bacia de drenagem. Nas 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, 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).

Na Amazônia, a prática antrópica da agricultura itinerante ou migratória está amplamente difundida na produção de base familiar. Normalmente é utilizado o sistema tradicional da agricultura, chamado de corte-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 prática da 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, comprometendo a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades (GIORDANO, 1995).

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).

Na perspectiva da agricultura sustentável, processos que aperfeiçoam sistemas produtivos tradicionais, que normalmente não tem 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. Já que, a substituição das florestas pelos sistemas de produção agrícola tem interferido negativamente no meio ambiente.

A água é considerada como uma das bases do desenvolvimento da sociedade moderna, por isso, o uso sustentável da água tem suscitado grande preocupação. O movimento da água na superfície dos ecossistemas terrestres age como transportador de massa através do ciclo hidrológico. E por sua vez, é um dos ciclos biogeoquímicos mais importantes para a manutenção dos ecossistemas, caracterizado por obter um conjunto ativo de pequenos reservatórios atmosféricos, vulneráveis às perturbações antrópicas (ODUM, 1988). Os ecossistemas 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, sem destruir ou afetar adversamente o solo e a água (BROOKS et al., 1991).

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.

De acordo com Aber e Melillo (1991) a água não-interceptada quando chega ao solo poderá evaporar-se ou compor a solução do solo, a qual carrega nutrientes através dos diferentes caminhos hidrológicos, disponibilizando-os para trocas com a vegetação e com o solo. 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, mostra-se como 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; ELSENBEEER; STALLARD, 2004).

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 monitorado e compreendido quando atividades agropecuárias são realizadas. Com esse intuito propõe-se responder a seguinte questão: Qual é o efeito de diferentes sistemas de produção agropecuária no escoamento superficial em uma mesobacia do nordeste paraense?

Na tentativa de explicar essa questão, será testada a 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 (superficial e subsuperficial);
- 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 em sua quantidade e qualidade em virtude de alterações antropogênicas sobre ecossistemas amazônicos naturais, cujo grau de impacto está relacionado com o sistema agropecuário adotado.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **Geral:**

Avaliar as variáveis hidrogeoquímicas do escoamento superficial em solos de diferentes sistemas de produção agropecuária presentes em uma mesobacia no nordeste paraense com uso predominante de agricultura familiar.

### **Específicos:**

- i) monitorar as variáveis físico-químicas e a concentração de ânions inorgânicos no material dissolvido transportado pela chuva e pelo escoamento superficial em solos dos diferentes ecossistemas avaliados;
- ii) relacionar os processos 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**

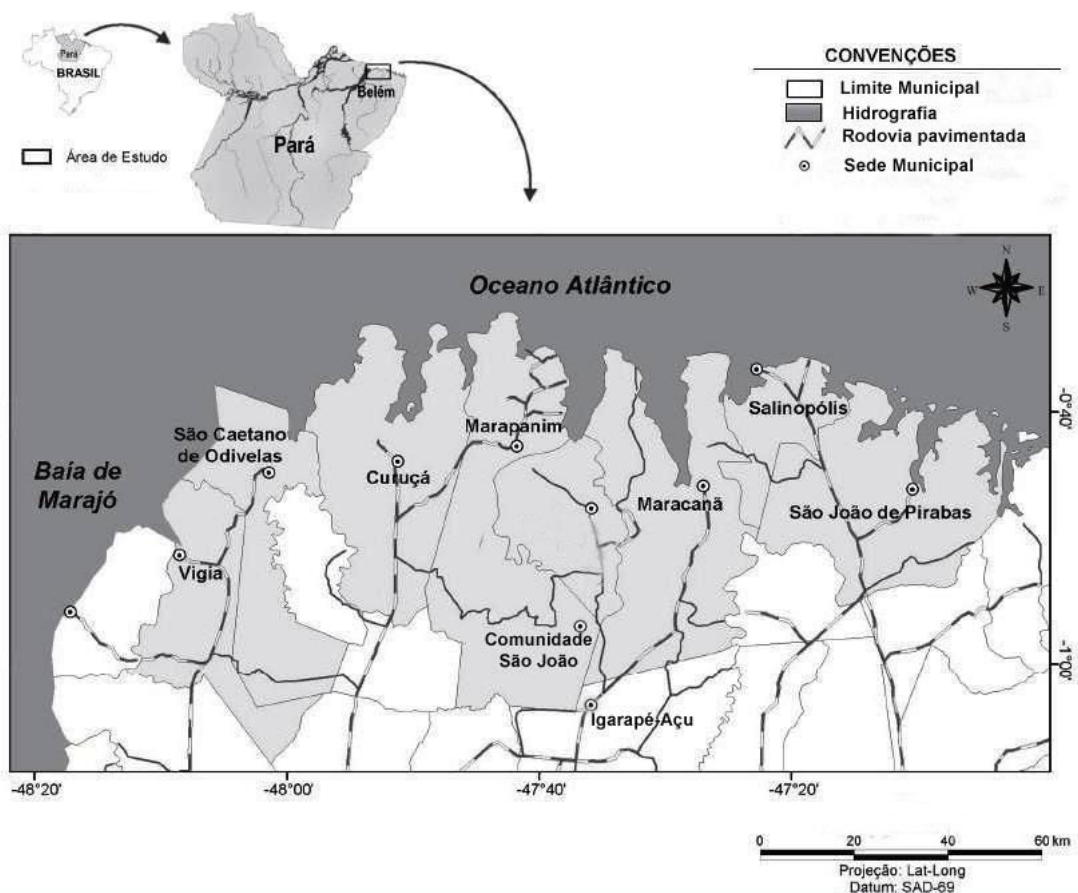
### **1.3.1. Localização**

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 classificou 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) está 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).

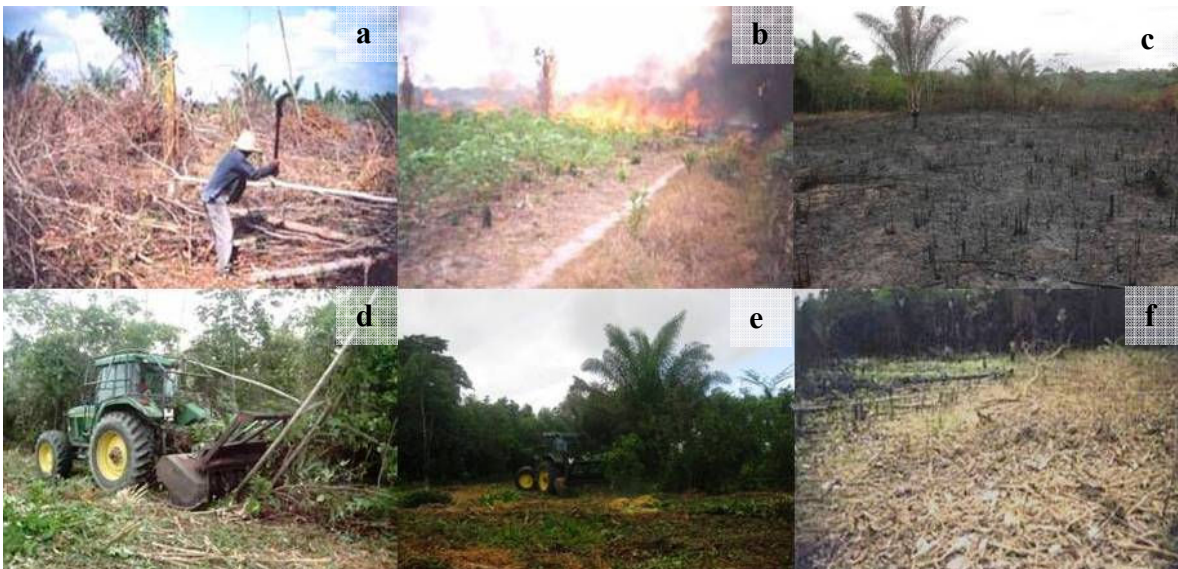
O município de Marapanim tem uma população de 28.011 habitantes, distribuídos entre zona rural (62%) e urbana (38%); tem uma área de 791,96 km<sup>2</sup> com uma densidade populacional de 35,5 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). A comunidade São João (Figura 2 e 3) é composta por aproximadamente 436 habitantes, 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 através das potencialidades locais com uma agricultura sustentável (SANTOS, 2006).



**Figura 1:** Área experimental na Comunidade São João-PA, localizada na mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna, na bacia hidrográfica do Rio Marapanim. Tem como principais vias de acesso a Br-316 e a PA-395.



**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.



**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-queima: d) Processo mecanizado de derruba da capoeira; e) trituração da capoeira com o trator *tritucap*; f) área triturada pronta para o plantio.



### 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 quaternário 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).

Como relatado por Wickel (2004) a estratigrafia da região da área de estudo é dominada pela formação Barreiras, que é sustentada pela formação Pirabas. A Formação Barreiras, que em alguns locais atinge uma espessura de 120 m, foi depositada a partir do Terciário (Plioceno) para início Quaternário (Pleistoceno) em uma alternância flúvio-lacustres e ambientes marinhos. Isto resultou em uma variação complexa de argilas, siltitos e arenitos.

Para Rossetti et al. (1989) os sedimentos do Grupo Barreiras no nordeste do Pará depositaram-se por meio de um sistema de leques aluviais, planícies de areia e planícies aluviais (várzeas), com possível influência de marés nas regiões mais distais do sistema. Diferentes unidades morfológicas foram reconhecidas por Souza Filho (1995), tais como: as planícies (aluvial, estuarina, e costeira) e o Planalto Rebaixado da Amazônia (elaborado tanto nas rochas do grupo Barreiras como em depósitos pleistocênicos do Pós-Barreiras).

A Formação Pirabas é constituída de calcário fossilífero (ROSSETTI, 2001). A Formação Barreiras é coberta com uma série de sedimentos quaternário de espessura variável, de areias e argilas chamado de “formação Pós-Barreiras” (ROSSETTI, 2001). Esta 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. Os Tais 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; PROGNE, 2008). Ocorrem minerais acessórios, os quais são 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 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).

## **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). E 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 cmolc kg<sup>-1</sup> de argila). Ocupam grandes extensões de terras no Baixo e Médio Amazonas e Zonas Úmidas Costeiras, tabuleiros (EMBRAPA, 2007; IBGE, 2007).

## **Hidrografia**

A hidrografia da região é generalizadamente dentrítica, dada a área de litologia 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° 45' 00" W e 47° 32' 00" W; e 00° 32' 30"S e 00° 52' 30"S. Esta região faz parte de uma costa de "rias", com características flúvio-estuarinas, influenciada por macro-marés semi-diurnas (amplitude > 5m) (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 homogeneamente 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).

## **Ecosistema 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 sucessionais. Possui também extensões significativas de terras sob uso agrícola e agroecossistemas de pastagens degradadas, tendo a predominância da agricultura familiar.

Dessa forma, foram identificados 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, como o (Maracujazeiro) *Passiflora edulis* Sims, a (Pimenta-do-reino) *Piper nigrum* L. e o (Dendzeiro) *Elaeis guineensis* plantados sob sistema convencional. Assim como agroecossistemas de pastagens, em geral degradadas, de dimensões diversas (WICKEL, 2004; SILVA et al., 1999; SAMPAIO; KATO; NASCIMENTO-E-SILVA, 2007).

Segundo a classificação do uso da terra, determinada a partir da inspeção visual de imagens do Satélite Landsat, sensor TM, RGB-345 (média resolução de 30 metros) das áreas da mesobacia. Verificou-se que a mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna tem floresta antropizada (0 ha ou 0%), ecossistema sucessional maduro - “capoeira alta” (27,48 ha ou 21,54%), ecossistema sucessional intermediário - “capoeira baixa” (48,92 ha ou 38,35%), agroecossistema de pastagem não manejado - “pasto sujo” (18,66 ha ou 14,63%), agroecossistema de pastagem - “pasto limpo”

(30,53 ha ou 23,93%), agroecossistemas - “culturas agrícolas” (0,99 ha ou 0,78%) e formação de agroecossistemas - “solo sob preparo” (0,99 ha ou 0,77%). Os limites topográficos da mesobacia foram definidos através de procedimento de segmentação.

#### 1.4. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Em duas propriedades agrícolas familiares, foram identificados e selecionados seis ecossistemas (tratamentos) em que foram alocadas três parcelas experimentais (dentro de cada um dos ecossistemas) para amostragem do escoamento superficial em solos (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	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.

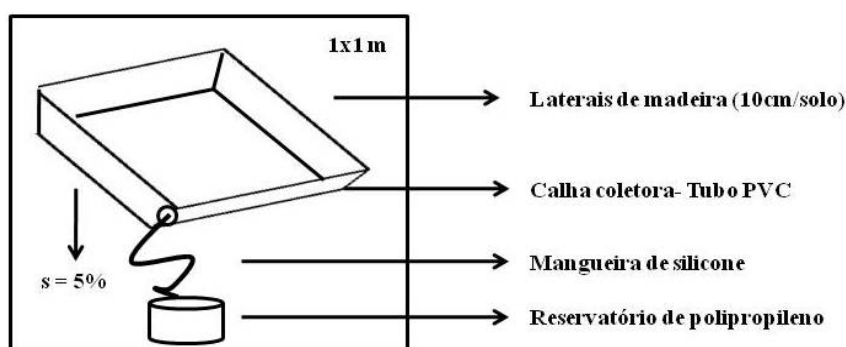
O delineamento utilizado apresenta, portanto, 6 tratamentos (ecossistemas) previamente estabelecidos e um tratamento controle (coleta de água da chuva), com três repetições cada, totalizando 21 unidades experimentais.

Foram realizadas campanhas de campo em 26 datas diferentes, no período de janeiro a junho de 2010, medidos os parâmetros estudados em um total de 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 avaliação do escoamento superficial foi realizada com a implantação em cada ecossistema de três parcelas de 1m x 1m (1m<sup>2</sup>) no sentido da declividade. A parcela de escoamento superficial foi estruturada com uma calha coletora de policloreto de vinila (PVC; diâmetro de 40 mm), para a condução da água escoada para um recipiente de polipropileno (volume de 20 L) conectado por uma mangueira de silicone (diâmetro de 20 mm) à essa calha (Figura 4). Lateralmente e em sua parte superior as parcelas foram delimitadas com tábuas de madeira enterradas até a profundidade de 10 cm no solo e vedadas na parte externa. Método adotado por Silva et al. (2005) e Moraes et al. (2006).

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.

Previamente foi feita, em laboratório, a lavagem do material utilizado em campo com solução ácida (HCl 5%) e água deionizada, Milli-Q.



**Figura 4:** Desenho esquemático da estrutura para o estudo do escoamento superficial instalada nos seis diferentes ecossistemas.

Em CH 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 da área de estudo:

**“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. 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 realizados de caracterização da vegetação em Igarapé-Açu descreveram cerca de seis famílias mais importantes e ocorrentes em “capoeiras”: *Leguminosae*, *Myrtaceae*, *Sanpidaceae*, *Bignoniaceae*, *Connaraceae*, *Flacourtiaceae*.

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 foi descrito as vinte espécies mais importantes em relação à biomassa (Anexo B). Estas vinte espécies compõem 79% da biomassa total (DENICH, 1991).

Concluíram também que a maioria das espécies arbóreas e arbustivas das “capoeiras” estudadas 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).

As parcelas instaladas foram codificadas em campo como CP-1, CP-2 e CP-3 (Figura 4).



**Figura 4:** (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 realizado há sete anos por meio da derruba-e-queima da capoeira, 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 codificadas em campo como SQ-1, SQ-2 e SQ-3 (Figura 5 e Apêndice C).



**Figura 5:** (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 feita 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 da SAF ser implantada em 2006 a área foi utilizada por sete anos para plantio 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 de (Pimenta-do-reino) *Piper nigrum* L. As parcelas instaladas foram codificadas em campo como ST-1, ST-2 e ST-3 (Figura 6 e Apêndice D).





**Figura 6:** (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 - 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, o agricultor não realizou 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 - 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 não realizou 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>.

**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, roçagem uma vez por ano e nunca foi feito calagem. 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, densidade do solo, volume escoado, volume precipitado e as amostras coletadas para análises das concentrações químicas, 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) (Figuras 13). A calibração foi realizada imergindo o eletrodo de vidro em soluções-tampão de pH 4,00, 5,00 e 7,00 (CETESB, 1978) (Apêndice E).

- **Condutividade Elétrica(CE):**

O método aplicado para a mensuração da variável em questão foi o condutimétrico (CETESB, 1978), com o equipamento VWR®modelo2052 (Figuras 13), que possui compensação automática de temperatura. A leitura foi feita na unidade de medida  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Apêndice E).

- **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).

- **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.

- **Ânions inorgânicos dissolvidos:**

Nas coletas de amostras de água de escoamento superficial para análise de ânions (cloreto, sulfato, nitrato, fosfato) inorgânicos dissolvidos, foram utilizados frascos de polipropileno de 250 mL (boca larga), previamente lavados com solução ácida (HCl 5%) e água deionizada ultra-pura (Milli-Q). Sempre que o volume do escoamento na parcela foi suficiente, encheu-se esses frascos no seu volume total para minimizar a presença de ar

dentro deles e acondicionou-se sob refrigeração a aproximadamente 3°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 0,026133 g). Sendo que, 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).

### 1.5.2. Procedimentos analíticos

Num prazo de quarenta e oito horas após a coleta, as amostras de água foram filtradas (Apêndice F) através de membranas de policarbonato (diâmetro da membrana = 47 mm; diâmetro do poro = 0,4 µm; 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 dos ânions, nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), cloreto (Cl<sup>-</sup>) e sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) dissolvidos, presentes nas amostras 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 G). Nas análises utilizou-se volume de injeção de 150 µl e fluxo de 1,22 ml min<sup>-1</sup>, 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 µS 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: estrutura composta com artigos que pretendem discutir os principais resultados sobre as análises das variáveis hidrogeoquímicas do escoamento superficial em solos de diferentes sistemas presentes em uma mesobacia no nordeste paraense com uso predominante de agricultura familiar, para responder a problemática em questão, bem como apresentar as hipóteses levantadas anteriormente. Todos os temas abordados buscam compreender a relação entre o uso da terra e a qualidade dos recursos hídricos.

No primeiro capítulo 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.

O segundo capítulo avalia as condições de qualidade da água de escoamento superficial no solo, através de medições de condutividade elétrica e pH, que sevem como indicadores de qualidade de água. Este capítulo busca o entendimento da influência do uso da terra na água de escoamento superficial, a partir da análise dessas variáveis físico-químicas (condutividade elétrica e pH) da água e sua possível relação com os recursos hídricos da mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna (afluentes do rio Marapanim) no nordeste paraense.

No terceiro capítulo, apresenta-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 na água de escoamento superficial.

## REFERÊNCIAS

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.; PROGENSE, 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 Amazonica**, 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.

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.

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

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. et al. **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. de et al. 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- Açu, PA**. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 216). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 28 p.

PACHÊCO, N. A.; BASTOS, T. X. **Boletim agrometeorológico 2006 Igarapé – Açu.** (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, E. J. et al. 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. et al. Estudo Paleoambiental 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. et al. 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. da et al. 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, 2005.

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. et al. 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>	Bignoniaceae	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>	Bignoniaceae	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			(Fonte: DENICH, 1991)	

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

<b>N°</b>	<b>espécies</b>	<b>Família</b>	<b>kg/ha</b>	<b>%</b>
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)	

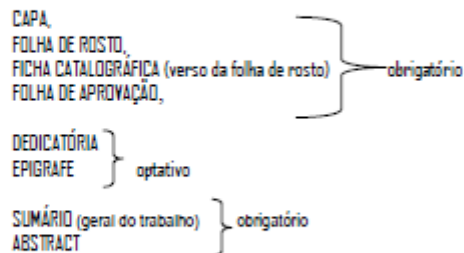
# ANEXO C – Normas para apresentação de dissertação e tese da Universidade Federal Rural da Amazônia (Pós-graduação 2011).

## 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 prétextuais deverão ser contadas e não numeradas as textuais deverão dar continuidade a contagem sequencial das prétextuais 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 citrico. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v.21, n.3, p.367-372, jul./set. 1997.

## 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 trilha 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 BOTANICA, 39., 1988, Belém. *Resumos...* Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1988. p.72.

b) Trabalho publicado em anais de congresso

SOUZA, Euclides Casambu A. de; FERREIRA, Manoel Evaristo. Zinco. In: SIMPOSIÓ 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 Amapá: 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 1/4 pol. Word for Windows 7.0.

c) Base de Dados

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

d) E-Mail

ACCOLY, F. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <umtmdes@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-Árido, 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/arual.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> 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

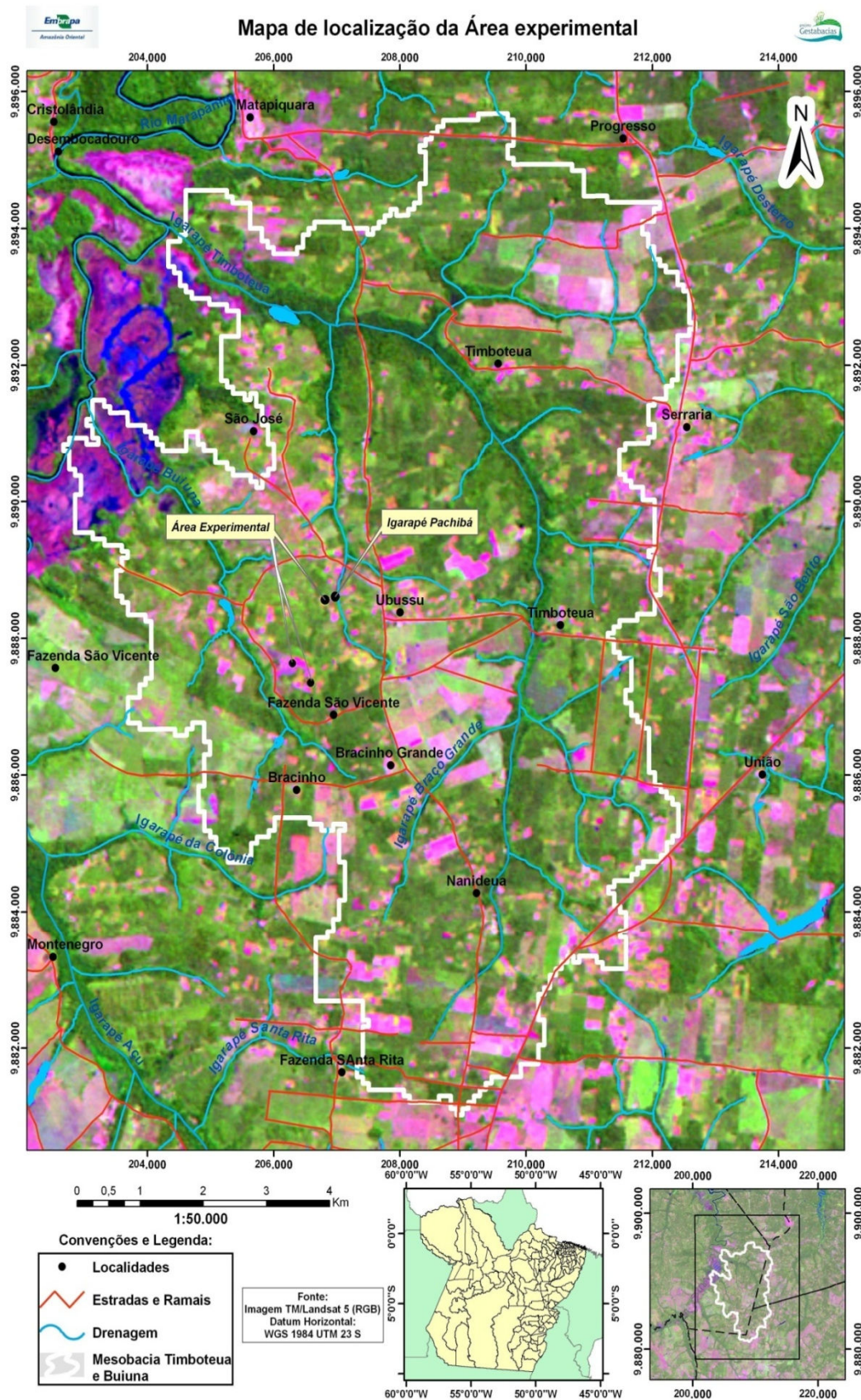
CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm> Acesso em: 21 jan.1997.

c) Trabalho de congresso

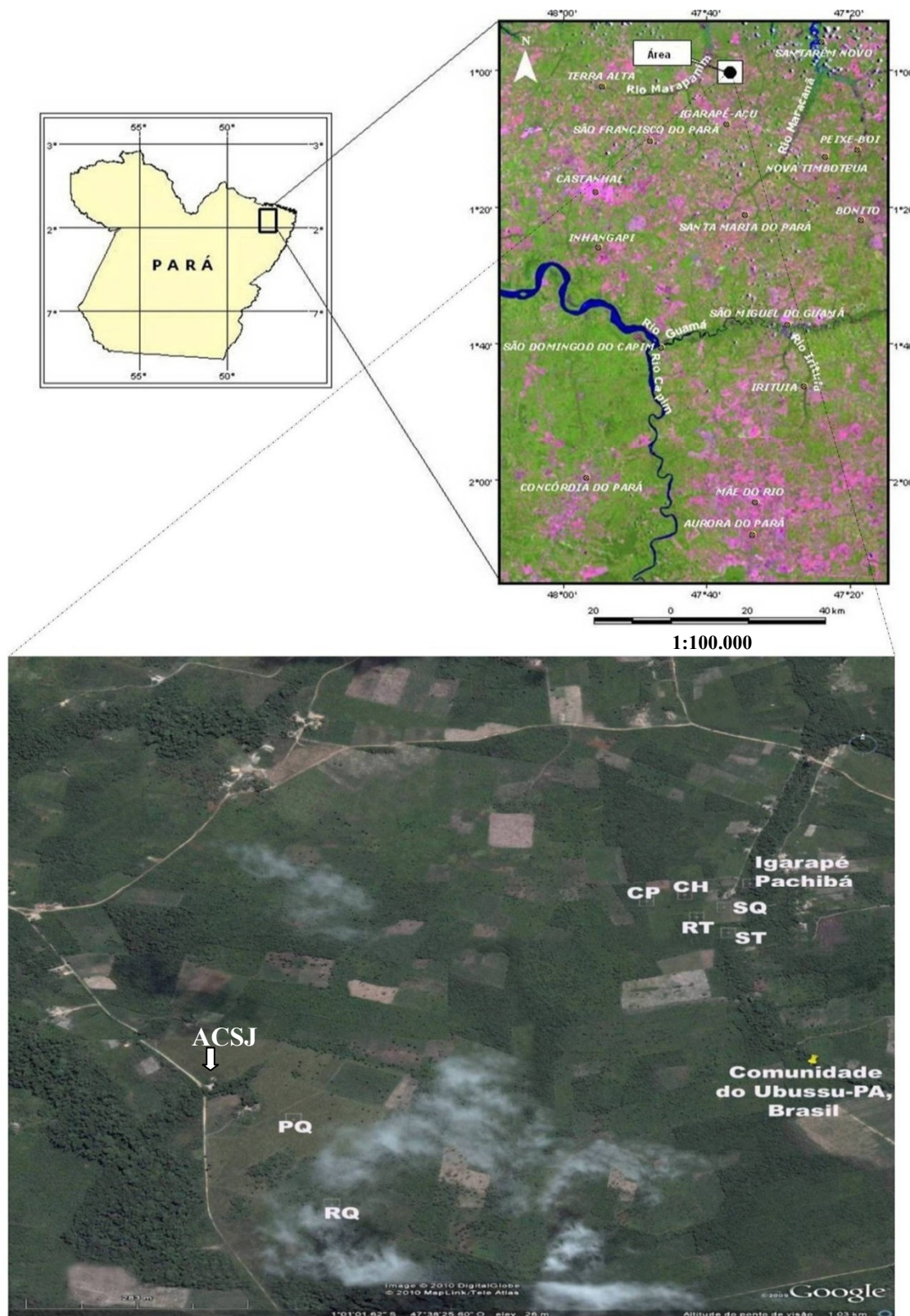
SILVA, R. N., OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm> Acesso em: 21 jan. 1997.

## **APÊNDICES**

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

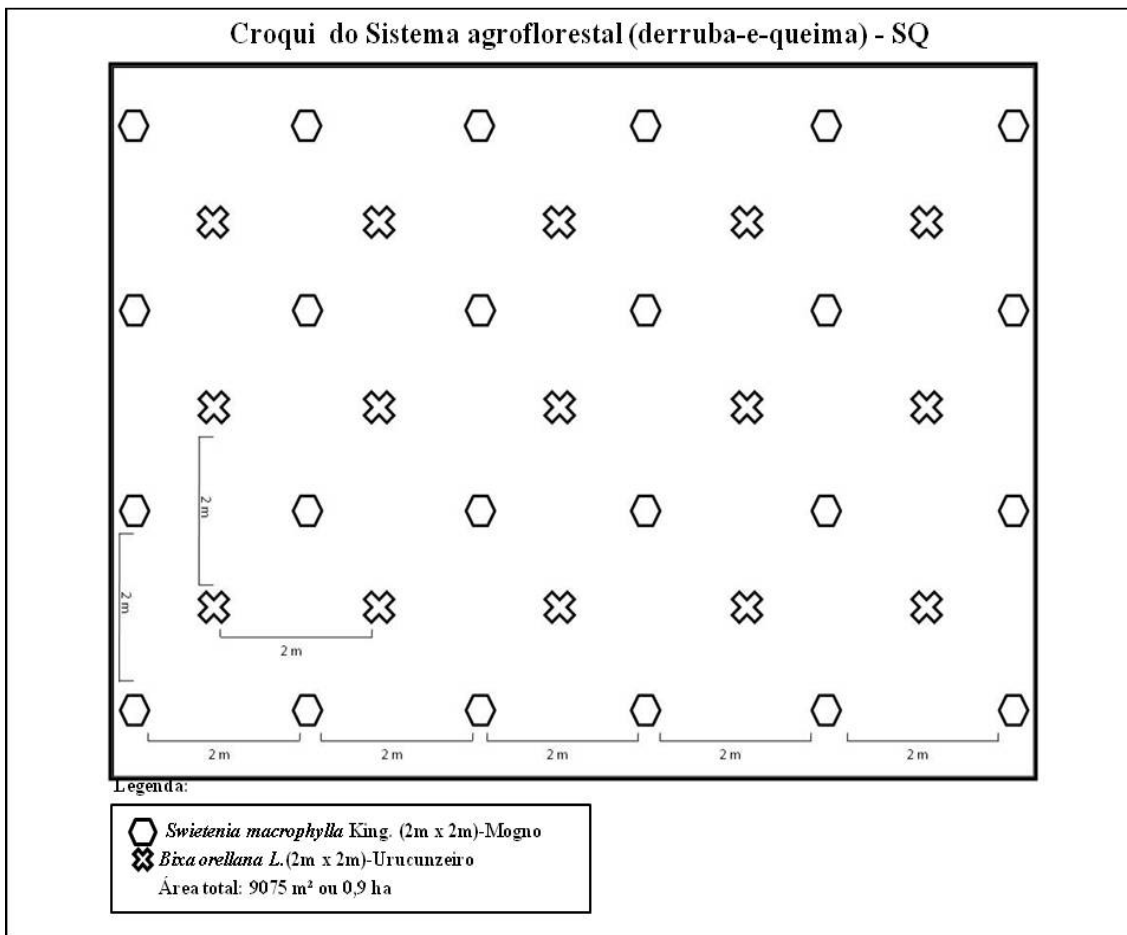


**APÊNDICE B – Pontos dos seis diferentes ecossistemas plotados no *Google Earth*, Mesobacia Timboteua e Buiuna- Marapanim-PA-Brasil.**



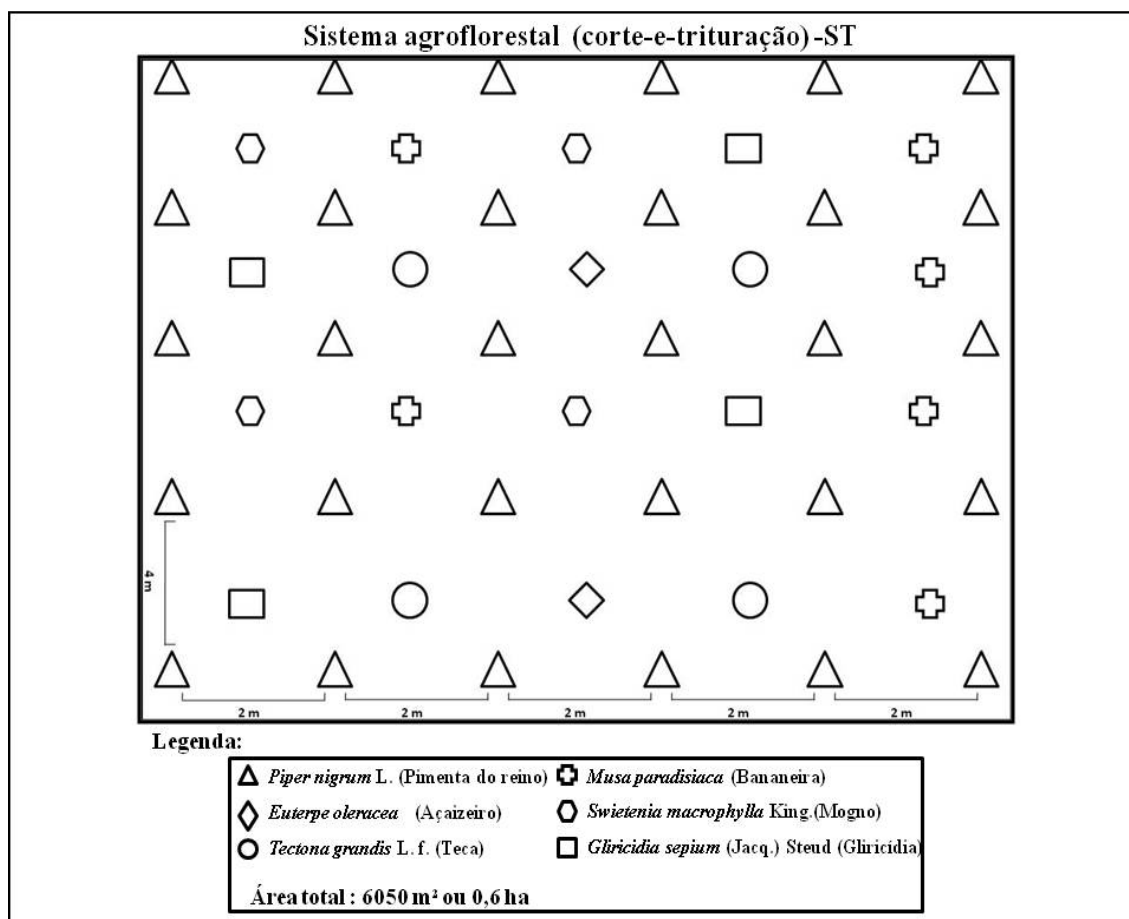
\*Associação Comunitária de São João (ACSJ); CP-capoeira; SQ-Sistema agroflorestal (derruba-e-queima); RT-Roça (corte-e-trituração); Sistema agroflorestal (corte-e-trituração); RQ-Roça (derruba-e-queima); PQ-Pastagem; CH-local de coleta de água da chuva.

**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), na 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, na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna, PA.**



**APÊNDICE E – Equipamentos utilizados em campo para realização das medidas físico-químicas *in situ*.**

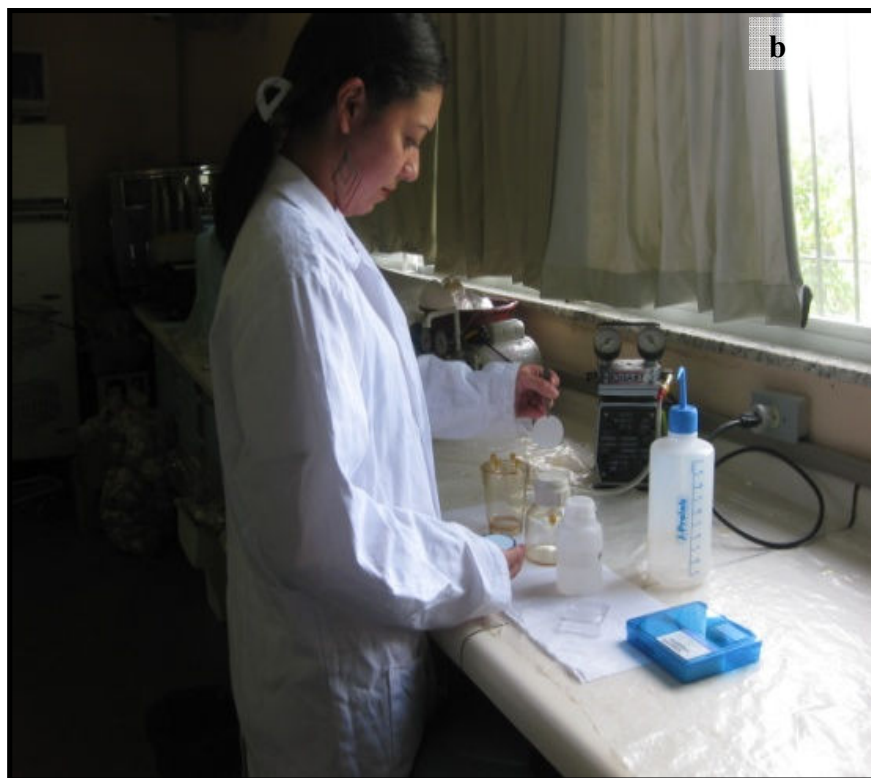


**pHmetro digital ORION portátil**



**Condutivímetro portátil  
VWR® modelo 2052**

APÊNDICE F – (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.



**APÊNDICE G – Cromatógrafo de íons Dionex DX-120 com amostrador automático Dionex AS-40.**



# Perdas de água em parcelas de escoamento superficial no solo com diferentes usos da terra, nordeste paraense, Brasil

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>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

E-MAIL: cristianeformigosa@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária – Embrapa Meio Ambiente

E-MAIL: ricfig@cpma.embrapa.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Pará – Uepa

E-mail: bela\_santos04@hotmail.com.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência das mudanças nos usos da terra e no manejo do solo nas perdas de água em parcelas de escoamento superficial na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna, PA. Para isso, alocou-se três parcelas experimentais (1m<sup>2</sup>) em cada um dos seis ecossistemas avaliados, nas mesmas condições biofísicas de solo e clima, totalizando 18 parcelas. Instalaram-se também três coletores de água de chuva e dois pluviômetros na mesma localidade. Monitorou-se assim: 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). Em 26 datas (2010), coletou-se 234 amostras água de chuva e escoamento superficial, obtendo-se alta correlação entre os volumes precipitados e escoados. Considerando-se o escoamento nas parcelas a maior média (1,933 mm) ocorreu no [PQ] e o valor mínimo na SAF [SQ] (0,065 mm). As maiores somas totais de volume escoado ocorreram no [PQ] (34,79mm) e SAF [ST] (15,25 mm). A densidade do solo e o volume escoado nas parcelas do [RQ] tiveram correlação positiva ( $\rho = 0,257$ ). Embora sendo constatada alguma influência das características biofísicas da paisagem dos diferentes ecossistemas nos volumes escoados (por exemplo: influência da MO do solo sobre o volume de escoamento), não se pode explicar a relação entre atributos físico-hídricos do solo unicamente por uma variável, pois o *runoff* é afetado por diversos fatores da paisagem, por exemplo, a densidade dos solos.

**Palavras-chave:** Escoamento superficial; uso da terra; mesobacia; ecossistemas.

## Water losses in runoff plots of soil with different land uses, northeastern Pará, Brazil

### ABSTRACT

The objective of thi work was to evaluate the influence land use and farming management (chop-and-mulch / slash-and-burn) on water losses in overland flow in the watershed of the Timboteua and Buiuna streams (tributaries of the Marapanim River) in northeast of Pará state. We established three experimental plots (1m<sup>2</sup>) in six ecosystemsat same biophysical conditions, totaling 18 plots. The ecosystems monitored were: i) 20 years Secondary Vegetation (“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). It was also installed three rainwater

collectors and two rain gauges nearby these plots. From January to June/2010, 234 rainwater and overland flow samples were collected along 26 field campaigns. A strong correlation was found between precipitation and overland flow amounts. The highest mean of 1,933 mm occurred at Pasture [PQ] and the lowest value was observed at SAF [SQ] (slash-and-burn), 0,065 mm. The highest overland flow total occurred at the plots of Pasture [PQ] (34,79 mm) and SAF [ST] (chop-and-mulch) (15,25 mm). The bulk density and overland flow at Roça [RQ] showed a positive correlation ( $\rho = 0,257$ ). Although it was observed some influence of landscape biophysical characteristics to the overland flow volumes (eg. influence of soil organic matter to overland flow volume), a single variable cannot explain the relationship between soil physical attributes and overland flow, as the latter is also affected by several agroclimatic and biophysical factors as density of the soil for instance.

**Keywords:** Runoff; land use; watershed; ecosystems.

## 1. INTRODUÇÃO

No nordeste do estado do Pará as atividades agropecuárias têm se expandido, para áreas de ecossistema ripário, resultando em redução da qualidade da água em microbacias hidrográficas (Figueiredo et al., 2006; Watrin et al., 1998; Metzger, 2002; Kato et al., 2004; Lima et al., 2007; Rosa, 2007; Vieira et al., 2007).

Estudos dos efeitos da conversão de ecossistemas sobre as propriedades hídricas do solo (Tomasella; Hodnett, 1996; Elsenbeer et al., 1992) e o ciclo hidrológico em microbacias têm demonstrado que a remoção de floresta prejudica a capacidade de infiltração e de armazenamento de água no solo na rizosfera, além de diminuir a interceptação e a evapotranspiração. Com isto, a recarga de água no solo e o escoamento superficial tendem a aumentar, ocasionando incrementos no deflúvio e escoamento de base (Elsenbeer et al., 1999; Jipp et al., 1998; Elsenbeer e Lack, 1996; Hodnett et al., 1996a,b; Fritsch e Sarrailh, 1992).

O movimento da água nos ecossistemas possui importantes funções, e o uso da terra influencia diretamente os recursos hídricos. Em um evento de chuva, parte da água pode infiltrar e parte pode escoar sobre a superfície do solo (Libardi, 1995), quanto maior a velocidade de infiltração, menor a intensidade de enxurrada na superfície, e conseqüentemente, menor a erosão do Solo (Bertoni; Lombardi Neto, 1990). O escoamento superficial é a etapa do ciclo hidrológico relacionado ao deslocamento das águas sobre superfícies do solo, até encontrar um canal definido (Chow; Maidment, 1988).

O processo erosivo do solo causado pela água das chuvas no escoamento superficial tem principal abrangência nas áreas utilizadas pela agricultura, que em geral, vem sendo feita de maneira inadequada no que se refere às práticas de manejo, ocasionando um acelerado empobrecimento das áreas agrícolas pela erosão (Lopes et al., 1987). A erosão hídrica é uma das formas de ocorrer perdas de solo e nutrientes e assoreamento dos cursos de água, sendo necessário seu controle, pois muitas vezes, os nutrientes carregados são levados para os recursos hídricos e afetam qualidade da água (Fonseca, 2006; Bertol et al., 2007).

No contexto do escoamento superficial, o uso da terra influencia diretamente os recursos hídricos. Assim, o planejamento de uma bacia hidrográfica envolve melhores práticas de manejo do solo associado ao uso adequado dos recursos hídricos. Para isso, estudos que relacionem o uso da terra com a qualidade dos recursos hídricos, se tornam importantes para recuperação de áreas que passam por alteração ambiental.

Com esse intuito, objetivou-se avaliar 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, localizada no nordeste paraense.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O experimento foi instalado em duas propriedades de pequenos agricultores localizadas na Comunidade São João, situada a  $47^{\circ} 38' 38,7''\text{W}$  e  $01^{\circ} 00' 41,4''\text{S}$ , na mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna (afluentes do rio Marapanim) com cerca de 6.700 ha (Figura 1; Apêndice A), ao sul do município de Marapanim e ao norte do município de Igarapé-Açu (IBGE, 1991). O termo “mesobacia” aqui adotada foi proposta por Richey et al. (1997). Os aspectos biofísicos dessa bacia como solo e clima, se assemelham aos do município de Igarapé-Açu, relatados por Oliveira (2002).

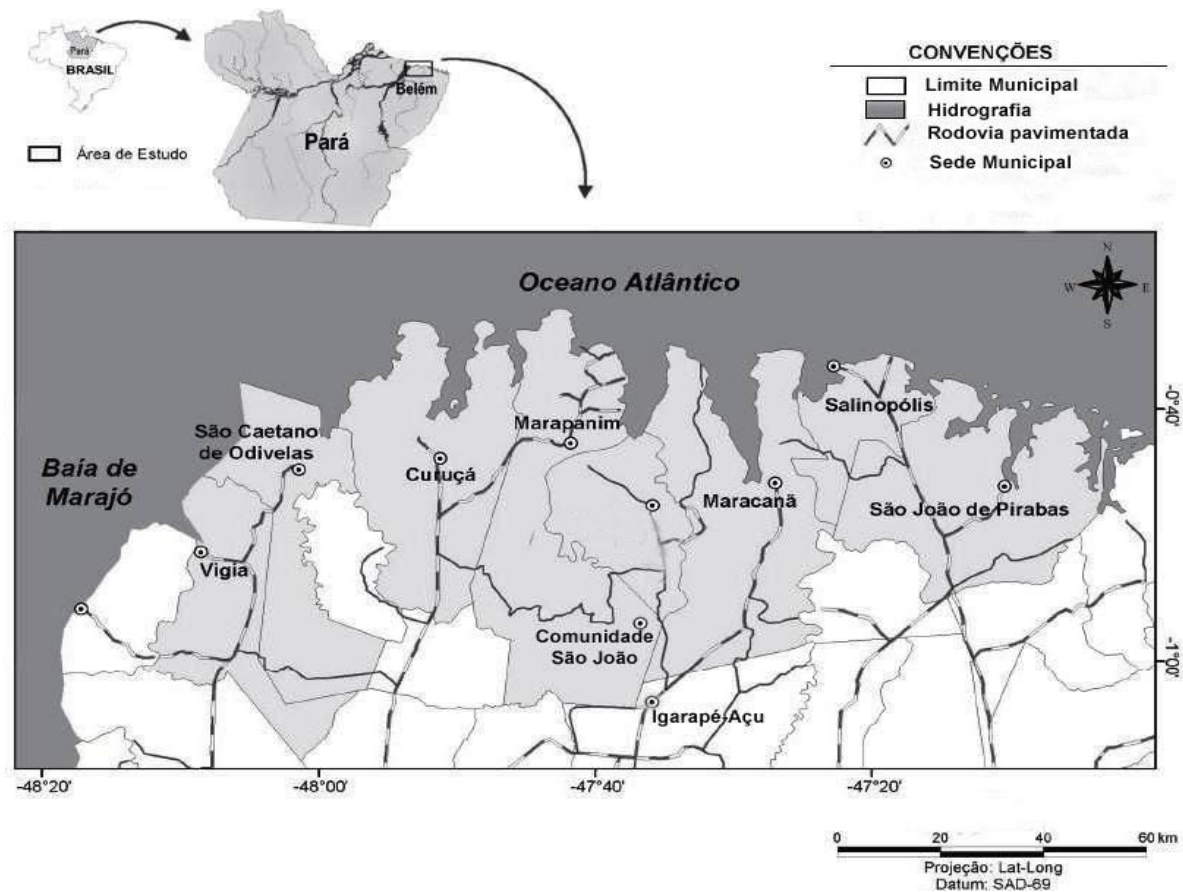
A geologia local tem sido atribuída a unidades cenozóicas, que estratigraficamente dividem-se em: sedimentos terciários do Oligo-Mioceno (Formação Pirabas), e Mio-Plioceno (Grupo Barreiras; arenitos, argilitos, silto-ferrosos) (Arai et al., 1988) e sedimentos quaternário do Pleistoceno (Formação Pós-Barreiras) e do Holoceno (Sedimentos Recente) (Bemerguy et al., 1992; Rossetti et al., 1989). O solo dominante é o Latossolo Amarelo distrófico típico textura média (RadamBrasil, 1973).

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  $47^{\circ} 32' 00''\text{W}$ ;  $00^{\circ} 32' 30''\text{S}$  e  $00^{\circ} 52' 30''\text{S}$ . 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.

O clima é predominantemente do tipo *Am* e do sub-tipo climático *Am2* (*Köppen*) com temperatura média anual em torno de  $26,5^{\circ}\text{C}$  (Martorano et al., 1993; Pachêco; Bastos, 2006). Precipitações pluviométricas em torno de 2500-3000 mm e umidade relativa do ar entre 80-85% (média anual) (SUDAM, 1984; Martorano et al., 1993).

O ecossistema terrestre original da região é do tipo Floresta Equatorial Subperenifólia e Hidrófila (RadamBrasil, 1973). Atualmente, há predomínio de ecossistemas sucessionais em vários estágios sucessionais, possui extensões significativas de terras sob uso agrícola.

Por meio de classificação do uso da terra (Satélite Landsat, sensor TM, RGB-345) verificou-se que a mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna tem floresta antropizada (0 ha ou 0%), ecossistema sucessional maduro - “capoeira alta” (27,48 ha ou 21,54%), ecossistema sucessional intermediário - “capoeira baixa” (48,92 ha ou 38,35%), agroecossistema de pastagem não manejado - “pasto sujo” (18,66 ha ou 14,63%), agroecossistema de pastagem - “pasto limpo” (30,53 ha ou 23,93%), agroecossistemas - “culturas agrícolas” (0,99 ha ou 0,78%) e formação de agroecossistemas - “solo sob preparo” (0,99 ha ou 0,77%).



**Figura 1.** Área experimental situada no nordeste do Estado do Pará na comunidade São João, Marapanim-PA-Brasil. Tem como principais vias de acesso a Br-316 e a PA-395.

## 2.2. Delineamento experimental

Nas duas propriedades agrícolas familiares, procuraram-se seis ecossistemas (tratamentos) em que foram alocadas três parcelas experimentais (dentro de cada um dos ecossistemas) para amostragem do escoamento superficial em solos (Apêndice B). Todas as parcelas foram implantadas em áreas com representativa porcentagem de cobertura do solo e vegetação do respectivo ecossistema estudado, apresentando declividade aproximada de 5%. Foram instalados também três coletores de água de chuva e dois pluviômetros.

Em 26 datas relativas a campanhas de campo, realizadas no período de janeiro a junho de 2010 (estação chuvosa), foram coletadas 234 amostras água de chuva e de escoamento superficial. Nessas coletas foi avaliado o escoamento decorrente tanto de apenas um dia de chuva como de vários dias de chuva, haja vista que se necessitava de um escoamento superficial representativo para coleta, isto é, cujo volume (60 ml) possibilitasse medições *in situ*.

A avaliação do escoamento superficial foi realizada com a implantação em cada ecossistema de três parcelas de 1m x 1m (1m<sup>2</sup>) no sentido da declividade, equipadas com uma calha coletora de policloreto de vinila (PVC; diâmetro de 40 mm), instalada para conduzir a água escoada para um recipiente de polipropileno (volume de 20 L) conectado por uma mangueira de silicone (diâmetro de 20 mm) à calha coletora. As parcelas foram delimitadas nas laterais com tábuas de madeira enterradas até a profundidade de 10 cm no solo e vedadas na parte externa. Método adotado por Silva et al. (2005) e Moraes et al. (2006).

Dessa forma, durante a época chuvosa do ano de 2010 foi monitorado, nas mesmas condições biofísicas de solo e clima, o escoamento superficial nos seguintes ecossistemas: i) Capoeira de 20 anos (CP); ii) Sistema agroflorestral (SAF) - derruba-e-queima (SQ); iii) Sistema agroflorestral (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). Na Tabela 1 pode ser visualizado o histórico de uso da terra e descrição detalhada de cada um deles.

**Tabela 1.** Histórico dos diferentes ecossistemas da área de estudo, nordeste paraense.

<b>MESOBACIA DOS IGARAPÉS CONTÍGUOS TIMBOTEUA E BUIUNA</b>			
<b>Ecossistema</b>	<b>Localização e Dimensão</b>	<b>Manejo</b>	<b>Características</b>
<b>Capoeira (CP)</b>	47°38'06,34"W/ 01°00'26,46"S ≈36.300m <sup>2</sup>	Derruba-e-queima da capoeira	Área de 20 anos de idade sob pousio.
<b>Sistema agroflorestal [SAF] (SQ)</b>	47°38'00,17"W/ 01°00'27,25"S ≈9.075 m <sup>2</sup>	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> . Abubação do plantio de <i>Piper nigrum</i> L.: NPK-18.18.18 (1° ano) e NPK-10.28.20 (2° 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.
<b>Sistema agroflorestal [SAF] (ST)</b>	47°37'59,80"W/ 01°00'30,24"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	Corte-e-trituração da capoeira realizado há 5 anos	Cotém plantio 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. /- (Gliricidia) <i>Gliricidia sepium</i> . 4 adubação em cova (2007): composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim <i>Brachiaria Brizantha</i> (Braquiarião), folhas de <i>Inga edulis</i> (Ingazeiro), cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.
<b>Roça (RQ) - Agricultura itinerante</b>	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.
<b>Roça (RT) - Agricultura alternativa</b>	47°38'02,33"W/ 01°00'28,42"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	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.
<b>Pastagem (PQ)</b>	47°38'27,73"W/ 01°00'57,13"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	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, (Purinafós, Purina, Brasil) dieta para animais de 450kg com consumo de 100g/dia. <i>Especificações nutricionais Purinafós:</i> <b>Macronutrientes</b> – 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). <b>Micronutrientes</b> –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 o monitoramento da pluviometria local foram instalados três coletores de chuva (CH) na mesma localidade, a 47°38'03,31"W e 01°00'25,61"S, em área aberta, ou seja, local sem

interceptação da precipitação. Os coletores constituíram-se de um recipiente (volume de 5 L), e funil (diâmetro de 103,2 mm; 1,5 m acima do solo) protegido com tela de *nylon* (0,5 mm de malha), ambos de poli propileno, conectados por uma mangueira (diâmetro de 20 mm) de silicone inerte. Instalou-se adicionalmente dois pluviômetros segundo a padronização estabelecida pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica e o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (DNAEE, 1970).

Para cálculo de densidade do solo foram retiradas 3 amostras de solo nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm 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).

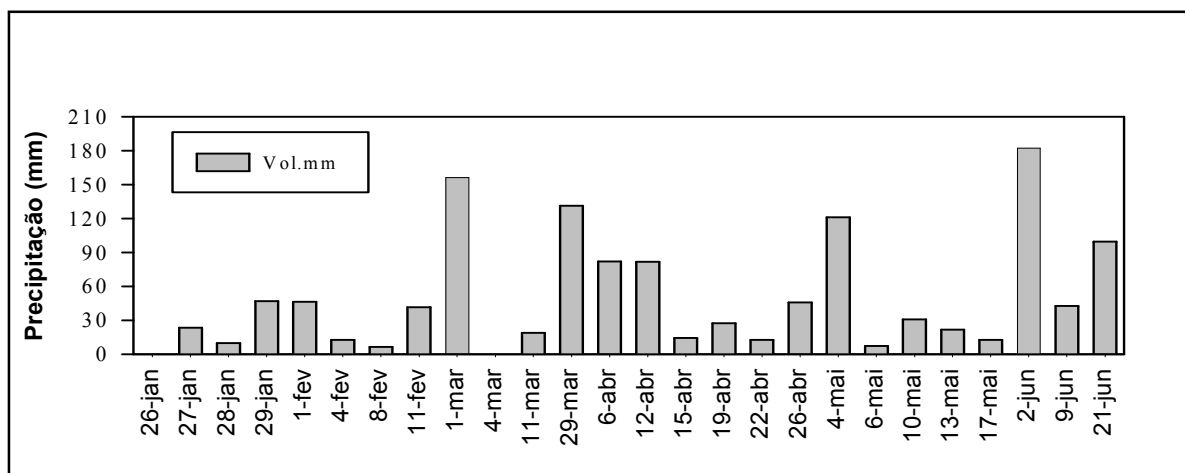
### 2.3. Análise estatística

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 *Levenne*. 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 *Kruskal-wallis* ( $P < 0,05$ ). As análises estatísticas foram feitas com o auxílio dos programas computacionais SPSS 17.0 e *MS Excel* para execução de gráficos e gerenciamento do banco de dados em planilhas eletrônicas (*xls*).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do período estudado (Jan-Jun/2010) o total precipitado na área experimental foi de 1.276,80 mm (Figura 2). Os maiores índices pluviométricos mensais ocorreram em março (306,4 mm), abril (264,4 mm) e junho (324,6 mm).

Comparado esses valores com a precipitação média do município de Igarapé-Açu/PA de um período de 25 anos (1985-2010), os índices de precipitação registrados no tempo do estudo estiveram abaixo do normal na região. O total médio precipitado nos seis primeiros meses do ano em 1985-2010 foi de 1.963,1 mm. Dessa forma, os valores observados das precipitações acumuladas para os seis primeiros meses de 2010 foram atípicos (Cordeiro et al., 2010).



**Figura 2.** Precipitação pluviométrica acumulada (mm de chuva) observada da área experimental em cada dia de evento de coleta durante o período de janeiro a junho de 2010, na comunidade São João, na mesobacia dos Igarapês Timboteua e Buiuna, nordeste paraense.

De acordo, com os boletins de análises e previsões climáticas do 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.

Nesses documentos observa-se que o primeiro trimestre, teve-se a predominância de 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.

Por outro lado, esses boletins apontam que durante os meses de abril, maio e junho de 2010, destacou-se a predominância de áreas com precipitação acima do normal na parte do oeste, litoral do nordeste e parte do sudeste do Pará. Justificado pela ocorrência de uma gradual diminuição das anomalias positivas (águas mais quentes que o normal) de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico equatorial, ainda associado ao fenômeno *El Niño* (Rpch, 2010c, 2010d, 2010e).

Tais evidências afetaram 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. Dessa forma, trabalhou-se com a coleta da precipitação acumulada perfazendo um total de 234 amostras de água de chuva e de escoamento, em 26 diferentes datas.

Segundo a estatística descritiva há muita diferença entre os valores das medidas de posição, média e mediana nos ecossistemas, apresentando, segundo o coeficiente de *Pearson*, forte assimetria. A curtose mostrou-se positiva e platicúrtica com menos dados extremos afetando a média. Tais valores comprovam a não normalidade e a variância não homogênea dos dados de volume coletados nas parcelas nos diferentes ecossistemas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Estatística descritiva para os valores de volume escoado (mm) nas parcelas dos diferentes ecossistemas avaliados ao longo de 26 coletas no período de 26-jan a 21-jun de 2010.

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

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

A maior média de 1,933 mm ocorreu na Pastagem [PQ] e o valor mínimo na SAF [SQ], 0,065 mm. As maiores somas totais de volume escoado nas parcelas ocorreram nos ecossistemas de Pastagem [PQ] (34,79 mm) e SAF [ST] (15,25 mm) (Tabela 2).

Observou-se diferença significativa do escoamento superficial nas parcelas entre pelo menos um dos diferentes ecossistemas avaliados, segundo o teste de *Kruskal-Wallis* ( $p < 0,05$ ).

A SAF [SQ] foi diferente estatisticamente do ecossistema de Pastagem [PQ], do ecossistema de Roça [RT] e do SAF [ST] (Tabela 2).

Infere-se pelos resultados que houve influência das características dos diferentes ecossistemas nos volumes coletados (Figura 3).

A densidade do solo teve valores próximos nos perfis superficiais (0-5 cm e 5-10 cm) na maioria dos ecossistemas, apresentando uma sensível diferença na Roça [RQ] e na SAF [ST] (Tabela 3). De acordo com Kiehl (1979) a densidade depende do peso, da forma e distribuição do tamanho e arranjo das partículas do solo, valores acima de  $1,6 \text{ g cm}^{-3}$  são prejudiciais ao crescimento das raízes das plantas.

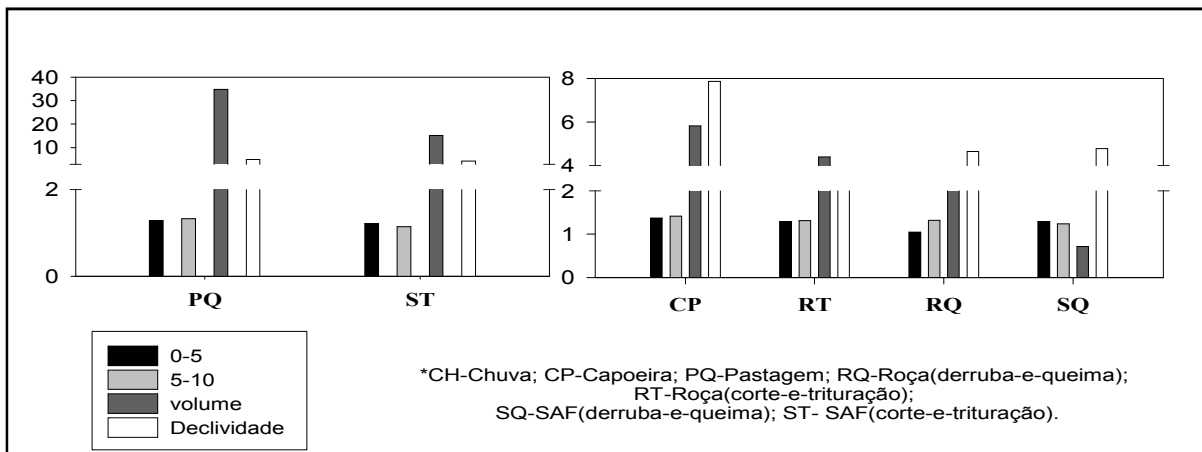
**Tabela 3.** Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e declividade (%) nos diferentes ecossistemas.

Profundidade	(CP) Capoeira	(PQ) Pastagem	(RQ) Roça derruba-e-queima	(RT) Roça corte-e-trituração	(SQ) SAF derruba-e-queima	(ST) SAF corte-e-trituração
0-5 cm	1,37	1,28	1,04	1,28	1,29	1,22
5-10 cm	1,41	1,32	1,32	1,31	1,23	1,14
Declividade %	7,9	5,0	4,6	3,3	4,8	4,3
*Declividade média = 5%						

Relacionando os valores de volume escoado nas parcelas e densidade do solo, verificou-se que no ecossistema de Roça [RQ], onde ocorreu a menor densidade no perfil de 0-5 cm ( $1,04 \text{ g cm}^{-3}$ ), encontrou-se baixo volume total escoado (2,85 mm). Infere-se por esses resultados que ocorreu maior infiltração nesse ecossistema. Apesar de não se pode explicar a relação entre atributos físico-hídricos do solo somente por uma única variável, neste caso, é notável a correlação positiva dessas variáveis ( $\rho = 0,257$ ) (Figura 3). A área avaliada [RQ] por muitos anos foi submetida a manejo não mecanizado e com queima da vegetação (Tabela 1). Castro e Vieira (1996) afirmam que, a maior infiltração de água e consequentemente menor escoamento superficial nos sistemas não mecanizados, pode ocorrer devido à quantidade, continuidade espacial e macroporosidade que são 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).

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. De acordo com Aber e Melillo (1991), a água da chuva primeiramente é interceptada pela vegetação no ecossistema florestal e posteriormente pode evaporar-se ou cair no solo.



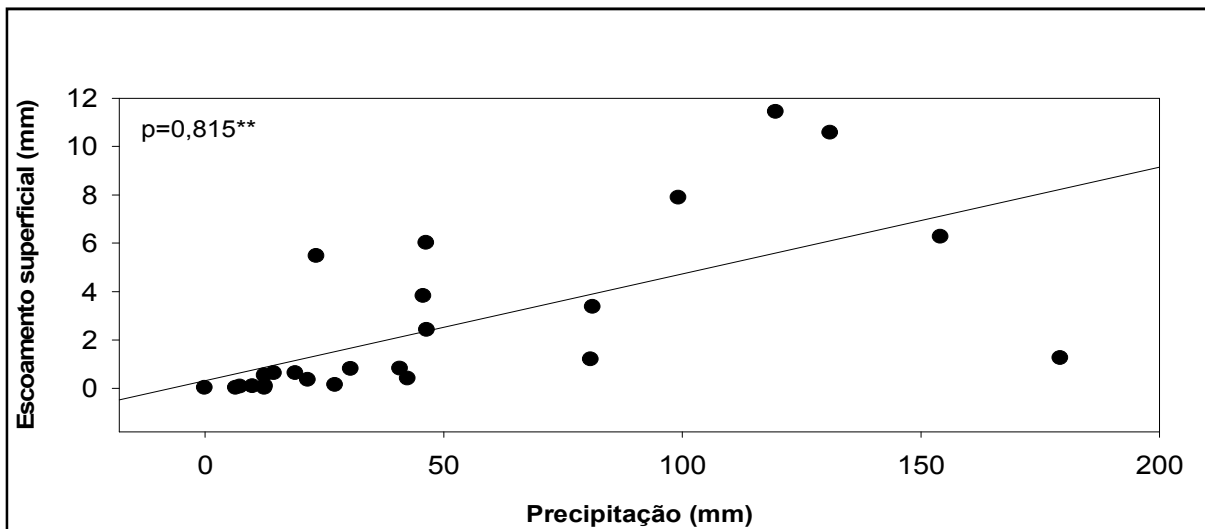
**Figura 3.** Comparação das médias de densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) em duas profundidades (0-5 cm; 5-10 cm), volume total escoado (mm) nos tratamentos em 26 eventos de coleta e declividade (%).

O percentual de cobertura vegetal do solo pode ter influenciado no escoamento de água nas parcelas. Pois, nos ecossistemas em que a quantidade de cobertura do solo era visivelmente maior, como na Capoeira [CP], Roça [RT] e SAF [SQ], o volume escoado foi menor. Dessa forma, a SAF [SQ] com preparo de área realizado há 7 anos visivelmente apresentava mais cobertura morta no solo (Apêndice C) do que a SAF [ST]. Isso pode ter direcionado os valores inferiores de volume escoado na 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 ecossistema [PQ], por sua vez, apresentava microrelevo (trilhas), solo desprotegido e um manejo bem precário, com visível degradação. Tais fatos podem ter favorecido o escoamento superficial nesse ecossistema. 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 e Lara, 1991; Greenwood e 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 vegetal (Alves et al., 2007).

O alto valor de soma total da SAF [ST], a qual foi triturada há 5 anos, pode ter ocorrido pelo fato dessa área apresentar uma disposição de árvores visivelmente mais aberta e um menor conteúdo de cobertura vegetal no solo, facilitando o fluxo de água (Apêndice C) diferentemente da 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 vegetal do solo. Pruski et al. (2003), afirma que, a cobertura e os tipos de uso do solo, além de seus efeitos sobre as condições de infiltração de água no solo, exercem importante influência na interceptação da água advinda da chuva. Quanto maior a porcentagem de cobertura vegetal no solo, a rugosidade da superfície do solo e a evapotranspiração da cultura, maiores serão as taxas de infiltração de água no solo quando ocorrer uma chuva e, conseqüentemente, menores serão as perdas por escoamento superficial.

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).

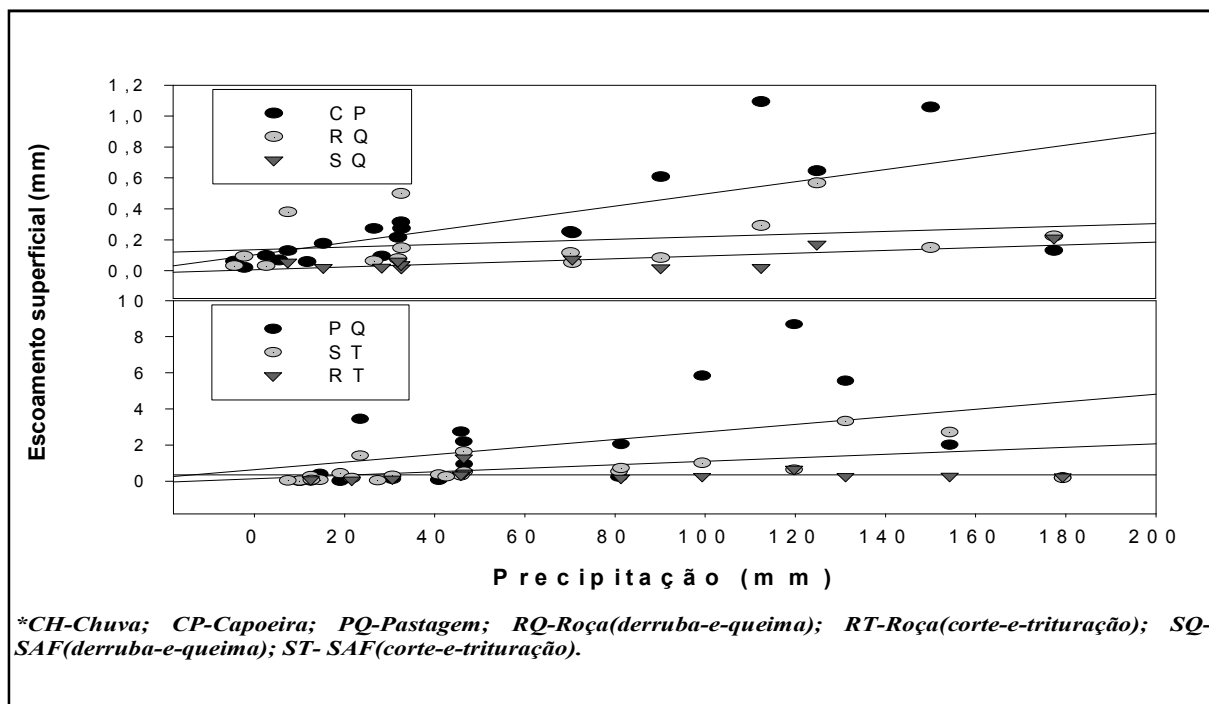


**Figura 4.** Precipitação pluviométrica acumulada e média do volume total escoado nas parcelas dos diferentes ecossistemas.

Não obstante, como pode ser visualizado na Figura 5, o volume de escoamento variou bastante entre os ecossistemas estudados, essa variação pode ser explicada pela influência das características biofísicas da paisagem e do manejo de cada ecossistema. Como já foi relatado, o escoamento superficial não pode ser explicado somente pela influência de uma única variável.

De acordo com Penman (1963), o volume de água decorrente do escoamento superficial depende de fatores de natureza geológica, climática e fisiográfica da região avaliada. Corroborando, Souza e Tubelis (2001) afirmaram que 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, defloresmatamento, movimentos de terra, ocupação inadequada do solo e declividade em uma bacia hidrográfica.

Desconsiderando a Roça [RQ] que demonstrou interferência direta da densidade do solo nos volumes escoados nas parcelas, que provavelmente provocou uma alta infiltração. O escoamento superficial dentro das parcelas avaliadas decresceu dos ecossistemas de menor para os sistemas de maior porcentagem de material orgânico. Ou seja, infere-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 ecossistemas. Pois, a precipitação com intensidade média estimada na floresta raramente ultrapassou a capacidade de infiltração, diferentemente do agroecossistema de pastagem, em que, 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.



**Figura 5.** Precipitação pluviométrica acumulada e média do volume escoado nas parcelas dos diferentes ecossistemas em cada dia de coleta.

Os volumes escoados nas parcelas foram relativamente baixos, 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 Amazônia, Brasil, verificaram que a taxa de precipitação máxima observada durante o período de estudo de  $52,3 \text{ mm h}^{-1}$  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 encontrou taxas de escoamento consideradas baixas.

#### 4. CONCLUSÃO

O uso da terra e os diferentes tipos de manejo (corte-e-trituração e derruba-e-queima) influenciaram em certa medida a variação do volume escoado nas parcelas dos ecossistemas avaliados na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense.

O Ecossistema PQ (pastagem com preparo de área por derruba-e-queima da vegetação de *pousio*) foi o que respondeu com maiores taxas de escoamento superficial ao longo do período estudado. No entanto, devido ao preparo das áreas terem sido realizados em épocas diferentes (diferenças de anos), não foi possível avaliar mais precisamente o efeito desse preparo com queima ou sem queima (trituração) sobre o volume do escoamento superficial.

Embora se tenha constatado alguma influência das características biofísicas da paisagem dos diferentes ecossistemas nos volumes coletados (por exemplo: influência da matéria orgânica do solo sobre o volume de escoamento), 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 biofísicos da paisagem como, por exemplo, a densidade dos solos.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ABER, J. D.; MELLILO, J. M. **Terrestrial Ecosystems**. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1991. 429 p.
- 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, n. 1, p. 18-23, 1991.
- 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.
- 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.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Livroceres, 1990. 355 p.
- BERTOL, J. O.; RIZZI, N. E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 31, p. 781-792, 2007.
- CASTRO, O. M.; VIEIRA, S. R. Condutividade hidráulica de um Latossolo Roxo sob três sistemas de preparo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.
- CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R. **Applied hydrology**. New York: McGraw-hill Book, 1988. 572 p.
- 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.
- DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Normas e Recomendações Hidrológicas**. Anexo I – Pluviometria. Brasília: DNAEE, 1970. 94 p.
- ELSENBEER, H.; CASSEL, K.; CASTRO, J. Spatial Analysis of Soil Hydraulic Conductivity in a Tropical Rain Forest Catchment. **Water Resources Research**, v. 28, n. 12, p. 3201-3214, 1992.
- ELSENBEER, H.; LACK, A. **Hydrological Pathways and Water Chemistry in Amazonian Rain Forests**. In: ANDERSON, M.G.; BROOKS, S.M. **Advances in Hillslope Processes**. 2. ed. Chichester-UK: John Wiley and Sons, 1996. p. 939-959.



- 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**, Bristol, v. 13, p. 1417-1422, 1999.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- 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: LBA, 2006. p. 10- 11.
- FONSECA, E. O. **Dinâmica do transporte de nutrientes no escoamento superficial em sistemas de manejo do solo**, 2006, 149f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- FRITSCH, J. M.; SARRAILH, J. M. Les transports solides dans l'écosystème forestier tropical humide guyanais: effets du défrichement et de l'aménagement de pâturages. **Cahiers de ORSTOM-Sér. Pédologie**, Hann-dakar, v. 22 , n. 4, p. 209-222, 1986.
- 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.
- HODNETT, M. G.; OYAMA, M. D.; TOMASELLA, J.; MARQUES FILHO, A. **Comparison of long-term soil water storage behaviour under pasture and forest in three areas of Amazonia**. In: GASH, J. H. C., NOBRE, C. A., ROBERTS, J. M., VICTORIA, R.L. (Eds.) **Amazonian Deforestation and Climate**. Chichester-UK: John Wiley and Sons, 1996a. p. 57-77.
- HODNETT, M. G.; TOMASELLA, J.; MARQUES FILHO, A.; OYAMA, M. D. **Deep soil water uptake by forest and pasture in central Amazonia: predictions from long term daily rainfall data using a simple water balance model**. In: GASH, J. H. C., NOBRE, C. A., ROBERTS, J. M., VICTORIA, R. L. (Eds.) **Amazonian Deforestation and Climate**. Chichester-UK: John Wiley and Sons, 1996b. p. 79-99.
- 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.
- 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, n. 2-3, 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.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 264 p.
- LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1995. 497 p.

- 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**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 187-194, 2007.
- LOPES, P. R. C.; COGO, N. P.; CASSOL, E. A. Influência da cobertura vegetal morta na redução da velocidade da enxurrada e na distribuição dos sedimentos transportados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 11, n. 1, p. 193-197, 1987.
- MARTORANO, L. G. et al. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwhite, Mather)**. Belém-PA: SUDAM/EMBRAPA-SNLCS, 1993. 55 p.
- McDOWELL, R. W. et al. 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, C. D. S. **Percepção de agricultura familiar na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração**, 2002, 129f. 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- Açu, PA**. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 216). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 28 p.
- PENMAN, H. L. **Vegetation and hydrology**. London: Commonwealth Agricultural Bureau, 1963. 124 p.
- PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. Viçosa: UFV, 2003. 87 p.
- 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, E. J. et al. 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, 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará-Instituto de Geociências, Belém-PA, 2007.

- ROSSETTI, D. F. et al. Estudo Paleoambiental 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.
- 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.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. **Boletim de Análise e Previsão Climática** (Julho), Belém, v. 4, n. 43, 2010e.
- SILVA, M. G. M. da et al. 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.
- SOUZA J. L.; TUBELIS, A. A. Correlação escoamento superficial-precipitação em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande-PB. **Anais...** Petrolina-PE: ABCMAC, 2001.
- SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém: SUDAM/PHCA, 1984. 125p.
- TOMASELLA, J.; HODNETT, M. G. **Soil hydraulic properties and van Genuchten parameters for an Oxisol under pasture in Central Amazonia**. In: GASH, J.H.C., NOBRE, C.A., ROBERTS, J.M., VICTORIA, R.L. (Eds.). **Amazonian Deforestation and Climate**. Chichester, UK: John Wiley and Sons, 1996. p. 151-162.
- 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.
- WATRIN, O. S.; 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, A. J. et. al. Stormflow generation in two headwater catchments in eastern Amazonia, Brazil. **Hydrological Processes**, v. 22, n. 17, p. 3285-3293, 2007.

# **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>	Bignoniaceae	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>	Bignoniaceae	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
	* <b>Ind./ha=indivíduo/ha</b>			(Fonte: DENICH, 1991)

**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 envio de trabalhos da revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science (Ambi-água), 2010.

### CONDIÇÕES PARA ENVIO DOS TRABALHOS:

I- O trabalho deverá ser original, destinado exclusivamente à *Ambi-Água* (Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science)

II- Os artigos poderão ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

III- Os trabalhos encaminhados à revista serão avaliados pelo Conselho Editorial e Consultores Ad Hoc, conforme a sua especialidade, segundo os seguintes critérios:

- o a) conteúdo técnico-científico;
- o b) relevância científica;
- o c) clareza e qualidade da redação;
- o d) qualidade e adequação do referencial teórico utilizado.

IV- A cada edição, o Corpo Editorial selecionará, dentre os artigos considerados favoráveis para a publicação, aqueles que serão publicados por atenderem aos critérios acima.

### DETALHES DE FORMATAÇÃO E REDAÇÃO:

O artigo deverá ser submetido em formato texto (MS Office Word ou Open Office ou excepcionalmente para redução de tamanho de memória em pdf), não restringido por password para permitir edição. A publicação final será em pdf com restrição de cópia para preservação dos direitos autorais. O artigo deve ser submetido com as seguintes características:

- Tamanho da página: equivalente ao tamanho do papel A4 (210 x 297mm);
- Margens (superior, inferior, esquerda e direita): 2,5cm;
- Fonte: Times New Roman, 12, espaço entre-linhas simples, em uma única coluna;
- Tamanho: de preferência entre 4.000 e 8.000 palavras incluindo tabelas e figuras. Entretanto, artigos maiores ou menores poderão ser aceitos.
- Língua (Português, Inglês ou Espanhol):
  - o Nos artigos em português ou espanhol, o título, o resumo e as palavras-chave deverão ser escritos também em inglês; e artigos em espanhol e em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão ser escritos também em português.
- Primeira página: deverá conter o título do trabalho, nome completo dos autores, afiliação, e-mail, o resumo e as palavras-chave, separadas por "ponto e vírgula" e um ponto final após a última palavra-chave.

**Tabelas e Figuras:** deverão ser numeradas com algarismos arábicos consecutivos, indicados no texto e anexados no local do artigo mais próximo da chamada. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior antecedidos da palavra Figura (notar a primeira letra maiúscula), um espaço, mais o seu número de ordem, um ponto e espaço de um caracter, 11, justificado, tabulado nos limites da figura. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecedidos da palavra Tabela (notar a primeira letra maiúscula), um espaço, mais o seu número de ordem, um ponto e espaço de um caracter, 11, justificado, tabulado nos limites da tabela. Nas Figuras e Tabelas, quando houver uma fonte de referência, a palavra "Fonte:" vem na parte inferior, seguida da referência, 10, justificado, tabulado nos limites da tabela ou figura. Tabelas, figuras e a fonte terminam sempre com ponto final. As figuras poderão ser coloridas, se necessário, porém, atentar para que o tamanho do arquivo não fique grande; tamanho ideal de arquivo é de ~500KB, caso o seu arquivo esteja maior, verificado em propriedades do arquivo, use técnicas de redução de imagens, por meio de reamostragem, número de bits por pixel, etc. Arquivos até 2MB poderão ser aceitos, porém, arquivos menores são desejáveis.

É possível inserir várias imagens em documentos sem deixar os arquivos tão grandes e com riscos de se corromperem, basta seguir as dicas abaixo:

Utilize arquivos de imagem em formato JPG, JPEG, PNG ou GIF. Estes arquivos costumam ter bons padrões de qualidade e não consomem muito espaço em disco e memória;

Para inserir as figuras, não use Copiar/Colar (ou Ctrl+C/Ctrl+V);

Salve em seu computador as imagens que deseja inserir no documento;

Em seguida, acesse a opção de menu disponível para inserção de imagem do seu editor de texto (Ex: no MSWord e OpenOffice selecione a opção Inserir/Figura/Do arquivo) e localize a imagem que deseja inserir no documento. Para finalizar, insira a imagem selecionada no texto.

Essas dicas serão úteis para que o arquivo em anexo possa ser importado com sucesso.

**Estrutura do artigo:** o artigo em PORTUGUÊS deverá seguir a seguinte seqüência: TÍTULO em português, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios), Autores, 12, negrito, centralizado, afiliação, com endereço completo e e-mail, 10, centralizados, com um ponto final após o último e-mail, RESUMO (seguido de Palavras-chave), TÍTULO DO ARTIGO em inglês, ABSTRACT (seguido de keywords); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO; 4. CONCLUSÃO; 5. AGRADECIMENTOS (se for o caso); e 6. REFERÊNCIAS, com parágrafo justificado à esquerda e à direita e com recuo à direita, especial, deslocamento 1cm e espaçamento entre linhas de 8 pt. Consulte o "[Formulário para Avaliação](#)" para verificar o conteúdo esperado de cada seção.

O artigo em INGLÊS deverá seguir a seguinte seqüência: TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords); TÍTULO DO ARTIGO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL AND METHODS; 3. RESULTS AND DISCUSSION; 4. CONCLUSIONS; 5. ACKNOWLEDGEMENTS (se for o caso); e 6. REFERENCES.



O artigo em ESPANHOL deverá seguir a seguinte seqüência: TÍTULO em espanhol; RESUMEN (seguido de Palabras-llave), TÍTULO do artigo em português, RESUMO em português (seguido de Palavras-chave); 1. INTRODUCCIÓN (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIALES Y METODOS; 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN; 4. CONCLUSIONES; 5. RECONOCIMIENTO (se for o caso); e 6. REFERENCIAS.

**Unidades de medida:** não deverão ter espaço após o número.

**Títulos (RESUMO, 1. INTRODUÇÃO, 2. MATERIAL E MÉTODOS, etc.):** letras maiúsculas, 14, negrito, alinhado à esquerda.

**Subtítulos:** quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecidos de dois números arábicos colocados em posição à esquerda, separados e seguidos por ponto, 12, negrito, alinhados à esquerda.

**Resumo:** deverá conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma seqüência corrente de frases em um único parágrafo e conter, no máximo, 250 palavras.

No texto, as citações deverão seguir as recomendações da ABNT-NBR 10520 com as seguintes especificidades: colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, seguido do ano separado por vírgula. Mais do que um autor, separam-se os sobrenomes por ponto e vírgula. As referências utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de níveis A/B do Qualis CAPES, cerca de, pelo menos, 15 referências seriam esperadas.

**Exemplos de como citar:** Jones (1979), Jones e Smith (1979) ou (Jones, 1979; Jones; Smith, 1979), dependente da construção da sentença. Mais de dois autores: Jones et al. (1979) ou (Jones et al., 1979). Comunicações pessoais ou dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências e sim no texto, entre parênteses (Jones, comunicação pessoal, 1979).

**Referências:** Seguirão as recomendações da ABNT-NBR 6023.

**Exemplos de como escrever as referências bibliográficas:**

- o **Livros:**  
FALKNER, E. **Aerial Mapping: methods and applications.** Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 322 p.
- o **Capítulos de livros:**  
WEBB, H. Creation of digital terrain models using analytical photogrammetry and their use in civil engineering. In: **Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering.** New York: McGraw-Hill, 1991. p. 73-84.

**Artigos em Periódicos Científicos:**

HADDAD, E.; SANTOS, C. L. dos; FRANCO JR., R. S. Novas perspectivas sobre o Instituto da desapropriação: a proteção ambiental e sua valoração. **Fórum de direito urbano e ambiental,** Belo Horizonte, ano 6, n. 31, p. 17-25, jan./fev. 2007.

MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. **Journal of Forestry,** Washington, v. 80, n. 1, p. 15-17, 1982.

Observar que é fundamental identificar a cidade da edição.

**Trabalhos apresentados em eventos (Impresso):**

DAVIDSON, J. M.; RIZZO, D. M.; GARBELOTTO, M.; TJSVOLD, S.; SLAUGHTER, G. W. Phytophthora ramorum and sudden oak death in California: II Transmission and survival. In: SYMPOSIUM ON OAK WOODLANDS: OAKS IN CALIFORNIA'S CHANGING LANDSCAPE, 5. 23-25 oct. 2001, San Diego. **Proceedings...** Berkeley: USDA Forest Service, 2002. p. 741-749.

**Trabalhos apresentados em eventos (meio eletrônico):**

COOK, J. D.; FERDINAND, L. D. 2001. Geometric fidelity of Ikonos imagery. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 23-27 apr., St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: ASPRS, 2001. 1 CD-ROM.

**Teses e Dissertações:**

AFFONSO, A. G. **Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup>**, 2003, 120f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

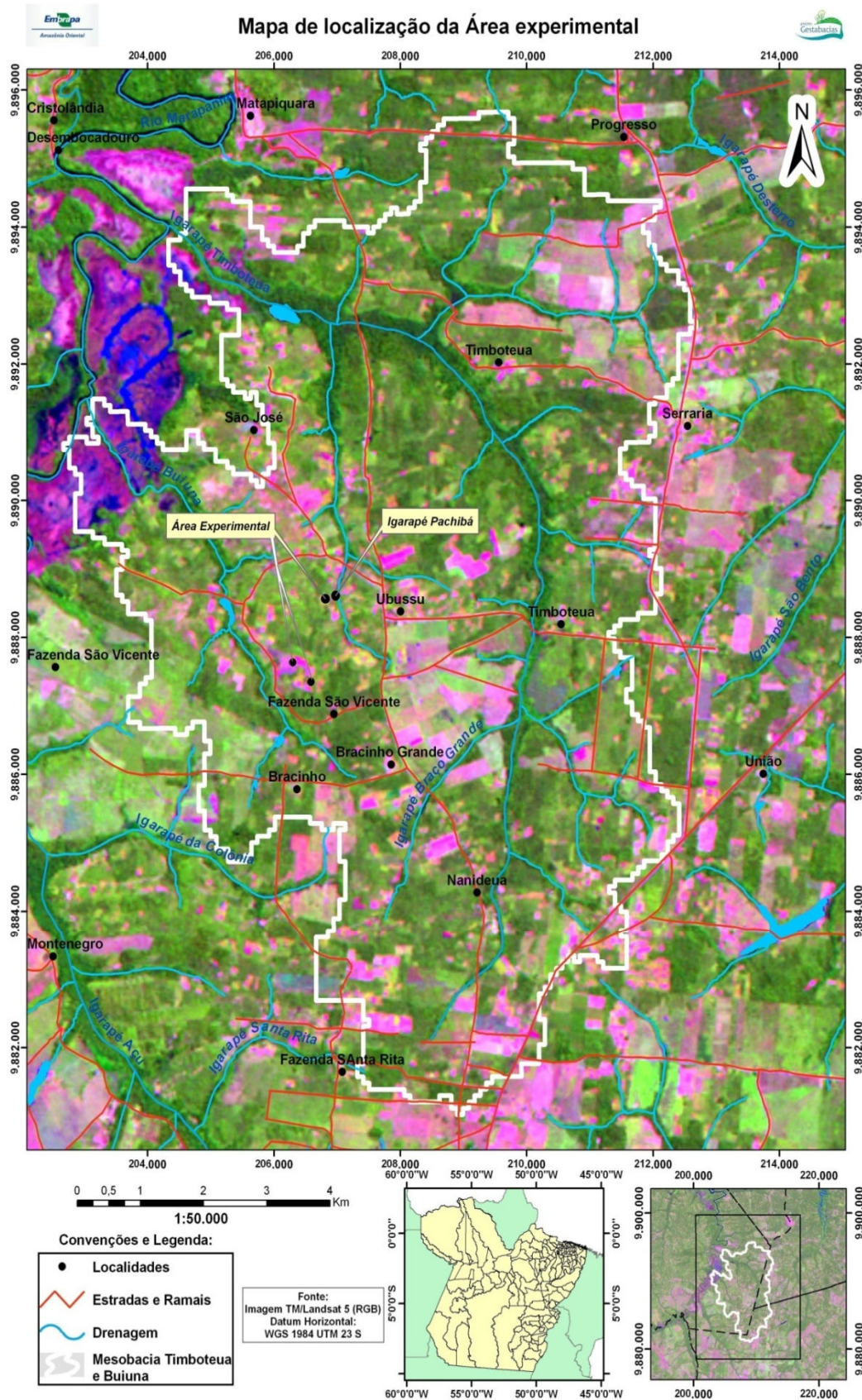
**Referências de sites na Internet:**

DIAZ, H. F. Precipitation trends and water consumption in the southwestern United States. In: United States Geological Survey, 1997, Reston. **Web Conference...** Disponível em: <<http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/diaz/>>. Acesso em: 15 maio 2002.

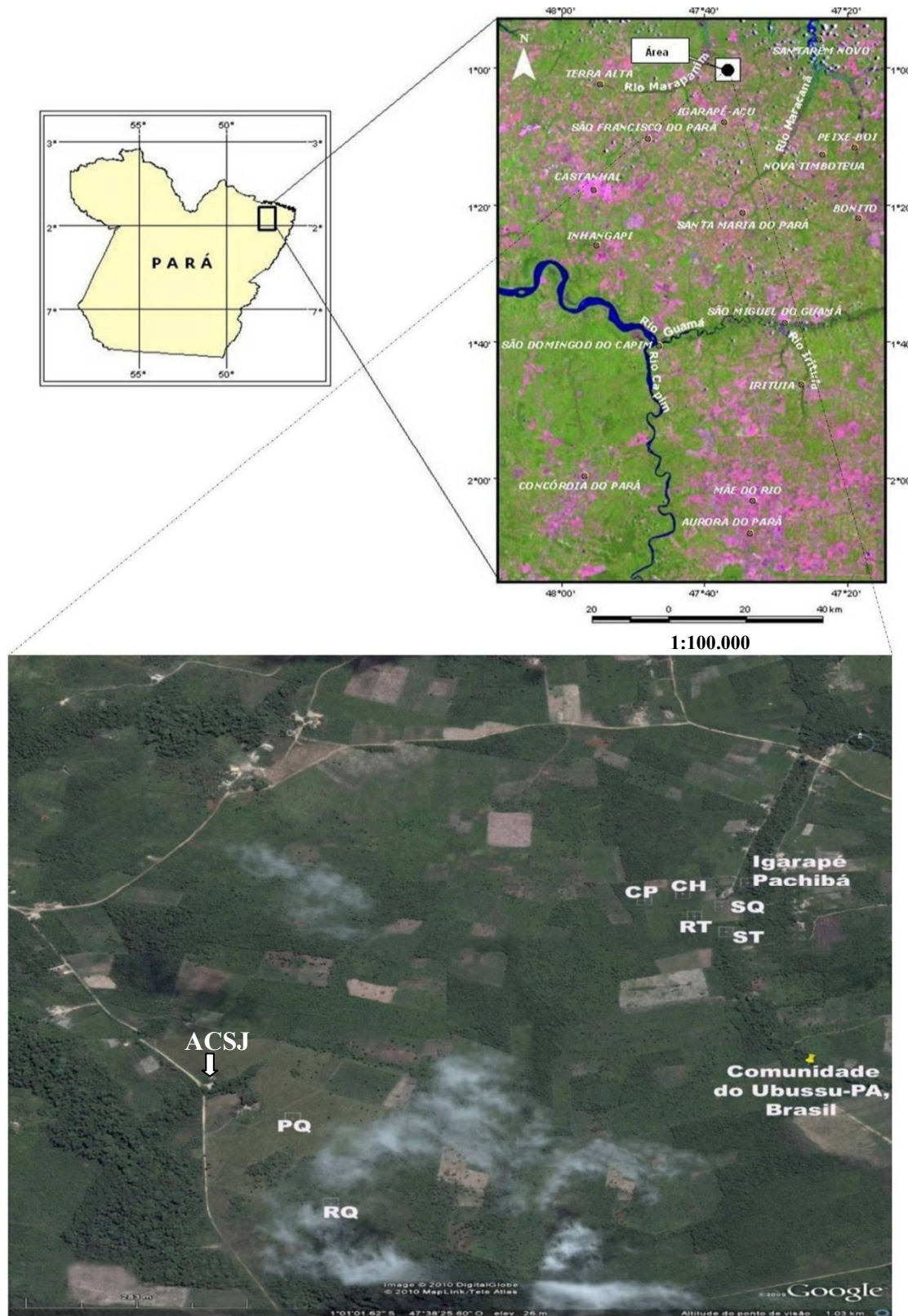
SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Tratados e organizações ambientais em matéria de meio ambiente. In: \_\_\_\_\_. **Entendendo o meio ambiente.** São Paulo, 1999, v. 1. Disponível em: <<http://www.bdt.org.br/sma/entendendo/atual.htm>>. Acesso em: 8 mar. 1999.

# **APÊNDICES**

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



**APÊNDICE B – Pontos dos seis diferentes ecossistemas plotados no *Google Earth*, mesobacia Timboteua e Buiuna - Marapanim-PA-Brasil.**



\*Associação Comunitária de São João (ACSJ); CP-capoeira; SQ-Sistema agroflorestal (derruba-e-queima); RT-Roça (corte-e-trituração); ST-Sistema agroflorestal (corte-e-trituração); RQ-Roça (derruba-e-queima); PQ-Pastagem; CH-local de coleta de água da chuva.

**APÊNDICE C – Ecossistemas avaliados na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna para coleta de escoamento superficial no solo.**



**Ecossistema de floresta sucessional - “Capoeira” [CP]**



**Sistema agroflorestal [SQ] (derruba-e-queima)**



**Sistema agroflorestal [ST] (corte-e-trituração)**

**APÊNDICE D – Ecossistemas avaliados na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna para coleta de escoamento superficial no solo.**



**Agroecossistema de Roça [RQ] (derruba-e-queima)**



**Agroecossistema de Roça [RT] (corte-e-trituração)**



**Agroecossistema de Pastagem [PQ]**

# INFLUÊNCIA DO USO DA TERRA NO NORDESTE PARAENSE SOBRE INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO SOLO

Cristiane Formigosa Gadelha da Costa<sup>1</sup>; Ricardo de Oliveira Figueiredo<sup>2</sup>; Francisco de Assis Oliveira<sup>3</sup>; Izabela Santos<sup>4</sup>

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a hidrogeoquímica do escoamento superficial em solos de diferentes ecossistemas, na mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna (afluentes do rio Marapanim) no nordeste paraense, monitorando-se duas variáveis físico-químicas da água (condutividade elétrica e pH). Foram alocadas três parcelas experimentais (1m<sup>2</sup>) em seis ecossistemas, sob mesmas condições biofísicas de solo e clima, totalizando 18 parcelas de tratamento. Instalaram-se também na mesma bacia três coletores de água de chuva e dois pluviômetros. No período de janeiro a junho de 2010, foram coletadas 234 amostras água de chuva e de escoamento superficial. O pH apresentou-se mais ácido nas amostras de água da chuva, seguido pela Capoeira e Sistema Agroflorestal (com preparo por derruba-e-queima), que pode estar relacionado à concentração de material orgânico em decomposição. Os agroecossistemas Roça (derruba-e-queima), Sistema Agroflorestal (com preparo por corte-e-trituração) e Pastagem se destacaram apresentando os maiores valores de condutividade elétrica (CE). O manejo do solo parece influenciar a CE e o pH, considerando-se o tempo desde o preparo de área um fator importante.

**Termos de indexação:** pH, ecossistemas, condutividade elétrica, hidrogeoquímica, mesobacia

## **SUMMARY:** *INFLUENCE OF LAND USE IN NORTHEAST PARAENSE ON PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF WATER QUALITY OF RUNOFF IN THE SOIL*

*The objective of this study was to characterize the hydrogeochemistry of the overland flow, in the watershed of the Timboteua and Buiuna streams (tributaries of the Marapanim River), Northeast of Pará, through measurements of two physico-chemical variables of water (electrical conductivity and pH). It was placed three experimental plots (1m<sup>2</sup>) in each six ecosystems, under the same biophysical conditions of soil and climate, summing up 18 treatment plots. It was also installed three rainwater collectors and two rain gauges in the same watershed. In the period January to June/2010, it was collected 234 rainwater and overland flow samples. The pH was more acidic in rainwater samples, followed by Capoeira and agroforestry system (prepared by slash-and-burn) overland flow samples, what may be related to the soil organic matter decomposition. Agroecosystems (slash-and-burn), Agroforestry system (chop-and-mulch) and Pasture overland flow were distinguished by higher electrical conductivity (EC). Soil management seems to influence both EC and pH, if we consider time since the area preparation an important factor.*

**Index terms:** *pH, ecosystem, electrical conductivity, hydrogeochemistry, watershed*

---

<sup>1</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Mestranda do Programa Pós-Graduação em Ciências Florestais, UFRA, Belém – PA. E-mail: cristianeformigosa@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Pesquisador – Hidrogeoquímica, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP, Fone (0XX19) 3311.27.71. E-mail: ricfig@cnpmembrapa.br.

<sup>3</sup> Prof. Adjunto, Departamento de Ciências do solo, UFRA, Belém - PA, Fone (0XX91) 3210.5186. E-mail: Francisco.oliveira@ufra.edu.br.

<sup>4</sup> Acadêmica do Curso de Ciências Ambientais, UEPA. Bolsista PIBIC/CNPq. E-mail: bela\_santos04@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

Ações antrópicas favorecem o aumento do escoamento superficial, pois alteram o ciclo hidrológico natural da água, potencializando os processos dissipativos da energia acumulada na superfície do solo e a sua transferência progressiva aos ecossistemas aquáticos. Segundo Meybeck et al. (1996), a origem dos elementos carreados pelos canais fluviais é bastante diversa de um local para outro. Margalef (1994) ressalta que os vários processos que controlam a qualidade de água de um rio, fazem parte de um complexo equilíbrio.

As características físicas e químicas da água (como condutividade elétrica e pH), indicadores sensíveis da estabilidade do ecossistema terrestre, podem ser utilizadas para o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica. De acordo com Mckee & Wolf (1971), o pH está intimamente relacionado com a concentração de várias substâncias na água, podendo se tornar altamente significativa na determinação dos limites perigosos de concentração. Por sua vez, a condutividade elétrica da água fornece importantes informações tanto sobre o metabolismo de ecossistema aquático, quanto sobre os fenômenos desencadeados na bacia hidrográfica, ajudando na detecção de fontes poluidoras.

Os ecossistemas terrestres e o uso do solo têm um papel fundamental no delineamento do ambiente em escalas global, regional e local (Krusche et al., 2005). A substituição de

ecossistemas naturais por agroecossistemas, como pastagens, tem causado alteração ao ciclo hidrológico em muitas áreas da Amazônia (Gash et al., 1996). As mudanças hidrológicas resultantes afetam a qualidade dos ambientes aquáticos, e os processos alteram as diferentes etapas dos ciclos biogeoquímicos em uma bacia (Biggs et al., 2002, 2004; Neill et al., 2001).

Na Amazônia, existem poucos estudos de avaliação e monitoramento das condições da água de escoamento superficial com diferentes usos e manejos do solo. Tais estudos podem subsidiar estratégias de gestão participativa de recursos naturais, que especialmente no nordeste Paraense, localizado no denominado “arco do desflorestamento”, se fazem necessárias diante das alterações de origem antrópica da paisagem rural (Mertens et al., 2002).

Portanto, visando favorecer ao entendimento da interrelação das mudanças ocorridas nos usos da terra, e consequentes alterações na qualidade e na disponibilidade dos recursos hídricos da Amazônia, objetivou-se caracterizar a hidrogeoquímica do escoamento superficial no solo em diferentes ecossistemas, na mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna no nordeste paraense, monitorando-se duas variáveis físico-químicas da água, a condutividade elétrica (CE) e o pH, avaliando-se assim as possíveis fontes de alteração dos recursos hídricos.



## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O experimento foi instalado em duas propriedades de pequenos agricultores localizadas na Comunidade São João, situada a 47° 38' 38,7"W e 01° 00' 41,4" S, na mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna (ambos afluentes do rio Marapanim) com cerca de 6.700 ha (Figura 1; Apêndice A), ao sul do município de Marapanim e ao norte do município de Igarapé-Açu (IBGE, 1991). O termo “mesobacia” aqui adotada foi proposta por Richey et al. (1997). Os aspectos biofísicos dessa bacia como solo e clima, se assemelham aos do município de Igarapé-Açu, relatados por Oliveira (2002).

A geologia local tem sido atribuída a 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 quaternário do Pleistoceno (Formação Pós-Barreiras) e do Holoceno (Sedimentos Recente) (Bermeguy et al., 1992; Rossetti et al., 1989). O solo dominante é o Latossolo Amarelo distrófico típico textura média (RadamBrasil, 1973).

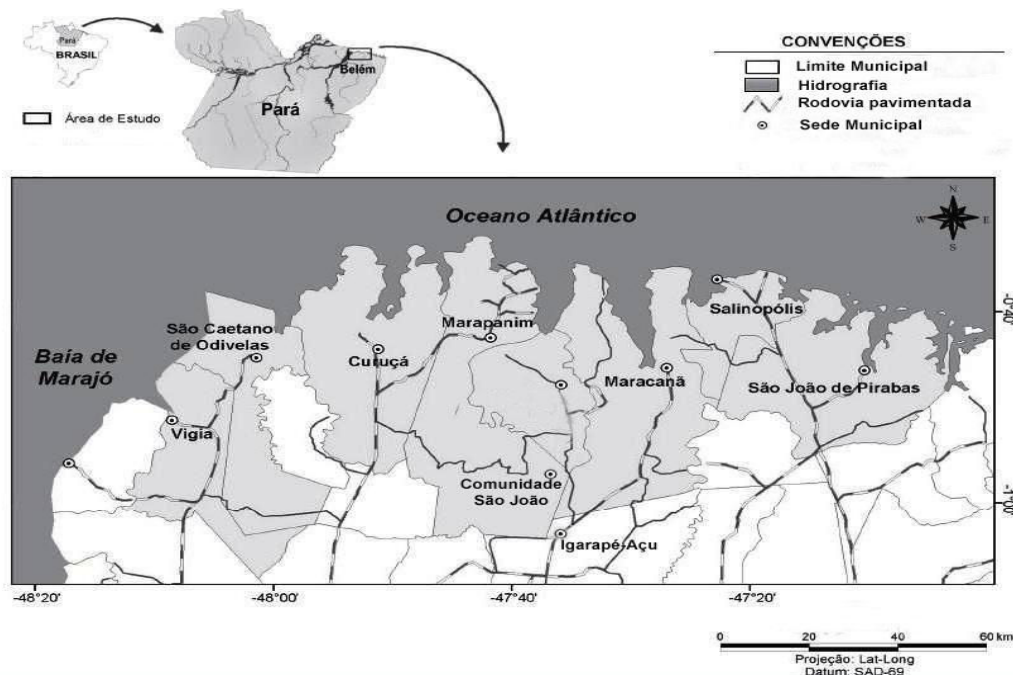
A principal bacia hidrográfica é a do rio Marapanim, localizado na costa nordeste do Estado do Pará, a leste da desembocadura do rio Amazonas, entre as coordenadas: 47° 45' 00"W e 47° 32' 00" W; 00° 32' 30"S e 00° 52' 30"S.

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.

O clima é predominantemente do tipo *Am* e do sub-tipo climático *Am2* (Köppen) com temperatura média anual em torno de 26,5 °C. Precipitações pluviométricas em torno de 2500-3000 mm e umidade relativa do ar entre 80-85% (média anual) (SUDAM, 1984; Martorano et al., 1993; Pachêco & Bastos, 2006).

O ecossistema terrestre original da região é do tipo Floresta Equatorial Subperenifolia e Hidrófila (RadamBrasil, 1973). Atualmente, há predomínio de ecossistemas sucessionais em vários estágios sucessionais, possui extensões significativas de terras sob uso agrícola.

Por meio de classificação do uso da terra (Satélite Landsat, sensor TM, RGB-345) verificou-se que a mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna tem floresta antropizada (0 ha ou 0%), ecossistema sucessional maduro - “capoeira alta” (27,48 ha ou 21,54%), ecossistema sucessional intermediário - “capoeira baixa” (48,92 ha ou 38,35%), agroecossistema de pastagem não manejado - “pasto sujo” (18,66 ha ou 14,63%), agroecossistema de pastagem - “pasto limpo” (30,53 ha ou 23,93%), agroecossistemas - “culturas agrícolas” (0,99 ha ou 0,78%) e formação de agroecossistemas - “solo sob preparo” (0,99 ha ou 0,77%).



**Figura 1. Área experimental situada no nordeste do Estado do Pará na comunidade São João, Marapanim-PA-Brasil. Tem como principais vias de acesso a Br-316 e a PA-395.**

### **Delineamento experimental**

Em duas propriedades agrícolas familiares, identificou-se e selecionaram-se seis ecossistemas (tratamentos), onde foram alocadas em cada um destes três parcelas experimentais de 1m x 1m (1m<sup>2</sup>) no sentido da declividade para amostragem do escoamento superficial dos solos (Quadro 1). Método adotado por Silva et al. (2005) e Moraes et al. (2006). Todas as parcelas foram implantadas em áreas com declividade aproximada de 5% sob as mesmas condições biofísicas de solo e clima. Adicionalmente foram instalados três coletores de água de chuva e dois pluviômetros em uma dessas duas propriedades rurais.

Para o monitoramento da pluvimetria local e da química da água da chuva foram instalados

três coletores de chuva (CH), a 47°38'03,31''W e 01°00'25,61''S, em área aberta, ou seja, local sem interceptação da precipitação. Tais coletores de amostras de chuva constituíram-se de um recipiente (volume de 5 L), e funil (diâmetro de 103,2 mm ; 1,5 m acima do solo) protegido com tela de *nylon* (0,5 mm de malha), ambos de polipropileno, conectados por uma mangueira (diâmetro de 20 mm) de silicone inerte. Instalou-se também dois pluviômetros segundo a padronização estabelecida pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica e o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (DNAEE, 1970).

Dessa forma, durante a época chuvosa do ano de 2010 foi monitorado o escoamento superficial nos diferentes ecossistemas avaliados conforme expresso no Quadro 1.

**Quadro 1. Histórico dos diferentes ecossistemas da área de estudo, nordeste paraense.**

<b>MESOBACIA DOS IGARAPÉS CONTÍGUOS TIMBOTEUA E BUIUNA</b>			
<b>Ecosistema</b>	<b>Localização e Dimensão</b>	<b>Manejo</b>	<b>Características</b>
<b>Capoeira (CP)</b>	47°38'06,34"W/ 01°00'26,46"S ≈36.300m <sup>2</sup>	Derruba-e-queima da capoeira	Área de 20 anos de idade sob pouso.
<b>Sistema agroflorestal [SAF] (SQ)</b>	47°38'00,17"W/ 01°00'27,25"S ≈9.075 m <sup>2</sup>	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> .
<b>Sistema agroflorestal [SAF] (ST)</b>	47°37'59,80"W/ 01°00'30,24"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	Corte-e-trituração da capoeira realizado há 5 anos	Cotém plantio 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> . 4 adubação em cova (2007): composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim <i>Brachiaria Brizantha</i> (Braquiário), folhas de <i>Inga edulis</i> (Ingazeiro), cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.
<b>Roça (RQ) - Agricultura itinerante</b>	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.
<b>Roça (RT) - Agricultura alternativa</b>	47°38'02,33"W/ 01°00'28,42"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	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.
<b>Pastagem (PQ)</b>	47°38'27,73"W/ 01°00'57,13"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	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, (Purinafós, Purina, Brasil) dieta para animais de 450kg com consumo de 100g/dia. <i>Especificações nutricionais Purinafós:</i> <b>Macronutrientes</b> – 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). <b>Micronutrientes</b> –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).

### Procedimentos de campo e coleta

Nas 26 campanhas de campo realizadas foram aplicados métodos baseados em protocolos recomendados pela APHA (1995) e CETESB (1978). As medidas físico-químicas

foram feitas diretamente nas amostras de escoamento superficial e de água da chuva utilizando-se equipamentos portáteis da seguinte maneira: i) **pH**: medição *in situ* 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), com calibração em soluções-tampão de pH 4,00, 5,00 e 7,00 (CETESB, 1978); ii) **Condutividade Elétrica(CE):** método condutimétrico (CETESB, 1978), utilizando-se o medidor digital VWR®modelo2052, que possui compensação automática de temperatura, e realizando-se a leitura em  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

### Análise estatística

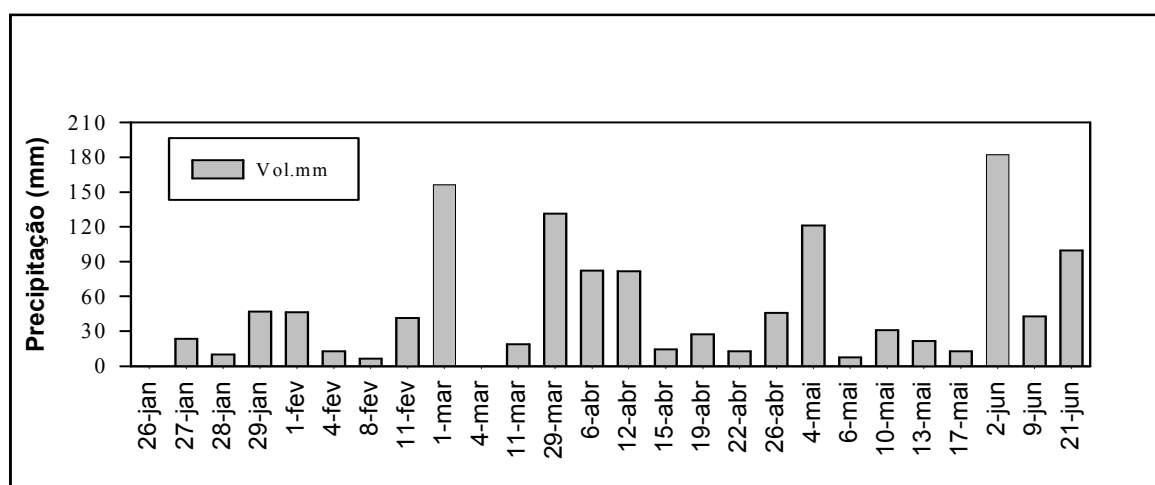
Os dados foram analisados quanto à natureza das distribuições paramétricas (gaussianas) a partir de teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. Após esta análise preliminar dos resultados foi feita a análise descritiva dos dados calculando-se a média ponderada do analito pelo volume coletado, a mediana, o desvio padrão, e os valores máximos e mínimos das variáveis monitoradas.

Adicionalmente foi feita a análise de correlação utilizando-se o coeficiente de correlação de *Pearson* com teste de

significância de *2-tailed* ( $P < 0,05$ ;  $0,01$ ), sendo que os valores de CE foram previamente convertidos para logaritmo natural por apresentar distribuição não normal. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas computacionais SPSS 17.0 e *MS Excel* para execução de gráficos e gerenciamento do banco de dados em planilhas eletrônicas (em formato *xls*).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total precipitado na área experimental no período estudado (26-Jan-2010 a 21-Jun-2010) foi de 1.276,80 mm (Figura 2), precipitação esta abaixo da média histórica (RPCH, 2010e). De acordo, com os boletins de análises e previsões climáticas do RPCH (2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e) nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho ocorreu irregularidade na distribuição sazonal das chuvas, com predominância de áreas com precipitação abaixo do normal no nordeste paraense.



**Figura 2. Precipitação pluviométrica acumulada (mm de chuva) observada na área experimental nos dias de coleta, Comunidade São João, Marapanim-PA-Brasil.**

Segundo a estatística descritiva, ocorreu variação para os valores de pH ao longo do período avaliado nos diferentes ecossistemas (Quadro 2). Os valores das medidas de posição, média e mediana variaram pouco, apresentando segundo o coeficiente de *Pearson* assimetria pequena e moderada, sendo negativo para os ecossistemas PQ e RQ, devido ao fato da média ser menor que a mediana. A curtose com módulo menor que três (platicúrtica), possibilitou inferir que a distribuição possui muitos dados intermediários e pequenos picos. Esse é um comportamento esperado para a distribuição dos dados de pH, uma vez que seu valor refere-se ao logaritmo da concentração do íon hidrogênio, operação matemática que diminui a variabilidade de uma distribuição.

Os valores medianos de pH ao longo do período estudado, em ordem crescente de maior nível de acidez para menor nível, ocorreram nas amostras de água da chuva e nos ecossistemas, conforme a seguinte ordenação: CH (4,832) > CP (5,232) > SQ (5,366) > PQ (5,527) > RT(5,652) > ST (5,844) > RQ (6,061). Com base na estatística descritiva e mais o teste de *Shapiro-Wilk*, verificou-se que a distribuição do pH apresentou-se normal com variância semelhante (teste de *Levenne*) em todos os ecossistemas estudados (Quadro 2).

O efeito dos tratamentos nos valores pH diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância em pelo menos um tratamento. Dessa forma, a água da chuva

(controle do experimento) apresentou diferença estatística com todos os tratamentos. O ecossistema de Capoeira, não diferiu estatisticamente do ecossistema de Pastagem, Roça (corte-e-trituração) e SAF (derruba-e-queima). Os ecossistemas de Roça (derruba-e-queima), Roça (corte-e-trituração) e SAF (corte-e-trituração) também não apresentaram diferença estatística entre si e estes tiveram os maiores valores extremos. Já o ecossistema de SAF (corte-e-trituração) foi semelhante estatisticamente com o de Pastagem, Roça (derruba-e-queima), Roça (corte-e-trituração).

As amostras de água da chuva (CH) foram usadas como controle do experimento. Os valores médios mínimos e máximos de pH de CH ao longo do período de amostragem variaram entre 4,498 [em 19-Abr-2010] e 5,420 [em 01-Fev-2010].

Inferese por esses valores que as características naturais de equilíbrio da água da chuva foram modificadas, pois o estado de referência para o pH das chuvas é definido pelo equilíbrio de CO<sub>2</sub> na atmosfera com a água pura (Forti & Neal, 1992). Dessa forma, quando se encontram valores de pH menores que 5,6, que é o valor de pH da chuva em equilíbrio com o gás carbônico atmosférico, pode-se dizer que a atmosfera contém compostos, frequentemente de origem antrópica, que modificam as características naturais dessa água podendo provocar chuva ácida (Reuss, 1975).

**Quadro 2. Estatística descritiva para os valores de pH nos diferentes ecossistemas das 26 campanhas de campo ao longo do período de 26-jan a 21-jun de 2010.**

Tratamentos	Média	Mediana	Dv. Padrão	Variância	Assimetria	Curtose	Mínimo	Máximo
<b>(CH) Chuva</b>	4,867 <i>a</i>	4,832	0,286	0,082	0,649	-0,676	4,498	5,420
<b>(CP) Capoeira</b>	5,295 <i>b</i>	5,232	0,466	0,218	0,501	0,163	4,469	6,255
<b>(PQ) Pastagem</b>	5,525 <i>bc</i>	5,526	0,581	0,338	-0,759	2,029	3,973	6,477
<b>(RQ) Roça de derruba-e-queima</b>	6,034 <i>d</i>	6,061	0,627	0,393	-0,253	0,204	4,675	7,111
<b>(RT) Roça corte-e-trituração</b>	5,732 <i>bcd</i>	5,651	0,499	0,250	1,028	1,676	5,068	6,894
<b>(SQ) SAF de derruba-e-queima</b>	5,339 <i>b</i>	5,370	0,516	0,267	0,023	1,426	4,401	6,378
<b>(ST) SAF corte-e-trituração</b>	5,911 <i>cd</i>	5,844	0,290	0,084	1,083	1,536	5,523	6,724

\*Medidas estatísticas de posição e dispersão.  
 \*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).

Na Amazônia, existem relatos de chuva ácida em decorrência dos efeitos das queimadas (Silva et al. 2002; Artaxo et al., 2005). Segundo Artaxo et al. (2002; 2003), estudos na Amazônia mostraram que a composição química e a deposição atmosférica estão sendo alteradas pelas mudanças no uso do solo.

Em relação aos ecossistemas observou-se grande variação nos valores máximos e mínimos de pH (Quadro 1). Os menores valores médios mínimos de pH foram encontrados em PQ [3,973, em 11-Mar-2010], SQ [4,401, em 29-Mar-2010] e CP [4,469, em 11-Mar-2010] e o maior valor em RQ [7,111, em 26-Jan-2010].

Esse resultado é corroborado por Silva et al. (2006), que estudando o efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um latossolo amarelo do estado do Pará, identificaram diferenças nos valores de pH (pH= 5,0 em uma floresta secundária, 4,4 em

uma pastagem abandonada e 5,7 em uma área de derruba-e-queima), que apresentaram maior valor em área com derruba-e-queima.

O valor baixo encontrado na Capoeira (CP) pode estar relacionado à concentração de material orgânico em decomposição que ocorre nesses solos florestais, material esse rico em ácidos orgânicos (húmicos e fúlvicos) que, por sua vez, diminui o pH da água de escoamento superficial. A produção do material orgânico (liteira) pelo ecossistema está intimamente ligada ao fluxo de energia, ao balanço hídrico e a ciclagem de elementos minerais. De acordo com Vieira (1988) a liteira é o conjunto de detritos orgânicos, produzidos pelo ecossistema florestal, responsável por grande parte da liberação de nutrientes para as plantas. Dessa forma, a principal rota de ciclagem dos nutrientes da floresta amazônica se dá através da decomposição da liteira.

Melo (2007) estudando solos de Benfica, Pará, observou variações similares em função da mudança do ecossistema terrestre e do sistema de uso do solo, com o pH de 4,2 no ecossistema florestal.

O SAF [SQ] apesar de ter sido implantado sob sistema convencional por meio de derruba-e-queima, o que teoricamente deveria elevar o valor do pH devido à liberação de cátions na combustão, apresentou pH ácido como na Capoeira (Quadro 1), havendo semelhança estatística para o pH dos dois ecossistemas.

Sugere-se que no caso do SAF [SQ], o tempo de preparo de área pode ter afetado completamente os valores de pH, pois o mesmo foi manejado há 7 anos, onde foi realizado o plantio das espécies *Bixa orellana* L. (Urucuzeiro) e *Swietenia macrophylla* King. (Mogno), que ao longo do tempo gerou, possivelmente, acúmulo e deposição de liteira influenciando o pH da água de escoamento superficial. Da mesma maneira, Martius et al. (2004) estudando a produção, estoque e taxas de decomposição da liteira em uma floresta tropical e sistemas agroflorestais na Amazônia central, encontraram um valor de pH de 4,2 em um latossolo amarelo de uma área de SAF com preparo de área por meio de derruba-e-queima com plantio de *Vismia* spp., *Carapa guianensis*, *Schizolobium amazonicum*, *Swietenia macrophylla* e *Hevea brasiliensis* de 7 anos.

No ecossistema de Pastagem (PQ), o valor ácido pode ser reflexo da acidez natural dos latossolos amarelos, classe de solos em que se

enquadram os ecossistemas avaliados, que são altamente intemperizados, com características físicas adequadas ao uso agrícola, mas com fortes limitações nutricionais (Vieira & Santos, 1987) e também por um possível elevado consumo de bases pela gramínea do gênero *Brachiaria* presente na área (Malavolta, 1980; Reis, 2005). Além disso, cerca de 70% dos solos da região amazônica são ácidos (Sanchez, 1981). Segundo Falesi et al. (1980) o pH ácido é próprio da maioria dos solos da Amazônia, onde normalmente este índice está situado na faixa que varia entre 4,0 e 5,5.

Vale ressaltar que o agroecossistema estudado (PQ) é composto por pastagem visivelmente não manejada de aproximadamente 10 anos de estabelecimento que passa por renovação anual, mas onde nunca foi feita calagem. Esse tempo decorrido é suficiente para que os compostos liberados na queima, feita no preparo de área, se tornem escassos e indisponíveis para o sistema. De acordo com Kanashiro & Denich (1998) após vários ciclos de derruba-e-queima na mesma área, os níveis de sustentabilidade decrescem.

No caso do valor médio máximo de pH ter sido encontrado no agroecossistema RQ, menciona-se que o efeito do preparo de área realizado em Janeiro/2010, por meio da derruba-e-queima da capoeira, pode ter influenciado o pH por causa das cinzas liberadas no processo de combustão, provocando neutralização da acidez pela ação de cátions ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) que atuam tamponando o pH, os quais são liberados

após a queima da vegetação. Confirmando essa ocorrência, um aumento de 2,5 unidades de pH foi observado em Latossolos e Argissolos de Capitão Poço/PA, em uma área que sofreu derruba-e-queima (Martins et al., 1992). O aumento do pH em função da queima da vegetação foi observado também por Falesi et al. (1980) e Smith & Bastos (1984) em vários solos da Amazônia.

Os dados de condutividade elétrica (CE) tiveram distribuição não normal (teste de *Shapiro-Wilk*) e não apresentaram variância homogênea (teste de *Levene*). Dessa maneira, não se pode aplicar teste estatístico paramétrico de comparações múltiplas de médias como foi aplicado para os valores de pH.

Segundo a estatística descritiva houve variação na CE da água de escoamento superficial nos diferentes tratamentos ao longo do período avaliado. Os valores das medidas de posição, média e mediana foram diferentes, apresentando segundo o coeficiente de *Pearson* assimetria moderada e forte à esquerda e positiva.

A curtose teve distribuição platicúrtica na maioria dos tratamentos sendo leptocúrtica positiva na capoeira e negativa na SAF com derruba-e-queima, ou seja, os valores desses dois tratamentos apresentaram influência dos valores extremos e grande variação em torno da média, confirmando assim, a relação assimétrica, variância não homogênea e distribuição não normal encontrada (Quadro 3).

**Quadro 3. Estatística descritiva para os valores de pH nos diferentes ecossistemas nas 26 campanhas de campo ao longo do no período de 26-jan a 21-jun de 2010.**

Tratamentos	Média	Mediana	Erro Padrão	Assimetria	Curtose	Mínimo	Máximo
<b>(CH) Chuva</b>	8,36	7,33	0,86	1,56	2,02	3,56	19,35
<b>(CP) Capoeira</b>	25,01	19,15	2,99	0,87	0,13	6,71	54,95
<b>(PQ) Pastagem</b>	27,13	15,87	7,15	2,39	4,79	6,19	107,80
<b>(RQ) Roça derruba-e-queima</b>	36,36	28,50	6,30	2,79	9,18	13,64	121,10
<b>(RT) Roça corte-e-trituração</b>	19,91	13,17	5,43	2,29	4,92	7,10	70,70
<b>(SQ) SAF derruba-e-queima</b>	19,60	16,10	3,09	0,69	-0,52	8,10	38,00
<b>(ST) SAF corte-e-trituração</b>	29,30	24,84	3,66	1,48	2,16	11,19	77,93

\*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.

Na Figura 3 são apresentados os valores médios de condutividade elétrica (CE) que permitem relacionar as condições da água do sistema natural com a água do escoamento superficial dos ecossistemas estudados.

Assim, comparando os valores médios de CE das amostras de água de escoamento superficial com as de água da chuva [CH] (controle do experimento), é possível observar, na Figura 3, que houve incremento nos valores



observados ao longo dos eventos avaliados, ou seja, as condições naturais da água da chuva foram alteradas depois de entrar em contato com a superfície do solo dos ecossistemas.

Tais valores refletem maiores concentrações de íons dissolvidos nas águas de escoamento superficial nessas áreas.

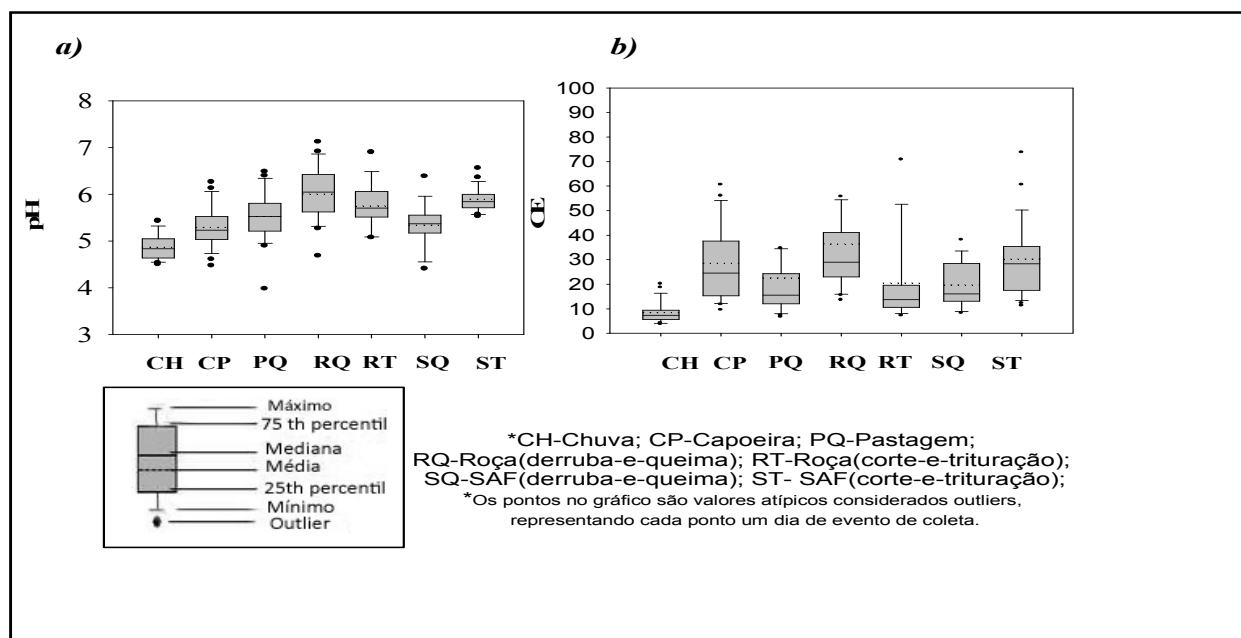
No contexto da condutividade elétrica, as amostras de água da chuva apresentaram valores baixos (Figura 3), sendo o valor médio máximo de  $19,35\mu\text{S cm}^{-1}$  [em 04-fev-2010] (Quadro 4). Tais resultados, confirmam o processo de destilação simples natural que ocorre com a evaporação à baixa temperatura constituindo a água da chuva. Dessa forma, os dados demonstram a eficácia do procedimento amostral, cuja água de chuva coletada foi utilizada como controle do experimento para comparação do escoamento superficial da água

precipitada em cada um dos ecossistemas estudados.

A área de Pastagem apresentou um elevado valor de CE, bem como um pH menos ácido, no dia 28-Jan-2010. (Quadro 4).

Sugere-se por esses resultados a presença de cátions na água de escoamento superficial coletada nesta data, elevando o pH e a condutividade elétrica na solução do solo.

Corroborando Germer et al. (2009) estudando as implicações em longo prazo de mudanças de uso da terra para a hidrologia e balanços de solutos em microbacias na Amazônia, identificou em uma bacia de pastagem uma maior concentração de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no escoamento superficial em comparação com outros caminhos de fluxo.



**Figura 3. (a) Valores de pH dos ecossistemas e das amostras de água da chuva, respectivamente. (b) Valores de CE, em  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , das amostras de água da chuva e dos ecossistemas, respectivamente.**

**Quadro 4. Eventos de coleta com valores máximos de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) e seus respectivos dados de pH.**

Ecosistemas	Chuva(CH)	Capoeira(CP)	Pastagem(PQ)	Roça(RQ) derruba-e-queima	Roça (RT) Corte-e-trituração	SAF(SQ) derruba-e-queima	SAF(ST) Corte-e-trituração
Máx. CE	19,35	54,95	107,80	121,10	70,70	38,00	77,93
pH	5,117	6,255	5,806	7,111	6,213	5,472	6,220
Data	04/02	11/02	28/01	26/01	01/03	26/04	01/03

Tal efeito pode ser potencializado pela dieta típica aplicada aos sistemas de criação de bovinos de corte que é rica em  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , sendo que tais nutrientes ficam concentrados na urina e nas fezes dos animais. A disponibilidade desses nutrientes, retornados a pastagem via excreção animal é amplamente influenciado pela sua distribuição na pastagem, bem como pelas perdas por caminhos de fluxo. Devido à deposição irregular dos dejetos, superpastejo e pisoteio dos animais o nutriente que deveria retornar a planta acaba sendo perdidos por escoamento superficial, uma vez em que, o superpastejo e pisoteio causam compactação do solo e criação de micro relevo que proporciona fenômenos de superfície, como escoamento da água da chuva no solo.

Buschbacher (1987) e Humphreys (1991) afirmaram que a urina de gado possivelmente fornece  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e o esterco de gado o  $\text{Mg}^{2+}$ . Esses são considerados abundantes no escoamento superficial por estarem na superfície do solo.

Como é possível observar no ecossistema de Roça [RQ], com manejo feito por meio da derruba-e-queima da capoeira (Quadro 4), logo

após a queima houve um grande incremento nos valores de condutividade elétrica (CE) apresentando um valor de  $121,10 \mu\text{S cm}^{-1}$  [em 26-Jan-2010]. Infere-se que com a queima recente (realizada em Janeiro/2010) da cobertura vegetal houve grande liberação de íons dissolvidos, por meio das cinzas, que alteraram e elevaram os valores da CE das águas de escoamento superficial avaliadas nesta data.

Analisando o valor médio de pH de 7,111 encontrado no mesmo dia (Quadro 4), pode-se confirmar que o alto valor de condutividade elétrica foi ocasionado por liberação de cátions no momento da queima. Em áreas de florestas, vários autores têm verificado que o fogo induz alterações iniciais nas propriedades químicas do solo. As principais alterações são aumento do pH e da concentração de cátions (Fritze et al., 1994; Almendros et al., 1990), num curto período após a queima.

Na queima de dois sítios de estudo em que a vegetação foi mantido sobre *pousio* em um período de 3, 5 e 7 anos, foi identificado impacto do efeito da queima sobre o pH da solução solo superficial (0-10 cm), que

aumentou cerca de 1 unidade variando a faixa de 4,5-5,5 para 5,5-6,5 (Sommer et al., 2004). Nesse estudo, o potencial hidrogênionico teve correlação significativa com a concentração de magnésio e cálcio, cátions que elevam o pH. Confirmando, Kato (1998), estudando a preparação da terra sem utilização de fogo como alternativa ao corte-e-queima na região Bragantina, Amazônia Oriental, observou que após a queima, o pH na camada superficial (0-10cm) aumentou cerca de 1,5 unidades nas áreas avaliadas. Afirma que, esse aumento temporário do pH ocorreu devido à solubilização de cátions presente nas cinzas.

O período de preparo de área e o tipo de manejo pode ter influenciado os valores de condutividade elétrica e pH.

Os ecossistemas com o mesmo tipo de manejo, porém feito em períodos diferente, tiveram respostas diferentes com relação à presença de íons dissolvidos na água de escoamento superficial (Figura 3). Comparando o ecossistema de Roça triturada em Janeiro/2010 (RT) e o de SAF triturada há 5 anos (ST), foi identificado que ao longo dos eventos avaliados os valores de condutividade se mantiveram com picos mais elevados no SAF com trituração, tendo valor máximo de CE de  $77,93\mu\text{S cm}^{-1}$  com pH de 6,220 [em 01-Mar-2010] (Quadro 4). Enquanto que, na comparação da Roça queimada em Janeiro/2010 (RQ) com o SAF queimado há 7 anos (SQ) os maiores picos de CE ocorreram no ecossistema

RQ apresentando um alto valor inicial (Quadro 4) e uma queda brusca posterior.

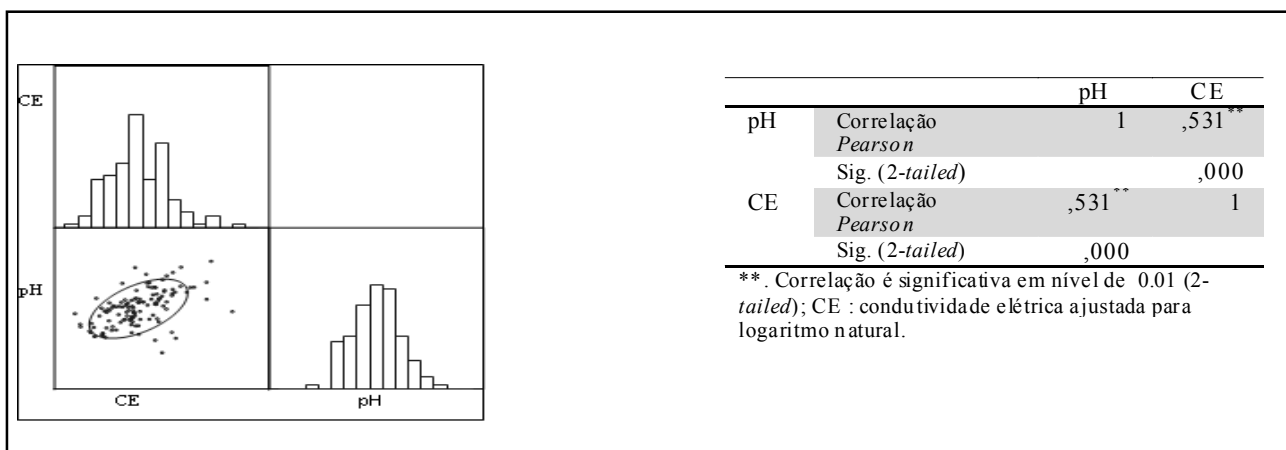
No caso das áreas com corte-e-trituração, a diferença de CE pode ser explicada pela influência do fator tempo no material deixado como cobertura do solo. A Roça com trituração teve seu preparo de área realizado em um período muito próximo do início das coletas, portanto muito recente. Dessa forma, no período das coletas de água, o material deixado como cobertura do solo deve ter passado por imobilização no processo de decomposição, não disponibilizando íons dissolvidos para o sistema. Em áreas preparadas sem queima ocorre imobilização dos nutrientes na fase inicial (Kato et al., 2004). Diferentemente do SAF triturada que teve o preparo de área 5 anos antes das coletas, tempo suficiente para decomposição do material orgânico e disponibilização de nutrientes.

Outra possível explicação pode ser dada a partir do histórico da área. De acordo com o agricultor, anos antes o ecossistema ST foi adubado com um composto orgânico de torta de mamona, esterco bovino, cama de aviário, folhas de *Gliricidia sepium*, capim do gênero *Brachiaria*, folhas de *Inga edulis* e cinzas, material rico em nutrientes, principalmente nitrogênio. Tal fato, provavelmente alterou os processos de ciclagem biogeoquímica do sistema, disponibilizando maior quantidade de nutrientes e afetando, assim, a água de escoamento superficial da área em questão. Além de a área ter plantio de *Gliricidia sepium*,

que é uma planta da família botânica *Leguminosae* como o *Inga edulis*, que realiza associação simbiótica com as bactérias do gênero *Rhizobium* convertendo o nitrogênio presente na atmosfera em componentes químicos úteis para as plantas. As bactérias dos gêneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* e *Azorhizobium* fazem fixação do nitrogênio atmosférico por meio de simbiose com plantas (Fosket, 1994). Processo que disponibiliza esses nutrientes para o meio.

Os dados de parâmetros físico-químicos gerados neste experimento foram submetidos à

análise de correlação linear pelo teste de *Pearson* e como nem todos apresentaram valores normais (segundo o teste de normalidade), os mesmos foram ajustados na base de logaritmo natural. Dessa forma, o coeficiente de correlação simples ( $r$ ), que indica a inter-relação existente entre pares de variáveis, foi altamente significativo e positivo entre o pH e a CE ( $r= 0,531$ ), sugerindo alguma influência dos íons dissolvidos nos níveis de potencial hidrogeniônico da água ou vice-versa (Figura 4).



**Figura 4. Correlação linear e valores dos coeficientes de *Pearson* entre as variáveis condutividade elétrica e pH.**

### CONCLUSÕES

1. O uso das variáveis, condutividade elétrica (CE) e pH, para avaliação de possíveis fontes de alteração na água de escoamento superficial no solo na bacia hidrográfica dos igarapés Timboteua e Buiuna mostrou-se eficiente.

2. O uso da terra alterou os valores das variáveis monitoradas na água de escoamento superficial no período do experimento.

3. O manejo e preparo do solo influenciaram os mecanismos e processos importantes de transferência de energia e circulação de elementos essenciais entre o sistema solo-planta-atmosfera, considerando-se o tempo desde o preparo de área um fator importante.

4. Configuram-se diferenças nos parâmetros físico-químicos avaliados no

escoamento superficial nos diferentes ecossistemas, fato que define diferenças na contribuição desse caminho hidrológico para a hidrogeoquímica dos cursos d'água da mesobacia de ocupação agrícola familiar enfocada.

## LITERATURA CITADA

- ALMENDROS, G.; GONZALEZ-VILA, F.J.; MARTIN, F. Fire-induced transformation of soil organic matter from an oak forest: an experimental approach to the effects of fire on humic substances. *J. Soil Sci.*, 149:158-168, 1990.
- APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. ed. Washington, American Public Health Association, 1995. 140p.
- 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., Belém, 1988. Anais. Belém, SBG, 1988. p.738-752.
- ARTAXO, P. et al. Physical and chemical properties of aerosols in the wet and dry season in Rondônia, Amazonia. *J. Geophys. Res.*, 107:8.081-8.095, 2002.
- ARTAXO, P.; LARA, L.B.L.S.; PAULIQUEVIS, T.M. Dry and wet deposition in Amazonia: from natural biogenic aerosols to biomass burning impacts. *IGAC Newsletter*, 27:12-16, 2003.
- 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 Amaz.*, 35:2, 2005.
- 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., São Paulo, 1992. Anais. São Paulo, SBG, 1992. p.267-269.
- 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 Resour. Res.*, 38:1150, 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*, 68: 227-257, 2004.
- BUSCHBACHER, R.J. Cattle productivity and nutrient fluxes on an Amazon pasture. *Biotropica*, 19:200-207, 1987.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Análise físico-química das águas. Normalização técnica NT-07. São Paulo, CETESB, 1978. 340 p.
- DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Normas e Recomendações Hidrológicas. Anexo I - Pluviometria. Brasília, DNAEE, 1970. 94 p.
- FALESI, I.C.; BAENA, A.R.C.; DUTRA, S. Consequências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das microrregiões do Nordeste paraense (Boletim de Pesquisa, 14). Belém, EMBRAPA/CPATU, 1980. 49p.
- FORTI, M.C. & NEAL, C. Hydrochemical cycles in tropical rainforests: an overview with emphasis on Central Amazonia. *J. Hydrol.*, 134:103-115, 1992.
- FOSKET, D.E. Plant Growth and Development: a Molecular Approach. New York, Academic Press, 1994. 580p.
- FRITZE, H.; SMOLANDER, A.; LEVULAT, T.; KITUNEN, V.; MÄLKÖNE, E. Wood-ash fertilization and fire treatments in a Scots pine forest stand: Effects on the organic layer, microbial biomass and microbiological activity. *Biol. Fertil. Soils*, 17:57-63, 1994.
- GASH, J.H.C.; NOBRE, C.A.; ROBERTS, J.M.; VICTORIA, R.L. An overview of ABRACOS. In: GASH, J.H.C., NOBRE, C.A., ROBERTS, J.M., VICTORIA, R.L., eds. Amazonian Deforestation and Climate. Chichester, New York, John Wiley & Sons, 1996. p. 1-14.
- GERMER, S.; NEILL, C.; VETTER, T.; CHAVES, J.; KRUSCHE, A.V.; ELSENBEEER, H. Implications of long-term land-use change for the hydrology and solute budgets of small catchments in Amazonia. *J. Hydrol.*, 364:349-363, 2009.
- HUMPHREYS, L.R. Tropical Pasture Utilization. Cambridge, Cambridge University Press, 1991. 206 p.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse Preliminar do Censo Demográfico. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 6:1-74, 1991.
- KANASHIRO, M.; DENICH, M. Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira. Brasília, MCT/CNPq, 1998. 157p.
- KATO, M. do S.A. Fire-Free Land Preparation as an Alternative to Slash-and-burn Agriculture in the Bragantina Region, Eastern Amazon: Crop Performance and Phosphorus Dynamics. 1998. 144p. (Tese de Doutorado) - University Göttingen-Cuvillier, 1998.
- KATO, O.R.; KATO, M.D.S.; SÁ, T. de A.; FIGUEIREDO, R.O. Plantio direto na capoeira. *Ciência e Ambiente*, 29:99-111, 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 Amaz.*, 35:197-205, 2005.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de planta. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MARGALEF, R. The place of epicontinental waters in global ecology. In: MARGALEF, R., ed. *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Elsevier Science, 1994. p.1-8.
- MARTINS, P.F.S. Utilização de leguminosas visando o cultivo contínuo de culturas alimentares. In: MESA REDONDA SOBRE RECUPERAÇÃO DE SOLOS ATRAVÉS DO USO DE LEGUMINOSAS, Belém, 1992. *Trabalhos e Recomendações*. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1992. p.89-100.
- MARTIUS, C. et al. Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 68:137-154, 2004.
- MARTORANO, L.G. et al. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (*Köppen*) e deficiência hídrica (*Thorntwhite, Mather*). Belém-PA, SUDAM/EMBRAPA, SNLCS. 1993. 55p.
- MCKEE, J.E. & WOLF, H.W. Water Quality Criteria. California, Water Resources Control Board, 1971. 547p.
- MELO, V.S. Avaliação da qualidade dos solos em sistemas de floresta primária-capoeira- pastagem na Amazônia Oriental por meio de indicadores de sustentabilidade microbiológicos e bioquímicos. 2007. 145p. (Tese de Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA. 2007.
- MEYBECK, M.; FRIEDRICH, G.; THOMAS, R.; CHAPMAN, D. Rivers. In: CHAPMAN, D., ed. *Water Quality Assessments: Guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. London, Chapman & Hall Editors, 1996. 626 p.
- 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. *Am. J. Agric. Econ.*, 27:269-294, 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. *Hydrol. Proc.*, v. 20, p. 2509-2526, 2006.
- NEILL, C.; DEEGAN, L.A.; THOMAS, S.M.; CERRI, C.C. Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus in small Amazonian Streams. *Ecol. Appl.*, 11:1817-1828, 2001.
- OLIVEIRA, C.D.S. Percepção de agricultura familiar na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração, 2002, 129p. Dissertação (Mestrado em Agrícolas 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.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Fevereiro). Belém, RPCH, 4:38, 2010a.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Abril). Belém, RPCH, 4: 40, 2010b.

- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Maio). Belém, RCPH, 4:41, 2010c.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Junho). Belém, RCPH, 4: 42, 2010d.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Julho). Belém, RCPH, 4: 43, 2010e.
- 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.
- REIS, M.S. Composição granulométrica e características químicas do solo de uma topossequência sob pastagem, numa frente pioneira de Marabá-PA. 2005. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA. 2005.
- REUSS, J.R. Chemical/biological relationships relevant to ecological effects of acid rainfall. Environmental Protection Agency, 660:75-032, 1975.
- RICHEY, E.J. et al. Organic matter and nutrient dynamics in river corridors of the Amazon basin and their response to anthropogenic change. Cien. Cult., 49:98-110, 1997.
- ROSSETTI, D.F. et al. Estudo Paleoambiental 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.
- SÁNCHEZ, P.A. Suelos del Trópico: características y manejo. San José, IICA, 1981. 660p.
- SILVA, D. et al. Clouds and rain processes in a biosphere atmosphere interaction context in the Amazon Region. J. Geophys. Res., 107:8.072-8.092, 2002.
- 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., Manaus-AM, 2005. Anais. Manaus-AM, LBA, 2005.
- SILVA, G.R.; SILVA JR, M.L.; MELO, V.S. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um latossolo amarelo do Estado do Pará. Acta Amaz., 36:151 - 158, 2006.
- SMITH, T.J.; BASTOS, J.B. Alterações na fertilidade de um Latossolo Amarelo álico pela queima da vegetação. Rev. Bras. Ci. Solo, 8:127-132, 1984.
- SOMMER, R. et al. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon - evidence for subsoil nutrient accumulation. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 68: 257-271, 2004.
- SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Belém, SUDAM/PHCA, 1984. 125p.
- VIEIRA, L.S. & SANTOS, P.C.T.C. Amazônia seus solos e outros recursos naturais. São Paulo, Agronômica Ceres, 1987. 416 p.
- VIEIRA, L.S. Manual de ciência do solo. São Paulo, Agronômica Ceres, 1988. 384p.

# **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>	Bignoniaceae	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>	Bignoniaceae	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		(Fonte: DENICH, 1991)		

**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 envio de trabalhos da Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2011.



INSTRUÇÕES AOS AUTORES  
ISSN 0100-0683 *versão impressa*  
ISSN 1806-9657 *versão on-line*

### Escopo e política

A **Revista Brasileira de Ciência do Solo** é um periódico de divulgação científica publicado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Os trabalhos submetidos à publicação somente poderão ser enviados pelo site [www.sbc.org.br](http://www.sbc.org.br), e não mais em papel, e nas seguintes formas:

#### Artigos ou notas científicas.

**Revisões de literatura** sobre tema específico.

**Cartas ao Editor** de, no máximo, quatro páginas digitadas em espaço duplo, contendo um dos seguintes temas: (a) Comunicação de matéria diretamente ligada à Ciência do Solo; (b) Comentário crítico de trabalhos publicados na Revista Brasileira de Ciência do Solo.

Só serão aceitos trabalhos escritos em português ou inglês, depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados e não submetidos à publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta última limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo. **O autor que encaminhar o trabalho deverá se responsabilizar pelos demais autores, quando houver, como co-responsáveis pelo conteúdo científico do trabalho.**

Os trabalhos subdivididos em partes I, II..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores.

#### Forma e preparação de manuscritos

Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos e notas científicas:

1. O original deve ser encaminhado completo e revisto.
2. Deve ser enviado digitado em espaço 1,5, utilizando fonte "**Times New Roman 12**", formato A4, com 2,5 cm nas margens superior e inferior e 2,0 cm nas margens direita e esquerda, enumerando-se todas as páginas e as linhas do texto.

3. O trabalho deve ser o mais claro e conciso possível. Somente em casos especiais serão aceitos trabalhos com número de páginas de texto superior a quinze.

4. **Os artigos, notas e revisões** deverão ser iniciados com o título do trabalho e, logo abaixo, os nomes completos dos autores. Como chamada de rodapé referente ao título, deve-se usar número-índice que poderá indicar se foi trabalho extraído de tese, ou apresentado em congresso, entidades financiadoras do projeto e, necessariamente, a data (Recebido para publicação em / / ) em que o trabalho foi recebido para publicação. O cargo, o local de trabalho dos autores [endereço postal e, se possível, eletrônico (E-mail)], deverão ser inseridos também no rodapé, em numeração consecutiva de chamada de números-índices colocados logo após o nome de cada autor. A condição de bolsista poderá ser incluída.

5. Os artigos deverão ser divididos, sempre que possível, em seções com cabeçalho, na seguinte ordem: **RESUMO**, **SUMMARY** (precedido da tradução do título para o inglês), **INTRODUÇÃO**, **MATERIAL E MÉTODOS**, **RESULTADOS**, **DISCUSSÃO**, **CONCLUSÕES**, **AGRADECIMENTOS** e **LITERATURA CITADA**. Não há necessidade dessa subdivisão para os artigos sobre educação, revisões de literatura e notas científicas, embora devam ter, obrigatoriamente, **RESUMO** e **SUMMARY**.

Tais seções devem ser constituídas de:

5.1. **TÍTULO** do trabalho que deve ser conciso e indicar o seu conteúdo.

5.2. **RESUMO** que deve apresentar, objetivamente, **uma breve frase introdutória, que justifique o trabalho**, o que foi feito e estudado, os mais importantes resultados e conclusões. Será seguido da indicação dos termos de indexação, diferentes

daqueles constantes do título. A tradução do **RESUMO** para o inglês constituirá o **SUMMARY**.

5.3. **INTRODUÇÃO** que deve ser breve, esclarecendo o tipo de problema abordado ou a(s) hipótese(s) de trabalho, com citação da bibliografia específica e finalizar com a indicação do objetivo do trabalho.

5.4. **MATERIAL E MÉTODOS** em que devem ser reunidas informações necessárias e suficientes que possibilitem a repetição do trabalho por outros pesquisadores.

5.5. **RESULTADOS** que devem conter uma apresentação concisa dos dados obtidos. Quadros ou figuras devem ser preparados sem dados supérfluos.

5.6. **DISCUSSÃO** que deve conter os resultados analisados, levando em conta a literatura, mas sem introdução de novos dados.

5.7. **CONCLUSÕES** que Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos e notas científicas:

1. O original deve ser encaminhado completo e revisto.

2. Deve ser enviado digitado em espaço 1,5, utilizando fonte "**Times New Roman 12**", formato A4, com 2,5 cm nas margens superior e inferior e 2,0 cm nas margens direita e esquerda, enumerando-se todas as páginas e as linhas do texto.

3. O trabalho deve ser o mais claro e conciso possível. Somente em casos especiais serão aceitos trabalhos com número de páginas de texto superior a quinze.

4. **Os artigos, notas e revisões** deverão ser iniciados com o título do trabalho e, logo abaixo, os nomes completos dos autores. Como chamada de rodapé referente ao título, deve-se usar número-índice que poderá indicar se foi trabalho extraído de tese, ou apresentado em congresso, entidades financiadoras do projeto e, necessariamente, a data (Recebido

para publicação em / / ) em que o trabalho foi recebido para publicação. O cargo, o local de trabalho dos autores [endereço postal e, se possível, eletrônico (E-mail)], deverão ser inseridos também no rodapé, em numeração consecutiva de chamada de números-índices colocados logo após o nome de cada autor. A condição de bolsista poderá ser incluída.

5. Os artigos deverão ser divididos, sempre que possível, em seções com cabeçalho, na seguinte ordem: **RESUMO, SUMMARY** (precedido da tradução do título para o inglês), **INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSSÃO, CONCLUSÕES, AGRADECIMENTOS** e **LITERATURA CITADA**. Não há necessidade dessa subdivisão para os artigos sobre educação, revisões de literatura e notas científicas, embora devam ter, obrigatoriamente, **RESUMO** e **SUMMARY**.

Tais seções devem ser constituídas de:

5.1. **TÍTULO** do trabalho que deve ser conciso e indicar o seu conteúdo.

5.2. **RESUMO** que deve apresentar, objetivamente, **uma breve frase introdutória, que justifique o trabalho**, o que foi feito e estudado, os mais importantes resultados e conclusões. Será seguido da indicação dos termos de indexação, diferentes daqueles constantes do título. A tradução do RESUMO para o inglês constituirá o **SUMMARY**.

5.3. **INTRODUÇÃO** que deve ser breve, esclarecendo o tipo de problema abordado ou a(s) hipótese(s) de trabalho, com citação da bibliografia específica e finalizar com a indicação do objetivo do trabalho.

5.4. **MATERIAL E MÉTODOS** em que devem ser reunidas informações necessárias e suficientes que possibilitem a repetição do trabalho por outros pesquisadores.

5.5. **RESULTADOS** que devem conter uma apresentação concisa dos dados obtidos. Quadros ou figuras devem ser preparados sem dados supérfluos.

5.6. **DISCUSSÃO** que deve conter os resultados analisados, levando em conta a literatura, mas sem introdução de novos dados.

5.7. **CONCLUSÕES** que devem basear-se somente nos dados

apresentados no trabalho e deverão ser numeradas.

5.8. **AGRADECIMENTOS** devem ser sucintos e não aparecer no texto ou em notas de rodapé.

5.9. **LITERATURA CITADA**, incluindo trabalhos citados no texto, quadro(s) ou figura(s) e inserida em ordem alfabética e da seguinte forma:

a. **Periódicos**: Nome de todos os autores, Título do artigo. Título abreviado do periódico, volume: páginas inicial e final, ano de publicação. Exemplo:

FONSECA, J.A. & MEURER, E.J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. R. Bras. Ci. Solo, 21:47-50, 1997.

b. **Livro**: Autores. Título da publicação. Número da edição. Local, Editora, ano de publicação. Número de páginas. Exemplo:

KONHNKE, H. Soil physics. 2.ed. New York, MacGraw Hill, 1969. 224p.

c. **Participação em obra coletiva**: Autores. Título da parte referenciada seguida de In: Nome do editor. Título da publicação, número da edição. Local de Publicação, Editora, ano. Páginas inicial e final. Exemplos:

- *Capítulo de livro*:

JACKSON, M.L. Chemical composition of soil. In: BEAR, F.E., ed. Chemistry of the soil. 2.ed. New York, Reinhold, 1964. p.71-141.

d. **Trabalho em Anais**:

VETTORI, L. Ferro "livre" por cálculo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p.127-128.

e. **CD-ROM**:

SILVA, M.L.N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P. & CURI, N. Índice de erosividade de chuva da região de Goiânia (GO). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. 13., 1996. Anais. Águas de Lindóia, Embrapa, 1996. CD-ROM

f. **Internet**:

EL NIÑO and La Niña. Disponível em: <<http://www.stormfax.com/elnino.htm>>. Acesso em 15 out. 2000.

As abreviações de nome de revistas devem ser feitas de acordo com as

usadas pelos "abstracting journals", como dos Commonwealth Agricultural Bureaux.

6. As Referências no texto deverão ser feitas na forma: Silva & Smith (1975) ou (Silva & Smith, 1975). Quando houver mais de dois autores, usar a forma reduzida: (Souza et al., 1975). Referências a dois ou mais artigos do(s) mesmo(s) autor(es), no mesmo ano, serão discriminadas com letras minúsculas (Ex.: Silva, 1975a,b).

7. Os quadros deverão ser numerados com algarismos arábicos, sempre providos de um título claro e conciso e construídos de modo a serem auto-explicativos. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem aparecer para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma ao final do quadro. O quadro deve ser feito por meio de uma tabela (MICROSOFT

WORD/TABELA/INSERIR

TABELA), no qual cada valor deve ser digitado em células distintas, estando centralizado e alinhado.

8. Os gráficos deverão ser preparados, utilizando-se "Softwares" compatíveis com "Microsoft Windows" ("Excel", "Power Point", "Sigma Plot", etc.). Para fotos e mapas coloridos utilizar resolução de 150 a 300 DPI. Não serão aceitas figuras que repitam informações de quadros.

9. Fotos coloridas, quando imprescindíveis, a critério da Comissão Editorial, serão, também, aceitas. Os custos adicionais deverão ser cobertos pelos autores.

10. Para publicação de artigos na RBCS serão cobrados por página editorada (forma final na Revista): para sócios da SBCS (primeiro autor e, ou, autor correspondente) R\$ 25,00, até oito páginas, e R\$ 50,00 por página adicional, para não-sócios (primeiro autor e, ou, autor correspondente): R\$ 50,00 por página até oito páginas e R\$ 100,00 por página adicional.

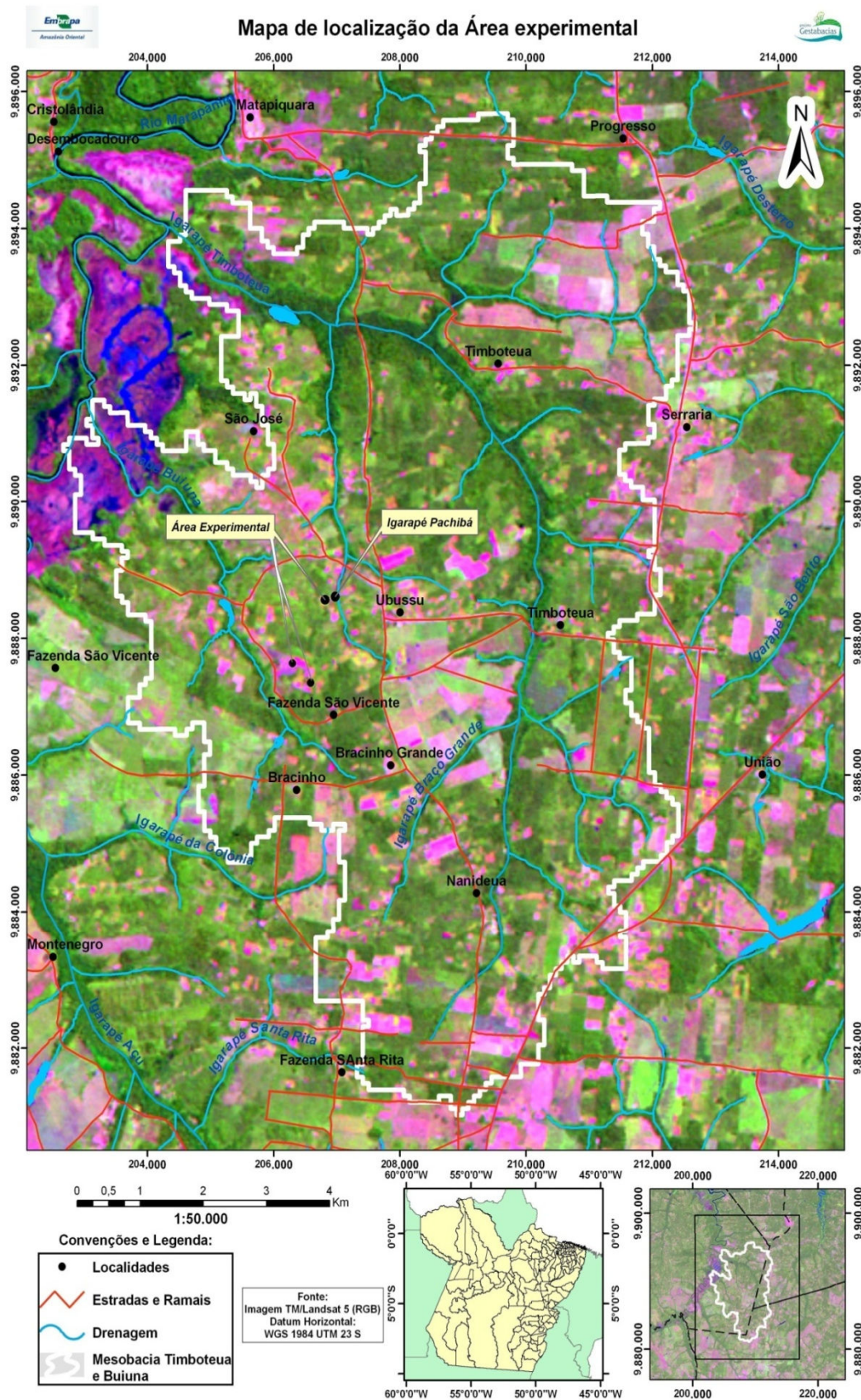
**Envio de manuscritos**

Os trabalhos submetidos à publicação **somente poderão ser enviados por correio eletrônico, acessando o site** [www.sbcs.org.br](http://www.sbcs.org.br) (E-mail: [autores@sbcs.org.br](mailto:autores@sbcs.org.br)), **e não mais em papel**

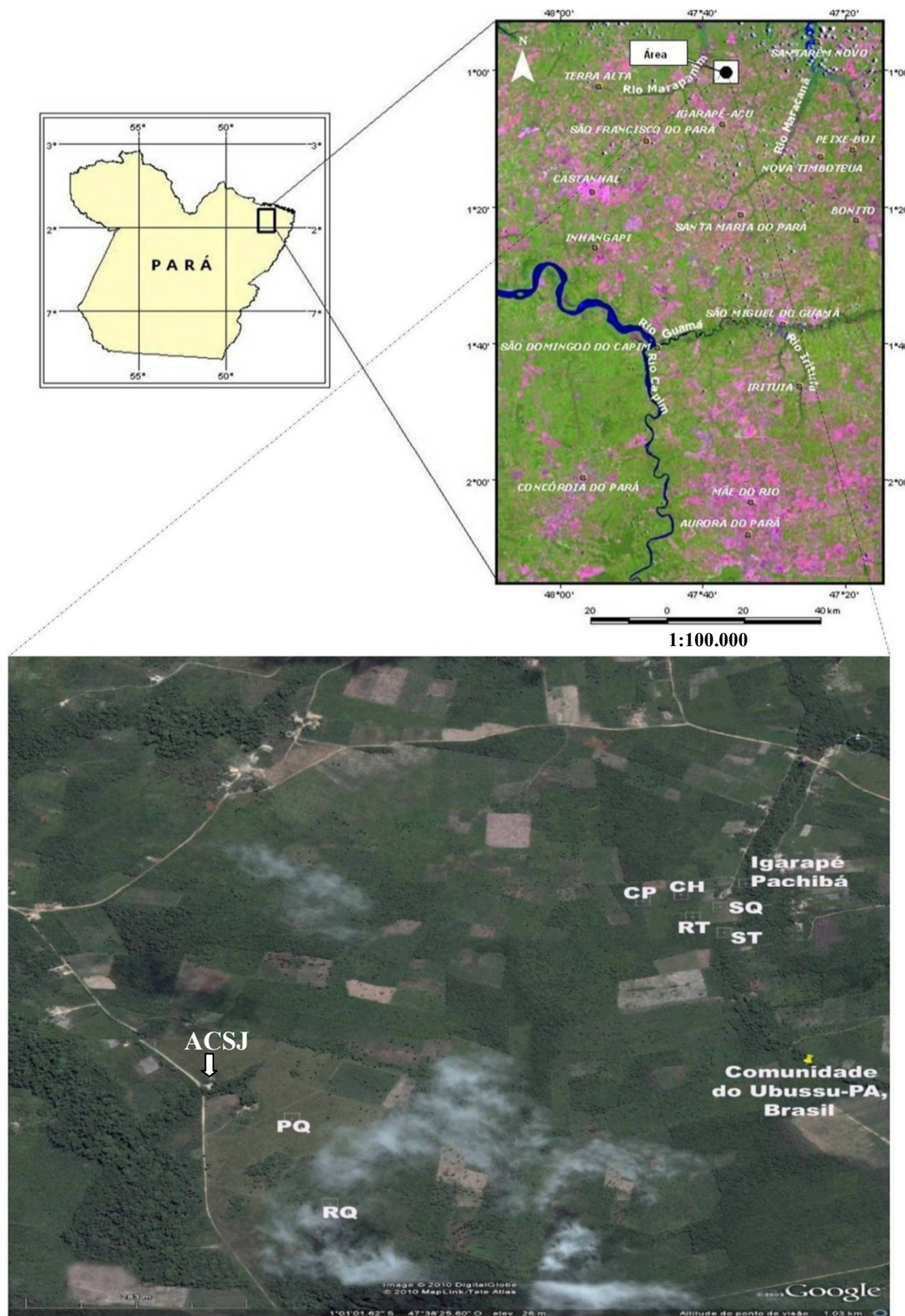


## **APÊNDICES**

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



**APÊNDICE B – Pontos dos seis diferentes ecossistemas plotados no *Google Earth*, Mesobacia Timboteua e Buiuna- Marapanim-PA-Brasil.**



\*Associação Comunitária de São João (ACSJ); CP-capoeira; SQ-Sistema agroflorestal (derruba-e-queima); RT-Roça (corte-e-trituração); ST-Sistema agroflorestal (corte-e-trituração); RQ-Roça (derruba-e-queima); PQ-Pastagem; CH-local de coleta de água da chuva.



**APÊNDICE C – Ecossistemas avaliados na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna para coleta de escoamento superficial no solo.**



**Ecossistema de floresta sucessional -“Capoeira” [CP]**



**Sistema agroflorestal [SQ] (derruba-e-queima)**



**Sistema agroflorestal [ST] (corte-e-trituração)**

**APÊNDICE D – Ecossistemas avaliados na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna para coleta de escoamento superficial no solo.**



**Agroecossistema de Roça [RQ] (derruba-e-queima)**



**Agroecossistema de Roça [RT] (corte-e-trituração)**



**Agroecossistema de Pastagem [PQ]**

# **Efeito do uso da terra e do manejo do solo no transporte de ânions no escoamento superficial em solos de uma mesobacia do 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>**

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

E-MAIL: cristianeformigosa@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária – Embrapa Meio Ambiente

E-MAIL: ricfig@cnpma.embrapa.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Pará – Uepa

E-mail: bela\_santos04@hotmail.com.

## **RESUMO**

Em solos de diferentes ecossistemas na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense, analisou-se a presença de ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) no material dissolvido transportado pela chuva e o subsequente escoamento superficial. Foram alocadas três parcelas experimentais ( $1\text{m}^2$ ) para monitoramento do escoamento superficial em cada um dos 6 ecossistemas avaliados sob mesmas condições biofísicas de solo e clima, totalizando 18 parcelas de tratamento. Instalaram-se também três coletores de água de chuva e dois pluviômetros em local próximo das áreas avaliadas. De janeiro a junho de 2010 foram coletadas ao todo 234 amostras água de chuva e de escoamento superficial. Em pelo menos um dos tratamentos as concentrações dos ânions monitorados, exceto o  $\text{Cl}^-$ , apresentaram diferença estatística. O pH apresentou correlação moderada e significativa com os ânions, sendo o maior valor com o nitrato ( $\rho=0,448^{**}$ ). A condutividade elétrica apresentou correlação positiva e altamente significativa com o cloreto ( $\rho=0,625^{**}$ ) e sulfato ( $\rho=0,629^{**}$ ) e negativa com o volume ( $\rho= -0,531^{**}$ ). Foi evidenciada a influência da queima no processo de perda de  $\text{NO}_3^-$ . O  $\text{PO}_4^{3-}$  apresentou os menores valores em comparação aos outros ânions estudados. Os aniões no escoamento superficial foram influenciados pelo manejo dos ecossistemas avaliados, sendo perceptíveis diferenças na hidroquímica do escoamento superficial. Confirmando assim, que a composição da paisagem na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense, influencia a presença de ânions. Dessa forma, o estudo foi eficiente para caracterizar a presença de ânions e sua relação com ecossistemas alterados.

**Palavras-chave:** Hidroquímica; escoamento superficial; ecossistemas; manejo do solo.

## **Effect of land use and soil management in the transport of anions on the runoff in soils of the mesobasin on the northeastern Para**

### **ABSTRACT**

In soils of different ecosystems in the watershed of the Timboteua and Buiuna streams, northeast of Pará state, it was analyzed the presence of anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) in the dissolved material transported by rainwater and by overland flow. Three overland flow experimental plots ( $1\text{m}^2$ ) were placed in each of the six 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. All anions concentrations excepting chloride, showed significant differences in at least one

treatment. From January to June/ 2010, 234 rainwater and overland flow samples were collected. All anions concentrations, excepting  $\text{Cl}^-$ , showed significant differences between at least one treatment. The pH was correlated moderately and significantly with the anions, being the highest value with nitrate ( $\rho = 0,448^{**}$ ). The electrical conductivity was correlated positively and highly with the chloride ( $\rho = 0,625^{**}$ ) and sulfate ( $\rho = 0,629^{**}$ ) and negatively with the volume ( $\rho = -0,531^{**}$ ). It was showed the influence of the burning process on the nitrate loss. The phosphate had the lowest values in comparison to the other studied anions. Anions in overland flow were influenced by the farming management. Thus this confirm that land use change in the Timboteua and Buiuna streams watershed affects the transport of anions by overland flow.

**Keywords:** Hydrogeochemistry; overland flow; ecosystems; soil management.

## 1. INTRODUÇÃO

A ciclagem de nutrientes reflete o metabolismo integrado da comunidade e depende, também, das propriedades de cada elemento químico e de sua interação com a litosfera, com a atmosfera e com a hidrosfera. A regulação intrasistêmica dos reservatórios e dos fluxos desses elementos essenciais depende da atuação dos seres vivos mantidos pela transferência de energia. Disso decorre uma íntima relação entre a circulação de materiais e a transferência de energia nos ecossistemas (Charley e Richards, 1983). O movimento desses materiais pelo ecossistema é denominado ciclo biogeoquímico.

A disponibilidade de nutrientes é um processo de equilíbrio dinâmico que pode ser afetada por mudanças hidrológicas, provocadas pela falta de conservação de recursos naturais e o uso não sustentável da terra. As perdas excessivas de nutrientes por lixiviação, erosão e escoamento superficial podem influenciar a produtividade de uma determinada área e afetar adversamente o solo e a água (Lima, 2002). De acordo com Markewitz, et. al. (2001), em ambientes tropicais como a Amazônia, a composição biogeoquímica das águas esta intimamente relacionada à lixiviação dos solos que compõem a bacia hidrográfica. Sommer et al. (2004), por sua vez, afirmam que é necessário um manejo correto do solo para evitar as perdas de nutrientes como, por exemplo, o sistema de corte-e-trituração, onde a cobertura formada (*mulch*) ajuda a manter tanto a água como os nutrientes no solo e reduz a erosão hídrica.

O escoamento superficial associado à erosão hídrica gera desequilíbrio ao ecossistema, e ocasionalmente, altera os ciclos biogeoquímicos. Exigindo assim, medidas adequadas de manejo para a conservação dos recursos naturais. Pois, os nutrientes presentes em solução no solo podem ter diferentes destinos, sendo o uso da terra e cobertura do solo fatores determinantes na manutenção dos ciclos biogeoquímicos e, conseqüentemente, na disponibilidade de nutrientes. Os impactos do transporte de elementos químicos nesse processo hidrológico pode ter efeito direto e imediato na deterioração da qualidade de água (Oliveira, 2005).

Nos últimos anos, no nordeste paraense, as atividades agropecuárias têm se expandido, para áreas de vegetação ripária, resultando em redução da qualidade da água em microbacias hidrográficas (Figueiredo et al., 2006; Kato et al., 2004; Lima et al., 2007). O desflorestamento provocado pelas atividades antrópicas favorece modificações do balanço hídrico, alterações na disponibilidade de nutrientes, aumento da erosão e elevação da temperatura do solo (Vitousek e Melillo, 1979; Swank, 1988), e afetando assim o transporte de sedimentos, materiais orgânicos e nutrientes para os rios (Hunsaker e Levine, 1995).

Segundo Markewitz et al. (2001) os fluxos de nutrientes são alterados pelas mudanças ocasionadas nos ecossistemas amazônicos naturais, seja o deflorestamento, a queima de florestas, ou as atividades de uso agropecuário.

A entrada adicional de nutrientes e sedimentos por escoamento superficial em cursos d'água modificam o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e a qualidade dos recursos hídricos. Assim, a hidroquímica do escoamento superficial precisa ser monitorada e compreendida quando atividades agropecuárias são realizadas, para posteriormente subsidiar ações voltadas à gestão de bacias hidrográficas.

Diante da necessidade de compreensão da hidroquímica do escoamento superficial, definiu-se como objetivo do presente trabalho avaliar-se a presença de ânions no material dissolvido transportado pela chuva e pelo escoamento superficial em solos de diferentes ecossistemas na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O experimento foi instalado em duas propriedades de pequenos agricultores localizadas na Comunidade São João, situada a 47° 38' 38,7" W e 01° 00' 41,4" S, na mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna (ambos afluentes do rio Marapanim) com cerca de 6.700 ha (Figura 1; Apêndice A), ao sul do município de Marapanim e ao norte do município de Igarapé-Açu (IBGE, 1991). O termo "mesobacia" aqui adotada foi proposta por Richey et al. (1997). Os aspectos biofísicos dessa bacia como solo e clima, se assemelham aos do município de Igarapé-Açu, relatados por Oliveira (2002).

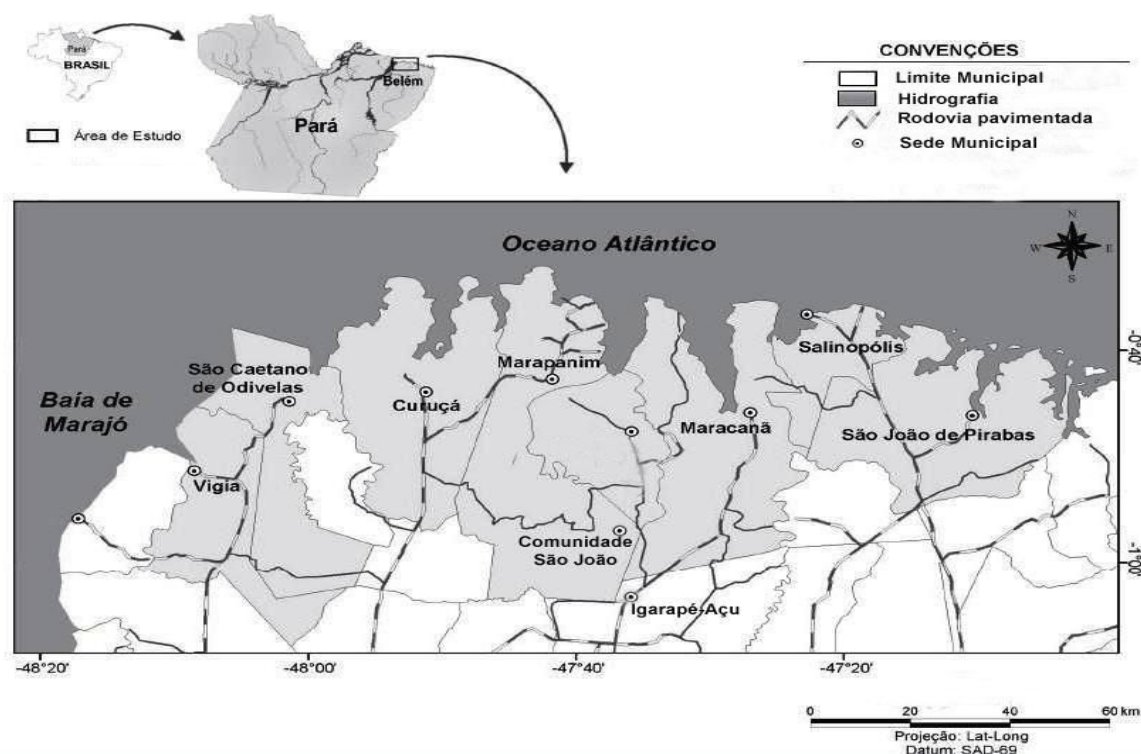
A geologia local tem sido atribuída a unidades cenozóicas, que estratigraficamente dividem-se em: sedimentos terciários do Oligo-Mioceno (Formação Pirabas), e Mio-Plioceno (Grupo Barreiras; arenitos, argilitos, silto-ferrosos) (Arai et al., 1988) e sedimentos quaternário do Pleistoceno (Formação Pós-Barreiras) e do Holoceno (Sedimentos Recente) (Bermeguy et al., 1992; Rossetti et al., 1989). O solo dominante é o Latossolo Amarelo distrófico típico textura média (Radambrasil, 1973).

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° 45' 00"W e 47° 32' 00"W; 00° 32' 30"S e 00° 52' 30"S. 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.

O clima é predominantemente do tipo *Am* e do sub-tipo climático *Am2* (*Köppen*) com temperatura média anual em torno de 26,5 °C (Martorano et al., 1993; Pachêco e Bastos, 2006). Precipitações pluviométricas em torno de 2500-3000 mm e umidade relativa do ar entre 80-85% (média anual) (SUDAM, 1984; Martorano et al., 1993).

O ecossistema terrestre original da região é do tipo Floresta Equatorial Subperenifólia e Hidrófila (Radambrasil, 1973). Atualmente, há predomínio de ecossistemas sucessionais em vários estágios sucessionais, possui extensões significativas de terras sob uso agrícola.

Por meio de classificação do uso da terra (Satélite Landsat, sensor TM, RGB-345) verificou-se que a mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna tem floresta antropizada (0 ha ou 0%), ecossistema sucessional maduro - "capoeira alta" (27,48 ha ou 21,54%), ecossistema sucessional intermediário - "capoeira baixa" (48,92 ha ou 38,35%), agroecossistema de pastagem não manejado - "pasto sujo" (18,66 ha ou 14,63%), agroecossistema de pastagem - "pasto limpo" (30,53 ha ou 23,93%), agroecossistemas - "culturas agrícolas" (0,99 ha ou 0,78%) e formação de agroecossistemas - "solo sob preparo" (0,99 ha ou 0,77%).



**Figura 1.** Área experimental situada no nordeste do Estado do Pará na comunidade São João, Marapanim-PA-Brasil. Tem como principais vias de acesso a Br-316 e a PA-395.

## 2.2. Delineamento experimental

Nas duas propriedades agrícolas familiares, procuraram-se seis ecossistemas (tratamentos) em que foram alocadas três parcelas experimentais (dentro de cada um dos ecossistemas) para amostragem do escoamento superficial em solos (Apêndice B). Todas as parcelas foram implantadas em áreas com representativa porcentagem de cobertura do solo e vegetação do respectivo ecossistema estudado, apresentando declividade aproximada de 5%. Foram instalados também três coletores de água de chuva e dois pluviômetros.

Em 26 datas relativas a campanhas de campo, realizadas no período de janeiro a junho de 2010 (estação chuvosa), foram coletadas 234 amostras água de chuva e de escoamento superficial. Nessas coletas foi avaliado o escoamento decorrente tanto de apenas um dia de chuva como de vários dias de chuva, haja vista que se necessitava de um escoamento superficial representativo para coleta, isto é, cujo volume (60 ml) possibilitasse medições *in situ* e analíticas em laboratório.

A avaliação do escoamento superficial foi realizada com a implantação em cada ecossistema de três parcelas de 1m x 1m (1m<sup>2</sup>) no sentido da declividade, equipadas com uma calha coletora de policloreto de vinila (PVC; diâmetro de 40 mm), instalada para conduzir a água escoada para um recipiente de polipropileno (volume de 20 L) conectado por uma mangueira de silicone (diâmetro de 20 mm) à calha coletora. As parcelas foram delimitadas nas laterais com tábuas de madeira enterradas até a profundidade de 10 cm no solo e vedadas na parte externa. Método adotado por Silva et al. (2005) e Moraes et al. (2006).

Para o monitoramento da pluviometria local foram instalados três coletores de chuva (CH) na mesma localidade, a 47°38'03,31''W e 01°00'25,61''S, em área aberta, ou seja, local sem interceptação da precipitação. Os coletores constituíram-se de um recipiente (volume de 5 L), e funil (diâmetro de 103,2 mm; 1,5 m acima do solo) protegido com tela de *nylon* (0,5 mm de malha), ambos de polietileno, conectados por uma mangueira (diâmetro de 20 mm) de silicone inerte. Instalou-se adicionalmente dois pluviômetros segundo a padronização estabelecida pela ANEEL –

Agência Nacional de Energia Elétrica e o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (DNAEE, 1970).

Dessa forma, durante a época chuvosa do ano de 2010 foi monitorado, nas mesmas condições biofísicas de solo e clima, o escoamento superficial 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). Na Tabela 1 pode ser visualizado o histórico de uso da terra e descrição detalhada de cada um deles.

**Tabela 1.** Histórico dos diferentes ecossistemas da área de estudo, nordeste paraense.

<b>MESOBACIA DOS IGARAPÉS CONTÍGUOS TIMBOTEUA E BUIUNA</b>			
<b>Ecosistema</b>	<b>Localização e Dimensão</b>	<b>Manejo</b>	<b>Características</b>
<b>Capoeira (CP)</b>	47°38'06,34"W/ 01°00'26,46"S ≈36.300m <sup>2</sup>	Derruba-e-queima da capoeira	Área de 20 anos de idade sob pouso.
<b>Sistema agroflorestal [SAF] (SQ)</b>	47°38'00,17"W/ 01°00'27,25"S ≈9.075 m <sup>2</sup>	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> . Abubação do plantio de <i>Piper nigrum</i> L.: NPK-18.18.18 (1° ano) e NPK-10.28.20 (2° 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.
<b>Sistema agroflorestal [SAF] (ST)</b>	47°37'59,80"W/ 01°00'30,24"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	Corte-e-trituração da capoeira realizado há 5 anos	Cotém plantio 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> . 4 adubação em cova (2007): composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim <i>Brachiaria Brizantha</i> (Braquiarião), folhas de <i>Inga edulis</i> (Ingazeiro), cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.
<b>Roça (RQ) - Agricultura itinerante</b>	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.
<b>Roça (RT) - Agricultura alternativa</b>	47°38'02,33"W/ 01°00'28,42"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	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.
<b>Pastagem (PQ)</b>	47°38'27,73"W/ 01°00'57,13"S ≈6.050 m <sup>2</sup>	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, (Purinafós, Purina, Brasil) dieta para animais de 450kg com consumo de 100g/dia. <i>Especificações nutricionais Purinafós:</i> <b>Macronutrientes</b> – 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). <b>Micronutrientes</b> –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).

### 2.3. Procedimentos de campo e coleta

Para a avaliação hidroquímica do escoamento superficial e da chuva, foram realizadas 26 campanhas de campo separadas por diferentes intervalos de dias e contabilizado o volume escoado relativo aos eventos de chuva ocorridos em diferentes números de dias. Aplicaram-se métodos baseados em protocolos recomendados pela APHA (1995) e CETESB (1978) para as medidas *in situ* e coleta de amostras nas respectivas parcelas de cada ecossistema e nos coletores de água da chuva. As medidas físico-químicas feitas diretamente nas amostras de escoamento superficial e de água da chuva com equipamentos de campo seguiram-se conforme apresentado abaixo:

- **pH**: medição realizada *in situ* 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 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 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  $\mu\text{Scm}^{-1}$ ;

- **Ânions inorgânicos dissolvidos**: nas coletas de amostras de água da chuva e escoamento superficial para análise de ânions inorgânicos dissolvidos (cloreto, sulfato, nitrato, fosfato) foram utilizados frascos de polipropileno de 250 mL, boca larga; 4 cm (ABNT, 2001), previamente lavados com solução ácida (HCl 5%) e água deionizada ultra-pura (Milli-Q). Sempre que o volume do escoamento na parcela foi suficiente, encheu-se esses frascos completamente para minimizar a presença de ar dentro deles e acondicionou-se sob refrigeração a aproximadamente 3°C (CETESB, 1987) para preservar a maioria das características físicas e químicas em curto prazo.

Tantos nos coletores de chuva como de escoamento foi adicionado o preservante *Thimol*  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$ , com massa molar igual a  $150,24 \text{ g mol}^{-1}$  (aproximadamente 0,026133 g). Sendo que, 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® – marca *Millipore*).

### 2.4. Procedimentos analíticos em laboratório

Num prazo máximo de 48 horas após a coleta, as amostras de água foram filtradas através de membranas de policarbonato (diâmetro da membrana = 47 mm; diâmetro do 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, 1995).

As concentrações dos ânions dissolvidos – cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), 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 (AS22 - ânions) 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, solução-estoque e solução-padrão foram preparadas com água ultrapura (Milli-Q® – marca *Millipore*), de baixa condutividade (cerca de 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*).

### 2.5. Análise estatística

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 *Levenne*. Após esta análise preliminar dos resultados foi feita a análise descritiva dos dados destacando a média ponderada do analito pelo volume coletado, mediana, desvio padrão, erro padrão, máximo e mínimo.

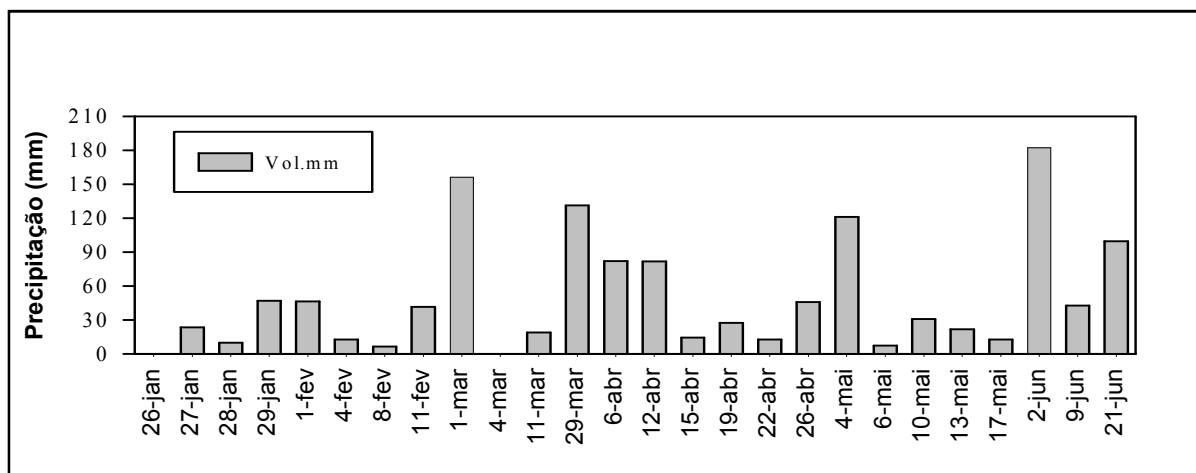
A partir desses resultados realizou-se a análise de correlação utilizando-se o coeficiente de correlação de *Spearman* com teste de significância de *2-tailed* ( $P < 0,05$ ;  $0,01$ ), em que as variáveis foram os aniões, o volume, pH e condutividade elétrica. Posteriormente, foi feito teste de significância de *Kruskal Wallis* ( $P < 0,05$ ).

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio dos programas computacionais SPSS 17.0, *MS Excel* e *Sigma-plot* para execução de gráficos e gerenciamento do banco de dados em planilhas eletrônicas (*xls*).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que, ao longo do período estudado (janeiro a junho de 2010), a precipitação acumulada para os períodos que antecederam cada uma das 26 campanhas realizadas teve uma grande variação. Nesse período de seis meses, que corresponde à estação chuvosa da região, o total precipitado na área experimental foi de 1.276,80 mm.

De acordo, com os boletins de análises e previsões climáticas do 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 abaixo do normal no nordeste paraense.



**Figura 2.** Precipitação pluviométrica acumulada (mm de chuva) observada na área experimental nos dias de coleta (janeiro a junho de 2010), na comunidade São João, Marapanim-Pa-Brasil.

As concentrações dos ânions inorgânicos dissolvidos – cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) – em cada tratamento (seis ecossistemas e a água da chuva) apresentaram distribuição não normal e variância não homogênea. Por isso, foi aplicado o teste estatístico de *Kruskal Wallis* para comparação dos tratamentos.

Segundo o teste aplicado, pelo menos um dos tratamentos apresentou diferença estatística para os valores de concentração dos ânions – nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). O cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) não apresentou diferença significativa nos diferentes tratamentos avaliados ( $P < 0,05$ ).

O cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) se destacou com as maiores concentrações em todos os ecossistemas estudados e nas amostras de água da chuva [CH] (Tabela 2), apresentando maior soma ( $\text{Cl}^- = 3674,12 \mu\text{M L}^{-1}$ ) e valor máximo de  $1046,19 \mu\text{M L}^{-1}$  [em 28-Jan-2010] no ecossistema de Pastagem, e mínimo no CH ( $\text{Cl}^- = 5,84 \mu\text{M L}^{-1}$  em 10-Mai-2010) (Figura 3). A SAF (corte-e-trituração) [ST] e a Capoeira [CP] apresentaram os maiores valores de mediana com  $118,61 \mu\text{M L}^{-1}$  e  $94,44 \mu\text{M L}^{-1}$ ,

respectivamente (Tabela 2). O valor máximo encontrado na Pastagem foi atípico em relação às demais coletas (Figura 3), porém tal valor foi confirmado com a análise da condutividade elétrica que também foi alta ( $107,8 \mu\text{S cm}^{-1}$ ). O cloreto apresentou um alto coeficiente de correlação com a condutividade ( $\rho = 0,625$ ).

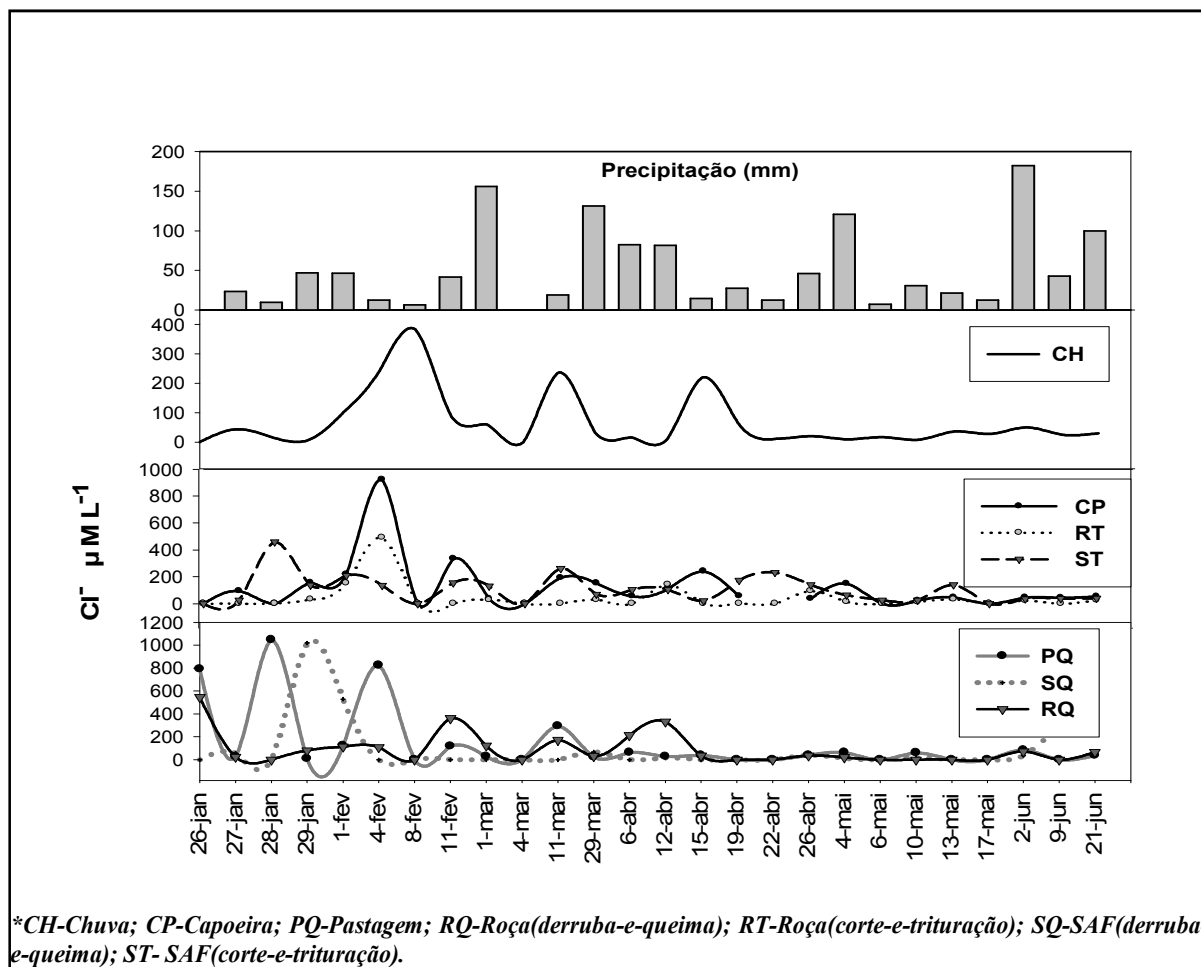
Analisando o ecossistema florestal, as perdas anuais de nutrientes em florestas ocorrem predominantemente na forma dissolvida, via água escoada ou lixiviada da floresta (Waring e Schlesinger, 1985). A concentração de  $\text{Cl}^-$  em águas superficiais, que é um dos meios pelo qual os nutrientes são perdidos em ecossistemas de floresta, pode estar relacionada à deposição atmosférica no ecossistema (Oki, 2002).

Os resultados de alta concentração de  $\text{Cl}^-$  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).

Figueiredo et al. (2010) comparando a química da água da chuva em três locais na Amazônia oriental, localizados em diferentes distâncias do oceano - Igarapé-Açu (60km), Paragominas (250 km) e Santarém (700 km), sugeriram que a composição química da água da chuva é influenciada por fontes terrestres naturais e antropogênicas, bem como por fontes marinhas em distâncias inferiores a 100 km do oceano. Dessa forma, estimaram que o cloreto associado ao sódio apresentou razões elementares próximas as do sal marinho (1,9 *ratio*). O gradiente de concentração do  $\text{Cl}^-$  foi maior no local mais próximo do oceano (Igarapé-Açu/PA) em comparação com o local mais distante (Santarém/PA) com coeficiente de correlação de 0,611 para Igarapé-Açu e 0,469 para Santarém.

Corroborando a influência da deposição atmosférica, Gomes (2005) concluiu que, deve-se considerar a atmosfera como fonte de sais, principalmente nas regiões próximas ao litoral. Gaillardet et al. (1997) afirmaram que, os aerossóis marinhos dissolvidos na água da chuva são fontes de cloreto nas águas não contaminadas. Altos valores de cloreto foram encontrados por Campos (1994), Santos et al. (1985) e Furch (1984), entre outros na Amazônia em estudos em águas naturais.

Germer et al. (2009) avaliando as implicações para a hidrologia, em longo prazo, na mudança de uso da terra de uma área de floresta para uma pastagem em microbacias na Amazônia, perceberam que as concentrações de cloreto não aumentaram ao longo do tempo nos ecossistemas analisados e apresentou uma química muito semelhante entre a água da chuva e o escoamento superficial. Porém, ocorreu uma exceção na Pastagem em que as concentrações de  $\text{Cl}^-$  foram maiores no escoamento superficial, sendo o escoamento superficial o principal caminho do fluxo durante eventos de chuva nesse ecossistema.



**Figura 3.** Precipitação acumulada (mm) e comparação das concentrações de Cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), avaliadas nas amostras de água da chuva e nos diferentes ecossistemas em cada evento de coleta.

Os maiores valores de concentração de  $\text{Cl}^-$ , nos diferentes tratamentos, ocorreram nos eventos de menores precipitações (Figura 3). Inference-se por esses resultados que o volume escoado tem correlação indireta com a concentração de cloreto, interferindo na diluição do ânion avaliado. Tal afirmação é confirmada pelo coeficiente de correlação ( $\rho = -0,291^{**}$ ) com valor negativo.

Resultado semelhante foi encontrado por Figueiredo et al. (2010) avaliando a química da água da chuva na Amazônia oriental em três locais com diferentes distâncias do oceano, em que todas as concentrações de íons avaliados foram menores durante o período chuvoso, provavelmente, devido à diluição promovida pelo aumento do vapor de água no ar e maior precipitação.

As concentrações medianas de  $\text{NO}_3^-$  nos ecossistemas, considerando-se as 26 coletas realizadas, ocorreram em ordem decrescente da seguinte forma:  $\text{ST} > \text{PQ} > \text{RQ} > \text{SQ} > \text{CH} > \text{RT} > \text{CP}$ . O ecossistema de SAF (corte-e-trituração), cuja soma total das concentrações de  $\text{NO}_3^-$  foi de  $418,37 \mu\text{M L}^{-1}$ , apresentou a seguinte faixa de variação (Figura 4): valor mínimo de  $1,05 \mu\text{M L}^{-1}$  [em 04-Mai-2010] e máximo de  $49,96 \mu\text{M L}^{-1}$  [em 19-Abr-2010]. Os demais ecossistemas apresentaram valores mais baixos de  $\text{NO}_3^-$  (Tabela 2).

Entre os ecossistemas a faixa de variação de  $\text{NO}_3^-$  menos ampla foi encontrada no RT ( $\text{NO}_3^- = 0,07 \mu\text{M L}^{-1}$  [em 10-Mai-2010] a  $2,57 \mu\text{M L}^{-1}$  [em 04-Fev-2010]), sendo que as concentrações baixas demonstram menores perdas desse nutriente pelo processo de escoamento superficial.

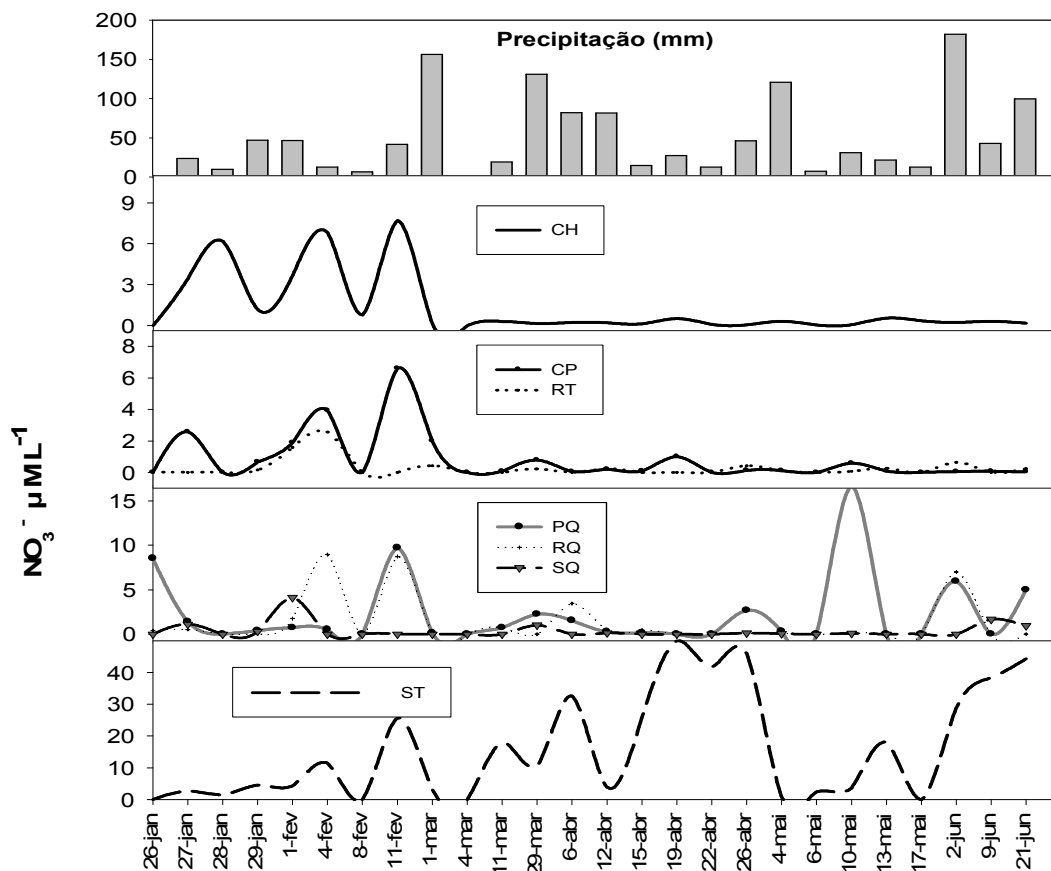
**Tabela 2.** Estatística descritiva para os valores dos ânions avaliados, em  $\mu\text{M L}^{-1}$ , nos diferentes ecossistemas ao longo de 26 coletas no período de 26-jan a 21-jun de 2010.

<b>Ecosistemas</b>	<b>(CH) Chuva</b>	<b>(CP) Capoeira</b>	<b>(PQ) Pastagem</b>	<b>(RQ)Roça derruba-e- queima</b>	<b>(RT)Roça corte-e- trituração</b>	<b>(SQ)SAF derruba- e-queima</b>	<b>(ST)SAF corte-e- trituração</b>	
<b>Cl<sup>-</sup></b>	Média	73,12	155,81	204,12	145,4	89,13	210,5	124,72
	Mediana	31,28 <sub>a</sub>	94,44 <sub>a</sub>	60,03 <sub>a</sub>	94,19 <sub>a</sub>	30,18 <sub>a</sub>	55,99 <sub>a</sub>	118,61 <sub>a</sub>
	Soma	1754,83	2960,34	3674,12	2326,39	1069,58	2315,46	2743,94
	Mínimo	5,84	22,66	7,24	20,13	11,26	12,46	22,92
	Máximo	382,91	922,53	1046,19	544,65	491,15	1018,57	458,79
	Erro Padrão	19,9	46,88	76,36	37,23	39,2	94,26	21,94
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Média	1,4	1,1	3,34	2,18	0,57	0,87	19,02
	Mediana	0,3 <sub>b</sub>	0,2 <sub>b</sub>	1,4 <sub>b</sub>	0,45 <sub>b</sub>	0,25 <sub>b</sub>	0,31 <sub>b</sub>	14,74 <sub>a</sub>
	Soma	33,58	20,85	56,75	32,76	6,89	9,55	418,37
	Mínimo	0,05	0,02	0,13	0,01	0,07	0,01	1,05
	Máximo	7,7	6,6	16,71	8,97	2,57	4,11	49,96
	Erro Padrão	0,48	0,39	1,11	0,85	0,22	0,37	3,61
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	Média	0,64	0,58	1,32	2,96	1,29	4,88	1,21
	Mediana	0,26 <sub>bc</sub>	0,05 <sub>bc</sub>	0,06 <sub>c</sub>	2,11 <sub>ba</sub>	1,06 <sub>abc</sub>	3,80 <sub>a</sub>	0,14 <sub>bc</sub>
	Soma	14,18	11,01	21,10	47,41	15,46	53,65	25,50
	Mínimo	0,006	0,001	0,002	0,004	0,013	0,054	0,003
	Máximo	5,70	2,79	9,19	9,84	4,60	13,67	5,64
	Erro Padrão	0,26	0,23	0,65	0,81	0,43	1,31	0,40
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	Média	3,0	6,2	2,6	6,8	4,1	4,7	6,7
	Mediana	1,9 <sub>b</sub>	4,0 <sub>ab</sub>	1,9 <sub>b</sub>	5,1 <sub>ab</sub>	3,0 <sub>ab</sub>	3,2 <sub>ab</sub>	5,3 <sub>a</sub>
	Soma	71,4	118,6	47,3	109,5	48,7	51,9	146,6
	Mínimo	0,4	0,7	0,6	0,7	0,6	0,1	1,9
	Máximo	9,6	21,5	9,7	20,0	10,9	14,7	16,3
	Erro Padrão	0,5	1,3	0,5	1,4	0,9	1,4	1,0

\*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.

\*Médianas seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de *Kruskal Wallis* para amostras independentes ( $P < 0,05$ ).



\*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).

**Figura 4.** Precipitação acumulada (mm) e comparação das concentrações de Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), avaliadas nas amostras de água da chuva e nos diferentes ecossistemas em cada evento avaliado.

Segundo o teste de *kruskal Wallis* para  $\text{NO}_3^-$ , o ecossistema de SAF com corte-e-trituração apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) com todos os outros ecossistemas estudados (Tabela 2). Já os demais não apresentaram diferença entre si.

Comparando os valores entre os tratamentos, no ST as concentrações de  $\text{NO}_3^-$  foram duas vezes maiores do que a soma das médias dos demais tratamentos (Figura 5). Tal resultado pode ter ocorrido por causa do preparo e manejo da área realizado há 5 anos, antes das coletas, por meio de corte-e-trituração da capoeira, e adubação feita com composto orgânico (citada no histórico da área de estudo), com alta taxa de nutrientes e grandes disponibilizadores de nitrogênio a médio prazo.

Outro fator para a ocorrência dessa maior concentração de  $\text{NO}_3^-$  no ST seria o plantio de *Gliricidia sepium* (*Leguminosae*) existente na área, que disponibiliza nitrogênio para as plantas por meio de uma associação simbiótica com as bactérias do gênero *Rhizobium* que possibilita a fixação do nitrogênio atmosférico (Fosket, 1994), que posteriormente é transferido para o sistema.

A gliricídia (*Gliricidia sepium*) é considerada como uma das leguminosas arbóreas com alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e de produzir biomassa e por isso vem sendo cultivada em SAF's. Barreto e Fernandes (2001), estudando cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando à melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros, concluíram que as duas leguminosas atenderiam aos requerimentos em alta produtividade de biomassa e riqueza nutricional.

De acordo com a comparação do ecossistema de Capoeira, que passa por um processo de fluxo de sucessão natural (*pousio*), com ecossistemas alterados e em uso, a concentração média de  $\text{NO}_3^-$  foi menor do que os valores apresentados na Pastagem e na Roça (derruba-e-queima). Dessa forma, é evidente a menor perda desse nutriente no ecossistema de Capoeira por escoamento superficial. Segundo Markewitz et al. (2004), estudando a perda de nutrientes e redistribuição depois do desmatamento da floresta em um solo altamente intemperizados na Amazônia, observaram que as perdas gasosas e por lixiviação de nitrogênio foram maiores em um ecossistema de pastagem, em comparação à uma floresta secundária.

RQ, a Roça queimada (em janeiro de 2010), sofreu efeitos similares ao da Pastagem [PQ] apresentando mais  $\text{NO}_3^-$  na água de escoamento superficial do que a Capoeira. Em uma comparação da porcentagem média da perda de nutrientes devido à queima, o estoque de nitrogênio em um ambiente de pré-queima da vegetação para um de pós-queima decresceu 98 % em um sítio de 3,5 anos (Sommer et al., 2004).

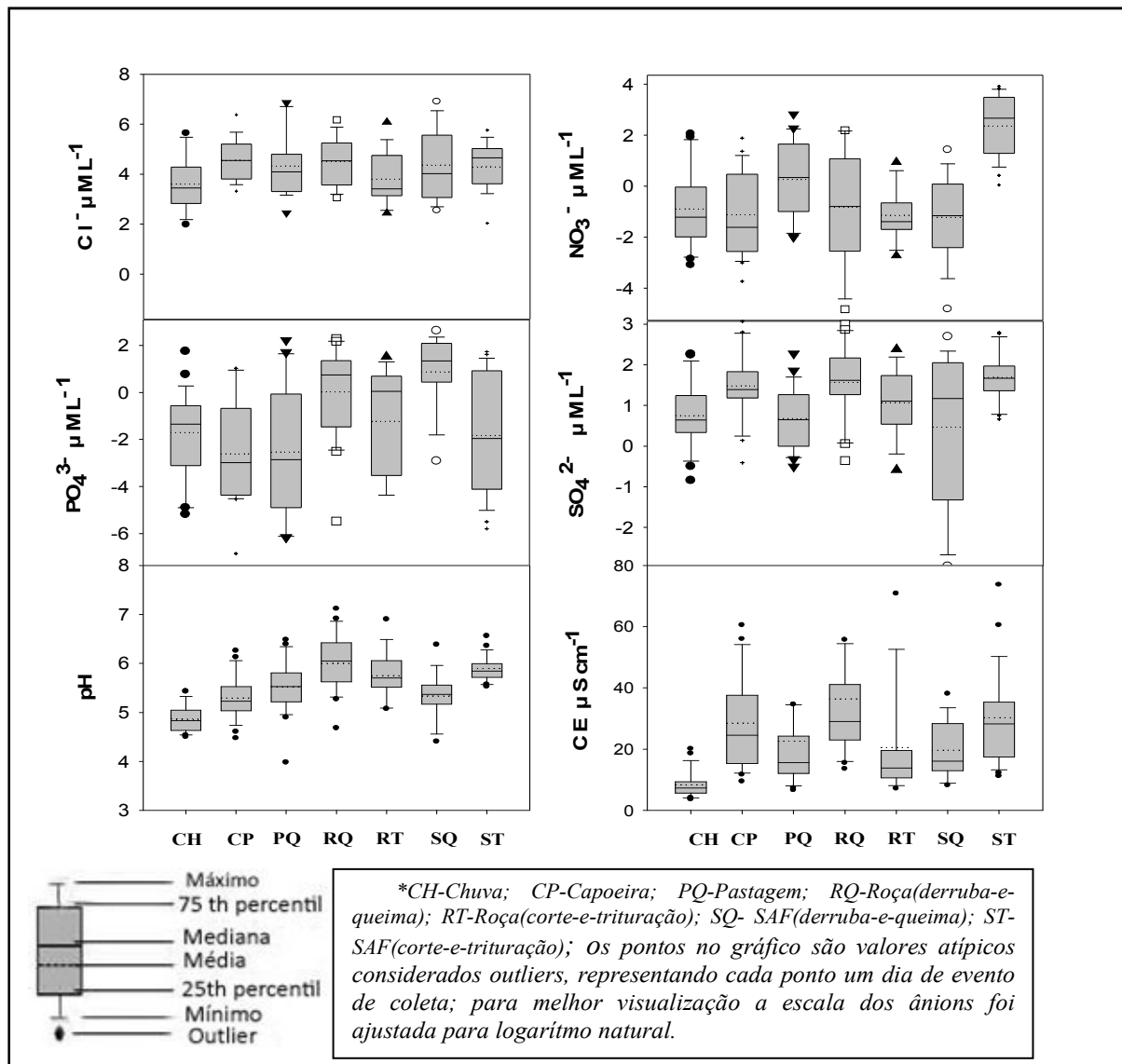
Assim, fica claro a influência da queima no processo de perda do  $\text{NO}_3^-$ , pois em um ambiente mais alterado pelo fogo essas perdas foram maiores. No caso do estudo, o  $\text{NO}_3^-$  decresceu de uma Pastagem manejada sob uso do fogo há 10 anos, para um ambiente intermediário de queima recente (antes das coletas), para um sítio florestal secundário em processo de recuperação ambiental. Uhl e Jordan (1984), Williams e Melack (1997) em outros locais da Amazônia, também observaram perdas de N a curto prazo.

CP, a capoeira de 20 anos, e a SAF [SQ] de 7 anos apresentaram valores medianos baixo de  $\text{NO}_3^-$  (Figura 5). Segundo Costa (2005), geralmente, em uma área que permanece em *pousio* (capoeira) por 8 a 15 anos, ocorre uma recuperação da fertilidade dos solos, pela presença de espécies fixadoras de nitrogênio e pela melhoria de reciclagem e absorção de nutrientes, sofrendo menores efeitos de processos físicos de perda como *runoff*, lixiviação e erosão. Semelhantemente, como demonstram os dados, os sistemas agroflorestais (SAF's) também proporciona recuperação da fertilidade dos solos. Pois, apesar do ecossistema SQ ter sido implantado sob o preparo convencional, em longo prazo a presença de árvores no local gerou possivelmente uma série de benefícios ao solo e ambiente, como a proteção contra a erosão e deflúvio superficial no solo, deposição de folhas e aumento da matéria orgânica.

No SAF o aporte de material orgânico ao solo associado ao menor revolvimento deste, contribui para uma maior agregação, maior resistência à erosão, infiltração e armazenamento de água, retenção de nutrientes, atividade microbiana (Bayer, 2004).

Observa-se que as concentrações medianas de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) foram maiores no ecossistema SQ (Tabela 2). No teste de *kruskal Wallis* ( $P < 0,05$ ) esse ecossistema foi semelhante aos ecossistemas de Roça [RQ] e [RT]. Avaliando as faixas de concentração de valores máximos e mínimos, o  $\text{PO}_4^{3-}$  apresentou os menores valores em comparação aos outros ânions estudados. Tendo uma variação máxima no SQ de  $0,054 \mu\text{M L}^{-1}$  a  $13,67 \mu\text{M L}^{-1}$  e mínima no CP de  $0,001 \mu\text{M L}^{-1}$  a  $2,79 \mu\text{M L}^{-1}$ . Valores confirmados pelo teste estatístico em que, os dois ecossistemas foram diferentes estatisticamente (Tabela 2).

Na Figura 6 observa-se que a Pastagem [PQ], a Roça [RQ] e a SAF [SQ] demonstraram variações de concentrações diferentes ao logo dos eventos. Tal variação foi confirmada pelo teste estatístico. Apesar do mesmo tipo de manejo (derruba-e-queima) nas três áreas, o fato do tempo decorrido desde o preparo dessas áreas ser diferente pode ter influenciado a disponibilidade de  $\text{PO}_4^{3-}$ , além de fatores como quantidade e conteúdo de matéria orgânica e adubação.



**Figura 5.** Comparação dos valores dos aniões ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), do pH e da condutividade elétrica, avaliados nas amostras de água da chuva e nos diferentes ecossistemas.

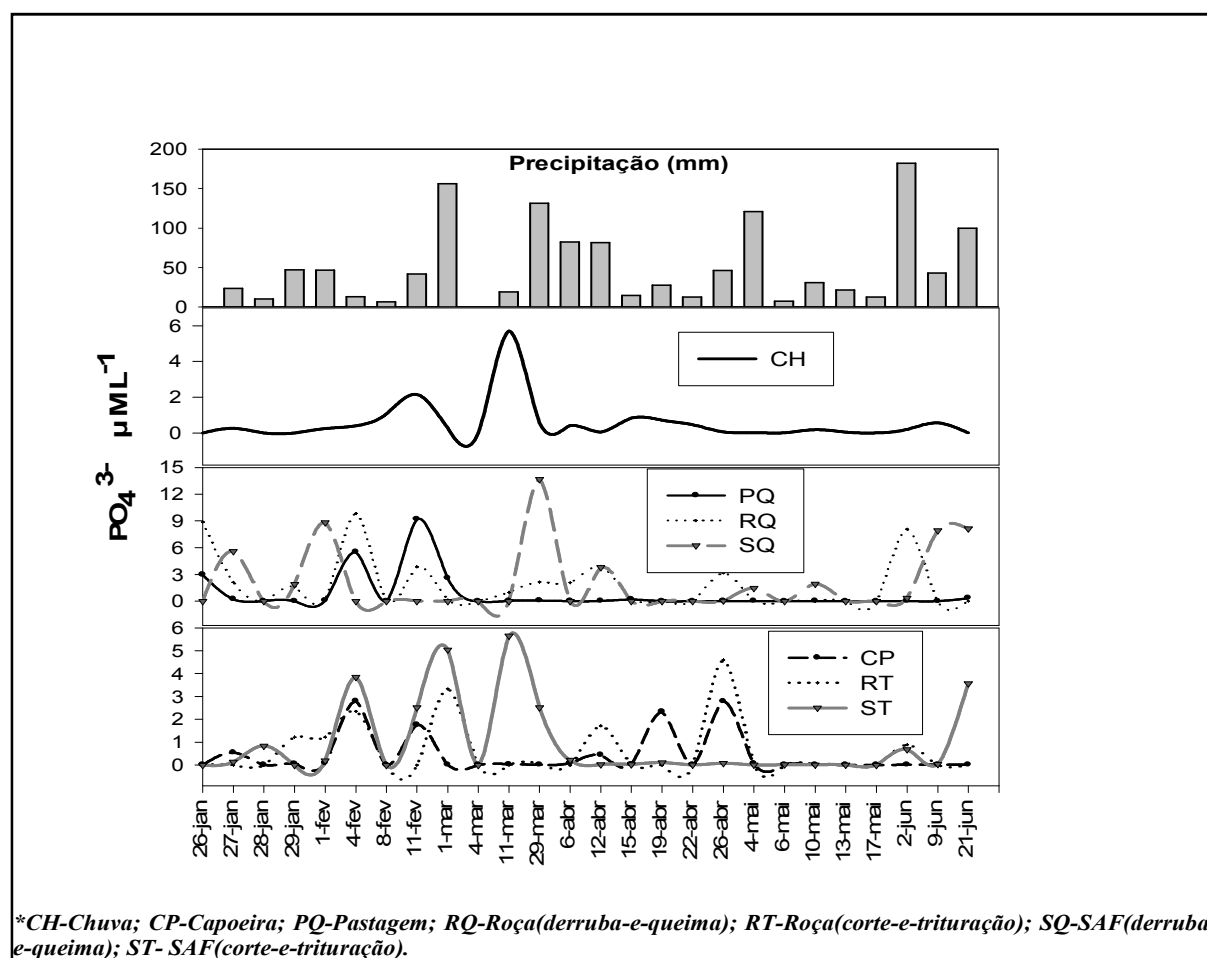
Nos ecossistemas de Capoeira [CP], Roça [RT] (corte-e-trituração) e SAF [ST] (corte-e-trituração) as faixas de variação tiveram baixa amplitude ao longo das coletas realizadas, efeito também confirmado pelo teste estatístico (Figura 6).

A faixa de variação elevada no SQ pode ser explicada pelas adubações com NPK feita anos antes do SAF ser implantado, o que deve ter armazenado na área um estoque de P não disponível para as plantas (ver histórico da área), pois a SAF [SQ] apresenta um pH relativamente ácido, o que pode ter provocado adsorção desse nutriente no solo durante os primeiros plantios. O fósforo em solos ácido como o de regiões tropicais é facilmente adsorvido por partículas de solo passando da forma lábil para não-lábil (Gonçalves, 1988). Com a implantação do SAF o nível de matéria orgânica aumentou e dessa forma houve um aumento também de ácidos orgânicos, estes competem com o  $\text{PO}_4^{3-}$  pelos mesmos sítios de adsorção. A capacidade que a matéria orgânica tem de diminuir a adsorção de P pelo solo é relatada por Stanford e Pierre (1953), Kiehl (1985) Silva et al. (1997) e Bhatti et al. (1998).

Além disso, as espécies presentes na área (ver histórico da área) são ricas em oxalato o que pode promover a dessorção do  $\text{PO}_4^{3-}$ , que é a forma preferencialmente adsorvida na solução do solo (Bhatti et al., 1998; Novais e Smyth, 1999).

O menor valor de mediana foi verificado na Capoeira com  $0,05 \mu\text{M L}^{-1}$  (Tabela 2). Em ecossistemas florestais dos trópicos úmidos, a fitomassa e a serapilheira retêm grande parte dos nutrientes circundantes como  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$ , enquanto que outros se acumulam mais no solo, como ocorre com o N e P. O fato dos nutrientes N e P se acumular mais no solo do que no material em decomposição, representa uma ciclagem de nutrientes eficiente em ecossistemas florestais (Moreira e Siqueira, 2006).

De acordo com a Figura 6, inicialmente na Roça [RQ] houve um valor elevado ( $8,87 \mu\text{M L}^{-1}$  em 26-Jan-2010) de  $\text{PO}_4^{3-}$  e uma queda brusca posterior. É possível notar também uma baixa entrada desse ânion pela água da chuva que apresentou um valor máximo de  $5,70 \mu\text{M L}^{-1}$  [em 11-mar-2010].



**Figura 6.** Precipitação acumulada (mm) e comparação das concentrações de Fósforo ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), avaliadas nas amostras de água da chuva e nos diferentes ecossistemas em cada evento de coleta.

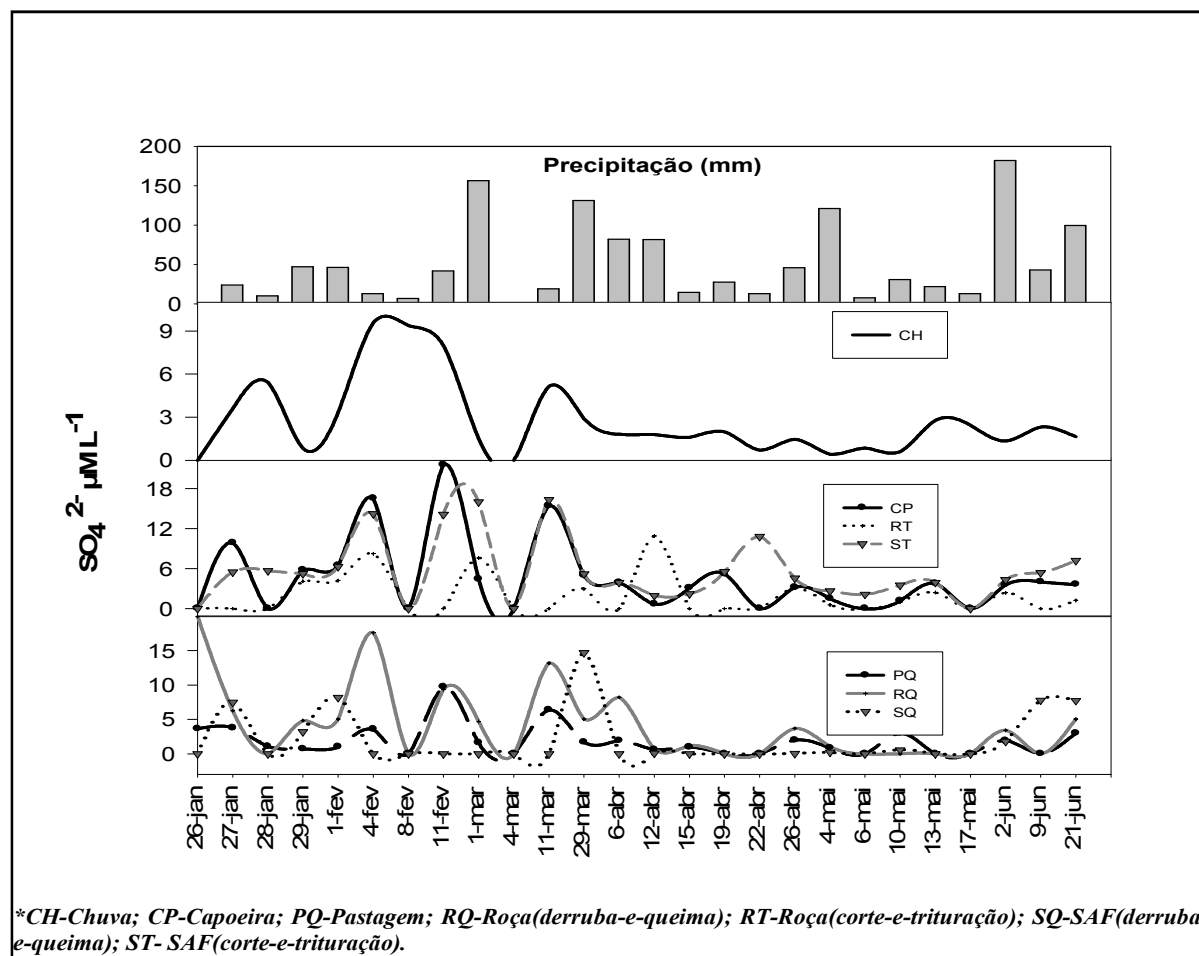
O preparo convencional por meio de derruba-e-queima é um processo pelo qual o fósforo é disponibilizado de forma imediata para as plantas, apresentando em curto prazo aumento na concentração por efeito da deposição das cinzas, porém ao longo do tempo a disponibilidade de P diminui (Falesi, 1976; Coutinho, 1982; Pivelo e Coutinho, 1992). Cavalcanti (1978), em áreas de cerrado, verificou também aumentos nos conteúdos de  $\text{PO}_4^{3-}$  nas camadas mais superficiais (5cm), por efeito da deposição das cinzas. Sommer et al. (2004) avaliando o efeito da derruba-e-queima em



um sítio de 3,5 anos no estoques de nutrientes, detectaram perda da 90% de P por volatilização após a queima.

A concentração mediana de  $\text{PO}_4^{3-}$  na Pastagem foi baixa ( $0,06 \mu\text{M L}^{-1}$ ). Esse ecossistema também apresentou um pH de 5,52 (Figura 5) considerado ácido, típico de solos latossolos amarelos (Vieira e Santos, 1987). A fixação de  $\text{PO}_4^{3-}$ , ou seja, a baixa disponibilidade desse nutriente para o sistema é maior em solos com pH ácido. Segundo Dias-Filho (2007) a imobilização do fósforo disponível no solo devido à fixação geoquímica pode, em certos locais, desempenhar papel importante na ciclagem do P.

Para o sulfato durante as 26 coletas as maiores concentrações coincidiram com os dias de menor precipitação (Figura 7).



**Figura 7.** Precipitação acumulada (mm) e comparação das concentrações de Sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), avaliadas nas amostras de água da chuva e nos diferentes ecossistemas em cada evento de coleta.

As amostras de água da chuva apresentaram a menor concentração mediana de  $\text{SO}_4^{2-}$  ( $1,90 \mu\text{M L}^{-1}$ ) uma pequena faixa de variação nos valores máximos e mínimos de  $0,4 \mu\text{M L}^{-1}$  a  $9,6 \mu\text{M L}^{-1}$  (Tabela 2).

Na SAF [ST], os valores de concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$ , demonstraram diferença estatística com os valores da Pastagem [PQ] e com as amostras de água da chuva [CH] (teste de *Kruskal wallis*;  $p < 0,05$ ). Os demais tratamentos não apresentaram diferença ao nível de 5% de significância (Tabela 2). As maiores faixas de variação da concentração de sulfato ocorreram na Capoeira [CP],  $0,7 \mu\text{M L}^{-1}$  a  $21,5 \mu\text{M L}^{-1}$ , e na Roça [RQ],  $0,7 \mu\text{M L}^{-1}$  a  $20,0 \mu\text{M L}^{-1}$ . Os maiores valores de mediana aconteceram na SAF [ST],  $5,3 \mu\text{M L}^{-1}$ , e na Roça [RQ],  $5,1 \mu\text{M L}^{-1}$  (Tabela 2).

Na Pastagem [PQ] ocorreu a menor faixa de variação de durante os eventos,  $0,6 \mu\text{M L}^{-1}$  a  $9,7 \mu\text{M L}^{-1}$  (Figura 7). E o menor valor médio mínimo ao longo dos eventos foi encontrado na SAF [SQ] (derruba-e-queima) de  $0,1 \mu\text{M L}^{-1}$  [26-Abr-2010] (Figura 7).

A grande faixa de variação do  $\text{SO}_4^{2-}$  encontrado na Capoeira [CP] pode ser atribuída a grande quantidade de material orgânico e a intensa atividade microbiana. De acordo com Odum (1988), a produção primária é responsável pela incorporação de sulfato na matéria orgânica e os fatores de formação do solo, como o clima e a vegetação, influenciam na formação do  $\text{SO}_4^{2-}$ . Que ocorre em grande quantidade no solo e nos sedimentos e em menor quantidade na atmosfera (Lenzi et al., 2009; Odum, 1988).

Além do que, um ecossistema florestal absorve  $\text{SO}_4^{2-}$  advindo diretamente do oceano quando localizado relativamente próximo (Odum, 1988). Como já foi citado anteriormente a área de estudo é próxima ( $> 100 \text{ km}$ ) do oceano Atlântico. Confirmando, Figueiredo et al. (2010) encontraram razões, muito próximas ao sal marinho, do  $\text{SO}_4^{2-}$  associado ao sódio no local mais próximo do oceano (Igarapé-Açu/PA) em estudos da composição química da água da chuva.

Infere-se pelos altos valores da Roça [RQ] que a queima influenciou na disponibilidade de  $\text{SO}_4^{2-}$ , pois na primeira coleta que ocorreu logo após a área ser queimada verificou-se uma alta concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  de  $20,0 \mu\text{M L}^{-1}$  [26-Jan-2010]. Na SAF [ST] a adubação feita anos antes com cinzas, proveniente da combustão de biomassa, pode ter influenciado a concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  na área, já que esse ânion também é resultante da combustão de combustíveis fósseis e biomassas. A SAF [SQ] que passou por um processo de queima há 7 anos e a Pastagem [PQ] queimada há 10 anos, e não foram adubadas com cinzas, não apresentaram o mesmo nível de concentração de sulfato na água de escoamento superficial.

Krusche et al. (2005) avaliando os efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia, observaram que em áreas em que a porcentagem de desflorestamento era maior (30 a 75 %) o nível de concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  também era grande. Estudos conduzidos por Ometto et al. (2000) também encontraram o mesmo padrão em uma microbacia com plantio de cana-de-açúcar (62%), pastagem (22%) e centros urbanos (10%).

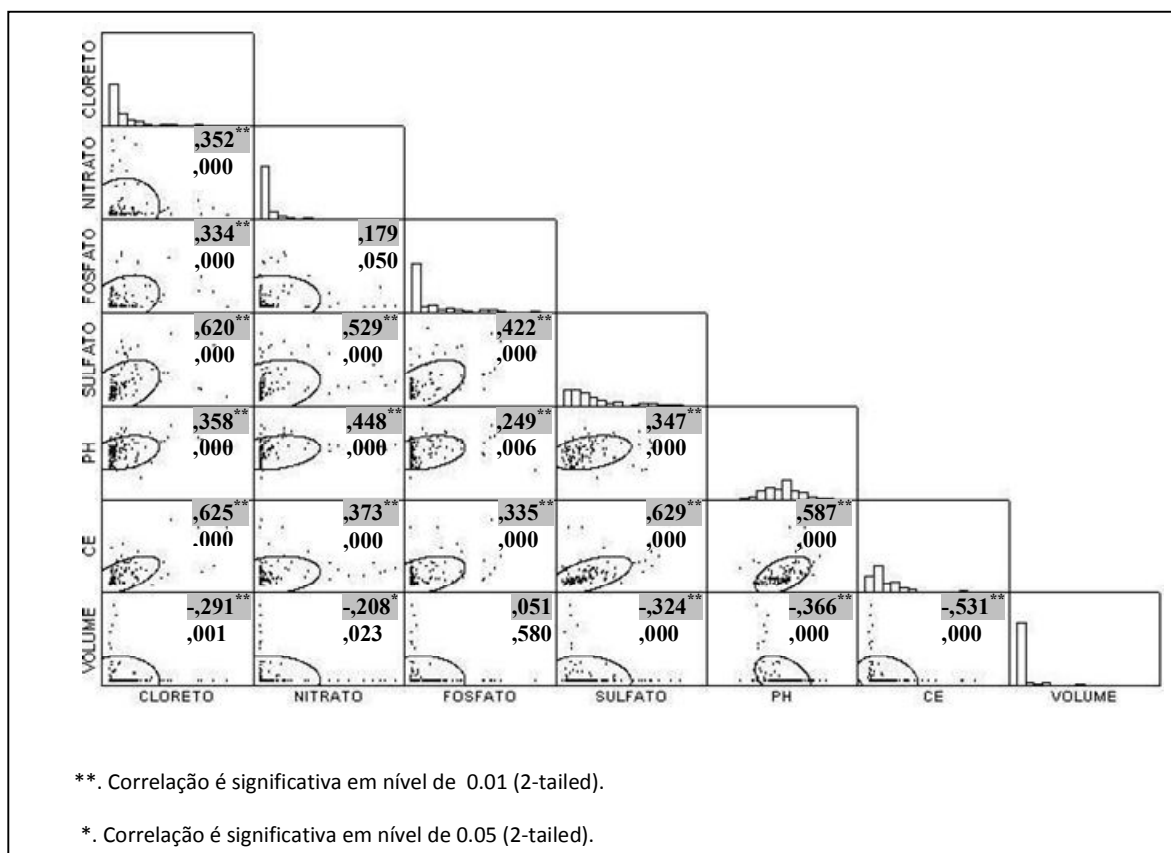
As amostras de água da chuva apresentaram 10,29% da somatória da concentração total dos aniões avaliados apresentando valores de soma médios e baixos em relação aos ecossistemas. A Roça [RT] apresentou 6% da somatória total ocorrendo baixos valores para cloreto, nitrato, sulfato e fosfato. Tal fato pode ter ocorrido devido ao processo de imobilização dos nutrientes, pois a área passou pelo processo de corte-e-trituração dias antes do período de coleta, tempo insuficiente para decomposição da cobertura morta deixada na área e liberação dos nutrientes. No sistema de corte e trituração, a liberação dos nutrientes retidos na biomassa da capoeira depende da decomposição do material vegetal triturado, e na fase inicial após a trituração ocorre imobilização de nutrientes (Kato et al., 2010; Cattanio, 2002).

Todos os dados hidrogeoquímicos gerados nesse experimento foram submetidos à análise de correlação pelo teste de *Spearman* (Figura 8). Dessa forma, o coeficiente de correlação simples ( $\rho$ ), que indica a interrelação existente entre pares de variáveis, foi altamente significativo e positivo entre o pH e a CE ( $\rho = 0,587^{**}$ ), sugerindo influência dos íons dissolvidos nos níveis de potencial hidrogeniônico da água. Com os ânions o pH apresentou correlação moderada, positiva e significativa, sendo o maior valor com o nitrato ( $\rho = 0,448^{**}$ ).

A condutividade elétrica (Figura 8) apresentou correlação positiva e altamente significativa com o cloreto ( $\rho = 0,625^{**}$ ) e sulfato ( $\rho = 0,629^{**}$ ) e negativa com o volume ( $\rho = -0,531^{**}$ ). Sendo moderada, positiva e significativa com o nitrato e o fosfato.

Comprovadamente a condutividade reflete a presença de íons dissolvidos em água servindo com um bom parâmetro para avaliações de qualidade de água e o aumento do volume tende a diminuir a condutividade influenciando na diluição dos íons.

O volume apresentou correlação negativa e significativa com todos os parâmetros físico-químicos avaliados, menos com o fósforo que foi muito baixa e sem significância ( $p=0,051$ ). Isso prova a baixa mobilidade desse nutriente (Figura 8).



**Figura 8.** Valores dos coeficientes de correlação de *Spearman* entre as variáveis estudadas no experimento.

Entre os ânions houve correlação positiva, altamente significativa do sulfato com o cloreto ( $\rho = 0,620^{**}$ ) e com nitrato ( $\rho = 0,529^{**}$ ) e moderadamente com o fósforo. O fósforo apresentou correlação baixa e não significativa com o nitrato (Figura 8).

Dessa forma fica claro que, fatores climatológicos, variáveis hidrológicas e atividades antrópicas alteram as características do ecossistema natural, determinam a composição química das águas que escoam superficialmente nas bacias hidrográficas. Assim, a composição química da água começa no seu trajeto atmosférico, quando as partículas sólidas e os gases atmosféricos de várias origens são dissolvidos pelas águas que caem sobre a superfície da terra, principalmente em forma de chuva.

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo que permitiu caracterizar as diferenças nas concentrações dos ânions cloreto, sulfato, nitrato e fósforo presentes no material dissolvido transportado pela chuva e pelo escoamento superficial em solos de diferentes ecossistemas na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense. A interferência negativa do tempo decorrido do preparo de área nos sistemas estudados aponta para a necessidade de atenção a essa questão nos estudos dessa natureza.

Enquanto a concentração de cloreto e o sulfato foi influenciada também pelas variações pluviométricas, os outros dois íons – nitrato e fósforo – parecem estar mais diretamente relacionados ao manejo dos ecossistemas avaliados, destacando-se o uso ou não uso do fogo no preparo de área.

Dessa maneira, a maior presença de nitrato e fosfato no escoamento superficial reflete a menor disponibilidade deles em áreas agrícolas onde a queima é realizada.

## 5. 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.
- 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**, INPA: Manaus, 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**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.
- BAYER, C. Manejando os solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e subtropicais. **FERTBIO**, 26., 2004, Lages, **Anais...** Lages: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM.
- 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.
- BHATTI, J. S.; COMERFORD, N. B.; JOHNSTON, C. T. Influence of oxalate and soil organic matter on sorption and desorption of phosphate onto a Spodic horizon. **Soil Science Society American Journal**, v. 62, p.1089-1095, 1998.
- CAMPOS, Z. E. S. **Parâmetros físico-químicos em igarapé de água clara e preta ao longo da rodovia BR-174 entre Manaus e Presidente Figueiredo – AM**, 1994, 90f. Dissertação (Mestrado - Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - INPA, Manaus, 1994.
- CATTANIO, J. H. **Soil N mineralization dynamics as affected by pure and mixed application of leafy material from leguminous trees used in planted fallow in Brazil**, 2002, 125f. Tese (Doutorado em *Agricultural Sciences*) - Faculty of Agricultural Sciences, Göttingen-Germany, 2002.
- CAVALCANTI, L.H. **Efeito das cinzas resultantes da queimada sobre a produtividade do estrato herbáceo subarbustivo do Cerrado de Emas**, 1978, 219f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências - USP, São Paulo, 1978.

- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Análise 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.
- CHARLEY, J. L., RICHARDS, B. N. **Nutrient allocation in plant communities: Mineral cycling in terrestrial ecosystems**. In: LANGE, O. L., NOBEL, P. S., OSMOND, C. A., ZEIGLER, H. (Eds.) **Physiological plant ecology**. New York: Springer-Verlag, 1983. p. 646.
- COSTA, N. L. Alternativas Agroflorestais para os Sistemas de Produção Agrícola e Pecuário da Amazônia Ocidental. **Revista Vinculando**, México, 2005.
- COUTINHO, L. M. **Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado**. In: HUNTLEY, B. J.; WALKER, B. H. (Ed.) **Ecology of Tropical Savannas**. New York: Springer-Verlag, 1982. p. 273-291.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.
- DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Normas e Recomendações Hidrológicas**. Anexo I – Pluviometria. Brasília: DNAEE, 1970. 94 p.
- FALESI, I. C. **Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira** (Boletim Técnico, 1). Belém: EMBRAPA-CPATU, 1976. 193 p.
- 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: LBA, 2006. p. 10-11.
- FIGUEIREDO, R. O.; MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E. A.; PIRES, C. D.; GERHARD, P. Rainwater chemistry in the Eastern Amazon along a Gradient from the Ocean. In: MEETING OF THE AMERICAS, 2010, Foz do Iguaçu, **Meeting of the Americas Supplement**. Washington: EOS TRANS. AGU, 2010. p. H42A-02
- FOSKET, D. E. **Plant Growth and Development: a Molecular Approach**. New York: Academic Press, 1994. 580p.
- FURCH, K. **Water chemistry of the Amazon Basin: the distribution of chemical elements among freshwaters**. In: SIOLI, H. (Ed.) **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht: Dr. W. Junk. Publishers, 1984. p. 167-169.
- GAILLARDET, J.; DUPRÉ, B.; ALLÉGRE, J.; NÉGREL, P. Chemical and physical denudation in the Amazon river basin. **Chemical Geology**, v. 142, p. 141-173, 1997.

- GERMER, S.; NEILL, C.; VETTER, T.; CHAVES, J.; KRUSCHE, A. V.; ELSENBEER, H. Implications of long-term land-use change for the hydrology and solute budgets of small catchments in Amazonia. **Journal of Hydrology**, v. 364, p. 349-363, 2009.
- GOMES, D.F. **Estudo hidrológico, isotópico e da dinâmica do nível estático das águas subterrâneas e superficiais da região de Limoeiro do Norte, Baixo Jaguaribe-Ceará**, 2005, 218f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2005.
- GONÇALVES, J. L. M. **Cinética de transformação de fósforo lábil em não lábil em amostras de solos de cerrado**, 1988, 62f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.
- HUNSAKER, C. T.; LEVINE, D. A. Hierarchical Approaches to the Study of Water Quality in Rivers. **BioScience**, v. 45, p. 193-203, 1995.
- 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.
- KATO, O. R.; KATO, M. D. S.; SÁ, T. D. 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.; 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.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492 p.
- 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.
- LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água - ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 604 p.
- LIMA, A. P.; LIMA, O. P.; MAGNUSSON, W. E.; HIGUCHI, N.; REIS, F. Q. Regeneration of five commercially-valuable tree species after experimental logging in an amazonian forest. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 567-571, 2002.
- 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**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 187-194, 2007.

- MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E. A.; FIGUEIREDO, R. O.; VICTORIA, R. L.; KRUSCHE, A. V. Control of cation concentrations in stream waters by surface soil processes in an Amazonian watershed. **Nature**, v. 410, p. 802-805, 2001.
- MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in amazonia. **Ecological Applications**, New York, v. 14, n. 4, p. S177-S199, 2004.
- MARTORANO, L. G. et al. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thorntwhite, Mather)**. Belém-PA: SUDAM/EMBRAPA-SNLCS, 1993. 55 p.
- 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.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV-DPS, 1999. 399 p.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.
- OKI, V. K. **Impactos da colheita de *Pinus taeda* sobre o balanço hídrico, a qualidade da água em microbacias**, 2002, 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- OLIVEIRA, C. D. S. **Percepção de agricultura familiar na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração**, 2002, 129f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2002.
- 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**, Jaboticabal, vol. 25, n. 1, p. 126-136, 2005.
- OMETTO, J. P. H. B.; MARTINELLI, L. A.; BALLESTER, M. V.; GESSNER, A.; KRUSCHE, A. V.; VICTORIA, R. L.; WILLIAMS, M. Effects of land use on Water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, south-east Brazil. **Freshwater Biology**, v. 44, p. 327-337, 2000.
- 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.
- PIVELLO, V.R.; COUTINHO, L. M. Transfer of macro-nutrients to atmosphere during experimental burnings in an open Cerrado. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, p. 487-497, 1992.

- 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.
- 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.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. **Boletim de Análise e Previsão Climática** (Julho), Belém, v. 4, n. 43, 2010e.
- RICHEY, E. J. et al. 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. et al. Estudo Paleoambiental 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.
- SANTOS, U. M.; BRINGEL, S. R. B.; RIBEIRO, M. N. G.; SILVA, M. N. P. Rios da Bacia Amazônica. II. Os afluentes do rio Branco. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 15, p. 147-156, 1985.
- SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEAUX, P.; LIMA, J. M.; CARVALHO, A. M. Rotação adubo verde – milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 32, p. 649-654, 1997.
- SILVA, M. G. M. da et al. 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.
- SOMMER, R. et al. 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.
- STANFORD, G.; PIERRE, W. H. **Soil management practices in relation to phosphorus availability and use**. In: PIERRE, W. H.; NORMAN, A. G. (Ed.) **Soil and fertilizer phosphorus in crop nutrition**. New York: Academic Press, 1953. p.243-280.



- SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém: SUDAM/PHCA, 1984. 125p.
- SWANK, W. T. **Stream chemistry responses to disturbance**. In: SWANK, W.T.; CROSSLEY, D. A. J. R. (Eds.) **Forest Hydrology and Ecology at Coweeta. Ecological Studies vol. 66**, New York: Springer-Verlag, 1988. p. 339-357.
- UHL, C.; JORDAN, C. F. Succession and nutrient dynamics following forest cutting and burning in Amazonia. **Ecology**, v. 65, p. 1476-1490, 1984.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. **Amazônia seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 416 p.
- VITOUSEK, P. M.; MELILLO, J. Nitrate losses from disturbed ecosystems. **Science**, v. 204, n. 4392, p. 469-474, 1979.
- WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest ecosystems: concepts and management**. San Diego: Academic, 1985. 340 p.
- WILLIAMS, M. R.; MELACK, J. M. Solute export from forested and partially deforested catchments in the central Amazon. **Biogeochemistry**, v. 38, p. 67-102, 1997.

# **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>	Bignoniaceae	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>	Bignoniaceae	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			(Fonte: DENICH, 1991)	

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

<b>Nº</b>	<b>espécies</b>	<b>Família</b>	<b>kg/ha</b>	<b>%</b>
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 envio de trabalhos da revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science (Ambi-água), 2011.

### CONDIÇÕES PARA ENVIO DOS TRABALHOS:

I- O trabalho deverá ser original, destinado exclusivamente à *Ambi-Água* (Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science)

II- Os artigos poderão ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

III- Os trabalhos encaminhados à revista serão avaliados pelo Conselho Editorial e Consultores Ad Hoc, conforme a sua especialidade, segundo os seguintes critérios:

- o a) conteúdo técnico-científico;
- o b) relevância científica;
- o c) clareza e qualidade da redação;
- o d) qualidade e adequação do referencial teórico utilizado.

IV- A cada edição, o Corpo Editorial selecionará, dentre os artigos considerados favoráveis para a publicação, aqueles que serão publicados por atenderem aos critérios acima.

### DETALHES DE FORMATAÇÃO E REDAÇÃO:

O artigo deverá ser submetido em formato texto (MS Office Word ou Open Office ou excepcionalmente para redução de tamanho de memória em pdf), não restringido por password para permitir edição. A publicação final será em pdf com restrição de cópia para preservação dos direitos autorais. O artigo deve ser submetido com as seguintes características:

- Tamanho da página: equivalente ao tamanho do papel A4 (210 x 297mm);
- Margens (superior, inferior, esquerda e direita): 2,5cm;
- Fonte: Times New Roman, 12, espaço entre-linhas simples, em uma única coluna;
- Tamanho: de preferência entre 4.000 e 8.000 palavras incluindo tabelas e figuras. Entretanto, artigos maiores ou menores poderão ser aceitos.
- Língua (Português, Inglês ou Espanhol):
  - o Nos artigos em português ou espanhol, o título, o resumo e as palavras-chave deverão ser escritos também em inglês; e artigos em espanhol e em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão ser escritos também em português.
- Primeira página: deverá conter o título do trabalho, nome completo dos autores, afiliação, e-mail, o resumo e as palavras-chave, separadas por "ponto e vírgula" e um ponto final após a última palavra-chave.

**Tabelas e Figuras:** deverão ser numeradas com algarismos arábicos consecutivos, indicados no texto e anexados no local do artigo mais próximo da chamada. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior antecedidos da palavra Figura (notar a primeira letra maiúscula), um espaço, mais o seu número de ordem, um ponto e espaço de um caracter, 11, justificado, tabulado nos limites da figura. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecedidos da palavra Tabela (notar a primeira letra maiúscula), um espaço, mais o seu número de ordem, um ponto e espaço de um caracter, 11, justificado, tabulado nos limites da tabela. Nas Figuras e Tabelas, quando houver uma fonte de referência, a palavra "Fonte:" vem na parte inferior, seguida da referência, 10, justificado, tabulado nos limites da tabela ou figura. Tabelas, figuras e a fonte terminam sempre com ponto final. As figuras poderão ser coloridas, se necessário, porém, atentar para que o tamanho do arquivo não fique grande; tamanho ideal de arquivo é de ~500KB, caso o seu arquivo esteja maior, verificado em propriedades do arquivo, use técnicas de redução de imagens, por meio de reamostragem, número de bits por pixel, etc. Arquivos até 2MB poderão ser aceitos, porém, arquivos menores são desejáveis.

É possível inserir várias imagens em documentos sem deixar os arquivos tão grandes e com riscos de se corromperem, basta seguir as dicas abaixo:

Utilize arquivos de imagem em formato JPG, JPEG, PNG ou GIF. Estes arquivos costumam ter bons padrões de qualidade e não consomem muito espaço em disco e memória;

Para inserir as figuras, não use Copiar/Colar (ou Ctrl+C/Ctrl+V);

Salve em seu computador as imagens que deseja inserir no documento;

Em seguida, acesse a opção de menu disponível para inserção de imagem do seu editor de texto (Ex: no MSWord e OpenOffice selecione a opção Inserir/Figura/Do arquivo) e localize a imagem que deseja inserir no documento. Para finalizar, insira a imagem selecionada no texto.

Essas dicas serão úteis para que o arquivo em anexo possa ser importado com sucesso.

**Estrutura do artigo:** o artigo em PORTUGUÊS deverá seguir a seguinte seqüência: TÍTULO em português, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios), Autores, 12, negrito, centralizado, afiliação, com endereço completo e e-mail, 10, centralizados, com um ponto final após o último e-mail, RESUMO (seguido de Palavras-chave), TÍTULO DO ARTIGO em inglês, ABSTRACT (seguido de keywords); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO; 4. CONCLUSÃO; 5. AGRADECIMENTOS (se for o caso); e 6. REFERÊNCIAS, com parágrafo justificado à esquerda e à direita e com recuo à direita, especial, deslocamento 1cm e espaçamento entre linhas de 8 pt. Consulte o "[Formulário para Avaliação](#)" para verificar o conteúdo esperado de cada seção.

O artigo em INGLÊS deverá seguir a seguinte seqüência: TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords); TÍTULO DO ARTIGO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL AND METHODS; 3. RESULTS AND DISCUSSION; 4. CONCLUSIONS; 5. ACKNOWLEDGEMENTS (se for o caso); e 6. REFERENCES.

O artigo em ESPANHOL deverá seguir a seguinte seqüência: TÍTULO em espanhol; RESUMEN (seguido de Palabras-llave), TÍTULO do artigo em português, RESUMO em português (seguido de Palavras-chave); 1. INTRODUCCIÓN (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIALES Y METODOS; 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN; 4. CONCLUSIONES; 5. RECONOCIMIENTO (se for o caso); e 6. REFERENCIAS.

**Unidades de medida:** não deverão ter espaço após o número.

**Títulos (RESUMO, 1. INTRODUÇÃO, 2. MATERIAL E MÉTODOS, etc.):** letras maiúsculas, 14, negrito, alinhado à esquerda.

**Subtítulos:** quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecedidos de dois números arábicos colocados em posição à esquerda, separados e seguidos por ponto, 12, negrito, alinhados à esquerda.

**Resumo:** deverá conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma seqüência corrente de frases em um único parágrafo e conter, no máximo, 250 palavras.

No texto, as citações deverão seguir as recomendações da ABNT-NBR 10520 com as seguintes especificidades: colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, seguido do ano separado por vírgula. Mais do que um autor, separam-se os sobrenomes por ponto e vírgula. As referências utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de níveis A/B do Qualis CAPES, cerca de, pelo menos, 15 referências seriam esperadas.

**Exemplos de como citar:** Jones (1979), Jones e Smith (1979) ou (Jones, 1979; Jones; Smith, 1979), dependente da construção da sentença. Mais de dois autores: Jones et al. (1979) ou (Jones et al., 1979). Comunicações pessoais ou dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências e sim no texto, entre parênteses (Jones, comunicação pessoal, 1979).

**Referências:** Seguirão as recomendações da ABNT-NBR 6023.

**Exemplos de como escrever as referências bibliográficas:**

- o **Livros:**  
FALKNER, E. **Aerial Mapping: methods and applications.** Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 322 p.
- o **Capítulos de livros:**  
WEBB, H. Creation of digital terrain models using analytical photogrammetry and their use in civil engineering. In: **Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering.** New York: McGraw-Hill, 1991. p. 73-84.

#### Artigos em Periódicos Científicos:

HADDAD, E.; SANTOS, C. L. dos; FRANCO JR., R. S. Novas perspectivas sobre o Instituto da desapropriação: a proteção ambiental e sua valoração. **Fórum de direito urbano e ambiental,** Belo Horizonte, ano 6, n. 31, p. 17-25, jan./fev. 2007.

MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. **Journal of Forestry,** Washington, v. 80, n. 1, p. 15-17, 1982.

Observar que é fundamental identificar a cidade da edição.

#### Trabalhos apresentados em eventos (Impresso):

DAVIDSON, J. M.; RIZZO, D. M.; GARBELOTTO, M.; TJSVOLD, S.; SLAUGHTER, G. W. Phytophthora ramorum and sudden oak death in California: II Transmission and survival. In: SYMPOSIUM ON OAK WOODLANDS: OAKS IN CALIFORNIA'S CHANGING LANDSCAPE, 5. 23-25 oct. 2001, San Diego. **Proceedings...** Berkeley: USDA Forest Service, 2002. p. 741-749.

#### Trabalhos apresentados em eventos (meio eletrônico):

COOK, J. D.; FERDINAND, L. D. 2001. Geometric fidelity of Ikonos imagery. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 23-27 apr., St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: ASPRS, 2001. 1 CD-ROM.

#### Teses e Dissertações:

AFFONSO, A. G. **Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup>**, 2003, 120f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

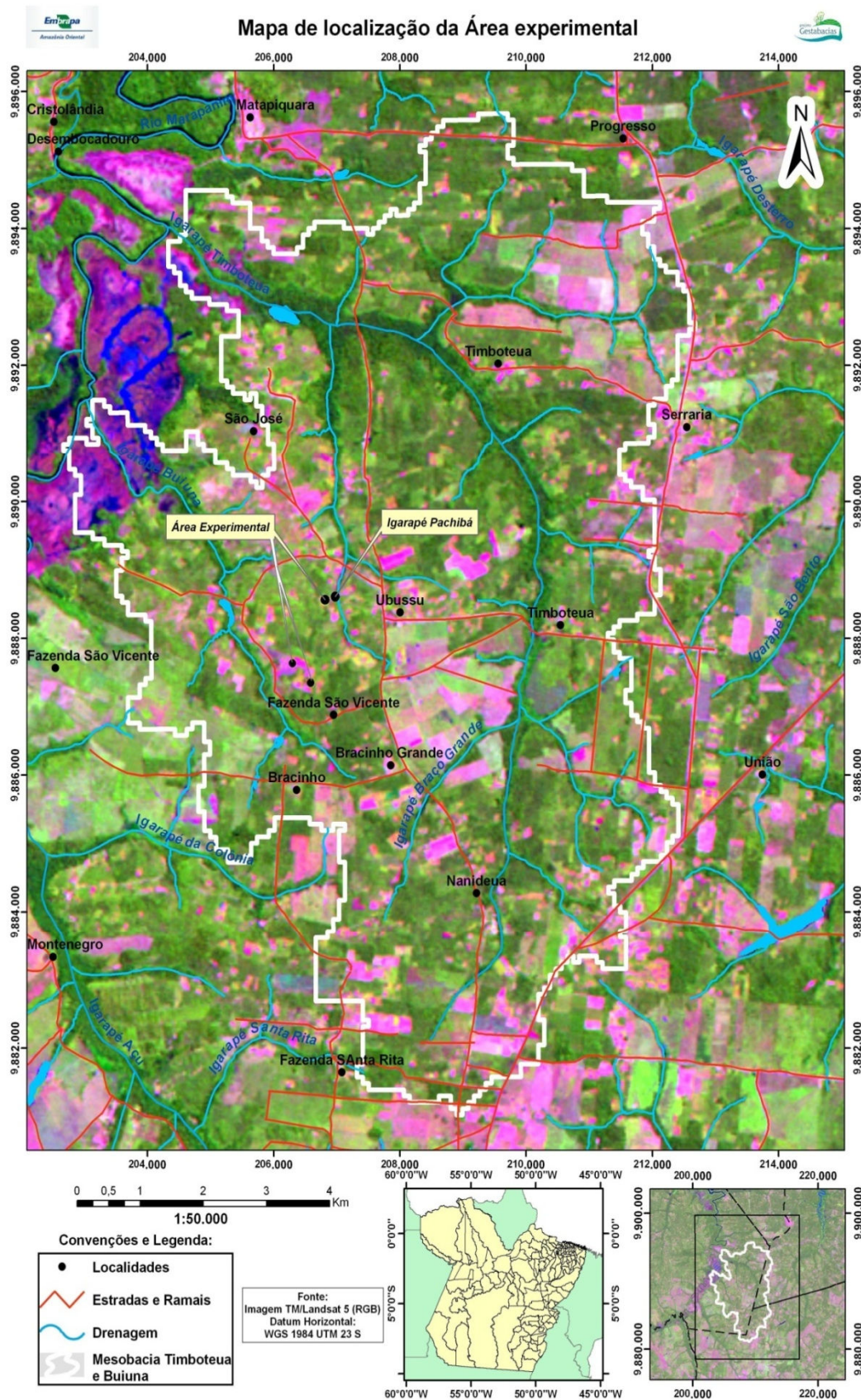
#### Referências de sites na Internet:

DIAZ, H. F. Precipitation trends and water consumption in the southwestern United States. In: United States Geological Survey, 1997, Reston. **Web Conference...** Disponível em: <<http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/diaz/>>. Acesso em: 15 maio 2002.

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/atual.htm>>. Acesso em: 8 mar. 1999.

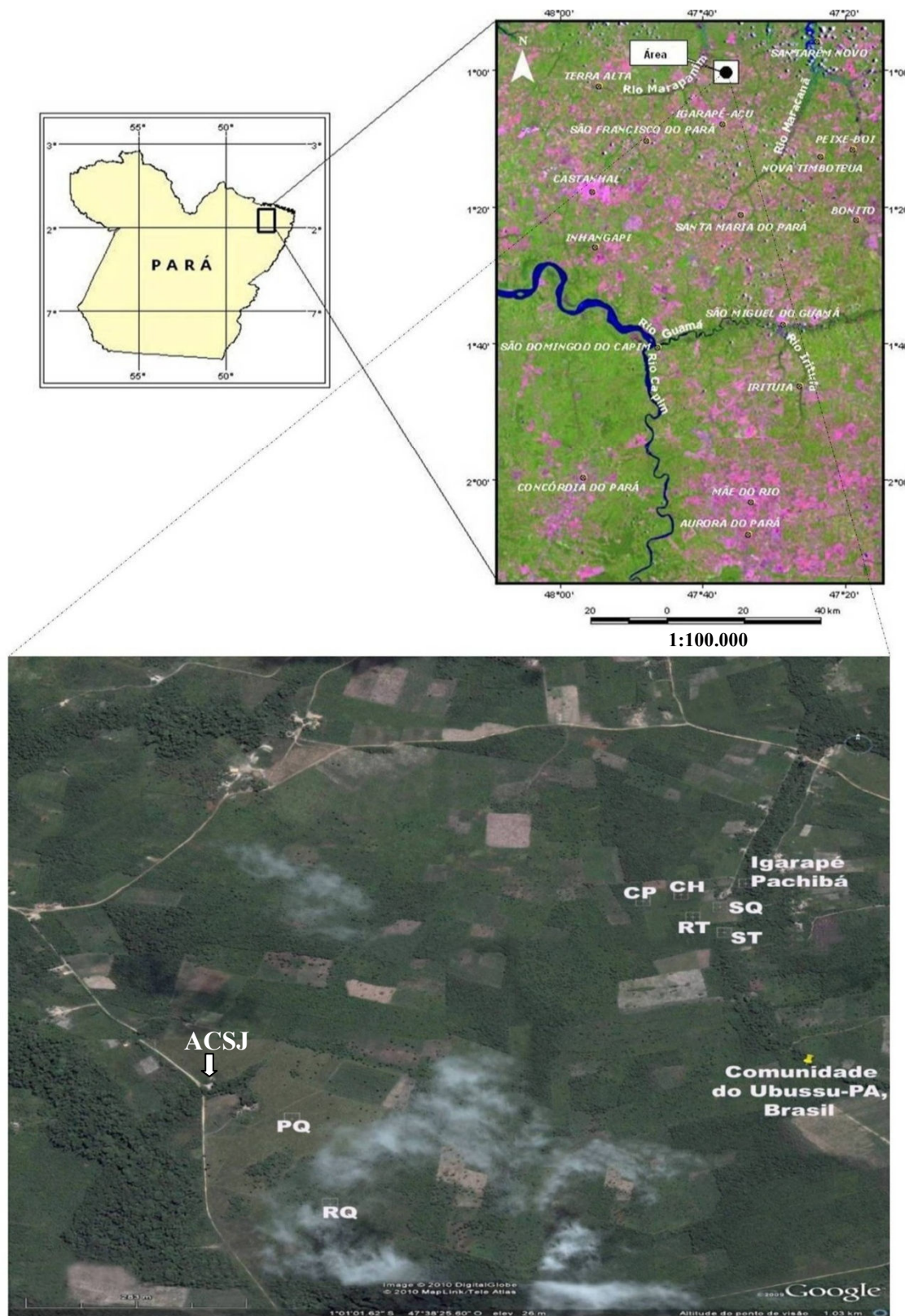
# **APÊNDICES**

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





**APÊNDICE B – Pontos dos seis diferentes ecossistemas plotados no *Google Earth*, Mesobacia Timboteua e Buiuna- Marapanim-PA-Brasil.**



\*Associação Comunitária de São João (ACSJ); CP-capoeira; SQ-Sistema agroflorestal (derruba-e-queima); RT-Roça (corte-e-trituração); ST-Sistema agroflorestal (corte-e-trituração); RQ-Roça (derruba-e-queima); PQ-Pastagem; CH-local de coleta de água da chuva.

**APÊNDICE C – Ecossistemas avaliados na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna para coleta de escoamento superficial no solo.**



**Ecossistema de floresta sucessional - “Capoeira” [CP]**



**Sistema agroflorestal [SQ] (derruba-e-queima)**



**Sistema agroflorestal [ST] (corte-e-trituração)**

**APÊNDICE D – Ecossistemas avaliados na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna para coleta de escoamento superficial no solo.**



**Agroecossistema de Roça [RQ] (derruba-e-queima)**



**Agroecossistema de Roça [RT] (corte-e-trituração)**



**Agroecossistema de Pastagem [PQ]**

## **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.