



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

**ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM
TRECHOS DE RIOS DE DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NA MESO
REGIÃO DE SANTARÉM-PA**

FRANK LEONE DE SOUSA PANTOJA

Santarém, Pará
Outubro, 2015

FRANK LEONE DE SOUSA PANTOJA

**ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM
TRECHOS DE RIOS DE DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NA MESO
REGIÃO DE SANTARÉM-PA**

ORIENTADOR: DR. JOSÉ MAURO SOUSA DE MOURA
(Prof. Universidade Federal do Oeste do Pará)

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais da Amazônia, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia.

Área de concentração: Processos de Interação da Biosfera e Atmosfera.

Santarém, Pará
Outubro, 2015

ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM TRECHOS DE RIOS DE DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NA MESO REGIÃO DE SANTARÉM-PA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais da Amazônia, Área de Concentração: Ciências Ambientais. Aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia, nível mestrado, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, em 08 de Outubro 2015. Prof. Dr. Troy Patrick Beldini. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ)

Coordenador do PGRNA

Apresentada à Comissão Examinadora, integrada pelos Professores:

Prof. Dr. Paulo Taube (Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPa)

Examinador (1)

Prof. Dr. Prof. Dr. Raimundo Cosme de Oliveira Junior (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA)

Examinador (2)

Prof(a). Dr. Troy Patrick Beldini (Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPa)

Examinador (3)

Santarém, Outubro, 2015

COLAR A REFERÊNCIA DA BIBLIOGRAFIA DESSE TRABALHO

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Gerusa e meus filhos Rafael e Vitor, pelo apoio e compreensão no momento de superação e nas ausências. Aos meus pais Neves e Chardival e a Professora Maria Antônia Vidal, que juntos, sempre torceram e apoiaram nessa viagem fantástica que é a busca do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, por me ter abençoado com saúde, energia e sabedoria para alcançar esse momento, essa conquista;

Agradeço ao Prof. Dr. José Mauro que aceitou orientar esse trabalho, mesmo, sendo Frank Pantoja de uma área correlata, de Ecologia de floresta, e ainda todas as limitações inerentes ao ambiente extra-curso.

Agradeço imensamente ao Professor Dr. Cosme por ter me acolhido durante este período de mestrado e por acreditar nesse trabalho, pelos ensinamentos, pelo suporte técnico e acima de tudo pelo respeito e atenção dispensados a mim, durante a pesquisa;

Agradeço à minha esposa Gerusa que esteve sempre do meu lado durante esse período, discutindo junto comigo, dando dicas e conselhos e ajuda sempre que precisei;

Agradeço aos meus amados pais Zélia e Chardival por toda energia positiva, pelas palavras de força, pelos sacrifícios que fizeram para me ajudar na conquista desse título, aos meus irmãos que mesmo distantes incentivaram e sempre acreditaram que pudéssemos chegar mais longe;

Agradeço a Professora Maria Antônia por ser, junto com meus pais, pessoa que mais incentivou e acreditou que poderíamos ir além, e por todo auxílio nas superações de dificuldades durante o curso.

Agradeço ao CNPQ, pela bolsa de estudos a mim disponibilizada, durante o período do curso;

Agradeço a EMBRAPA e a Rede AgroHidro – Santarém pelo apoio, suporte para transporte e apoio com equipamentos;

Agradeço a SUSTHENTAR por me disponibilizar horários para a realização deste trabalho, e aos colegas de trabalho Diana Colares, Amanda Garcia, Jardriana Oliveira e Athaulpa Hoyos, pelo apoio em vários momentos durante o curso;

Agradeço a ajuda valiosa de Paulo Brasil, que dedicou horas/dias de seu tempo para prestar colaboração nas análises estatísticas desse trabalho.

Agradeço Max Tatsuhiko Mitsuya, acadêmico da UFOPa e bolsista PIBIC, que auxiliou em todas as análises efetuadas nesta pesquisa.

Agradeço a Henrique Cursino pelo auxílio na elaboração das cartas imagem e mapas, nas contribuições e compartilhamento de conhecimentos;

Agradeço à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia -PGRNA da Universidade Federal do Oeste do Pará pelo apoio; Agradeço a todos os Professores que ministraram as disciplinas que possibilitaram um aumento do conhecimento colaborando em muito para o desenvolvimento de todos os trabalhos;

Agradeço aos amigos de curso em especial aos queridos Wayka Preston e José João pela coragem e posturas diante das situações do curso, e aos demais colegas do mestrado, pelo compartilhamento de experiências e por essa eterna amizade que se formou.

Agradeço a todos os amigos contribuíram direta ou indiretamente com este trabalho
Muito Obrigado!

Pantoja, Frank Leone de Sousa. **Análise da concentração de nutrientes em trechos de rios de duas bacias hidrográficas com diferentes coberturas vegetais na meso região de Santarém-pa.** Dissertação Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Processos de Interação da Biosfera e Atmosfera. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Santarém, Pará, 2015

RESUMO

A alteração da cobertura florestal provoca impactos sobre os solos, na biodiversidade e sobre as águas das bacias. O objetivo deste trabalho é quantificar a concentração de nutrientes dissolvidos na água, considerando as diferenças quanto ao uso e cobertura do solo, bem como a influência das mudanças hidrológicas sazonais. Foram analisados trechos dos rios Moju e rio branco, localizados na mesorregião de Santarém-PA, Amazônia, Brasil. O Sistema de Informação Geográfica utilizado para a classificação de imagens foi o Software ArcGis. A quantificação das concentrações dos íons foi determinada, com o uso de um fotômetro multiparamétrico marca HI 83200. A avaliação da precipitação total mensal foi obtida através da estação meteorológica operante: BELTERRA - PA (OMM: 82246). Os resultados da classificação de áreas mostraram que a bacia do rio Moju possui uma área total de 215.466,59 ha, dos quais 86,51% são cobertos por Florestas densas, 4,25% por florestas secundárias, 5,40% por pastagens, 2,51 por agropecuária e outras áreas não identificadas. A área total da bacia do rio Branco é de 104.291,29ha com 80,27% de floresta densa, 6,93% de florestas secundárias, 7,82% de pastagens e 3,23% de áreas para agropecuária e outras áreas não identificadas. A análise descritiva da variação de nutrientes indicou que alguns nutrientes têm uma variação característica em determinados trechos dos rios e conforme o período. O cobre atingiu pico de concentração no período chuvoso. Os outros nutrientes apresentaram os picos, também, no período chuvoso em diferentes trechos. O ferro, no rio Branco, fosfato no trecho do rio Jatuarana, o magnésio no trecho do rio Moju BR 163, enquanto o potássio mostrou picos de maior concentração nos rio Moju Soraya, BR 163, Ramal km 101 e Raimundo. O nitrato atingiu pico de concentração no Mojú BR 163 rio, o cálcio no trecho do rio Branco. Já s análises para o nutriente zinco mostraram picos de concentração no período menos chuvoso nos trechos dos rios Moju BR 163 e ramal Km 101.. A análise de correlação entre precipitação total mensal e a concentração de nutrientes concluiu que existem fortes correlações positivas para Cobre, Fósforo e Cálcio, e, fortes correlações negativas para potássio e zinco. Foram identificadas, também, diferenças significativas de concentração de nutrientes entre período chuvoso e não chuvoso nos trechos do rio Moju BR 163 para cobre que apresentou maior concentração no período mais chuvoso e zinco no período menos chuvoso. Enquanto que, no rio Moju BR 163, maior concentração foi registrada para o nitrato no período chuvoso.

Palavras – Chave: Nutrientes. Uso do solo. Rios. Bacia hidrográfica. Variação hidrológica.

Pantoja, Frank Leone de Sousa. The analysis of the concentration of nutrients in stretches of rivers of two watersheds with different vegetation cover in the meso region of Santarém -pa Master Degree dissertation in Amazon Natural Resources. Postgraduate Program in the Amazon Natural Resources. Area of concentration: Interaction Process of the Biosphere and Atmosphere. Federal University of Western Pará - UFOPA. Santarém, Pará, 2015

ABSTRACT

The change of composition of the forest areas and the use of the soil over the Amazon and the mesoregion of Santarém are suffering from accelerated alteration due to the substitution of the traditional and rudimental agriculture techniques to the use of modern equipment and more advanced and automated agriculture. The alteration of the forest coverage causes impacts on the soil, biodiversity and the river basins. The objective of this work is to quantify the concentration of nutrients over the length of the Mojú and Rio Branco rivers considering the use of the soil, as well as the influence of seasonal hydrological changes. The system used for geographic information and image classification is the software ArcGis. The quantification of the concentrations of ions was determined by the liquid chromatography method, with the use of a Photometer multiparameter. The evaluation of monthly precipitation was obtained through the operating weather station: BELTERRA - PA (OMM: 82246). The area classification results showed that the Mojú river basin has a total area of 215,466.59 hectares, with 86.51% representing Dense forests, 4.25% of secondary forests, 5.40% of pastures, 2.51 % of agriculture and other non-identified areas. The total area of the Rio Branco river basin is 104.291,29 Hectares with 80.27% of dense forest, 6.93% of secondary forests, 7.82% of pasture areas and 3.23% of agriculture and other non-identified areas. The descriptive analysis of the variation of nutrients indicated that some nutrients have a characteristic variation in certain stretches of rivers and according to the period. Copper reaches peak concentration in the rainy season. The other nutrients showed peaks also in the rainy season in different sections. Iron in Rio Branco River, phosphate in the Jatuarana river stretch, the magnesium in the Moju BR 163 river stretch, while potassium showed peaks of highest concentration in Moju Soraya river, Moju BR 163 river, Moju Km 101 extension river and Moju Raimundo river. Nitrate reached peak concentration in the Mojú BR 163 river, the calcium in Rio Branco river stretch. However the analysis for the nutrient zinc showed peak concentrations in the less rainy season in parts of the rivers Moju BR 163 and Moju Km 101 extension. For the nutrient zinc, the results indicate that the higher the precipitation the lower the concentration of these nutrients. There is identification of significant differences in nutrient concentrations between the rainy and not rainy seasons, it was identified that this relationship occurred in the stretches of Mojú BR 163 river for copper with the highest concentration in the rainy season and zinc in less rainy season. Mojú BR 163 river for nitrate with the highest concentration over the rainy season.

Keywords: Nutrients, land use, river basins, precipitation.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Bacia hidrográfica.....	18
2.2 Composição química da água	20
2.3 Tipos de águas dos rios	21
2.4 Cobertura florestal e uso da terra	22
2.4.1 Histórico das características da cobertura florestal e uso do solo nas subáreas de influência norte/sul da BR 163	24
2.4.2 A agricultura tradicional de corte queima na região de Santarém	24
2.4.3 A Agricultura mecanizada na região de Santarém.....	26
2.4.4 A pecuária na região de Santarém	27
2.5 Características edafo-climáticas.....	29
2.5.2 Latossolo Amarelo	30
2.5.3 Gleissolos	31
2.5.4 Neossolos	32
2.5.5 Neossolo quartzarênico	32
2.6 Cobertura florestal e escoamento superficial.....	32
2.7 Ciclagem de nutrientes.....	34
2.8 Nutrientes-alvo do estudo: Características gerais	36
2.8.2 Nitrato	36
2.8.3 Fosfato.....	36
2.8.4 Cálcio, Magnésio e Potássio.....	37
2.8.5 Ferro	38
2.8.6 Cobre e Zinco	39
2.8.7 Mobilidade dos nutrientes	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1. Área de estudo.....	41
3.2. Seleção e localização dos trechos de coletas de amostras	42

3.3 Geomorfologia.....	45
3.4. Aspectos Fisiográficos da região	46
3.4.1 Clima.....	46
3.4.2 Índices da precipitação na região	46
3.4.3 Avaliação da cobertura e uso do solo.....	46
3.5. Fertilidade do solo em diferentes ambientes.....	48
3.6. Procedimentos de análises das amostras.....	49
3.6.1 Coleta e análise de amostras	49
3.6.2 Cálcio (Ca^{2+}).....	49
3.6.3 Magnésio (Mg^{2+}).....	50
3.6.4 Potássio (K^+).....	50
3.6.5 Cobre (Cu^{2+}).....	50
3.6.6 Zinco (Zn).....	50
3.6.7 Ferro (Fe).....	51
3.6.8 Nitrato (NO_3^-).....	51
3.6.9 Fosfato (PO_4^{3-}).....	51
4. RESULTADOS	53
4.1 Caracterização do relevo, cobertura do solo nas bacias do rio Moju	53
4.2 Caracterização do relevo, cobertura e uso do solo na bacia do Rio Branco ...	57
4.3 Análise descritiva da variação de nutrientes ao longo do ano	61
4.3.1 Variação da concentração de cobre (Cu^{2+}).....	61
4.3.2 Análise descritiva da variação da concentração de Fósforo (PO_4^{3-}).....	62
4.3.3 Análise descritiva da variação da concentração de Magnésio (Mg^{2+}) ...	64
4.3.4 Análise descritiva da variação da concentração de Potássio (K^+)	66
4.3.5 Análise descritiva da variação da concentração de Nitrato (NO_3^-).....	67
4.3.6 Análise descritiva da variação da concentração de Cálcio (Ca^{2+})	69
4.3.7 Análise descritiva da variação da concentração de Zinco (Zn^{2+}).....	70
4.3.8 Análise descritiva da variação da concentração de Ferro (Fe).....	72
4.4 Análise de correlação entre precipitação pluviométrica total e concentração de nutrientes ao nível de significância de 5%	74
4.4.1 Rio Moju Soraya	75
4.4.2 Rio Moju Ramal 101: Relação significativa para Fósforo	75
4.4.3 Rios Moju 101, BR 163 e Jatuarana: Relação Significativa para Cálcio	76

4.4.4	Rio Branco: Relação significativa para Potássio.....	78
4.4.5	Rio Moju R101: Relação significativa para Zinco.....	78
4.5	Diferenças de concentração de nutrientes entre período chuvoso e não chuvoso.....	79
5.	DISCUSSÕES	83
5.1	Avaliação da cobertura e uso do solo na bacia do rio Moju e rio Branco	83
5.2	Análise da concentração de nutrientes.....	86
5.2. 1	Variação da concentração Cobre (Cu^+)	86
5.2. 2	Variação da concentração de Fósforo (PO_4^{3-}).....	87
5.2. 3	Variação da concentração de Cálcio (Ca^+) e Magnésio (Mg^{2+})	88
5.2. 4	Variação da concentração de Potássio (K^+)	89
5.2. 5	Variação da concentração de Nitrato (NO^{-3}).....	90
5.2. 6	Variação da concentração de Zinco (Zn^{2+})	91
5.2. 7	Variação da concentração de Ferro (Fe)	92
5.3	Correlação entre precipitação pluviométrica e concentração de nutrientes	93
5.4	Diferença de concentração de nutrientes entre períodos chuvoso e menos chuvoso.....	94
6.	CONCLUSÕES	95
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXOS	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Área de agricultura tradicional de corte e queima	25
Figura 2- Área de agricultura mecanizada	26
Figura 3- Mostra de resultados de regressão para os totais de precipitação anual e sazonal dos últimos 41 anos, que não mostram nenhuma tendência aparente.	27
Figura 4- Detalhe de pastagem sem mecanização	29
Figura 5- Detalhe de pastagem com mecanização na região de estudo.....	29
Figura 6- Modelo conceitual do padrão resposta de precipitação pluviométrica em áreas com diferentes formas de cobertura do solo, adaptado de Ziegler <i>et al.</i> (2004), considerando os ambientes floresta(a), Vegetação secundária (b) e áreas desmatadas (c): P – Precipitação pluviométrica; HOF-escoamento tendencial; RF – Escoamento induzido segundo a tipologia de cobertura do sol; HOFcs – Escoamento consolidado a partir de diferentes respostas de cobertura do solo.	33
Figura 7- Localização geográfica da área de estudo.....	41
Figura 8- Locais de coleta de amostras de água para análise	42
Figura 9- Vista dos trechos de coletas de amostras de água.....	44
Figura 10. Área de Influência Direta – A.I.D. rio Moju BR 163	47
Figura 11- Identificação do relevo da bacia do rio Moju	54
Figura 12- Classificação da cobertura e uso de solo da Bacia do Rio Moju.....	56
Figura 13- Identificação do Relevo da Bacia do Rio Branco	58
Figura 14- Classificação de Cobertura e Uso do solo na bacia do Rio Branco	59
Figura 15- Detalhe da característica de solo nas margens do rio Branco	60
Figura 16- Variação da concentração de Cobre nos rios ao longo dos meses	62
Figura 17- Variação da concentração de Fosfato nos rios ao longo dos meses	63
Figura 18- Variação da concentração de Magnésio nos rios ao longo ano de 2014.	65
Figura 19- Variação da concentração da concentração de Potássio nos rios ao longo dos meses.....	67

Figura 20- Variação da concentração de Nitrogênio nos rios ao longo dos meses ao longo dos meses.....	68
Figura 21– Variação da concentração de Cálcio nos rios ao longo dos meses	69
Figura 22– Variação da concentração de Zinco nos rios ao longo dos meses	71
Figura 23– Relação da variação da concentração de Ferro na água dos rios ao longo dos meses.....	73
Figura 24. Correlação entre precipitação e concentração de cobre no Rio Moju Soraya	75
Figura 25. Correlação entre precipitação total mensal e concentração de fosfato no Rio Moju R 101	76
Figura 26. Correlação entre precipitação total mensal e concentração de cálcio no Rio Moju R 101	77
Figura 27. Correlação entre precipitação total mensal e concentração de cálcio no Rio Moju BR 163.....	77
Figura 28. Correlação entre precipitação total mensal e concentração de cálcio no Rio Jatuarana.....	77
Figura 29. Correlação entre precipitação total mensal e concentração de Potássio no Rio Jatuarana.....	78
Figura 30. Correlação entre precipitação total mensal e concentração de Zinco no Rio Moju ramal 101	79
Figura 31. Média concentração de Cobre (Cu^{2+}) entre períodos no rio Moju BR 163.....	81
Figura 32. Média de concentração de Zinco (Zn^{2+}) entre períodos no rio Moju BR 163.....	81
Figura 33. Médias de concentração de Nitrato (NO_3^-) entre períodos no rio Moju BR 163.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparações de médias entre diferentes áreas estudadas em Latossolo Amarelo muito argiloso (LAma), no município de Santarém, para os valores de pH, concentração de Carbono(C), matéria orgânica (MO), nitrogênio(N), fósforo (P), Potássio (K), cálcio (Ca), cálcio + magnésio (CaMg), alumínio e soma de bases (SB).....	47
Tabela 2- Classes de cobertura e uso do solo da bacia do Rio Branco	55
Tabela 3 - Classes de cobertura e uso do solo da bacia do Rio Branco	59
Tabela 4- Análise de correlação linear de Pearson entre as concentrações de nutrientes e precipitação total mensal para cada trecho de rio.....	75
Tabela 5 - Diferenças de concentração de nutrientes entre períodos (chuvoso e não chuvoso) para cada trecho de rio a partir do Teste t-student ao nível de significância de 5%.....	80

1. INTRODUÇÃO

O bioma Amazônico representa cerca de 30% de todas as florestas tropicais remanescentes do mundo (SAYRE *et al.*, 2008). Sua importância é reconhecida nacionalmente e internacionalmente. Isso se deve principalmente à sua larga extensão (4,2 milhões de km²) e enorme diversidade de ambientes, com 53 grandes ecossistemas e mais de 600 tipos diferentes de habitat terrestre e de água doce, o que resulta numa riquíssima biodiversidade, com cerca de 45.000 espécies de plantas e vertebrados. A região amazônica representa, também, 7% da superfície do planeta e segundo estimativas abriga cerca de 50% da biodiversidade mundial. Do ponto de vista da diversidade de seus ecossistemas florestais, vale ressaltar que em um hectare de florestas de terra firme podem ser identificadas cerca de 40 a 300 espécies arbóreas (CONTI; FURLAN, 1998).

Notadamente a conversão ou derrubada de floresta são realizadas para o cultivo de pastagem, para a criação de gado, o corte e a queima, para cultivos anuais pela agricultura familiar e, a implantação de cultivos de grãos pela agroindústria. Entre as mudanças da cobertura florestal para o uso do solo, a retirada da vegetação nativa para implantação de pastagens é predominante (MARGULIS, 2003).

Além da pecuária, o cultivo de grãos está começando a pressionar as áreas de floresta, fomentando novos desmatamentos. O principal deles é a soja, impulsionada pela posição cada vez mais vantajosa da agroindústria brasileira no mercado de exportações e pelos investimentos em infraestrutura, especialmente a pavimentação de estradas (NEPSTAD *et al.*, 2001, 2002).

As intervenções em forma de desmatamentos que estão ocorrendo sobre a cobertura florestal da Amazônia provoca a degradação ambiental. Essa degradação ambiental se reflete em toda a bacia hidrográfica onde esses eventos acontecem. Essas mudanças provocam reações em cadeia com consequências nos sistemas naturais, destacando-se as alterações do nível das águas dos rios que por vezes transbordam ou secam. Além de se projetarem sobre as características das águas

das bacias que podem sofrer alterações químicas, físicas e biológicas em virtude de vários fatores e conforme a intensidade e amplitude dos impactos.

Considerando esse contexto do desmatamento e o escoamento das águas superficiais, observa-se que as águas originárias das precipitações no período chuvoso sobre as áreas desmatadas escoam rapidamente e podem vir a provocar inundações em determinados momentos, enquanto no período menos chuvoso ocorre a redução ou interrupção do escoamento e mesmo de fluxo de determinados cursos d'água. Os solos, da mesma forma, sofrem a ação dos processos erosivos pelo escoamento superficial, assim como áreas de suporte com potencial madeireiro e não madeireiros e de fonte de alimentos para as populações que são eliminadas reduzindo dessa forma a quantidade e qualidade do material orgânico presente.

Dependendo da cobertura vegetal existente sobre o solo, sejam elas áreas de florestas ou áreas desmatadas, as alterações nos fluxos do escoamento superficial e nos fluxos de água poderão influenciar no maior ou menor aporte de sedimentos. Outra consequência dos fluxos do escoamento superficial é o carreamento dos resíduos orgânicos, que misturados a partículas inorgânicas, ficarão dispostos ao uso principalmente dos vegetais. Contudo, partes desses elementos seguirão o fluxo através do escoamento superficial até atingir os corpos de água e, ao longo do tempo, com a variação sazonal, terão suas concentrações alteradas.

Desta forma, surge a necessidade de se obter conhecimentos iniciais sobre aspectos relacionados à influência das alterações da cobertura e uso do solo sobre os rios, como por exemplo: compreender em quais trechos são registradas as maiores ou menores concentrações de nutrientes ou qual a influência da variação sazonal das chuvas sobre as concentrações de nutrientes.

A região de estudo, localizada na área de influência da BR 163 e rio Curuá-Una, é composta por um mosaico de classes de cobertura vegetal (florestas densas, florestas secundárias) e uso alternativo do solo por atividade pecuária e produção de grãos. Também apresenta uma densa rede de rios que, em vários casos, sofre a influência direta ou indireta dos impactos gerados pela alteração da cobertura vegetal.

Assim, este estudo tem como principal objetivo avaliar a variação da concentração de nutrientes dissolvidos na água, em trechos dos rios Moju e Rio branco, considerando a cobertura e uso do solo, bem como, a influência das

precipitações sobre a variação da concentração de nutrientes. Essa finalidade geral desdobra-se em etapas menores, pontuadas objetivamente em: **i)** caracterizar a cobertura e uso do solo nas áreas de entorno dos trechos de coleta das amostras de água nos rios Moju e Rio branco; **ii)** mensurar concentrações de nutrientes dissolvidos na água em diferentes trechos dos rios e; **iii)** analisar a influência das variações hidrológicas sazonais sobre a concentração de nutrientes dissolvidos na água nos trechos de rios das bacias do rio Moju e Rio branco;

A partir da questão que mobilizou a pesquisa, cujo foco central era compreender se as mudanças na cobertura e uso do solo têm influência direta na variação de concentração de nutrientes em trechos de rio de duas bacias hidrográficas formulou-se a seguinte hipótese: “em áreas sobre a influência de atividade de uso do solo para agropecuária e pastagem, a concentração de nutrientes nos corpos hídricos será maior”.

Este trabalho está dividido em leitura e interpretação do referencial bibliográfico, seguindo-se a descrição da metodologia e dos aspectos da área de estudo, descrições das avaliações sobre imagens de satélite da cobertura e uso do solo com a classificação do relevo e a descrição de procedimentos e coletas de informações, assim como, dos equipamentos e softwares empregados nas interpretações e análises das amostras de água com descrição dos procedimentos estatísticos empregados. Após, são apresentados, respectivamente, os resultados, discussões e conclusão da pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bacia hidrográfica

A água é a condição primeira da existência da vida, porém, o desperdício, contaminação e a poluição, tanto das águas superficiais quanto das subterrâneas, colocam em risco o equilíbrio dos ecossistemas do planeta e conseqüentemente a própria existência da humanidade.

Daí reside a preocupação com a qualidade e manejo adequado das águas superficiais e da importância das bacias hidrográficas. Portanto, a qualidade dos recursos hídricos é afetada por quaisquer intervenções ocorridas na área de abrangência da bacia, sejam de forma natural ou pela ação antrópica.

Christofolletti (2006) conceitua bacia hidrográfica como uma área de captação natural de água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, o exultório.

A bacia hidrográfica, também é entendida como o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Longitudinalmente, nas depressões ocorrem à concentração das águas drenadas formando um lençol flúente: os rios. Em toda bacia hidrográfica deve existir uma hierarquização de rede de drenagem, partindo dos pontos mais elevados para os mais baixos e de acordo com o dinamismo de diferentes tributários. (LIMA E SILVA; *et al* 2002).

Atualmente, pela importância do tema recursos hídricos, as bacias hidrográficas são consideradas importantes componentes para a gestão e ordenamento territorial. Desta forma, passou a ser adotada como unidade de estudo, planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, bem como de desenvolvimento econômico e social (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

Na região de Santarém observam-se duas bacias hidrográficas que se destacam a bacia do rio Amazonas e a do rio Tapajós, cujas águas se encontram em frente à cidade de Santarém, caracterizando o encontro das águas brancas com águas claras, respectivamente.

A bacia do rio Amazonas, o mais importante dos rios do planeta em termos de área de drenagem e vazão, cobre 6.112.000 km² (aproximadamente 5% das

terras emergidas) e descarrega no Atlântico um volume de água que representa aproximadamente 15% das contribuições hídricas aos oceanos (MOLINIER *et al.*, 1995).

Os rios formam sistemas complexos em virtude de vários fatores que os influenciam; como formas de uso da terra, da cobertura florestal existente, da geologia, das variações de clima, das formas e tamanho de áreas, entre outras características (MARGALEF, 1983).

Os ecossistemas fluviais interagem com ecossistemas terrestres e as propriedades da água estão diretamente relacionadas com a área de drenagem. Eles funcionam como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes. (PAYNE, 1986).

A precipitação pluviométrica é um fator de extrema importância que influencia a dinâmica de fluxos e volume de água dos rios, pois determina a vazão e produtividade primária das florestas. Consiste na água que chega à superfície terrestre, proveniente do vapor d'água na atmosfera, sob a forma de chuva, granizo, neve, orvalho, etc. As grandezas características das medidas pluviométricas são altura pluviométrica, duração e intensidade da precipitação (PEDRAZZI, 2004).

Em áreas que sofreram retiradas parcial ou total, da cobertura florestal o escoamento superficial é alterado. Quanto mais próximos dos rios for o desmatamento, maior probabilidade dos nutrientes e sedimentos dos solos serem lixiviados para os cursos desses rios. As consequências deste processo podem ser o aumento da probabilidade de ocorrência da eutrofização e assoreamento dos rios.

Os rios podem ser classificados como permanentes e/ou intermitentes, componentes de ambientes lóticos ou lênticos. As avaliações para essa pesquisa consideram rios componentes de sistemas lóticos porque, possui características de movimento unidirecional em direção à foz; níveis variados de descarga e parâmetros associados, tais como velocidade da correnteza, profundidade, largura e turbidez - turbulência contínua e mistura das camadas de água (WILLIAMS e FELTMATE, 1994).

Os rios possuem duas características que o distinguem a citar: o permanente movimento horizontal das correntes, e compõem uma bacia hidrográfica. Da cobertura vegetal desta bacia, os rios recebem uma significativa contribuição de material alóctone, principalmente matéria orgânica de origem

terrestre, tais como: folhas, frutos, restos de vegetação e insetos aquáticos. Isso ocorre em matas ciliares bem estruturadas e preservadas, que produzem sombreamento nos pequenos riachos (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Os resultados de estudos, observações e análises de cada componente desse sistema complexo definirão se determinado corpo hídrico está sofrendo alterações que comprometem seu equilíbrio e funcionamento como um ecossistema. Entre os diversos fatores que determinam a produtividade primária desses ambientes, destacam-se a maior ou menor deposição de matéria orgânica e outros sedimentos (WILLIAMS; FELTMATE, 1994).

Avaliação dos impactos e a quantificação dos processos permitem o levantamento de indicadores que venham a promover ações de gerenciamento, o qual deve ser feito em torno de dois enfoques principais: a qualidade e a quantidade das águas superficiais (LIKENS, 2001 e TUNDISI, 2008).

2.2 Composição química da água

As bacias hidrográficas escoam as água para os rios principais, através de sua rede de drenagem, uma grande quantidade de matéria orgânica e inorgânica, que são as partes componentes químicas principais da água e dos ciclos biogeoquímicos (Horne e Goldman,1994).

Além dos gases da água, os rios são constituídos de:

- ✓ Matéria inorgânica em suspensão: Alumínio, Ferro, Silício, Cálcio, Potássio, magnésio, sódio, fósforo.
- ✓ Íons principais dissolvidos: Ca^{++} , Na^{++} , Mg^{++} , K^+ .
- ✓ Nutrientes dissolvidos: nitrogênio, fósforo, silício.
- ✓ Matéria orgânica dissolvida e particulada.
- ✓ Metais traços sob a forma particulada e dissolvida.

Outros componentes a serem considerados, dependem da localização dos rios e das bacias hidrográficas em áreas agrícolas ou industriais: pesticidas, herbicidas, óleos e graxas. Também é transportado pelos rios o nitrogênio, sob a forma de nitrito ou amônia, nitrato, além de silicatos solúveis. Fosfato também está associado com a matéria particulada, especialmente em riachos de regiões florestadas. As proporções de cada um desses componentes do ciclo hidrológico

variam em função do clima, da estação do ano e da geologia da bacia hidrográfica (LIKENS, 1977).

2.3 Tipos de águas dos rios

Segundo Walker (1990), os rios de “águas brancas” são os de aparência barrenta, tais como o Solimões/Amazonas, Purus, Madeira e Juruá, que tem suas cabeceiras nas regiões andinas, carregam sedimentos das montanhas em direção à planície central e os depositam nas extensas áreas alagadas durante as enchentes, formando os solos das várzeas, os mais férteis da Amazônia. São relativamente ricas em nutrientes, tanto em matéria orgânica quanto inorgânica, e seu pH varia entre 6,2 e 7,2. O percentual de íons minerais também é elevado.

Resultados de estudos realizados por LIMA *et al.*, 2000, indicaram que parte dos alagamentos periódicos em área de várzea do rio Guamá são provenientes da cordilheira dos Andes. O acúmulo de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) são consequência dos alagamentos e dos sedimentos depositados que são ricos desses nutrientes.

Outros rios são portadores de águas “pretas” que se assemelham com café preto, no leito fluvial, com profundidades limites de visibilidade variando de 1,5 a 2,5 m, como o rio Negro, considerado o clássico e maior rio de água preta. Já rios como o Amazonas, ou o Madeira, apresentam uma água barrenta amarelada, turva, na qual os limites de visibilidade vão de menos de 10 a aproximadamente 50 cm. Desta forma, os tipos de rios amazônicos de acordo com a coloração de suas águas são classificados em: rios de água branca (barrenta), rios de água clara e rios de água preta (SIOLI, 1985).

Os rios de “águas claras” carregam pouco material em suspensão e tem aparência cristalina, como os rios Tapajós e Xingu, com origem nos sedimentos terciários da bacia Amazônica ou no escudo do Brasil Central, sendo ácidos e pobres em sais minerais, com baixas concentrações de cálcio e magnésio. Entretanto, os rios de “águas claras” que nascem na estreita faixa carbonífera ao norte e ao sul do Baixo Amazonas (Pará) são neutros e relativamente ricos em sais minerais, com alta porcentagem de cálcio e magnésio (WALKER, 1990).

A caracterização das águas dos rios é influenciada pela cobertura florestal e as alterações como o caso dos desmatamentos, também, pelas formas de ocupação

e utilização dos solos no bioma Amazônico que interferem diretamente na conservação da biodiversidade, na regulação climática e no ciclo biogeoquímico (MALHI, 2008).

2.4 Cobertura florestal e uso da terra

A floresta desempenha papel fundamental no equilíbrio dinâmico do clima. A interação floresta-clima se dá, sobretudo, através de dois mecanismos: **i)** em primeiro lugar, a cobertura florestal constitui um anteparo essencial para o solo evitando assim que as precipitações o atinjam diretamente e nele provoquem erosão e lixiviação; **ii)** em segundo, a floresta funciona como um reservatório de calor e de umidade, estabelecendo uma interação contínua entre fluxos de vapor e precipitação (SALATI, 2001).

A floresta Amazônica historicamente permaneceu praticamente intacta e em “equilíbrio” até a década de 70. As alterações na cobertura florestal feitas pelas populações existentes e dispersas, para fins agrícolas e pecuários extensivos, provocavam danos bem incipientes. A abertura da rodovia Transamazônica deu início a um intenso processo de ocupação e colonização, resultando em extensas áreas de florestas desmatadas. Em decorrência disso, a paisagem amazônica foi se caracterizando pela existência de mosaicos, formado por manchas de floresta remanescente, florestas secundárias, áreas de cultivo e pastagem (ALMEIDA, 2000).

Naturalmente os nutrientes dispersos nos ambientes com cobertura florestal primária compõem estruturas da diversidade biológica, ou seja, fazem parte da matéria orgânica que no processo de decomposição, tende a ser movimentado pelas águas. Sem a presença da cobertura florestal o processo de lixiviação é potencializado, tornando o solo mais exposto, assim com as águas precipitadas das chuvas, características da região, carreando material orgânico que fica disposto sobre a superfície do solo, formam a liteira, alterando o processo natural da ciclagem de nutrientes (FEARNSIDE, 2005).

Segundo estudos realizados por Fearnside (2005) as alterações causadas pelas intervenções humanas, com destaque o desmatamento, provocam impactos ambientais importantes e severos. No aspecto da exploração dos solos pela

atividade agrícola, o desmatamento retira a cobertura florestal e causa, em última análise, a perda da produtividade pela eliminação dos nutrientes, elementos componentes da matéria orgânica.

É possível observar o uso da pecuária com fins de incremento de renda em pequenas e grandes propriedades. Historicamente, para a constituição da área de pasto costumam-se eliminar, inclusive, as matas ciliares¹, esses fatos podem provocar mudanças no regime hidrológico, isso ocorrendo pode levar a bacia hidrográfica a perder sua função. Outro fator de grande importância na eliminação da cobertura florestal é o seu uso para fins agropecuário. O papel das atividades pecuárias no processo de desmatamento vem se expandido na ocupação da região. Pesquisas realizadas por diversos autores (FAMINOW, 1997. FEARNside, 2005. CASTRO; *et al.*, 2003. MARGULIS, 2003) confirmam que as atividades de uso do solo que ocorrem em detrimento a derrubada das florestas estão em sua grande maioria associadas a atividades agropecuárias.

Na região de Santarém, avaliações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) demonstram que a área destinada à agropecuária, cultura de lavouras temporárias e permanentes no ano de 2012 abrangia 20,23% da área total do município que corresponde a 22.876 km², ou seja, 4.627,21 km, causando diversos impactos e mudanças significativas na paisagem. (INPE, 2012).

Em 2014, os dados do Sistema de Alerta de Desmatamento - SAD mostraram que o desmatamento (supressão total da floresta para outros usos alternativos do solo) atingiu 244 km² em outubro de 2014 (FONSECA; SOUZA; VERÍSSIMO, 2014).

Com a pavimentação da BR 163 (rodovia Santarém/Cuiabá), a dinâmica de ocupação e uso do território foi sendo alterada de forma acelerada, com destaque nas duas últimas décadas onde ocorreu rápida mudança no sistema produtivo, no qual a maior parte das áreas que anteriormente registravam produção agrícola familiar tradicional passou para o modelo de agricultura mecanizada, ou seja, uso intensivo dos solos na região de Santarém.

¹ Vegetação característica das margens de rios, mananciais e nascentes. Essa denominação análoga aos "cílios" que protegem esses cursos d'água do assoreamento.

2.4.1 Histórico das características da cobertura florestal e uso do solo nas subáreas de influência norte/sul da BR 163

Estudos realizados, sob o título “Análise espacial das mudanças na cobertura e uso da terra em Santarém e Belterra, Pará, Brasil”², obteve importantes leituras sobre a dinâmica na região de estudo, cujos resultados indicaram que nessa área foi observado o maior percentual de desflorestamento, cerca de 35,5% de floresta foram convertidos de 1986 a 2005. Somente no período de 1997 a 2005, foram convertidos aproximadamente 21% de floresta. Em 2005 o percentual da paisagem ocupado por esta classe é de cerca de 30%, incluindo a maior mancha continua na paisagem de 15,3% (CASTRO, 2008).

Os resultados de Castro indicaram também, que no intervalo entre 1986 a 2005, verificou-se queda nas classes com maior percentual de crescimento como agropecuária e capoeira e nesse sentido com capoeira, tendo crescimento considerável ao longo dos anos.

No ano de 2010, segundo a classificação do INPE, áreas que eram tipicamente de agricultura, passaram a registrar atividades de pecuária, ou de pastagem (INPE, 2010).

2.4.2 A agricultura tradicional de corte queima na região de Santarém

A agricultura tradicional em sua essência é desenvolvida por pequenos agricultores, cuja força de trabalho é mantida pelos integrantes da própria família. No Brasil a agricultura familiar é conceituada pela lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, com o seguinte enunciado: considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural que não tenha título da terra, área maior que 4 módulos fiscais, utilize a mão-de-obra da própria família, tenha percentual mínimo de renda familiar originada de atividades econômicas de sua produção, dirija seu empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

² As análises e classificações da cobertura e uso do solo foram baseadas em dados secundários cedidas pelo projeto de Zoneamento Ecológico Econômico-ZEE da rodovia BR 163 (Venturieri, 2007), com imagens brutas tratadas no laboratório de Geoprocessamento da EMBRAPA, Amazônia Oriental.

Na Amazônia a agricultura familiar é formada por pequenos produtores rurais vindos de outras regiões do país, ou mesmo por populações tradicionais de origem indígena ou cabocla (HURTIENNE, 2005). Estes pequenos produtores são importantes integrantes na dinâmica de ocupação da Amazônia, uma vez que foram, e ainda são relevantes agentes do processo de desmatamentos ou na proteção das áreas de floresta, quando o extrativismo também faz parte da geração de renda da família. Mas, revelam o seu mérito na subsistência, no fornecimento de alimentos e na sustentabilidade da vida das famílias amazônicas. Os pequenos e médios produtores, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, respondem por boa parte do fornecimento de alimentos que abastecem a mesa dos brasileiros (BRASIL, IBGE, 2010).

As famílias de pequenos produtores familiares ainda mantêm o preparo de área no modelo de agricultura de corte e queima. Este modelo consiste na derrubada das árvores de menor porte da área, utilizando-se para isso terçados e foices. A partir daí as árvores maiores são derrubadas com uso de machados e motosserras. O processo tem sequência com a vegetação derrubada deixada durante alguns dias para secagem, pela ação do sol. Após a secagem são efetuadas as queimadas. Desta atividade de queima, alguns restos vegetais que não queimaram totalmente são repicados e amontoados (processo de encoivramento) e queimados novamente. Após este processo de limpeza, a área estará pronta para o início do plantio (Figura 1).



Figura 1- Área de agricultura tradicional de corte e queima

2.4.3 A Agricultura mecanizada na região de Santarém

A partir do final da década de 1990 e início dos anos 2000, a região do Baixo Amazonas, no estado do Pará, mais precisamente os municípios de Santarém e Belterra, iniciou um novo processo de ocupação do espaço baseado na agricultura mecanizada para a produção de grãos (Figura 2). Uma combinação de fatores, tais como a posição geográfica, a facilidade hidrográfica de escoamento da produção, o elevado preço internacional das *commodities* de soja e milho, a excelente aptidão agrícola com baixo preço das terras e os incentivos governamentais, contribuíram para uma onda de imigração de produtores oriundos do norte do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, que detinham experiência e capital para iniciar um processo de utilização da terra de forma intensiva e tecnificada (VENTURIERI *et al.*, 2007).



Figura 2- Área de agricultura mecanizada

Na região de Santarém, a dinâmica de ocupação e uso do solo tem sofrido uma alteração bastante significativa e muitas discussões foram levantadas ao longo dos anos sobre essa nova realidade. Vários estudos evidenciam que a modificação na cobertura florestal, que vem ocorrendo em décadas, promovem influências negativas sobre a sustentabilidade das florestas e da mesma forma pode alterar a distribuição da matéria orgânica em rios (RICHEY *et al.*, 1997).

As alterações também podem influenciar no índice de precipitação ao longo do ano. A precipitação na região de estudo é bastante definida e se divide em um período chuvoso e menos chuvoso (PACHECHENIK; SOUZA, 2005). As pesquisas

realizadas na região de Belterra durante o período de 41 anos (Figura 3), Beldini e colabores concluíram que apesar das mudanças no uso da terra, não foi identificado nenhuma tendência de variabilidade da precipitação total anual e que os meses de Janeiro a Junho são os mais chuvosos, enquanto que os meses de Julho a Dezembro os menos chuvosos (BELDINI *et. al.*, 2013).

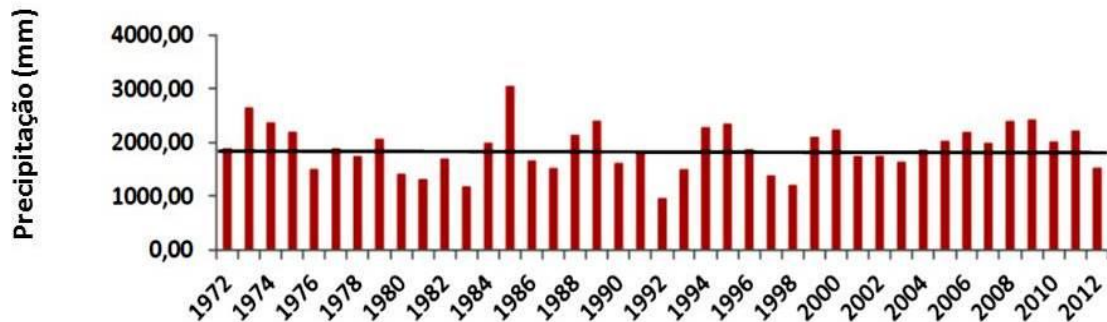


Figura 3- Mostra de resultados de regressão para os totais de precipitação anual e sazonal dos últimos 41 anos, que não mostram nenhuma tendência aparente.

A parcela de água precipitada sobre a superfície pode ter três vias distintas: a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial. O escoamento superficial é o responsável pela formação de córregos, rios e lagos. A maior ou menor velocidade do escoamento superficial é influenciada fortemente pela presença ou ausência da cobertura vegetal (DERISIO, 2007).

2.4.4 A pecuária na região de Santarém

A pecuária na região de Santarém, assim como na Amazônia, foi feita de forma extensiva durante muitas décadas, onde o preparo dos solos e os tratamentos culturais para a implantação e manutenção das pastagens eram executados sem as técnicas necessárias. A queimada era a técnica mais utilizada para a limpeza das áreas para o cultivo das pastagens. Esse modelo de manejo rapidamente exauria o material orgânico e conseqüentemente os nutrientes e dessa forma as áreas de pastagens eram abandonadas pela falta de fertilidade do solo.

A disseminação de plantas invasoras nas pastagens foi considerada como principal problema no manejo em 61,9% das propriedades, provavelmente pela baixa fertilidade do solo, em função do elevado tempo de sua implantação, o que

provoca o início da sua degradação (Figura 4). A estiagem, que também pode ter influência no processo de degradação, foi relatada por 23,8% dos produtores, como a principal adversidade no manejo de pastagens. Na maioria das fazendas (80,9%) não se utiliza a queima periódica dos pastos, prática que traz resultados satisfatórios, em curto prazo, no controle de plantas invasoras, mas contribui para a degradação dos solos (MATOS; *et al.*, 1986).

O fato é que os solos da região são naturalmente pobres em nutrientes por serem bastante intemperizados. Somando-se a isto, segundo Kauffman (1998) o emprego da queima das áreas de pastagem leva a grandes perdas de nutrientes, principalmente Carbono (C), Nitrogênio (N) e Cálcio (Ca), transformando uma parte dos estoques orgânicos em cinzas. A redução da produtividade ocorre pela carência de investimento para conservação e manejo do solo, por perdas de material orgânico e dos nutrientes existentes.

As deficiências nutricionais encontradas em solos de pastagens variam de acordo com o tipo, adubação usada no plantio e manejo do sistema solo-planta-animal. Entretanto, nas condições de solos ácidos e de baixa fertilidade predominantes nas áreas tropicais e subtropicais do Brasil, deficiências de nitrogênio e fósforo são comuns na maioria das situações (CARVALHO, 1993).

Kauffman, 1998, afirma que a derrubada e queima de florestas para o cultivo de pastagem, mesmo em poucos anos, geram resultados negativos, tais como: a drástica eliminação da biodiversidade biológica, da biota ativa, declínio no estoque de nutrientes e aumento da compactação do solo.

Nas últimas décadas, a região de Santarém vem tendo um avanço considerável no que tange ao manejo de solo, a qualidade e o melhoramento genético de animais e aumento do controle sanitário nas fazendas. Esses avanços se refletem também, no processo de conservação do solo. O setor após passar um período com restrições comerciais em virtude de problemas sanitários começa a investir em atividades como análise de solo, aplicações de corretivos, na perspectiva de aumentar a produtividade (Figura 5).

Iniciativas de alguns produtores pecuaristas na região de Santarém (30%) realizaram a correção do pH do solo com aplicação de calcário. Contudo, sendo de forma experimental, na maioria dos casos as quantidades utilizadas na aplicação foram inferiores às recomendadas pela análise de solo (MINERVINO *et al.*, 2008).

Sobre a correção do solo, Mattos *et al* (1986) esclareceram que o fato de se corrigir o solo não é somente para equilibrar a acidez, mas, também, o de adicionar e elevar teores de nutrientes como cálcio e magnésio no solo e, ainda aumentar a disponibilidade do fósforo as forrageiras.

Como citado anteriormente, todas as alterações efetuadas na cobertura vegetal das bacias irão refletir nos solos, nas nascentes, rios, igarapés que compõem esse ambiente e são os elementos formadores dessas bacias.



Figura 4- Detalhe de pastagem sem mecanização



Figura 5- Detalhe de pastagem com mecanização na região de estudo

2.5 Características edafo-climáticas

A formação do solo é influenciada basicamente por cinco fatores: clima, organismos, material de origem, relevo e tempo (LEPSCH, 2002). Na área de estudo os solos são de baixa retenção de bases, devido ao reduzido teor de elementos

minerais essenciais às plantas contidos no material de origem, e também à intensa lixiviação a que os mesmos foram submetidos pela intensidade do intemperismo ocorrente na área. Entretanto, são possuidores de boas propriedades físicas, o que lhes permite responder satisfatoriamente a adição de fertilizantes.

O relevo na área caracteriza-se por dois níveis de aplainamento, sendo o mais elevado evidenciado por formas residuais de superfície de topo aplainado e o segundo nível, mais baixo, representado pela superfície de aplainamento conservado, elaborado em litologias cenozóicas.

A classificação do solo, nos trechos de rios selecionados para esta pesquisa foi baseada no mapa de solos de Santarém, o qual indicou que a região de estudo possui solos classificados como Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, e Neossolos Quartzarenicos (EMBRAPA, 2006).

2.5.2 Latossolo Amarelo

Estudos realizados em 2001, pela Embrapa, avaliou os solos do planalto de Belterra, identificou a predominância de Latossolos profundos, bem drenados, apresentando horizonte superficial do tipo A moderado. A coloração é normalmente bruno a bruno-amarelado até bruno-amarelado-escuro no horizonte A e bruno-amarelado e amarelo avermelhado no horizonte B. A espessura do horizonte A desses solos encontra-se em torno de 20 cm e o horizonte B com profundidade superior a 200 cm. A consistência desses solos quando secos são coesos; muito duros e friáveis quando úmidos; plásticos e muito pegajosos quando molhados.

A estrutura física apresenta boa porosidade, com profundidade maior que 150 cm e relevo característico plano e suave ondulado, tornando-os capazes de suportar atividades de agricultura com mecanização e uso de equipamentos agrícolas, práticas de irrigação e controle de processos erosivos provocados pela ação das precipitações e escoamentos superficiais.

É fato, porém, que derrubadas e arrastes de restos vegetais com máquinas pesadas provocam grande impacto, danificando a primeira camada dos solos justamente onde ocorre a maior concentração de nutrientes, fragilizando e empobrecendo ainda mais esses solos com baixa fertilidade.

As somas de base trocáveis dos horizontes minerais são muito baixas e a capacidade de troca de cátions, decresce com a profundidade, apresentando estreita relação entre a Capacidade de Troca Catiônica - CTC e os teores de matéria orgânica que diminuem conforme a profundidade desses solos. O pH em água fica entre 3,7 a 5,0, indicando que são solos com acidez alta. Essas características limitam a atividade produtiva de produtos agrícolas, fato que demanda correção de solo (calagem) e adubação química e orgânica (SILVA, 1989. RODRIGUES, 2001. EMBRAPA, 1983).

2.5.3 Gleissolos

Essa classificação compreende os solos hidromórficos (permanentes ou periodicamente saturados por água) compostos por material mineral, tendo o horizonte glei nos primeiros 50 a 150 cm, ou seja, a partir da superfície do solo ou abaixo de horizontes A ou E. Também podem ser precedidos de horizonte B incipiente ou textural, ou C com mosqueados abundantes com cores de redução.

Pelo processo de gleização, que é consequência da redução e solubilização de ferro, ocorre à promoção da translocação, reprecipitação de seus compostos. Estes processos dão origem às cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas e até pretas, que caracterizam esses solos (Embrapa, 1999).

A textura desses solos varia em média a muito argilosa, e a consistência é firme quando úmido e suavemente plástico a muito plástico e levemente pegajoso a muito pegajoso quando molhados.

A fertilidade natural desses solos é baixa e está enquadrado nas classes dos solos eutróficos. O pH varia de 4,5 a 6,7, classificando o solo como ligeiramente ácido, valores que decrescem com a profundidade.

Os gleissolos ocorrem nas planícies aluviais de cursos d'água dos rios que drenam essa região, e nas várzeas do Rio Amazonas. As inundações causam limitações ao uso agrícola, com exceção daquelas culturas de ciclo curto e a cultura do arroz irrigado.

2.5.4 Neossolos

Estes solos são constituídos por material de natureza mineral ou orgânica, com baixa espessura, pouco alterado por processos pedogenéticos, não havendo, da mesma forma, alterações das características do próprio material originário, ocasionado pela sua resistência ao intemperismo ou composição química e pelo relevo (Embrapa, 1999).

Os solos desta classe apresentam características muito variáveis de um lugar para outro, mesmo em profundidade dentro do perfil, em função da natureza do material originário, que podem ser provenientes da deposição recente e/ ou sucessiva de sedimentos.

2.5.5 Neossolo quartzarênico

Compreende solos minerais profundos, hidromórficos, apresenta-se de mal a imperfeitamente drenados, em geral com horizonte superficial escuro composto por matéria orgânica, com coloração acinzentada. Eles podem ser hidromórficos de coloração amarelada e avermelhada, basicamente quartzosos, tendo a textura composta de areia ou areia branca a uma profundidade aproximada de dois metros de superfície. São solos pobres em nutrientes essenciais para às plantas, pois, não possuem reserva nutricional.

Na região do Planalto de Belterra, no Município de Santarém, os Neossolos Quartzarênicos são solos profundos, bem drenados, desenvolvidos de sedimentos arenosos. A consistência desses solos é macia quando seco; solto e muito friável quando úmido; e não-plástico e não-pegajoso quando molhado.

Esses solos apresentam baixa fertilidade natural e seu pH varia entre 4,2 a 5,7 e a baixa capacidade de troca de cátions. Os baixos teores de matéria orgânica limitam uma baixa retenção de nutrientes para disponibilizar as plantas.

2.6 Cobertura florestal e escoamento superficial

Para compreender o impacto do escoamento superficial sobre os corpos hídricos é necessário caracterizar os principais aspectos que influenciam as alterações no escoamento, tais como: diferenças de umidade de solo, climatologia,

diferenças de elevação, profundidade e declividade do solo, grau de alteração devido ao método de desmatamento, cobertura que substitui a floresta ou vegetação natural.

A precipitação que atinge o solo é componente chave para o processo natural de escoamento superficial, pois parte da água precipitada fica retida em depressões ou como película em torno de partículas sólidas, e o excedente da água retida, parte se infiltra e parte escoam superficialmente, ou seja, conforme o tipo de solo, o processo de infiltração pode variar. Dessa forma, o escoamento superficial ocorre pelo excesso de precipitação, após uma chuva intensa e se desloca livremente pela superfície do terreno, até o rio. Os fatores que contribuem para este processo podem ser de natureza climática, relacionados à precipitação, ou de natureza fisiográfica ligados às características físicas da bacia, tais como: a área, a forma, a permeabilidade, a capacidade de infiltração, a topografia da bacia e a cobertura vegetal existente.

A direção ou o deslocamento que segue as águas precipitadas está relacionado com o tipo da cobertura existente sobre o solo, e com o relevo da área. Esses irão interferir diretamente nesse movimento (Figura 6). A cobertura equilibra o balanço hídrico, ou seja, estão intimamente relacionados. Com isso, tem-se um modelo que demonstra que, de acordo com a cobertura do solo, pode variar o percentual de precipitação pluviométrica que possibilita a recarga das águas superficiais e subterrâneas, por interferir diretamente no componente escoamento. As áreas de cobertura florestal tendem a apresentar uma resposta mais uniforme que as áreas desmatadas (ZIEGLER; *et al.*, 2004).

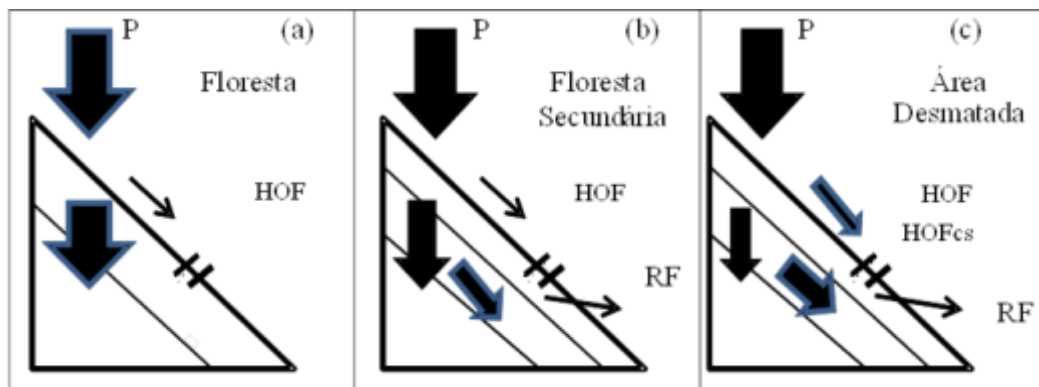


Figura 6- Modelo conceitual do padrão resposta de precipitação pluviométrica em áreas com diferentes formas de cobertura do solo, adaptado de Ziegler *et al.* (2004), considerando os ambientes floresta(a), Vegetação secundária (b) e áreas desmatadas (c): P – Precipitação pluviométrica; HOF- escoamento tendencial; RF – Escoamento induzido segundo a tipologia de cobertura do sol; HOFcs – Escoamento consolidado a partir de diferentes respostas de cobertura do solo.

Em resumo, em bacias com floresta de vegetação fechada as precipitações de baixa intensidade normalmente não geram escoamento. No entanto, após um período chuvoso de grande intensidade, quando a capacidade de interceptação da bacia é atingida, o escoamento se estabelece e as diferenças com relação ao volume escoado são maiores. No entanto, em áreas desmatadas o processo de escoamento superficial é significativamente mais intenso do que em áreas florestadas.

2.7 Ciclagem de nutrientes

Os nutrientes são reciclados pelo processo natural de degradação, decomposição e absorção pelas raízes dos vegetais. Esse processo de ciclagem dos nutrientes acontece após a morte dos organismos, mas, também durante seu ciclo de vida quando produz e dispersa no ambiente algumas substâncias, como por exemplo, as excreções de animais, folhas, galhos, entre outros elementos. Sobre essa relação, a floresta Amazônica é o melhor exemplo de ambiente que recicla nutrientes. Essa ciclagem ocorre de forma natural em estado de equilíbrio dinâmico, onde são encontrados, em geral, o maior depósito de material orgânico.

Sioli (1984), estudando a Amazônia brasileira, observou correlações entre a concentração de material orgânico dissolvido nos rios e o tipo de solo da bacia, considerou para isso a textura do solo como parâmetros chave da biogeoquímica destes, fato que mostra aumento da matéria orgânica do solo com aumento do conteúdo de argila em escala regional e global.

Conforme a cobertura vegetal dos solos é alterada, também, a ciclagem de nutrientes. Os nutrientes minerais quando liberados pela liteira e dispostos com a matéria orgânica do solo são controlados pela biota, dentre estas, os fungos micorrízicos, que têm papel primordial na ciclagem de nutrientes (N e P, em especial) nos solos com baixa fertilidade. Pelas associações simbióticas com fungos (micorrizas), as raízes dos vegetais, podem absorver nutrientes da liteira em decomposição, além de aumentar, enormemente, o volume de solo explorado por elas. (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Um ecossistema formado por florestas, após sofrerem intervenções por atividades extrativas antrópicas e até mesmo ao se efetuar a completa supressão da

cobertura florestal, refletem consequências, por muitas vezes, não mensuradas, sejam estas sobre solos, no ar atmosférico e com destaque os cursos d'água existentes nessas áreas, na região da floresta amazônica.

A dinâmica dos ecossistemas lóticos os transforma em ecossistemas estruturados basicamente, pelo regime climático e pelos ambientes físico (luz, temperatura, correnteza, habitat) e químico (carbono orgânico e inorgânico, oxigênio, nutrientes) com os quais se relacionam, além das interações biológicas (herbivoria, predação, competição) que são componentes destes sistemas (SILVEIRA, 2004).

Com os componentes dos sistemas atuando de forma interativa, todas as atividades que ocorrerem de forma natural ou antrópica nos rios e, por toda a extensão das suas áreas de entorno, irão se refletir sobre a biodiversidade existente e conseqüentemente em toda a relação de ciclagem de nutrientes. A ciclagem em um ecossistema consiste no fluxo desses nutrientes entre os reservatórios e nas transferências entre um ecossistema e outro (LEITÃO; *et al.*, 1993).

Conforme afirma Odum (2004), “os elementos químicos, inclusive todos os elementos essenciais ao protoplasma, tendem a circular na biosfera em vias características, do ambiente ao organismo, e destes, novamente, ao ambiente. Estas vias mais ou menos circulares são conhecidas por ciclos biogeoquímicos”. O movimento daqueles elementos e compostos inorgânicos que são essenciais à vida pode designar-se apropriadamente por ciclo nutritivo.

Assim, nesses ciclos biogeoquímicos, os processos de ciclagem de nutriente consideram dois compartimentos: (1) o reservatório de depósito, o componente maior, do movimento lento e geralmente não biológico e; (2) o reservatório de troca ou de ciclo, porção menor, no entanto mais ativa, que está rapidamente em permuta (isto é, em movimento para frente e para traz) entre os organismos e o seu ambiente imediato. Do ponto de vista da biosfera os ciclos biogeoquímicos classificam-se em dois grupos básicos: (1) tipos gasosos, nos quais o depósito está na atmosfera ou na hidrosfera e; (2) tipos sedimentares, depositados na crosta terrestre (ODUM, 2004)

2.8 Nutrientes-alvo do estudo: Características gerais

Para efeito deste estudo foram selecionados, quantificados e analisados os seguintes nutrientes: Cálcio (Ca^{2+}); Magnésio (Mg^{2+}); Potássio (K^+); Cobre (Cu^{2+}); Zinco (Zn^{2+}); Ferro (Fe) além de nitrato (NO_3^-) e fosfato (PO_4^{3-}).

2.8.2 Nitrato

No ecossistema o nitrogênio pode estar presente em diversas formas. Entretanto, a principal fonte de nitrogênio está relacionada a introdução em forma de resíduos orgânicos. Sendo, portanto, fortemente afetado pela retirada da cobertura vegetal (BERNER; BERNER, 1987).

O Nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) nos rios e estuários é representado por três espécies principais: amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-), sendo que o nitrato é a forma mais estável e mais abundante. O nitrogênio orgânico dissolvido é dominante em rios tropicais e subárticos. A origem dessas formas inorgânicas e orgânicas é resultante do fluxo terrestre, de aportes antropogênicos e da produção biológica no sistema aquático (MELO, 1998).

2.8.3 Fosfato

As maiores reservas ou depósitos de fósforo estão nas rochas fosfáticas sedimentares, e a decomposição destas ocorre por fenômenos da erosão gradativa liberando fosfatos, os quais entram nos ecossistemas e são ciclados. Grande parte desse fósforo mineral é eliminada por dissolução, e pode até mesmo, atingir os oceanos. Entretanto, só uma pequena parte é aproveitada por seres marinhos, e a maioria fica praticamente indisponível em sedimentos profundos.

O P está presente nos solos na fase sólida e líquida, ou seja, absorvido ou complexado com os oxihidróxidos de Fe e Al, com o Ca e com a matéria orgânica, ou livre na solução do solo, existindo um equilíbrio entre o P adsorvido e o P em solução. (ANGHINONI; BISSANI, 2004).

Nas regiões tropicais e subtropicais o P encontra-se em concentrações muito baixas na solução do solo, sendo fator limitante para o crescimento e

desenvolvimento de culturas comerciais. Pela ação do intemperismo, quando em solos jovens os fosfatos primários das rochas podem ser encontrados e ficar disponíveis em grande quantidade às plantas. A presença destes em sistemas aquáticos são resultante do aporte na forma de fertilizantes, detergentes, anticorrosivos, efluentes domésticos, aditivos, etc. Esta espécie cicla por meio de cadeias alimentares. Fazem parte desse ciclo os fosfatos oriundos de ossos de animais mortos e excrementos de aves marinhas.

Os fosfatos desempenham papel fundamental na produtividade aquática, assim como na qualidade de águas, tendo em vista os processos de eutrofização que contribui para o excessivo crescimento de algas alterando a troca de matéria e energia entre compartimentos (litosfera, hidrosfera e atmosfera) com a consequente deterioração dos mananciais (ROCHA, 2004).

2.8.4 Cálcio, Magnésio e Potássio

Estes elementos mostram que seus íons tem importante papel na produtividade global dos ecossistemas aquáticos. São integrantes dos processos fisiológicos das comunidades.

O cálcio é essencial para o crescimento de algas macrófitas aquáticas e de animais, em especial moluscos. Ele é encontrado combinado em duas formas principais: carbonato e bicarbonato de cálcio. Este cátion tem grande importância, pois sua dinâmica influencia a ciclagem de outros elementos, como exemplo o fosfato. Além disso, influencia um dos fatores físico-químicos mais importantes do meio aquático o pH (ESTEVES, 2011).

Marrs (1991), afirma que o cálcio e o magnésio trocável em solos de floresta primária são observados em concentrações extremamente baixa, constituindo um fator limitante da produtividade.

Estudos realizados no Brasil demonstram que os teores de Ca, Mg e K trocáveis são encontrados em maior concentração nas camadas mais superficiais do solo, fato provavelmente relacionado à quantidade destes elementos disponíveis nos resíduos e não ao aumento da disponibilidade do nutriente preexistente no solo (FRANCHINI; *et al.*, 1999. AMARAL; *et al.*, 2004).

Franchini, Miyazawa, Pavan e Malavolta (2003), identificaram que em alto aporte de resíduos orgânicos, os cátions polivalentes (Ca, Mg e Al) são mais facilmente lixiviados no perfil do solo, em relação aos monovalentes (K). Nesse caso, grande quantidade de K, provida pela decomposição dos resíduos orgânicos, estaria ligada aos sítios de troca do solo e satisfaria as cargas geradas pelo aumento de pH e lixiviação de Al, favorecendo a formação e manutenção de complexos entre os compostos orgânicos de Ca e Mg o que poderia aumentar a lixiviação dos mesmos.

É importante ressaltar que em sistemas com baixo aporte de resíduos orgânicos, a preferência de lixiviação é para o K, em relação ao Ca e Mg, por ficar o K mais livre em solução pela menor força de adsorção nos sítios de troca do solo, consequência de sua menor valência e constante associação com ânions inorgânicos (DUIKER; BEEGLE, 2006. FRANCHINI *et al.*, 2003).

Também cabe salientar que a quantidade de K presente nas plantas é, na maioria das vezes, bem superior às quantidades tanto de Ca como de Mg, e esse deslocamento do Ca e Mg poderia estar ocorrendo por movimento de massas.

A concentração de cálcio influencia diretamente a distribuição de moluscos nas águas desta região. O autor encontrou moluscos com conchas somente nas regiões periféricas norte, sul e oeste, enquanto na região central, com concentrações muito baixas de cálcio, estes organismos estão ausentes (SIOLI, 1984).

A maior importância do magnésio se deve a participação na formação da molécula de clorofila. Além disto, toma parte de inúmeros processos metabólicos na célula, como por exemplo, no metabolismo do nitrogênio. Em geral as concentrações de magnésio no meio são superiores as requeridas pelos vegetais aquáticos.

2.8.5 Ferro

Em geral o ferro está presente sempre com outro elemento frequentemente encontrado na superfície da terra, o manganês. Eles pertencem ao grupo dos micronutrientes que são elementos indispensáveis ao metabolismo dos seres vivos. Estes elementos exercem grande influência na ciclagem de outros elementos importantes como o fósforo. Além disto, têm grande relevância no metabolismo de

certas bactérias, capazes de obter a energia necessária para a redução de CO_2 , a partir da oxidação das formas reduzidas de ferro e manganês. Em termos funcionais em ecossistemas aquáticos continentais, íons de ferro e manganês podem se comportar também como elemento traços (ESTEVEZ, 2011).

Os íons de ferro e manganês presentes na água podem estar sob a forma oxidada e/ou reduzida. As concentrações destas duas formas no meio dependem de vários fatores químicos e físicos, sendo pH, temperatura e potencial redox que são os mais importantes.

2.8.6 Cobre e Zinco

O cobre e o zinco são classificados como elementos-traços. Em rios a carga total de elemento-traço depende das características geológicas e ecológicas das bacias de drenagem e do tipo de atividade humana nelas presentes. O transporte de elementos-traço em rios é realizado sob a forma dissolvida ou ligada ao material particulado em suspensão. No entanto a maioria dos elementos-traço, principalmente metais, não permanecem na forma dissolvida por muito tempo no meio aquoso. Eles se apresentam principalmente como colóides em suspensão ou adsorvidos por substâncias orgânicas ou minerais. (ESTEVEZ, 2011).

2.8.7 Mobilidade dos nutrientes

Para que os nutrientes dos solos sejam utilizados pelos vegetais, a matéria orgânica existente sofre um processo de mineralização. Dessa forma poderão ser absorvidos. Quando adicionamos os nutrientes mineralizados no solo irão solubilizar e liberar cátions e ânions, para desta forma serem absorvidos pelos vegetais (VITTI e DOMENICONI, 2010).

Malavolta (1989) mostrou que os nutrientes macro e micro possuem mobilidade nos solos e nas plantas. Abreu *et al*, 2007 indicaram que a forma química dos nutrientes na solução encontrada nos solos e nas plantas é o que determina a mobilidade e disponibilidade dos elementos às plantas.

Baseados nos autores supra citados os nutrientes estudados estão classificados como:

- Micro Imóveis: Ferro, Cobre,
- Micro Pouco Móvel: Zinco
- Macro Móveis: N, Mg^{2+} , K^+ .
- Macro Pouco Móvel: P, Ca^{2+}

Observando os impactos causados nas áreas de florestas e capoeiras para produção de alimentos, percebe-se que esta aumenta a cada ano pelo desmatamento. Desta maneira, procura-se entender como essas alterações estão ocorrendo sobre as concentrações de nutrientes nesses ambientes e seus reflexos.

Essa expectativa se baseia principalmente em virtude de que em períodos chuvosos maiores serão o carreamento de sedimentos, material orgânico e em consequência disso os nutrientes também.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo está localizada na mesorregião do baixo Amazonas, área territorial que abrange em sua maior parte o município de Belterra, e em menor proporção os municípios de Mojuí dos Campos e Placas. Anteriormente ao desmembramento de Belterra e Mojuí dos Campos, essa região fazia parte do município de Santarém localizada no oeste do estado do Pará, entre as coordenadas geográficas 02°30' e 03°30' de latitude Sul e de 54°00' e 54°30' longitude oeste (Figura 7).

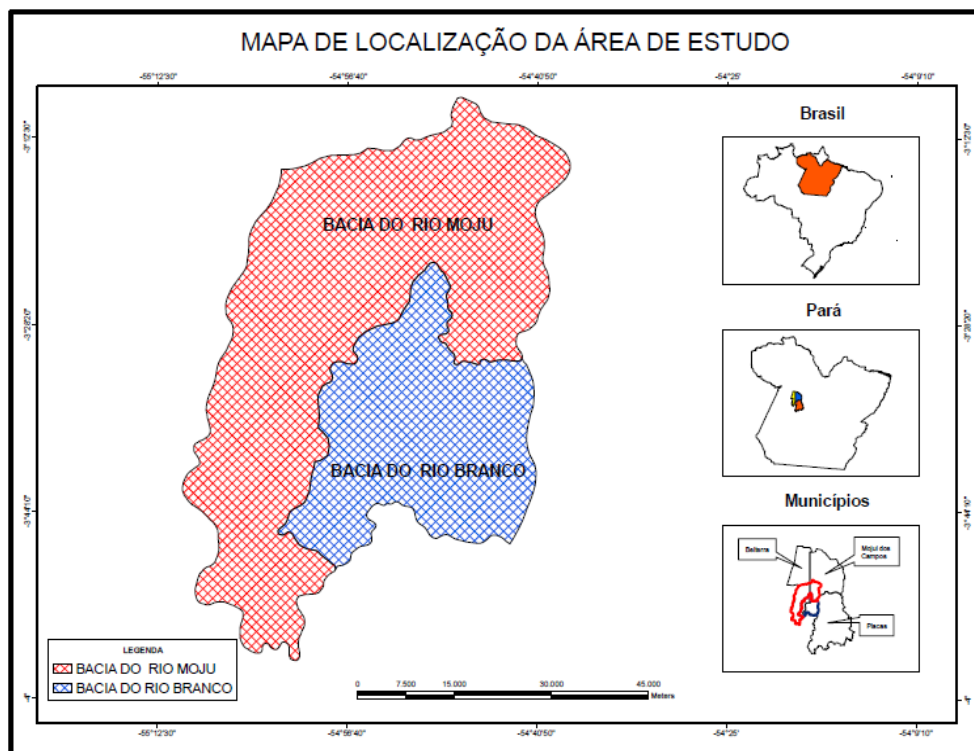


Figura 7- Localização geográfica da área de estudo.

As bacias que formam a rede hidrográfica da região de estudo, abrange a bacia hidrográfica do rio Moju que situa-se na porção centro-sul do município de Santarém, entre as bacias do rio Curuá-Una e do rio Mojuí. Elas ocupam uma superfície aproximada de 3.325 km², ou cerca de 12,50% de todo o espaço municipal.

O rio Moju, afluente da margem esquerda do rio Curuá-Una, é o principal curso d'água. A bacia do rio Moju está situada na porção central da região circundada pelas bacias dos rios Tapajós, Amazonas, Curuá-Una. Ocupa uma superfície com cerca de 2.605 km², ou 9,80% do espaço municipal. O rio Mojuí, afluente do Moju, é o principal curso d'água (PRIMAZ, 1997).

3.2. Seleção e localização dos trechos de coletas de amostras

Na imagem abaixo pode ser visualizados a distribuição dos trechos de coleta nas duas bacias. A seleção foi feita aleatoriamente (Figura 8).

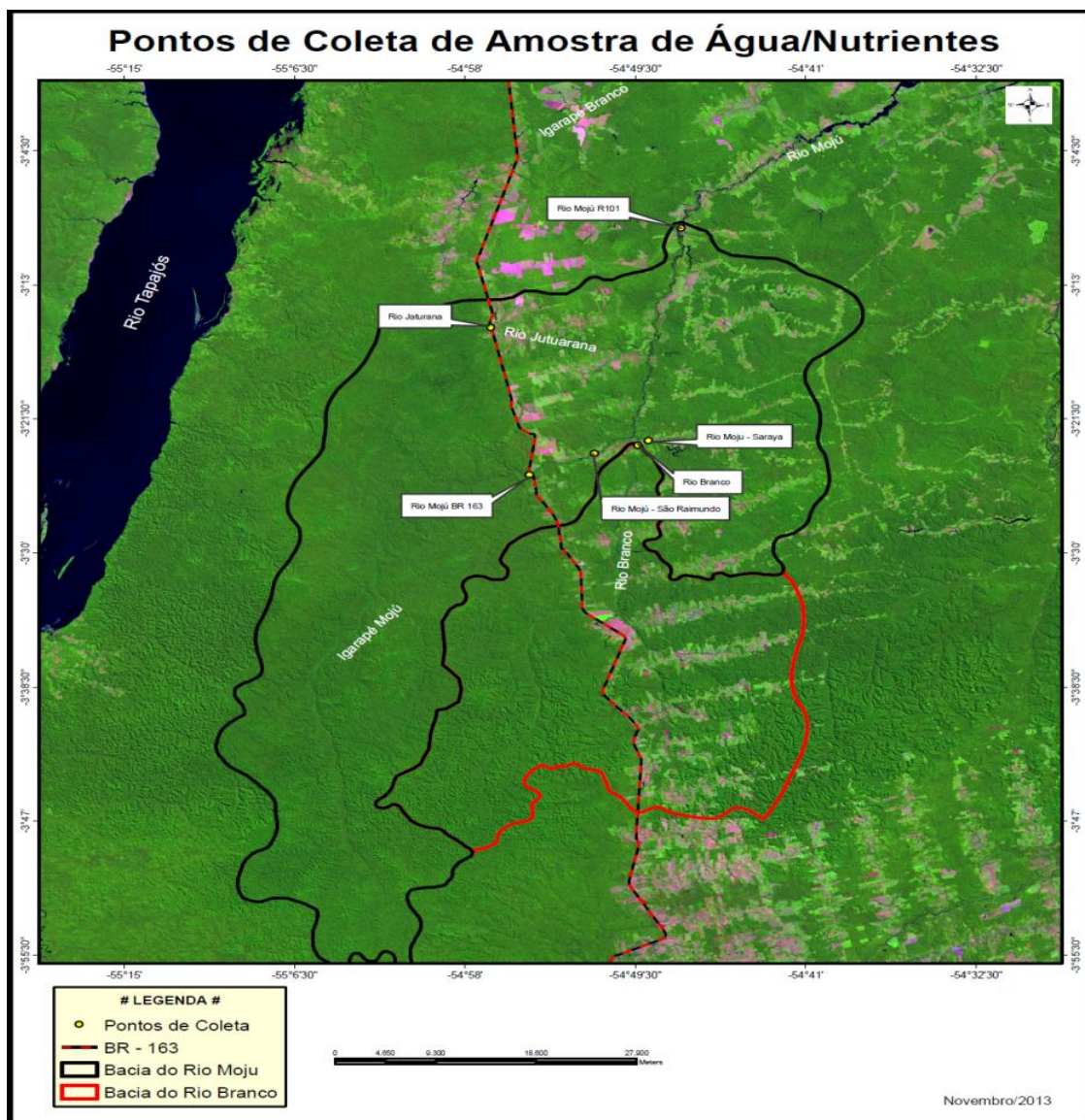


Figura 8- Locais de coleta de amostras de água para análise. Fonte: INPE, *land sat* (TM 227_LISS3_01082012, e PRODES)

Esses trechos estão distribuídos ao longo da BR 163, cito, o rio Moju, Ramal 101(9a) rio Jatuarana (9b), rio Moju BR163 (9c) e, também, ao longo do travessão do Km 124 da BR rio Moju Raimundo (9d), rio Branco (9e) e rio Moju Soraya (9e) (Figura 9).

A variação da concentração de nutrientes nas duas bacias, alvo do estudo, foi determinada durante o período de janeiro a dezembro de 2014. Foram selecionados e fixados os seis trechos de coletas. As coletas abrangeram as fases da variação sazonal das precipitações, ou seja, o período chuvoso e menos chuvoso. No total foram realizadas 10 coletas durante um ano, sendo cinco em cada período.

Um aspecto importante dos rios diz respeito à coloração de suas águas, todos possuem basicamente as características físicas e químicas que os classificam com águas claras. Contudo o rio Branco se destaca por apresentar uma coloração diferenciada, em virtude da formação de solo ser do tipo Gleissolo. Dessa forma, as águas do rio Branco possui aparência semelhante a rios de águas brancas (Figura 9b)

Para cada trecho de coleta, foi delimitada uma área de 500m de raio, denominada como Área de Influência Direta-AID, para que se definisse a cobertura e uso do solo em cada uma destas. Desta forma, identificou-se as seguintes coberturas e uso por trechos dos rios:

- a) **rio Jatuarana (9a)**: Caracterizada pela presença de florestas primária da Floresta Nacional do Tapajós. Existe o registro de áreas com capim no entorno do ponto de coleta e uma pequena fazenda de gado a 700 mts (a montante) de distância da área de coleta. Apesar de estar fora da A.I.D., poderá influenciar nos resultados;
- b) **rio Branco (9b)**: A A.I.D. desta é composta basicamente por floresta secundária, porém a aproximadamente 1.500 (mil e quinhentos) metros ao sul, a montante do local de coleta, e margeando a floresta secundária existe área pastagem, com uso de mecanização e correção de solo.
- c) **rio Moju ramal km 101(9c)**: na A.I.D. deste trecho temos a presença de floresta secundária e áreas de pastagens;
- d) **rio Moju BR 163 (9d)**: Caracterizada pela presença de florestas primária da Floresta Nacional do Tapajós. Registra-se na área de influência direta,

- também, área degradada pela construção da ponte no local com a presença de capim, que foi plantado visando a proteção contra erosão;
- e) **Moju Soraya (9e)** nessa A.I.D, foram identificadas área de uso por agricultura tradicional, onde são desenvolvidas atividades de agricultura familiar de subsistência, áreas de pastagem, e a presença de florestas secundárias;
- f) **rio Moju Raimundo (9f)**: foram identificadas área onde são desenvolvidas atividades de agricultura familiar de subsistência, áreas de pastagem, e a presença de florestas secundárias.



Figura 9- Vista dos trechos de coletas de amostras de água

3.3. Geomorfologia

O município de Santarém está situado na região central da Bacia Sedimentar do Amazonas, aflorando, na maior parte do seu território, na seção superior da Formação Alter do Chão (Cretáceo/Terciário) (EMBRAPA, 2006).

A geologia da área está representada por litologias dos períodos geológicos: Cretáceo Terciário e Quaternário. O Período Cretáceo/Terciário está representado pelas litologias da formação Alter do Chão, constituída por arenitos finos e médios, siltitos e argilitos caulínicos, vermelhos, amarelos e brancos, mal consolidados; horizontes de conglomerados e arenitos grosseiros; estratificação cruzada ocasional; inclui o arenito Manaus. Esta formação ocupa a maior parte da área e nela são encontrados os Latossolos e os Argissolos.

Esta formação é separada pelo rio Tapajós, apresentando uma grande superfície tabular, de relevo plano, denominada “Planalto de Belterra”, de bordos erosivos, onde são encontrados os Latossolos de textura muito argilosa, desenvolvidos sobre os clásticos da formação Alter do chão, que possui uma cobertura de floresta equatorial subperenifólia com babaçu e com bastante uso intensivo. As formações erosivas terminam em alguns trechos com fraca declividade, dando origem às áreas de relevo suave ondulado com pouca dissecação, onde ocorrem os Latossolos amarelos, com diferentes graus texturais formados a partir das litologias da Formação Alter do Chão, sob floresta equatorial. (EMBRAPA, 2006).

Nestas formações aparecem áreas com relevos dissecados em interflúvios tabulares, com drenagem densa e, em menores proporções, áreas em colinas e ravinhas localizadas em faixas alongadas, entre Belterra e o rio Curuá-Una, com relevo suave ondulado a ondulado (EMBRAPA, 2006).

O processo de erosão que sofreu a superfície tabular originou o pediplano Plio-Pleistocênico, onde são encontradas áreas de relevo forte ondulado, em diferentes níveis de dissecamentos. Nelas são encontrados Argissolos amarelos e Latossolos amarelos, com textura variando de média a muito argilosa; os Neossolos quartzarênicos são frequentes nas áreas de terraço e têm vegetação de floresta equatorial subperenifólia (EMBRAPA, 2006).

3.4. Aspectos Fisiográficos da região

3.4.1 Clima

A temperatura do ar na região de Santarém apresenta uma pequena variabilidade anual, considerando a média compensada, ou seja, a média entre a temperatura máxima e mínima apresentam valores oscilando entre 25,9 e 26 °C, sendo os valores médios das temperaturas extremas, variando entre 21,6 e 22 °C e 31,1 e 31,2 °C, para temperatura mínima e máxima, respectivamente.

A umidade relativa média anual é bastante elevada, com valores em torno de 84,1 a 86%, característico das florestas tropicais. A insolação total anual em horas é uma das maiores do estado do Pará, com valores entre 1900 a 2000/horas e nebulosidade média anual oscilando de 5,6 e 0,6 décimos (INMET, 2010; TSUKATOMO, 2007).

3.4.2 Índices da precipitação na região

A avaliação da precipitação total mensal foi obtida através da estação meteorológica localizada no município de Belterra, no intervalo de tempo desse estudo (ano de 2014), com exceção da precipitação registrada do mês de dezembro, no qual se considerou a média calculada de precipitação dos últimos 12 (doze) anos, em virtude dos dados solicitados não abrangerem até o final do referido mês.

Esta é uma Estação Operante, que iniciou suas atividades em 01/08/1971. Os dados solicitados corresponderam ao período de 01/01/2003 a 01/12/2014 (Anexo 1).

3.4.3 Avaliação da cobertura e uso do solo

Para se efetuar essas avaliações foram interpretadas a cobertura florestal, com uso de imagens de satélite *land sat* (TM 227_LISS3_01082012, e PRODES) capturadas de fontes oficiais ao longo do ano de 2012, recortando-se os polígonos da base de dados Terra *Class* e convertendo-os para o sistema SIRGAS 2000. Análises visuais e registros fotográficos foram utilizados como forma de subsidiar o

entendimento da cobertura e uso do solo e sua influência sobre a concentração dos nutrientes nos trechos dos rios estudados.

Como base na definição da área de abrangência da Bacia dos dois rios alvo do estudo, Moju e rio Branco, utilizou-se os limites das interbacias determinadas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, através do sistema DETER, cuja classificação foi utilizada nos trabalhos do Zoneamento Econômico Ecológico da BR 163, no ano de 2006, que envolve os municípios de Santarém e Belterra.

O sistema de classificação de dados DETER utilizou a base *Terra Class* para conversão. A partir daí as classes de cobertura e uso do solo foram definidas na área total das duas bacias.

Selecionou-se ainda uma área de 1km diâmetro ou 500 mts de raio que equivale a 78,51ha, classificada como área de influência direta de escoamento aos pontos de coleta de água (Figura 10).



Figura 10- Área de Influência Direta – A.I.D. rio Moju BR 163. **Fonte:** INPE, *land sat* (TM 227_LISS3_01082012, e PRODES)

Para maior precisão na interpretação das análises da imagem foram realizadas visitas em todos os trechos e as características foram registradas com fotos, observadas, interpretadas, a partir do qual se determinou as classes para a esse estudo: i) Floresta; ii) Floresta secundária; iii) Agropecuária; iv) Pastagem e; v) Pastagem e; (vi) outros.

3.5. Fertilidade do solo em diferentes ambientes

O solo como base do sistema produtivo está em íntima relação de dependência dos nutrientes presentes e na relação destes com os diferentes componentes do sistema solo-planta-animal. Ele é passível de intervenções que podem tanto melhorar como degradar sua estrutura e composição nutricional. Considerando o clima, o solo pode se tornar fator limitante ou de desenvolvimento para as plantas.

Em solos tropicais a disposição de nutrientes tem forte relação com a Matéria Orgânica (M.O). Ela é responsável por até 70% das trocas catiônicas (LOPES, 1984).

Baena e Falesi, 2001, avaliaram o potencial químico e físico nos diferentes ambientes de uso dos solos em Latossolos na região de Santarém, cujos resultados das concentrações de nutrientes podem ser visualizados na tabela 1.

Erro! Fonte de referência não encontrada. 1. Comparações de médias entre diferentes áreas estudadas em Latossolo Amarelo muito argiloso (LAmA), no município de Santarém, para os valores de pH, concentração de Carbono^o, matéria orgânica (MO), nitrogênio(N), fósforo (P), Potássio (K), cálcio (Ca), cálcio + magnésio (CaMg), alumínio e soma de bases (SB)

Áreas	pH%.....		g/kg	mg/dm ³			cmolc/dm ³		
		C	N	M.O.	P	K	Ca	Ca + Mg	Al	SB
Roçado	5,10 a	2,90 ab	0,20 a	49,8 ab	8,00 ab	0,12 a	4,27 a	5,27 a	0,00 c	5,47 a
Capoeira	4,23 b	2,53 abc	0,19 a	43,6 abc	6,00 ab	0,09 a	1,50 bc	2,23 bc	1,17 ab	2,40 bc
Capoeira	4,02 b	2,34 bcd	0,19 a	40,3 bcd	9,67 ab	0,10 a	1,23 bc	1,90 bc	1,30 b	2,07 bc
Floresta	3,73 b	1,84 d	0,17 a	31,6 d	12,33 a	0,10 a	0,43 c	1,03 c	2,20 a	1,23 c
Capoeira	4,10 b	2,34 cd	0,18 a	40,3 cd	6,00 ab	0,10 a	1,20 bc	1,70 bc	1,70 bc	1,90 bc
Pastagem	5,63 a	2,26 cd	0,17 a	38,8 cd	3,67 b	0,10 a	3,33 ab	4,20 ab	0,00 c	4,37 ab
Roçado	4,10 b	2,31 cd	0,19 a	39,8cd	6,33 ab	0,12 a	0,63 c	1,13 c	1,80 ab	1,33 c
Capoeira	4,03 b	2,93 a	0,19 a	50,3 a	5,00 ab	0,09 a	0,37 c	0,67 c	2,23 a	0,80 c

Obs: Médias seguidas da mesma letra verticalmente não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Esses resultados poderão ser utilizados de comparativos em estudos futuros ao se cruzar informações de análises de solos com concentrações identificadas nas águas dos rios da região.

3.6. Procedimentos de análises das amostras

3.6.1 Coleta e análise de amostras

As amostras da água para análise química dos parâmetros foram coletadas na superfície das laterais dos trechos dos rios e no centro do canal, ou seja, para cada ponto três amostras, perfazendo um total de 18 amostras a cada dia de coleta.

Utilizou-se recipientes de polietileno previamente tratado com água deionizada, para acondicionar as amostras. Após essa coleta, as águas eram de imediato, acondicionados em frascos de polietileno de 300 ml da mesma forma, tratados com água deionizada, os quais eram identificados com etiquetas. As amostras nos frascos eram devidamente depositadas em isopor com gelo e transportadas ao laboratório de solos para a realização das análises.

A quantificação das concentrações dos íons foi determinada pelo método de cromatografia líquida, com o uso de fotômetro multiparâmetro HI 83200 da marca Hanna.

O método da cromatografia líquida é a técnica de análises mais desenvolvida, disseminada e utilizada em laboratórios. É um método de alta eficiência uma vez que consegue separar misturas que contêm compostos similares. Isto é possível pela capacidade de separar e analisar quantitativamente uma grande variedade de compostos presentes em diversos tipos de amostras em poucos minutos e com alta resolução, eficiência e detectabilidade.

3.6.2 Cálcio (Ca^{2+})

Segundo especificações do equipamento utilizado, o procedimento para análise de Ca^{2+} baseia-se no método de análise por precipitação de oxalato de cálcio $(\text{COO})_2\text{Ca}$. Envolve a reação dos reagentes padrões de cálcio juntamente com reagente de oxalato de cálcio $(\text{COO})_2\text{Ca}$, este deverá ser quantificado ao precipitar-se em reação. Para a realização da análise foi preparado uma solução (3 ml da amostra + reagentes padrões de cálcio) na qual foi adicionado 1ml do reagente oxalato de cálcio, após 5min a concentração de cálcio é quantificada.

3.6.3 Magnésio (Mg^{2+})

Para a análise do parâmetro Mg^{2+} , foi empregado o método calmagita, que se fundamenta na reação do magnésio com a calmagita, em soluções com pH alcalino. Após reagir com a calmagita, o magnésio forma um complexo colorido, cuja absorvância medida em 520nm é proporcional à concentração de magnésio na amostra analisada. Na preparação da solução alcalina foram adicionados os reagentes padrões de magnésio (1ml do reagente padrão calmagita + 9ml reagente padrão indicador de magnésio). Após a preparação da solução foram adicionados 0.5 ml da amostra para análise da concentração de Mg^{2+} .

3.6.4 Potássio (K^+)

Primeiramente preparou-se a solução de 10ml da amostra mais 6 gotas do reagente de potássio, em seguida adicionou-se o reagente indicador de alcalinidade agitando posteriormente a solução por 30s. Terminados 2min o fotômetro quantifica a concentração de potássio presente na amostra. O método analítico empregado foi o método turbidimétrico tetrafenilbarato.

3.6.5 Cobre (Cu^{2+})

O cobre presente na amostra reage com o reagente bicinconinato formando uma solução de coloração roxa, após 45 segundos de reação, sendo quantificados as concentrações de cobre contidos em cada amostra. O HI83200 utiliza um método adaptado EPA para análise de cobre.

3.6.6 Zinco (Zn)

Método empregado pelo aparelho: método zincon. Fundamenta-se na extração por digestão ácida do zinco contido na amostra e a medida da sua concentração por espectrofotometria com ditiocarbamato de sódio e zinco. Para tanto, reserva-se 20ml da amostra para preparação da solução (20ml de amostra mais reagentes de zinco), utilizar 10ml da amostra a reagir com 0.5ml de ciclohexano (recomenda-se a utilização do vedante plástico HDPE para evitar

qualquer contaminação com a tampa de polycarbonato). Após 3min e 30s a concentração de zinco é quantificada.

3.6.7 Ferro (Fe)

O método utilizado é uma adaptação ao método fenantrolina para águas naturais e tratadas, que consiste na redução do Fe^{3+} em Fe^{2+} . Na preparação da amostra são utilizados 10ml da amostra e adicionado o reagente de ferro, a reação destes confere uma coloração laranja à amostra. Após 3min a concentração de Fe é quantificada.

3.6.8 Nitrato (NO_3^-)

A determinação da concentração de nitrato foi realizada a partir do método de redução por cádmio. Basicamente consiste na redução do nitrato a nitrito na presença de cádmio granulado. Para tanto foi utilizado 6ml da amostra misturada ao reagente cádmio granulado, logo após a adição do reagente deve-se agitar a mistura vigorosamente por 10 segundos e em seguida misturar por mais 50 segundos para que a reação possa ocorrer. Após 4min e 30s a concentração de nitrato na amostra é quantificada.

3.6.9 Fosfato (PO_4^{3-})

O método empregado foi uma adaptação ao método ácido ascórbico. Na preparação da solução é misturado em 10ml da amostra o reagente de molibdênio, a reação entre o fosfato e o reagente causa uma coloração azulada na amostra. Após 3min a concentração de fosfato é quantificada.

Os resultados das análises em laboratório foram interpretados primeiramente em caráter descritivo temporal da concentração de nutrientes, com a leitura sendo efetuada para cada trecho de rio estudado.

Em seguida, com os resultados obtidos, foi utilizada a correlação linear de Pearson para avaliação da existência de correlação significativa entre precipitação e

a concentração de nutrientes com significância sendo testadas a partir do teste de t-Student ao nível de 5%.

Para identificar se as diferenças sazonais da concentração de nutrientes foram significativas, entre os períodos chuvosos e menos chuvosos, também, foi utilizado o teste de correlação t Student ao nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS

As áreas das bacias avaliadas são caracterizadas por uma cobertura florestal semelhante a várias outras no oeste paraense, ora apresentando florestas primárias, ora estão sendo utilizadas para extração madeireira, por vezes sofrem queimadas (consequência da redução de umidade) e, em diversas áreas as florestas secundárias (capoeiras) são visualizadas em diferentes estágios de regeneração. Nas áreas abertas utilizadas para produção de alimentos o uso é destinado à pastagem e agricultura.

As pastagens existentes na área de estudo apresentam diferentes tipos de manejo. Com relação a produção agrícola, destaca-se as atividades desenvolvidas pela agricultura familiar e agricultura mecanizada para a produção de grãos como soja, milho e arroz. Estas áreas, foram classificadas como atividades agropecuárias.

4.1 Caracterização do relevo, cobertura do solo nas bacias do rio Moju

Na classificação da Bacia do Rio Moju destaca-se a parte de maior elevação nas extremidades sul, oeste e leste com a tonalidade de cores indo do amarelo ao vermelho. A área em tom azulado é exatamente a área onde correm os afluentes do rio principal e o próprio rio Moju, em destaque na área central da figura. Ou seja, são as áreas mais baixas na paisagem. Na figura podem ser observadas as delimitações aproximadas de cada uma das cinco sub-bacias integrantes. Observa-se que a desembocadura do rio Moju se situa na extremidade norte (Figura 11).

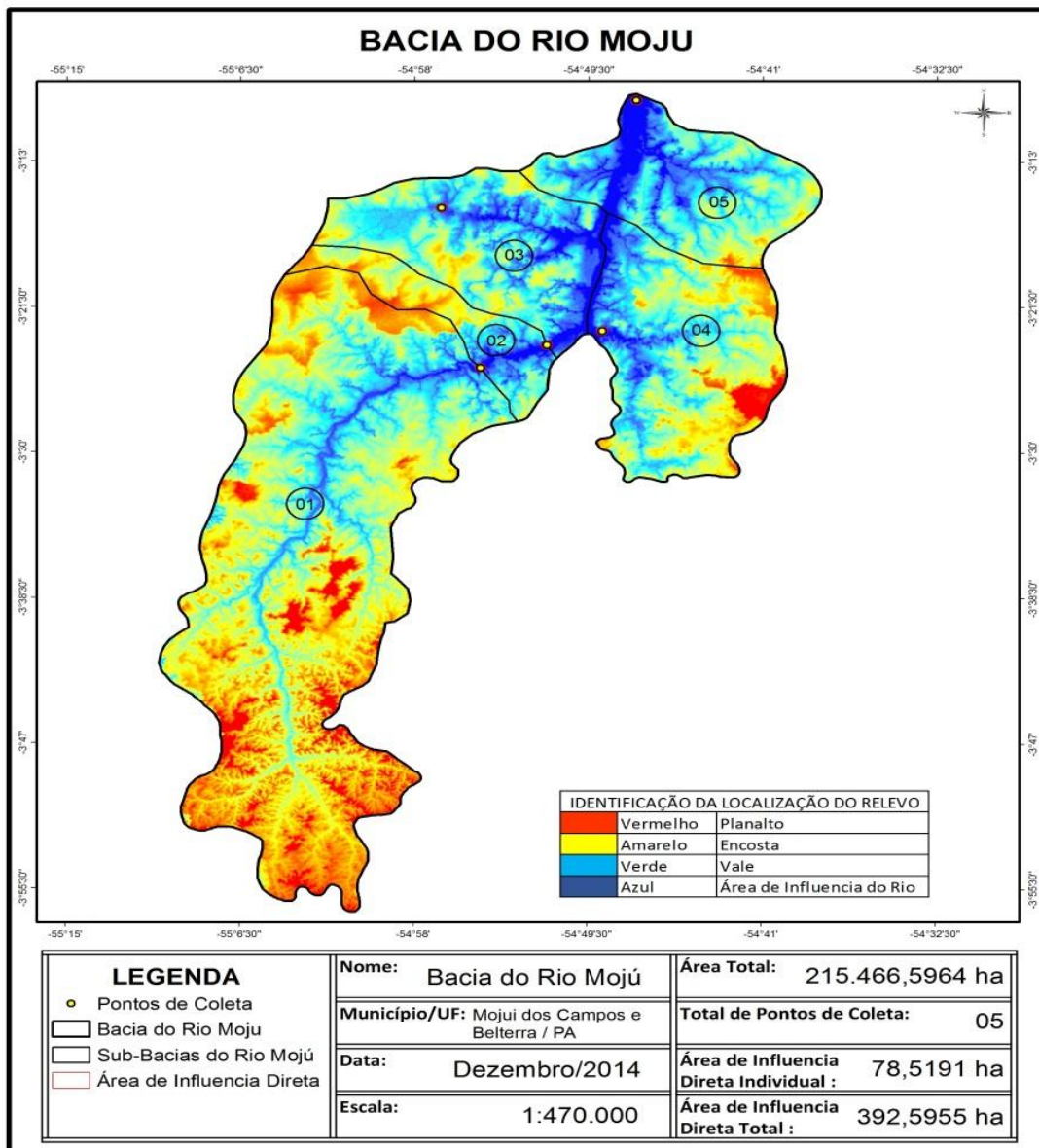


Figura 11– Identificação do relevo da bacia do rio Moju. **Fonte:** INPE, *land sat* (TM 227_LISS3_01082012, e PRODES)

A bacia do rio Moju é uma das mais importantes dessa região, cujas águas se deslocam até sua foz na bacia do rio Curuá-Una. Ela possui uma área de 215.466,60ha com sua nascente e grande parte de seu curso situado sob área de floresta densa, localizada no interior da Floresta Nacional do Tapajós. Na Tabela 2, podemos verificar a predominante de floresta primária, na região da bacia deste rio, que corresponde a 86,51% (186.402,86ha), da cobertura vegetal da área. Enquanto a floresta secundária representa, apenas 4,25% (9.155,38ha) deste total.

As atividades de uso do solo tem como destaque a atividade pecuária com a pastagem ocupando 5,40% (11.634,43ha) da área da bacia e a agropecuária abrangendo 2,51% (5.418,50ha). Outros tipos não definidos na classificação, em virtude de presença de nuvens, representam 2.633,37ha (Tabela 2).

Tabela 2- Classes de cobertura e uso do solo da bacia do Rio Branco

Classes	Área (ha)	(%)
Floresta primária	186.402,86	86,51
Floresta secundária	9.155,38	4,25
Pastagem	11.634,43	5,40
Agropecuária	5.418,50	2,51
Outros	2.633,37	1,33
Área Total	215.466,60	100,00

Dos seis trechos avaliados na bacia do rio Moju destaca-se os relativos aos pontos dos Rios Jatuarana e Moju BR 163. Nesses dois trechos estão concentrados o maior percentual de áreas de florestas primária, pois a Floresta Nacional do Tapajós integra grande parte da bacia e abrange parte desses dois trechos. No entanto, há o registro de uma fazenda de gado, ou seja, atividade pecuária, de um morador ainda dentro dos limites da Floresta Nacional do Tapajós a aproximadamente 700 mts de distância a montante do trecho estudado.

A cobertura florestal dos trechos relativos aos rios Moju, Raimundo e Moju Soraya foram identificados com áreas abertas para três tipos de usos, que envolvem áreas para o desenvolvimento da agricultura tradicional, onde são desenvolvidas atividades de agricultura familiar de subsistência, agricultura mecanizada e, também, áreas de pastagem. Porém, é onde se concentram as maiores áreas de florestas secundárias nesses dois trechos, corroborando os estudos realizados por Venturieri *et al*, 2007 (Figura 12).

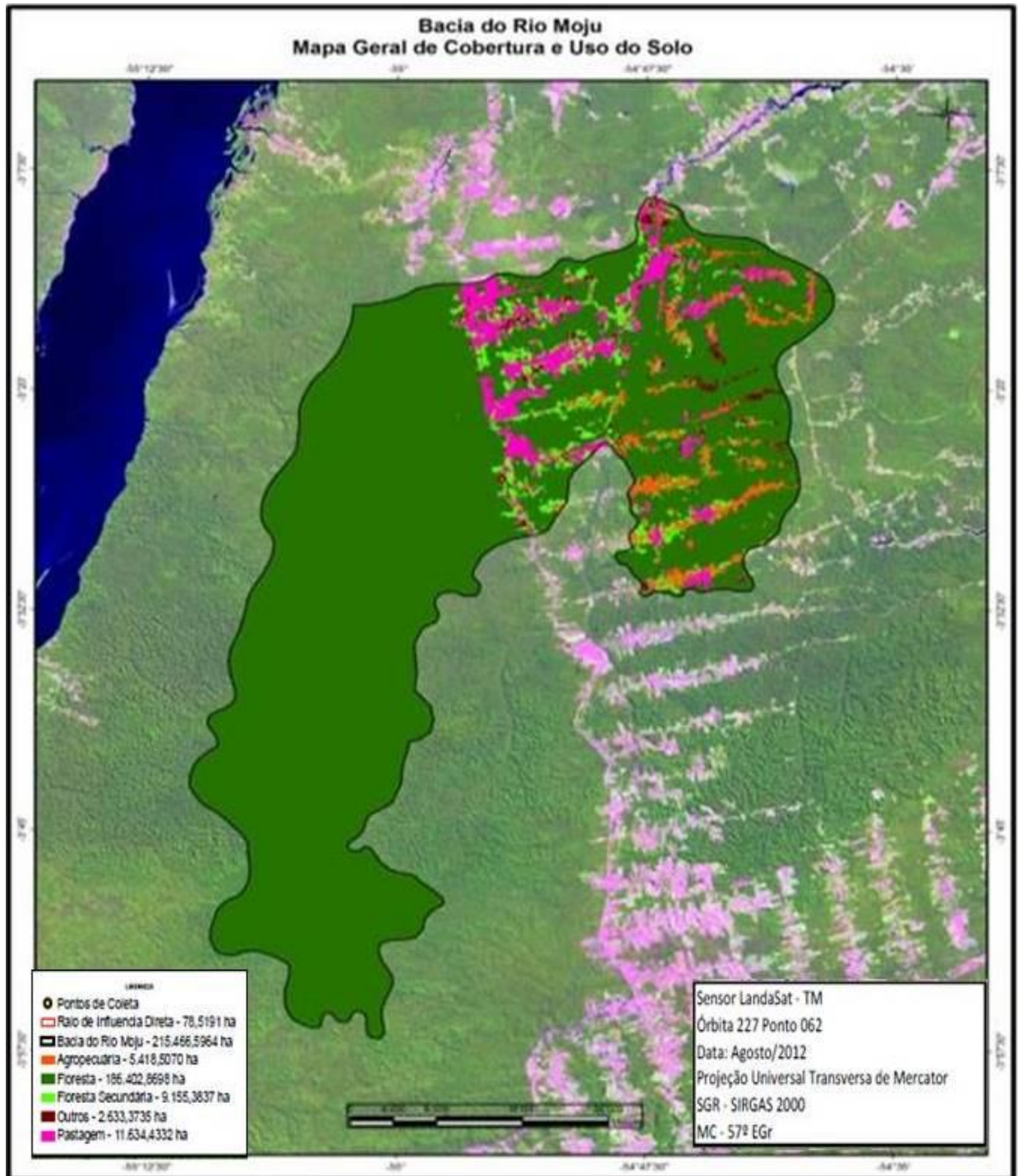


Figura 12- Classificação da cobertura e uso de solo da Bacia do Rio Moju. **Fonte:** INPE, *land sat* (TM 227_LISS3_01082012, e PRODES)

Os resultados encontrados por Venturieri indicaram uma tendência de crescimento na cobertura vegetal por floresta secundária, em grande parte pelo processo tradicional de limpeza de área, com uso de corte, queima e pousio. Destaca-se ainda que existe uma mancha de floresta cuja análise de imagem indica

ser remanescente de floresta primária, apenas na área de influência direta do rio Moju Soraya.

A área de influência direta no rio Moju ramal km 101, apresenta cobertura por floresta secundária e áreas de pastagem como características principais.

4.2 Caracterização do relevo, cobertura e uso do solo na bacia do Rio Branco

A bacia do rio Branco possui suas águas drenadas para a bacia do rio Moju. O trecho base da coleta de água nessa pesquisa fica situado a poucos metros do encontro dos dois rios onde o rio Branco deságua no rio Moju.

A classificação do relevo nessa bacia tem como destaque a parte de maior elevação ocorrendo na extremidade sul. As águas do rio Branco, rio principal dessa bacia, tem sua desembocadura ao norte. É uma bacia com uma extensa e significativa rede de drenagem, possui uma destacada área classificada como planalto. Contudo, há também uma área muito mais abrangente de vales e áreas de influência direta dos rios, com uma relação de distribuição espacial com as áreas de encosta. Isto indica que existe, da mesma forma, uma grande área para escoamento superficial, identificadas na figura como áreas de encostas e vales (Figura 13).

A bacia do rio Branco, como pode ser visualizada na tabela 2, possui uma área de aproximadamente 104.291.46 há, com área de floresta primária ocupando 80,27%.

As leituras sobre o uso do solo mostram que essa área é ocupada por 7,82% de pastagens equivalendo a 8.156,30ha, essa classificação considerou áreas de pastagem limpas e sujas, tendo a floresta secundária representando uma área de 6,93% (Figura 14).

As áreas de floresta secundária se apresentam em diferentes estágios de regeneração, algumas em estágio inicial, medindo poucos metros de altura e outras com décadas e com alturas atingindo 20mts, formando um dossel, com grandes copas de árvores com características de pioneiras e outras espécies oportunistas.

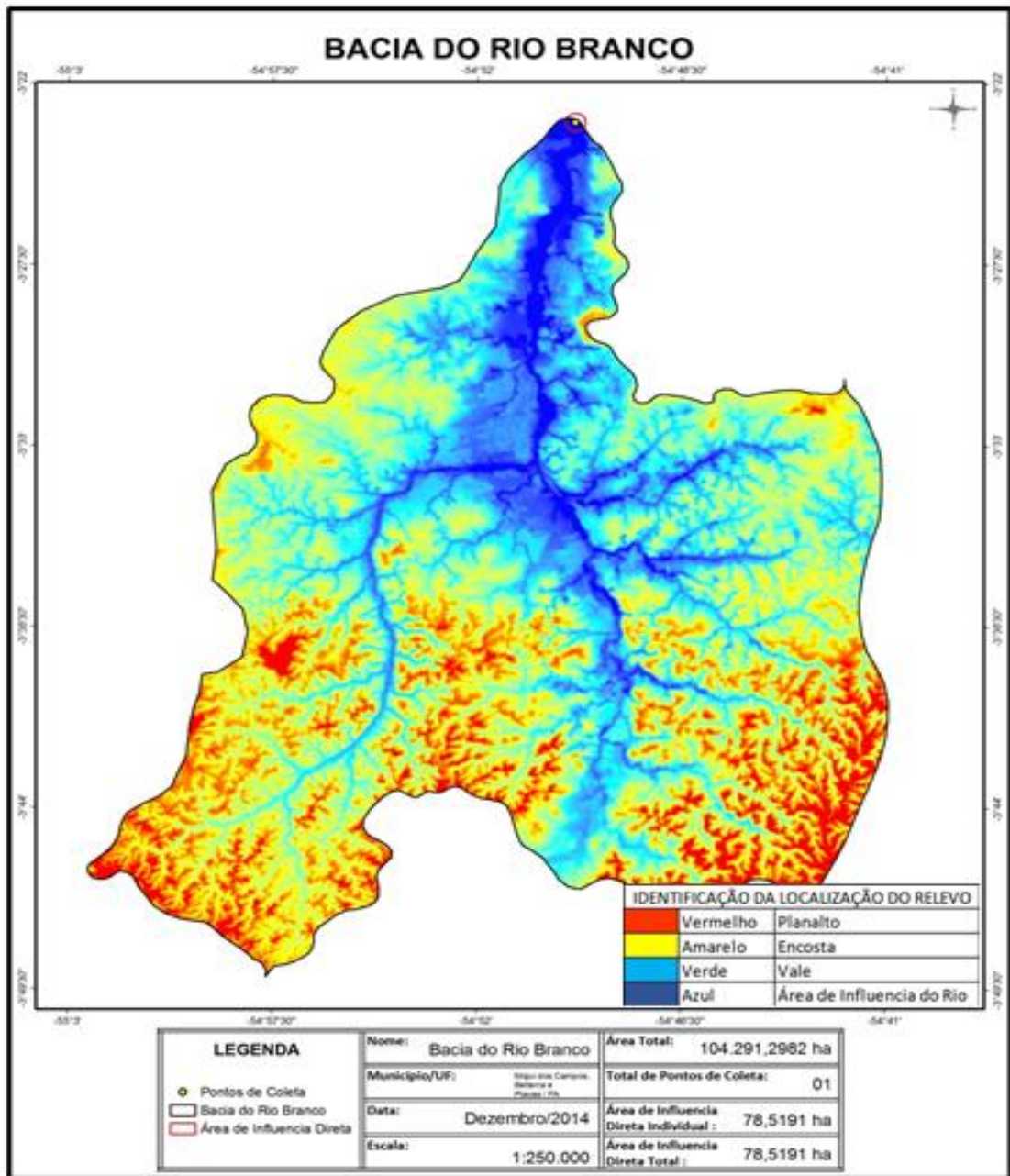


Figura 13– Identificação do Relevo da Bacia do Rio Branco. **Fonte:** INPE, *land sat* (TM 227_LISS3_01082012, e PRODES)

A atividade agropecuária que, nesse contexto, foi classificada como a união das áreas de agricultura tradicional de corte e queima e agricultura mecanizada representa o equivalente a 3,23% ou uma área de 3.368,07ha, algumas dessas, também, com tendências de serem transformadas em pastagem. Área classificadas como outros representaram aproximadamente 1,75%, também, compõem a imagem, em virtude da presença de nuvens por exemplo. (Tabela 3).

Tabela 3 - Classes de cobertura e uso do solo da bacia do Rio Branco

Classes	Área (ha)	Percentual por classe (%)
Floresta primária	83.714,62	80,27%
Floresta secundária	7.227,38	6,93%
Pastagem	8.156,30	7,82%
Agropecuária	3.368,07	3,23%
Outros	1.825,09	1,75%
Área Total	104.291,46	100,00%

O tipo de cobertura característico do trecho do rio Branco a montante, dentro da área de influência direta, no sentido sul, é composta de floresta secundária com aproximadamente 250 mts, incluindo APP e ao longo de aproximadamente 1.500 (mil e quinhentos) metros ao sul, ainda a montante do rio, esse tipo de cobertura se mantém. Imediatamente ao Oeste e margeando a floresta secundária existe uma área de pastagem com uso de plantio mecanizado.

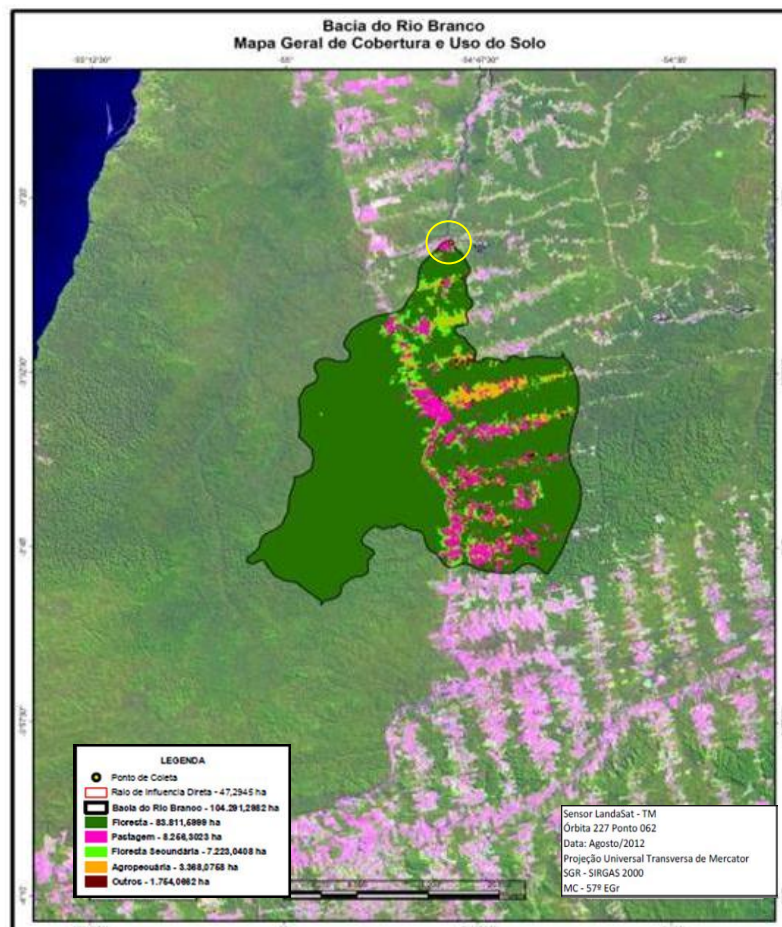


Figura 14- Classificação de Cobertura e Uso do solo na bacia do Rio Branco. **Fonte:** INPE, *land sat* (TM 227_LISS3_01082012, e PRODES)

O destaque para essa bacia diz respeito à cor das águas, que se caracteriza por grande quantidade de sedimentos, possuindo uma tonalidade barrenta, diferente das águas claras dos outros trechos de rios. Em análises sobre essas características e cruzando com as classificações de solos realizadas pela Embrapa, identificou-se que o elemento que define essa coloração é justamente o tipo de solo (Gleissolo) presente ao longo do leito desse rio (Figura 15).



Figura 15- Detalhe da característica de solo nas margens do rio Branco

O processo de gleização descrito pela Embrapa é a redução e solubilização de ferro, que promove translocação e reprecipitação de seus compostos. Este fato imprime aos solos cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à formação de produtos ferrosos resultantes da escassez de oxigênio causada pelo encharcamento. O estudo observa, ainda, que estes solos em condições naturais são mal a muito mal drenados.

As diferenças existentes na cobertura e uso do solo tendem a influenciar e alterar as características químicas e a composição física do solo. Este fato pode ocorrer em virtude principalmente da mudança na composição da biomassa lenhosa existente sobre os solos e na redução de toda a biodiversidade.

Essas modificações, da mesma forma, irão se refletir na relação da concentração de nutrientes nos diferentes ambientes. Contudo, a dinâmica hídrica

no solo como um todo é afetada, particularmente o processo escoamento, de infiltração e o armazenamento da água.

4.3 Análise descritiva da variação de nutrientes ao longo do ano

Os resultados das variações da concentração de nutrientes mostraram que houve em geral uma “padronização” na variação ao longo dos meses. Somente em alguns trechos e para alguns nutrientes houve registros de resultados que se afastavam desse padrão.

4.3.1 Variação da concentração de cobre (Cu^{2+})

A concentração de cobre (Cu^{2+}) apresentou uma variação que mostra maiores concentrações ocorrendo durante o período chuvoso quando atingiu $0,80 \text{ mg L}^{-1}$ em cinco dos seis trechos. A exceção foi o trecho do rio Jatuarana.

No período seco as médias, especialmente nos três últimos meses do ano, foram na maioria dos trechos, reduzidas. Destaque nesse período é o mês de Agosto, quando a média atinge mínima não detectável pelo equipamento, no rio Moju Soraya.

Por ser classificado como elemento traço, o cobre apresenta uma variação provavelmente relacionada ao tipo de solo, visto que nas áreas de pastagens ou de agricultura do entorno dos trechos de rios não se comprovou essa influência. A exceção é o trecho do rio Jatuarana, cuja possibilidade foi levantada pela alta concentração no mês de abril, onde a média atingiu $0,78 \text{ mg L}^{-1}$. Todos os outros trechos não apresentaram aplicação de materiais sintéticos a base de cobre, que possam interferir nos resultados.

A movimentação destes na bacia desde as áreas do planalto até os rios indicam que a maior ou menor concentração pode estar ocorrendo em virtude do transporte do Cu^{2+} pelo escoamento superficial, sem uma relação precipitação. Pode estar havendo a dissolução nas águas, ou carreados por partículas coloidais, advindas de resíduos orgânicos, naturalmente depositados e presentes nos solos (Figura 16).

De todos os trechos analisados, o único que apresentou um indicativo de relação de variação de concentração ao período chuvoso e menos chuvoso foi o

trecho do Rio Moju Soraya. Nesse trecho, o cobre apresentou resultados onde houve maior concentração entre os meses mais chuvosos, de janeiro ($0,48 \text{ mg L}^{-1}$) a maio quando atingiu a maior concentração ($0,73 \text{ mg L}^{-1}$).

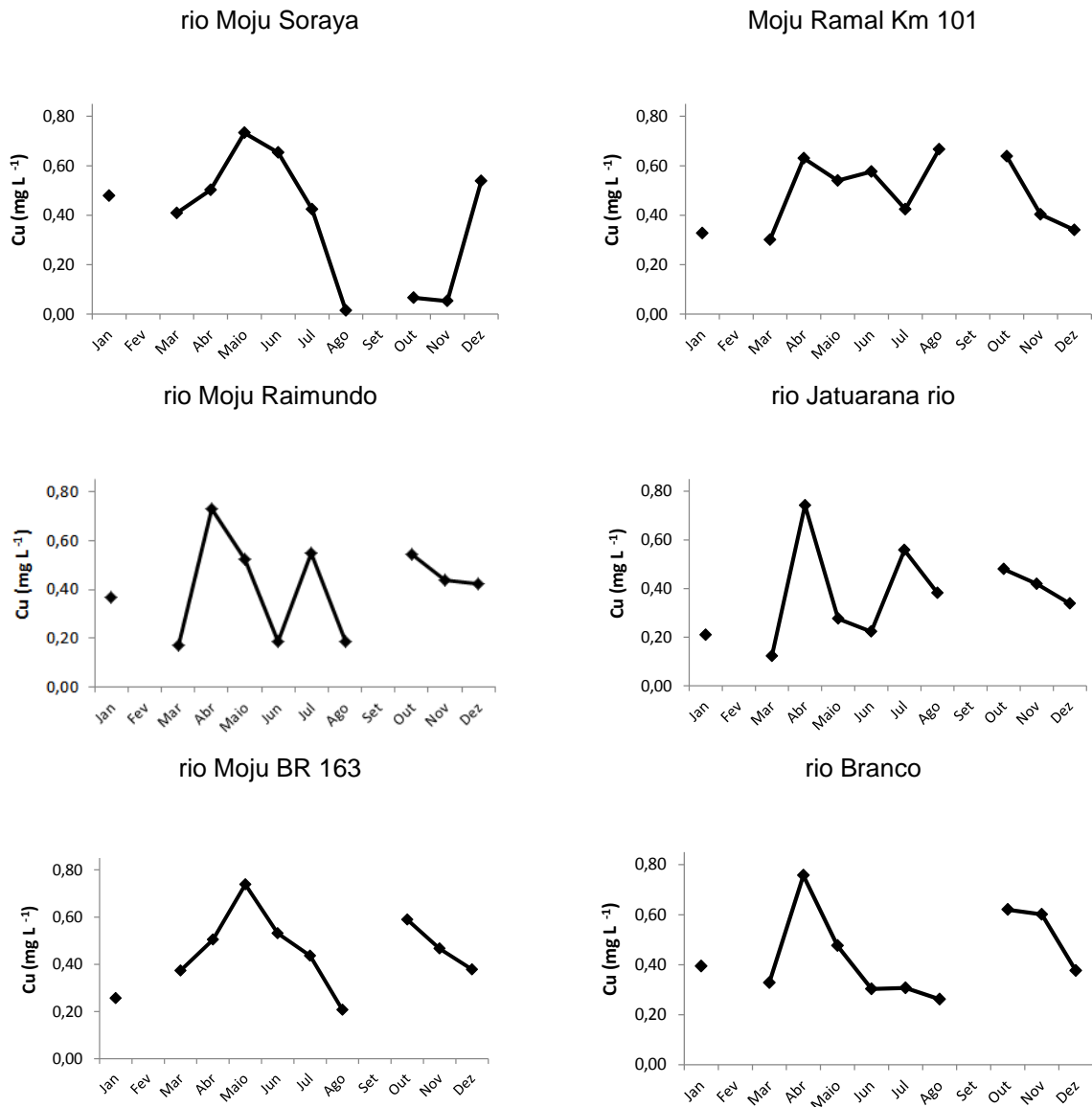


Figura 16- Variação da concentração de Cobre nos rios ao longo dos meses

4.3.2 Análise descritiva da variação da concentração de Fósforo (PO_4^{3-})

A variação de fósforo ocorrida nos trechos durante o ano foi sempre muito baixa e oscilou entre $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,07 \text{ mg L}^{-1}$, com a ocorrência de picos de concentração no mês de março nos rios Moju ramal 101, rio Jatuarana, rio Moju BR 163 e rio Branco, com $0,05 \text{ mg L}^{-1}$, $0,07 \text{ mg L}^{-1}$, $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,05 \text{ mg L}^{-1}$

respectivamente. Em geral, as maiores concentrações de fosfato foram registradas no intervalo do período chuvoso.

A maior média de concentração em todos os trechos ocorreu no mês de maior precipitação na região, e com isso, a probabilidade que esteja sendo carregado pelas águas das chuvas (Figura 17).

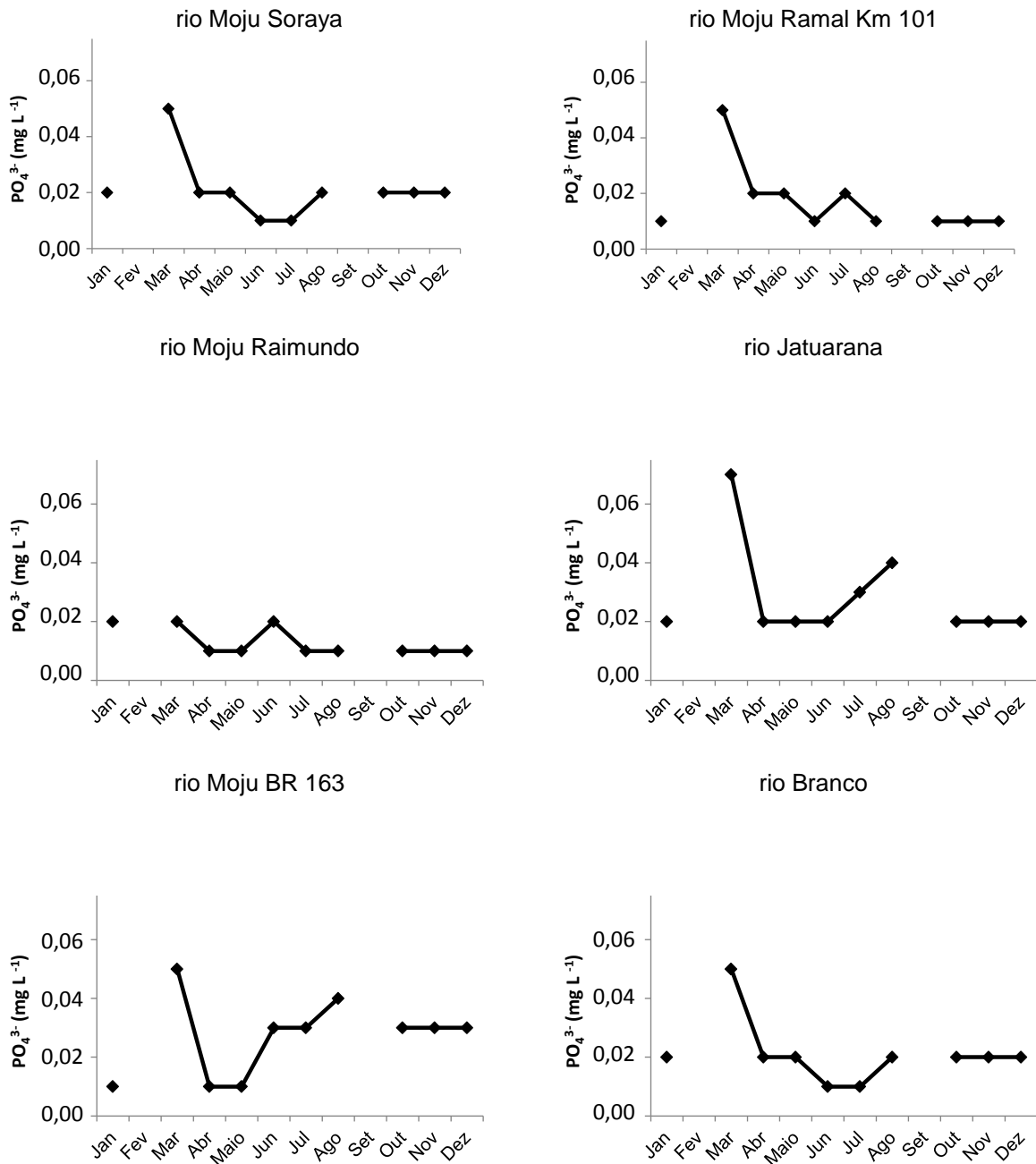


Figura 17– Variação da concentração de Fosfato nos rios ao longo dos meses

As médias de concentração de fosfato indicaram que, em todos os trechos, elas foram muito baixas. Isto pode ocorrer pelas características dos solos, ou seja, o grau de intemperismo destes, pois as reservas naturais são escassas.

Novais e Smyth (1999), confirmam a escassez de P nos solos tropicais e sub-tropicais, se transformando um fator de limitação ao desenvolvimento de vegetais, sobretudo, das culturas comerciais.

Os resultados de $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ nos meses de julho a dezembro no rio Moju Raimundo e de agosto a dezembro no trecho do rios Moju ramal 101, por serem tão baixos, sugere alguma distorção nesse resultado, provocando a necessidade de que novas análises sejam realizadas para um melhor entendimento do que pode estar provocando essa concentração tão baixa.

Essa coincidência de resultados em níveis mínimos ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$) se repetem nesses locais ou ser reflexo de alguma falha ocorrida nos procedimentos da análises, no equipamento ou reagente utilizado.

4.3.3 Análise descritiva da variação da concentração de Magnésio (Mg^{2+})

Os resultados das concentrações de Magnésio variou nos seis trechos analisados, entre 5 a $13,33 \text{ mg L}^{-1}$, sendo este último registrado no trecho do rio Moju BR 163. Esse nutriente em solos intemperizados fica em sua maior parte disponível retido na vegetação e fazem parte da estrutura de solos argilosos, ou seja, compõe estruturas dos minerais de argila.

O trecho em que foi registrado a maior concentração foi o do rio Moju BR 163, cuja área de influência direta – A.I.D. tem a presença de uma grande serra, de onde as águas das chuvas são drenadas para o rio. A composição desse solo, como em todos os outros, é basicamente argila.

A cobertura vegetal na A.I.D. é de floresta densa da Floresta Nacional do Tapajós. Como o Mg trocável fica adsorvido na vegetação, esses fatos podem explicar a maior concentração no mês mais chuvoso que é o mês de Março. Outro detalhe é que, se comparado todos os meses aos outros trechos, quase sempre a concentração será maior no rio Moju BR 163.

Outros trechos, como o rio Moju Soraya e Moju Raimundo, tiveram a variação na concentração bastante semelhante. Destaca-se que estes dois trechos

possuem na A.I.D. cobertura também, semelhantes. Além disso, são recortados por estradas de chão batido que podem influenciar em algum momento, por consequência do escoamento superficial, no resultado da leitura das concentrações.

Os resultados das leituras para o rio Jatuarana apresentaram concentrações que em boa parte das amostras se mantiveram entre 8,3 a 10,0 mg L⁻¹, com destaque os meses de Agosto a Novembro. A Área de Influência Direta nesse trecho é composta por floresta primária e capim próximo ao ponto de coleta.

Os resultados para a concentração no rio Branco, também, mostrou coincidências durante os meses de Julho a Dezembro, onde se repetiram os valores da concentração em 8,3 mg L⁻¹. Os rios Moju Soraya, Moju Raimundo, rio Moju R 101, mostraram resultados semelhantes (Figura 18).

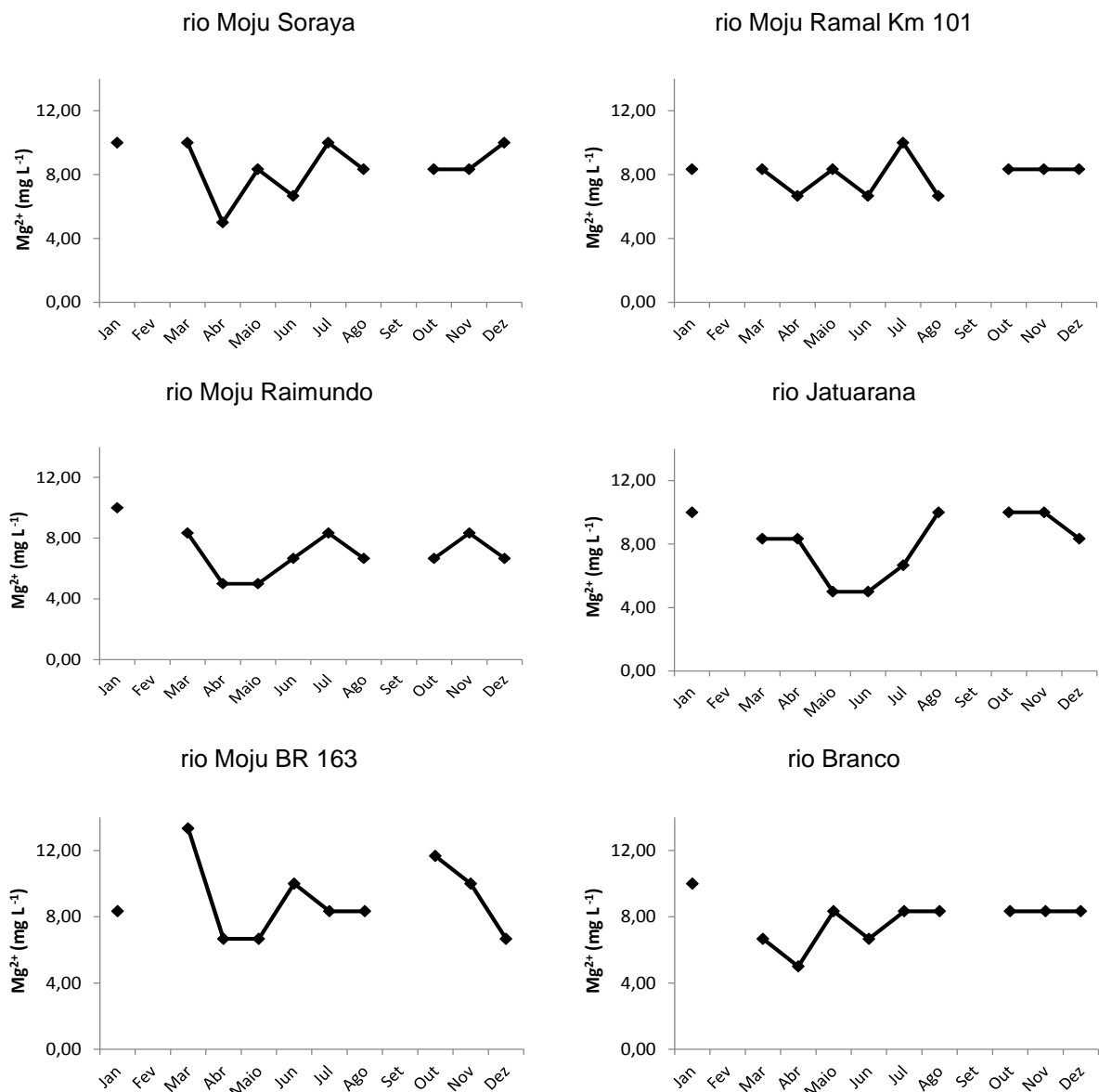


Figura 18– Variação da concentração de Magnésio nos rios ao longo ano de 2014

4.3.4 Análise descritiva da variação da concentração de Potássio (K^+)

A concentração de Potássio sofreu oscilação o ano todo e em todos os trechos dos rios estudados. No intervalo dos meses de Julho a Outubro, período menos chuvosos, o trecho que apresentou resultado de maior concentração em Outubro ($1,67 \text{ mg L}^{-1}$) foi o rio Moju BR 163. Esse trecho possui a cobertura vegetal caracterizada por floresta primária.

Esse período de menos chuvas na região, também, considerando o acúmulo de resíduos orgânicos depositados naturalmente, pela diversidade biológica existente e, ainda pela influência das altas temperaturas, pode-se inferir que a aceleração da decomposição pela ação de microrganismos pode estar contribuindo para que essas concentrações estejam ocorrendo.

As análises das concentrações de potássio mostraram que as médias, no início do ano, variaram entre $1,4$ e $1,6 \text{ mg L}^{-1}$, nos rios Moju Soraya ($1,4 \text{ mg L}^{-1}$), Moju Raimundo ($1,6 \text{ mg L}^{-1}$), Moju BR 163 ($1,6 \text{ mg L}^{-1}$) e Jatuarana ($1,4 \text{ mg L}^{-1}$), (Figura 19).

Baseado no entendimento de Duiker e Beegle, 2006, pode-se dizer que, pela cobertura vegetal, existente nas A.I.D. dos trechos, o aporte de resíduos orgânicos é aparentemente alto, fato que mantém o potássio com maior força de adsorção dos sítios do solo, em época do período mais chuvoso de Janeiro a Abril e esse fato explicaria essa redução de concentração.

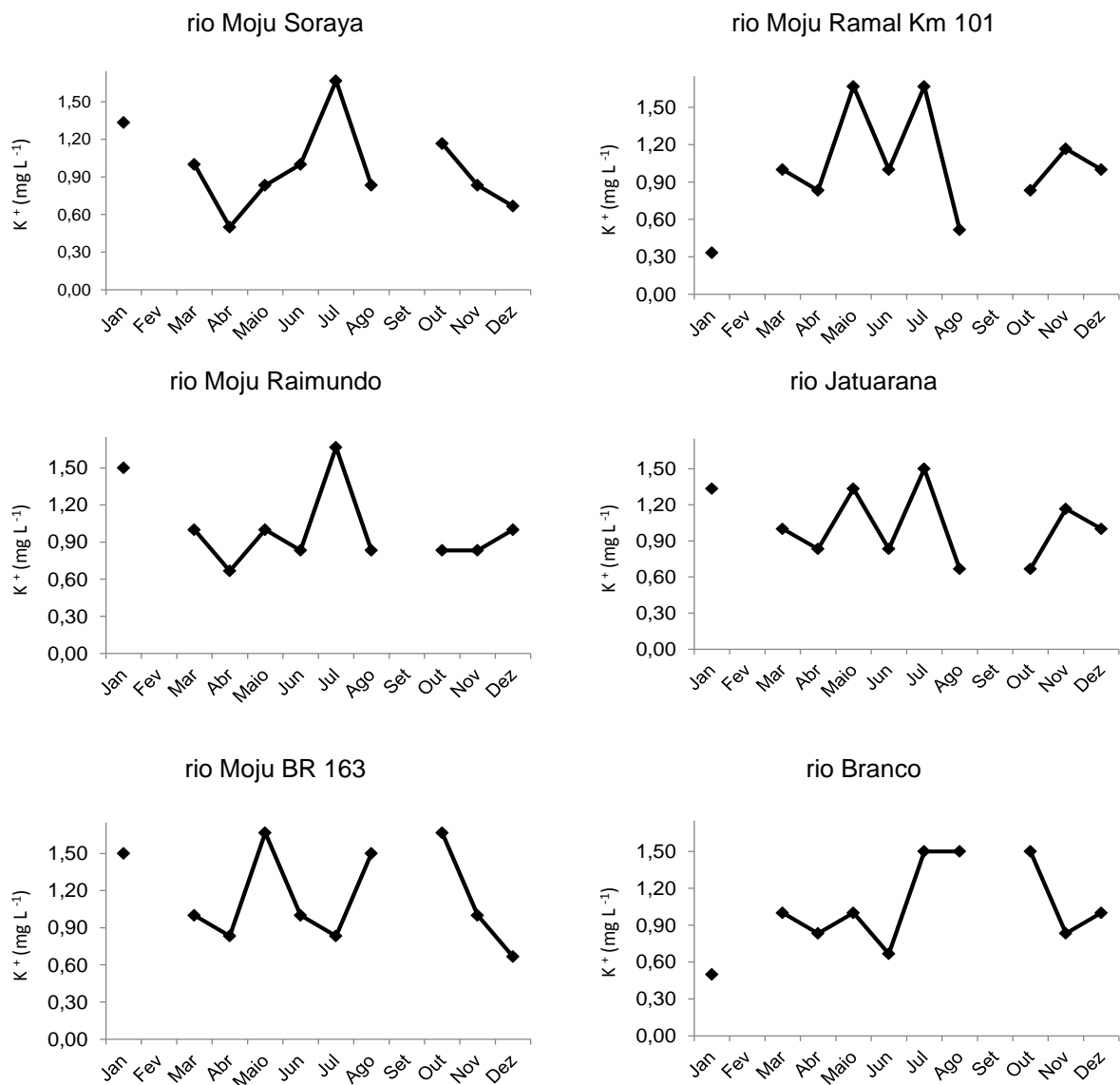


Figura 19– Variação da concentração da concentração de Potássio nos rios ao longo dos meses

4.3.5 Análise descritiva da variação da concentração de Nitrato (NO_3^-)

A variação da concentração de Nitrogênio (nitrato) apresenta uma configuração que se mantém baixa nos meses chuvosos, de Janeiro a Maio e posteriormente se eleva nos meses de transição entre períodos, e após, a concentração diminui se equilibra no período seco até Dezembro.

Essas áreas são utilizadas para pastagem e os resultados indicaram um “padrão” de variações que mostram tendências semelhantes de variar as concentrações durante todo o ano (Figura 20).

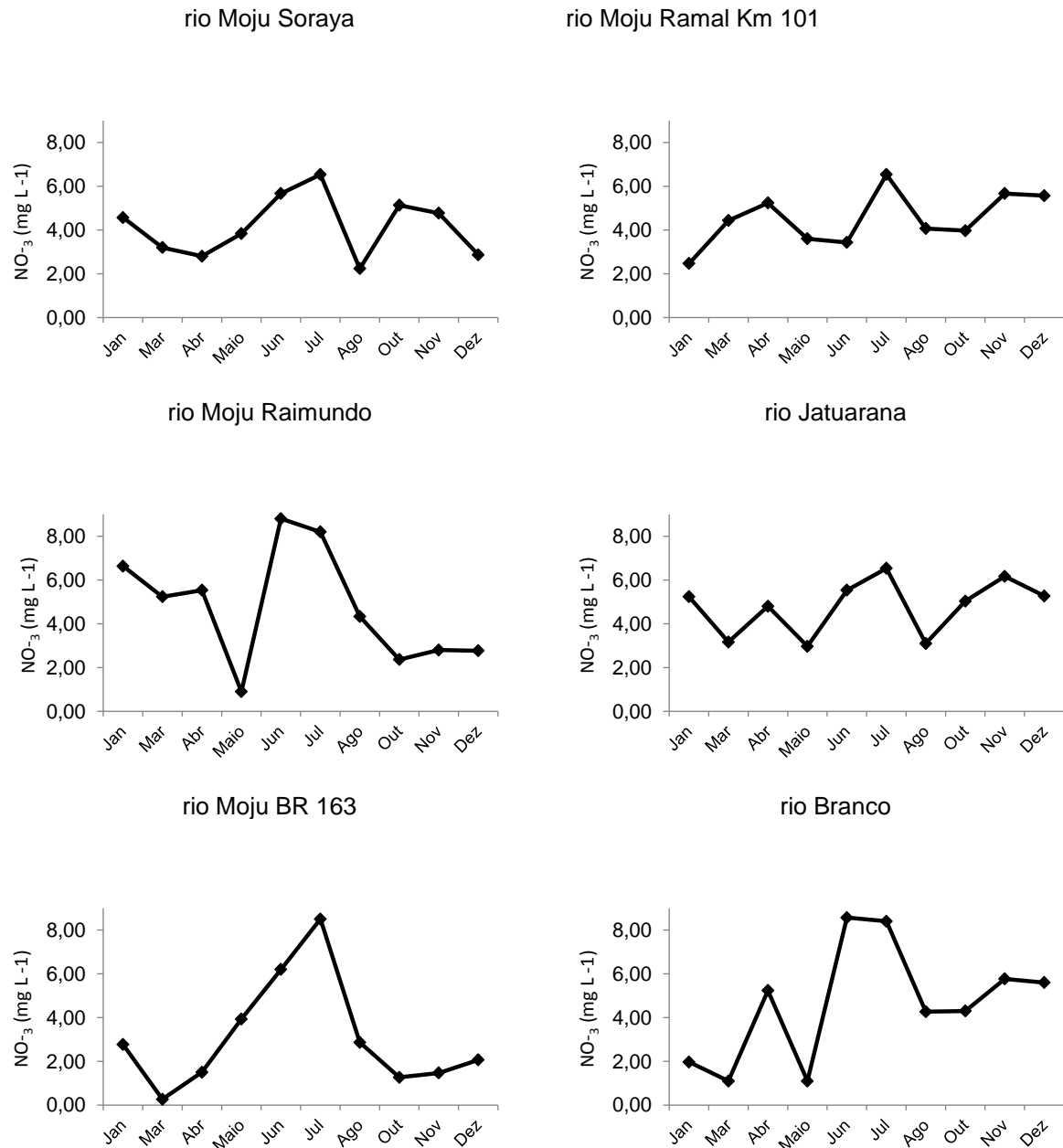


Figura 20- Variação da concentração de Nitrogênio nos rios ao longo dos meses ao longo dos meses

Os trechos de rios como rio Branco e rio Moju Raimundo que apresentam mudança de uso da terra, onde áreas de floresta foram convertidas para áreas de agricultura e pastagem, são onde se registraram as maiores concentrações de NO_3^- , nos meses de transição entre períodos chuvosos e menos chuvosos.

4.3.6 Análise descritiva da variação da concentração de Cálcio (Ca^{2+})

O cálcio, como elemento integrante das soma das bases trocáveis com outros elementos como Mg^{+2} , K, foram os nutrientes mais abundantes nas áreas de agropecuária, pastagem e floresta secundária no mês de Janeiro, que é o mês de transição do período menos chuvoso para chuvoso, a exceção foi a concentração do rio Moju Raimundo (Figura 21).

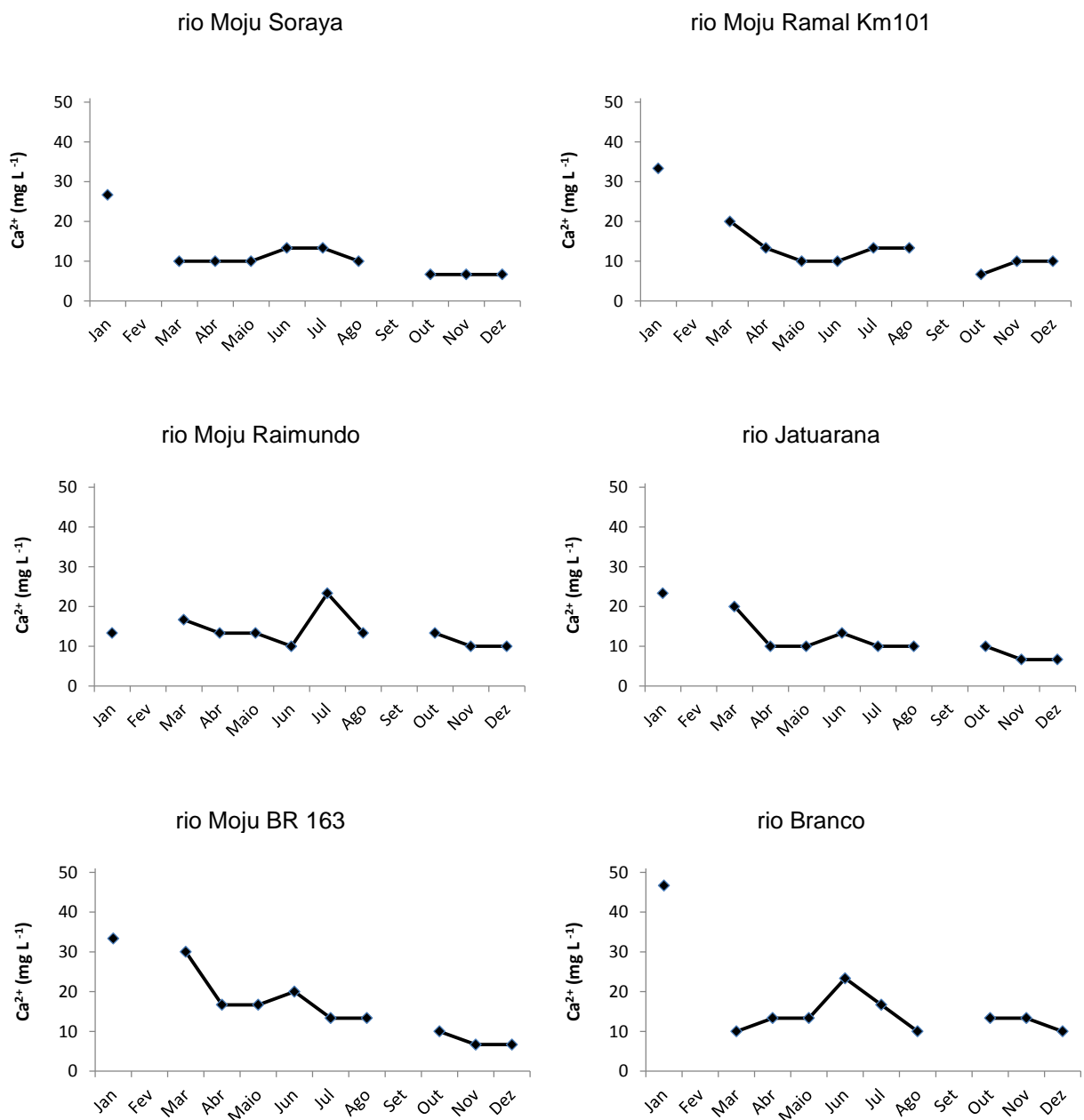


Figura 21– Variação da concentração de Cálcio nos rios ao longo dos meses

Os resultados mostraram, também, que na transição de período chuvoso para o menos chuvoso as concentrações foram mais elevadas, nos trechos do rio Moju Raimundo e rio Branco.

Na área do entorno do trecho do rio Branco, existe uma grande fazenda de gado, cujo resultado da concentração de cálcio pode estar sofrendo a influência das práticas de correção de solo pela aplicação de calcário. Essa fazenda fica a montante do ponto de coleta das amostras.

Em todos os outros trechos não se identificou nas propriedades próximas fazendo o uso dessa técnica para a correção de solo.

Sabendo-se que o cálcio da solução do solo tem origem na vegetação, algas, macrófitas aquáticas e de organismos em decomposição, ainda nessas áreas são as principais fontes desses íons, nos corpos hídricos.

4.3.7 Análise descritiva da variação da concentração de Zinco (Zn^{2+})

De maneira geral as concentrações de Zinco são baixas em todos os trechos de rios, e entre todos os elementos analisados. A máxima concentração atingiu $0,07 \text{ mg L}^{-1}$ em dois trechos apenas, rio Moju ramal 101 e rio Moju BR 163, no mês de Agosto. Contudo na maioria das leituras efetuadas nas concentrações, se aproximaram de zero. Estes resultados podem estar ocorrendo em virtude de característica dos próprios solos.

Estudos realizados por Durigan, 2013 em 18 microbacias dessa região, também, indicou que a baixa concentração de Zinco pode estar associada aos tipos de solo da região, que são na maioria Latossolos.

Os resultados das análises das amostras, apresentaram 24% dos resultados de análise das amostras das concentrações abaixo de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 22).

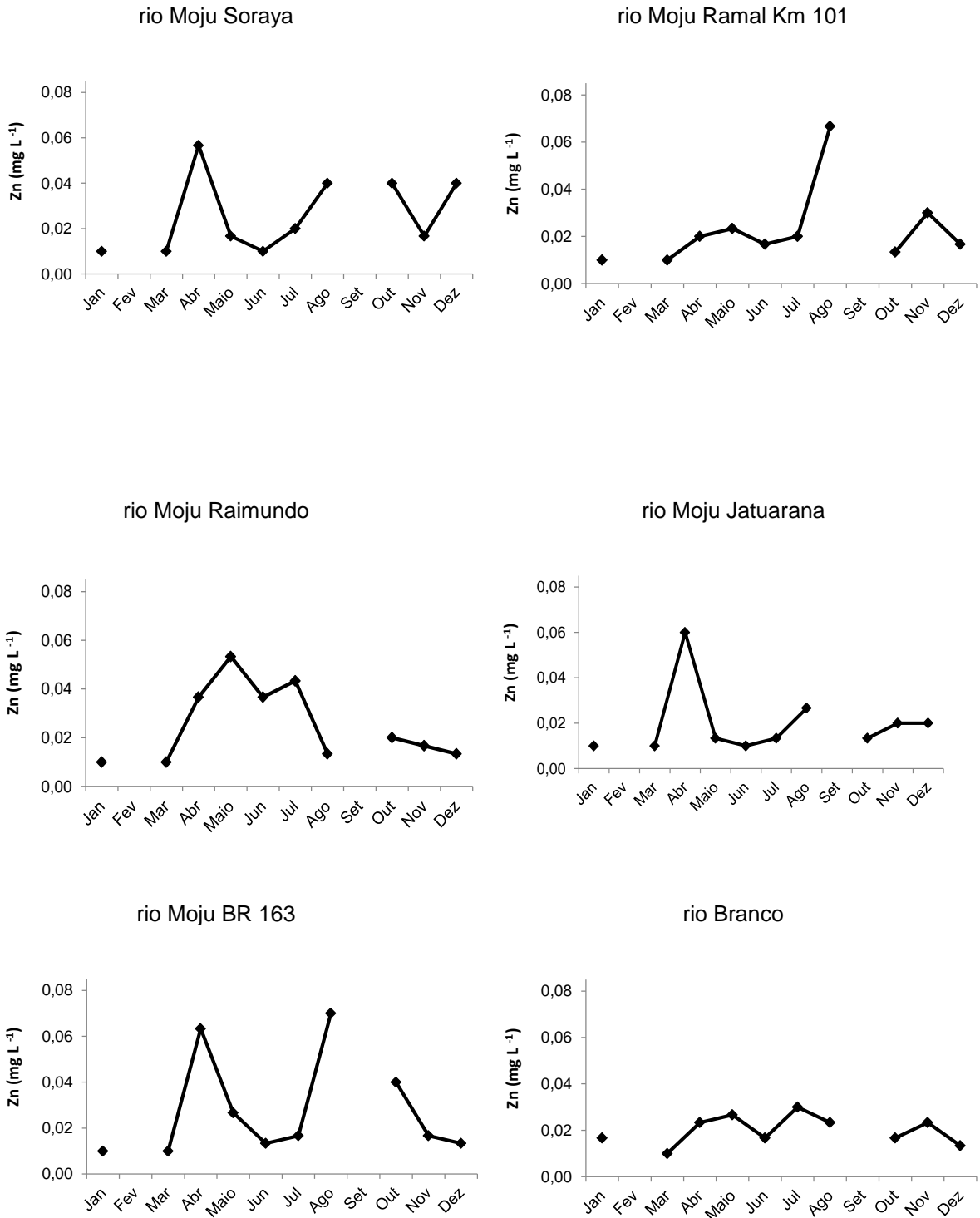


Figura 22– Variação da concentração de Zinco nos rios ao longo dos meses

4.3.8 Análise descritiva da variação da concentração de Ferro (Fe)

As avaliações dos resultados mostraram que as concentrações de Fe foram bem variadas ao longo dos meses e em todos os trechos analisados. Pode ser uma indicação de que o tipo de solo, na maioria Latossolo, está influenciando os resultados, por possuírem considerável presença de óxidos de ferro, e que podem estar sendo carregados para os rios.

As concentrações de ferro analisadas tiveram os maiores valores encontradas nos trechos do rio Branco, cuja área de influência direta é composta por atividades de agropecuária, pastagem, além da presença de floresta primária, e o rio Moju Soraya, com características semelhantes respectivamente, por uso do solo com pastagem e pela presença de floresta secundária.

No trecho do rio Moju Soraya, produtores da agricultura familiar realizam a colheita de algumas culturas, cita-se como as principais o milho, arroz e mandioca, fato que deve ser considerado, pois na colheita da mandioca, por exemplo, o solo é bastante alterado em virtude da retirada das raízes e movimentação da camada superficial destes.

Nos trechos dos rios Moju BR 163 e rio Jatuarana com a cobertura composta por floresta primária, às concentrações são as menores se comparadas aos outros trechos de áreas alteradas.

Segundo Quenea *et al*, 2009, os teores baixos desses elementos encontrados em solos de áreas de florestas, podem estar associados à maior quantidade de Matéria Orgânica Solúvel - MOS presente nesses solos e que é capaz de complexar em seus sítios esses elementos, deixando-os indisponíveis para as plantas.

Sendo assim, ao se observar a diferença de concentrações nos diferentes trechos, pode ser creditado ao tipo de cobertura vegetal existente, sendo a M.O.S. a principal responsável pela movimentação do solo e a menor presença de material orgânico, fato que necessita de estudos adicionais (Figura 23).

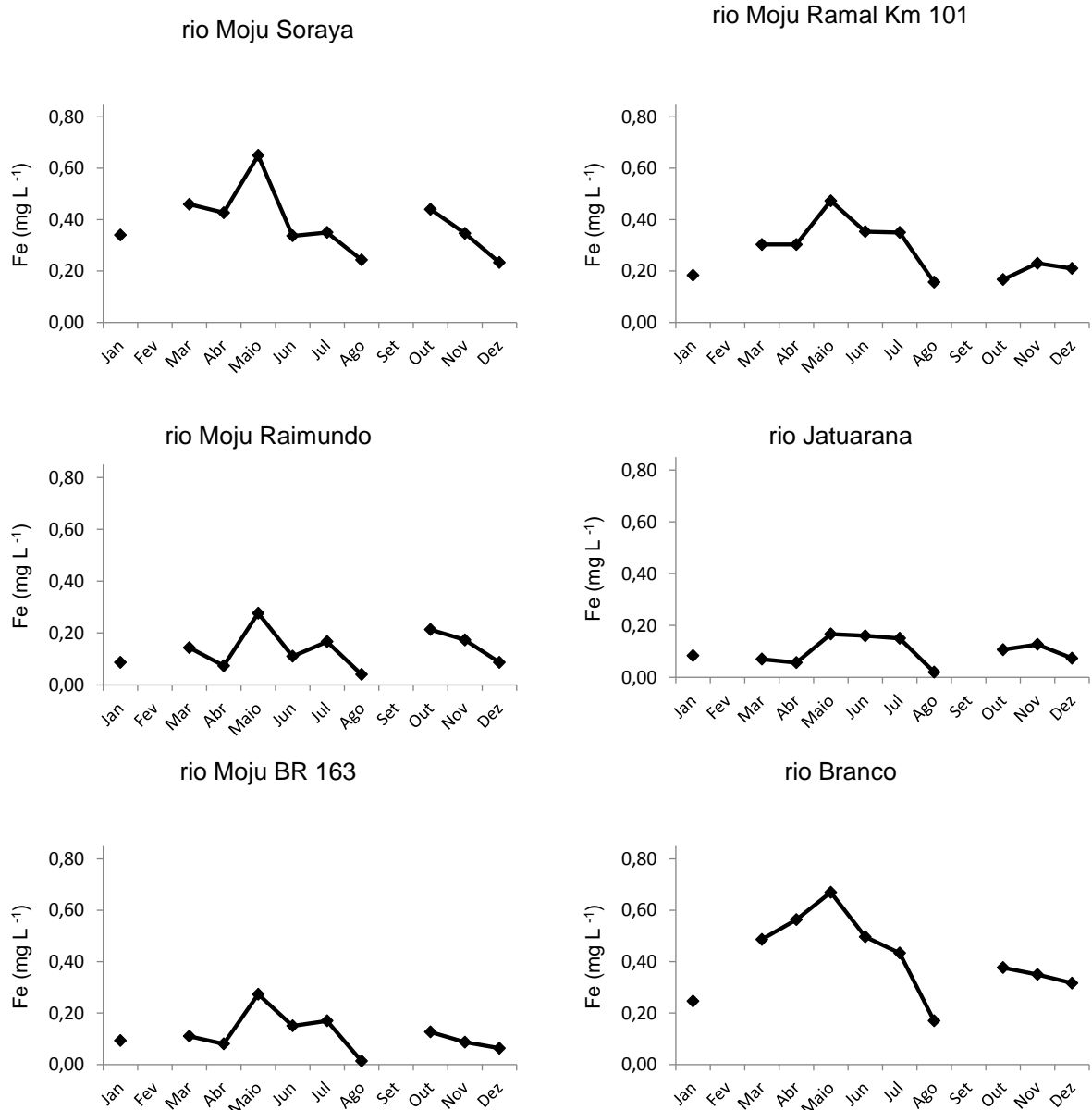


Figura 23– Relação da variação da concentração de Ferro na água dos rios ao longo dos meses

A tabela 4 mostra um resumo de como ocorreu a distribuição das médias de concentração ao longo do ano. Ela apresenta os diferentes trechos e ambientes, onde as médias máximas estão representadas com o sinal (+), as mínimas com sinal (-) e as que ficaram entre esse intervalo representadas por (+/-).

Tabela 4 - Variação da concentração de nutrientes nos diferentes trechos de rios e ambientes

Nutrientes	Moju BR 163 (Floresta)	Jatuarana (Floresta)	Branca Floresta (Secundária/Pastagem)	Moju Raimundo Floresta (Secundária/Pastagem)	Moju Soraya (Floresta Secundária/Pastagem/Agropecuária)	Moju ramal 101 Florestas (secundária/Pastagem)
Macro nutrientes						
Potássio	+	+/-	-	+	+	+
Fósforo	+	+/-	-	-	+/-	+/-
Nitrato	+	-	+/-	+/-	+	-
Cálcio	+/-	+/-	+	+/-	-	+/-
Magnésio	+	-	-	+/-	+/-	+/-
Micro nutrientes						
Cobre	+/-	+/-	+	+/-	+	-
Zinco	+	+/-	-	+/-	+/-	+
Ferro	+/-	-	+	+/-	+	+/-

4.4 Análise de correlação entre precipitação pluviométrica total e concentração de nutrientes ao nível de significância de 5%

Os resultados do teste de correlação indicaram variação em função da precipitação ao longo do ano. Estes testes mostraram que apenas sete das possibilidades analisadas nos trechos de rios, ocorreu uma relação significativa entre as variáveis (Tabela 3).

Tabela 3- Análise de correlação linear de Pearson entre as concentrações de nutrientes e precipitação total mensal para cada trecho de rio.

Trechos\Nutrientes	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Ca ²⁺	Mg	K ⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe
Moju_Soraya	-0,144	0,0451	0,4658	-0,039	-0,07	0,6764*	-0,3952	0,4476
Rio_Moju_ramal_Km_101	-0,4955	0,6063 *	0,5606*	-0,1486	-0,1088	-0,3315	-0,5621 *	0,4044
Rio_Moju_Raimundo	0,2654	0,4361	0,0118	0,0709	0,0753	-0,2028	0,1032	-0,0111
Rio_Jatuarana	-0,3688	0,3426	0,7564*	-0,3471	0,1586	-0,4925	-0,4925	0,0229
Rio_Moju_BR_163	-0,1607	-0,1904	0,8523*	0,1566	-0,0159	0,0676	-0,3797	0,2779
Rio_Branco	-0,4947	0,5117	0,3781	-0,3117	-0,6392*	-0,0743	-0,2297	0,4867

* Relações significativas (p<0,05) testadas a partido teste de t-student.

Os resultados de correlação nos trechos do rio Moju Soraya para Cu²⁺(0,6764) foi positiva. Também os rios rio Moju Ramal 101, correlação positiva para os nutrientes PO₄³⁻ (0,6063), Ca²⁺(0,5606) e Zn²⁺(0,5621), também,

apresentaram correlação positiva para o Ca^{2+} , os trechos do rio Jatuarana (0,7564) e do rio Moju BR 163(0,8523) e o resultado para o trecho do rio Branco mostrou correlação negativa para o K^+ (-0,6392).

4.4.1 Rio Moju Soraya

Análises da correlação da concentração do Cobre (Cu^{2+}) e precipitação nos vários trechos dos rios mostrou que o Rio Moju Soraya, apresentou uma relação significativa ($R=0,6764$) entre a precipitação total mensal e a concentração desse elemento, indicando que quanto maior a precipitação, maior a concentração de Cobre nas águas dos rios. A maior concentração deste nutriente foi registrada no mês de Março, $0,045 \text{ mg L}^{-1}$.

No geral, as maiores precipitações total mensal ocorre entre os meses de Janeiro a Junho, com a média de 286,46mm. (Figura 24).

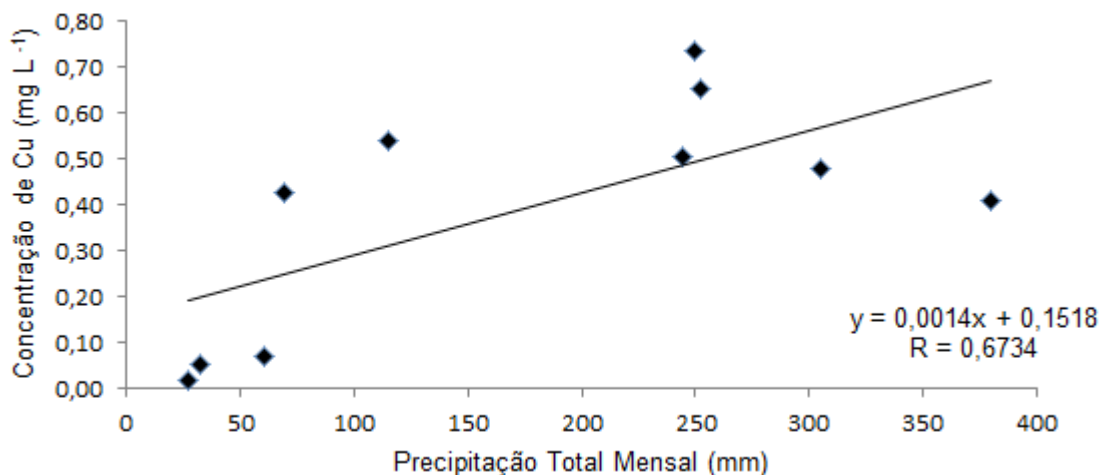


Figura 24- Correlação entre precipitação e concentração de cobre no Rio Moju Soraya

4.4.2 Rio Moju Ramal 101: Relação significativa para Fósforo

Com os resultados das análises para avaliar a relação entre precipitação e a concentração de fósforo (fosfato), pôde-se concluir que apenas no Rio Moju Ramal Km 101 ($R=0,6063$) mostrou forte correlação entre esses parâmetros, indicando que

quanto maior a precipitação, maior a concentração do fósforo nesse trecho de rio, atingindo $0,045 \text{ mg L}^{-1}$, com uma precipitação de $380,10 \text{ mm}$ no mês de Março (Figura 25).

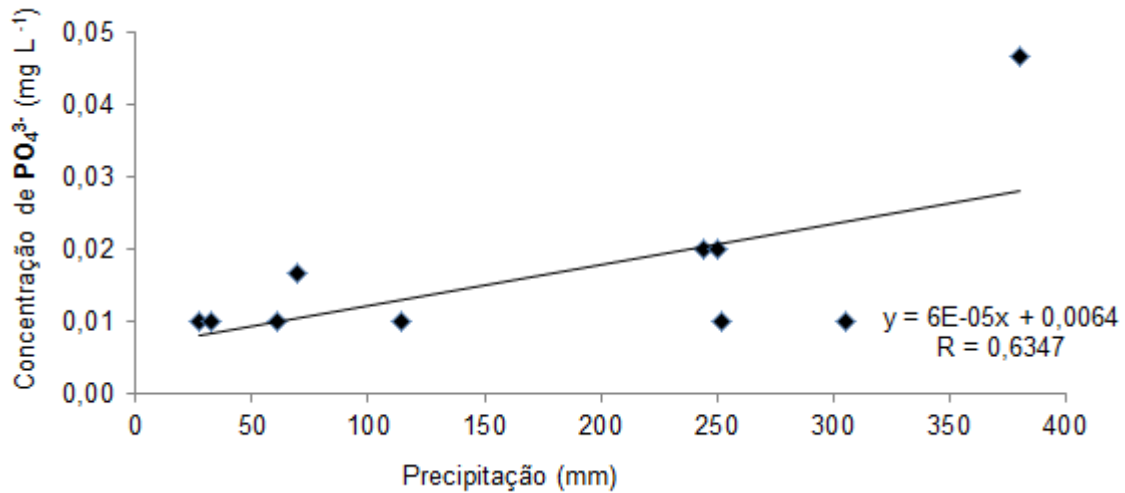


Figura 25- Correlação entre precipitação total mensal e concentração de fosfato no Rio Moju R 101

4.4.3 Rios Moju 101, BR 163 e Jatuarana: Relação Significativa para Cálcio

As análises de correlação entre a precipitação total mensal e a concentração de cálcio, identificou-se que em três trechos as análises registraram haver uma forte correlação entre estes, também, demonstrando que, quanto maior a precipitação entre os meses de Janeiro a Junho, maior a concentração desse nutriente nas águas desses rios. Os trechos que mostraram essa forte relação foram o dos rios Moju Ramal Km 101 ($R=0,5605$) (Figura 26), Rio Moju BR 163 ($R = 0,8522$) (Figura 27) e Rio Moju Jatuarana ($R = 0,7564$) (Figura 28).

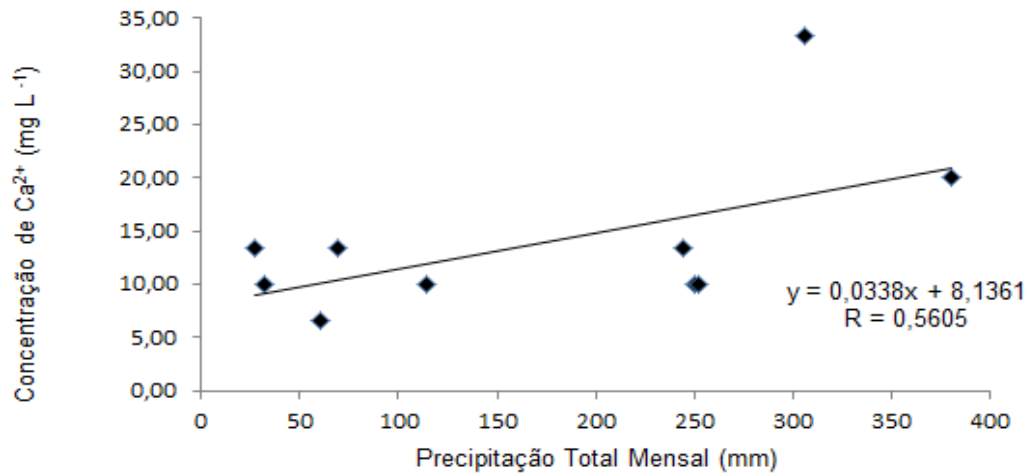


Figura 26- Correlação entre precipitação total mensal e concentração de cálcio no Rio Moju R 101

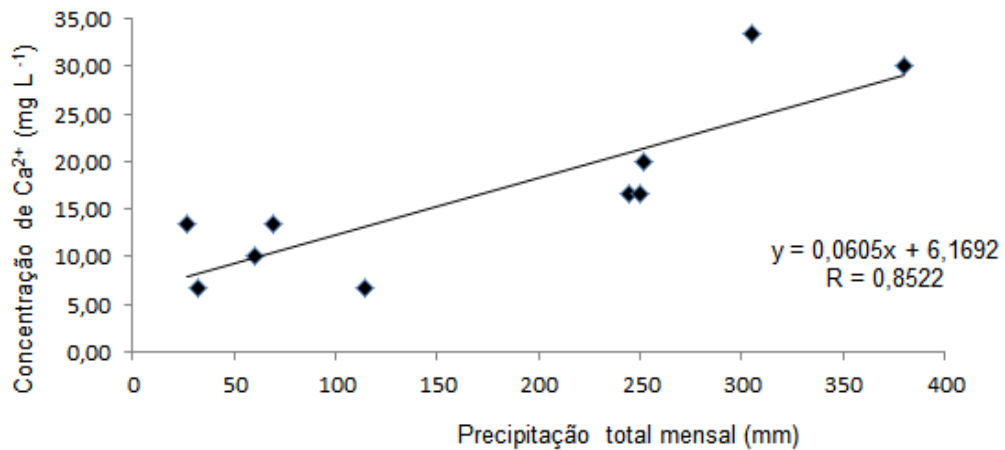


Figura 27- Correlação entre precipitação total mensal e concentração de cálcio no Rio Moju BR 163

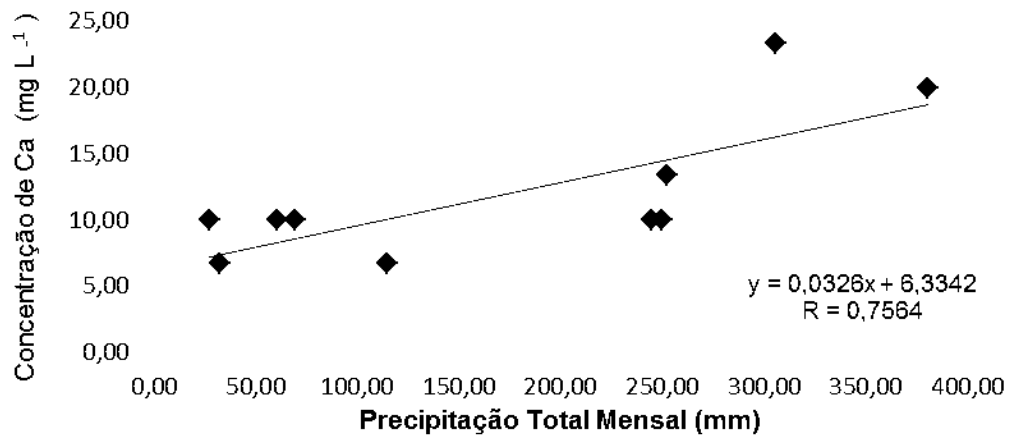


Figura 28- Correlação entre precipitação total mensal e concentração de cálcio no Rio Jatuarana

4.4.4 Rio Branco: Relação significativa para Potássio

As análises para o nutriente Potássio mostraram existir uma forte relação ($R=0,6392$) entre precipitação total mensal e a concentração de Potássio no Rio Branco, indicando que em meses de menor precipitação (de Julho a Outubro), com a média de 47,30 mm de chuva, maior a concentração de Potássio ($1,50 \text{ mg L}^{-1}$). (Figura 29).

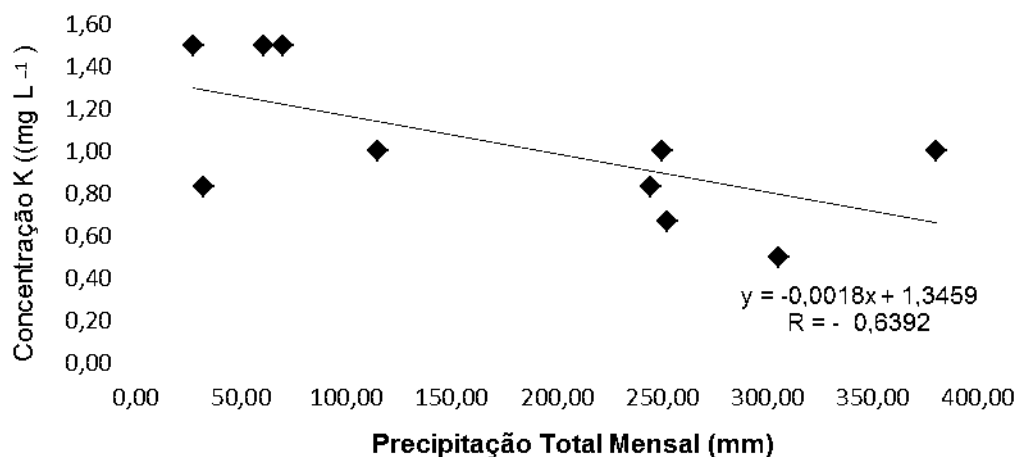


Figura 29- Correlação entre precipitação total mensal e concentração de Potássio no rio Branco

Esse fato leva a inferir que a existência desse nutriente, nessas condições, provavelmente ocorre por causa de origem natural, visto que as águas do rio Branco apresentam uma quantidade de sedimentos nas suas margens é possível se observar essa deposição de sedimentos formando pequenos bancos.

4.4.5 Rio Moju R101: Relação significativa para Zinco

No Rio Moju R 101, as análises mostraram que existe uma relação significativa ($R=0,5621$) entre a precipitação total mensal e a concentração de Zinco, com a tendência de que quanto maior a precipitação, menor a concentração desse elemento. O maior registro na precipitação (380,10 mm) ocorrida no mês de Março é o mês no qual foi registrada a menor concentração de Zinco ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$) durante o

ano. Também foi observada uma grande variação nos outros cinco trechos dos rios estudados, que pode atingir até $0,06 \text{ mg L}^{-1}$ ao longo do ano (Figura 30).

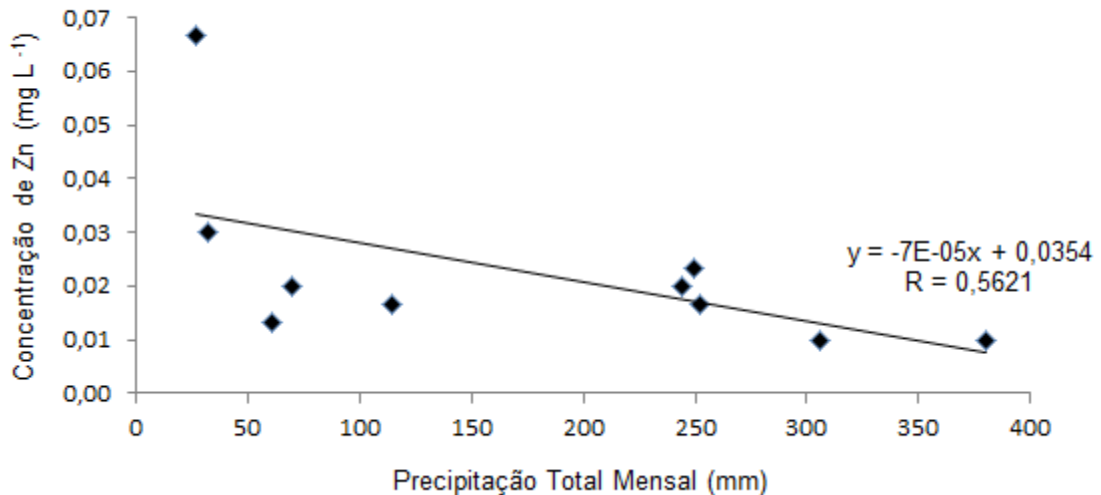


Figura 30- Correlação entre precipitação total mensal e concentração de Zinco no Rio Moju ramal 101

4.5 Diferenças de concentração de nutrientes entre período chuvoso e não chuvoso

A Tabela , mostra o resumo dos resultados das análises de correlação linear de Pearson. Os resultados mostraram a existência de correlação significativa entre precipitação total mensal e a concentração para alguns nutrientes e em dois trechos diferentes, rio Moju BR 163 e rio Moju Raimundo.

Esses resultados foram constatados através de cálculos de correlação utilizando o Teste T de Student ao nível de significância de 5%.

Para definição dos períodos chuvosos e menos chuvoso, adotou-se os meses de Janeiro a Junho (período chuvoso) e os de Julho a Dezembro (menos chuvoso), (Tabela 5).

Tabela 5 - Diferenças de concentração de nutrientes entre períodos (chuvoso e não chuvoso) para cada trecho de rio a partir do Teste t-student ao nível de significância de 5%

Trechos/Nutrientes	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻
Moju Soraya	(t=1,5251)	(t=0,9467)	(t=0,4553)	(t=2,7077)	(t=0,92057)	(t=1,7683)	(t=0,28935)	(t=0,31421)
Rio Moju ramal								
Km 101	(t=1,4588)	(t=1,0011)	(t=0,2506)	(t=0,2076)	(t=1,2999)	(t=1,8945)	(t=1,4604)	(t=1,9424)
Rio Moju								
Raimundo	(t=0,2498)	(t=0,3171)	(t=0,2506)	(t=0,2565)	(t=1)	(t=0,041257)	(t=0)	(t=0,78785)*
Rio Jatuarana	(t=2,3566)	(t=1,3884)	(t=0,3197)	(t=1,0406)	(t=0,18732)	(t=0,36347)	(t=0,32933)	(t=1,0979)
Rio Moju BR 163	(t=3,5099)	(t=0)	(t=0,2614)	(t=0,6373)*	(t=0,55205)*	(t=1,0831)	(t=1,1707)	(t=0,17757)
Rio Branco	(t=1,2684)	(t=0)	(t=2,6619)	(t=0,1658)	(t=0)	(t=2,0072)	(t=0,5421)	(t=1,2639)

* = Significativo p<0,05

No trecho do rio Moju da BR 163 as correlações positivas foram identificadas para os elementos Cobre (Cu^{2+}) e Zinco (Zn^{2+}). O Cobre apresentou a média de concentração ($0,48 \text{ mg L}^{-1}$) mais elevada no período chuvoso (Figura 31) e o Zinco apresentou uma tendência de aumentar a concentração durante o período menos chuvoso com média nesse período de $0,42 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 32).

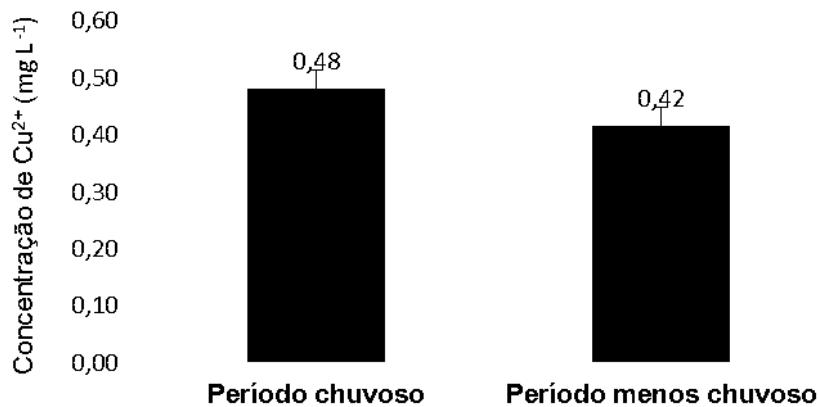


Figura 31- Média concentração de Cobre (Cu^{2+}) entre períodos no rio Moju BR 163

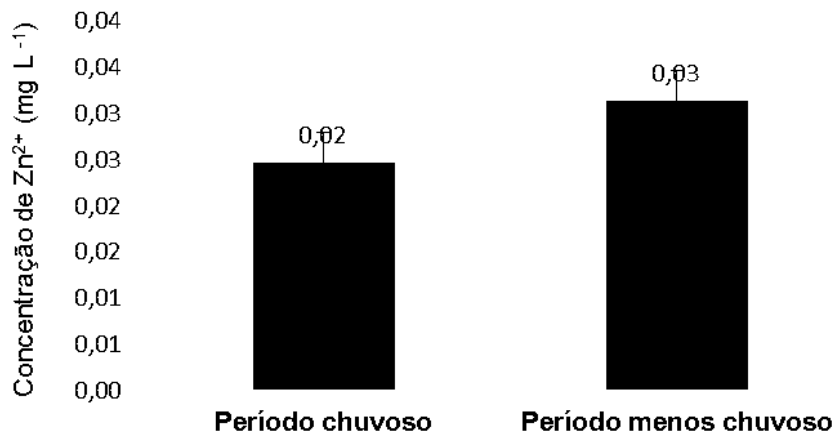


Figura 32- Média de concentração de Zinco (Zn^{2+}) entre períodos no rio Moju BR 163

Os resultados das análises de correlação entre a concentração de NO_3^- e os períodos sazonais, mostraram forte correlação, no trecho do Rio Moju Raimundo, indicando que em período chuvoso a concentração desse nutriente diminui (Figura 33).

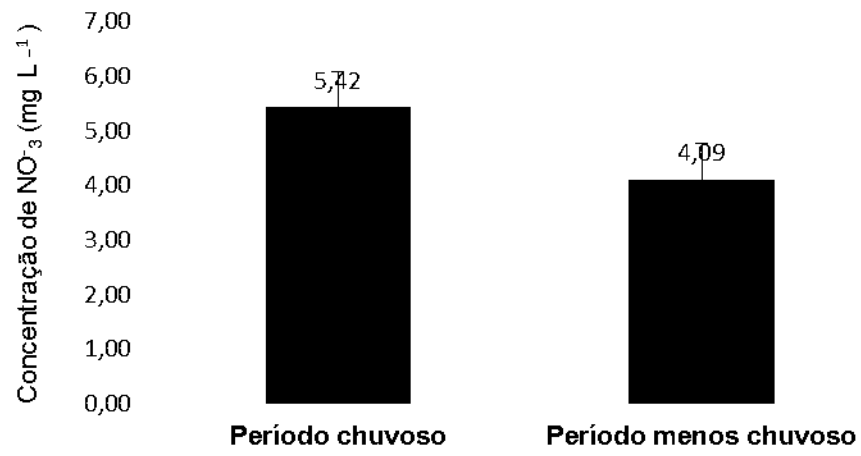


Figura 33- Médias de concentração de Nitrato (NO₃⁻) entre períodos no rio Moju Raimundo

5. DISCUSSÕES

5.1 Avaliação da cobertura e uso do solo na bacia do rio Moju e rio Branco

A distribuição dos padrões de cobertura e uso do solo nas bacias do rio Moju e rio Branco mantém uma característica que é comum em toda a Amazônia, a formação de mosaicos. As duas bacias são cobertas por mosaicos de florestas secundárias e primárias. Estas últimas na grande maioria são florestas integrantes da Floresta Nacional do Tapajós – FLONA Tapajós. Encontram-se, também, áreas de pastagens e de agropecuária.

A região de estudos é caracterizada por travessões que cortam as duas bacias no sentido leste a oeste, e ramais que se interligam esses travessões no sentido norte/sul. O padrão de ocupação das áreas é semelhante ao encontrado por Ballester *et al*, 2003 em Ji-Paraná, resultante do contexto histórico de programas governamentais para o estabelecimento de assentamentos e projetos de colonização.

Os trechos dos Rios Jatuarana e Moju BR 163 são aqueles onde se encontra o maior percentual de áreas de floresta primária na bacia do rio Moju. Este é um fator relevante para as análises, pois estes trechos podem ser considerados como pontos de referência. Entretanto, existem outras manchas de floresta primária, dispersas na bacia (Figura 12).

Na bacia do rio Branco, 80% da cobertura vegetal também é constituída por florestas, com manchas bem distribuídas dentro dos limites da própria bacia, sendo na FLONA Tapajós onde se concentra a maior mancha de floresta primária da bacia (Figura 14).

As florestas primárias desempenham funções essenciais sobre a regulação do clima, além de promover a manutenção da biodiversidade (MALHI *et al*, 2008 e PERES *et al*, 2010).

A Floresta Nacional do Tapajós ainda possui sua estrutura bastante conservada. Dessa forma, as coletas e análises realizadas nos trechos de rio sob sua influência poderão ser utilizadas, posteriormente, para estudos comparativos. .

Florestas secundárias são observadas, nas bacias dos rios Moju e Branco, como manchas dispersas nas duas bacias. As áreas foram desmatadas para o

estabelecimento de pastagens e outras áreas para fins de produção agropecuária, em geral desenvolvida por pequenos produtores familiares (Figura 4).

Estudos de Davidson *et al*, 2012, realizados em áreas da Amazônia, indicaram que as áreas de pastagem abandonadas, aos poucos deram espaço a regeneração natural que formam as florestas secundárias.

Em observações “*in loco*” na área de estudo, pode-se perceber que grandes áreas de florestas secundárias estão sendo derrubadas para novamente serem utilizadas, seja para o plantio de forrageiras (capim) para produção de carne ou para a produção de grãos. Este uso é praticado na grande maioria por produtores que utilizam o sistema de produção baseado em mecanização.

Em um dos trechos da bacia do rio Moju, no rio Jatuarana, é necessária a realização de estudos adicionais, pois há registro de uma fazenda de gado, dentro dos limites da Floresta Nacional do Tapajós, a aproximadamente 700 mts de distância a montante do ponto de coleta das amostras. Existe a possibilidade de que resíduos orgânicos ou produtos químicos, oriundos de uso no manejo de solo e de animais desta fazenda, possam ter influenciado os resultados da concentração de algum nutriente nesse trecho.

Os trechos dos rios Moju Raimundo e Moju Soraya que são compostos por áreas de agricultura familiar de subsistência, agricultura mecanizada e, também, áreas de pastagem, são onde se concentram as maiores manchas de florestas secundárias, fato semelhante aos resultados de estudos realizados por Venturieri *et al*, (2007) aqui nessa região.

É fato, porém, que pequenas propriedades pertencentes a produtores familiares, na região da área de estudo, vêm sendo arrendadas ou vendidas a novos produtores que possuem um sistema de produção mecanizado e estas passam a ter o preparo de solos e a dinâmica de cultivo diferenciados do sistema tradicional de corte e queima.

Essas alterações no sistema de cultivo influenciam diretamente a configuração do mosaico de classes da cobertura, pois no sistema de produção mecanizado, os produtores necessitam de formas de produção mais planejadas, para se evitar perdas econômicas. Nesse contexto, não se permite que áreas sejam abandonadas como ocorre no sistema de produção tradicional de corte, queima e pousio.

Outro detalhe a ser avaliado sobre a média de concentração dos nutrientes se refere a influência dos resíduos oriundos da calagem e da adubação, carregados pelas águas da precipitação até os rios. Essas práticas são comumente observadas em áreas com o sistema mecanizado de produção.

Dos seis trechos avaliados na bacia do rio Moju, apenas na Área de Influência Direta do rio Moju Soraya (Figura 12) existe uma mancha na imagem, que indica ser remanescente de floresta. Esse fragmento identificado na análise se trata de floresta primária degradada pela extração de madeira ocorrida em décadas passadas.

No trecho relativo à área de influência direta do rio Moju ramal km 101, a cobertura é composta predominantemente de áreas de pastagem (Figura 12), sendo a atividade realizada de forma extensiva com o uso do fogo como o principal recurso para a limpeza ou renovação das pastagens. A pequena mancha de vegetação secundária existente nesse trecho atualmente se apresenta em avançado estágio de regeneração, e já se percebe novos desmatamentos sendo realizados nesse trecho.

Na bacia do rio Branco o uso do solo tem a pecuária como principal atividade econômica. Na área de influência direta, a montante do ponto de coleta das amostras o rio é protegido pelas matas ciliares que mantêm a função de proteção contra o carregamento de sedimentos. Porém, essa função pode se perder em virtude do acúmulo de materiais particulados (partículas de solos, nutrientes das adubações, resíduos de calcário, e outros), carregados das áreas de pastagem, através das matas ciliares e que podem gradativamente se deslocar até atingirem as águas do rio.

Gurgel e outros autores (2003), concluíram que, a identificação das atividades antropogênicas e o entendimento sobre as alterações nos ambientes de rios é um grande desafio, pois essas alterações envolvem diferentes componentes (químicos, físicos, biológicos, hidrológicos e geofísicos) que se inter-relacionam e alteram suas dinâmicas e estruturas.

As alterações na cobertura vegetal e no uso do solo na região de estudo ainda não estão, comprovadamente, refletindo consequências significativas sobre as concentrações de nutrientes nos trechos dos rios estudados.

O resultado das análises da concentração de nutrientes, sob a influência de floresta primária, mostrou que existe um pico de concentração de fosfato em um

trecho de rio (Jatuarana) no mês de maior precipitação. Este resultado requer novas pesquisas, afim de melhor entender qual o fator que influenciou o aparecimento desse pico de concentração de fosfato. Alguns trechos com cobertura de florestas secundárias estão novamente entrando em processo de desmatamento para a implantação de pastagens e produção de grãos. Todavia, não há evidências concretas de que os produtos utilizados para preparo do solo e cultivos agrícolas estejam sendo carregados e elevando as concentrações dos nutrientes.

5.2 Análise da concentração de nutrientes

5.2.1 Variação da concentração Cobre (Cu⁺)

Os resultados das variações da concentração de Cu⁺ indicaram que os menores valores ocorreram nos trechos do rio Moju Raimundo com médias abaixo de 0,2 mg L⁻¹ no trecho do rio Moju Soraya no mês de maior precipitação (Março) e no mês de Setembro, atingiu valores com nível não detectado pelo fotômetro. Esses trechos são caracterizados por possuírem cobertura vegetal composta em sua maior parte, por florestas secundárias. O uso do solo característico nesses trechos de rio é composto por atividades de pecuária com o cultivo de forrageiras e a agropecuária.

As análises dos resultados das concentrações de Cu⁺ mostraram que os trechos dos rios Jatuarana, Ramal do Km 101, Moju BR 163, rio Branco e Moju Raimundo, tiveram as maiores concentrações registradas durante o período chuvoso. Os dois primeiros (rio Moju ramal km 101, Moju Raimundo e Jatuarana) no mês de Abril. As concentrações nos trechos do rio Moju BR 163(0,74 mg L⁻¹) e Moju Soraya (0,73 mg L⁻¹) foram registrada no mês de Maio.

Considerando que os trechos de rios possuem diferentes tipos de cobertura e uso do solo, não se observou nos resultados nenhuma diferença significativa desse fator, sobre esses picos de concentração.

Segundo avaliações de Pedroso e Lima (2001), grande parte do cobre depositado no ambiente tem origem antropogênica como os fertilizantes, corretivos de solo e pesticidas a base de cobre. Percebe-se nos resultados que apenas um dos seis trechos (rio Jatuarana) pode ter sofrido a influência de algum desses produtos e

interferido na concentração, tendo em vista a presença da uma fazenda a montante do ponto de coleta.

5.2. 2 Variação da concentração de Fósforo (PO_4^{3-})

A média da concentração de PO_4^{3-} atingiu o valor máximo ($0,50 \text{ mg L}^{-1}$) nos trechos dos rios Moju Soraya, Moju Raimundo, rio Moju BR 163, ramal km 101, e rio Branco no período chuvoso. O pico de concentração ocorreu no mês de Março (Figura 17).

A expectativa era encontrar picos de concentração de fosfato nos trechos com atividades de pecuária e agricultura, pelo uso de adubos fosfatados para incorporar nos solos. Conforme estudos por Fearnside (1978) essa era a característica, na região de estudo.

O trecho na qual a expectativa de alta concentração era mais esperada era o do rio Branco, em virtude da existência de uma grande fazenda na região de entorno, a montante do ponto de coleta das amostras de água. Desta forma, seria provável encontrar concentrações mais elevadas em período chuvoso, pelo carreamento desses nutrientes, pela ação do escoamento superficial provocado pelas precipitações até os rios. Essa expectativa não se confirmou.

O único trecho que registrou concentração de até $0,70 \text{ mg L}^{-1}$ foi o rio Jatuarana que por sua vez possui a cobertura vegetal bem conservada composta de floresta primária, integrante da Floresta Nacional do Tapajós. Contudo, a presença de uma fazenda, a montante do ponto de coleta das amostras, pode ser a origem para que esse pico de P ocorresse (Figura 17).

Cinco dos seis trechos dos rios com diferentes tipos de cobertura e uso do solo não apresentaram resultados com indicativo de alterações antropogênicas sobre a biogeoquímica da água.

O processo de limpeza de área (corte e queima) tem como resultado a adição de cinzas no solo, fato que aumenta a disponibilidade de PO_4^{3-} . No entanto, os resultados das concentrações foram baixos.

Markewitz (2004), Likens e Bormann (1977) sugerem que o P em áreas de florestas possui maior estabilidade quando comparados a outros elementos que possuem maior mobilidade.

Os resultados, em geral, mostraram que as maiores médias de concentração de PO_4^{3-} foram registradas em período chuvoso. O trecho do rio Jatuarana foi o que apresentou a maior concentração no mês de Março. Esse resultado requer outras avaliações para se verificar se na pastagem existente no limite da Flona do Tapajós se faz uso de aplicação de adubação fosfatada, o que poderia se apresentar como uma fonte pontual de PO_4^{3-} , elevando assim a concentração na água desse rio ou se o P tem origem natural.

A cinza resultante das queimadas contribui para o aumento do pH, e esse fato diminui a capacidade de adsorção do fósforo, aumentando a disponibilidade desse nutriente, pela facilidade de troca nos solos. A partir daí, estes podem ser transportado pelo escoamento superficial, em solução ou particulado até os rios (BRADY; WAIL, 1999).

Após a queima a concentração de cátions se eleva e podem permanecer por algumas décadas, após a conversão de áreas florestadas para outro tipo de uso do solo como agricultura e pastagem.

5.2.3 Variação da concentração de Cálcio (Ca^+) e Magnésio (Mg^{2+})

Grande parte da concentração de Mg^{2+} e Ca^+ encontra-se presente nos solos em virtude de cobertura vegetal do processo de intemperismo e influenciados pela textura do solo (NEU, 2005).

Os resultados das concentrações encontrados para esses nutrientes indicaram que o cálcio possui médias de concentrações mensais, sempre maiores do que para o magnésio.

O trecho do rio Moju BR 163, coberto basicamente por floresta primária, possui grande elevação no terreno, com encostas que culminam com o leito do rio. O tipo de solo (Latosolo) argiloso característico da área pode ser o fator que, provavelmente, está influenciando o carreamento de argila pelo escoamento superficial, e este, por sua vez, influenciando na concentração de magnésio e cálcio.

O trecho do rio Moju BR 163, foi o local onde as médias de concentração registradas tanto para o magnésio ($13,33 \text{ mg L}^{-1}$) quanto para cálcio ($33,33 \text{ mg L}^{-1}$),

foram sempre acima das médias dos outros trechos e ocorreram no período chuvoso (Figura 21).

As médias de concentrações encontradas no período seco, coincidentemente, mostram uma redução a partir do mês de outubro até dezembro para Mg^{2+} e Ca^{+} .

O resultado da concentração de cálcio registrada no trecho do rio Branco ($46,67 \text{ mg L}^{-1}$) no mês de janeiro, entre todos os trechos foi o que atingiu o maior pico de concentração. Este trecho possui, como característica de cobertura e uso do solo, todas as classes, florestas primárias, florestas secundárias, agropecuária e pastagens. Esse trecho do rio Branco é o local onde deságua todo o volume de água da bacia, e onde os reflexos das atividades antrópicas podem estar se evidenciando, ou é a influência dos solos (Argissolos). Porém, este trecho, pode estar refletindo a quantidade de cálcio degradado de restos vegetais da liteira e disponibilizados de forma lenta nos solos, que posteriormente pode ser carregado para o rio, pois como afirma Nilsson *et al.* (1995), cálcio é um macronutriente de baixa mobilidade e representou 54,9% dos macronutrientes na floresta da área da Reserva do Cafundó, Fazenda Boa Esperança, no município de Cachoeiro de Itapemirim - Espírito Santo.

5.2.4 Variação da concentração de Potássio (K^{+})

A expectativa sobre a variação da concentração de potássio era a de que as maiores médias de concentração fossem encontradas nas áreas sob a influência da cobertura de floresta primária, como nos trechos dos rios Moju BR 163 e do rio Jatuarana. Esta expectativa está baseada na possibilidade de que, quanto maior a quantidade de material vegetal depositados sobre o solo, maior a disponibilidade desse nutriente no ambiente.

Conforme estudo realizado por Luizão (1989), foi observado que a quantidade de potássio registrada teve origem no processo de reciclagem da matéria orgânica depositada sobre o solo da floresta, a serapilheira, ou seja, essa foi a principal fonte de contribuição de magnésio. O pesquisador afirma, também, que áreas alteradas, por desmatamento e queimada, que tem as cinzas como fonte de potássio, essa quantidade se limita há poucos anos.

Markewitz, 2004, observa que em florestas secundárias a quantidade de potássio encontrado está presente no fluxo do chorume produzido pelos detritos.

As médias de concentração de potássio registradas ao longo do ano mostraram que não existe um padrão que esteja relacionado ao tipo de cobertura vegetal e nem com uso do solo. Destaca-se que foi identificado que no mês de Julho, mês que marca o início do período seco, foram registradas concentrações com valores semelhantes ($1,67 \text{ mg L}^{-1}$) em quatro dos seis trechos estudados (rio Moju BR 163, rio Moju Raimundo, rio Moju Soraya e rio Moju ramal km 101), e concentrações um pouco menores ($1,50 \text{ mg L}^{-1}$), em outros dois trechos (rio Jatuarana e rio Branco) (Figura 19).

Pagano e Durigan (2000) indicaram que as épocas do ano apresentam relação com a variação da precipitação pluviométrica.

5.2.5 Variação da concentração de Nitrato (NO^{-3})

As concentrações de nitrato, com exceção do trecho do rio Moju ramal Km 101, diminuíram no período chuvoso e atingiu nível mínimo ($0,27 \text{ mg L}^{-1}$) detectado, no mês de março no trecho do rio Moju BR 163. Este resultado pode estar associado à dissolução do nitrato em virtude da maior quantidade de água das precipitações que atinge os rios através do escoamento superficial.

O rio Moju BR 163 mostra um comportamento diferente de todos os outros, pois a partir desse mês há um aumento ascendente da concentração até atingir o pico ($8,5 \text{ mg L}^{-1}$) no mês de Julho.

Em todos os outros trechos as concentrações do Nitrato, oscilaram e atingiram seus maiores níveis entre os meses de Junho e Julho, que são os meses de transição e de início do período seco. Os dois trechos que mostraram as maiores concentrações, foram os do rio Moju Raimundo ($8,80 \text{ mg L}^{-1}$) e o do rio Branco ($8,50 \text{ mg L}^{-1}$) no mês de transição entre períodos seco e chuvoso.

Os resultados mostram que aparentemente, a influência da cobertura vegetal e o uso do solo, não estão se refletindo em uma maior ou menor concentração do nitrato nos diversos trechos. O que foi observado é que o nitrato depositado no solo, por ter carga negativa e por estar em solos composto por

argilas, tem suas concentrações sob essa influência direta das cargas, também negativas das argilas.

Van Raij (1991) faz a relação entre as cargas e conclui que argilas e nitrato por terem cargas negativas, se repelem e tornam o nitrato mais disponível na solução do solo e com isso mais susceptível a ação do escoamento superficial, da lixiviação.

Nesse caso, a explicação para a redução da concentração das águas dos rios está na maior dissolução do nitrato disponível nos solos, pela quantidade de água precipitada e escoada.

5.2.6 Variação da concentração de Zinco (Zn^{2+})

As concentrações de Zinco, foram sempre baixas e entre todos os nutrientes avaliados, teve 76% (n=46) das médias, abaixo de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$, bem distribuídas entre os períodos chuvoso e seco. As médias de concentração de Zn, em geral são baixas. Contudo, no período chuvoso é registrado um pequeno aumento no trecho do rio Moju BR 163, coberto por floresta primária, assim como nos rios Moju Raimundo e Moju Soraya, cuja cobertura e uso do solo são compostos por áreas com agricultura tradicional, florestas secundárias e pecuária (Figura 22).

Destaque se faz a média registrada no mês de Agosto no trecho do rio Moju ramal Km 101, que se manteve sempre abaixo de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$. O pico máximo foi registrado no mês de Agosto, ($0,07 \text{ mg L}^{-1}$). Este trecho apresenta cobertura característica composta por floresta secundária e pastagem, resultados que corroboram estudos de Durigan, 2013. .

Resultados sobre avaliação de fertilidade de solo e análise de micronutrientes (Zn), realizadas por Durigan, 2013, indicaram que o maior teor da concentração de Zn, foi encontrado nas áreas de pastagens.

Estes resultados de aumento da concentração de Zn pode ter origem na queima dos restos de vegetais, que são carregados pelas águas precipitadas,

Nesse estudo, o mesmo resultado ($0,07 \text{ mg L}^{-1}$) foi encontrado no trecho do rio Moju BR 163, no mês de Agosto. Esse trecho possui a cobertura composta por floresta primária. A origem possível para essa concentração é a presença natural

destes nos solos, influenciados por outros fatores não analisados nesse trabalho, como o pH das águas,

5.2.7 Variação da concentração de Ferro (Fe)

Os resultados mostraram que no período chuvoso as médias foram mais elevadas, sendo as maiores médias, encontradas em áreas desmatadas para uso produtivo e com presença de florestas secundárias, nos trechos dos rios Moju Soraya, Moju ramal Km 101, rio Branco e rio Moju Raimundo.

Esses resultados são basicamente explicados pela retirada da cobertura florestal para a implantação de cultivos e pastagem, onde os solos ficam mais expostos às intempéries. Dessa forma, o indicativo é que o Fe presente nos solos característicos da região esteja sendo lixiviados para as águas dos rios.

Durigan (2013) identificou resultados de estudos que corroboram essa interpretação, indicando teores de Fe elevados em todas as 18 microbacias estudadas nessa mesma região de estudo, esses resultados podem estar associados ao tipo de solo da região, na maioria Latossolos. Esses resultados reforçam a ideia de que o carreamento desse elemento esteja ocorrendo e atingindo os rios com maior intensidade no período chuvoso.

Áreas com a cobertura vegetal composta por florestas (rio Moju BR 163 e rio Jatuarana) mostraram resultados sempre menores em comparação com os outros, fato que reforça a possibilidade dessas médias estarem ocorrendo em consequência dos desmatamentos.

Para as áreas de florestas, segundo Quenea *et al*, 2009, os teores baixos desses elementos encontrados em solos de áreas de florestas, podem estar associados à maior quantidade de Matéria Orgânica Solúvel - MOS presente nesses solos e que é capaz de complexar em seus sítios esses elementos, deixando-os indisponíveis para as plantas.

Mcbride, 1994, cita que o óxido de ferro, de alumínio, manganês, a argila e o húmus promovem a adsorção do cobre às partículas de solo e um pH ácido reforça esse poder de adsorção. Essa combinação explicaria em parte a baixa concentração de cobre nas amostras analisadas, pois o tipo de solo (Latosolo) predominante na

região de estudo, é rico em óxidos de ferro e o pH é ácido, fato que pode estar se refletindo nas concentrações desse nutriente nos rios das bacias.

5.3 Correlação entre precipitação pluviométrica e concentração de nutrientes

Os testes indicaram que as correlações positivas ocorreram em trechos dos rios, onde a cobertura vegetal foi alterada, ou seja, onde ocorreram desmatamentos. Nesse contexto, mesmo o trecho do rio Jatuarana que em sua maior parte é coberto por floresta primária, possui a montante, a presença de uma fazenda de criação de gado e mostrou uma correlação positiva para o cálcio (Tabela 3).

Estudos de Krushe, 2005, na bacia do rio Ji Paraná, mostrou que, nas áreas de pastagens instaladas houve um aumento da concentração Ca^+ , Mg^{2+} e K nos solos, fato que está relacionado à deposição de cinzas provocada pelas queimadas. Contudo, o resultado para K neste estudo mostrou uma correlação negativa, no trecho do rio Branco. Este resultado pode estar associado ao tipo de cobertura vegetal, trecho composto além das pastagens, também, por florestas secundárias.

Resultado de estudo realizado por Markewitz *et al*, 2004, indica que florestas secundárias retêm P dos solos, pela necessidade natural de fixar esse nutriente para seu crescimento.

As correlações positivas, registradas para fósforo pode estar vinculada a prática comum realizada pelos produtores com destaque nas pastagens que é a aplicação de fósforo no solo. Fearnside (1978) observou que essa é a prática de reposição de fósforo no solo, como forma de disponibilizar o P lábil para as plantas cultivadas. Destaca-se que apenas o trecho do rio Branco foi identificado utilizando a prática da adubação na pastagem.

O zinco, considerado elemento-traço, mostrou correlação negativa para a concentração de Zinco em período chuvoso. A concentração deste elemento já é naturalmente baixa e com o aumento do volume de água nos rios, a tendência é a de que essas concentrações sejam menores ainda, fatos que justificam essa tendência. De acordo com Kabata-Pendias (2001), este elemento está presente na solução dos solos como íons livres.

5.4 Diferença de concentração de nutrientes entre períodos chuvoso e menos chuvoso

Os resultados da concentração de nutrientes entre períodos chuvoso e menos chuvoso, mostrou resultados significativos nos trechos do rio Moju BR 163, para os elementos cobre (Figura 31), zinco (Figura 32) e no rio Moju Raimundo nitrato (Figura 33).

O cobre e o nitrato mostraram resultados no qual as médias de concentração mais elevadas ocorreram no período chuvoso, enquanto para zinco os resultados mostraram que as concentrações diminuiram nesse mesmo período.

Esse resultado pode estar demonstrando que durante o período chuvoso, ocorre a dissociação e liberação do cobre. Neste trecho de floresta, ele é encontrado naturalmente, sendo carregado pelas águas precipitadas, e ocorre em grande parte associado a óxidos de ferro, alumínio, manganês, argila e húmus, conforme avaliou McBRIDE, 1994.

Estudo sobre as mudanças nos estoques de carbono e nitrogênio do solo em função de conversão do uso da terra, realizados por Durigan, 2013, nessa região, indicou que em solos de floresta foi encontrado maiores teores de nitrogênio. É provável estar ocorrendo a aceleração da decomposição da matéria orgânica pela ação da umidade, resultando na formação do nitrato.

Para o zinco, a relação negativa com a precipitação no rio Moju Raimundo mostrou médias menores durante o período chuvoso. O fato é que existem muitas dúvidas para o melhor entendimento sobre a mobilidade desse metal pesado aqui nessa região. Isto ocorre em virtude da carência de pesquisas de longo prazo principalmente, considerando a influência de altas de precipitações pluviais.

6. CONCLUSÕES

Conforme os resultados das médias de concentração os valores de máximos para nitrato ($8,8 \text{ ml L}^{-1}$) e fosfato ($0,07 \text{ ml L}^{-1}$), considerando as médias de todos os trechos estão abaixo do limite estabelecido pela resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente e indica não haver indícios de processos de eutrofização.

Na bacia do Rio Moju, há maior quantidade de áreas sendo desenvolvidas atividades de produção, cujos trechos de rio indicaram o rio Moju Soraya, que com agricultura tradicional, agricultura mecanizada e, área de pastagem, foi o trecho onde se evidenciou maior concentração do Zinco no mês de Maio.

O nutriente Fósforo é um nutriente encontrado em baixas concentrações nos diversos trechos avaliados, apesar das atividades produtivas não há evidências de que em algum dos trechos elas estejam provocando o processo de eutrofização.

Dos resultados encontrados para rio Moju BR 163, no mês de Março, o nutriente Magnésio foi o de maior concentração, indicando que essa é uma característica natural, visto que esse nutriente está presente na estrutura das argilas presentes nos solos dessa região.

A concentração de nitrato se eleva nos meses de transição entre períodos chuvoso e menos chuvoso e não há indicativos de que as atividades produtivas estejam influenciando nos resultados.

O cálcio foi o nutriente mais abundante nas áreas de influência de produção (agropecuária, pastagem) e floresta no trecho da bacia do rio Branco. Existe a probabilidade de que esteja sofrendo a influência pelas práticas de correção de solo com aplicação de calcário em uma das propriedades localizadas na área de entorno.

A avaliação para se identificar quais nutrientes tinham uma relação significativa entre as concentrações e o período chuvoso e menos chuvoso, indicaram que o Rio Moju Soraya possui relação significativa para Cobre; quanto maior a precipitação, maior a concentração de Cobre nas águas dos rios. Com a mesma característica o Rio Moju R 101, o rio Jatuarana e Moju BR 163, apresentaram forte relação significativa para Fósforo.

No trecho do Rio Branco, os resultados mostraram que em meses de menor precipitação, maior a concentração para Potássio. E, por fim, dos oito nutrientes

analisados, o Rio Moju Ramal 101 apresentou relação significativa para Zinco com a tendência de que quanto maior a precipitação, menor a concentração desse elemento nas águas do rio.

As correlações significativas entre precipitação total mensal e a concentração de nutrientes mostraram que Zinco e Potássio tiveram aumento de concentração no período mais chuvoso e Cálcio, Cobre e Nitrato no período menos chuvoso diminuíram a concentração.

Os resultados e conclusões desse estudo trazem uma pequena parcela de contribuição sobre as relações existentes entre a variação da concentração de nutrientes nas bacias dessa região, com destaque as ligações existentes com a cobertura de solo e a variação hidrológica sazonal.

Pesquisas de média e longa duração e com maior suporte financeiro são necessárias para se refinar o entendimento dessas relações, na perspectiva de se compreender mais profundamente as variações de concentração de nutrientes. Essa é uma forma de melhor avaliar os possíveis impactos, e projetar alternativas para tais efeitos impactantes sobre as águas das bacias nessa região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S. **Dinâmica da paisagem e ecologia de florestas primárias remanescentes e sucessionais do município de São Francisco do Pará.** 100 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2000.

AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I. & DESCHAMPS, F.C. **Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo.** R. Bras. Ci. Solo, 28:115-123, 2004.

ANGHINONI, I.; BISSANI, C.A. Fósforo e adubos fosfatados. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fertilidade do solo e manejo da adubação de culturas.** Porto Alegre, Genesis, v.1. p.117-138, 2004.

BAENA, A.R.C.; FALESI, I.C. **Avaliação do potencial químico e físico dos solos sob diversos sistemas de uso da terra em Santarém, Estado do Pará.** Belém Embrapa Amazônia Oriental. Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 33. 32p., 2001

BALLESTER, M.V.R.; Victoria, D. DE C.; Coburn, R.; Krusche, A.V.;Victoria, R.L.; Richey, J.E.; Logsdon, M.G.; Mayorga, E.; Matricardi, E. **A Remote Sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Paraná River Basin (Western Amazonia).** Remote Sensing of the Environment, 87(4):429-445. 2003.

BELDINI, T. P.; VALENTE, S. R.; VALENTE F. C. P.; FITZGERALD D. **Characterization of interannual and seasonal pattern and extremes.** 41 years of precipitation data from Belterra, Pará, Brazil. Revista Ciência e Natura, Santa Maria, p. 329-333, 2013.

BERNER, E.K.; BERNER, R.A. **The global Water Cycle.** New Jersey: Prentice-Hall. p397. 1987. Boston: Kluwer Academic, 1984. 763 p. 1953b.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soil.** New Jersey: Prentice-Hall. 881 p., 1999.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv29775.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/default.shtm>. Acesso em: 03 Dez. 2012.

_____. **Cidades de Santarém:** histórico. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=150145>. Acessado em 10 dez. 2014.

_____. **Lei nº 11.326**, de 24 de julho de 2006, estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 28 de abr. 2015.

_____. RESOLUÇÃO nº 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2005. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

CARVALHO, M.M. **Recuperação de pastagens degradadas**. Série Documentos, 55, EMBRAPA Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG. 51pp. 1993.

CASTRO W. M., **Análise espacial das mudanças da cobertura e uso em Santarém e Belterra, Pará, Brasil**, Dissertação de mestrado, p.26, EMBRAPA, Belém, Pará, 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32210/1/Dissertacao-Williams.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2015.

CASTRO, E. *et al.* **Atores e relações sociais em novas fronteiras na Amazônia**. Relatório de Pesquisa. Banco Mundial, Brasília, DF 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. *In*: CHRISTOFOLETTI, A. (Org.) **Geomorfologia**, São Paulo: Edegard Blucher, p. 52-78, 2006.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoecologia. *In*. ROSS Jurandyr Luciano (Org.). **Geografia do Brasil**. Edusp, São Paulo, 1998.

DAVIDSON, E.A.; ARAUJO, A.C.de; ARTAXO, P.; BALCH, J.K.; BROWM, I.F.; BUSTAMANTE, M.M.C.; COE, M.T.; DeFRIES, R.S.; KELLER, M.; LONGO, M.; MUNGER, J.W.; SCROEDER, W.; SOARES-FILHO, B.S.; SOUZA, C.M.; WOLFSY. S.C. **The Amazon basin in transition**. Nature, London, v. 418, p.321-328, 2012.

DERISIO, J.C., **Introdução ao controle de poluição ambiental**. Signus, 101p: il. São Paulo, 2007.

DUIKER, S.W.; BEEGLE, D.B. **Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems**. Soil Till. Res., 88:30-41, 2006.

DURIGAN, M. R. **Mudanças nos estoques de carbono e nitrogênio do solo em função de conversão do uso da terra no Pará**. Piracicaba, 2013.

EMBRAPA Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solo e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do Polo Tapajós**. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 20). Rio de Janeiro, 284p., 1983.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Brasília: Embrapa. Produção de Informação, 41 2p. 1999.

_____. **Zoneamento Ecológico-Econômico da BR-163**. 2007. Disponível em: <<http://zeebr163.cpatu.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

_____. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p., 2006.

ESTEVES F. A., **Fundamentos da limnologia**. 3 ed. 310 p., Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FAMINOW, M.D. **Spatial economics of local demand for cattle products in Amazon development**. Agriculture. Agrosystems and Environmental, v.62, n. 1, p. 1-11. 1997.

FEARNSIDE, Philip. **Megadiversidade**, Volume 1, nº 1. p.117-118, Amazonas, 2005.

_____. **Pecuária na Amazônia: o problema de sustentabilidade**. In: 1ª Semana de Ciência e Cultura da Universidade Federal do Acre: Ecologia da Amazônia, 1979, Rio Branco -AC. 1ª Semana de Ciência e Cultura da Universidade Federal do Acre: Ecologia da Amazônia, de 03 a 09/dez-78. Programa, Resumos, Textos. Rio Branco, AC: Universidade Federal do Acre, p. irreg-irreg1978.

FONSECA, A.; SOUZA Jr., C.; VERÍSSIMO, A. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal**. Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD). Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON). Belém, Pará, Brasil. Setembro de 2014. Disponível em: <10pp.<<http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-setembro-de-2014-sad>>. Acessado em: 12 dez. 2014.

FRANCHINI, J.C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MALAVOLTA, E. **Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos**. Pesq. Agropec. Bras. 34:2267- 2276, 1999.
HORNE, A.J. & GOLDMAN, C. R. **Limnology**. 2nd ed. Nova York: Mccraw-Hill, 1994.

GURGEL, H. de C.B. et al. Perfil ecológico do Rio Ceará-Mirim. Diário de Natal, Natal 27 setembro de 2003. Caderno DAVINCIT- Textos acadêmicos.

HURTIENNE, Thomas. **Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia**. Novos Cadernos NAEA, v. 8, n. 1 - p. 019-07. Belém-Pará, jun. 2005. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/3173/1/Artigo_AgriculturaFamiliarDesenvolvimento.pdf>. Acessado em: 12 nov. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE, **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite** Website do Projeto PRODES. Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes> Acessado em: 20 nov. 2014.

_____. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite** Website do Projeto PRODES. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes> Acessado em: 16 jan. 2015.

_____. **LANDSAT TM 227_LISS3_01082012**. São José dos Campos, Imagem de satélite. Canais, 3, 4 e composição colorida, 3, 4 e 5. Escala 1:468.000. 2012.

_____. **PRODES Digital** – 2004. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mostratema.php> & temas=pdigital2004> . Acessado em 03 fev. 2015.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS. Trace elements in soil and plants, Boca Raton. CRC Press, 31p. 2001.

KAUFFMAN, J.B.; CUMMINGS, D.L.; WARD, D.E. **Fire in the brazilian Amazon 2. Biomass, nutrient pools and losses in cattle pastures**. Oecologia, V.113, n.3, p.415-427, 1998.

LEITÃO FILHO, H.F.; TIMONI, R.; PAGANO, S.N.; CESAR, O. 1993. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Editora UNESP, Editora UNICAMP, São Paulo, 184p., 1993.

LEPSCH, F. Formação e conservação dos Solos: Oficina de Textos, 117p., São Paulo, Brasil, 2002.

LIKENS, G. E. **Biogeochemistry, the watershed approach: some uses and limitations**. In: **Frontiers of Catchment Biogeochemistry**. CSIRO Land and Water, Canberra, Australia. Marine and Freshwater Research, 52 (1):5-12, 2001.

_____; BORMANN, F.H., PIERCE, R.S., EATON, J.S., and JOHNSON, N.M. **Biogeochemistry of a forested ecosystem**. Springer-Verlag, New York, 1977.

LIMA E SILVA P.P.; GUERRA J.T.A; MOUSINHO P.; BUENO C.; ALMEIDA F.G.; MALHEIROS T.; SOUSA JR A.B., **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Thex Ed., 26p., 2002.

LIMA, R. R., TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C., **Várzeas flúvio- marinhas da Amazônia brasileira: características e possibilidades agropecuárias**. Belém: FCAP, SDI. 34p., 2000.

LOPES, A.S. **Solos sob cerrado**. Piracicaba. Potafós. 162 p., 1984.

LUIZÃO, F.J. **Litter production and mineral element input tho the forest foor in a central Amazonian forest**. Geojournal, v.19, p., 407-417, 1989.

MARGALEF R. **Limnologia**. Editora Omega, Barcelona, 1100 p, 1983.

MALHI, Y.; ROBERTS, J.T.; BETTS, R.A.; KILLEEN, T.J.; LI, W.; NOBRE, C.A. **Climate change, deforestation and the Fate of the Amazon.** *Science*, Washington, n. 319, p.,169-172, 2008.

MARGULIS, S., **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira.** 1ª Ed. Banco Mundial, 100p. Brasília, 2003.

McBRIDE, M.B. **Environmental chemistry of soils.** Madison, Oxford University Press, 1994. 406p.

MARKEWITZ, D., E. A. DAVIDSON, P. MOUTINHO, and D. C. NEPSTAD, **Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in Amazonia,** *Ecological Applications*, 14, S177- S199, 2004.

MARRS, R.H.; THOMPSON, J.; SCOTT, D.; PROCTOR, J. **Nitrogen mineralization and nitrification in terra-firme forest and savanna soils on Ilha De-Maraca, Roraima, Brasil,** *Journal of tropical Ecology*, v.7, p123-137, 1991.

MATOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E.(Eds). **Calagem e adubação de pastagens. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Ferro,** Piracicaba, SP. p.256-282., 1986.

MELO, O. T. **Comportamento biogeoquímico de nutrientes no estuário do Rio Bacanga - Ilha de São Luis.** Belém, Programa de Pós-Graduação em geoquímica e Petrologia, UFPA, Dissertação de mestrado, 118p., 1998.

MINERVINO, H. H. A., CARDOSO C. C., ORTOLANI L. E., **Características do sistema produtivo da pecuária no município de Santarém, Pará.,** ACTA AMAZÔNICA, Vol. 38(1), p.11 - 18, 2008.

MOLINIER, M.; GUYOT, L. J.; OLIVEIRA, E.; GUIMARAES, V.; CHAVES, A. **Hidrologia da Bacia do Rio Amazonas.** ORSTOM: Fonds Documentaire, n. 41, 720 pp. 1995. Disponível em: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_35-36/41720.pdf. Acesso em: 22 mai. 2015.

MOREIRA F.M.S, SIQUEIRA J.O., **Microbiologia e bioquímica do solo.** Editora UFLA, Lavras, 626p., 2002.

NEPSTAD, D; CARVALHO, G; BARROS, A.C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J.P.; BISHOP, J.; MOUTINHO,P.; LEFEBVRE, P.; SILVAJR, U.L.; PRINS, E. **Road paving, fire regime feedebaks, and the future os Amazon forests.** *Forest Ecology and management.* D.C., 154, 395-407, Washington, 2001.

NEPSTAD, D; CARVALHO, G; BARROS, A.C.; ALENCAR, A.; SANTILLI, M.; DIAZ, M. del C. **Frontier governance in Amazonia.** *Science.* D.C., v. 295, p.629-630.Washington, 2002.

NEU, V., **Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes, via solução do solo na região de Manaus – AM /** Vania Neu. 93 p.il, 2005.

NILSSON, L. O.; HUTTL, R. F.; JOHANSSON, U. T.; JOCHEHEIM, H. **Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems: present status and future research directions**. Plant and Soil, The Hague, v. 168/169, n. 1, p. 5-13, 1995

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 399 p. 1999.

ODUM E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6ª ed (Português). Editora: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 927, 2004.

PACHECHENIK, P. E., SOUZA, J.L.M.. **Estudo do processo chuva-vazão na bacia do rio das Pedras, Guarapuava, Estado do Paraná, com modelo HYCYMODEL**. Acta Sci. Agron.Maringá, v. 27, n. 4. 677-686, 2005.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do Estado de São Paulo**, Brasil,; In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H. F. (Ed.). Matas ciliares: Conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2000.P. 109-123.

PAYNE A. I.; **The ecology of tropical lakes and rivers**. John Wiley & Sons, Chichester. 301 pages. ISBN 0-471-90524-0. 1986.

PEDRAZZI, J.A. FACENS – Hidrologia Aplicada. Disponível em: <http://www.facens.br/site/alunos/download/hidrologia>>. Acesso . Acesso em 02 fev. 2014.

PEDROSO, M.F.; I.V. LIMA. **Ecotoxicologia do cobre e seus compostos**. Caderno de Referência Ambiental, v.2 Centro de Recursos Ambientais, Bahia, 127p. 2001.

PERES, C.A.; GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ZUANON J.; MICHALSKI, F.; LEES, A.C.; VIEIRA, I.C.G.; MOREIRA, F.M.S.; FEELEY, K.J. **Biodiversity conservation in human-modified Amazon forest landscape**. Biological Conservation, Essex, n.143, p.2314-2327, 2010.

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - PRIMAZ: **O Potencial Turístico do Município de Santarém**. 1997, Disponível em: <http://www.santarem.pa.gov.br/conteudo/?item=119&fa=62>, acessado em 07 de Dezembro de 2014.

RICHEY, J.E.; WILHELM, S.R; MACCLAIN, M.E.; VITCTORIA, R.L; MELACK, J.M.; LIMA, C.A. **Organic matter and nutrient dynamics in river corridors of the Amazon basin in their responde to anthropogenic change**. Ciência e Cultura, Campinas, v. 49. p.98-110. 1997.

ROCHA, J. C.; ROSA. A. H.; CARDOSO. A. A. **Introdução à química ambiental**. 1. ed. São Paulo: Bookman, 2004.

SALATI, E. Mudanças Climáticas e o Ciclo Hidrológico na Amazônia. In: FLEISHRESSEER, V. (ed), **Causas e Dinâmica do Desmatamento na Amazônia**. MMA. 153-172, Brasília, 2001.

SAYRE, R. *et al.* **Terrestrial Ecosystems of South America**. In: **The north America Land Cover Summit**. Washington: American Association of Geographers, 2008.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA : Editus, 293p. 2002.

SILVA, J.M.L. da. **Caracterização e classificação de solos do Terciário do nordeste do Estado do Pará. Tese de Mestrado** - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itajai. 90f. 1989.

SILVEIRA, Mariana Pinheiro. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios** / Mariana Pinheiro Silveira.-- Jaguaruina: Embrapa Meio Ambiente, 36. . 68p. 2004.

SIOLI, H. **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. 1984.

SIOLI, HARALD. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Vozes, 1985.

TSUKATOMO, A.A. F *et al.* **Diversidade florística de um parque zoológico no município de Santarém-Pará**. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, 2007.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. Estud. av. São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

VAN, R. B. **Fertilidade do solo e adubação**. Ceres. Potafos, São Paulo, Piracicaba, 343 p. São Paulo, 2008.

VENTURIERI, A. **Zoneamento ecológico-econômico da área de influência da rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém)**; v. 1 diagnóstico do meio socioeconômico, jurídico e arqueologia; v. 2 meio ambiente e recursos naturais; v. 3 gestão territorial. 2007.

_____; COELHO, A. D. S., THALES, M. C., & BACELAR, M. D. R. **Análise da expansão da agricultura de grãos na região de Santarém e Belterra, oeste do estado do Pará**. Proceedings of the XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7003-7010, 2007.

WALKER, I., **Amazonian streams and small rivers**. In Limnology in Brazil (T.M. Tundisi, J.G. Tundisi & C.E.M. Bicudo, ed.). Academia Brasileira de Ciências e Sociedade Brasileira de Limnologia, Rio de Janeiro, p.167-193, 1990.

WILLIAMS, D. D.; FELMATE, B. W. **Aquatic insects.** Wallingford: CAB International, 358 p. 1994.

ZIEGLER, A.D.; GIAMBELLUCA. T.W.; TRAN, L. T., VANA, T. T.; NULLET, M.A.; FOX, J.; VIEN, T. D.; PINTHONG, J.; MAXWELL, J.F.; EVETT, S. **Hydrological consequences of landscape fragmentation in mountainous northern Vietnam: evidence of accelerated overland flow generation.** Journal of Hidrology, n. 287, p. 124-146, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1

BDMEP – INMET

 Estação : BELTERRA - PA (OMM:
 82246)

Latitude (graus) : -2.63

Longitude (graus) : -
 54.95

Altitude (metros):
 175.74

Estação Operante

Início de operação: 01/08/1971

Periodo solicitado dos dados: 01/01/2003 a 31/12/2014

Os dados listados abaixo são os que encontram-se digitados no
 BDMEP

 Obs.: Os dados aparecem separados por (ponto e vírgula) no
 formato txt.

Para o formato planilha XLS, siga as
 instruções

Estacao	Data	Precipitacao Total
82246	31/01/2003	19,9
82246	28/02/2003	290,3
82246	31/03/2003	255,5
82246	30/04/2003	289,2
82246	31/05/2003	186,7
82246	30/06/2003	216,6
82246	31/07/2003	150
82246	31/08/2003	57,2
82246	30/09/2003	49,6
82246	31/10/2003	36
82246	30/11/2003	63,3
82246	31/12/2003	35
82246	31/01/2004	271,4
82246	29/02/2004	383,1
82246	31/03/2004	344,7
82246	30/04/2004	258,9
82246	31/05/2004	174
82246	30/06/2004	106
82246	31/07/2004	143,6
82246	31/08/2004	55,3
82246	30/09/2004	61,9
82246	31/10/2004	11,5
82246	30/11/2004	0
82246	31/12/2004	56,5

82246	31/01/2005	194,8
82246	28/02/2005	299,7
82246	31/03/2005	322,1
82246	30/04/2005	235,7
82246	31/05/2005	404,2
82246	30/06/2005	44,3
82246	31/07/2005	139,1
82246	31/08/2005	47,9
82246	30/09/2005	20,7
82246	31/10/2005	31,2
82246	30/11/2005	16,1
82246	31/12/2005	278,8
82246	31/01/2006	219,4
82246	28/02/2006	213,7
82246	31/03/2006	457,6
82246	30/04/2006	430,6
82246	31/05/2006	453,6
82246	30/06/2006	174,5
82246	31/07/2006	60,6
82246	31/08/2006	18,6
82246	30/09/2006	15,3
82246	31/10/2006	49,9
82246	30/11/2006	102,1
82246	31/12/2006	6
82246	31/01/2007	15,5
82246	28/02/2007	363
82246	31/03/2007	412,3
82246	30/04/2007	415,6
82246	31/05/2007	346,8
82246	30/06/2007	122
82246	31/07/2007	66,7
82246	31/08/2007	12
82246	30/09/2007	16,7
82246	31/10/2007	68,7
82246	30/11/2007	40,6
82246	31/12/2007	114,7
82246	31/01/2008	213,7
82246	29/02/2008	164,9
82246	31/03/2008	737,1
82246	30/04/2008	335,6
82246	31/05/2008	347,4
82246	30/06/2008	167,8
82246	31/07/2008	60,2
82246	31/08/2008	35,6
82246	30/09/2008	20,4
82246	31/10/2008	68,6

82246	30/11/2008	82,7
82246	31/12/2008	171,9
82246	31/01/2009	177,6
82246	28/02/2009	490,8
82246	31/03/2009	468,8
82246	30/04/2009	251,5
82246	31/05/2009	407,5
82246	30/06/2009	214,8
82246	31/07/2009	87,1
82246	31/08/2009	33
82246	30/09/2009	2,5
82246	31/10/2009	134,2
82246	30/11/2009	115
82246	31/12/2009	52,9
82246	31/01/2010	134,2
82246	28/02/2010	119,3
82246	31/03/2010	135,5
82246	30/04/2010	391,9
82246	31/05/2010	280,5
82246	30/06/2010	208,3
82246	31/07/2010	218,5
82246	31/08/2010	103,6
82246	30/09/2010	32,6
82246	31/10/2010	161,6
82246	30/11/2010	34,4
82246	31/12/2010	202,8
82246	31/01/2011	335,3
82246	28/02/2011	263,1
82246	31/03/2011	439,7
82246	30/04/2011	418,5
82246	31/05/2011	122,6
82246	30/06/2011	130,8
82246	31/07/2011	74,8
82246	31/08/2011	40
82246	30/09/2011	31,5
82246	31/10/2011	82
82246	30/11/2011	228,8
82246	31/12/2011	54,6
82246	31/01/2012	242,7
82246	29/02/2012	197,8
82246	31/03/2012	227,9
82246	30/04/2012	168,9
82246	31/05/2012	117,4
82246	30/06/2012	87,2
82246	31/07/2012	118,4
82246	31/08/2012	31,9

82246	30/09/2012	26,2
82246	31/10/2012	67,2
82246	30/11/2012	3,6
82246	31/12/2012	250
82246	31/01/2013	251,8
82246	28/02/2013	182,1
82246	31/03/2013	390,6
82246	30/04/2013	314,9
82246	31/05/2013	281,4
82246	30/06/2013	107,4
82246	31/07/2013	290
82246	31/08/2013	240,4
82246	30/09/2013	14,9
82246	31/10/2013	85,1
82246	30/11/2013	116,4
82246	31/12/2013	152,6
82246	31/01/2014	305,5
82246	28/02/2014	364,4
82246	31/03/2014	380,1
82246	30/04/2014	244,5
82246	31/05/2014	249,9
82246	30/06/2014	252,3
82246	31/07/2014	69,5
82246	31/08/2014	27,1
82246	30/09/2014	8,3
82246	31/10/2014	60,5
82246	30/11/2014	32,1
82246	31/12/2014	0

</pre>