
ECOLOGIA

RUAN VINICIUS SMANIOTTO DE SOUZA

**EFEITO DO USO DO SOLO E MATA CILIAR SOBRE
A QUALIDADE DA ÁGUA EM PAISAGENS
FRAGMENTADAS DA MATA ATLÂNTICA**

**RIO CLARO - SP
2023**



RUAN VINICIUS SMANIOTTO DE SOUZA

**EFEITO DO USO DO SOLO E MATA CILIAR SOBRE A QUALIDADE
DA ÁGUA EM PAISAGENS FRAGMENTADAS DA MATA
ATLÂNTICA**

Orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro,
da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, para obtenção do grau de
Ecólogo.

Rio Claro - SP
2023

S729e

Souza, Ruan Vinicius Smaniotto

Efeito do uso do solo e mata ciliar sobre a qualidade da água em paisagens fragmentadas da mata atlântica / Ruan Vinicius Smaniotto Souza. -- Rio Claro, 2023

61 p. : il., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

1. Água. 2. Ecologia da Paisagem. 3. Uso do solo. 4. Mapeamento. 5. Microbacias. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

RUAN VINICIUS SMANIOTTO DE SOUZA

**EFEITO DO USO DO SOLO E MATA CILIAR SOBRE A QUALIDADE
DA ÁGUA EM PAISAGENS FRAGMENTADAS DA MATA
ATLÂNTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro,
da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, para obtenção do grau de
Ecólogo.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro (orientador)

Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Me. Guilherme dos Anjos Nascimento

Aprovado em: 06 de Junho de 2023



Assinatura do discente


Assinado de forma
digital por Milton
Cezar
Ribeiro:12704118884
Dados: 2023.07.04
11:56:43 -03'00'

Assinatura do orientador

Rio Claro - SP
2023

AGRADECIMENTOS:

Eu gostaria de agradecer a este TCC apenas à uma única pessoa: minha mãe, Luciana. Maior prova de esforço que já vi, e único símbolo de responsabilidade. Mãe, eu te amo. Sou eternamente grato por tudo o que já fez por mim, e a senhora é a primeira coisa que lembro toda vez que passo por situações difíceis e que me fazem querer desistir. Porém, há mais coisas que sou grato, então vamos a isto.

Eu sou grato ao Satoshi Tajiri, criador da marca que mudaria minha vida para sempre e que é uma base imensa do que eu sou hoje: Pokémon. Acredito que nenhuma marca seria capaz de me incentivar de forma tão inesperada, ao longo dos anos, a conhecer o mundo e encará-lo, procurando os mais diversos tipos de seres vivos – naquele universo. Há pouco tempo, foi o exibido o último capítulo onde o personagem principal revelou o que é ser um Mestre Pokémon: É ser amigo de todos os pokémons. Sei que é utópico e que também tem um quê de fantasia, mas o ânimo em conhecer todos os animais do mundo e ser amigo deles, no conceito infantil, me faz querer continuar a ser ecólogo.

Sobre as amizades, há uma enorme lista, porém, vou sintetizar à: Guedes, meu irmão, sabemos tudo o que houve em 2019 e 2020, e eu sempre estarei aqui por você. A Vanessa, que é uma amigona inesperada a meu ver no primeiro ano, e que hoje eu choro internamente de emoção sempre que a vejo. Ao Gustavo Peçanha, meu amor de amigo, sempre tão querido. Ao Bruno, por sempre gritar comigo e voltar à realidade. A Jaila, por me tirar da realidade. Ao Renan, por ser um querido. A todos que fizeram parte dos 7, em algum momento, há de se ver a importância de todos. Aos que moraram comigo na Kaizuka: André, Matheus, Felipe e Dimitry, meus amigos que converso diariamente. Ao Vinicius, meu achado precioso da graduação, nos finalmentes, obrigado meu amor.

A Juliana Bento, que me fez ouvir muita coisa que não queria, e ajudar muito mais que devia em muitas situações do trabalho. A professora Paula Suares, por ter revisado este trabalho com carinho. Ao Maurício Vancine, que sem ele e seu livro, muito disso não seria possível, um descomplicador. A professora Kaline de Mello, que me ensinou a fazer mapas de verdade. Ao grupo de Ecossistemas Aquáticos pelas coletas quando não pude ir por estar em semana de provas. Ao Carlinhos por sempre ajudar no laboratório. A Lisiane e ao Jean, por darem pitacos nos meus mapas e por serem sempre gente boa comigo.

Ao projeto PELD CCM - Fase 2 (2020-2027) conta com os seguintes financiamentos: 1) FAPESP 2020/01779-5/Auxílio; 2) FAPESP/Auxílio 2021/08534-0; 3) FAPESP Temático 2021/10195-0; 4) CNPq/Universal 402765/2021-4; 5) CNPq/PELD 442147/2020-1, 6) CNPq/BRICS 440145/2022-8 e 7) FAPESP/CEPID 2021/10639-5. Na Fase 1, o PELD CCM foi financiado pelo processo nº 2013/50421-2, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Fica aqui registrado meu agradecimento ao fomento à pesquisa.

A COPE Conecta que me ofertou bolsa de estudos durante os dois últimos anos. A bolsa Cope Conecta é ofertada pelo número de protocolo 74/2022-IB/CRC.

À UNESP pelo apoio à permanência estudantil, visto também que agradeço pela Marisa e pela Carlotta que sempre me atenderam muito bem por parte da Vice Diretoria do Instituto de Biociências. O Processo de Seleção de Auxílios de Permanência Estudantil é regido pela Resolução Unesp nº 78/2016, que está regulamentada pela Portaria Unesp nº 91/2022, em consonância com o Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), Decreto nº 7.234/2010.

Ao Professor Miltinho. Professor, obrigado por me acolher no LEEC e por sempre me tratar da melhor forma possível.

A mim mesmo, pois afinal, deu trabalho.

RESUMO:

A qualidade da água é um elemento que implica diretamente na manutenção da vida. Não apenas os seres humanos, mas também outros seres da biota necessitam de determinadas concentrações físico-químicas da água para sua sobrevivência. Muito se discute da preservação dos mananciais a fim de obter uma melhora destes parâmetros. Devido a isto, pensando nas particularidades das paisagens e na qualidade d'água, a execução deste trabalho se fez. Avaliou-se os parâmetros d'água em relação aos diferentes usos e coberturas do solo com programas de análises estatísticas e geoprocessamentos – R e QuantumGis, respectivamente. Os dados de uso e cobertura do solo foram processados a partir da Coleção 7 do MapBiomas. Também foi avaliado o efeito da preservação das matas ciliares ao longo dos pontos amostrados (500m). Análises de PCA e de correlação foram necessárias para entender o dinamismo das variáveis, onde estas análises foram replicadas 3 vezes: para os parâmetros d'água, para os usos e cobertura (%) e para as larguras das matas ciliares (m). Também fora amostrado um gráfico ternário para a reclassificação dos usos e assim, poder amostrar dois gradientes principais: Formação Florestal e Agropecuária (%). As regressões lineares mostraram relação entre os gradientes de usos e os parâmetros d'água na maior parte das amostragens, ao passo de que as matas ciliares tiveram um número inferior de relação ao fazer as regressões, com parâmetros mais específicos com resposta ao aumento do gradiente. Ainda assim, se fez necessário a observação de que a nuvem de pontos dos gráficos de regressão com matas ciliares teve certa concentração à esquerda, o que implica numa necessidade de estudos com melhores gradientes amostrados de mata ciliar.

Palavras-Chave: Riachos, microbacias, ecologia, uso do solo.

ABSTRACT:

Water quality is an element that directly implies the maintenance of life. Not only human beings, but also other biota beings need certain physical-chemical concentrations of water for their survival. Much is discussed about the preservation of springs in order to obtain an improvement in these parameters. Due to this, thinking about the particularities of the landscapes and the water quality, the execution of this work was done. The water parameters were evaluated in relation to the different uses and land cover with statistical analysis programs and geoprocessing - R and QuantumGis, respectively. Land use and land cover data were processed from Collection 7 of MapBiomas. The effect of preserving riparian forests along the sampled points (500m) was also evaluated. PCA and correlation analyzes were necessary to understand the dynamism of the variables, where these analyzes were replicated 3 times: for the water parameters, for the uses and coverage (%) and for the widths of riparian forests (m). A ternary graph was also sampled for the reclassification of uses and thus be able to sample two main gradients: Forestry and Agricultural Formation (%). The linear regressions showed a relationship between the gradients of uses and the water parameters in most of the samples, while the riparian forests had a lower number of relationships when carrying out the regressions, with more specific parameters in response to the increase in the gradient . Even so, it was necessary to observe that the point cloud of the regression graphs with riparian forests had a certain concentration on the left, which implies a need for studies with better sampled gradients of riparian forest.

Keywords: Streams, watersheds, ecology, land use.

LISTA DE FIGURAS:

- **Figura 1:** Distribuição dos pontos de coleta na área de estudo (PELD – CCM). Organização própria.
- **Figura 2:** Distribuição dos pontos de coleta na rede hidrográfica do PELD – CCM. Exposição das Bacias hidrográficas de entorno. Organização própria.
- **Figura 3:** A – Imagem inicial, antes do geoprocessamento de informações; B – Imagem final, com execução das ferramentas de merge e recorte. Autoria própria.
- **Figura 4:** Conversão de imagem raster para vetor. Tamanho do pixel e informações de raster sendo transferidas para novo formato. Autoria própria.
- **Figura 5:** Geração simplificada de modelos de análise de uso e cobertura de solo de microbacias a partir dos dados MapBiomas. Autoria própria.
- **Figura 6:** Classificação de Uso e Cobertura de Solo. Fonte: Coleção 7, MAP BIOMAS, 2022.
- **Figura 7:** Matriz de Correlação dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.
- **Figura 8:** Análise de Componentes Principais dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.
- **Figura 9:** Contribuição de Variáveis na Geração de PC1 dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.
- **Figura 10:** Matriz de Correlação dos Usos e Cobertura do Solo. Autoria própria.
- **Figura 11:** Análise de Componentes Principais de Uso e Cobertura. Autoria própria.
- **Figura 12:** Contribuição de Variáveis na Geração de PC1 de Uso e Cobertura. Autoria própria.
- **Figura 13:** Matriz de Correlação de Mata Ciliar. Autoria própria.
- **Figura 14:** Análise de Componentes Principais de Mata Ciliar. Autoria própria.
- **Figura 15:** Contribuição de Variáveis na Geração de PC1 de Mata Ciliar. Autoria própria.
- **Figura 16:** Gráfico Ternário: Representação Generalizada dos Usos e Cobertura do Solo em Gradientes. Autoria própria.
- **Figura 17:** Modelo linear representando a relação entre o Gradiente Florestal e o Eixo 1 da PCA dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.

- **Figura 18:** Modelo linear representando a relação entre a Largura da Mata Ciliar no Ponto de Coleta e o Eixo 1 da PCA dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.
- **Figura 19:** Modelo linear representando a relação entre a Largura da Mata Ciliar 500m acima do Ponto de Coleta e o Eixo 1 da PCA dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.
- **Figura 20:** Modelos lineares representando a relação entre o Gradiente Agropecuário e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.
- **Figura 21:** Modelos lineares representando a relação entre o Gradiente Florestal e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.
- **Figura 22:** Modelos lineares representando a relação entre a Mata Ciliar no ponto de Coleta e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.
- **Figura 23:** Modelos lineares representando a relação entre a Mata Ciliar 500m acima do ponto de Coleta e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.

LISTA DE TABELAS:

- **Tabela 1** – Relação dos Pontos de Amostragem d'Água;
- **Tabela 2:** Análises d'água:
 - **Tabela 2.1:** – Oxigênio, Nitrogênio e Fósforo
 - **Tabela 2.2:** – Sedimento e Atributos Físicos
- **Tabela 3:** Porcentagem Uso e Cobertura do Solo nas Microbacias Analisadas
– Dados Map Biomas
- **Tabela 4:** Medições de Largura (m) da Mata Ciliar do Ponto de Coleta à 500m acima – Intervalo de 100m

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1. Caracterização da área de estudos	19
3.2. Amostragem, procedimentos em campo (in situ) e análises prévias.....	22
3.3. Análises laboratoriais (<i>ex situ</i>)	23
3.4. Modelagem em SIG.....	24
3.5. Análises estatísticas (R):	27
3.5.1. Análise de Correlação	28
3.5.2. Análise de Multivariáveis: Análise de Componentes Principais - PCA.....	29
3.5.3. Plot Ternário	30
3.5.4. Regressão Linear.....	30
4. RESULTADOS.....	31
4.1 Das análises químicas.....	31
4.2. Das Microbacias	35
4.3. Das matas ciliares	37
4.4. Das análises estatísticas	39
4.4.1. Parâmetros d'água.....	39
4.4.2. Usos e Cobertura:	41
4.4.3. Mata Ciliar:.....	44
4.4.4. Amostragem em Ternário e geração de Gradientes	46
4.4.5. Regressões Múltiplas	47
5. DISCUSSÃO.....	52
5.1 Das amostragens	52
5.2. Das análises estatísticas	53
6. CONCLUSÕES.....	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	59

1. INTRODUÇÃO

A água é o principal elemento do planeta Terra, ocupando aproximadamente 77% de toda a superfície; porém menos de 1% deste total é de fato disponível ao homem como água doce (REBOUÇAS, 2006; ESTEVES, 2011). Um dos aspectos fundamentais da água é seu papel na manutenção da biosfera, de diversos tipos de ecossistemas, e da própria moldagem da paisagem através do ciclo hidrológico (ESTEVES, 2011). Além disso, recentemente a água também pode ser entendida como um *serviço*. Nos anos 2000, a ONU estabeleceu o conceito de *serviços ecossistêmicos* nas políticas globais, definindo-os como “benefícios diretos ou indiretos obtidos dos ecossistemas aos seres humanos” (MEA, 2005). Considerada tanto como serviço de provisão, quanto um serviço regulador, a temática da água se tornou um assunto mundial e de política internacional.

Os rios e riachos desempenham um papel fundamental como fornecedores de água doce, além de oferecerem uma variedade de outros serviços ecossistêmicos, como suporte, regulação e provisão para a sociedade (NCUBE, 2021). Em áreas rurais, a necessidade da água se faz nas lavouras, na manutenção da pecuária e para o próprio descarte de resíduos. A dependência do homem pelos ecossistemas aquáticos continentais, principalmente reservatórios de água doce de fácil acesso, é também evidente nas regiões altamente industrializadas, onde a demanda por água *per capita* tem se tornado cada vez maior (ESTEVES, 2011).

Em tempos de crise, a escassez de água é resultado da combinação de fatores globais, como mudanças climáticas, com ações humanas intensivas, como desmatamento, urbanização, mudanças no uso do solo, construção de infraestrutura, retirada de mata ciliares, destruição das florestas, e contaminação dos corpos d'água por efluentes agrícolas, industriais e domésticos, que podem deteriorar sua qualidade. Esses fatores unidos afetam diretamente milhões de pessoas, além de afetarem a saúde ambiental em diferentes compartimentos dos ecossistemas (ESTEVES, 2011; TUNDISI & TUNDISI, 2015). A UNESCO prevê que até 2050 seja necessário um volume de 50% a mais de água do que já existe atualmente para manter as necessidades humanas (ESTEVES, 2011)

Para contornar esta situação, a gestão integrada da água é uma abordagem que pode contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de água. Essa abordagem envolve a combinação de medidas técnicas, institucionais e políticas que permitam

a gestão sustentável dos recursos hídricos (GRAFTON et al. 2018). Os desafios da manutenção hídrica requerem avaliação das políticas e das práticas por meio dos quais as decisões são tomadas e implementadas (ROMANO, 2019).

O Brasil possui alguns instrumentos administrativos e jurídicos que auxiliam na manutenção das águas, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Comitê Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o Código Florestal, os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH).

Uma bacia hidrográfica é uma área cujo escoamento superficial derivado de uma rede de drenagem converge para um mesmo ponto, o chamado exutório, onde se formam os rios e riachos (Linsley & Franzini, 1978; Tucci, 1997; ANA, 2011). Uma bacia é um sistema complexo, composto por diversas outras microbacias onde, conseqüentemente, qualquer curso d'água, independentemente de seu tamanho, é resultado da contribuição de uma determinada área topográfica (BRIGANTE & ESPÍNDOLA, 2003).

Em uma microbacia, a paisagem pode ser composta por diversos elementos, incluindo manchas, corredores, ou áreas de matrizes, que formam mosaicos ao longo de uma região (FORMAN, 1995; METZGER, 2001). Em relação aos mosaicos, a proximidade ou o afastamento de fragmentos podem acarretar mudanças na ecologia e biodiversidade quando olhamos para matrizes de floresta e pastagem (BALDISSERA; GANADE, 2005).

Uma floresta contribui de diversas maneiras para o bom funcionamento dos ecossistemas inseridos em uma bacia (ou microbacia) hidrográfica, favorecendo, entre outras coisas, a recarga de aquíferos, ao facilitar a passagem de água entre os poros do solo, e a captação da água das chuvas, através do escoamento superficial e do controle erosivo (ARCOVA, CICCIO, 1997). Porém, os novos usos dos sistemas naturais pelo homem modificam a paisagem e podem resultar em áreas florestais fragmentadas (SIQUEIRA, CASTRO, FARIA, 2013). Essas fragmentações podem acarretar em perturbações ambientais.

Perturbações podem ser entendidas como os efeitos de impactos gerados na microbacia (GROPPO, 2010). Esses impactos são complexos devido às diversas formas pelas quais os diferentes usos do solo afetam a interação entre gradientes antropogênicos e a influência hierárquica da forma do relevo nas condições locais do curso d'água (ALLAN, 2004).

Pesquisadores reconhecem cada vez mais que as ações humanas na escala da paisagem impactam a integridade ecológica dos ecossistemas fluviais, deteriorando o habitat, a qualidade da água e a biota através de uma rede complexa (ALLAN *et al.*, 1997; STRAYER *et al.*, 2003; TOWNSEND *et al.*, 2003). Ao longo dos anos houve um aumento nos estudos que correlacionam os usos do solo nas bacias hidrográficas e seus impactos (ALLAN, 2004), onde rios são investigados a partir de uma perspectiva de paisagem, sendo considerados tanto como eles próprios sendo paisagens (ROBINSON *et al.* 2002; WARD 1998; WIENS 1989), quanto como ecossistemas fortemente influenciados por matrizes em múltiplas escalas (ALLAN *et al.* 1997; FAUSCH *et al.* 2002; SCHLOSSER 1991; TOWNSEND *et al.* 2003). Uma vez que os rios são mosaicos complexos de tipos de habitat e gradientes ambientais, caracterizados pela alta conectividade e complexidade espacial, as paisagens ribeirinhas são cada vez mais vistas como "riverscapes" (FAUSCH *et al.*, 2002; SCHLOSSER 1991; WARD *et al.* 2002), onde a mata ciliar se apresenta como elemento necessário de estudos. Do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias são consideradas como corredores para o movimento de fauna, assim como elementos que asseguram a estabilidade de microbacias para a manutenção dos ecossistemas aquáticos (RODRIGUES & LEITÃO, 2004).

Uma avaliação dos efeitos de perturbações antrópicas em bacias e microbacias exige conhecimento das características hidrológicas do ecossistema natural. A investigação das propriedades físico-químicas da água e do solo de entorno (temperatura, vazão, pH, concentrações químicas de nitrogênio, fósforo e materiais em decomposição) é uma ferramenta útil na avaliação desses efeitos (BALBINOT *et al.* 2008; ESTEVES, 2011). Além disso, a associação dos resultados das avaliações físico-químicas com técnicas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) na investigação da paisagem auxilia na espacialização das informações sobre mudanças do uso do solo e tipo de cobertura, o que contribui para um melhor entendimento da condição atual da paisagem e para as projeções futuras relacionadas a ela (GRIMM *et al.*, 2000, 2008; YORK *et al.*, 2011).

Neste estudo, o foco se dará nas dinâmicas de uso e ocupação de solo como elemento de perturbação em microbacias presentes no bioma da Mata Atlântica. Compreendido do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, o bioma da Mata Atlântica, que ocupava cerca de 12% em formação florestal do território brasileiro, ocupa atualmente apenas 8%, devido ao desmatamento ao longo dos

anos, associado aos diferentes usos de solo (MORELLATO *et al.* 2000; RIBEIRO *et al.* 2000; SOS Mata Atlântica, 2022). Atualmente há no bioma Mata Atlântica uma descontinuidade florestal, onde a fragmentação é um processo recorrente, em (GROPPO, 2010). Neste contexto, é preciso avaliar a paisagem e sua fragmentação dentro de microbacias, pois a união destas configuram ambientes diversos e mais complexos. Áreas e cursos hídricos menores conseguem inferir de forma mais direta um impacto.

2. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar como a influência da fragmentação da paisagem e da largura das mata ciliares podem interferir nas características físico-químicas da água, em microbacias distribuídas pelo Corredor Cantareira Mantiqueira no bioma da Mata Atlântica, utilizando dados do portal MapBiomas e de softwares de georreferenciamento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudos

O projeto de Pesquisa Ecológica de Longa Duração do Corredor Ecológico Cantareira Mantiqueira (PELD – CCM) possibilitou a execução deste trabalho, onde a área de estudos (figura 1) compreende as coordenadas UTM 23K 349361E 7446867S, ou nas coordenadas geográficas 23°04'47.97" S 46°28'14.38" O, onde a maior concentração de coleta foi realizada no estado de São Paulo, mas contendo o estado de Minas Gerais também na amostragem. A região do PELD-CCM é de extrema importância para a conservação da biodiversidade, pois conecta dois locais com cobertura florestal significativa, apesar de sofrer fortes impactos da ação humana. Grande parte da área foi convertida em atividades como agricultura, pastagem e urbanização, formando um mosaico de fragmentos de florestas secundárias. (BOSCOLO *et al.*, 2017; BARROS, *et al.*, 2019).

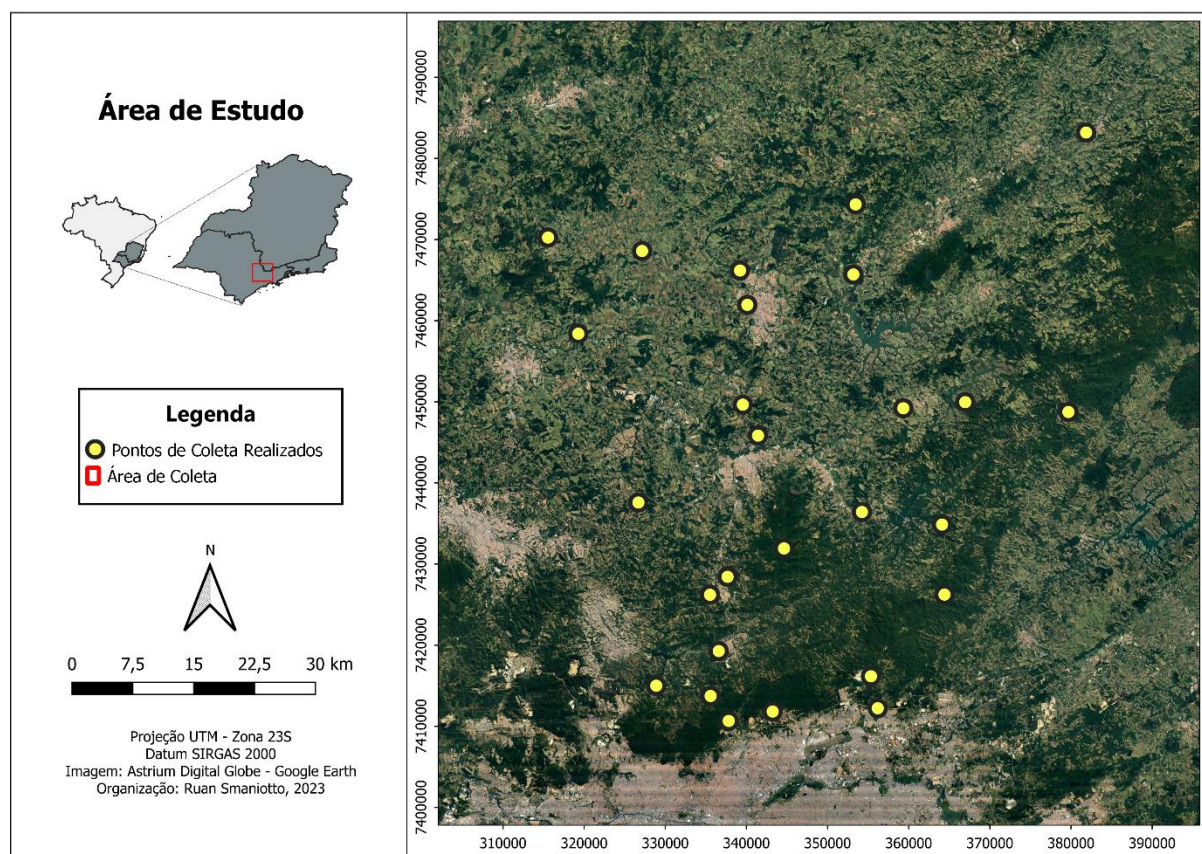


Figura 1: Distribuição dos pontos de coleta na área de estudo (PELD – CCM). Organização própria.

Foram coletados 28 pontos na amostragem, cada um com um código enumerado de P1 a P28, distribuídos em 4 grandes bacias hidrográficas - PCJ, Jaguari, Alto-Tietê e Alto Paraíba do Sul - e em 16 municípios - Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Caieiras, Camanducaia, Guarulhos, Itatiba, Jarinu, Mairiporã, Morungaba, Nazaré Paulista, Piracaia, Santa Isabel, São Paulo, Tuiuti e Vargem (Tabela 1). Os nomes dos riachos foram retirados do Portal SNIRH, onde devia ao seu tamanho, muitos não foram devidamente nomeados, porém na Tabela 1 também consta a localização geográfica para referência.

Para a facilitação da visualização de pontos de coleta, na figura 2 há a representação da rede hidrográfica do PELD – CCM, em coordenadas UTM, com a inserção dos pontos de coleta e seus respectivos códigos.

Tabela 1 – Relação dos Pontos de Amostragem d'Água

Cod	Latitude	Longitude	Microbacia	Bacia	Município
P1	23°14'43.63"S	46°35'12.00"O	Córrego da Pedra Vermelha	PCJ	Mairiporã
P2	23° 5'18.99"S	46°32'53.29"O	-	PCJ	Atibaia
P3	23° 9'41.72"S	46°41'34.82"O	Ribeirão do Maracanã	PCJ	Jarinu
P4	22°54'18.59"S	46°34'4.02"O	Rio Jaguari	PCJ	Bragança Paulista
P5	23°10'28.82"S	46°25'26.45"O	Rio Atibainha	PCJ	Nazaré Paulista
P6	22°51'55.75"S	46°47'52.27"O	Ribeirão Barra Mansa	PCJ	Morungaba
P7	22°49'56.43"S	46°25'40.79"O	Ribeirão das Anhumas	PCJ	Vargem
P8	22°45'14.91"S	46° 8'36.48"O	Ribeirão Campestre	Jaguari	Camanducaia
P9	22°54'37.20"S	46°25'53.69"O	Rio Jaguari	PCJ	Vargem
P10	23° 3'12.56"S	46°17'56.79"O	Rio da Cachoeira	PCJ	Piracaia
P11	23° 3'55.73"S	46°10'47.45"O	-	PCJ	Piracaia
P12	23°19'54.21"S	46°35'40.01"O	Rio Juqueri	Alto Tietê	Mairiporã
P13	23°14'40.37"S	46°35'10.28"O	Córrego da Pedra Vermelha	PCJ	Mairiporã
P14	23° 3'35.22"S	46°22'22.99"O	Rio da Cachoeira	PCJ	Piracaia
P15	23°12'52.24"S	46°31'5.87"O	-	PCJ	Bom Jesus dos Perdões
P16	23°16'3.39"S	46°19'32.17"O	-	Alto Paraíba do Sul	Santa Isabel
P17	23°21'27.91"S	46°24'54.47"O	-	Alto Tietê	Guarulhos
P18	23° 3'14.03"S	46°33'58.15"O	Ribeirão das Pedras	PCJ	Atibaia
P19	23°22'32.39"S	46°36'20.36"O	-	Alto Tietê	Mairiporã
P20	23°23'27.61"S	46°24'37.53"O	-	Alto Tietê	Guarulhos
P21	23°11'20.81"S	46°19'28.82"O	Rio Atibainha	PCJ	Nazaré Paulista
P22	22°58'22.47"S	46°45'46.28"O	Córrego da Moeda	PCJ	Itatiba
P23	23°21'56.68"S	46°40'26.60"O	-	Alto Tietê	Caieiras
P24	23°23'45.79"S	46°31'58.87"O	-	Alto Tietê	Caieiras
P25	23°24'21.03"S	46°35'13.80"O	-	Alto Tietê	Guarulhos
P26	22°52'40.86"S	46°41'3.45"O	-	Alto Tietê	São Paulo
P27	22°56'34.71"S	46°33'32.63"O	Rio Jaguari	PCJ	Tuiuti
P28	23°15'54.66"S	46°36'28.93"O	Ribeirão do Taboão	PCJ	Bragança Paulista

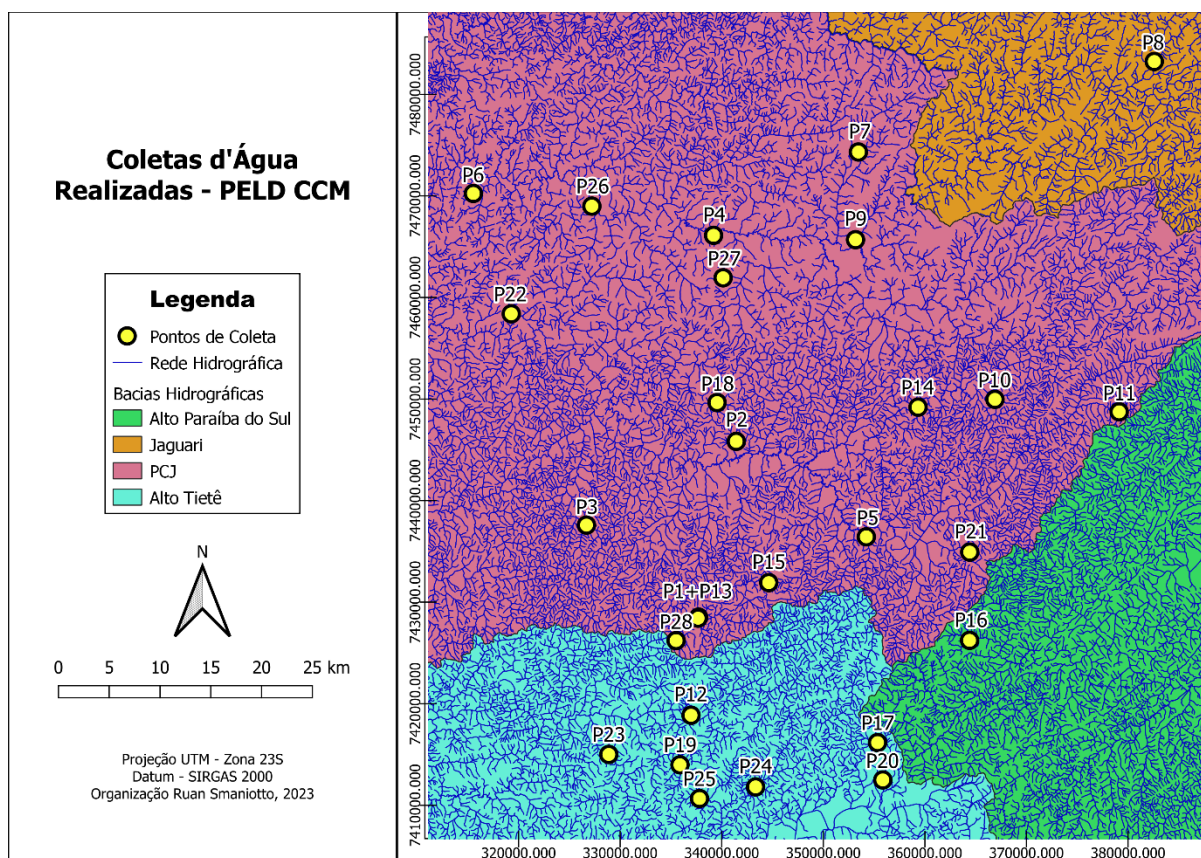


Figura 2: Distribuição dos pontos de coleta na rede hidrográfica do PELD – CCM. Exposição das Bacias hidrográficas de entorno. Organização própria.

3.2. Amostragem, procedimentos em campo (in situ) e análises prévias

Em setembro de 2022, previamente à realização de coletas, a equipe de Ecossistemas Aquáticos do PELD foi à campo para a identificação e averiguação das áreas de amostragem dos pontos previamente definidos no projeto. Durante essa etapa alguns pontos foram descartados, pela inviabilidade de coleta, associada ao esgoto lançado diretamente ao riacho, à dificuldade de acesso ou a não permissão por parte de determinados proprietários rurais. As permissões para coleta que fossem feitas em Unidades de Conservação (UCs) foram agendadas previamente com gestores e funcionários dos parques. As permissões para as coletas em propriedades rurais se deram durante as visitas no mês de setembro. Para os demais locais não houve a necessidade de tal. A partir disso, em outubro de 2022, foram realizadas coletas de água em 28 pontos, em riachos de coleta com larguras entre 0,6 m e 4 m e com profundidade de 0,08 m a 0,9 m (Tabela 1).

As coletas das amostras d'água foram feitas em garrafas de PEAD - Polietileno de Alta Densidade - de 300 mL. Antes da coleta, as garrafas foram lavadas com águas do próprio riacho. Ainda em campo, as amostras foram armazenadas em caixas térmicas levadas ao campo com ajuda das bases de apoio de pesquisa. Posteriormente as amostras foram congeladas em freezers e em câmaras frias, dispostas no Laboratório de Limnologia e no Departamento de Biodiversidade da UNESP de Rio Claro, até serem utilizadas nas análises laboratoriais.

Em relação as variáveis ambientais aferidas *in loco*, utilizou-se de uma sonda multiparâmetros modelo U-50 – Horiba do Laboratório de Ecossistemas Aquáticos. Para isso, o eletrodo da sonda foi inserido diretamente na água do curso hídrico. As variáveis físico-químicas da água analisadas foram potencial Hidrogeniônico, a condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido - concentração (OD) e saturação (%OD) - e temperatura d'água. Essas variáveis foram conferidas uma única vez em cada riacho. O oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) na água foi medido através do método WINKLER segundo Golterman et al. (1978).

3.3. Análises laboratoriais (*ex situ*)

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Ecologia Aquática do Departamento de Biodiversidade da UNESP de Rio Claro, com auxílio do grupo de pesquisas de Ecologia Aquática e do técnico Carlos Fernando Sanches. As amostras foram congeladas e mantidas em câmara fria e até a proximidade dos experimentos, sendo deixadas em temperatura ambiente uma semana antes do início da aplicação dos métodos.

Foram realizadas diversas análises *ex situ* para determinar a qualidade da água e dos sedimentos. A porcentagem de matéria orgânica dos sedimentos foi determinada por meio de queima em forno mufla. As concentrações de nitrogênio total - NT - (mg.L^{-1}), nitrito - HNO^2 - e nitrato - NO^3 - na água foram determinados com base no método descrito em Mackereth et al. (1978), enquanto o método de Koroleff (1976) foi utilizado para a determinação de N-amoniacal - NH^3 . Além disso, as concentrações de ortofosfato - PO^4 - e fósforo dissolvido - PD - foram determinadas de acordo com o método descrito por Golterman et al. (1978).

3.4. Modelagem em SIG

A criação de modelos digitais (figuras 2, 3 e 4) se fez necessária para a realização das análises de paisagem. A geração destes modelos foi feita da seguinte forma:

1. Considerou o ponto de coleta como exutório da microbacia, onde toda sua área de influência está acima do ponto de coleta;
2. Atribuiu-se o ponto de coleta no programa de sistemas de informações geográficas QGis versão 3.28.2, de acordo com as coordenadas marcadas em campo;
3. No portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) encontra-se o Catálogo de Metadados da Agência Nacional de Águas (ANA), no qual foram baixados os dados de hidrografia das bacias hidrográficas do Tietê e do Paraíba do Sul, onde estavam localizados os pontos de coleta. Os dados selecionados para a análise foram distribuídos em:
 - a. Bacias Hidrográficas;
 - b. Áreas de contribuição;
 - c. Drenagem, e;
 - d. Cursos Hídricos;
4. Após a filtragem dos dados, a seleção dos atributos “Área de Contribuição” com visualização da “Drenagem da Área de Estudos” (figura 2A), utilizou-se da ferramenta avançada “merge” para unir as áreas de contribuição que abrangessem a extensão da drenagem e formar a área total da microbacia do ponto de coleta, e da ferramenta “recorte” do menu de geoprocessamento para selecionar as drenagens inseridas na área anteriormente criada (Figura 2B).

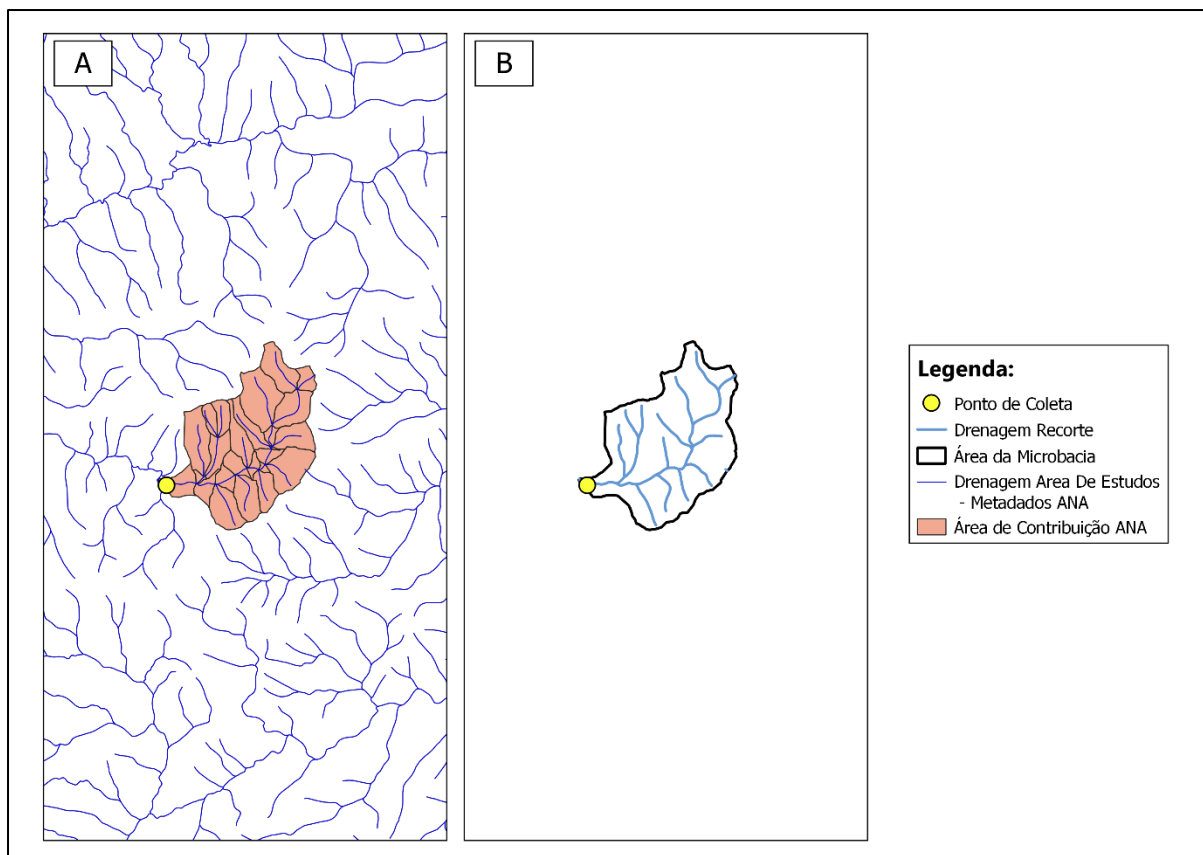


Figura 3: A – Imagem inicial, antes do geoprocessamento de informações; B – Imagem final, com execução das ferramentas de “merge” e recorte. Autoria própria.

5. Do portal MAP Biomas, foi feito o download da 7ª coleção (Figura 6) do projeto que analisa o uso e cobertura do solo do Brasil, e recortada para a área de interesse. A imagem de *raster* do projeto tem uma projeção de pixel de 30 metros em escala. O *raster* foi convertido para vetor com a ferramenta “*poligonize*” do QGis (figura 3), para facilitar determinados tipos de análise dentro do próprio programa, como contagem de classes ou tamanho de área.

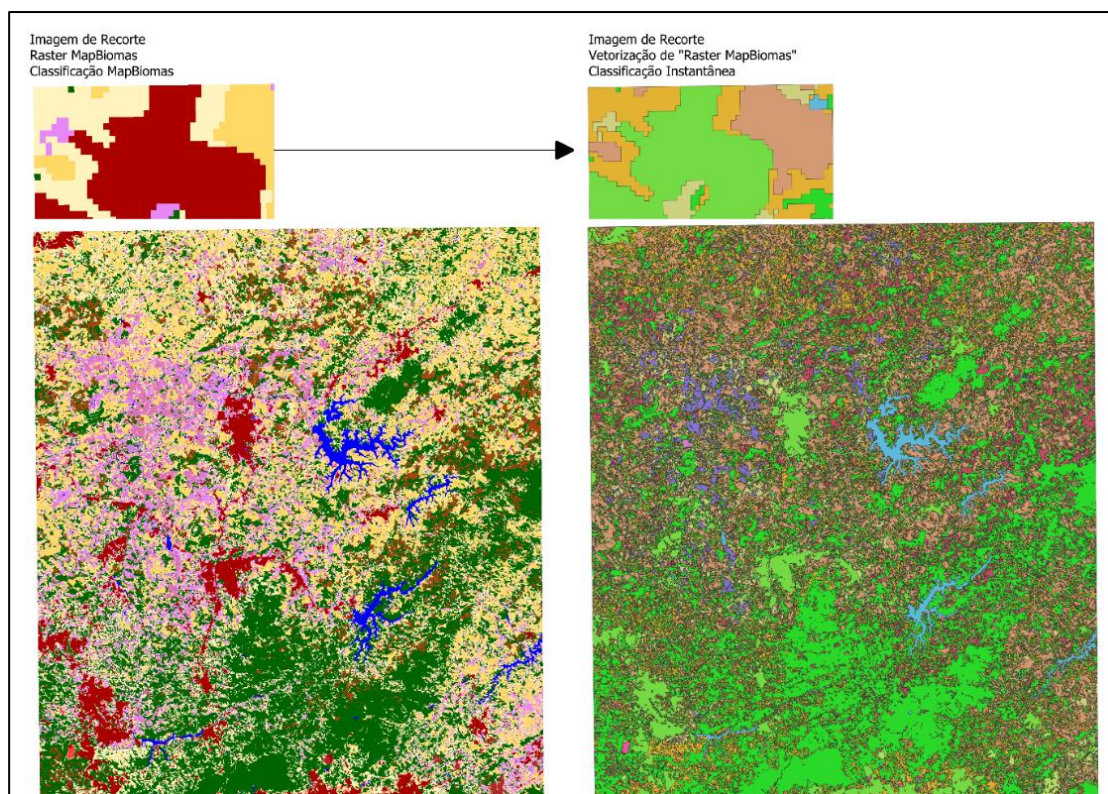


Figura 4: Conversão de imagem *raster* para vetor. Tamanho do pixel e informações de *raster* sendo transferidas para novo formato. Autoria própria.

6. Recortada as áreas de cada microbacia, foram então exportados os dados das tabelas de atributo conferindo os usos e cobertura de solo em cada.

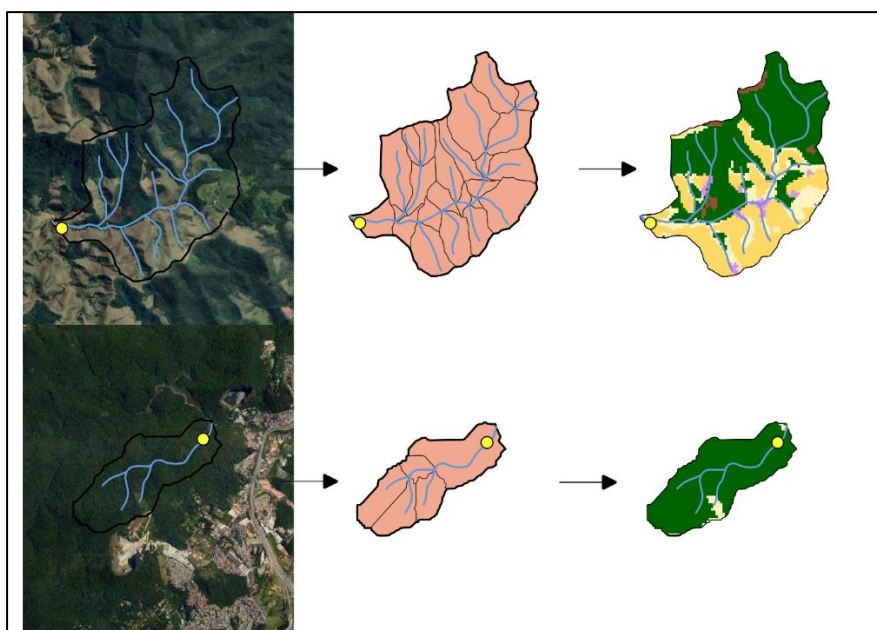


Figura 5: Geração simplificada de modelos de análise de uso e cobertura de solo de microbacias a partir dos dados MapBiomas. Autoria própria.



Codes of the legend classes and color palette used in MapBiomias Collection 7

COLEÇÃO 7 - CLASSES	COLLECTION 7 CLASSES	NEW ID	Color number	
1. Floresta	1. Forest	1	#129912	
1.1 Formação Florestal	1.1. Forest Formation	3	#006400	
1.2. Formação Savânica	1.2. Savanna Formation	4	#00ff00	
1.3. Mangue	1.3. Mangrove	5	#687537	
1.4. Restinga Arborizada	1.4. Wooded Sandbank Vegetation	49	#6b9932	
2. Formação Natural não Florestal	2. Non Forest Natural Formation	10	#bbfcac	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	2.1. Wetland	11	#45c2a5	
2.2. Formação Campestre	2.2. Grassland	12	#b8af4f	
2.3. Apicum	2.3. Salt Flat	32	#968c46	
2.4. Afloramento Rochoso	2.4. Rocky Outcrop	29	#ff8c00	
2.5 Restinga Herbácea	2.5. Herbaceous Sandbank Vegetation	50	#66ffcc	
2.6. Outras Formações não Florestais	2.5. Other non Forest Formations	13	#bdb76b	
3. Agropecuária	3. Farming	14	#ffffb2	
3.1. Pastagem	3.1. Pasture	15	#ffd966	
3.2. Agricultura	3.2. Agriculture	18	#e974ed	
3.2.1. Lavoura Temporária	3.2.1. Temporary Crop	19	#d5a6bd	
3.2.1.1. Soja	3.2.1.1. Soybean	39	#c59ff4	
3.2.1.2. Cana	3.2.1.2. Sugar cane	20	#c27ba0	
3.2.1.3. Arroz (beta)	3.2.1.3. Rice	40	#982c9e	
3.2.1.4. Algodão (beta)	3.2.1.4. Cotton (beta)	62	#660066	
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	3.2.1.5. Other Temporary Crops	41	#e787f8	
3.2.2. Lavoura Perene	3.2.2. Perennial Crop	36	#f3b4f1	
3.2.2.1. Café	3.2.2.1. Coffee	46	#cca0d4	
3.2.2.2. Citrus	3.2.2.2. Citrus	47	#d082de	
3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	3.2.2.3. Other Perennial Crops	48	#cd49e4	
3.3. Silvicultura	3.3. Forest Plantation	9	#935132	
3.4. Mosaico de Usos	3.4. Mosaic of Uses	21	#fff3bf	
4. Área não Vegetada	4. Non vegetated area	22	#ea9999	
4.1. Praia, Duna e Areal	4.1. Beach, Dune and Sand Spot	23	#dd7e6b	
4.2. Área Urbanizada	4.2. Urban Area	24	#af2a2a	
4.3. Mineração	4.3. Mining	30	#8a2be2	
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	4.4. Other non Vegetated Areas	25	#ff99ff	
5. Corpo D'água	5. Water	26	#0000ff	
5.1. Rio, Lago e Oceano	5.1. River, Lake and Ocean	33	#0000ff	
5.2 Aquicultura	5.2. Aquaculture	31	#29eee4	
6. Não observado	6. Non Observed	27	#D5D5E5	

Figura 6: Classificação de Uso e Cobertura de Solo. Fonte: Coleção 7, MAP BIOMAS, 2022.

3.5. Análises estatísticas (R):

O R é uma linguagem de programação que oferece muitas ferramentas para análise de multivariáveis, incluindo várias bibliotecas (ou pacotes) que podem ser utilizadas para executar diferentes tipos de análises. A exploração e a observação dos dados podem ser feitas por meio de gráficos, como gráficos de dispersão,

histogramas e boxplots, que podem ajudar a entender a distribuição dos dados e a relação entre as variáveis.

Este trabalho apresenta um conjunto de dados complexos, com múltiplas variáveis. Para a análise destes, foi necessário utilizar o programa R versão 4.2.2 - *"Innocent and Trusting"* – com usos de técnicas de correlação e ordenação de dados. Além disto, também foram trabalhados dados a fim da criação de gradientes através de gráficos ternários e exibição da resposta dos dados de parâmetros físico-químicos para um aumento deste mesmo gradiente.

3.5.1. Análise de Correlação

Uma matriz de correlação entre variáveis é uma tabela que mostra as correlações (ou associações) entre as diferentes variáveis em um conjunto de dados. Neste trabalho, houve a tentativa de correlação entre dados dos parâmetros físico-químicos das amostras d'água e das métricas de paisagem (% de uso e cobertura e largura de mata ciliar). Nesta matriz, cada variável é correlacionada com todas as outras variáveis. Os valores da matriz variam de -1 a 1, onde 1 indica uma correlação perfeita positiva, -1 indica uma correlação perfeita negativa e 0 indica nenhuma correlação.

Os resultados de uma matriz de correlação podem ser úteis de várias maneiras. Por exemplo, os resultados podem ser usados para reduzir o número de variáveis em um modelo de regressão, identificando quais variáveis têm forte correlação entre si e, portanto, podem ser redundantes. Os resultados também podem ser usados para selecionar variáveis para análise multivariada, ajudando a identificar quais variáveis estão mais fortemente relacionadas com o resultado de interesse.

Para esta análise, utilizou-se de um gráfico que exibe os valores da matriz de correlação usando uma escala de cores, onde cores mais escuras indicam correlações mais fortes. No R, a função `"order = 'hclust'"` organiza as variáveis em grupos com base em sua correlação, tornando mais fácil identificar os grupos de variáveis fortemente correlacionadas.

3.5.2. Análise de Multivariáveis: Análise de Componentes Principais - PCA

A análise de multivariáveis é uma técnica estatística que cria novas variáveis – eixos principais – que recebem escores ou são colocadas em ordem (GOTELLI & ELLISON, 2016). Com ela, é possível entender a relação entre as variáveis e identificar padrões ou tendências nos dados, agrupando-os (SILVA *et al.*, 2022).

Para uma análise de multivariáveis mais avançada, é possível utilizar a Análise de Componentes Principais - Principal Component Analysis –, ou PCA. A PCA é uma análise utilizada para realizar ordenação de variáveis, onde estas ordenações irrestritas utilizam a estrutura de covariância dos objetos afim de exibir relações de similaridade. Ela também visa reduzir a dimensão do conjunto de dados, transformando-o em um espaço de menor dimensão (isto é, em um espaço com menos variáveis) que ainda preserve a maior parte da variabilidade dos dados originais.

Para a geração do gráfico de PC é usado a função `'fviz_pca_biplot()'` do pacote `factoextra`. Este tipo de gráfico biplot que mostra os pontos de dados no espaço das duas primeiras Componentes Principais (PCs), onde os vetores em formato de setas indicam as contribuições relativas de cada variável para as PCs. A direção e o comprimento das setas indicam a direção e a magnitude da variação das variáveis no espaço das PCs.

Os eixos PC1 e PC2 são as duas primeiras componentes principais, que são combinações lineares das variáveis originais que explicam a maior parte da variabilidade nos dados. A PC1 é a direção ao longo da qual os dados variam mais, e a PC2 é a direção ao longo da qual eles variam em segundo lugar. Juntos, eles explicam a maior parte da variância nos dados.

No gráfico, a posição dos pontos de dados reflete suas pontuações em PC1 e PC2. Os pontos que estão próximos uns dos outros são mais semelhantes em termos de suas características, enquanto os pontos que estão mais distantes uns dos outros são mais diferentes.

Para facilitar o entendimento das PCs, é possível visualizar a conjuntura de cada eixo gerado pela PCA por um “*ScreePlot*”, onde cada eixo de PC vai ter um valor de porcentagem de variância explicada, o que facilita a compreensão dos dados, uma vez que as PCs com maiores valores são as mais importantes.

Ainda sobre os PCs, é possível visualizar a contribuição das variáveis para cada eixo com a função “*fviz_contib*” que plota estas informações. Isso permite visualizar quais variáveis têm maior influência nos resultados da PCA.

3.5.3. Plot Ternário

A utilização de um gráfico ternário pode ser utilizado para facilitar a compreensão dos gradientes amostrados a depender das variáveis escolhidas. Neste trabalho, utilizou-se os dados de uso e ocupação para ser inseridos neste gráfico. Porém, por se tratar um gráfico de três eixos, foi escolhido generalizar, a partir da classificação do MapBiomias, os usos de solo que estivessem contidos dentro da grande classe nomeada “Agropecuária”, criando assim, uma nova classificação neste caso em específico.

O gráfico ternário é útil para visualizar dados de três variáveis que estão relacionadas entre si e que somam um valor constante. Ele permite analisar como a mudança em uma das variáveis afeta as outras duas, além de mostrar as proporções relativas de cada variável na mistura ternária.

3.5.4. Regressão Linear

A regressão linear é uma técnica estatística usada para modelar a relação entre duas variáveis contínuas. No caso deste trabalho, a regressão linear foi usada para graficar os dados resultantes das PCAs em relação à porcentagem florestal e às mata ciliares, além de graficar também os dados brutos dos parâmetros físico-químicos em relação à estas mesmas variáveis, a fim de entender de a PCA pode ser compreendida de forma generalizada, ou não. Para os gráficos plotados, encontra-se a linha que melhor se ajusta aos dados, minimizando a soma dos quadrados das diferenças entre os valores observados e os valores previstos pela linha.

A linha da regressão pode ser dada em um coeficiente angular positivo ou negativo. Se o coeficiente angular for negativo, significa que há uma relação negativa entre as duas variáveis (por exemplo, quando a porcentagem de cobertura florestal aumenta, os parâmetros de água diminuem). Nesse caso, a inclinação da linha de regressão seria para baixo.

4. RESULTADOS

4.1 Das análises químicas

A partir da metodologia descrita nos itens 3.2 e 3.3, foi possível verificar os resultados das variáveis das 28 amostras d'água (tabelas 2.1 e 2.2). As variáveis podem ser classificadas em grupos:

- Análise de Oxigênio:
 - Oxigênio Dissolvido (OD) (mg/l): Medido pela sonda multiparâmetros Horiba e pelo Oxímetro, e;
 - Oxigênio Dissolvido (OD) (%): Medido pela sonda multiparâmetros Horiba e pelo Oxímetro;
- Análise de Nitrogênio:
 - Amônia (NH₃);
 - Nitrito (HNO₂);
 - Nitrato (NO₃⁻);
 - Nitrogênio Total (mg.L⁻¹), e;
 - Nitrogênio Total (Titulação);
- Análise de Fósforo:
 - Ortofosfato (PO₄);
 - Fósforo Dissolvido (PD), e;
 - Fósforo Total (PT);
- Análise de sedimento:
 - Fósforo (P) (mg.L⁻¹);
 - Fósforo (P) (Espectro);
 - Nitrogênio (N) (mg.L⁻¹), e;
 - Nitrogênio (N) (Titulação);
- Análise dos parâmetros físicos:
 - Peso inicial material em suspensão;
 - Volume filtrado (L);
 - Volume filtrado (ml);
 - Peso final material em suspensão;
 - Material em suspensão (mg.L⁻¹);
 - Temperatura da água (°C);

- Condutividade;
- Turbidez;
- pH, e;
- Sólidos totais dissolvidos.

As variáveis descritas neste trabalho podem ser utilizadas também para trabalhos de avaliação ambiental dos riachos com a resolução CONAMA 357 de 2005, onde se encontram a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Nestas diretrizes estão as informações de valores máximos permitidos para cada variável a ser estudada ou avaliada.

É notório a impressão dos dados ao perceber-se que nos pontos 12 e 27 de coleta, houve um conjunto de dados com valores muito maiores que os demais pontos a partir do grupo de nitrogênio, o que pode indicar dois outliers dos dados, tal qual pode haver uma poluição direta a partir de efluentes jogados no riacho não observados em campo.

Tabela 2.1: Análises d'água – Oxigênio, Nitrogênio e Fósforo

Código	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
Análise de Oxigênio																												
OD (horiba) mg/l	1,5	6,6	5	6,2	6,9	5,6	4,2	7,6	5,4	6,5	7,6	5,0	8,7	1,3	7,7	9,5	9,6	8,0	13,	7,9	8	6,7	7,1	6,3	9,1	9,9	6,2	9,21
OD (horiba) %	16,6	90	59	68	83	65,3	55,2	90,7	65,1	70,9	82,3	54,7	91	13	85	109	107,2	91,7	151,4	81,5	90	74,3	78,4	68,6	88	108	75,4	104,2
OD (oxímetro) %	-	96,2	103	70	56	36	63	122	130	111,7	143,1	72,1	94	52,8	85	120,8	77,1	37	109,8	45,3	96,2	52	64	64,4	78,4	116,8	57,6	89
OD (oxímetro) mg/l	-	6,5	8,9	6	4,9	13,45	6,63	13	10,42	10,32	12,85	8,1	9	5,06	8,3	12,04	7,14	3,18	10,2	4,19	10,06	4,67	4,2	6,49	6,95	11,64	4,55	8,2
Análise de Nitrogênio																												
Amônia (NH3)	15,83	7,903	5,52	6,836	1,566	9,983	10,06	24,6	70,06	3,826	5,904	249,4	17,520	55,53	8,712	7,495	3,725	33,97	3,482	58,41	4,847	19,63	11,97	3,028	4,208	11,97	114,5	17,77
Nitrato (HNO2)	0,468	31,74	0	0	0	0	0	4,375	56,41	0	0	29,56	0,00	0	0	0	0	28,58	9,431	0	0	8,345	0	0	0	0	191,1	0,827
Nitrato (NO3-)	12,61	134	0	15,21	4,788	0	15,21	4,497	201,4	0	6,813	159,8	44,680	54,16	4,94	5,37	9,57	89,96	3,149	0	0	22,97	0	15,95	0	10,73	109,8	37,37
N Total (mg.L⁻¹)	3,59	8,24	1,59	1,87	1,75	1,31	1,46	1,97	1,51	2,57	2,31	0,71	2,26	3,04	1,52	2,98	2,86	1,84	4,24	3,89	3,50	3,11	1,89	2,86	2,92	2,98	1,46	2,98
N Total (Titulação)	0,39	0,17	0,88	0,75	0,8	1,07	0,96	0,71	0,93	0,55	0,59	1,98	0,62	0,46	0,92	0,47	0,49	0,46	0,73	0,36	0,4	0,45	0,74	0,49	0,48	0,47	0,96	0,47
Análise de Fósforo																												
Ortofosfato (PO4)	31,65	9,263	3,212	3,904	1,098	18,74	5,816	8,415	12,73	0,697	11,74	37,62	1,648	11,34	1,119	2,487	1,855	1,623	7,712	7,908	9,955	4,479	0,741	23,77	8,477	2,667	71,43	3,658
Fósforo Dissolvido (PD)	42,61	14,7	8,538	15,63	14,81	27,99	49,03	51,33	41,13	24,46	24,66	123,7	5,762	55,05	3,775	4,5	6,393	20,5	15,28	41	12,53	22,89	8,197	28,73	22,87	18,35	108,5	17,03
Fósforo Total (PT)	151,6	91,23	25,53	20,72	16,41	54,15	63,08	62,56	86,13	43,7	26,39	347,4	21,39	117	33,67	19,37	9,676	234,6	26,93	49,57	13,4	25,4	53,58	36,35	47,15	25,2	110	24,5

Tabela 2.2: Análises d'água – Sedimento e Atributos Físicos

Código	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
Análise de Sedimento																												
P (mg.L⁻¹)	505 3,3 3	304 1,0 0	851 ,00	690 ,67	547 ,00	180 5,0 0	210 2,6 7	208 5,3 3	287 1,0 0	145 6,6 7	879 ,67 00	115 80, 00	713 ,00	390 0,0 0	112 2,3 3	645 ,67	322 ,53 0	782 0,0 0	897 ,67	165 2,3 3	446 ,67	846 ,67	178 6,0 0	121 1,6 7	157 1,6 7	840 ,00	366 6,6 7	816 ,67
P (Espectro)	13, 53	16, 3	16, 84	65, 6	38, 52	10, 64	68, 75	82, 65	53, 08	18, 76	7,6 07	54, 56	41, 1	110 ,7	16, 69	30, 78	50, 85	75, 89	30, 35	32, 44	30, 61	61, 58	45, 02	44, 03	51, 69	65, 12	28, 36	28, 24
N (mg.L⁻¹)	1,1 9	1,5 2	1,1 0	1,8 0	1,6 5	1,1 4	1,1 0	1,4 4	1,3 0	1,3 8	1,2 6	1,2 1	1,1 2	1,1 9	0,9 6	1,3 5	1,1 7	1,5 6	0,8 2	1,1 2	1,0 2	2,1 2	2,1 5	2,4 3	1,0 7	1,6 6	1,0 3	1,1 6
N (Titulação)	0,6 9	0,8 8	0,6 4	1,0 4	0,9 5	0,6 6	0,6 4	0,8 3	0,7 5	0,8	0,7 3	0,7 5	0,6 9	0,6 6	0,5 8	0,7 8	0,6 8	0,9	0,4 8	0,6 5	0,5 9	1,2 2	1,2 4	1,4	0,6 2	0,9 6	0,6 7	0,6 7
Análise dos parâmetros físicos																												
Peso inicial material em suspensão	0,0 925 5	0,0 925 7	0,0 924 0	0,0 927 2	0,0 908 0	0,0 937 8	0,0 938 0	0,0 938 0	0,0 937 0	0,0 930 4	0,0 924 0	0,0 937 0	0,0 935 5	0,0 935 0	0,0 923 4	0,0 926 0	0,0 928 0	0,0 926 8	0,0 931 8	0,0 931 8	0,0 937 8	0,0 930 4	0,0 915 6	0,0 938 6	0,0 935 3	0,0 929 8	0,0 924 2	0,0 922 3
Volume filtrado (l)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Volume filtrado (ml)	500	500	500	500	500	310	395	396	500	426	270	100	500	275	500	500	500	230	500	500	500	426	500	500	500	500	500	500
Peso final material em suspensão	0,0 988 8	0,0 988 0	0,1 005 1	0,0 968 9	0,0 971 4	0,1 081 9	0,1 058 1	0,0 996 3	0,1 015 7	0,0 949 9	0,0 986 5	0,0 990 2	0,0 994 1	0,0 987 2	0,0 993 8	0,0 946 0	0,0 936 0	0,1 077 5	0,0 941 8	0,0 975 0	0,0 953 6	0,0 949 9	0,0 932 2	0,0 960 2	0,0 935 6	0,1 033 0	0,0 939 7	0,0 937 8
Material em suspensão (mg.L⁻¹)	12, 66	12, 46	16, 22	8,3 4	12, 68	46, 48	30, 41	14, 72	15, 74	4,5 8	23, 15	53, 20	11, 72	18, 98	14, 08	4,0 0	1,6 0	65, 52	2,0 0	8,6 4	3,1 6	4,5 8	3,3 2	4,3 2	0,0 6	20, 64	3,1 0	3,1 0
Temperatura da água (°C)	21, 61	20, 63	21, 4	19, 7	23, 71	18, 7	22, 3	19, 5	21, 37	17, 65	17, 37	13, 7	16, 7	17, 52	15, 12	22, 77	19, 98	21, 67	21, 35	18, 49	20, 63	20, 54	21, 69	18, 8	20, 4	23, 51	26, 58	20, 73
Condutividade de	0,1 23	0,0 42	0,0 40	0,0 68	0,0 71	0,1 2	0,0 62	0,0 6	0,1 2	0,0 36	0,0 16	0,2 05	0,0 73	0,0 87	0,0 18	0,0 56	0,0 78	0,1 19	0,0 79	0,1 84	0,0 42	0,0 68	0,0 8	0,0 39	0,0 26	0,0 49	0,2 26	0,0 85
Turbidez	0	0	0	0	0	13, 4	10, 3	23	0	0	18, 8	31, 2	0	4,4	0	0	0	20, 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pH	7,1 1	7,1 7	7,3	6,9 5	6,8	6,6 1	5,6 6	5,4 3	5,8	5,6 3	4,7 4	6,3	6,6	5,6 2	6,4 8	7	6,3 2	6,7 9	7,3 4	6,6 1	7,1 7	7,0 3	6,9 7	6,8 9	7,1 3	7,3 6	6,8 1	8,6 1
Sólidos totais dissolvidos	0,0 8	0,0 27	7,3 44	0,0 46	0,0 78	0,0	40	0,0 39	0,0 78	0,0 24	0,0 1	0,1 33	0,0 47	0,0 56	0,0 11	0,0 36	0,0 47	0,0 77	0,0 52	0,1 2	0,0 27	0,0 44	0,0 52	0,0 26	0,0 17	0,0 32	0,1 48	0,0 55

4.2. Das Microbacias

A composição da paisagem em cada microbacia amostrada é única, com porcentagens diferentes de uso e cobertura do solo. Como descrito no item 3.4, para a realização deste estudo foram utilizados dados de *raster* do MAP Biomas, onde as classes de usos foram descritas de acordo com a Coleção 7 (figura 6) e com a presença da classe em cada microbacia. Ao todo, foram 14 classes presentes nas microbacias amostradas (Tabela 3), sendo elas:

- Formação Florestal (F.flo.);
- Silvicultura (Silv.);
- Pastagem (Past.);
- Cana;
- Mosaico de Agricultura e Pastagem (M.A.P.);
- Área Urbana (A.Urb.);
- Áreas Não Vegetadas (A.N.V.);
- Afloramento Rochoso (A.Roc);
- Mineração (Min.);
- Rio, Lago e Oceano (R.L.O.);
- Soja;
- Outras Lavouras Temporárias (O.L.T.);
- Café, e;
- Outras Lavouras Perenes (O.L.P.).

Para fins de análise estatística e de generalização, as informações contidas em *Silvicultura*, *Pastagem*, *Cana*, *Mosaico de Agricultura e Pastagem*, *Soja*, *Outras Lavouras Temporárias*, *Café* e *Outras Lavouras Perenes* foram somadas, seguindo a regra de classificação da coleção 7, onde todas estão dentro da grande classe nomeada “Agropecuária”, para poder criar uma classe de mesmo nome e verificar o gradiente rural da área de estudos. Os gradientes florestal, agropecuário e urbano podem ser verificados no gráfico ternário representativo (Figura 16).

Tabela 3: Porcentagem Uso e Cobertura do Solo nas Microbacias Analisadas – Dados Map Biomas

<i>Classes</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>P10</i>	<i>P11</i>	<i>P12</i>	<i>P13</i>	<i>P14</i>	<i>P15</i>	<i>P16</i>	<i>P17</i>	<i>P18</i>	<i>P19</i>	<i>P20</i>	<i>P21</i>	<i>P22</i>	<i>P23</i>	<i>P24</i>	<i>P25</i>	<i>P26</i>	<i>P27</i>	<i>P28</i>
<i>F.flo.</i>	0.44	0.41	0.12	0.04	0.46	0.14	0.32	0.30	0.31	0.36	0.52	0.42	0.66	0.06	0.85	0.76	0.83	0.28	0.57	0.51	0.46	0.33	0.33	0.97	0.96	0.07	0.03	0.30
<i>Silv.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.02	0.16	0.00	0.08	0.22	0.02	0.00	0.03	0.04	0.04	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Past.</i>	0.01	0.16	0.20	0.09	0.10	0.23	0.25	0.45	0.19	0.26	0.29	0.06	0.01	0.57	0.04	0.04	0.01	0.22	0.00	0.04	0.13	0.20	0.02	0.00	0.00	0.43	0.23	0.06
<i>Cana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>M.A.P.</i>	0.32	0.23	0.36	0.16	0.20	0.33	0.25	0.21	0.20	0.14	0.14	0.33	0.22	0.07	0.06	0.14	0.13	0.16	0.32	0.33	0.26	0.20	0.51	0.01	0.03	0.17	0.29	0.40
<i>A.Urb.</i>	0.14	0.06	0.03	0.08	0.03	0.07	0.00	0.03	0.10	0.00	0.00	0.17	0.04	0.10	0.00	0.00	0.01	0.20	0.09	0.06	0.00	0.08	0.14	0.00	0.00	0.00	0.35	0.10
<i>A.N.V.</i>	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
<i>A.Roc</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Min.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>R.L.O.</i>	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Soja</i>	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
<i>O.L.T.</i>	0.08	0.14	0.25	0.62	0.10	0.20	0.01	0.01	0.11	0.03	0.02	0.00	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	0.23	0.09	0.13
<i>Café</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>O.L.P.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Sum. Cob.</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>Nº Classes</i>	8	8	7	6	9	8	7	9	11	7	6	8	8	8	5	5	8	7	5	5	6	8	6	3	2	5	8	6

4.3. Das matas ciliares

Para cada ponto de coleta também foram amostradas as matas ciliares. A medição das larguras das matas ciliares foi dividida em 6 variáveis (Tabela 4), sendo elas:

- P_0 = Ponto de coleta;
- P_1 = 100 m acima de P_0;
- P_2 = 200 m acima de P_0;
- P_3 = 300 m acima de P_0;
- P_4 = 400 m acima de P_0, e;
- P_5 = 500 m acima de P_0.

Todas as medições foram realizadas em metros (m), onde o uso de ferramentas de geoprocessamento foram necessárias. No caso, a ferramenta “régua” do programa Google Earth foi utilizada para medir a largura da mata a partir da calha visível do riacho até a borda.

É necessário observar que existiram situações em que não houve tal medição, ou então que os valores se aproximaram muito de 0 devido à ausência deste tipo de formação florestal.

Da mesma forma, houve situações em que a largura medida contempla valores muito altos, acima de 100 metros. Isto deve pela presença de unidades de conservação e fragmentos florestais muito bem preservados.

Tabela 4: Medições de Largura (m) da Mata Ciliar do Ponto de Coleta à 500m acima – Intervalo de 100m

<i>Código</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>P10</i>	<i>P11</i>	<i>P12</i>	<i>P13</i>	<i>P14</i>	<i>P15</i>	<i>P16</i>	<i>P17</i>	<i>P18</i>	<i>P19</i>	<i>P20</i>	<i>P21</i>	<i>P22</i>	<i>P23</i>	<i>P24</i>	<i>P25</i>	<i>P26</i>	<i>P27</i>	<i>P28</i>
<i>Ponto de Coleta</i>	7.85 7	27.9 72	16.4 4	10.2 98	28.0 96	7.99 6	5.82 3	0.52 8	37.5 57	18.8 95	0.19 9	52.1 77	0.22 9	9.66 2	0.64 1	89.8 92	63.6 39	0.78	35.0 63	0.36 1	10.4 67	24.3 41	18.8 2	169. 479	66.4 37	0.34 4	4.81 9	0.61 2
<i>100 m</i>	9.50 9	20.1 62	25.1 45	0.27	0.62 8	11.5 33	4.18 7	32.1 69	34.5 96	0.43 7	0.28 6	16.4 14	7.38 4	8.7	15.9 97	98.3 02	61.4 27	24.0 92	35.2 21	0.74 2	0.61 7	20.7 69	27.0 18	203. 552	158. 091	0.89 4	21.9 44	8.47 9
<i>200 m</i>	0.52 5	61.2 53	47.6 15	0.65 8	19.8 66	0.29 4	3.79 1	25.0 03	27.3 24	13.3 4	7.82 03	11.9 35	17.8 2	5.62 2	29.2 63	82.5 79	63.6 25	25.9 85	38.9 73	26.5 71	15.1 84	33.9 73	51.9 97	172. 512	264. 613	18.8 45	23.2 86	0.26 6
<i>300 m</i>	11.0 38	16.9 46	53.8 45	39.5 67	0.71 3	0.64 7	0.77 3	18.5 78	11.9 6	47.3 17	4.29 2	11.7 34	6.45 8	0.63	34.4 47	65.1 75	21.7 57	24.1 93	63.2 43	12.6 02	11.5 59	17.3 28	63.5 74	178. 36	345. 008	24.8 91	40.9 26	0.35 4
<i>400 m</i>	0.23 6	12.6 14	43.4 94	25.2 49	34.7 04	0.37	0.52	30.3 27	24.2 09	75.3 77	19.8 27	0.62 8	8.69 5	0.22 5	66.5 39	39.0 56	11.4 73	36.8 45	65.9 63	0.74 8	9.31 4	32.7 26	67.4 3	198. 023	258. 751	0.29 5	18.6 71	7.51 7
<i>500 m</i>	18.2 43	26.9 66	52.6 34	17.4 87	0.24 3	0.25 1	0.8	43.8 41	13.7 33	50.4 74	70.7 36	0.81 4	18.6 46	0.36 3	88.1 06	12.6 15	47.5 38	34.5 88	36.2 21	0.53 4	20.1 69	55.1 79	52.4 59	181. 509	160. 516	0.62	13.3 6	8.10 8

4.4. Das análises estatísticas

4.4.1. Parâmetros d'água

De início, foi realizado uma análise de Matriz de Correlação entre as variáveis dos parâmetros físico-químicos da água (Figura 7).

No RStudio, a função `'cor()'` é usada para calcular a matriz de correlação entre as variáveis do conjunto de dados. A função `'round()'` é usada para arredondar os valores de correlação para duas casas decimais. Em seguida, o resultado é armazenado no data frame de correlação.

Na figura 7, os valores da matriz de correlação variam de -1 a 1 com representação gráfica em gradiente – do vermelho ao azul, respectivamente), onde -1 indica uma correlação negativa perfeita (ou seja, as variáveis se movem na direção oposta), 0 indica ausência de correlação (as variáveis não têm relação uma com a outra) e 1 indica uma correlação positiva perfeita (as variáveis se movem juntas na mesma direção). Portanto, valores mais próximos de -1 ou 1 indicam uma forte correlação, enquanto valores mais próximos de 0 indicam uma fraca correlação ou nenhuma correlação.

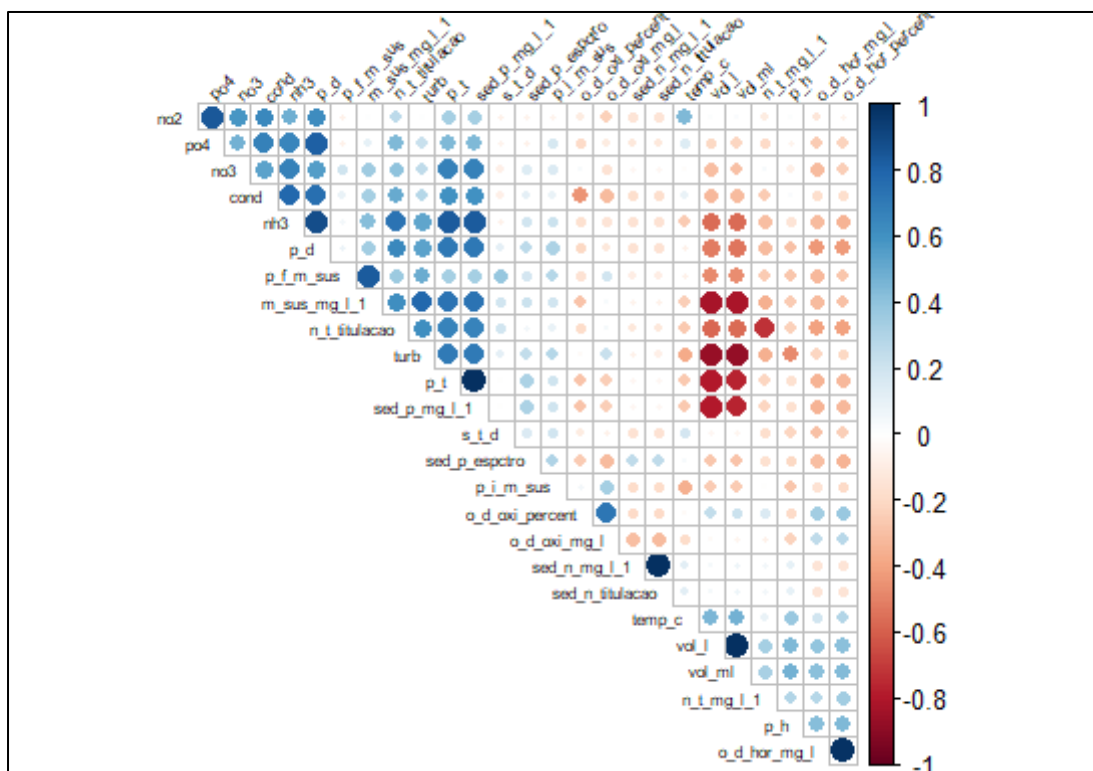


Figura 7: Matriz de Correlação dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.

Os nomes das variáveis foram traduzidas para códigos para não poluir a visualização dos dados e facilitar a compreensão. Para a conferência das informações, pode-se utilizar a tabela 2.1 e 2.2.

Com a análise de PCA foi possível compreender a distribuição dos dados e como suas variáveis podem influenciar umas nas outras. Para a PCA de parâmetros físico-químicos (figura 8), foi observado um eixo de componente principal no valor de 35,11%, enquanto o segundo eixo da análise resultou num eixo de valor 13,76%, o que verifica que o PC1 seria o eixo com maior resposta à variação dos dados e poderia ser mais representativo ao realizar uma regressão linear com o gradiente florestal – classe de Formação Florestal descrita na tabela 3.

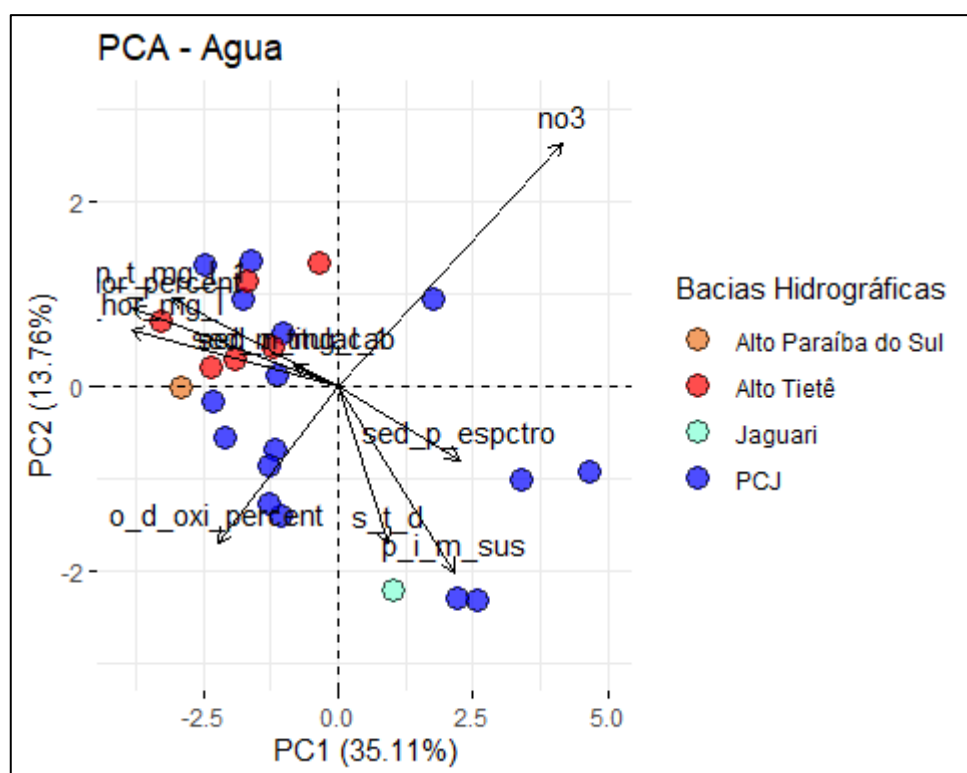


Figura 8: Análise de Componentes Principais dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.

É possível também verificar o agrupamento das variáveis a partir das retas de vetores criadas pela PCA, onde temos NO3 mais isolado em relação à PCA, tal qual o percentual de Oxigênio dissolvido medido pelo oxímetro. Sólidos totais, valores de fósforo totais no sedimento e o peso inicial de material em suspensão são variáveis que agrupam de acordo com a análise. Ademais destas 3 situações, todas as outras variáveis dos parâmetros d'água podem ser agrupados segundo a PCA.

Ainda é possível verificar como cada variável contribuiu para a geração de cada eixo. Observando apenas o PC1, temos a partir do ScreePlot as variáveis de maior contribuição, sendo elas o fósforo total e o fósforo contido no sedimento com a medição em mg/L^{-1} (Figura 9).

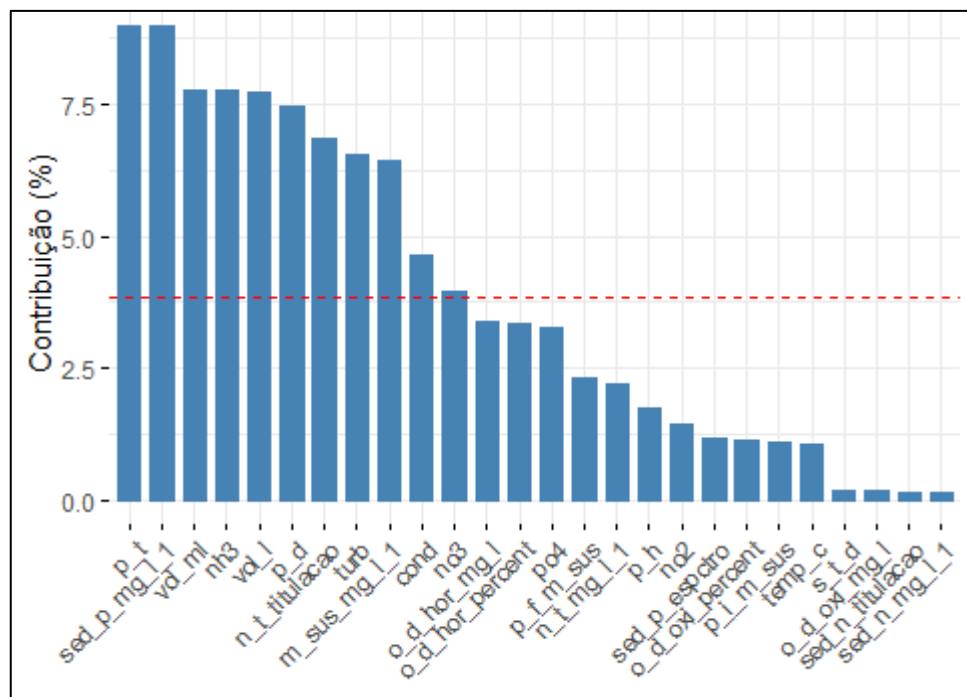


Figura 9: Contribuição de Variáveis na Geração de PC1 dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.

Neste caso, temos contribuições muito próximas entre as variáveis para a geração do PC1, onde mesmo aquelas que não apresentaram o valor máximo, tem em si proximidades entre os valores. Além disto, os valores de contribuição são baixos, o que indica que não houve uma variável dentre o grupo com uma carga suficiente que gerasse maior contribuição.

4.4.2. Usos e Cobertura:

O mesmo processo utilizado para analisar os parâmetros d'água também foi feito para as classes de uso e cobertura descritas na tabela 3. Ao todo, as 15 classes de uso e cobertura foram plotadas numa matriz de correlação e em seguida plotadas em um gráfico de correlação (Figura 10).

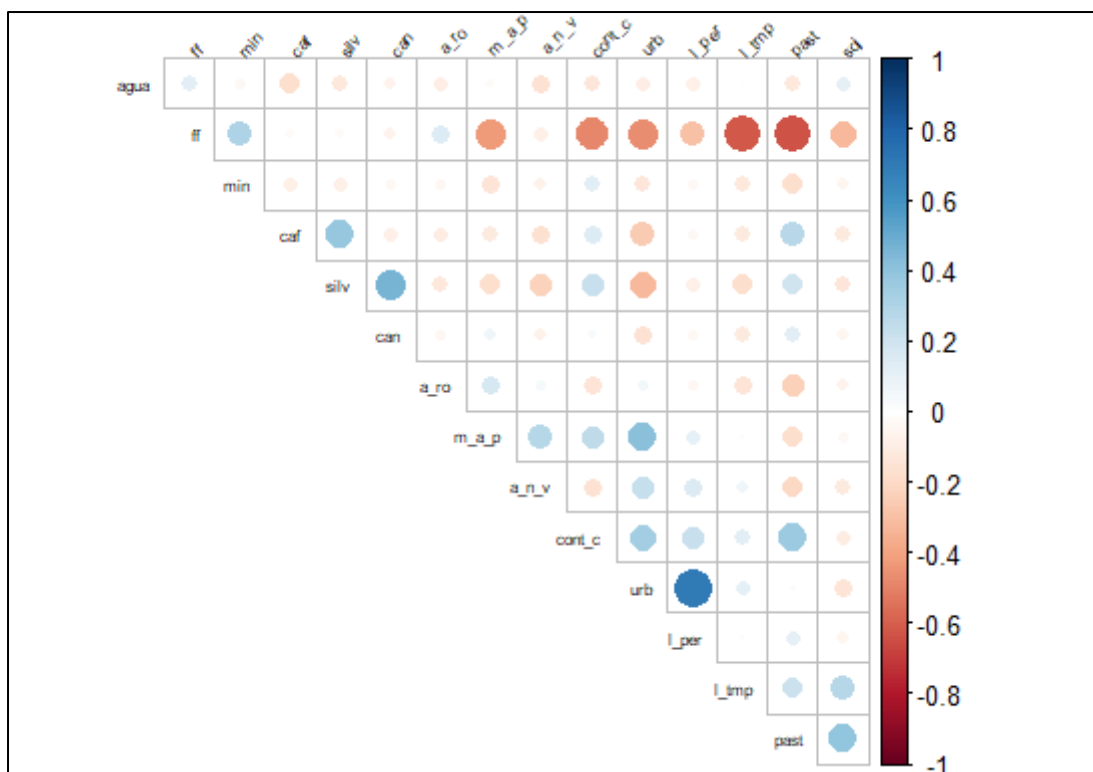


Figura 10: Matriz de Correlação dos Usos e Cobertura do Solo. Autoria própria.

De acordo com a figura 10, não houvera fortes correlações entre os dados, com as correlações se aproximando ao máximo de -0,8 e +0,8. É possível visualizar que existem muitos espaços onde os valores se aproximam do neutro. Isto pode ser explicado devido ao pouco número de amostragem (ao todo, 28 pontos) ou ainda ser de fato uma ausência de correlação.

Também fora realizado uma PCA para os dados de uso e cobertura, a fim de reduzir suas dimensões e entender como este podem estar agrupados ou não (figura 11).

De acordo com a análise, é possível observar que os agrupamentos se distribuem nos 4 setores do gráfico gerado. Além disto, também é possível observar que os valores para PC1 e PC2, os dois principais eixos, são 19,68% e 15,98%, respectivamente. Estes valores explicam a baixa variação dos dados amostrados e que os dois eixos não podem explicar a maior parte da variação dos dados. Isto implica na ausência de um gradiente bem amostrado, e a necessidade de um aumento de coletas para a melhoria dos dados.

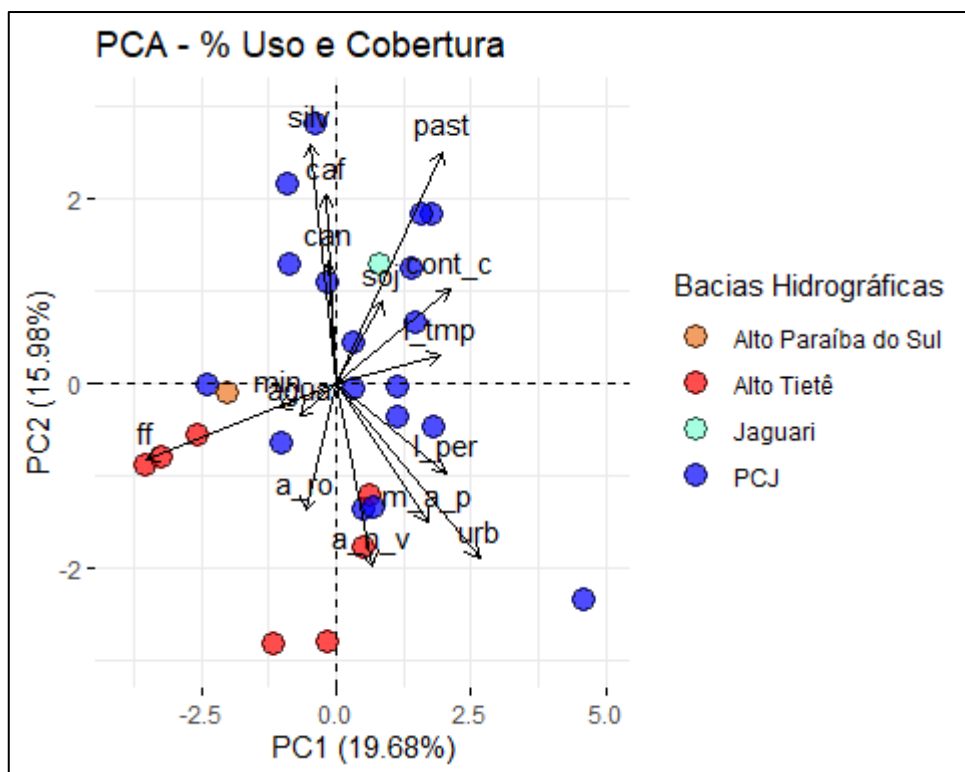


Figura 11: Análise de Componentes Principais de Uso e Cobertura. Autoria própria.

Ainda assim, foi possível observar que houve uma boa representatividade dos dados de formação florestal ao olhar para as figuras 12 e 16, além da tabela 3.

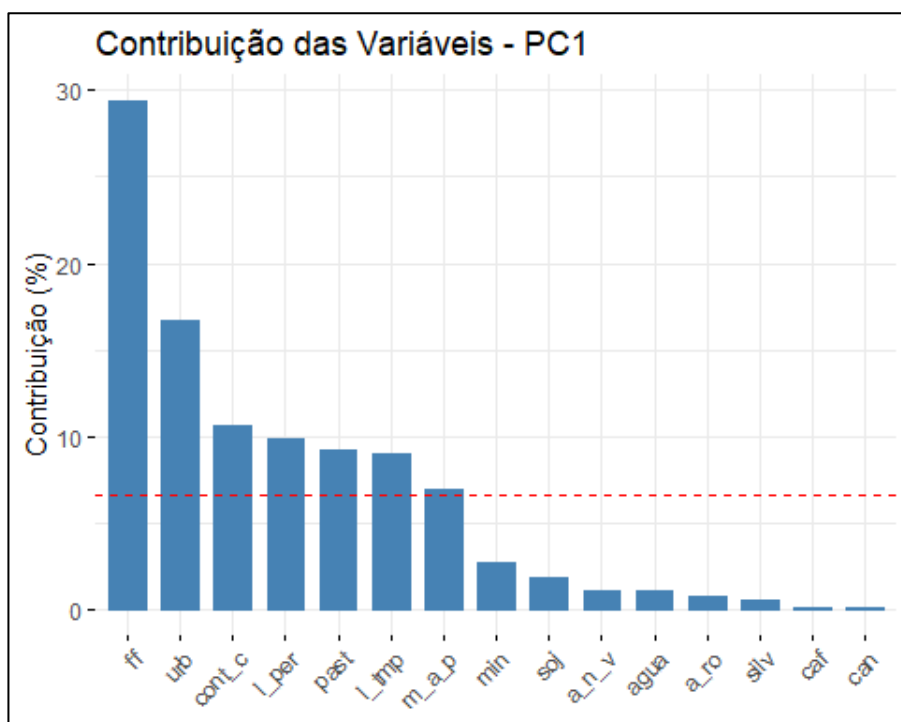


Figura 12: Contribuição de Variáveis na Geração de PC1 de Uso e Cobertura. Autoria própria.

A figura 12 mostra as contribuições relativas ao PC1 de uso e cobertura. De fato, a formação florestal (ff) foi a classe de uso que mais contribuiu para a variação entre as demais classes.

4.4.3. Mata Ciliar:

Para finalizar as análises de correlação e de PCA, temos os plots dos dados da mata ciliar disritos no item 4.3.

A análise de correlação para a mata ciliar (figura 13) mostrou que os dados estão muito correlacionados entre si. A maior parte dos valores de correlação são superiores à 0,6, o que mostra uma forte correlação positiva dos dados.

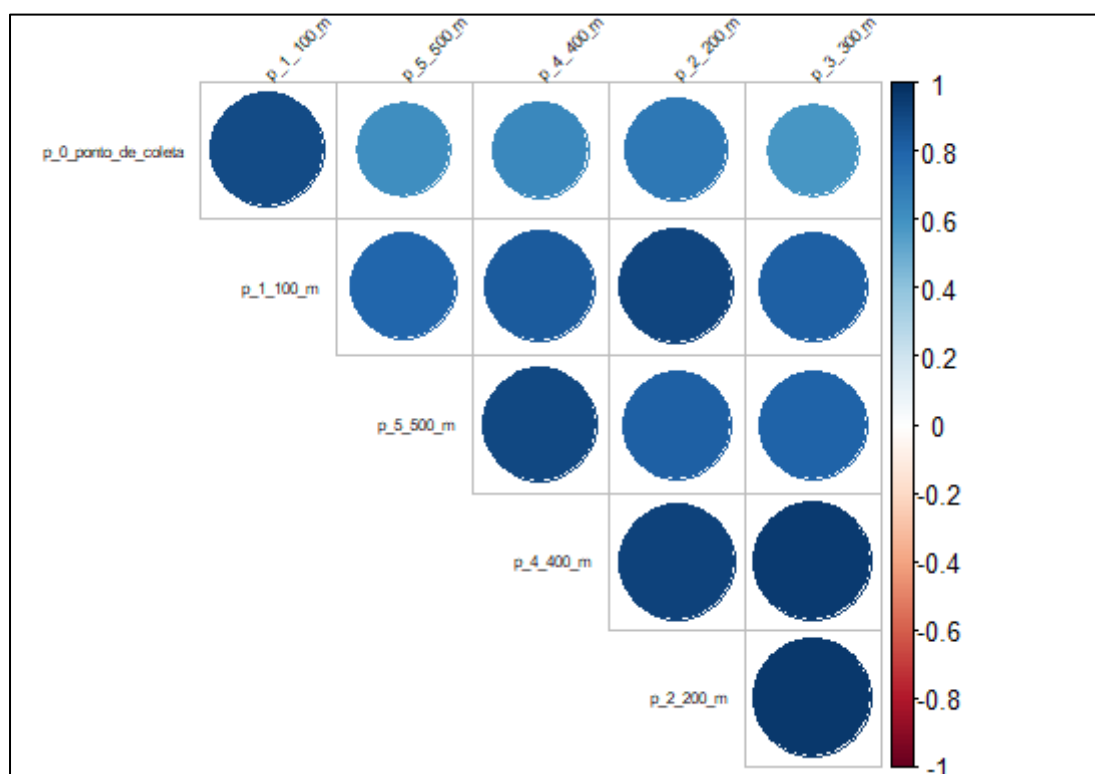


Figura 13: Matriz de Correlação de Mata Ciliar. Autoria própria.

Para a Análise de Componentes Principais de mata ciliar (figura 14), temos o valor mais alto de PC1 entre as análises feitas até então, com PC1 = 84,37%. Isto significa um que este primeiro componente explica a maior parte da variação dos dados. Com este valor alto, é possível que a justificativa seja a boa amostragem e a alta correlação (figura 13) entre os dados .

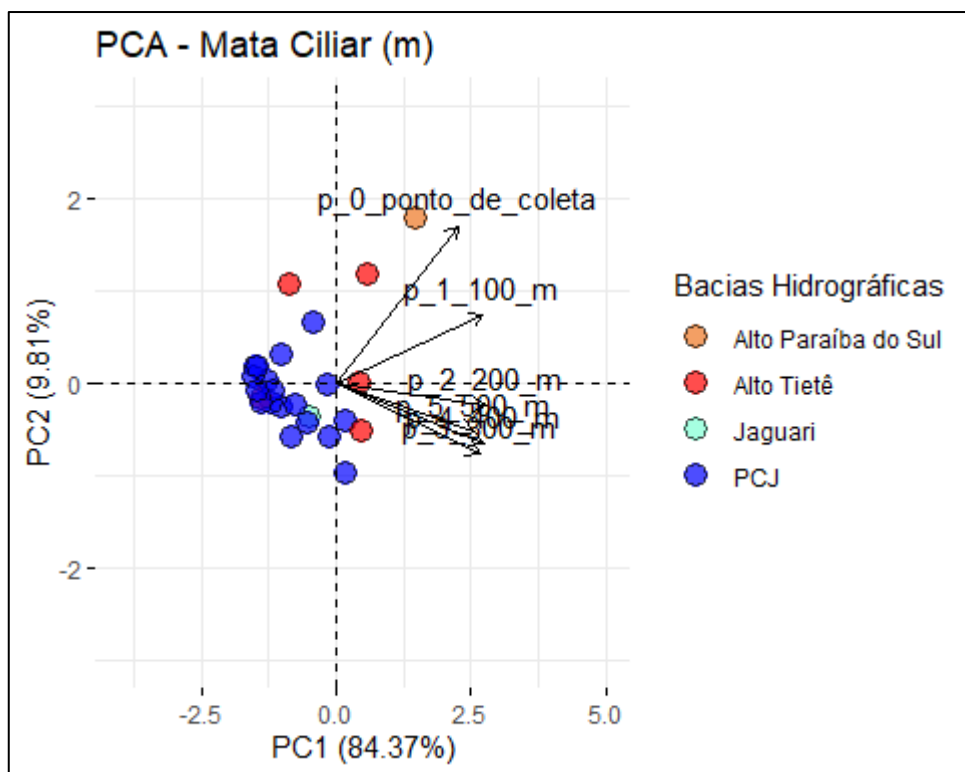


Figura 14: Análise de Componentes Principais de Mata Ciliar. Autoria própria.

Também foi utilizado o ScreePlot para verificar o grau de contribuição entre as variáveis de mata ciliar (figura 15), onde todas tiveram contribuição entre 12,5% a um pouco mais de 17,5%.

É possível observar dentro deste plot que as variáveis tiveram contribuições muito parecidas, o que novamente pode ser explicado pela alta correlação.

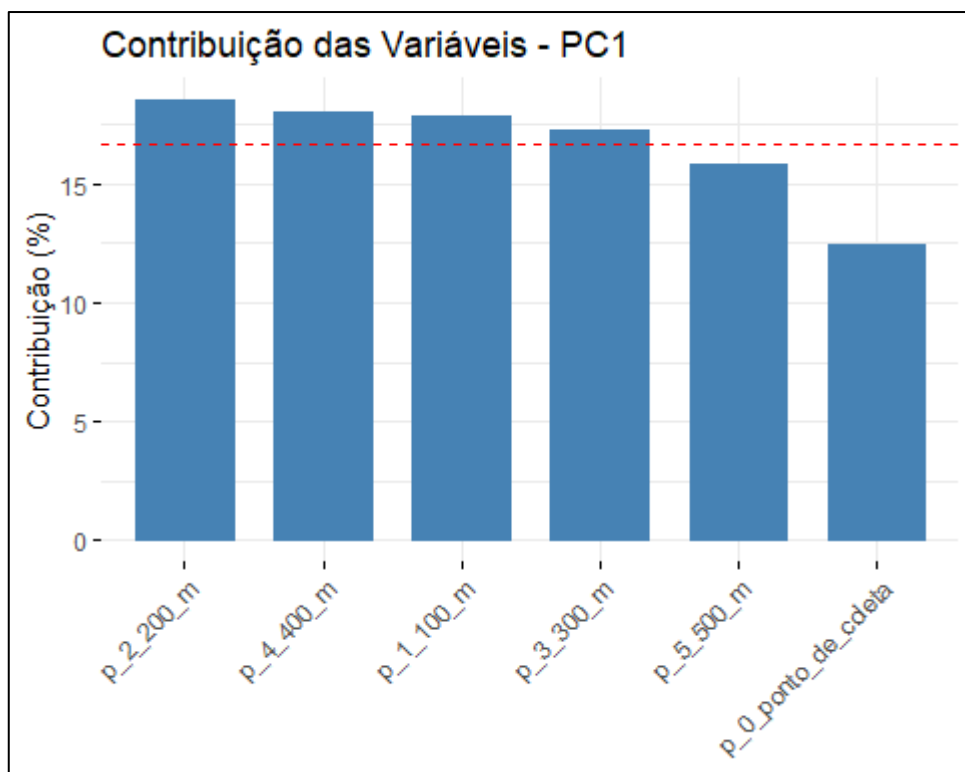


Figura 15: Contribuição de Variáveis na Geração de PC1 de Mata Ciliar. Autoria própria.

4.4.4. Amostragem em Ternário e geração de Gradientes

Para a possibilidade de uma análise de paisagem mais generalista, foi realizado uma amostragem dos dados de uso e cobertura em gráfico ternário. Como descrito na metodologia, para a generalização, foram somadas da tabela 3 os valores das colunas que estivessem dentro da grande classe chamada “Agropecuária” descrita pela coleção 7 do MapBiomas (figura 6). Esta soma de valores fez com que se criasse uma nova categoria/classe chamada “AGP” – Agropecuária.

Na tentativa de se observar uma boa variação dos dados de uso e ocupação das microbacias, gerou-se o gráfico ternário (figura 16) com as informações de porcentagem florestal (FF), porcentagem de áreas urbanas (URB) e porcentagem de agropecuária (AGP).

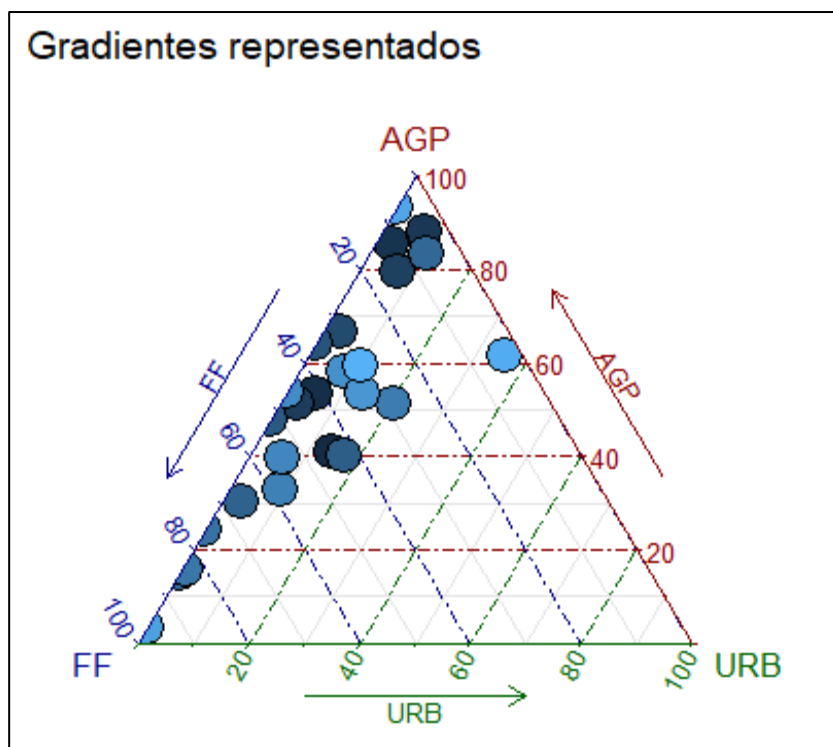


Figura 16: Gráfico Ternário: Representação Generalizada dos Usos e Cobertura do Solo em Gradientes. Autoria própria.

A representação ternária possibilita a visualização dos gradientes entre variáveis. Neste caso, usou-se apenas aquelas mais representativas amostradas na tabela 3.

É possível observar que não houve uma boa representação do gradiente urbano, uma vez que os pontos plotados na figura 16 se concentram mais próximos à um único lado do triângulo equilátero. Isto implica que não é possível analisar o gradiente de áreas urbanas em relação aos parâmetros d'água.

Todavia, os gradientes de FF e AGP se demonstraram suficientemente bem amostrados, com uma boa variação do percentual.

4.4.5. Regressões Múltiplas

A partir dos gradientes gerados pelo gráfico ternário e pela elaboração dos dados de paisagem, foi possível analisar a influência destas variáveis em relação ao eixo principal da PCA de parâmetros d'água (figuras 17, 18 e 19).

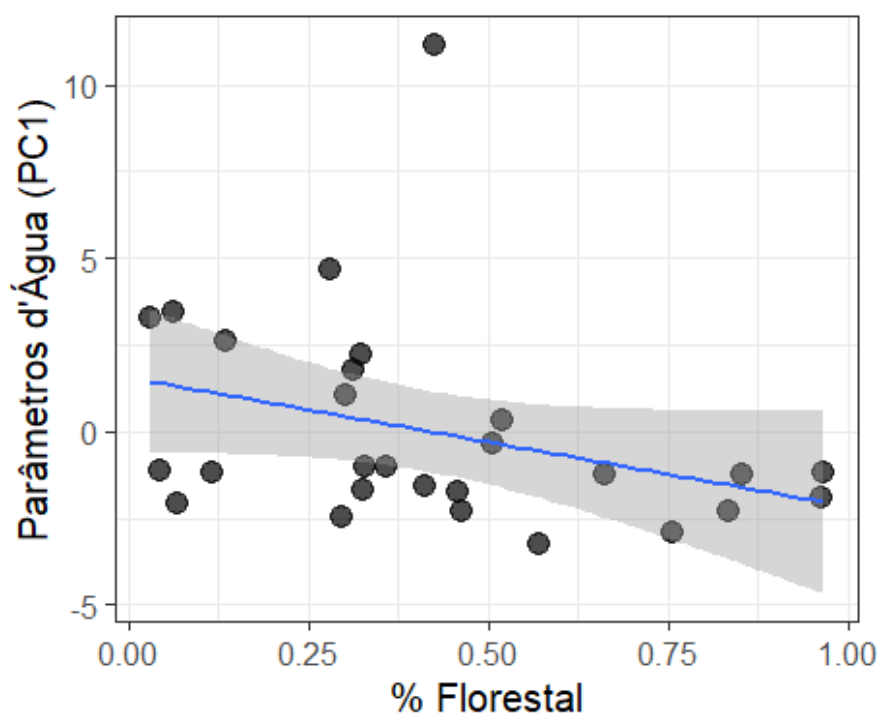


Figura 17: Modelo linear representando a relação entre o Gradiente Florestal e o Eixo 1 da PCA dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.

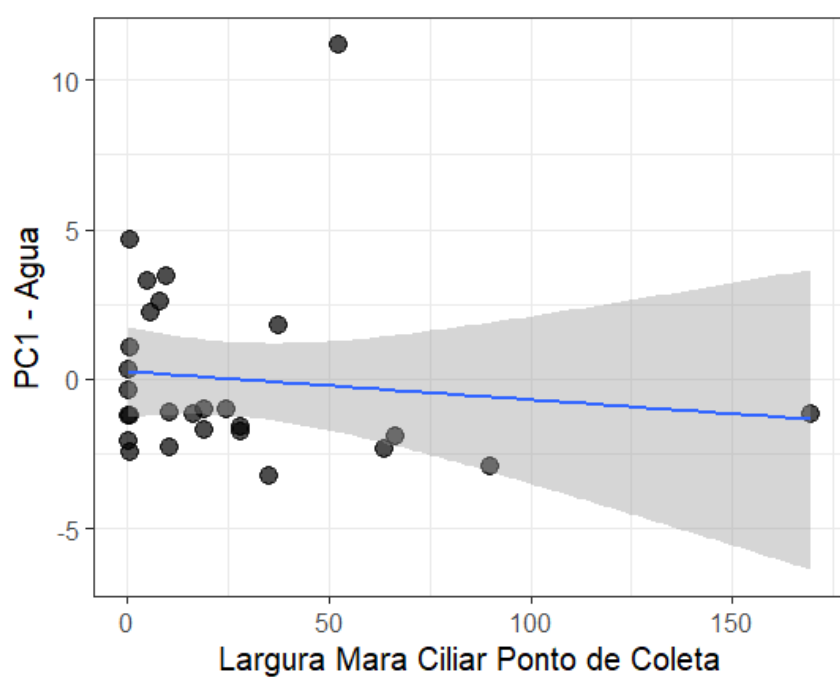


Figura 18: Modelo linear representando a relação entre a Largura da Mata Ciliar no Ponto de Coleta e o Eixo 1 da PCA dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.

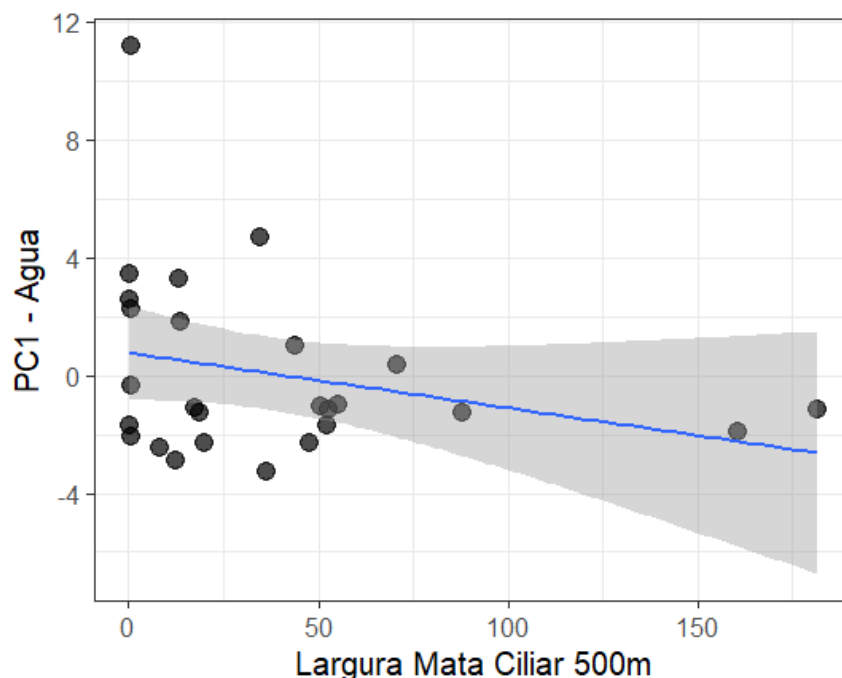


Figura 19: Modelo linear representando a relação entre a Largura da Mata Ciliar 500m acima do Ponto de Coleta e o Eixo 1 da PCA dos Parâmetros D'Água. Autoria própria.

Nos três gráficos verifica-se que conforme há um aumento da variável preditora, há uma diminuição da variável resposta. O que indica que conforme há um maior grau de preservação, também há uma diminuição dos valores dos parâmetros físico-químicos.

Porém, observando os resultados da PCA de água (figura 8) e de seus eixos principais, verificou-se a possibilidade de se estar explorando dados e criando interpretações não tão passíveis à realidade.

Por isto, para verificar a procedência das análises caso a caso, utilizou-se os mesmos gradientes amostrados em uma regressão múltipla, considerando caso a caso os parâmetros d'água (figuras 20, 21, 22 e 23).

A figura 20 conta com o gradiente de agropecuária, não contido nas regressões realizados até então.

Com a execução dos plots destes gráficos, foi possível visualizar o que acontece caso a caso conforme há o aumento do gradiente de preservação ou de agropecuária.

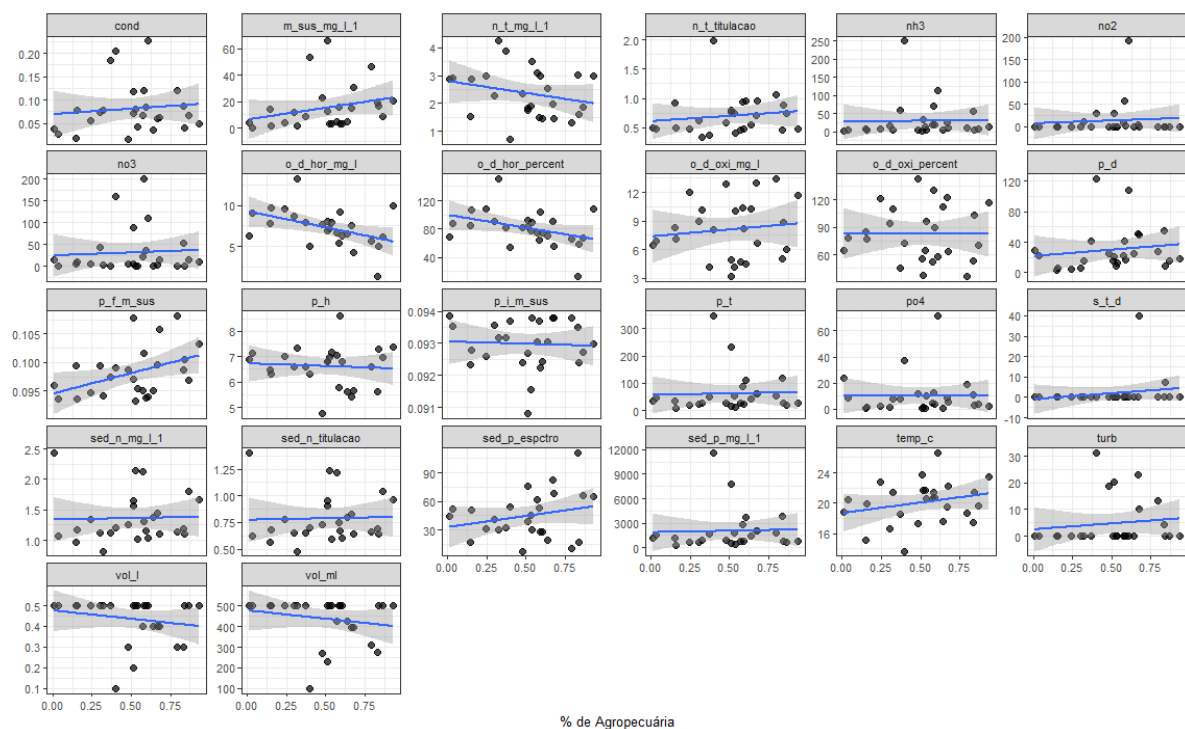


Figura 20: Modelos lineares representando a relação entre o Gradiente Agropecuário e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.

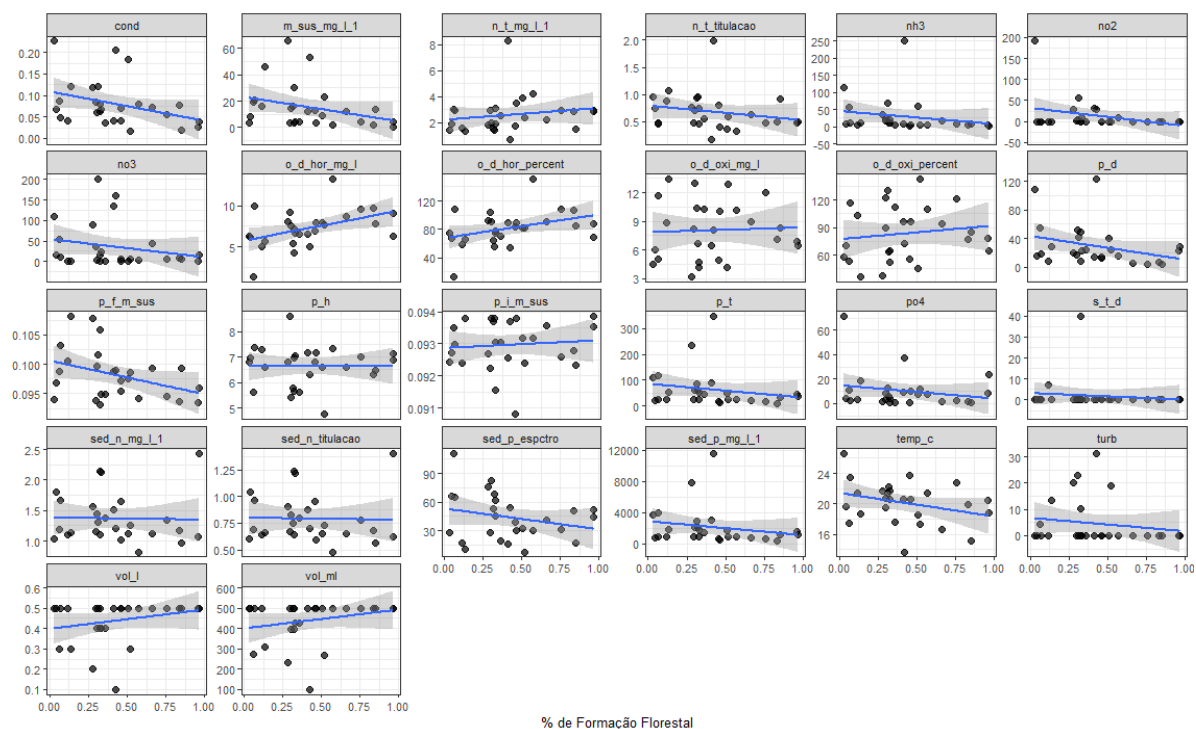


Figura 21: Modelos lineares representando a relação entre o Gradiente Florestal e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.

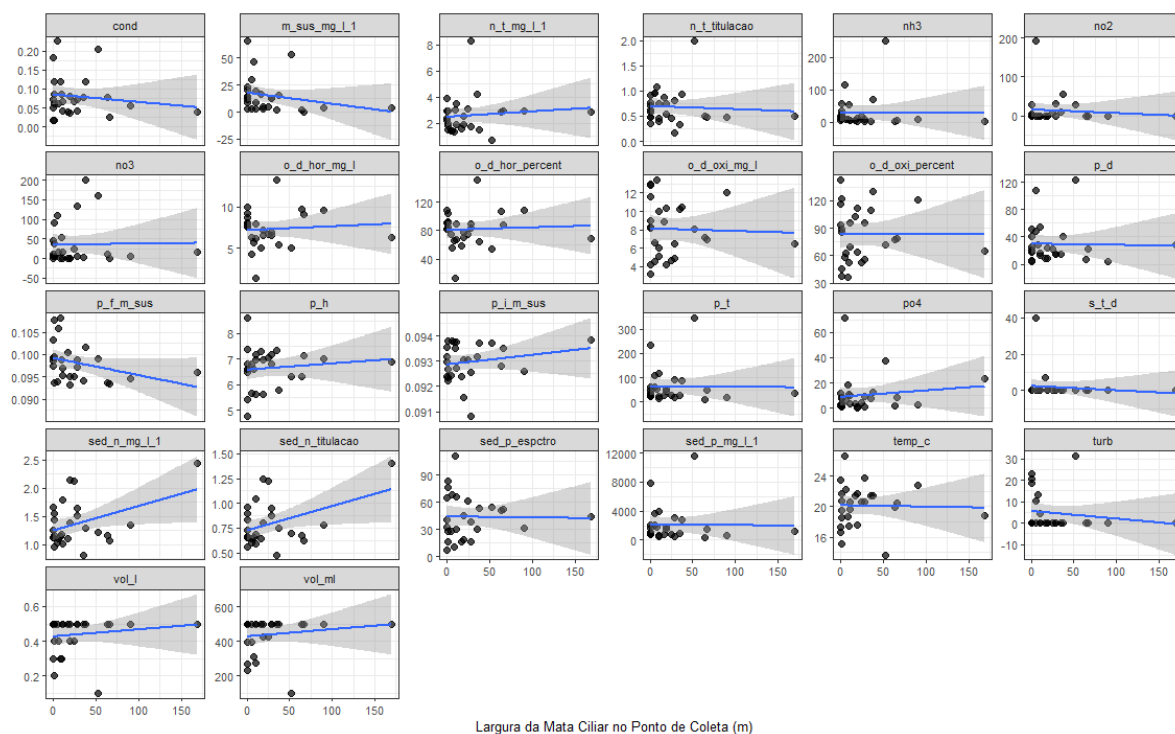


Figura 22: Modelos lineares representando a relação entre a Mata Ciliar no ponto de Coleta e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.

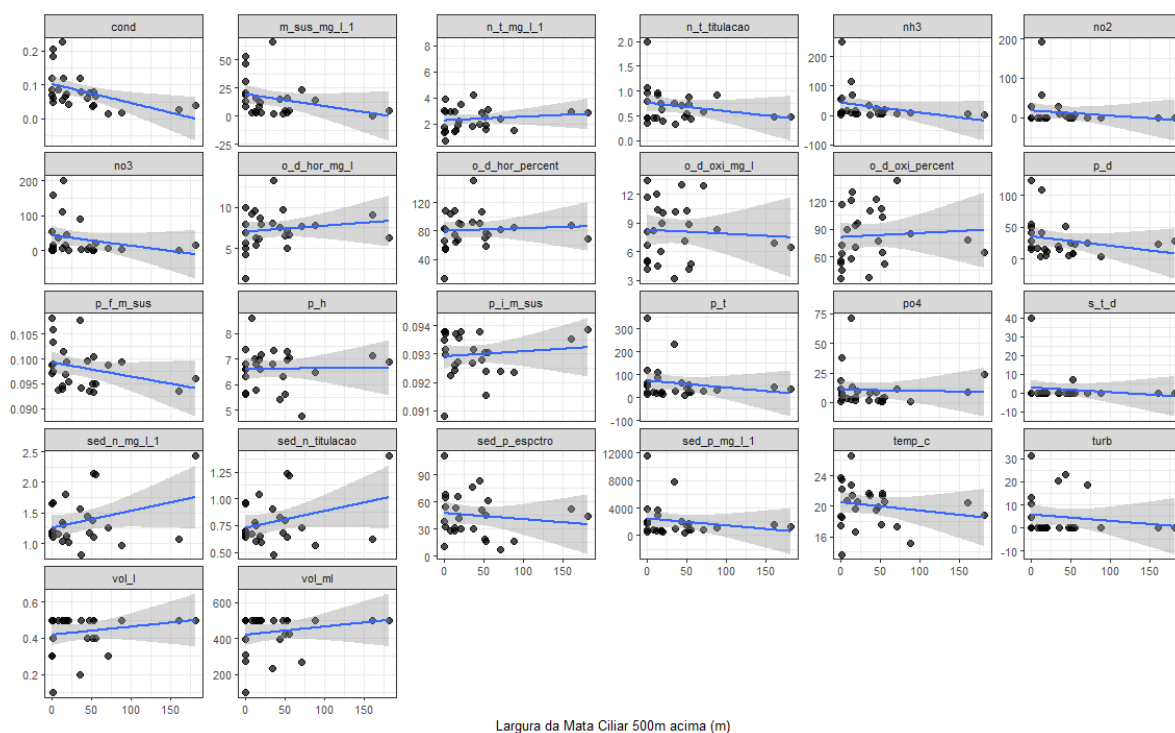


Figura 23: Modelos lineares representando a relação entre a Mata Ciliar 500m acima do ponto de Coleta e os Parâmetros D'Água individualizados. Autoria própria.

5. DISCUSSÃO

5.1 Das amostragens

A qualidade da água dos riachos pode sofrer influências de diversas formas. Este trabalho buscou compreender se estas influências estão correlacionadas às métricas de paisagem.

Nas tabelas 2.1 e 2.2 foi possível verificar os resultados das análises químicas para oxigênio, fósforo, nitrogênio, sedimentos e parâmetros físicos. Erroneamente, pH foi inserido como parâmetro físico, enquanto este parâmetro deveria estar em uma outra categoria diferente das demais. Nestas mesmas tabelas foi possível verificar que houve, de certo modo, um padrão comum entre as variáveis, com valores em sua maioria não tão destoantes aos demais. Porém, analisando caso a caso, e posteriormente plotando os dados nas regressões lineares, foi possível observar *outliers*.

Estes outliers podem ter interpretações diferentes. Uma delas seria um erro na metodologia da análise destes parâmetros, uma vez que uma titulação pode ter passada despercebida, ou a calibração do equipamento que auxiliou na análise estava irregular.

Outra possível interpretação advém de uma possível poluição direta de efluentes jogados ao riacho em questão. Esta poluição pode ser dada pela emissão de esgoto, pela ação rural ao expor o solo à adubação química, ou ainda à emissão pontual de excreção de animal alguns metros à montante.

Como foram poucas as amostras feitas, a retirada de outliers foi forçada em determinado ponto da análise estatística, porém, esta retirada forçada dava margens a novas interpretações. Muitas são as orientações para não fazer a retirada dos outliers quando o n amostral é baixo. Por isto, as análises contemplaram os dados com um todo.

Para a correção destes outliers, seria necessário mais de uma campanha de coleta, onde se poderia verificar se há a repetição destas informações após as análises químicas, indicando novos resultados e possibilidades para novas interpretações. Todavia, este trabalho não focou na avaliação ambiental dos riachos neste quesito específico, mas é válida a repetição de qualquer forma para um resultado mais claro a respeito destas amostras.

O mesmo pode ser dito para as amostragens das microbacias quando olhadas as métricas de porcentagem de uso e cobertura do solo. Não houve, de fato, um bom gradiente amostral para realizar maiores comparações entre usos (tabela 3), tal qual houve a necessidade de uma reclassificação de parte dos resultados para a geração de um novo gradiente.

A falta de microbacias com altos percentuais de área urbana (figura 19) se deu por escolha da equipe de ecossistemas aquáticos às visitas de campo. Por ter uma multidisciplinaridade, parte da equipe não pode, inclusive, realizar suas amostras pela ausência de elementos foco de pesquisa – como comunidades de peixes, por exemplo – onde as amostras d'águas serão utilizadas em todas as pesquisas a serem realizadas. Como este trabalho não dependeu de um conjunto de elementos a não ser a própria água, foi possível realizar as amostragens com um foco específico na correlação com a paisagem. Ainda assim, se bem representado um gradiente urbano, poderiam ser feitas novas análises de correlação, ou ainda ter alterações nos resultados.

Ainda assim, houve com a reclassificação, um bom gradiente amostral ao olhar para a nova classe Agropecuária, e entender o seu dinamismo com as variações dos parâmetros. Tal qual, o gradiente da classe de Formação Florestal também foi bem representado e distribuído, o que possibilitou uma comparação entre ambas as classes de usos.

A alta correlação dos dados de mata ciliar (figura 13) mostra uma boa execução da metodologia de medição. Nos dados da tabela 4 também é possível observar que existiram pontos de coleta que não havia quantidade suficiente de mata ciliar, ao passo que outros tiveram inclusive valores muito maiores do que aqueles exigido pela legislação. Isto se repetiu a montante do ponto de coleta, o que auxilia na interpretação dos dados.

5.2. Das análises estatísticas

O uso de PCAs foi reproduzido em todos os três grupos de variáveis para a verificação da variância dos dados, entender seu comportamento como um todo e para realizar certos agrupamentos.

Nem sempre os valores resultantes dos dois principais eixos da PCA foram tão significativos. Das três PCAs realizadas, o eixo com maior porcentagem de

variância foi o PC1 da PCA das matas ciliares (figura 14) com 84,37% de resultado. Este eixo poderia ter sido amostrado como variável preditora em relação aos parâmetros d'água. A fim de observar qual o comportamento da mata ciliar em relação a estes parâmetros, houve a escolha de se amostrar a própria mata ciliar do ponto de coleta e de 500 m acima da mesma, porém, se amostrado o eixo ditado "PC1 Mata Ciliar", espera-se encontrar resultados semelhantes. De fato, os resultados mostrados nas figuras 22 e 23 se demonstram parecidos quando comparados às mesmas variáveis respostas.

Em contrapartida, os valores resultantes dos eixos da PCA dos parâmetros d'água (figura 8) não foram tão representativos. O PC1, neste caso foi de 35,11%, o que indica que não houve uma alta variância entre os dados apresentados para a análise. Ainda assim, para verificar o comportamento desta variável (PC1 – Água) em relação ao gradiente florestal, foi realizada uma regressão linear entre as variáveis. O resultado desta regressão definiu que o aumento do gradiente florestal implicaria na diminuição dos parâmetros físico-químicos da água.

A execução desta análise feita desta forma causa certo desconforto porque há uma generalização dos resultados da PCA que não necessariamente deveriam ser feitas. Por exemplo: Não é usual de se pensar que conforme aumenta um percentual florestal, há a diminuição do oxigênio dissolvido na água. Como dito, o baixo valor do componente principal não deveria ser colocado como análise. Por isto, buscando a não generalização do resultado, foi feita uma regressão linear múltipla, onde o percentual florestal e os parâmetros d'água foram observados caso a caso. O mesmo foi feito para o gradiente agropecuário e para as medições de mata ciliar.

Com essa nova análise, foi possível perceber que conforme há uma maior preservação da microbacia como um todo, ou seja, conforme há um maior percentual florestal dentro da microbacia (figura 21), há uma diminuição nos valores dos parâmetros de condutividade elétrica, do material em suspensão do nitrogênio total pela titulação e demais compostos nitrogenados, do fósforo dissolvido e demais compostos com composição de fósforo, do peso final do material em suspensão, do fósforo contido no sedimento em ambas as metodologias de amostragem, da temperatura da água e da turbidez.

Ao passo de que conforme há o aumento do gradiente florestal, também há o aumento, de fato, do oxigênio dissolvido em todas as metodologias de

amostragem. Também se verificou um aumento do nitrogênio total por uma das metodologias.

Os volumes amostrados em cada situação deveriam ter sido os mesmos, seguindo 0,5 L. Ambos os gráficos que mostram a linha da regressão linear com ângulo positivo para esta variável não deveriam ter entrado na amostragem, houve um erro na elaboração dos dados neste sentido. As demais variáveis foram feitas seguindo todas as metodologias descritas.

Como dito, aqui também houveram outliers, onde a retirada forçada poderia implicar em uma má análise dos dados devido à pouca quantidade de amostras em questão.

Em comparação à variável de percentual florestal, a variável de gradiente de agropecuária teve resultados praticamente inversos. A figura 20 mostra que conforme há um aumento do percentual de áreas de agropecuária, também há um aumento dos parâmetros de condutividade elétrica, do material em suspensão, do nitrogênio total medido pela titulação e demais compostos nitrogenados. Esperava-se um coeficiente angular maior para estas últimas variáveis ao entendimento de que o setor agropecuário investe em corretores de solo e adubos químicos a base de nitrogênio, além dos animais do setor que podem excretar diretamente nos riachos, o que causaria um aumento nas concentrações destes elementos. É possível que a generalização, neste sentido, não fosse tão boa para tal, e a observação de caso a caso das classes de usos se fizesse necessária para um retorno melhor explicado da linha de regressão linear. Ainda assim, o aumento do gradiente agropecuário mostrou ainda um aumento na temperatura da água da turbidez, do fósforo no sedimento em ambas as metodologias, do nitrogênio contido nos sedimentos também em ambas as metodologias, dos sólidos totais dissolvidos, do peso final do material em suspensão e no fósforo dissolvido.

Em contrapartida, conforme houve o aumento do percentual de Agropecuária, também houve a diminuição de alguns parâmetros, sendo o principal deles o oxigênio dissolvido medido em duas das quatro metodologias. As medições pelo oxímetro variaram, onde uma deu uma linha de regressão positiva, e a outra não mostrou uma tendência direta. Assim como no caso do oxigênio, outros dois parâmetros apresentaram um coeficiente angular negativo, sendo eles o nitrogênio total (mg/L^{-1}) e o pH. A diminuição dos valores do pH mostram que conforme há um aumento de áreas degradadas pela agropecuária, também há um aumento da

acidez das águas. É notório observar que o mesmo não ocorre com o gradiente florestal, onde a linha da regressão se manteve praticamente paralela ao eixo x, o que indica que o aumento de áreas florestadas não garante uma variação direta no pH. O mesmo pode ser dito do parâmetro de ortofosfato (PO_4) em relação ao gradiente agropecuário, que não houve uma variação suficiente para correlacionar as variáveis, ao passo de que quando olhamos para a floresta, vemos uma diminuição dos valores deste parâmetro conforme aumenta o gradiente.

Por fim, como esperado, quando observados os valores de mata ciliar para o ponto de coleta (figura 22) e para 500 metros acima do mesmo (figura 23), temos resultados muito parecidos entre ambos os resultados: Dentre os parâmetros que apresentam a linha de regressão com os valores negativos do coeficiente angular, temos: condutividade elétrica, material em suspensão, nitrogênio total em titulação, o nitrito (NO_2), o oxigênio dissolvido medido pelo oxímetro, o fósforo dissolvido, o peso final do material em suspensão, o fósforo total, os sólidos totais dissolvidos, o fósforo medido no sedimento por ambos os métodos, a temperatura da água e a turbidez.

Em contrapartida, houve situações onde a linha de regressão teve valor do coeficiente angular positivo. Os parâmetros que apresentaram esses resultados em ambas as amostragens foram: o nitrogênio total em mg/L^{-1} , o oxigênio dissolvido medido pelo Horiba, o pH, o peso inicial do material em suspensão, e os valores de nitrogênio contidos no sedimento.

Ainda assim, houveram casos onde houve mudança entre os pontos amostrados. Foram eles: a Amônia (NH_3), onde quando comparada à mata ciliar do ponto de coleta se manteve estável e quando há uma maior preservação 500m acima temos uma diminuição deste parâmetro. O mesmo ocorre com o parâmetro de oxigênio dissolvido percentual com o método do oxímetro. Algo semelhante ocorreu ao Nitrato (NO_3), onde no primeiro caso temos um pequeno aumento do parâmetro conforme há uma melhor preservação, ao passo que no segundo caso temos uma diminuição deste parâmetro conforme há a preservação. O mesmo ocorre com o Ortofosfato (PO_4), com um coeficiente angular ainda mais expressivo.

É notório observar que para os dados de mata ciliar, tanto na figura 22 quando na figura 23, é amostrado um gradiente não tão expressivo das variáveis de mata ciliar, pois a maior concentração dos dados se dá à esquerda de todos os gráficos. Isto significa que para afirmar com maior precisão a variação de da mata

ciliar em relação à qualidade da água, precisasse fazer novos estudos que amostram um gradiente mais significativo que este.

6. CONCLUSÕES

A água de baixa qualidade pode impactar de diversas formas os ecossistemas aquáticos, assim como a alteração da paisagem pode causar a variação dos parâmetros de medição desta qualidade.

Os objetivos propostos por este trabalho foram alcançados de forma que pode verificar a interferência entre os parâmetros de água, em sua maioria, e as métricas de paisagem.

O uso da PCA para as análises se mostrou genérica e pouca expressiva, ao ponto de que era possível uma interpretação incoerente à realidade, uma vez que dentre os resultados mais expressivos, houve a variação de oxigênio dissolvido, que quando há um maior percentual do gradiente florestal também é uma maior disponibilidade deste elemento na água dos riachos amostrados. Enquanto isto, a PCA nos amostrava que como um todo os parâmetros diminuía em concentrações e valores.

A generalização e reclassificação do que foi chamado de “Agropecuária” fez sentido em relação às análises em sua maioria, ao passo de que era esperado um resultado mais expressivo em determinados parâmetros. Para esta classe, houve efeito praticamente oposto à formação florestal, onde o aumento das áreas de agropecuária resultou também num aumento da maior parte dos parâmetros, tal qual temperatura, condutividade e turbidez por exemplo.

A variação da mata ciliar não se mostrou tão significativa em relação aos mesmos parâmetros uma vez que não fora construído um bom gradiente amostral. Ainda assim, quando observados os resultados das regressões lineares, temos que a maior parte das interações são praticamente nulas, onde a reta de regressão é paralela ao eixo x (mata ciliar).

Há a necessidade de novos estudos com um foco maior das matas ciliares para averiguar a correlação entre um possível gradiente e os parâmetros analisados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? Cadernos de capacitação em recursos hídricos, v. 1, p. 15- 40, 2011.
- ALLAN, J. David. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v. 35, p. 257-284, 2004.
- ALLAN, David; ERICKSON, Donna; FAY, John. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. **Freshwater biology**, v. 37, n. 1, p. 149-161, 1997.
- ARCOVA, Francisco Carlos Sariano; DE CICCIO, Valdir. CARACTERÍSTICAS DO DEFLÚVIO DE DUAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NO LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL WALTER EMMERICH, CUNHA-SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n. 2, p. 153-170, 1997.
- ARNOLD, J. G.; MUTTIAH, R. S.; SRINIVASAN, R.; ALLEN, P. M. Regional estimation of base flow and groundwater recharge in the Upper Mississippi river basin. *Journal of Hydrology*, v. 227, n. 1-4, p. 21-40, 2000.
- ATLÂNTICA, SOS Mata et al. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 2020-2021. **São Paulo, Brasil. Fundação SOS Mata Atlantica. Instituto Nacional das Pesquisas Espaciais**, 2022.
- BALBINOT, Rafaelo *et al.* O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas The forest role in the hydrological cycle at hydrological basins. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.
- BARROS, F. M., PERES, C. A., PIZO, M. A., RIBEIRO, M. C. Divergent flows of avian-mediated ecosystem services across forest-matrix interfaces in human-modified landscapes. *Landscape Ecology*, v. 34, n. 4, p. 879-894, 2019.
- BOSCOLO, D., TOKUMOTO, P. M., FERREIRA, P. A., RIBEIRO, J. W., SANTOS, J. S. Positive responses of flower visiting bees to landscape heterogeneity depend on functional connectivity levels. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 15, p. 18-24, 2017.

- BRASIL. POLÍTICA NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS. Lei 9.433/97. Disponível em: Data de acesso: 24 de nov. 2012.
- BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E. L. G. Limnologia Fluvial: Um Estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos: Editora RiMa. 278p. 2003.
- CARDOSO, Maria Lúcia de Macedo. Desafios e potencialidades dos comitês de bacias hidrográficas. **Ciência e Cultura**, v. 55, p. 40-41, 2003.
- ESTEVES, F. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.
- FAUSCH, Kurt D. *et al.* Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes: a continuous view of the river is needed to understand how processes interacting among scales set the context for stream fishes and their habitat. **BioScience**, v. 52, n. 6, p. 483-498, 2002.
- FORMAN, Richard T.; FORMAN, Richard TT; FORMAN, Richard TT. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge university press, 1995.
- GOTELLI, Nicholas J.; ELLISON, Aaron M. **Princípios de estatística em ecologia**. ARTMED editora, 2016.
- GRAFTON, R. Q., Williams, J., Perry, C. J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., ... & Garrick, D. (2018). The paradox of irrigation efficiency. *Science*, 361(6404), 748-750.
- GRIMM, N. B. *et al.* Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems. *Bioscience*, v.50, n.7, p.571-584, 2000.
- GRIMM, N. B. *et al.* The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.6, n.5, p.264-272, 2008.
- GROPPO, Juliano Daniel. **Caracterização hidrológica e dinâmica do nitrogênio em uma microbacia com cobertura florestal (Mata Atlântica), no Parque**

Estadual da Serra do Mar, núcleo Santa Virgínia. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar. ASPECTOS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS NO DILEMA CONTEMPORÂNEO DOS RECURSOS HÍDRICOS: ELEMENTOS DA REGULAÇÃO NA GESTÃO DAS ÁGUAS DOCES. **Revista Digital Constituição e Garantia de Direitos**, v. 1, n. 02, 2007.

LINSLEY, R. K. Jr. & FRANZINI, S. B. Engenharia de Recursos Hídricos. Tradução e adaptação de Luiz Américo Pastorino. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? In [www. biotaneotropica. org. br](http://www.biotaneotropica.org.br). **Publicado em**, v. 28, n. 11, p. 2001, 2001.

MEYER, Judy L. *et al.* Impacts of climate change on aquatic ecosystem functioning and health 1. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 35, n. 6, p. 1373-1386, 1999.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.

MORELLATO, L. Patricia C. *et al.* Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

NCUBE, Sikhululekile; BEEVERS, Lindsay; MOMBLANCH, Andrea. Towards intangible freshwater cultural ecosystem services: informing sustainable water resources management. **Water**, v. 13, n. 4, p. 535, 2021.

REIS, Ademir *et al.* Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, p. 509-519, 2014. ROBINSON CT, Tockner K, Ward JV. 2002. The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshw. Biol.* 47:661-77;

RIBEIRO, Milton Cezar *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

- RODRIGUES, Ricardo Ribeiro e LEITÃO FILHO, H F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. . São Paulo: EDUSP/FAPESP. . Acesso em: 12 abr. 2023. , 2000;
- ROMANO, Oriana; AKHMOUCH, Aziza. Water governance in cities: current trends and future challenges. **Water**, v. 11, n. 3, p. 500, 2019.
- DA SILVA, F. R; GONÇALVES-SOUZA. T; PATERNO, G. B; PROVETE, D. B; VANCINE, M. H. Análises ecológicas no R. Nupeea: Recife, PE, Canal 6: São Paulo. 640 p. , 2022.
- SAMMONS, N. e NEITSCH, S. L. Until interface for SWAT2000 – User guide. SERVICE, G. U. A. R.: 14p. 2000;
- SCHLOSSER, Isaac J. Stream fish ecology: a landscape perspective. **BioScience**, v. 41, n. 10, p. 704-712, 1991;
- SIQUEIRA, Mariana Nascimento; CASTRO, Selma Simões; FARIA, Karla Maria Silva. Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & natureza**, v. 25, p. 557-566, 2013.
- SLATTERY, M.; GREINER, J. Chesapeake Forest Restoration Strategy. United States Department of Agriculture Forest Service, 2012.
- STRAYER, David L. *et al.* Effects of land cover on stream ecosystems: roles of empirical models and scaling issues. **Ecosystems**, v. 6, p. 407-423, 2003.
- TOWNSEND, Colin R. *et al.* The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: description and prediction. **Freshwater biology**, v. 48, n. 5, p. 768-785, 2003.
- TRANCOSO, R.; CARNEIRO FILHO, A.; TOMASELLA, J. (2007). “Amazônia, desflorestamento e água”. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 40, n 239, p. 30-37.
- TUCCI, C.E.M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4). 1997.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. As múltiplas dimensões da crise hídrica. Revista USP, n. 106, p. 21-30, 2015.

WARD JV. 1998. Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. Biol. Conserv. 83:269- 78

WARD, J. V. *et al.* Riverine landscape diversity. **Freshwater biology**, v. 47, n. 4, p. 517-539, 2002.

WIENS JA. 1989. Spatial scaling in ecology. Funct. Ecol. 3:385-97

YORK, A. M. *et al.* Land fragmentation under rapid urbanization: A cross-site analysis of Southwestern cities. Urban Ecosystems, v.14, n.3, p.429-455, 201