

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

ELEN BLANCO PEREZ

Avaliação de parâmetros qualitativos de qualidade de água e suas relações
com aspectos socioambientais: Caso de estudo Extrema/MG

Piracicaba

2020

ELEN BLANCO PEREZ

Avaliação de parâmetros qualitativos de qualidade de água e suas relações
com aspectos socioambientais: Caso de estudo Extrema/MG

Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Dissertação apresentada ao Centro de Energia
Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Química na Agricultura e no
Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Plínio Barbosa de Camargo

Piracicaba

2020

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Perez, Elen

Avaliação de parâmetros qualiquantitativos de qualidade de água e suas relações com aspectos socioambientais: Caso de estudo Extrema/MG / Elen Blanco Perez; Plínio Barbosa de Camargo. - - Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2020.
138 p.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, 2020.

1. Indicadores socioambientais 2. Monitoramento ambiental 3. Monitoramento hidrológico
4. Pagamento por serviços ambientais 5. Protocolo de Avaliação Rápida 6. Qualidade da água
7. Serviços ambientais I. Título

CDU 556.18 : 556.51

Elaborada por:

Marilia Ribeiro Garcia Henyei
CRB-8/3631

Resolução CFB Nº 184 de 29 de setembro de 2017

À minha mãe, com amor, admiração e gratidão por me encorajar

E sempre lutar pelos meus sonhos ao meu lado.

Você faz parte de todas as minhas conquistas!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer a minha mãe pelo seu amor e seu apoio incondicional durante toda minha vida, por ter me inspirado a ser quem eu sou; agradecer ao meu pai por sempre me incentivar a seguir os meus sonhos. Agradeço imensamente ao meu orientador Plínio, por ter me acompanhado durante toda minha trajetória acadêmica, desde o primeiro ano da faculdade até a conclusão deste trabalho, obrigada por acreditar e confiar em mim. Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelas bolsas que tive durante a execução deste trabalho, torço para que estas instituições possam continuar financiando estudos e pesquisas científicas e investindo em jovens pesquisadores, para que mais pessoas tenham a mesma oportunidade que eu tive. Agradeço as equipes dos Laboratórios de Ecologia Isotópica e Biogeoquímica Ambiental do CENA-USP que me ajudaram a executar este trabalho, em especial aos funcionários, Fabiana, Margato, Ju e Isa que acompanharam e colaboraram com todas as fases desta pesquisa. Aos alunos de pós-graduação do Laboratório de Ecologia Isotópica pela companhia e parceria mesmo durante o período de quarentena. Dedico um agradecimento especial a Fernanda, André e Yuri que deram contribuições essenciais para este trabalho. Estendo esse agradecimento a toda a equipe do projeto Conservador das Águas que proporcionou a execução do trabalho de campo que tornou essa pesquisa tão especial para mim. Agradeço a todos os produtores rurais do bairro das Posses que participaram voluntariamente deste trabalho, obrigada pelas experiências, pelas histórias e por terem dividido um pouco da sua realidade comigo. Também gostaria de agradecer aos funcionários da pós-graduação e da biblioteca do CENA-USP pelo apoio durante esse último ano. Agradeço a todos os meus amigos e as pessoas que me acompanharam durante esse período, o apoio e o amor de vocês são e sempre foram fundamentais, em especial a todas as mulheres maravilhosas da minha segunda família, República Marikota. Por fim, gostaria de agradecer a todas as oportunidades e experiências que tive ao longo desses dois anos, encerro essa fase totalmente transformada e realizada como pessoa e profissional.

“A água é a força motriz de toda a natureza.” - Leonardo Da Vinci

RESUMO

PEREZ, E. B. **Avaliação de parâmetros qualiquantitativos de qualidade de água e suas relações com aspectos socioambientais**: Caso de estudo Extrema/MG. 2020. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

O ribeirão das Posses compõem o cenário do programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) do Conservador das Águas em Extrema Minas Gerais. Esta região faz parte da cabeceira das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, que abastecem 8 milhões de pessoas só na região metropolitana de São Paulo. Esse estudo teve como objetivo realizar um monitoramento ambiental multidisciplinar na microbacia do ribeirão das Posses integrando elementos qualitativos e quantitativos através do levantamento de dados de monitoramento hidrológico, Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) e entrevista com os proprietários das áreas onde ocorre o fornecimento do serviço ecossistêmico (SE). Foram avaliados 14 trechos ao ribeirão e mais dois pontos nos trechos finais das microbacias vizinhas, ao longo de um ciclo hidrológico. Ao todo foram 13 campanhas de campo destinadas à coleta de amostras de água e material particulado em suspensão (MPS), e outras duas campanhas para aplicar o PAR e realizar as entrevistas. Durante o monitoramento hidrológico foram feitas 10 análises diferentes nas amostras de água e MPS, entre elas condutividade elétrica (CE), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$. O PAR usou como base, protocolos bem consolidados para a região sudeste do Brasil e foi adaptado exclusivamente para a área estudada nesta pesquisa. As entrevistas foram guiadas por um questionário semiestruturado que tinha como objetivo tentar entender a visão ambiental dos provedores dos SE, além de tentar levantar informações que pudessem auxiliar na criação de indicadores socioambientais a partir de fatores como a motivação de participação e permanecer no programa, engajamento e visualização de resultados. Os resultados das análises indicam que no geral o ribeirão apresenta uma boa qualidade da água, dentro dos limites estabelecidos pela legislação (CONAMA 357/05), porém, fontes de poluição difusa oriundas de práticas inapropriadas de manejo de gado e pastagem impactam negativamente na qualidade da água em alguns trechos pontuais na microbacia, prejudicando a entrega dos SE. Os resultados isotópicos apontam que a cobertura do solo está de fato mudando, apontando uma tendência de maior contribuição das áreas florestais provenientes das atividades de restauração, contudo a contribuição do pasto no MPS ainda é bem predominante em algumas áreas. Os resultados da avaliação de regressão estatística entre os resultados do PAR e os parâmetros físico-químicos de CE e DBO apontaram alta correlação entre os resultados ($p < 0,0069$ e $p < 0,00115$), indicando uma forte concordância estatisticamente significativa entre os resultados obtidos do PAR e da análise físico-química da água. As entrevistas levantaram informações para o desenvolvimento de indicadores socioambientais através da visão ambiental dos produtores rurais, também demonstrou como uma política de PSA pode influenciar positivamente e agir como ferramenta de transformação social. Esta pesquisa de caráter multidisciplinar colaborou para o avanço nas questões do monitoramento e avaliação dos programas de PSA.

Palavras-chave: Pagamento por serviços ambientais. Monitoramento hidrológico. Protocolo de avaliação rápida. Indicadores socioambientais.

ABSTRACT

PEREZ, E. B. **Evaluation of qualitative and quantitative parameters of water quality and its relationship with socio-environmental aspects:** Case study Extrema/MG. 2020. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

The Posses stream forms the backdrop for the Payment for Environmental Services (PES) program of Conservador das Águas in Extrema Minas Gerais. This region is part of the head of the basins of the rivers Piracicaba, Capivari and Jundiá, which supply only 8 million people in the metropolitan region of São Paulo. This study aimed to carry out a multidisciplinary environmental monitoring in the watershed of the Posses stream integrating qualitative and quantitative elements through the survey of hydrological monitoring data, Rapid Assessment Protocol (RAP) and interview with the owners of the areas where the ecosystem service (ES). They evaluated 14 stretches of creek and two points in the final stretches of nearby watersheds, over a hydrological cycle. Altogether, there were 13 field campaigns to collect water samples and suspended particulate matter (SPM), and two other campaigns to apply the PAR and conduct the interviews. During hydrological monitoring, 10 different analyzes were performed on water and MPS samples, including electrical conductivity (EC), biochemical oxygen demand (BOD) and $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$. The PAR used it as the well-established protocols for the southeast region of Brazil and has been adapted exclusively for the area studied in this research. The interviews were guided by a semi-structured questionnaire was designed to try to understand the environmental vision of the providers of SE, besides trying to gather information that could help in the creation of social and environmental indicators based on factors such as the motivation to participate and remain in the program, engagement and viewing results. The test results indicate that overall the stream shows good water quality, within the limits established by legislation (CONAMA 357/05) however, diffuse sources of pollution arising from inappropriate practices of cattle management and grazing impact negatively on the quality of water in some punctual stretches in the watershed, impairing the delivery of the ES. The isotopic results indicate that the soil cover is actually changing, indicating a trend toward greater contribution of forest areas from the restoration activities, yet the pasture contribution MPS is still quite prevalent in some areas. The results of statistical regression results between the PAR and the EC physicochemical parameters of BOD and showed high correlation between the results ($p < 0.0069$ and $p < 0.00115$) indicating a strong statistically significant correlation between the results obtained from the PAR and the physical-chemical analysis of the water. The interviews raised information for the development of socioenvironmental indicators through the environmental vision of rural producers, it also demonstrated how a PES policy can positively influence and act as a tool for social transformation. This multidisciplinary research collaborated to advance the issues of monitoring and evaluation of PES programs.

Keywords: Payment for environmental services. Hydrological monitoring. Rapid assessment protocol. Socio-environmental indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de representação das variedades e especificações dos serviços ecossistêmicos	34
Figura 2 - Mapeamento de programas de pagamento por serviços ambientais ao redor do mundo divididos por tipo de serviço ecossistêmico	35
Figura 3 - Mapeamento de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil divididos por estágio de desenvolvimento do programa	37
Figura 4 - Organograma da etapas do programa de PSA do projeto Conservador das Águas	40
Figura 5 - Localização da área de estudos	43
Figura 6 - Mapa da delimitação da microbacia do ribeirão das Posses e localização dos pontos de coleta nesta microbacia	45
Figura 7 - Fotos dos pontos de coleta de 1 a 8	46
Figura 8 - Fotos dos pontos de coleta 9 a 16	46
Figura 9 - – a: Procedimento de filtragem das amostras de água para obtenção do material particulado em suspensão grosso. b: Foto dos frascos e caixas térmicas utilizados para armazenamento das amostras	49
Figura 10 - Foto ilustrando os equipamentos realizando a leitura dos parâmetros físico-químicos feitas em campo	49
Figura 11- Gráfico com os resultados médios coletas e erro padrão das 13 das leituras de pH por ponto de coleta	61
Figura 12 - Gráfico com os resultados médios e erro padrão das 13 coletas das leituras de CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) por ponto de coleta	62
Figura 13 - Gráfico da relação inversamente proporcional entre os resultados das médias e erro padrão dos parâmetros de OD e DBO	66
Figura 14 - Gráfico com os resultados médios e erro padrão das análises de COD (mg L^{-1}) por ponto de coleta	67
Figura 15 - Gráfico com os resultados médios e erro padrão das análises de CID (mg L^{-1}) por ponto de coleta	68
Figura 16 - Gráfico com os resultados médios e erro padrão das análises de NT (mg L^{-1}) por ponto de coleta	69

Figura 17 - Gráfico da distribuição das médias dos resultados de $\delta^{15}\text{N} \text{‰}$ em relação as médias dos resultados $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ das amostras MPSF e MSPG	71
Figura 18 - Gráfico com os resultados médios e erro padrão da relação C/N de MPSF e MSPG	72
Figura 19 - Gráfico do resultado total em percentual dos conceitos gerados pela avaliação do PAR	74
Figura 20 - Infográfico 1 do perfil dos entrevistados gerados após as entrevistas	76
Figura 21 - Infográfico 2 do perfil dos entrevistados gerados após as entrevistas	77
Figura 22 - Mapa do contraste da cobertura arbórea na microbacia do ribeirão das Posses entre 2003, anterior ao programa Conservador das Águas e 2019 com 15 anos do programa	91
Figura 23 - Resultado da perguntas que ilustram o comportamento das respostas às perguntas chave para tentar entender as motivações dos produtores rurais ...	98
Figura 24 - Resultado das perguntas que ilustram a percepção dos produtores rurais em relação as possíveis mudanças geradas pelo programa de PSA conforme respostas às perguntas chave referente a percepção	98
Figura 25 - Diagrama para avaliação do engajamento do produtores rurais em relação ao programa Conservador das Águas	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Data das campanhas de campo para coleta de amostras de água, material particulado em suspensão e aferição dos parâmetros físico-químicos analisados <i>in loco</i>	47
Tabela 2 - Conceitos e notas atribuídos as áreas de entorno através da aplicação do PAR	54
Tabela 3 - Resultados das médias, erro padrão e valores máximo e mínimos dos parâmetros de OD (mg L-1 e %) e temperatura do ar e da água por ponto de coleta (n=13)	63
Tabela 4 - Resultado das médias, erro padrão valores máximo e mínimos da TR (mg L-1) e DBO por ponto de coleta (n=13)	65
Tabela 5 - Resultado das médias, erro padrão e valores máximos e mínimos de COD, CID e NT (mg L-1) (n=7)	69
Tabela 6 - Tabela com os resultados das notas e conceitos atribuídos através do PAR para cada ponto de coleta	73
Tabela 7 - Resultado da regressão linear simples para os dados de CE	75
Tabela 8 - Resultado da regressão linear simples para os dados de DBO	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Carbono
CE	Condutividade elétrica
CID	Carbono Inorgânico Dissolvido
COD	Carbono Orgânico Dissolvido
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EEA	Agência Europeia do Ambiente
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MPS	Material Particulado em Suspensão
MPSF	Material Particulado em Suspensão Fino
MPSG	Material Particulado em Suspensão Grosso
N	Nitrogênio
NT	Nitrogênio Total
OD	Oxigênio Dissolvido
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organizações Unidas
PAR	Protocolo da Avaliação Rápida
PCJ	Piracicaba, Capivari e Jundiá
PIB	Produto Interno Bruto
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos

PSA	Pagamento Por Serviços Ambientais
PSAH	Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos
REDD+	Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
SA	Serviços Ambientais
SE	Serviços Ecológicos
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TNC	The Nature Conservancy
TR	Taxa de Respiração

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo específico	23
3 REVISÃO DE LITERATURA	25
3.1 A interdisciplinaridade na pesquisa	25
3.2 Restauração florestal, conservação do solo e recursos hídricos Técnicas de caracterização utilizadas	28
3.3 Pagamentos por serviços ambientais (PSA): conceitos, políticas e monitoramento	33
3.3.1 O caso do Conservador das Águas em Extrema Minas Gerais	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1 Área de estudo	43
4.2 Pontos de coleta	44
4.3 Parâmetros analisado e procedimentos de coleta em campo	47
4.4 Análises em amostras de água	49
4.5 Análise isotópica nas amostras de material particulado em suspensão	50
4.6 Protocolos de avaliação rápida do ambiente físico	51
4.7 Entrevistas com os produtores rurais do ribeirão das Posses	54
4.8 Análise dos resultados e estatística	58
5 RESULTADOS	61
5.1 Parâmetros analisado <i>in loco</i> e DBO	61
5.2 Carbono orgânico e inorgânico dissolvido e nitrogênio total	67
5.3 Análise isotópica no material particulado em suspensão	70

5.4	PAR	72
5.5	Entrevistas com os produtores rurais	76
5.5.1	Perfil dos entrevistados	76
5.5.2	Características das propriedades e da renda dos entrevistados	77
5.5.3	Visão dos entrevistados sobre o programa Conservador das Águas	78
5.5.4	Visão dos entrevistados sobre os recursos hídricos e aspectos ambientais	80
5.5.5	Visão dos entrevistados sobre as possíveis mudanças de cenário	81
6	DISCUSSÃO	85
6.1	Monitoramento hidrológico	86
6.1.1	Análises isotópicas do MPS	88
6.2	Protocolo de avaliação rápida	89
6.3	Percepção ambiental dos produtores	93
6.3.1	Perguntas chave, avaliação do programa e desenvolvimento de indicadores	96
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICES	116
	ANEXOS	130

1. INTRODUÇÃO

A importância das florestas tropicais nunca esteve tão em pauta quanto nos últimos anos. O avanço do desmatamento e a ocorrência cada vez mais frequente de incêndios florestais vêm agravando o cenário das mudanças climáticas, além de gerar uma perda inestimável de serviços ecossistêmicos e biodiversidade.

Cerca de 15% das emissões anuais mundiais de dióxido de carbono (CO₂), são provenientes das ações de desmatamento nas zonas tropicais (GIGLIO et al., 2006). Os recentes incêndios florestais ao redor do mundo durante os anos de 2019 e 2020 vêm intensificando os debates sobre conservação ambiental em escala global. Durante esse período, o Brasil protagonizou um cenário preocupante com inúmeros focos de incêndio nos biomas Amazônico e Pantanal, sendo segundo o site do banco de dados de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020), só na Amazônia foram mais de 10.234 focos de incêndio.

O Acordo de Paris de 2015 lançou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações Unidas (ONU), numa tentativa de alavancar o desenvolvimento sustentável em escala global. Um dos grande tema dentro dos ODS's é a água, em especial a segurança hídrica, água para produção de alimentos e preservação dos ecossistemas aquáticos. Nos últimos anos foi possível identificar esforços de diversos países para conservação desse recurso, contudo, isso não muda o fato de as mudanças globais serem um grande fator de risco para segurança hídrica da humanidade e dos ecossistemas (VÖRÖSMARTY et al., 2010).

A Mata Atlântica é considerada uma das florestas mais biodiversas do mundo, Essa rica biodiversidade se deve à grande variação de temperatura junto a grande umidade trazida pelo mar (RODAL; BARBOSA; THOMAS, 2008). E também é um bioma fortemente impactado pelo desmatamento oriundo das ações antrópicas, mesmo com a Lei Especial da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006), o bioma apresentou recentemente, na 15ª edição do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica do INPE, uma taxa de cerca de 15% de redução de sua área em relação a Lei 11.428/2006.

Segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2019) a demanda por água aumenta 1% ao ano devido ao crescimento populacional e o desenvolvimento econômico. No contexto brasileiro, a Mata Atlântica é um bioma estratégico para promover a segurança hídrica nos estados do sudeste, não só devido ao seu crescimento populacional mas também ao aumento significativo da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, como inundações e longos períodos de seca, relacionados às mudanças climáticas (Observatório das águas, 2020).

Estratégias de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) são um dos instrumentos mais promissores da Política Nacional de Mudanças Climáticas, que visa não só a conservação e recuperação dos serviços ecossistêmicos, como também incentivam a criação e adaptação de sistemas agropecuários mais sustentáveis (PAGIOLA et al., 2013). O crescente interesse pelo conceito de PSA vem resultando na disseminação de diversas formatações de PSA em bacias hidrográficas com objetivo da preservação dos recursos hídricos.

Diversos trabalhos já salientaram a importância das atividades de conservação de remanescentes florestais e práticas de restauração na resiliência e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, sendo assim, programas de PSA devem ser incentivados como ferramenta econômica que podem vir a facilitar a cooperação entre as partes interessadas como, usuários de água, gestores públicos, produtores rurais e proprietários de terras na preservação dos recursos hídricos (PAGIOLA et al., 2013; ALMEIDA et al., 2015; TAFFARELLO et al., 2011). Logo, ações de PSA ajudam a garantir disponibilidade de água em termos de quantidade e qualidade para a população e suas atividades (ARTHINGTON, 2015) mesmo em cenários de estresse hídrico, acarretando menos impacto para as pessoas, meio ambiente e economia.

Mesmo com a experiência de um programa de 15 anos e o constante aumento no número de programas de Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica, o monitoramento hidrológico ainda não está totalmente implementado na maioria dos projetos (TAFFARELLO et al., 2017) o que prejudica a avaliação desses programas e não permite conclusões sobre a entrega do serviço ambiental.

A ausência de uma métrica padronizada de avaliação desses programas cria uma demanda de escala internacional. Neem et al. (2015), constataram que de 118 projetos de Pagamento por Serviços Ambientais destinados a preservação dos recursos hídricos nos Estados Unidos, a grande parte não foi capaz de assegurar cientificamente a eficiência e eficácia dos projetos. Boa parte dessa problemática se deveu a complexidade de fatores que envolvem a avaliação completa e holística dessa ferramenta, fazendo disso uma oportunidade para o desdobramento de novas pesquisas de natureza interdisciplinar. everá conter resultados e conclusões.

2. OBJETIVO

Avaliar a performance de um programa de pagamento por serviços ambientais através de uma abordagem multidisciplinares. Buscar uma correspondência entre parâmetros hidrológicos qualiquantitativos com a avaliação de protocolo da avaliação rápida do ambiente físico, além de realizar um levantamento de dados socioambientais dos produtores e proprietários que participam do programa de PSA.

2.1 Objetivos específicos

- Levantar dados qualiquantitativos de qualidade de água;
- Caracterizar a hidrobiogeoquímica da micobacia;
- Adaptar e aplicar um PAR para avaliar qualitativamente o ambiente de entorno dos pontos de coleta;
- Entrevistar os produtores das propriedades na micobacia do ribeirão das Posses que possuem contratos vigentes com o programa de PSA;
- Levantar através das entrevistas, informações para o desenvolvimento de indicadores para avaliar socioambientalmente o programa de PSA;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A interdisciplinaridade na pesquisa

A articulação entre áreas do conhecimento tem-se mostrado uma tendência em diversos campos de pesquisa, principalmente em grandes projetos desenvolvidos pelos centros de pesquisa ao redor do mundo. Cada vez mais os acadêmicos são cobrados pela aplicabilidade de suas pesquisas na resolução de problemas reais e contemporâneos nos mais diversos campos do conhecimento, sendo a economia, a sustentabilidade e a tecnologia os assuntos com maior demanda por governos, organizações e sociedade civil.

De maneira geral, caracterizasse como interdisciplinares aquelas pesquisas que atravessam as fronteiras disciplinares, sendo um processo que reúne a visão de duas ou mais disciplinas científicas voltadas a trabalhar no mesmo escopo (PHILIPPI JUNIOR; FERNANDES, 2015). A interdisciplinaridade como estratégia nos grupos de pesquisa tem ganho cada vez mais popularidade, uma vez que ela é capaz de favorecer o aumento de fatores importantes como a criatividade, inovação e o próprio desempenho da equipe (BAER, 2015).

A pesquisa multidisciplinar, por outro lado, é considerada como um cruzamento mais tímido das fronteiras disciplinares (KLEIN, 1990). Desta forma, ao final de um estudo multidisciplinar o resultado será múltiplas perspectivas sobre o mesmo assunto, porém sem uma interligação central entre as pesquisas desenvolvidas (ROSENFELD, 1992; KLEIN, 1990). É devido a esta falta de interação que as pesquisas multidisciplinares são criticadas por serem apenas de caráter cumulativo onde apesar de gerarem mais conhecimento disciplinar, não proporcionam inovação nem críticas as disciplinas que participam do processo de pesquisa Klein (1990).

A interdisciplinaridade se apresenta como um meio alternativo para a produção de novos conhecimentos, envolvendo uma multiplicidade de fatores que coexistem e interferem na problemática do escopo da pesquisa, seja esta proveniente das ciências pura ou aplicada. Segundo Frigotto (2008), essa modalidade moderna de estudo se vale da base teórica bem fundamentada das ciências tradicionais para criar novas formas de pensar e novos conhecimentos. De acordo com Frigotto (2008, p. 48).

Se o processo de conhecimento nos impõe a delimitação de um determinado problema, isto não significa que tenhamos que abandonar as múltiplas determinações que o constituem [...] mesmo delimitado, um fato teima em não perder o tecido da totalidade de que faz parte indissociável.

A estratégia proposta pelas pesquisas com escopo interdisciplinar confronta a própria estrutura universitária, que deriva do pensamento positivista, onde o conhecimento dentro das universidades é compartimentalizado em faculdades e departamentos distantes uns dos outros. A escola de pensamento do Positivismo na França, fazia uma classificação distinta entre as ciências (COMTE, 1929). Essa classificação levou a fragmentação do conhecimento com uma relação extremamente restrita entre as diferentes disciplinas, e tendo como consequência a extrema especialização por parte dos acadêmicos e dos detentores do conhecimento.

A demanda atual por conhecimento, seja para o desenvolvimento de novas tecnologias ou resolução de problemas, sejam eles nos campos social, saúde, economia, meio ambiente, entre outras; vêm exigindo que as fronteiras criadas pela departamentalização do conhecimento sejam ultrapassadas para proporcionar a resolução de perguntas mais complexas Japiassum (1976, p. 147) comenta:

Conjuntos interdisciplinares móveis, calcados numa pedagogia que tem por princípio fundamental a união estreita entre o ensino e a pesquisa tendo em vista a exploração ou a resolução de problemas novos, dentro de um espírito em que o trabalho em equipe de pesquisadores “cooperantes” constitui a regra.

A interdisciplinaridade vem sendo uma tendência nas pesquisas acadêmicas e pode ser uma consequência da atual realidade de divisão entre as áreas do conhecimento. Freitas (1989) sugeriu que a interdisciplinaridade surge como uma consequência do processo de desenvolvimento do conhecimento orientado pelo referencial positivista. Afinal de contas, hoje em dia, são cada vez mais solicitados profissionais com especialização em áreas diversas e um currículo que contenham variados tipos de habilidades, o que possibilita a resolução de problemas mais complexos que não seriam possíveis se alguém tivesse experiência e habilidade em apenas um domínio (BAER, 2015).

Segundo Schwartzman (1992), a interdisciplinaridade como proposta metodológica ressurgiu a partir da recuperação histórica das raízes das ciências humanas e ciências sociais na Europa. No Brasil, o tema começou a ser discutido pelos pesquisadores da área de educação, seguidos pelos pesquisadores das áreas relacionadas ao meio ambiente. Paulo Freire (1993, p. 70), um dos autores brasileiros de maior destaque na área da educação define interdisciplinaridade como:

O processo metodológico de construção do conhecimento pelo sujeito com base em sua relação com o contexto, com a realidade, com sua cultura. Busca-se a expressão interdisciplinaridade pela caracterização de dois movimentos dialéticos: a problematização da situação, pela qual se desvela a realidade, e a sistematização dos conhecimentos de forma integrada.

Autores como Leahey, Beckman e Stanko (2017) e Klein (2008), argumentaram que para atingir a interdisciplinaridade é necessário um processo colaborativo mais minucioso, não bastando apenas uma equipe multidisciplinar trabalhando em cima de um mesmo escopo. Segundo os autores, é necessária uma interação profunda entre as diversas áreas de conhecimento e integrantes da equipe, os pesquisadores participantes precisam se envolver desde o início do processo, o suficiente para desenvolver-se metodologias que combinem conhecimentos. Leahey, Beckman e Stanko (2017) ainda ressaltaram que a pesquisa interdisciplinar é cognitivamente difícil e lenta de produzir, quando combina campos díspares do conhecimento.

A colaboração entre as ciências ambientais e sociais aplicadas é incitada pelas limitações individuais de cada uma em abordar as questões ambientais atuais de maneira integral e holística. Além disso, há uma necessidade intrínseca de propostas que apresentem resultados coerentes, inovadores e viáveis, resultados que só podem ser obtidos através da investigação científica (RAFOLS; MEYER, 2009). A investigação científica interdisciplinar possui enorme potencial de gerar inovação de indicadores, métodos e resultados.

O uso de indicadores na ciência é largamente conhecido e difundidos pela literatura, de acordo com a Agência Europeia do Ambiente, indicador é uma "medida, geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar, de forma simples, fenômenos complexos, incluindo tendências e progresso ao longo do tempo" (EEA, 2005).

A escolha dos indicadores ajuda a definir a linha de estudo do trabalho e os resultados esperados pela pesquisa. Neste caso, as pesquisas interdisciplinares têm a opção de copilar indicadores tradicionais de cada uma das áreas de conhecimento tangíveis ao escopo da pesquisa. Os indicadores devem ser cuidadosamente avaliados, pois corre-se o risco de os pesquisadores se limitarem ao fluxo principal da pesquisa que domina cada campo de estudo, acabando por desconsiderar os possíveis desenvolvimentos e resultados emergentes em outros campos (MICHALOS, 1997). A separação da ciência em diferentes campos é também evidenciada pela quantidade limitada de publicações sobre o assunto de indicadores dentro dos estudos interdisciplinares (DIENER; SUH, 1997).

O maior exemplo prático de interligação das ciências naturais com as sociais aplicadas é a ligação entre ecologia e economia, que pode ser examinada tanto pelo campo da economia ambiental, quanto pelo campo da economia ecológica. Essas duas abordagens têm basicamente os mesmos objetivos, entender a relação homem-economia-ambiente e propor redirecionamentos para a prática de uma economia mais sustentável (VENKATACHALAM, 2007).

Apesar disso, a economia ambiental e a economia ecológica possuem pontos de vista teóricos completamente diferentes. A economia ecológica está mais ligada com as ciências naturais, baseando-se em análises de entropia e modelagens ambientais, enquanto a economia ambiental está um pouco mais voltada para as ciências sociais aplicadas, baseando-se em premissas da economia neoclássica (VENKATACHALAM, 2007).

Novos campos de pesquisa como a economia ambiental e a economia ecológica vêm ganhando espaço por apresentarem meios para levarem a possíveis resoluções dos problemas ambientais emergentes. Contudo, ainda não há um volume tão vasto de trabalhos publicados nessas áreas como há em áreas que tratam dos problemas ambientais de forma mais disciplinar. É importante frisar a importância dessas novas áreas de pesquisa no desenvolvimento de novos indicadores que relacionem diferentes áreas do conhecimento.

Dentro das pesquisas ambientais as principais adversidades na articulação entre as ciências de diferentes áreas devem-se a dois fatores, primeiramente a complexidade da problemática ambiental e em segundo, a própria dificuldade por parte dos pesquisadores em distanciarem-se das próprias linhas específicas de pesquisa, o que não corrobora com a criação de novos pontos de vista, que são essenciais na maioria das questões ambientais (LEFF, 2001).

O campo da pesquisa interdisciplinar é fértil para a produção de novos conhecimentos, possibilitando novas interpretações e oportunidades (KLEIN, 1996). Em um de seus trabalhos mais recentes, Klein (2017) colocou que quando o foco da produção da pesquisa interdisciplinar ser feitos com base na crítica dos pontos de vista disciplinares, não prejudica o legado de princípios disciplinares bem estabelecidos, porém, pode revelar limitações, que por sua vez resultam em novos campos de pesquisa.

3.2. Restauração florestal, conservação do solo e recursos hídricos

O tema das mudanças climáticas vem ganhando cada vez mais atenção ao longo das últimas décadas. No Brasil as primeiras manifestações ambientalistas aconteceram na década de 70, duas décadas mais tarde, o Brasil seria palco de um dos principais encontros ambientais do mundo, a Rio 92. Hoje em dia, a temática ambiental ganha foco na mídia e na política

internacional, onde os acordos globais têm proposto metas cada vez mais desafiadoras em relação a mitigação dos impactos ambientais e das mudanças climáticas, na busca pelo desenvolvimento sustentável.

O caminho para o desenvolvimento sustentável está em garantir padrões sustentáveis de produção e consumo, que venham a ser cada vez mais desassociados de um crescimento econômico baseado exclusivamente no uso de recursos naturais (UN-WATER, 2014). Contudo, as adversidades de um mundo totalmente globalizado e dependente do comércio internacional levam a uma crescente desconexão e distanciamento entre a produção e o consumo, resultando em inter-relações causais complexas, dificultando análises diretas e resultando em desafios de governança dos recursos naturais (ERB et al., 2009; LENZE et al., 2012).

A mudança do uso e ocupação do solo é uma causa e consequência da mudança ambiental global (TURNER; LAMBIN; REENBERG, 2007). Essas mudanças são responsáveis por alterações consideráveis no balanço energético da Terra e nos ciclos biogeoquímicos, que contribuem para as mudanças climáticas. Por sua vez, estas afetam as propriedades da superfície e o fornecimento dos serviços ecossistêmicos (TURNER; LAMBIN; REENBERG, 2007). À medida que a população e o consumo per capita continuam a crescer, a demanda por alimentos e recursos naturais também cresce, o que significa um constante aumento no estresse dos sistemas naturais (SONG et al., 2018).

Nos últimos anos, houve um crescente aumento na preocupação com o desmatamento em escala global, em particular para as florestas tropicais. Segundo estudos da FAO divulgados em 2018, entre os anos de 1990 e 2015, a área florestal mundial diminuiu de 31,6% para 30,6%, destacando ainda que os países em desenvolvimento foram os que mais contribuíram para o desmatamento nos últimos anos, sendo eles países principalmente da África subsaariana, na América Latina e no sudeste da Ásia.

As atividades agrícolas, mineradoras e florestais estão entre os principais responsáveis pela mudança do uso do solo e impulsionadores da perda de biodiversidade e da degradação dos ecossistemas (VENTER et al., 2016). A avaliação dos impactos das atividades socioeconômicas na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos é complexa devido à sua natureza multidimensional e interdisciplinar (REYERS et al., 2017).

Na literatura já existe um consenso do quão significativa foi e vem sendo as atividades humanas nas modificações dos ecossistemas naturais. Um exemplo muito claro é a ocupação de terras para fins agropastoris, que juntas chegam a ocupar uma área combinada de aproximadamente 34% da superfície terrestre livre de gelo da Terra (CARPENTER; BOOTH; KUCHARIK, 2011). As atividades antrópicas sob o ambiente natural têm causado

graves mudanças na integridade dos ecossistemas, incluindo sua biodiversidade e a manutenção das funções e serviços ecológicos (IPBES, 2019).

Os sistemas de água doce são extremamente valiosos (BARRETT; SWEARER; DEMPSTER, 2019), disponibilizando diversos serviços ecossistêmicos desde a disponibilidade de água potável para consumo humano e dessedentação de animais, irrigação, geração energia, manutenção dos ciclos biogeoquímicos, entre outros (SCHINDLER, 2012).

O uso e ocupação do solo sem critério de zoneamento predeterminado, feito com base em uma gestão estratégica e descentralizada dos recursos naturais, principalmente levando em conta a gestão das bacias hidrográficas, tem um potencial ampliado de resultar na degradação da qualidade das águas e influenciar negativamente nos ciclos hidrobiogeoquímicos, podendo levar a uma perda qualiquantitativa na disponibilidade das águas superficiais e subsuperficiais (ROSA; OLIVEIRA; SAAD, 2014).

A maioria das ameaças está direta ou indiretamente associada a fatores antropogênicos e mudanças no uso da terra mediadas em suas bacias hidrográficas (DOUBEK; CAREY; CARDINALE, 2015). A instabilidade geológica, relevo topográfico, atividades agrícolas e crescimento desordenado de áreas urbanas são os principais fatores responsáveis, de maior relevância, para a degradação ambiental nas bacias hidrográficas (PÉREZ, 2012), haja visto que os condicionantes naturais de solo e clima associados a ação antrópica, resultam na perda da cobertura de vegetação nativa levando a ocorrência de processos erosivos (HERMUCHE; GUIMARÃES; CASTRO, 2009).

Para Boardman e Poesen (2006), a erosão do solo é definida como um processo de desprendimento e arraste das partículas do solo. Existem diversos fatores naturais responsáveis por causar ou agravar os processos erosivos, assim como há também fatores de natureza antrópica como o desmatamento e as queimadas que, muitas vezes ocorrem em virtude do favorecimento de atividades agropecuárias e da exploração madeireira. Essas práticas têm como consequência o aumento do solo exposto, que é mais suscetível as ações erosivas, além de outros impactos negativos como a perda de matéria orgânica (CAPECHE, 2005).

Regiões com topografia acidentada e que não possuem um manejo adequado do solo podem ter sua taxa de erosão gravemente alterada, mudando significativamente o volume de entrada de sedimentos em córregos e lagos, afetando processos físicos e químicos e as adaptações das espécies (CARR, 2008). Os sedimentos finos tendem a se associar as moléculas de contaminantes tóxicos presentes nos agroquímicos, alterando as propriedades químicas da água e diminuindo sua qualidade, além de atraírem nutrientes como fósforo e nitrogênio que, quando em excesso, desregulam o metabolismo dos sistemas aquáticos (CARR, 2008).

No caso dos solos em áreas mais sensíveis para a bacia hidrográfica como as regiões mais altas da bacia, as cabaceiras, e nas várzeas, áreas instáveis presentes nas margens dos rios sujeitas a inundações (JUNK, 1997), esses fatores acabam sendo agravados, tornando esses solos especialmente frágeis e ainda mais suscetíveis a erosão.

A proteção dessas áreas mais sensíveis é prevista por lei no Brasil desde 1934; desde então a necessidade de preservação das matas ciliares, em especial nas áreas de cabeceira, veio aumentando gradativamente. Ao longo das últimas décadas a importância das funções exercidas pelas áreas de várzea e de cabeceira, seja por suas funções ecossistêmicas locais, quanto pelos reflexos na qualidade e quantidade de água ao longo da bacia hidrográfica (DAVIDE et al., 2000).

Ao longo da história da humanidade, as várzeas dos rios têm sido um dos ecossistemas mais explorado, seja para agricultura, exploração de recursos naturais, loteamento em áreas urbanas periféricas, entre outros. Legalmente essas áreas são tratadas por Áreas de Preservação Permanente (APP's). Hoje em dia existe um consenso sobre a sua importância. As matas ciliares são fundamentais para a manutenção da integridade de toda bacia hidrográfica e dos serviços ecossistêmicos que ela oferece, devido às suas diversas funções já mencionadas, uma série de processos importantes para a estabilidade da bacia (LIMA; ZÁKIA, 2000).

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, LEI Nº 12.651 – 2012).

A relevância do tamanho das áreas de preservação permanente é amplamente discutida na literatura, onde há divergências sobre a largura da mata ciliar definida por lei ser de fato efetiva para a proteção dos corpos hídricos (LIMA; ZAKIA, 2000; BISHOP et al., 2008; BURKHARD; PETROSILLIO; COSTANZA, 2010; PERT et al., 2010). Apesar de diversos estudos científicos terem sido usados para basear a última versão do Código Florestal (BRASIL, LEI Nº 12.651) em 2012, estudos experimentais mais recentes como o de Gomes et al. (2019) feito em uma microbacia no interior do estado de São Paulo, apontou um escoamento superficial muito maior em áreas com plantio de cana de açúcar muito próximas as matas ciliares, especialmente devido ao manejo inadequado da cana de açúcar, promovendo erosão e transporte de solo para o corpo hídrico.

As atividades dos setores agropecuário e energético, sempre se apresentaram como as principais causas da degradação dos ecossistemas ciliares (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000). A degradação desse ecossistema é diversa e abrange desde a retirada de algumas espécies de árvores para exploração, até a retirada total da cobertura vegetal original. Nesses casos, há a necessidade de restauração florestal para recuperar as funções do ecossistema. Ainda assim, o desmatamento causa perdas ambientais irreversíveis, uma vez que um ecossistema restaurado não é exatamente igual ao original.

Art. 7º A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado. § 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei. § 2º A obrigação prevista no § 1º tem natureza real e é transmitida ao sucessor no caso de transferência de domínio ou posse do imóvel rural. (BRASIL, LEI Nº 12.651 – 2012).

A restauração é um processo que procura conduzir um ecossistema à sua condição original (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004). A restauração florestal mais especificamente, deve buscar a mitigação dos impactos causados pelo processo de degradação, normalmente decorrente das ações antrópicas ligadas aos meios de produção. Um projeto de restauração florestal deve ser responsável por recriar ou proteger uma estrutura florestal, promover um sombreamento rápido e permanente, manter ou incrementar o número de espécies arbóreas, promover funções biológicas para outras espécies como abrigo e alimento para a fauna local e manejar espécies exóticas invasoras. (KAGEYAMA et al., 2003).

Ainda existe muito debate no meio acadêmico sobre técnicas e métodos de restauração e de sucessão ecológica que ocorre nas florestas tropicais restauradas. No Brasil, a maioria das informações publicadas sobre restauração são predominantemente de projetos de restauração no bioma da Mata Atlântica e de recuperação ou manutenção de matas ciliares (KAGEYAMA et al., 2008).

Devido a sua importante função ecológica, as matas ciliares vêm sendo alvo de diversos projetos de restauração de larga escala e políticas ambientais públicas em diversas regiões do país. Isso se deve aos constantes cenários de irregularidade da disponibilização dos recursos hídricos, sejam elas causadas por situações de escassez natural (condições climáticas,

El Niño, irregularidade nas chuvas, etc.) ou por situações de estresses hídrico desencadeado pela falta de gestão estratégica, falhas de governança ou preparo para sustentar crises de abastecimento.

3.3. Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA): conceitos, políticas e monitoramento

A degradação ambiental contínua vem resultando na diminuição da disponibilidade de recursos naturais essenciais, demandando ações estratégicas e políticas inovadoras para conciliar as metas ambientais e o desenvolvimento econômico. Mayrand e Paquin (2004), destacaram que foram as perdas econômicas, sociais e culturais derivadas da degradação do ambiente natural, que introduziram o termo Serviço Ambiental e, posteriormente, a Economia Ambiental, sendo este último um termo que visa atribuir valores para esses serviços. A partir desse contexto surgem os mecanismos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), que vêm sendo muito usados principalmente na América Latina (SALZMAN et al., 2018), para fins de conservação, restauração e compensação de serviços ecossistêmicos.

Para diversos autores na literatura não há distinção entre os termos serviços ambientais (SA) e serviços ecossistêmicos (SE). Para Costanza et al. (1997), há uma distinção clara, onde os SE são os benefícios obtidos através dos ecossistemas (ciclos biogeoquímicos, fixação de carbono, polinização, água, luz do sol, etc.), já os SA são os benefícios resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas. Essa intervenção visa a manutenção ou ampliação do fluxo de bens e serviços dos ecossistemas. Este conceito tem implícita a ideia de valor econômico ou valor de uso e dos benefícios ambientais resultantes de intervenções humanas na dinâmica dos ecossistemas (SIMÕES; ANDRADE, 2013). A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005) classificou os serviços ambientais nas categorias de provisão, regulação, cultural e suporte conforme mostra na Figura 1.

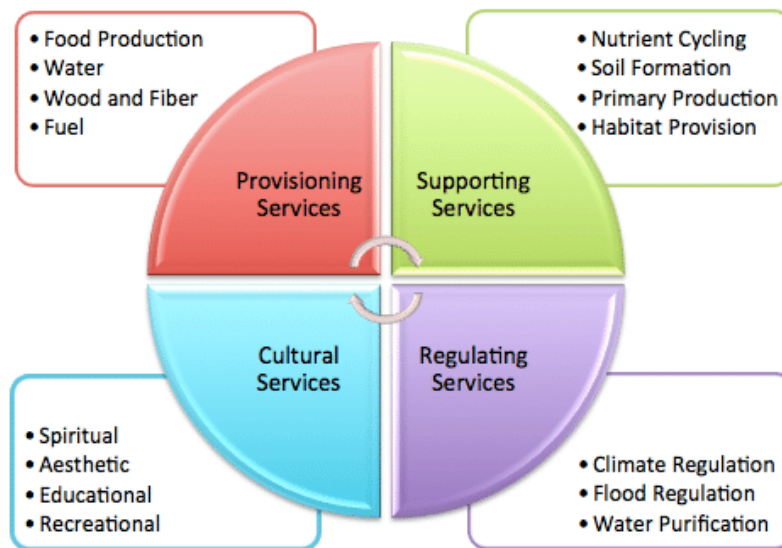


Figura 1 – Esquema de representação das variedades e especificações dos serviços ecossistêmicos
 Fonte: Millenium Ecosystem Assessment Board, 2005

Wunder (2015), definiram PSA como uma transação voluntária, entre um provedor de SE e um usuário de SE, na qual um serviço ambiental ou regras acordadas de gestão de recursos naturais são negociados baseados em alguns critério de desempenho tangível. Mais recentemente, o mesmo autor fez algumas considerações sobre o PSA baseado em diversos estudos de caso pelo mundo, colocando que os programas de PSA são uma alternativa que oferece um melhor resultado ambiental do que as linhas de negócios e meios de produção tradicionais, visando aumentar a quantidade e a qualidade dos SE (WUNDER et al., 2018) Em outras palavras, os PSA internalizam as externalidades positivas, pois promovem a compensação àqueles que conservam o meio ambiente por meio de práticas sustentáveis (ALTMANN, 2008).

Os projetos ou programas de PSA podem ser divididos em quatro categorias: retenção ou captação de carbono; conservação da biodiversidade; conservação de serviços hídricos e conservação de beleza cênica (WUNDER; ALBÁN, 2008; SWALLOW et al., 2009). É importante ressaltar que atualmente a eficácia ambiental pode não ser o único objetivo político do PSA, outros objetivos como: bem-estar humano, equidade social e permanência da comunidade rural no campo, aparecem frequentemente, implícitos ou explícitos nos designs das propostas de PSA (BULTE et al., 2008).

Na América Latina, segundo Echavarría (2002), as primeiras iniciativas de PSA surgiram no vale do rio Cauca na Colômbia, em meados da década de 1990, mas foi na Costa Rica que essa prática se tornou popular com o *Programa de Pagos por Servicios Ambientales* em 1997. Desde que o PSA passou a ser considerado como estratégia viável por governos e gestores dos recursos naturais, o número de programas cresceu bastante (CAMHI; PAGIOLA, 2009). Existem programas nacionais, financiados pelo governo, na Costa Rica, no México e no Equador, e programas locais, financiados pelos usuários dos serviços ambientais, como no caso de Nova York nos Estados Unidos da América.

No Brasil, assim como na América Latina vêm surgindo diversos programas de PSA, especialmente os serviços ecossistêmicos associados ao sequestro de carbono e aos recursos hídricos. No primeiro caso, o maior exemplo é o programa REDD+ que é uma sigla para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, no segundo caso são os chamados Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSAH). A COP 13, Conferência das Nações Unidas sobre a Mudança Climática, em 2007, definiu o REDD+ como um mecanismo que permite a remuneração daqueles que mantem suas florestas em pé, sem desmatar, e com isso, evitam as emissões de gases de efeito estufa associadas ao desmatamento e degradação florestal, sendo um programa bem estruturado e discutido a nível global. Como podemos observar na Figura 2, a América Latina abriga um número muito maior de programas de PSA em relação a outras localidades do mundo.

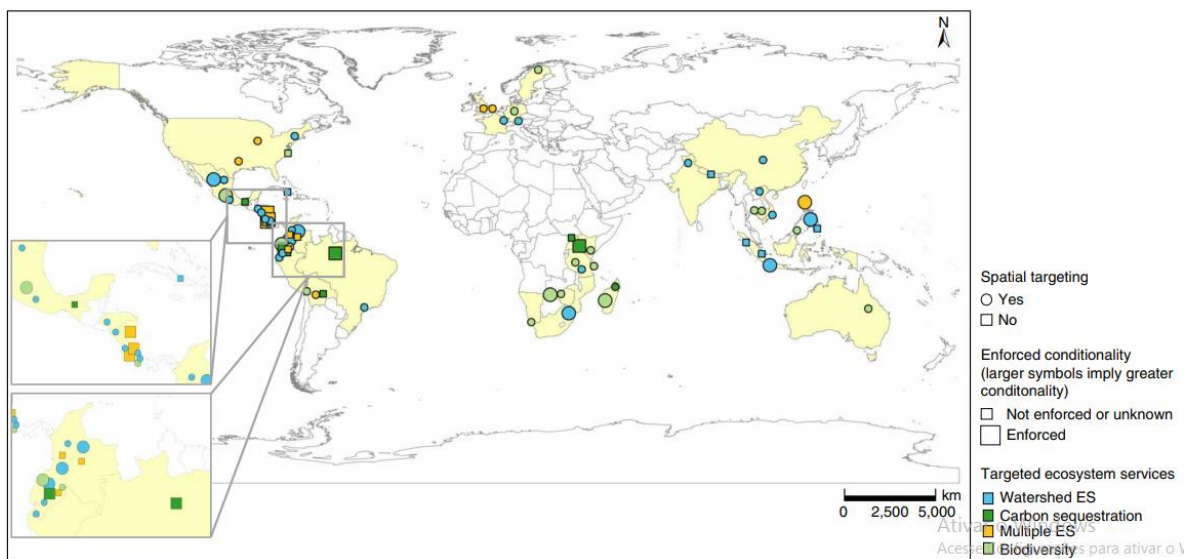


Figura 2 – Mapeamento de programas de pagamento por serviços ambientais ao redor do mundo divididos por tipo de serviço ecossistêmico

Fonte: Wunder et al. (2018)

Os projetos e execuções dos programas de PSAH geralmente são pensados a nível local ou regional, existindo poucos casos na literatura de PSAH a nível federal. O PSA é uma alternativa econômica e ambiental para lidar com as questões da compensação e conservação, além de ajudar com a governança ambiental (WUNDER et al., 2018). Principalmente no Brasil, o PSA tem sua base legal derivada de políticas públicas, que vem se mostrando uma ferramenta relevante que coopera nas propostas de resoluções do conflito entre economia e meio ambiente, já que há uma relação direta entre a problemática ambiental e as políticas públicas (SILVIA, 2008).

A Lei nº 9.433 de 1997, mais conhecida como Lei das Águas, que instituiu a atual Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) traz algumas inovações importante para a gestão dos recursos hídricos no Brasil como colocar a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), que segundo Magrini e Santos (2001), acaba com o conceito de gestão baseado na divisão político-administrativa do território vigente até então. A Lei nº 9.433 propõe uma gestão descentralizada através do SNGRH e seus participantes, entre eles, os Comitês de Bacias.

Os Comitês podem ser considerados uma inovação em termos de planejamento e gestão, já que possuem como área de atuação uma unidade territorial que se sobrepõe aos limites administrativos de Estados e Municípios (COSTA et al., 2008). Em alguns casos no Brasil, a gestão de bacias hidrográficas está num estado bem avançado aplicando a cobrança pelo uso da água de forma bem estruturada e eficiente, à exemplo do Comitê de Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá no Estado de São Paulo.

O Brasil começou a experimentar o PSAH em 2006 no município de Extrema em Minas Gerais, onde se encontra a cabeceira do conjunto de bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ). De maneira geral, o PSAH no Brasil surgiu da demanda e da necessidade do melhoramento das condições de provisão de água, tanto em qualidade como em quantidade (DE LIMA, 2013). Em 2014, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) realizou um mapeamento destes programas, identificando as fases em que se encontravam cada um dos programas de PSAH no Brasil.

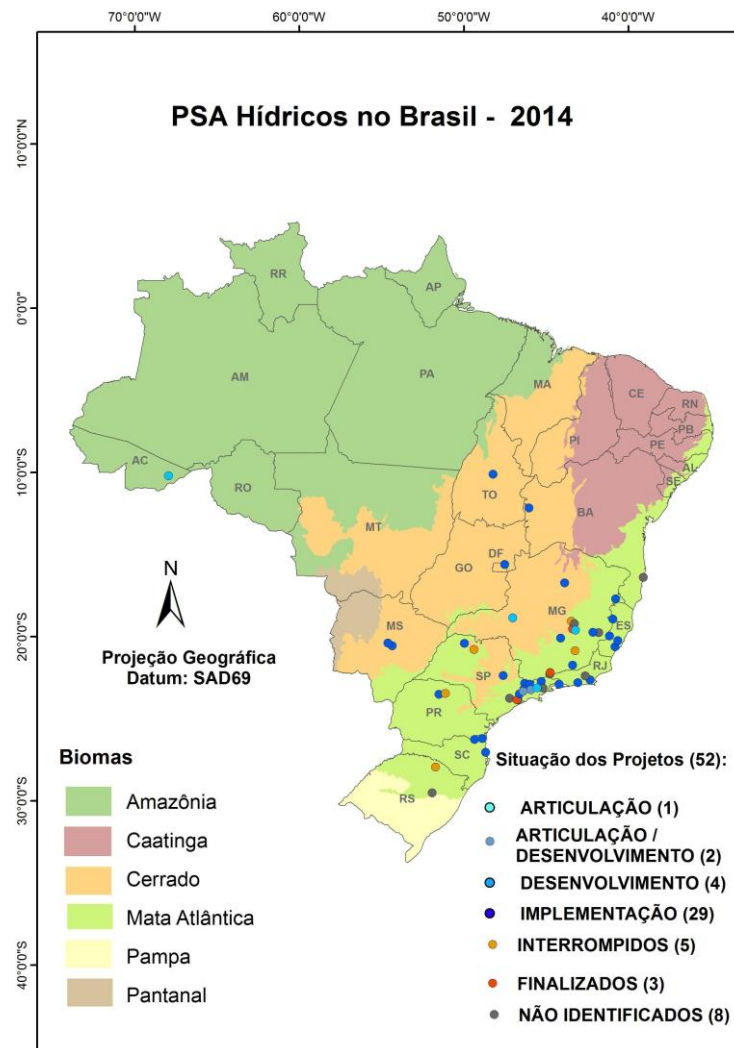


Figura 3 – Mapeamento de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil divididos por estágio de desenvolvimento do programa

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2014)

Um ponto a ser destacado nos programas de PSAH no Brasil e no mundo é a questão do monitoramento. Pode-se observar uma certa uniformidade em relação a elaboração e a implementação dos projetos de PSAH, porém, no que diz respeito a questão de monitoramento, existem poucas informações publicadas e divulgadas em outros meios além de revistas e eventos científicos.

A princípio, os programas de PSA tem por princípio que os pagamentos estão diretamente vinculados a prestação de um serviço, desta forma, essa prestação de serviços deve ser monitorada (WUNDER; WERTZ-KANOUNNIKOFF; MORENO-SÁNCHEZ, 2007). Porém, atividades vinculadas a gestão do território, através de regras acordadas de gestão de recursos naturais como, cercar e revitalizar áreas sensíveis e estratégicas, também são atividades

que podem ser contempladas com o pagamento do PSA (WUNDER, 2015). As atividades de monitoramento dos serviços ambientais podem ser muito desafiadoras e tomar uma parte significativa do orçamento do programa (BAKER et al., 2010), portanto, é importante que as atividades que compõem o monitoramento sejam exequíveis e eficientes.

O monitoramento ambiental é uma ferramenta indispensável para o acompanhamento de qualquer projeto de cunho ambiental. O monitoramento ambiental é a realização de medições e observações específicas, fazendo uso de determinados parâmetros e indicadores, com a finalidade de determinar a situação pontual ou acompanhamento de um projeto ou de um ambiente natural (BITAR; ORTEGA, 1998).

O desafio no monitoramento dos programas de PSAH se dá pela complexidade dos fatores, pois precisa ter uma estrutura de avaliação muito abrangente e considerando fatores técnicos ambientais, como: parâmetros de qualidade de água, acompanhamento do crescimento da restauração, medição de vazão, questões socioculturais, patrimônio histórico cultural da região, IDH da população, monetários, valorização dos terrenos no entorno, aumento da renda com atividades turísticas, melhoria da renda da população (GROOT et al., 2002; CHAN et al., 2012 apud MARTÍN-LÓPEZ et al., 2014), ou seja, uma estrutura de monitoramento interdisciplinar.

Martín-López et al. (2014) destacaram que existe uma demanda crescente na literatura científica pelo desenvolvimento de abordagens padronizadas, que integrem e organizem as diferentes fontes de informação e indicadores do ecossistema. Os resultados do monitoramento são importantes a curto e longo prazo. A curto prazo, o monitoramento serve como um diagnóstico de situação, podendo diagnosticar problemas pontuais, já a longo prazo, possibilita a elaboração de cenários, previsões e opções de adaptação (TAFFARELLO et al., 2017).

Ainda não há um consenso na literatura sobre uma metodologia padrão para o monitoramento de PSAH. Desta forma, cada programa de PSAH adota uma forma de monitoramento (FIORE; BARDINI; NOVAES, 2017). Isso resulta na desconformidade de dados gerados a partir dos monitoramentos PSAH no Brasil, impossibilitando análises mais profundas a respeito do avanço e da eficiência dos programas nas questões de provisão (quantidade e qualidade de água) e também nas questões socioambientais.

3.3.1. O caso do Conservador das Águas em Extrema Minas Gerais

A cidade de Extrema está localizada na cabeceira do rio Jaguari, que integra as represas do Sistema Cantareira, responsável por aproximadamente 50% do abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo (WHATELY; CUNHA, 2007). Essa localização estratégica foi uma das motivações para o surgimento do programa Conservador das Águas, regulamentado pela Lei Municipal nº 2.100 em 2005, cujo principal objetivo do programa é manter a qualidade dos mananciais de Extrema e promover a adequação das propriedades rurais.

O projeto implementa um sistema de pagamento aos produtores rurais baseado nos preceitos do PSA. O Conservador das Águas tem caráter preventivo e corretivo, oferecendo um outro instrumento de gestão, além dos mecanismos de controle e fiscalização. Juntamente com as iniciativas de PSA, ocorreu também a criação de unidade de conservação municipal, incentivando a criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (EXTREMA, 2005).

Segundo as informações da prefeitura, as condições prévias do PSA de Extrema estabelecidas pela regulamentação legal foram: flexibilidade nas práticas agrícolas propostas; pagamentos baseados no cumprimento das metas e pagamentos feitos durante e após a implementação do programa (EXTREMA, 2005). Quanto aos critérios de elegibilidade do proprietário da terra para participar do programa observa-se: a localização da propriedade rural dentro de uma bacia hidrográfica coberta pelo programa; a propriedade deve ter um tamanho igual ou superior a 2 hectares e a propriedade rural deve fazer um uso regular da água.

A Lei Municipal nº 2.100 também determina as principais metas que devem ser cumpridas para que a propriedade participe do programa, sendo: práticas de conservação do solo para reduzir a erosão e assoreamento; plantio e manutenção da Área de Proteção Permanente (APP); registro da Reserva Legal e a instalação de sistema de saneamento rural. A Figura 4 esquematiza o funcionamento do PSA de Extrema.

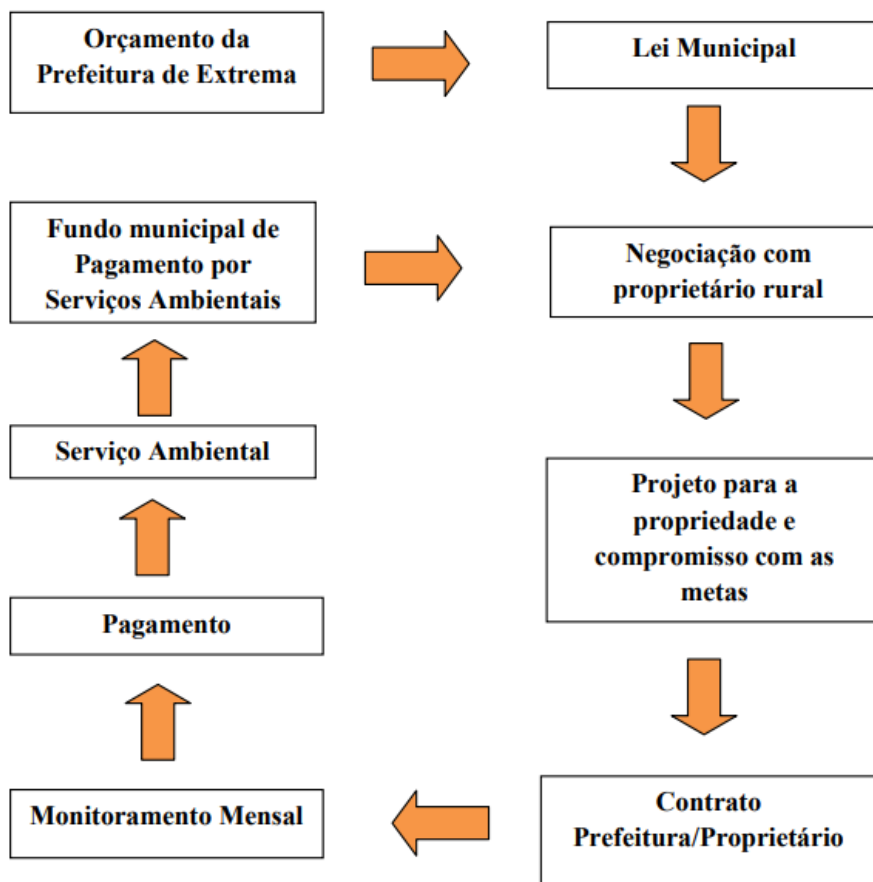


Figura 4 – Organograma das etapas do programa de PSA do projeto Conservador das Águas
 Fonte: Kfoury e Favero (2011).

O pagamento aos proprietários participantes do programa é feito mensalmente e o cálculo é baseado na área total da propriedade. O cálculo do quanto cada proprietário deve receber se baseia no tamanho da área cercada destinada às atividades de restauração, seja para Reserva Legal ou para restauração de APPs, e o valor usado como referência são as Unidades Fiscais de Extrema, que é determinado anualmente por decreto municipal de acordo com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (EXTREMA, 2005). O método de pagamento referente a um valor por hectare foi considerado mais apropriado devido ao custo de oportunidade de cada produtor ser diferente, já que cada propriedade recebeu um projeto personalizado de restauração. Esse custo de oportunidade foi baseado na criação de uma cabeça de gado leiteiro por ano, que é a prática agrícola mais comum da região.

Em 2013, a ONG TNC (The Nature Conservancy) se envolveu com o projeto e passou a colaborar com os aspectos relacionados ao financiamento das ações de plantio da restauração; manutenção e construção de cercas nas áreas; monitoramento da biodiversidade e comunidade e apoio técnico em diversas atividades de Educação Ambiental (EXTREMA, 2005).

Até 2017 foram no total 238 contratos assinados com proprietários de terras, com o passar dos anos, o aumento no número de contratos levou cada vez mais agricultores a se interessarem pelo programa, sinalizando a influência das mudanças comportamentais e das normas sociais (PEREIRA, 2017).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado na cidade de Extrema-MG, situada na Serra da Mantiqueira, no bioma Mata Atlântica, na divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais, na cabeceira do Sistema Cantareira. O trabalho teve como área central o ribeirão das Posses, que possui uma área de 1.206 ha e se encontra entre as coordenadas $46^{\circ}14'$ W e $22^{\circ}51'$ S e entre as altitudes de 968 a 1.420 m (SILVA et al., 2013).

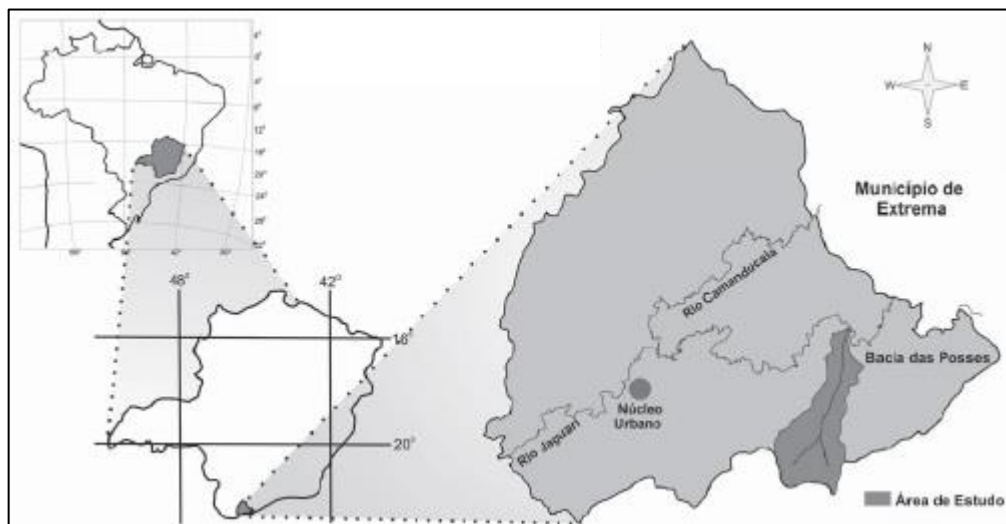


Figura 5 – Localização da área de estudos

Fonte: Azevedo, T. S. D. (2008). Legislação e geotecnologias na definição das áreas de preservação permanente e das reservas legais: Aplicação à Bacia do Córrego das Posses, Município de Extrema-MG.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tipo Cwb, que consiste num clima subtropical caracterizada pela presença de verões amenos e invernos marcados pela estiagem. A temperatura média anual é 18°C , tendo os meses mais quente e mais frio temperaturas médias de $25,6^{\circ}\text{C}$ e $13,1^{\circ}\text{C}$, respectivamente, com ocorrência anual de geadas e precipitação média anual de 1.477 mm (ANA, 2008). O uso do solo é predominantemente pastagem (SILVA et al., 2013), porém, isso vem mudando devido as atividades de restauração florestal promovidas pelo Conservador das Águas.

A cidade de Extrema conta com 36.951 habitantes de acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2020. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita do município é de R\$ 219.239,07 (IBGE, 2017). A cidade passou por um crescimento populacional relevante nas últimas décadas, sendo que, no ano de 1991, a população era de apenas 14.314 habitantes.

Nos últimos anos, a cidade de Extrema começou a atrair muitas empresas, se tornando um novo polo industrial na região. Segundo a revista Construção Mercado de 2013, esse cenário se deve a localização estratégica do município associadas a políticas de incentivo fiscal. Atualmente a cidade é sede de várias empresas de médio e grande porte e possui cinco distritos industriais (GLOBO.COM. G1 Sul de Minas, 2012). Esse processo também é responsável pela diminuição da mão de obra disponível no campo.

A vegetação na área de estudo é descrita como Floresta Ombrófila Densa, Mesófila Semidecídua e Mesófila Semidecídua de Altitude (IBGE, 1993). Os tipos de rocha predominantes na microbacia são de Monzodioritos, Monzonitos e Sienitos e quanto a classificação do solo, os tipos de solo predominantes são Argissolos Vermelho-Amarelo, Cambissolos Háplicos e Húmicos e Neossolos Flúvicos e Litólicos (LIMA et al., 2014). A declividade do terreno na microbacia é bem variada, as áreas de cabeceira chegam a ter mais de 30° de inclinação e mais da metade do terreno da microbacia varia entre 11° e 20° de inclinação (AZEVEDO, 2008).

4.2. Pontos de coleta

Desde 2012 existem atividades de monitoramento hidrológico no ribeirão das Posses feitas pelo Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Este fator foi determinante para a escolha dos pontos de coleta de amostras de água e material particulado, uma vez que se prezou pela manutenção do abastecimento do banco de dados da série histórica.

No total, foram monitorados 14 pontos ao longo da microbacia, compreendendo nascentes, afluentes e canal principal (pontos 1 ao 12, 15 e 16), além de mais dois pontos na foz das duas microbacias vizinhas, ribeirão do Salto e do ribeirão Forjos (pontos 13 e 14), para efeito de comparação. As áreas monitoradas variaram desde nascentes, afluentes, canal principal e foz. As áreas de coleta podem ser observadas nas Figuras 7 e 8.

Há uma variação considerável entre as características das áreas de entorno dos pontos de coleta. A atuação do programa Conservador das Águas promoveu diversas iniciativas de restauração na microbacia. As nascentes nos pontos 1, 5 e 7 possuem restauração florestal de cerca de 11 e 13 anos, enquanto o ponto 14 na microbacia do ribeirão Forjos se encontra numa área de remanescentes florestais bem conservados.

Por outro lado, pontos como o 3, 4 e 11 encontram-se em área de pastagem. A maioria dos pontos são de fácil acesso, sendo próximos de estradas asfaltadas ou estradas rurais. Nenhum dos pontos de coleta tem sua área de entorno totalmente urbanizada. Os pontos 1, 3, 7, 9 e 12 são monitorados desde 2012 contudo, não foram incluídos no presente trabalho. Nas proximidades do ponto 11 verifica-se um empreendimento que produz alimentos em conserva.

Durante o período de coleta de amostras de água, houveram algumas obras ao longo do canal principal do ribeirão como, por exemplo, no ponto 6 foi feito um terraceamento e o vertedouro do ponto 3 foi demolido e substituído por um maior após uma mudança na estrada que passa sob o ribeirão.

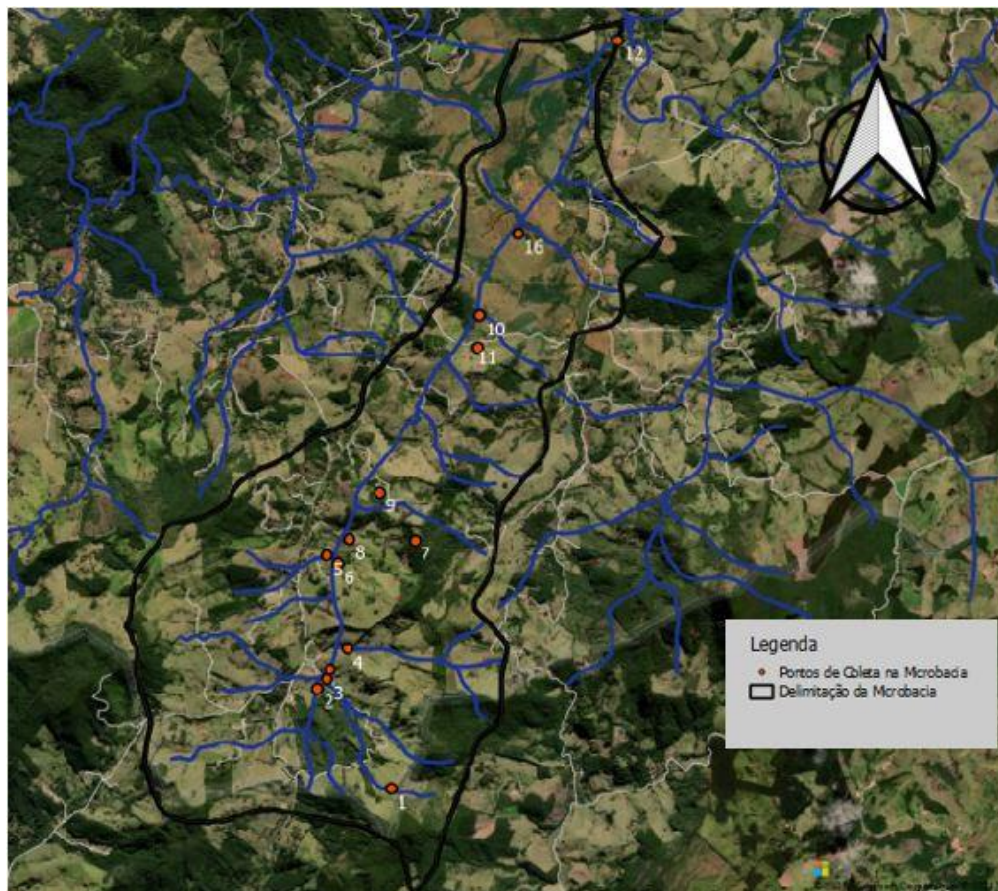


Figura 6 – Mapa da delimitação da microbacia do ribeirão das Poses e localização dos pontos de coleta nesta microbacia



Figura 7 – Fotos dos pontos de coleta de 1 a 8



Figura 8 – Fotos dos pontos de coleta de 9 a 16

4.3. Parâmetros analisado e procedimentos de coleta em campo

Durante os anos de 2018 e 2019, foram realizadas 13 incursões de campo, como mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Data das campanhas de campo para coleta de amostras de água, material particulado em suspensão e aferição dos parâmetros físico-químicos analisados *in loco*

Ano	2018	2019
	02/abr	07/fev
	14/jun	04/abr
	02/ago	30/abr
	22/nov	29/mai
	19/dez	27/jun
		15/ago
		02/out

Durante as campanhas de campo foram analisados os parâmetros físico-químicos como pH, temperatura do ar e da água, concentração e percentual de oxigênio dissolvido (ODmg e OD%), e condutividade elétrica (CE). Foram coletadas amostras de água para análises posteriores da taxa de respiração (TR), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), do carbono orgânico dissolvido (COD) e do carbono inorgânico dissolvido (CID), do nitrogênio total dissolvido (NT). O material particulado em suspensão coletado foi destinado para análises isotópica C ($\delta^{13}\text{C}$) e N ($\delta^{15}\text{N}$) (‰.). As amostras coletadas foram conservadas em caixa térmica com gelo até recebimento no laboratório e depois colocadas sob refrigeração até os procedimentos analíticos. Os materiais para acondicionamento das amostras foram lavados com solução ácida (HCl 5%) e água deionizada ultrapura (Sistema Milli-Q® – marca Millipore) (ABNT, 2001). As amostras foram mantidas sob refrigeração a 4°C (CETESB, 1987) para preservar a maioria das características físicas e químicas.

O procedimento de coleta das amostras de água se deu pela imersão de cerca de 25 cm na coluna d'água, de um balde graduado de 10 litros. No recipiente de coleta, foram medidos *in loco* os parâmetros físico-químicos de qualidade de água, temperatura da água, oxigênio dissolvido e saturação de oxigênio, com o auxílio de um oxímetro da marca

YSI, modelo 58, sendo os resultados expressos respectivamente em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), miligrama por litro (mg L^{-1}) e em porcentagem (%). O pH foi obtido com a utilização de um equipamento portátil da marca Orion (modelo 850) e a condutividade elétrica aferida por um condutivímetro também da marca Orion (modelo 115) onde os valores obtidos foram expressos em microsiemens por centímetro ($\mu\text{s cm}^{-1}$). Também foi medido a temperatura ambiente obtida por um termômetro portátil e seu valor expresso em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). O procedimento de leitura dos parâmetros pode ser observado na Figura 10.

As amostras de água separadas para verificar a taxa de respiração e demanda bioquímica de oxigênio, foram armazenadas em 6 frascos de vidro de 60 mL cada por ponto de coleta, sendo que em 3 frascos foram adicionado solução de cloreto de mercúrio (HgCl_2) com diluição de 0,2 mg/1000mL no momento da amostragem e outros três frascos foram mantidos incubados no escuro a 25°C .

Para o armazenamento das amostras de água destinadas a análise química de Carbono Orgânico Dissolvido, Carbono Inorgânico Dissolvido e Nitrogênio Total, foram utilizados frascos de polietileno de 500 mL ($\text{Ø} = 4$ cm) lavados com solução ácida (HCl 5%) e água deionizada ultrapura (*Sistema Milli-Q®* – marca *Millipore* (ABNT, 2001). O material de coleta pode ser observado na Figura 9b.

A coleta do material particulado em suspensão foi destinada para análise isotópica C ($\delta^{13}\text{C}$) e N ($\delta^{15}\text{N}$) (‰) e dos teores elementares de C e N (%). A porção mais grossa do material particulado em suspensão (MPSG) foi separada ainda em campo pela filtragem da água coletada (de 10 a 50 L) na peneira de malha de 63 μm , até que o volume de sedimento retido na peneira fosse relevante. Esse material foi armazenado em frascos de vidro de 250 mL. A porção fina do material particulado em suspensão (MPSF) foi obtida a partir das coletas de água que passaram pela mesma peneira de malha de 63 μm e em seguida armazenada em frascos de polipropileno de 1000 mL (boca larga; $\text{Ø} = 4$ cm). O procedimento de filtragem das amostras para separar o MPSF do MPSG é ilustrado na Figura 9a.



Figura 9 – a: Procedimento de filtragem das amostras de água para obtenção do material particulado em suspensão grosso. b: Foto dos frascos e caixas térmicas utilizados para armazenamento das amostras



Figura 10 – Foto ilustrando os equipamentos realizando a leitura dos parâmetros físico-químicos feitas em campo

4.4. Análises em Amostras de Água

As amostras de água, destinadas a análises laboratoriais, foram mantidas refrigeradas (4°C) e o preparo das amostras, para as respectivas análises, foi feito com no máximo 2 dias após a coleta. Para análise de COD, uma alíquota das amostras de água de cada ponto de coleta, previamente peneiradas (63 μm), foram filtradas utilizando filtros de microfibras de vidro Millipore $\text{Ø} \approx 0,7 \mu\text{m}$, calcinadas a 500°C por 5 horas. Essas amostras foram armazenadas em

frascos de quartzo (40 mL) calcinados e mantidos em um refrigerador à 4°C até sua análise pelo instrumento Shimadzu TOC 5000A por detecção em infravermelho, que permite quantificar o CO₂ gerado na queima do carbono orgânico.

As amostras para análise de CID e NT foram filtradas utilizando-se membranas de acetato de celulose (\varnothing poro = 0,45 μ m; marca Millipore), através do uso de uma bomba a vácuo, sendo armazenadas em frascos de polipropileno de 60 mL e mantidas em refrigerador a 4°C até sua análise, em instrumento Shimadzu TOC 5000^a por acidificação do carbono inorgânico combinado ao módulo de nitrogênio (TNM⁻¹).

O cálculo da TR e DBO das amostras coletas nos 6 frascos de campo e incubados no escuro a 25°C foram determinados após um determinado período de tempo que variou de três a cinco dias, em função da concentração de oxigênio medido no rio no momento da coleta. O oxigênio dissolvido dos frascos foi medido, utilizando-se o eletrodo específico da marca YSI, modelo 5905, para averiguar a taxa respiratória a partir do consumo de oxigênio das amostras. Após a mensuração do valor do oxigênio em todos os frascos foi calculado a média entre os valores dos três frascos incubados e dos três frascos preservados. Para obter os valores de DBO o resultado da TR foi multiplicado por 120, valor correspondente em horas a um período de 5 dias de incubação.

O cálculo da TR expressa em mg.L⁻¹.h⁻¹ foi feito através da Equação 1:

$$TR = \frac{(ODc - ODi)}{t}$$

Onde:

TR – Taxa de respiração (mg L⁻¹.h⁻¹)

ODp – Oxigênio Dissolvido no Frasco de Campo (mg L⁻¹)

ODi – Oxigênio Dissolvido nos Frasco Incubado (mg L⁻¹)

t – tempo decorrido de incubação (hs)

4.5. Análise isotópica nas amostras de material particulado em suspensão

O Material Particulado em Suspensão Grosso (MPSG) coletado em campo através de filtração e, peneira de 63 μ m, foi seco em estufa à 60 °C por 48 horas, e em seguida o volume foi mensurado em uma balança analítica de precisão (0,000001g). Posteriormente foram triturados para análise de teor elementar de carbono e nitrogênio (C e N %) e análise isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ ‰).

As amostras de Material Particulado de Sedimento Fino (MPSF) foram coletadas através de filtração de amostras de água, utilizando-se de bomba de vácuo de baixa pressão, em membranas de acetato de celulose (\emptyset poro = 0,45 μm ; \emptyset diâmetro = 25 mm). As membranas foram secas em estufa à 60°C por 48 horas, e pesadas em balança analítica de precisão (0,000001g), antes e depois do processo de filtragem, desta forma, foi mensurado a massa de material sedimentar retido em cada membrana. Posteriormente, o material foi destinado a análise de teor elementar de carbono e nitrogênio (C e N %) e análise isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}\%$).

A análise isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}\%$ e a concentração do teor elementar de C e N (%) dos sedimentos coletados foram analisados utilizando-se de um analisador elementar (CHNS – EA 1110), acoplado em um espectrômetro de massa (Thermo Quest Finnigan Delta Plus). Os teores elementares de C% e N% e os valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}\%$ foram comparados com padrões secundários relativos a padrões internacionais de, PDB (*Belemnitela americana*) e N atmosférico, e expresso em partes por mil (‰) (MARTINELLI et al., 1988).

4.6. Protocolos de Avaliação Rápida do Ambiente Físico

Os Protocolos de Avaliação Rápida do Ambiente Físico (PAR), são ferramentas empregadas para caracterizar e avaliar os ecossistemas fluviais de forma qualitativa, baseada na observação da área *in loco*, onde o ecossistema da zona ripária e do rio são avaliados a partir de uma lista de parâmetros físicos e biológicos predefinidos estabelecendo-se uma pontuação para o estado em que o ambiente se encontra (RODRIGUES et al., 2008).

A princípio, é necessário estabelecer uma área de referência sendo um ecossistema com perturbação mínima e o mais próximo possível da área estudada (PLAFKIN et al., 1989). Essas áreas de referências devem ter pouca ou nenhuma interferência antrópica, uma vez que, cursos d'água pouco afetados pela ação humana exibem condições biológicas mais favoráveis, e vice-versa (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006). A partir disso, é possível mensurar os vários graus de interferência e de estresse do ecossistema.

A utilização dessa ferramenta em pesquisas ambientais, no cenário nacional e internacional, normalmente é feita mediante a adaptação de protocolos bem consolidados na literatura. A proposta dos PAR é justamente ser um documento flexível e passível de adaptações e complementações (VARGAS; JÚNIOR, 2012). As adaptações nos PAR's são feitas mediante as variações de especificidades regionais e locais dos ecossistemas fluviais sendo, a sua

utilização um processo contínuo de ajustes e aprimoramentos à medida que o seu emprego possa cobrir uma gama mais diversificada de tipologias fluviais, bacias hidrográficas e ecorregiões (OMERNIK, 1987).

A proposta para este trabalho é aplicar um PAR nos mesmos pontos onde foram coletadas as amostras de água, para gerar informações sobre a qualidade ambiental das áreas de entorno dos pontos de coleta, de forma a avaliar qualitativamente as áreas ripárias ao longo do ribeirão das Posses possibilitando uma avaliação mais completa da eficiência da conservação e recuperação ambiental gerada pelas atividades do programa de PSA.

Um aspecto importante da aplicação do protocolo é a definição do trecho do rio a ser considerado na avaliação. Neste trabalho, foi considerado o ponto mais longe que se conseguia ver a olho nu nas extremidades das duas margens. De acordo com a literatura, é recomendado que se aplique o protocolo em diferentes trechos do mesmo rio, a fim de potencializar os resultados. O resultado do protocolo adaptado para este trabalho foi posteriormente comparado com os resultados de parâmetros físico-químicos a fim de validar o uso do PAR para a área de estudo e verificar a precisão do mesmo como ferramenta de monitoramento, através da comparação com os parâmetros de CE e DBO.

Para este trabalho foi feita uma adaptação baseada na junção de dois protocolos desenvolvidos pelo Prof. Dr. Marcos Callisto da Universidade Federal de Minas Gerais. Este autor é uma das maiores referências no desenvolvimento e adaptação de protocolos de avaliação rápida para ecossistemas do sudeste do Brasil. Foi utilizado uma parte do protocolo proposto por Callisto et al. (2002) e outra parte do protocolo de Callisto et al. (2014) (Anexo B). Em ambos os casos, foram priorizados os indicadores relativos ao ambiente de entorno, alterações antrópicas e, principalmente, a zona ripária.

O protocolo de Callisto et al. (2002) é composto por duas partes e 22 parâmetros distribuídos em categorias descritivas, com pontuação variando de 0 a 4 com 3 opções de resposta na primeira parte. A segunda parte oferece 4 possibilidades de respostas e uma pontuação que varia de 0 a 5. Este protocolo foi utilizado quase na íntegra, tendo sido apenas removido 2 parâmetros.

Já o protocolo de Callisto et al. (2014) é uma proposta de PAR mais complexa, que avalia diversos fatores tais como, medidas de margem, cobertura de dossel, abrigo para peixes, entre outros. Deste protocolo, foi utilizada somente a parte destinada a avaliação antrópica, referida como “influência humana”, esta parte conta com 11 parâmetros e 5 categorias de respostas que variam de acordo com a distância entre a interferência antrópica e as margens do rio. Deste protocolo foram utilizados 7 parâmetros.

Para padronizar a pontuação ao juntar os dois protocolos, foi determinada a mesma pontuação da segunda parte do protocolo de 2002, uma vez que ambas as partes oferecem 4 possibilidades de resposta. As notas foram então divididas de 0 a 5 correspondendo respectivamente a classificação do protocolo original de 2014, sendo que a categoria “ausente” equivale a nota 0 e a categoria “na margem” equivale a nota 5. É importante ressaltar que, a escolha dos parâmetros a serem mantidos na adaptação do protocolo, foi feita baseada no profundo conhecimento de campo da área de estudo, o que permitiu a tomada de decisão sobre a relevância de cada parâmetro para este estudo em específico.

A metodologia utilizada em ambos os protocolos parte do princípio que, quanto menor a nota final atribuída a área avaliada, melhor o nível de preservação ambiental da mesma. A nota final do protocolo é obtida através do somatório dos valores atribuídos a cada um dos parâmetros em cada ponto de observação. Quando reunido as notas finais de todos os pontos de observação, pode-se inferir sobre a preservação ambiental da bacia hidrográfica de maneira geral.

O protocolo final utilizado neste trabalho (Apêndice A) contou com 27 parâmetros, sendo que 9 parâmetros variaram de 0 a 4 pontos divididos em três possíveis respostas, com valores de 0, 2 e 4. Os demais 18 parâmetros tinham a nota variando de 0 a 5 enquadrados em 4 possíveis respostas com valores de 0, 2, 3 e 5 onde 0 indica o cenário mais negativamente impactado e 4 e 5 o cenário menos negativamente impactado. Os 27 parâmetros foram divididos em três seções, aspectos gerais do ambiente (9), características gerais do riacho e da zona ripária (11) e ações antrópicas (7).

Este protocolo foi aplicado uma única vez em cada ponto de coleta, ao longo de dois dias, no mês de janeiro de 2020. Os resultados foram categorizados segundo a alteração do ambiente, descritos na Tabela 2 onde a autora designou graus de alteração referentes a intervalos de pontuação, atribuindo uma escala correspondente as notas obtidas no protocolo como foi visto em outros trabalhos que tratam deste tema (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; PADOVESI-FONSECA et al., 2010; VARGAS; FERREIRA JÚNIOR, 2012).

Tabela 2 Conceitos e notas atribuídos as áreas de entorno através da aplicação do PAR

Variação da Nota:	Conceito Atribuído:
0-31	Alterações Extremas: AE
32-63	Alterações Acentuada: AA
64-95	Alterações Moderadas: AM
96-126	Alterações Reduzidas: AR

Optou-se por aplicar o protocolo ao final do período de coleta de amostras de água e material particulado, pois foi necessário desenvolver um bom conhecimento da área e familiarizar-se com o ambiente de entorno dos pontos de coleta para fazer uma escolha mais assertiva dos parâmetros a serem utilizados na versão adaptada do protocolo. Junto da aplicação do protocolo foram medidas temperatura do ar e temperatura da água, em cada ponto.

Para garantir o sucesso da aplicação do protocolo a pesquisadora foi acompanhada por mais dois observadores, o que permitiu discutir e determinar melhor o enquadramento de alguns parâmetros. Como os PAR's são ferramentas de avaliação qualitativa e subjetiva, foi necessário treinamento prévio para se adotar padrões na avaliação do enquadramento das notas dos parâmetros. O protocolo adaptado para este trabalho foi previamente testado no ribeirão Piracicamirim, na cidade de Piracicaba-SP, a fim gerar uma familiarização com a ferramenta e evitar erros drásticos durante o uso do protocolo na área de estudo.

4.7. Entrevistas com os produtores rurais do ribeirão das Posses

Visando complementar os demais dados já gerados por este trabalho, também foram realizadas entrevistas com os produtores rurais na microbacia da área de estudo, a fim de agregar uma visão humana sob o projeto de PSA estudado, permitindo uma interdisciplinaridade ainda mais abrangente para esta pesquisa.

Como o objetivo deste trabalho é ajudar a propor indicadores interdisciplinares para o monitoramento ambiental, ressalta-se a importância da participação social na determinação destes indicadores, em especial, dos indicadores qualitativos, uma vez que o fenômeno participativo é o âmago da dimensão humana de qualidade (DEMO, 2002).

Dentro do contexto de um programa de PSA como o Conservador das Águas, cabe aos proprietários rurais a maior parcela da responsabilidade de conservar as áreas ripárias, essenciais para a preservação dos corpos hídricos. Isso torna o produtor rural o principal alvo dos delineamentos de PSA. Visando garantir a manutenção e a durabilidade dessa estratégia de conservação é fundamental que os produtores rurais estejam completamente envolvidos na causa, não apenas devido a compensação financeira, mas também se conscientizando da importância das boas práticas agrícolas.

Desta forma, o principal objetivo desta parte do trabalho é levantar informações junto aos produtores rurais da microbacia do ribeirão das Posses que tinham contratos vigentes com o programa de PSA na época em que o estudo foi realizado, que permitam mensurar o grau de envolvimento dos produtores com o projeto, as possíveis interferências que o projeto possa ter causado na visão, no cotidiano e nas práticas de manejo dos produtores. Possibilitando assim, a formulação de indicadores qualitativos de caráter socioambiental para avaliar o programa de PSA em relação ao seu papel como política pública de conservação ambiental, e seu possível papel como fermenta de transformação social. Para Murandian et al. (2010), os delineamentos de PSA devem ser enquadrados em um instrumento de política de múltiplos objetivos, onde as questões sociais e de desenvolvimento rural devem ser fortemente incorporadas.

A Etnoecologia é uma ciência interdisciplinar no ramo da Ecologia Humana, que tem por objetivo explorar o conhecimento sobre o ambiente natural e a relação entre o homem e a natureza (TOLEDO, 2002). Estudos etnoecológicos visam explicar como a natureza é percebida pelo ser humano e pelas sociedades através da estrutura de conhecimento particular a cada um, tais como, crenças, folclore, tradições e práticas, a fim de determinar estratégias para o uso de recursos naturais (BERKES; COLDING; FOLKE, 2000).

O termo *Local Ecological Knowledge* (LEK) pode ser definido como o conhecimento de um grupo específico de pessoas sobre seus ecossistemas e a interação com os mesmos, podendo ser uma mistura de conhecimento científico e prático (OLSSON; FOLKE, 2001). Na medida que o LEK é adquirido por uma comunidade e transmitido ao longo do tempo, podem ser observadas mudanças de comportamento resultantes deste conhecimento, podendo influenciar diretamente nas práticas de manejo dos recursos naturais desempenhado por esta comunidade (BERKES; COLDING; FOLKE, 2000). É importante ressaltar que o LEK possui uma configuração dinâmica, capaz de integrar novas informações e proporcionar adaptabilidade, permitindo que a população local supere situações adversas (BERKES; COLDING; FOLKE, 2000).

Esta parte do trabalho buscou entender a visão dos proprietários rurais a respeito do programa em si, do meio ambiente e da água em suas propriedades. Através da consulta a esta comunidade e buscando entender a compreensão desses produtores sobre os serviços ambientais prestados por eles. As pesquisas feitas com base na percepção ambiental permitem entender a relação entre o homem e o ambiente, e ainda permite que as perspectivas em pesquisas científicas, sociais ou políticas também possam ser incluídas através deste conceito (PACHECO; SILVA, 2006).

A amostra foi delineada baseada na possibilidade de se estabelecer uma relação direta com as outras coletas de dados e resultados esperados dos demais métodos de estudo propostos por esta pesquisa, por isso optou-se por ficar dentro da área de estudo, no ribeirão das Posses. Como um dos focos do trabalho é monitorar o programa de PSA, optou-se por entrevistar apenas os proprietários que possuíam contratos vigentes com o programa. No período em que foram realizadas as entrevistas, havia um total de 19 proprietários com contratos vigentes no ribeirão das Posses.

Esse tipo de pesquisa permite que o delineamento amostral seja feito de forma intencional, possibilitando o pesquisador a selecionar os entrevistados de acordo com seu juízo particular (DUARTE, 2006). Fatores como a viabilidade ou disponibilidade dos entrevistados também devem ser levados em consideração.

A estratégia escolhida foi a de entrevistas, um dos métodos mais utilizadas em trabalho de campo (CRUZ NETO, 1994). Optou-se por entrevistas semiestruturadas, que seguia um roteiro predeterminado. Segundo Manzini (2003), o roteiro tem como propósito conduzir o pesquisador para que durante a entrevista haja uma conversa orientada que seja capaz de alcançar os objetivos pretendidos da pesquisa. As entrevistas foram guiadas por um questionário elaborado pela pesquisadora (Apêndice B) contendo perguntas abertas e fechadas, trazendo um caráter quali-quantitativo para a pesquisa. Isso permitiu uma conversa objetiva, porém não restritiva, dando liberdade dos entrevistados de trazerem assuntos paralelos aos tratados na entrevista, buscando proporcionar um maior conforto para o entrevistado na hora da entrevista.

Na formulação do questionário as perguntas relacionadas ao programa de PSA e aos recursos hídricos, foram feitas com intuito de tentar entender a compreensão dos entrevistados sobre esse tema em específico. Também foram feitas perguntas de caráter socioeconômico para caracterizar a população estudada em relação a esse aspecto.

Devido à natureza exploratória desta parte da pesquisa, os resultados foram tratados de forma quantitativa em percentual, a interpretação destes dados foi feita de forma qualitativa a fim de propor possíveis indicadores socioambientais de avaliação do programa de PSA. A construção de indicadores qualitativos por estratégias quantitativas tem por objetivo aferir valores, opiniões, relações e vivências intersubjetivas (MINAYO, 2009), neste contexto, indicadores qualitativos são capazes de expressar a voz, os sentimentos, os pensamentos e as práticas dos diversos atores que compõem o universo da pesquisa (MINAYO; ASSIS; SOUZA, 2005).

As entrevistas foram feitas ao longo de 4 dias corridos entre 16 e 19 de março de 2020 durante o horário comercial. Os proprietários foram abordados nas respectivas propriedades sem contato prévio. Os procedimentos em campo ocorreram da seguinte forma, a pesquisadora foi acompanhada por um funcionário do Conservados das Águas até as propriedades, esse funcionário não acompanhou as entrevistas para que os entrevistados não ficassem coagidos ou inibidos.

Inicialmente a pesquisadora se apresentou e explicou rapidamente de forma simplificada os objetivos da pesquisa. Em seguida foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice C) exigido pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, o qual este trabalho se sujeitou a avaliação prévia. O TCLE exigia a assinatura dos proprietários e continha uma cláusula solicitando a gravação de voz da entrevista. Não foi necessário o preenchimento de nenhum outro documento por parte dos entrevistados.

As entrevistas seguiram o roteiro predeterminado, sendo que as respostas ao questionário vinham de forma natural ao longo da conversa. Buscou-se fazer as perguntas de forma a não sugerir ou induzir as respostas e quando necessário as perguntas eram feitas mais de um vez ou reformuladas para garantir o entendimento do entrevistado. Foi dada toda a liberdade para o entrevistado comentar e responder as perguntas. A pesquisadora foi responsável por enquadrar as respostas dos entrevistados nas alternativas das perguntas fechadas do questionário e as respostas foram gravadas e anotadas em um diário de campo.

Após a realização das entrevistas, foi feita a transcrição de trechos captados pelas gravações e anotações de campo que foram considerados importantes e que respondiam as perguntas abertas. Na sequência foi feita uma pré-análise das respostas às perguntas fechadas em forma de percentual. Em seguida foi realizada a leitura final dos resultados a fim de identificar perguntas chave e comentários que poderiam colaborar com a elaboração dos possíveis indicadores socioambientais.

A equipe do Conservador das Águas em Extrema colaborou disponibilizando informações sobre os atuais contratos de PSA na microbacia do ribeirão das Posses, a localização das propriedades, um veículo e um funcionário para acompanhar a pesquisadora. No total, haviam 19 contratos em vigência, sendo que dois deles pertenciam ao mesmo proprietário, porém, em propriedades diferentes; sendo assim, dos 18 possíveis entrevistados foi possível contatar 13, o que representou cerca de 72% da amostra. Dos 5 proprietários com os quais não foi possível estabelecer contato houveram os seguintes motivos, um se recusou a fazer a entrevista, um estava de quarentena com suspeita de COVID-19 e 3 não foram encontrados na propriedade, nem nenhum parente ou residente fixo. Das 13 entrevistas, 2 foram feitas com as mães dos proprietários, pois elas que residiam permanentemente no local; outras 2 entrevistas foram feitas com o caseiro também pelo fato do proprietário não residir na propriedade. Devido ao decreto de quarentena feito pelo Governo do Estado de São Paulo no dia 22/03/2020, não foi possível voltar à área de estudo para continuar o levantamento de dados.

O roteiro aplicado aos entrevistados contou com 54 perguntas e o tempo médio das entrevistas foi de 40 minutos, sendo que a entrevista mais longa demorou 1 hora e 20 minutos e a mais curta 34 minutos. A maioria dos proprietários foi bem receptiva, aceitando participar da entrevista e respondendo todas as perguntas. A assinatura do TCLE, as perguntas relacionadas a renda e a gravação de voz das entrevistas causaram um pouco de desconforto em alguns entrevistados ainda sim, todos assinaram o TCLE, porém, 3 não responderam à pergunta sobre a renda média da família e apenas 6 permitiram a gravação do áudio.

4.8. Análise dos resultados e estatística

Os resultados analíticos provenientes das amostras de água e material particulado em suspensão foram analisados quanto à natureza das distribuições paramétricas (gaussianas) ou não paramétricas (não gaussianas). Os resultados das médias e desvio padrão de cada parâmetro foi apresentado e discutido de forma a interpretar os resultados obtidos.

Os resultados dos protocolos foram tratados de forma quantitativa, e expressos em percentual e em números absolutos. Foi feita uma análise de regressão linear simples entre os resultados do protocolo e os parâmetros de qualidade de água CE e DBO para provar a relação direta de causalidade entre esses resultados. A análise de regressão pode ser definida como um conjunto de técnicas estatísticas usadas para modelar as relações entre as variáveis estudadas (MARÔCO, 2018). As análises estatísticas foram feitas com o auxílio dos programas computacionais para execução de gráficos e gerenciamento do banco de dados em planilhas eletrônicas, com o uso do software R (versão 4.1), considerando o nível de significância de 5%.

Após a análise de regressão foi feita uma correção através do R para minimizar os erros e excluir os *outliers* na análise.

Para a apresentação e tratamento dos resultados obtidos através dos questionários e entrevistas com os produtores rurais, priorizou-se uma abordagem quantitativa pois, devido ao caráter inédito de alguns dados optou-se por apresentar parte dos resultados em forma de levantamento de dados, onde as respostas às perguntas fechadas foram expressas em percentual.

Já as perguntas abertas foram analisadas qualitativamente, gerando resultados descritivos, que foram relacionados com os demais resultados obtidos neste trabalho. É importante ressaltar que nesse tipo de pesquisa os dados gerados não são apenas provenientes das falas durante a entrevista e sim, gerados através de um processo reflexivo mais complexo que leva em conta a interpretação da pesquisadora, no intuito de tentar compreender aspectos subjetivos do discurso dos entrevistados.

5. RESULTADOS

5.1. Parâmetros analisado *in loco* e DBO

Os valores de pH (Figura 11) ficaram próximos a neutralidade, registrando valores médio próximos a 7, o resultado do valor médio entre os pontos de coleta foi de 6,8. O ponto 1 que se encontra numa área alta na cabaceira é uma nascente com atividades de restauração de 13 anos foi onde observou-se o menor valor médio de pH 6,47. O maior valor médio pH 7,33 foi observado no ponto 14 na foz do ribeirão Forjos.

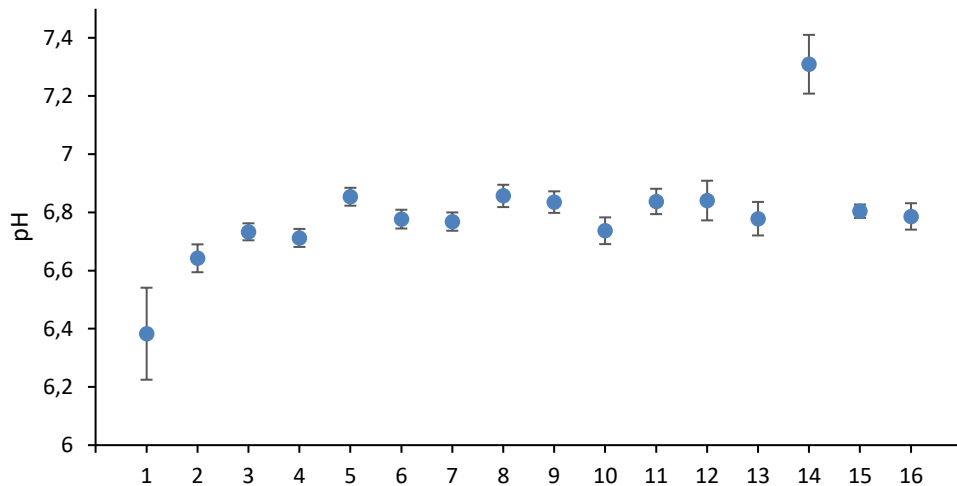


Figura 11 – Gráfico com os resultados médios coletas e erro padrão das 13 das leituras de pH por ponto de coleta

Os valores da condutividade elétrica (Figura 12) apresentaram valor médio de $52,84 \mu\text{S cm}^{-1}$, sendo que os valores mais baixos foram encontrados em áreas com a restauração florestal mais antiga, como nos casos dos pontos 1 e 5, sendo o menor valor médio registrado de $18,28 \mu\text{S cm}^{-1}$ no ponto 14, que possui uma área de remanescente florestal bem expressiva. Já os maiores índices de CE foram observados nos pontos com maiores interferências antrópicas (4, 11 e 12), onde o maior valor médio foi de $69,45 \mu\text{S cm}^{-1}$ no ponto 12, nesses três casos é possível observar que as áreas de entorno dos corpos hídricos sofrem forte influência das atividades agropastoris e no ponto 11 há influência da fábrica de conservas localizada cerca de observar que 500 metros da margem onde foram feitas as coletas.

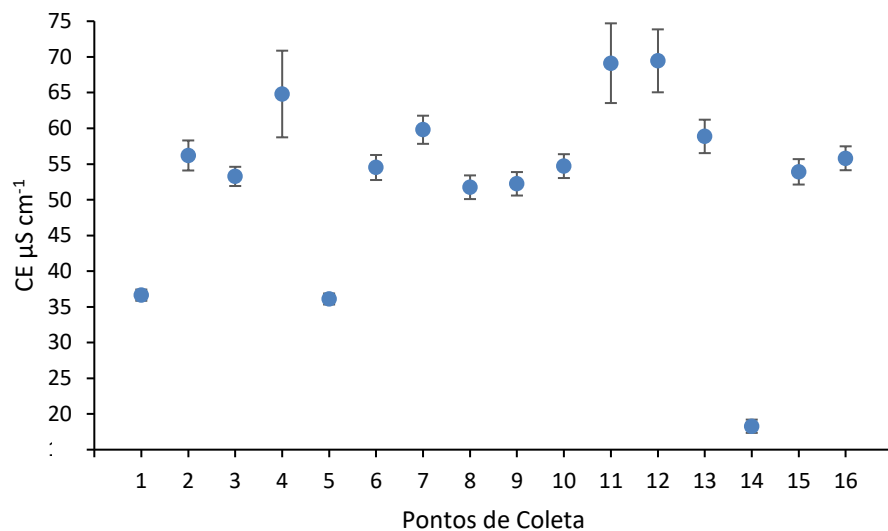


Figura 12 – Gráfico com os resultados médios e erro padrão das 13 coletas das leituras de CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) por ponto de coleta

Os resultados das médias de OD (mg L^{-1} e %) e temperaturas do ar e da água são apresentados na Tabela 3. A temperatura ambiente variou entre 14 e 30 °C, já a temperatura da água teve uma variação entre 15 e 23,5 °C. Essas variações correspondem a diferenças do período do dia em que a coleta ocorreu, as estações do ano e o clima na região.

A média geral de OD foi de 8,30 mg L^{-1} , que representa um valor alto de disponibilidade de oxigênio na microbacia. Os maiores valores foram registrados nos pontos 5 e 14, onde se encontram remanescentes florestais bem conservados além das atividades de restauração promovidos pela iniciativa de PSA. Os menores valores registrados de OD em toda microbacia foram nos pontos 4 e 7 que são diretamente influenciados pelas atividades agropecuárias e pela forte presença de gramíneas na zona ripária. Ressalta-se que, em diversas coletas, foi observada uma coloração amarelada e um odor forte nas amostras de água do ponto 4, provavelmente provenientes de efluentes orgânicos oriundos das atividades de extração do leite do gado presente na propriedade.

Tabela 3 – Resultados das médias, erro padrão e valores máximo e mínimos dos parâmetros de OD (mg L⁻¹ e %) e temperatura do ar e da água por ponto de coleta (n=13)

Pontos de Coleta	OD mg L ⁻¹			OD %			T°C A			T°C Ar		
	Média	Min.	Máx.	Média	Min.	Máx.	Média	Min.	Máx.	Média	Min.	Máx.
1	8,44 ± 0,22	7,00	9,50	92,29 ± 2,38	78,30	104,60	18,57 ± 0,44	15,5	21,0	20,31 ± 0,99	13,0	28,0
2	8,50 ± 0,28	7,00	9,80	92,43 ± 1,78	82,20	102,90	19,04 ± 0,62	14,3	22,6	21,00 ± 1,11	14,0	29,0
3	8,31 ± 0,28	7,50	9,80	90,61 ± 1,94	81,30	104,40	19,19 ± 0,63	15,5	22,7	20,96 ± 0,92	14,0	25,0
4	7,15 ± 0,34	4,70	9,40	76,85 ± 3,86	48,70	98,40	19,01 ± 0,60	15,0	22,0	22,53 ± 0,89	16,0	28,0
5	8,84 ± 0,30	5,97	10,00	95,32 ± 3,48	68,10	111,20	19,11 ± 0,67	15,5	23,0	23,12 ± 0,84	17,0	29,0
6	8,11 ± 0,32	5,78	9,60	88,85 ± 3,56	64,80	104,60	19,32 ± 0,57	15,2	22,0	23,42 ± 0,82	18,0	30,0
7	7,96 ± 0,31	4,70	9,40	84,52 ± 4,19	49,90	102,00	18,41 ± 0,59	14,0	19,0	23,5 ± 0,82	18,0	28,5
8	8,35 ± 0,24	6,90	9,40	92,4 ± 2,45	79,70	108,10	19,77 ± 0,59	16,0	22,1	24,36 ± 0,91	18,0	30,0
9	8,42 ± 0,22	6,87	9,45	93,67 ± 2,18	80,60	105,20	20,21 ± 0,61	16,4	23,0	23,88 ± 0,95	18,0	31,0
10	8,34 ± 0,24	5,85	9,90	90,89 ± 3,09	66,00	104,90	19,5 ± 0,62	15,0	23,0	23,58 ± 0,94	16,0	29,0

continua

conclusão

11	$8,15 \pm 0,25$	6,65	9,10	$90,45 \pm 2,70$	77,20	103,20	$20,27 \pm 0,67$	16,5	23,5	$24,19 \pm 0,91$	18,0	30,0
12	$8,30 \pm 0,29$	6,50	9,50	$83,98 \pm 6,84$	76,70	103,90	$19,77 \pm 0,71$	15,4	24,0	$24,46 \pm 0,90$	20,0	31,0
13	$8,08 \pm 0,25$	6,60	9,20	$90,45 \pm 2,37$	75,60	96,40	$20,47 \pm 0,70$	16,4	24,5	$24,96 \pm 0,86$	21,0	31,0
14	$9,15 \pm 0,18$	7,67	10,10	$97,1 \pm 2,24$	82,10	106,90	$18,11 \pm 0,48$	15,0	21,4	$23,38 \pm 1,36$	21,0	30,0
15	$8,67 \pm 0,25$	7,30	9,80	$93,14 \pm 2,28$	80,60	107,90	$19,04 \pm 0,62$	15,0	22,2	$22,00 \pm 1,05$	14,0	27,0
16	$8,11 \pm 0,24$	5,94	9,40	$89,29 \pm 2,75$	69,00	97,60	$20,01 \pm 0,64$	16,2	23,5	$24,31 \pm 0,96$	18,0	20,0

Os valores de DBO e TR foram baixos no geral, sendo que o maior valor registrado de TR foi de apenas 0,108 mg L⁻¹. Estes indicadores representam a respiração da comunidade aquática e a oxidação da matéria orgânica por meio de atividade microbiana aeróbica, e são diretamente proporcionais entre si. Verifica-se na Tabela 4 que os pontos com os maiores valores de TR e DBO foram nos pontos 4 e 11 caracterizado por áreas onde ocorre uma forte influência da pastagem, a presença do gado e de efluentes, respectivamente, contribuindo para o aumento da matéria orgânica do ribeirão.

Na maioria dos pontos de coleta o valor da DBO foi mais baixos do que o parâmetro do CONAMA nº 357/2005 para rios de Classe 1 (< 3 mg L⁻¹) sendo que o valor médio para esses 13 pontos foi de 1,69 mg L⁻¹. Os pontos 4, 11 e 12 se enquadrariam em rios de Classe 2 segundo o CONAMA nº 357/2005 (< 5mg L⁻¹). O ponto com melhor valor de DBO foi o 5, que é influenciado pela área de remanescente florestal mais antiga dentro da microbacia do ribeirão das Posses.

Tabela 4 – Resultado das médias, erro padrão valores máximo e mínimos da TR (mg L⁻¹) e DBO por ponto de coleta (n=13)

Pontos de Coleta	TR mg L ⁻¹			DBO		
	Média	Min.	Máx.	Média	Min.	Máx.
1	0,0169 ± 0,0018	0,008	0,0327	2,03 ± 0,21	0,95	3,92
2	0,0141 ± 0,0013	0,008	0,0255	1,70 ± 0,15	0,98	3,06
3	0,0104 ± 0,0014	0,005	0,0195	1,25 ± 0,16	0,54	2,34
4	0,0443 ± 0,0065	0,024	0,1080	5,32 ± 0,78	3,45	12,92
5	0,0100 ± 0,011	0,004	0,0192	1,20 ± 0,13	0,51	2,30
6	0,0195 ± 0,0043	0,005	0,0452	2,34 ± 0,52	0,65	5,42
7	0,0114 ± 0,0007	0,008	0,0120	1,37 ± 0,09	0,93	2,16
8	0,0156 ± 0,0026	0,007	0,0350	1,87 ± 0,31	0,86	4,24
9	0,0116 ± 0,0020	0,007	0,0186	1,39 ± 0,24	0,79	2,56
10	0,0129 ± 0,0015	0,007	0,0259	1,55 ± 0,18	0,85	3,11

continua

11	$0,0433 \pm 0,0065$	0,010	0,0730	$4,77 \pm 0,88$	0,25	8,72
12	$0,0324 \pm 0,0062$	0,006	0,0730	$3,88 \pm 0,74$	0,77	8,79
13	$0,0248 \pm 0,0038$	0,006	0,0560	$2,97 \pm 0,45$	0,72	6,75
14	$0,0116 \pm 0,0012$	0,008	0,0209	$1,39 \pm 0,15$	0,80	2,51
15	$0,0114 \pm 0,0010$	0,007	0,0175	$1,35 \pm 0,12$	0,85	2,09
16	$0,0123 \pm 0,0015$	0,003	0,0190	$1,48 \pm 0,18$	0,35	2,26

Os parâmetros de OD e DBO devem apresentar um comportamento inversamente proporcionais, uma vez que DBO representa o consumo de oxigênio pela atividade microbiana aeróbia para oxidar a matéria orgânica presente nos corpos hídricos.

O contraste destes dois indicadores é expressivamente visível na Figura 13, onde é possível observar um comportamento uniforme na maioria dos pontos de coleta. O erro padrão da DBO e do OD têm um comportamento parecido na maioria dos pontos, com exceção dos pontos 4, 6, 11, 12 e 13, isso ocorreu devido a maior variação nos valores de DBO ao longo das coletas, podendo ter registrado eventos como descarga de efluentes, a presença do gado dentro do ribeirão no dia da coleta ou mesmo alguma reforma na estrada próximo do curso d'água.

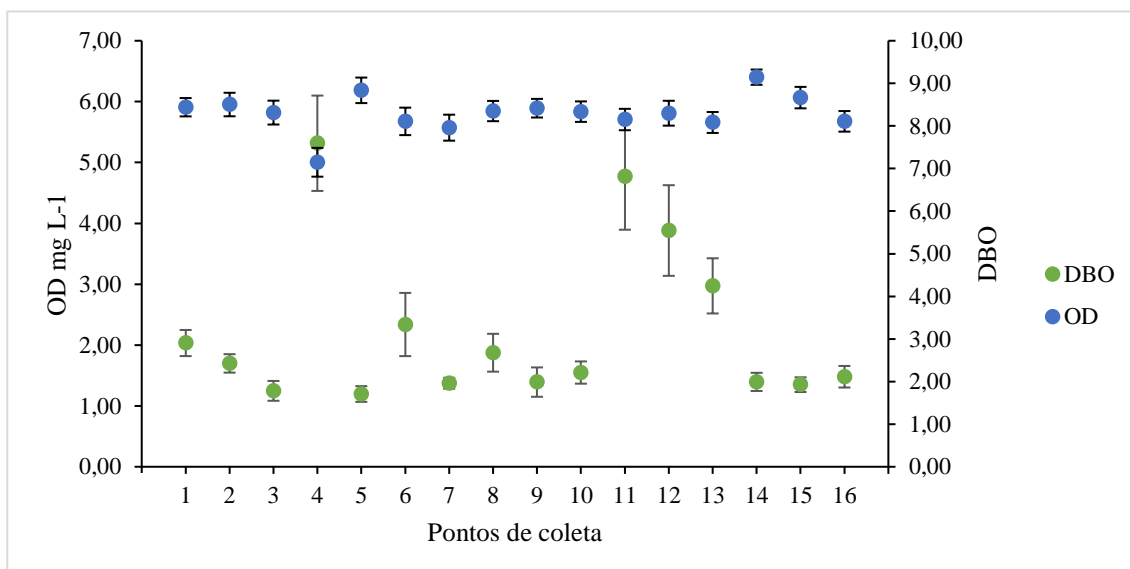


Figura 13 – Gráfico da relação inversamente proporcional entre os resultados das médias e erro padrão dos parâmetros de OD e DBO

5.2. Carbono orgânico e inorgânico dissolvido e nitrogênio total

Nos resultados de COD, ao comparar os pontos que representam áreas de cabeceiras ou nascentes (1, 5 e 7) pode-se observar que os pontos 1 e 5 apresentam os menores valores de COD de toda microbacia (Figura 14), o que era esperado devido ao grau de conservação do ponto 5 e a área de restauração mais consolidada no entorno do ponto 1. Já o ponto 7 apresenta um valor médio de COD ligeiramente alto e também apresenta a menor cobertura vegetal florestal na área de entorno. Ainda na área mais alta da microbacia é possível observar o destaque no resultado de COD no ponto 4, que apresenta o maior médio e o segundo maior valor de erro padrão, neste ponto é evidenciado uma entrada de carga orgânica muito superior em relação aos demais pontos da área mais alta.

Os pontos ao longo do canal principal do ribeirão das Posses (6, 8, 9, 10 e 11) apresentam pouca variação, ficando em torno de $2,00 \text{ mg L}^{-1}$, o erro padrão nesses pontos também é constante, $0,60$ em média. Ao comparar os três pontos (12, 13 e 14) que representam áreas de foz, da microbacia do Posses e sua microbacias vizinhas (Salto e Forjos), podemos notar uma diferença clara entre as três microbacias. Onde a microbacia com valor mais elevado de COD (Posses) chega a ser mais de duas vezes maior que a microbacia com o menor valor (Forjos), o ponto de coleta da foz do ribeirão das Posses também apresenta um maior erro padrão em detrimento outros dois pontos de foz, evidenciando uma variação maior no aporte de nutrientes.

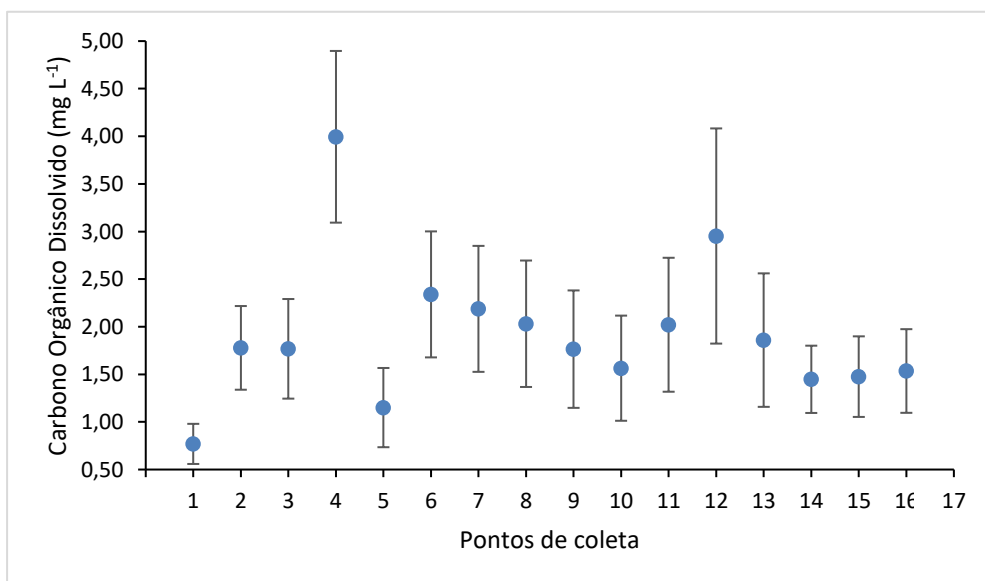


Figura 14 – Gráfico com os resultados médios e erro padrão das análises de COD (mg L^{-1}) por ponto de coleta

Já os resultados de CID (Figura 15) apresentam um comportamento semelhante aos de COD, nas áreas mais altas da microbacia os pontos 1 e 5 também apresentam os menores valores, já o ponto 7 apresenta o maior valor de toda microbacia, superior ainda ao ponto 4 que normalmente apresenta os resultados mais preocupantes no quesito de qualidade de água. Ao longo do canal principal do ribeirão das Posses é possível observar uma flutuação maior dos valores médios entre os pontos e constância dos valores de erro padrão.

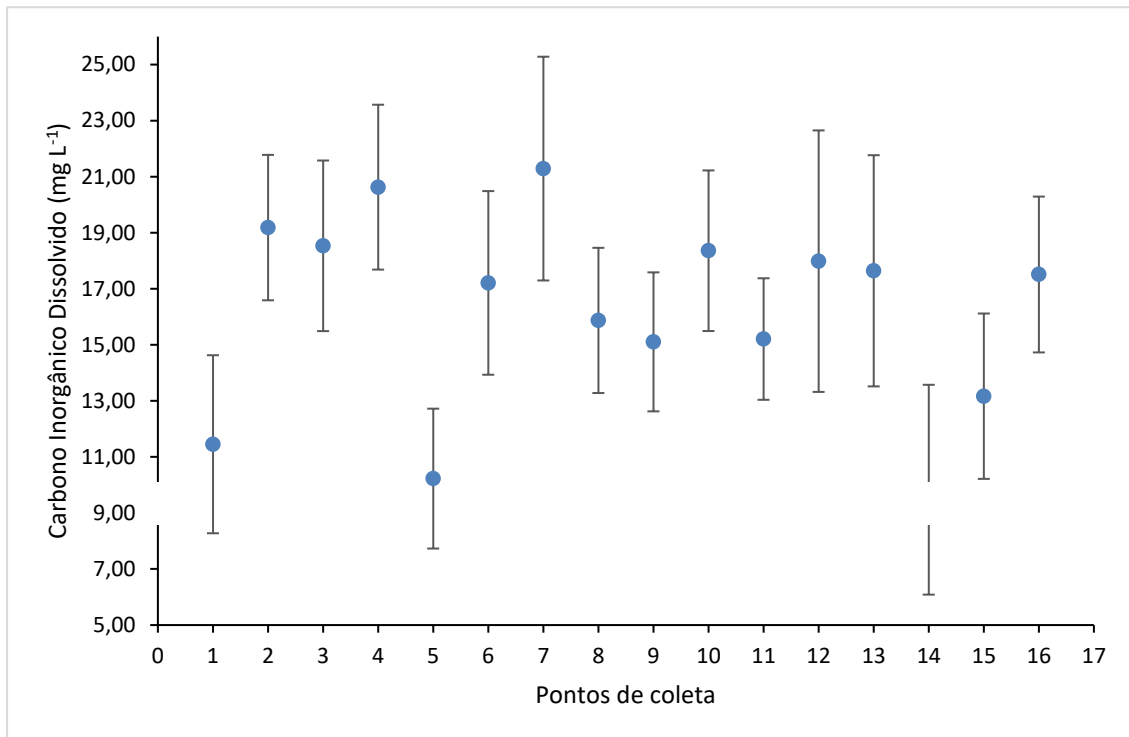


Figura 15 – Gráfico com os resultados médios e erro padrão das análises de CID (mg L⁻¹) por ponto de coleta

Ao compararmos os três pontos de foz, podemos observar que quase não há diferença entre os resultados de CID na foz do Salto e do Posses, já na foz do Forjoz podemos notar uma clara diferença com valores consideravelmente inferiores, a principal diferença entre as três microbacias é a porcentagem de áreas de remanescentes florestais e áreas restauradas bem estruturadas.

Nos resultados de NT (Figura 16) são observados valores baixos para quase todos os pontos de coleta. Também é possível observar pequeno valor de erro padrão nos mesmos pontos, os pontos sendo que representam áreas de nascentes como os pontos 1, 5 e 7 apresentaram valores ligeiramente menores em relação ao demais pontos da microbacia. O ponto 4 é onde retrata-se o maior valor NT em toda a área de coleta, o valor médio chega a ser mais de três vezes maior que o valor médio dos pontos ao longo do canal principal do

ribeirão das Posses, indicando que existe alguma atividade específica nesta área que está afetando drasticamente a qualidade da água.

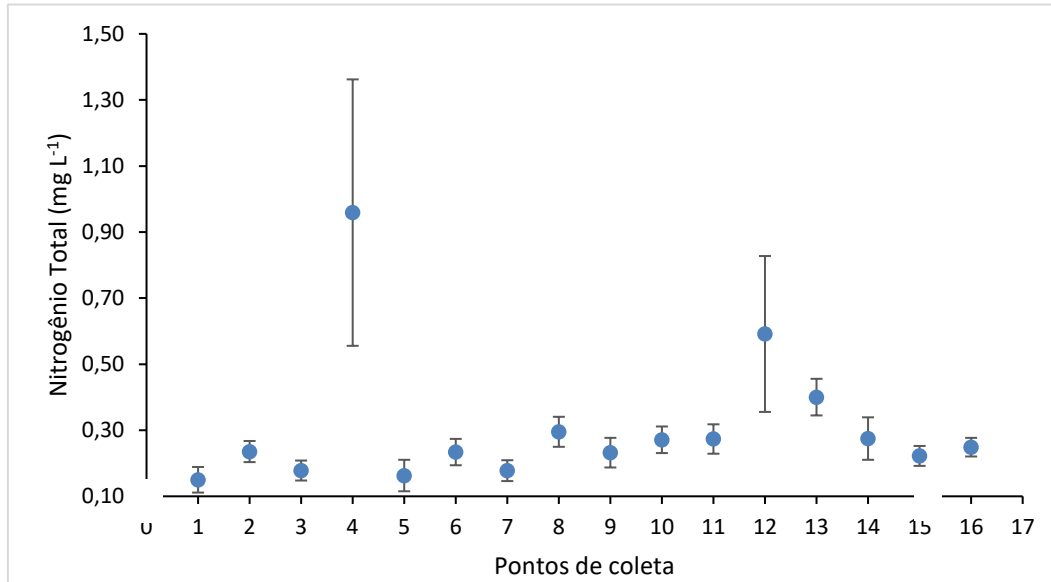


Figura 16 – Gráfico com os resultados médios e erro padrão das análises de NT (mg L⁻¹) por ponto de coleta

Novamente podemos observar um comportamento muito diferente entre as áreas de foz das três microbacias, o ponto de foz do ribeirão das Posses se destaca com o um valor de NT muito superior as outras duas áreas e apresenta um valor alto de erro padrão. Pode-se evidenciar uma maior variação no aporte de nutrientes na microbacia do Posses.

Tabela 5 – Resultado das médias, erro padrão e valores máximos e mínimos de COD, CID e NT (mg L⁻¹) (n=7)

Pontos de Coleta	COD			CID			NT		
	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.
1	0,77 ± 0,21	0,18	1,92	11,45 ± 3,18	4,27	23,49	0,15 ± 0,04	0,06	0,28
2	1,78 ± 0,44	0,27	3,38	19,18 ± 2,59	11,26	27,37	0,24 ± 0,03	0,11	0,32
3	1,77 ± 0,52	0,26	3,67	18,53 ± 3,04	7,84	28,42	0,18 ± 0,03	0,05	0,24
4	4,00 ± 0,90	0,79	7,36	20,63 ± 2,94	11,62	33,51	0,96 ± 0,40	0,28	2,95
5	1,15 ± 0,42	0,02	3,29	10,23 ± 2,50	3,48	16,40	0,16 ± 0,05	0,007	0,34
6	2,34 ± 0,66	0,16	4,21	17,21 ± 3,28	6,29	26,76	0,23 ± 0,04	0,12	0,39
7	2,19 ± 0,66	0,18	4,36	21,29 ± 3,99	7,32	29,56	0,18 ± 0,03	0,09	0,28
8	2,03 ± 0,66	0,37	4,47	15,87 ± 2,59	7,30	22,22	0,30 ± 0,05	0,17	0,48
9	1,76 ± 0,62	0,08	4,39	15,11 ± 2,48	6,39	22,63	0,23 ± 0,04	0,07	0,38

continua

conclusão

10	1,56 ± 0,55	0,51	4,44	18,36 ± 2,87	10,14	27,90	0,27 ± 0,04	0,15	0,39
12	2,95 ± 1,13	0,33	8,87	17,99 ± 4,67	8,12	34,34	0,59 ± 0,24	0,17	0,65
13	1,86 ± 0,70	0,33	4,63	17,64 ± 4,12	1,95	28,01	0,40 ± 0,06	0,18	0,51
14	1,45 ± 0,35	0,36	2,40	9,83 ± 3,74	3,74	22,76	0,27 ± 0,06	0,07	0,54
15	1,48 ± 0,42	0,10	2,93	13,17 ± 2,95	2,95	15,93	0,22 ± 0,03	0,15	0,31
16	1,54 ± 0,44	0,04	3,55	17,51 ± 2,78	2,78	23,89	0,25 ± 0,03	0,18	0,29

5.3. Análise isotópica no material particulado em suspensão

Os resultados das análises isotópicas do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e do nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) na matéria orgânica em suspensão (Figura 17) possibilitou avaliar os efeitos das ações de restauração nos corpos hídricos da microbacia do ribeirão das Posses.

Os valores ao longo do canal, nas nascentes e no ponto de referência (ponto 14) variaram entre si. Ao longo do canal os valores de $\delta^{13}\text{C}$ do MPSG ($>63 \mu\text{m}$) foram mais leves, com a média de -25‰ , enquanto que o MSPF ($<63 \mu\text{m}$) teve o valor médio de -23‰ , evidenciando uma maior influência da matéria orgânica recente versus uma mais decomposta. Já os valores de $\delta^{15}\text{N}$ se comportaram de maneira inversa, onde o valor médio de MPSG foi de 4‰ enquanto o valor médio de MSPF foi de 5‰ , porém refletindo o mesmo processo.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ ao longo do canal do ribeirão foi transicional, com os valores médios variando entre -25‰ a -18‰ . A contribuição das fontes de C3 e C4, pode ser verificada em pontos de amostragens específicos, onde essas foram mais expressivas, como no caso do valor no ponto de coleta da área de referência deste estudo, que foi próximo de -28‰ . No ponto 4, área fortemente impactada pelas atividades agropecuárias, apresentou um valor de -15‰ , refletindo fortemente o uso da terra predominante na microbacia em cada ponto amostral.

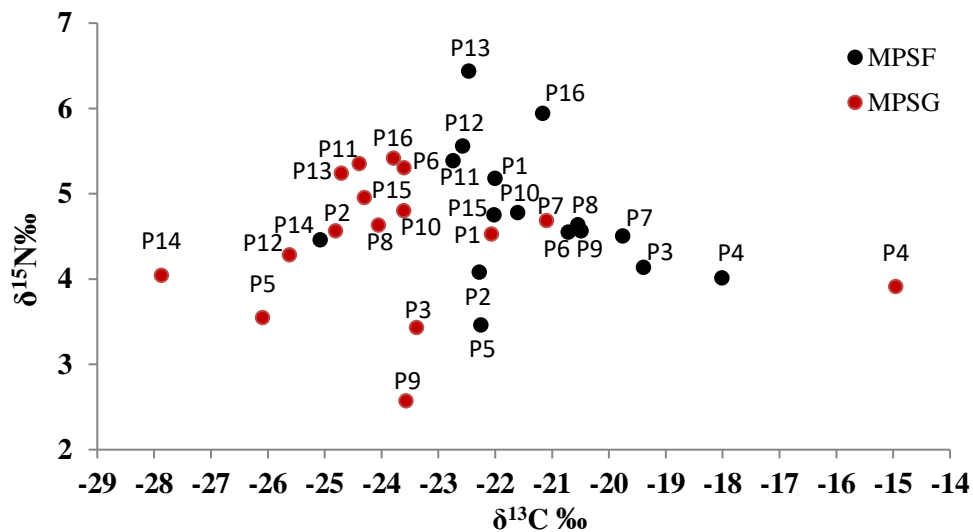


Figura 17 – Gráfico da distribuição das médias dos resultados de $\delta^{15}\text{N} \text{ ‰}$ em relação às médias dos resultados $\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$ das amostras MPSF e MPSG

Os resultados de $\delta^{15}\text{N}$ apresentaram maiores variações nesses mesmos ambientes. O que permitiu verificar a forte influência do uso da terra, associado a áreas de pastagem e manejo de criação de animais, em relação as áreas de restauração e florestas remanescentes. No entanto, os resultados $\delta^{15}\text{N}$ evidenciaram um aporte excessivo de matéria orgânica em trechos específicos, chegando a ocasionar processos de eutrofização.

Os valores dos resultados da relação C/N (Figura 18) para MPSF foram mais homogêneos do que para MPSG, com os valores mínimos e máximos de MPSF 8,22 e 10,47, respectivamente, e valores mínimos e máximos para MPSG de 12,22 e 28,68, respectivamente. Porém, o comportamento dos resultados foi o mesmo para ambos os casos, onde os pontos de coleta 4 e 14 se destacam com os maiores valores médios e os pontos 7 e 12 com os menores valores médios

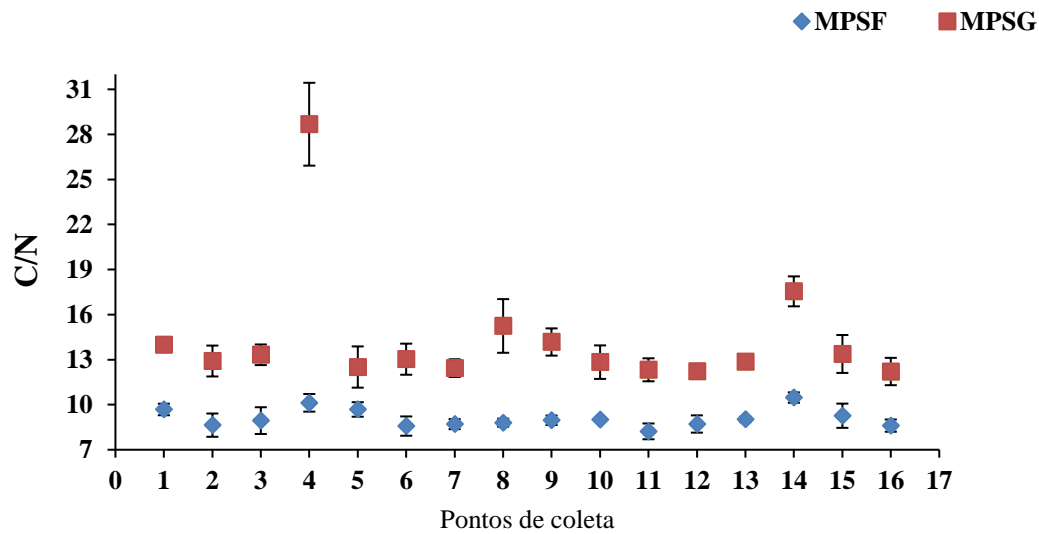


Figura 18 – Gráfico com os resultados médios e erro padrão da relação C/N de MPSF e MSPG

5.4. PAR

Os parâmetros selecionados para compor o protocolo de avaliação física do ambiente adaptado para este trabalho, se mostraram apropriados para a área de estudo, uma vez que os protocolos originais usados nesta adaptação já eram enquadrados e apropriados para os biomas da região sudeste do Brasil. É importante ressaltar que o bom conhecimento da área antes da aplicação do protocolo também foi fundamental para a melhor escolha dos parâmetros.

Conforme metodologia, na aplicação do protocolo foi levado em consideração ambas as margens (esquerda e direita) do ribeirão, sendo o ponto mais longe a ser considerado foi até onde era possível se ver a olho nu, resultando em cerca de 500 metros para cada lado considerando que, em alguns pontos haviam barreiras físicas (montanhas, muros e matas) que limitavam a visualização da área. Levaram cerca de 20 a 25 minutos para aplicar o protocolo em cada ponto.

Devido ao alto impacto antrópico proveniente da predominância das áreas de pastagem, a escolha do ponto de referência foi feita numa área da microbacia vizinha a do ribeirão das Posses. A microbacia do ribeirão do Forjos em contrapartida é a bacia menos impactada da região e ainda mantém uma área significativa de remanescentes florestais, desta forma, o ponto de referência para este protocolo foi o chamado ponto 14, ponto de coleta na foz do ribeirão do Forjos.

Como resultado, as pontuações dos pontos de coleta variam entre 104 maior nota e 59, menor nota, com uma média de 82,3 pontos sendo esta a média geral da microbacia baseada na pontuação dos parâmetros analisados. A média geral representa 65,31% da nota máxima possível, onde o ponto com maior nota representou 87,54% da nota máxima possível e o ponto com menor nota teve 46,83%. A Tabela 6 mostra a nota final de cada ponto e média geral do ribeirão, a média geral foi considerada alta, devido principalmente ao impacto positivo das atividades de restauração oriundas do PSA.

Tabela 6 – Tabela com os resultados das notas e conceitos atribuídos através do PAR para cada ponto de coleta

Pontos de coleta	Nota no Protocolo	Conceito
1	92	AM
2	103	AR
3	59	AA
4	63	AA
5	98	AR
6	88	AM
7	-	-
8	78	AM
9	78	AM
10	76	AM
11	63	AA
12	84	AM
13	77	AM
14	104	AR
15	82	AM
16	90	AM
Média	82.33	

Os pontos ao longo do canal variaram menos em relação aos pontos nas áreas de cabeceira e foz, sendo que, a maioria dos pontos foi classificada como alteração moderada e nenhuma área chegou a representar um cenário de alteração extrema. Contudo, poucas áreas também mostraram alterações reduzidas, como é possível observar no gráfico

Destacando que no ponto 7 não foi possível realizar a aplicação do protocolo, devido ao fato da porteira que dá acesso à área estar trancada nos dias das incursões de campo e do proprietário não estar presente para autorizar a entrada. Por isso não foram obtidos dados relativos ao ponto 7.

A nota mais alta foi obtida no ponto de referência na foz do ribeirão Forjos. Com exceção dos pontos de coleta 3 e 4. Os pontos nas áreas mais altas da microbacia obtiveram as maiores notas, sendo que o ponto 4 teve a menor nota de toda a bacia, devido principalmente a baixa pontuação em parâmetros básicos como transparência e odor da água, condições devidas a descarte incorreto de efluente agrícola proveniente da lavagem do curral presente na propriedade. A Figura 19 expressa a distribuição em percentual dos resultados de PAR.

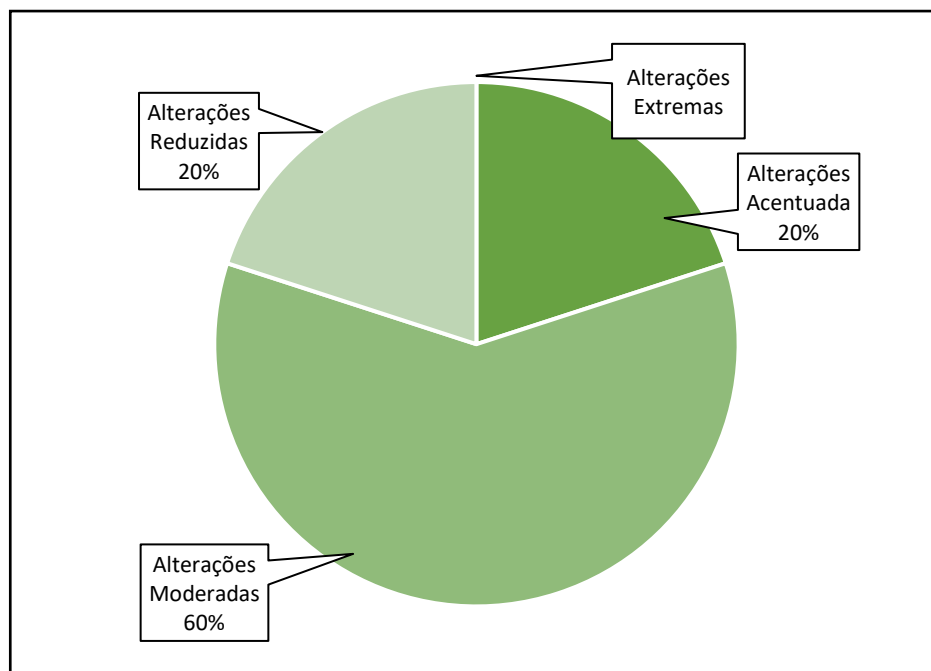


Figura 19 – Gráfico do resultado total em percentual dos conceitos gerados pela avaliação do PAR

Os parâmetros que mais variaram a nota entre os pontos de coletas foram os parâmetros 26, 21, 17 e 13. Os parâmetros com melhor pontuação na seção 1 foram os parâmetros 5, 6, 7 e 8 que obtiveram nota máxima em todos os pontos aplicados. Da seção 2 o parâmetro 15 foi a que teve nota máxima em 10 dos pontos aplicados, e da seção 3 o parâmetro 27 obteve nota máxima em todos os pontos aplicados. Já os parâmetros que obtiveram as notas mais baixas foram na seção 1 o parâmetro 2, com nota máxima de 4 em apenas 4 pontos. Na seção 2 os parâmetros 19 e 20, tendo respectivamente 0 e 1 pontos com notas máximas, e na seção 3 os parâmetros 22 e 26 com 1 e 4 pontos com nota máxima, respectivamente.

O uso dessa ferramenta de avaliação se mostrou fácil e eficiente, tanto no campo quanto na interpretação dos resultados, sendo uma ferramenta de baixo custo que pode ser usada para monitorar áreas de restauração em situações de PSA. Por ser fácil de aplicar pode ser usada pelos próprios proprietários rurais ou técnicos da prefeitura mediante a treinamento prévio.

Sua interpretação fica ainda mais consistente se associado a outros parâmetros técnicos relacionados a qualidade e quantidade de água e das áreas de várzea.

A análise de regressão teve por finalidade, mensurar o quão precisa poderia ser a utilização de um PAR como ferramenta de monitoramento de ecossistemas fluviais para a microbacia do ribeirão das Posses. A comprovação da eficiência desta ferramenta para o monitoramento de áreas em contexto de dos programas de PSA, pode corroborar com os primeiros passos rumo a uma metodologia de monitoramento padronizada.

Como é possível observar nas Tabelas 7 e 8, mesmo após a correção dos erros e *outliers* tanto dos resultados para CE quanto para DBO tiveram alto grau de significância. Os valores de PAR estão negativamente relacionados com os dois parâmetros físico-químicos. Em CE, foram excluídas 16 observações das 208 observações totais e, em DBO, foram excluídas 29 observações.

Tabela 7 – Resultado da regressão linear simples para os dados de CE

	Estimate	Std	Std Error	t	p-value		
Coefficiente	4,490784		0,148680	30,20	***		
PAR	-0,00654		0,001896	-3,45	***	F	85,58
						p-value	0,00069
						R-squared	0,1425
						Adj R-squared	0,138
						N	208

* p<0.10, ** p<0,05, *** p<0.01

Tabela 8 – Resultado da regressão linear simples para os dados de DBO

	Estimate	Std	Std Error	t	p-value		
Coefficiente	1,761694		0,391104	4,504	***		
PAR	-0,014252		0,004312	-3,305	***	F	14.28
						p-value	0,00115
						R-squared	0,08627
						Adj R-squared	0,0811
						N	208

* p<0.10, ** p<0,05, *** p<0.01

5.5. Entrevistas com os produtores rurais

5.5.1. Perfil dos entrevistados

As características gerais da população são apresentadas no infográfico a seguir (Figuras 20 e 21), onde é possível observar que a maioria dos entrevistados foram homens com mais de 50 e renda familiar de até 2 salários mínimos, em muitos casos contando com a aposentadoria.

A maioria das propriedades visitadas são de pequeno porte (com menos de 30 módulos fiscais) e com mão de obra familiar, uma das propriedades não possui residentes, enquanto outras possuem apenas a família do caseiro, a propriedade com maior número de residentes tinham 6 pessoas, a propriedade mais distante da zona urbana fica a 15km de Extrema. Do total dos entrevistados 9 são originalmente de Extrema e sempre viveram na região, 8 deles sempre trabalharam como pequenos agricultores. Um resultado importante e que será discutido com os demais resultados da entrevista foi a respeito do grau de escolaridade dos entrevistados, onde a maioria cursou até o fundamental 1.

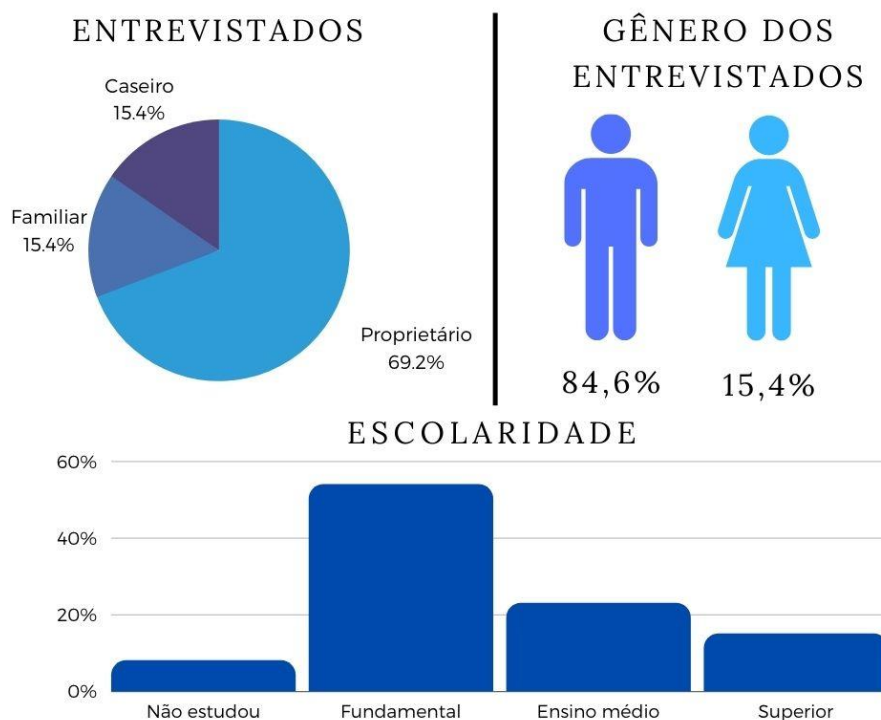


Figura 20 – Infográfico 1 do perfil dos entrevistados gerados após as entrevistas

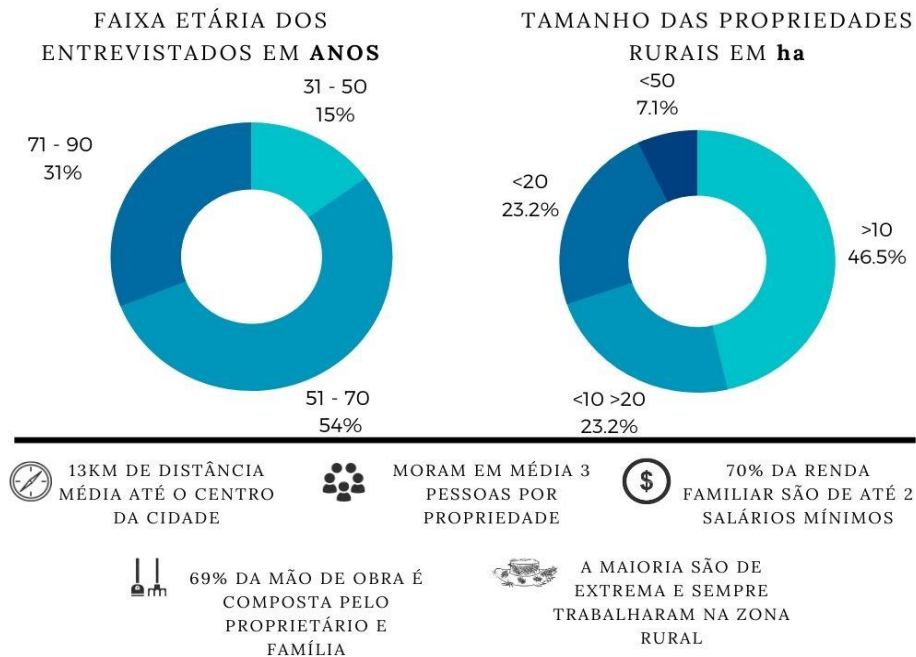


Figura 21 – Infográfico 2 do perfil dos entrevistados gerados após as entrevistas

5.5.2. Características das propriedades e da renda dos entrevistados

Todas as pessoas que participaram da entrevista afirmaram que a propriedade era própria, salve a exceção dos caseiros e familiares entrevistados que responderam referindo-se ao proprietário e não a eles mesmos. Todas as casas eram feitas de alvenaria, variando de 3 a 10 cômodos. Como já esperado, na maioria das propriedades era destinada a produção de gado, 62% com gado de leite como principal produção e 15% com gado de corte como principal produção. Apenas uma propriedade era destinada exclusivamente ao cultivo grãos, no caso o café, e 2 propriedades não possuíam atividade produtiva comercial, apenas para consumo próprio como horta e árvores frutíferas. 62% dos entrevistados afirmaram que gostariam de experimentar outras práticas agrícolas, em alguns casos foi citado uma prática específica como o cultivo de eucaliptos e produção em estufa, mas a maioria dos casos não citou exemplos específicos, só manifestaram o desejo de ter uma propriedade mais produtiva. A grande maioria, 92% afirmou que a propriedade possui registro no CAR e está adequada a Lei 12.651 de 2012 do Código Florestal.

A respeito da renda familiar, rentabilidade e investimentos na propriedade assim como a solicitação de crédito pelos produtores rurais, foram as perguntas que causaram mais desconforto aos entrevistados, sendo que 3 se recusaram a responder sobre a renda familiar.

70% possuía uma renda familiar de até dois salários mínimos, 92% possui alguma renda extra além do rendimento da propriedade, dos quais metade desses casos é composto pela aposentadoria recebida pelo Instituto Nacional de Seguro Social, a outra metade é composta por atividades diversas como aluguel de casa, empresa ou comércio em outra cidade ou mesmo outra atividade remunerada profissional como no caso dos proprietários que não residem em Extrema.

A respeito de investimentos feitos na propriedade, 62% afirmaram que já investiram na propriedade, seja na infraestrutura ou para financiar a criação de gado. 54% dos entrevistados já fizeram algum tipo de financiamento ou receberam algum crédito para investir na propriedade, um exemplo citado foi o Programa Nacional de fortalecimento Agrícola. Houve quase um consenso onde 85% classificou a renda recebida pela prefeitura através do contrato de PSA com de baixo impacto na renda familiar, apenas dois entrevistados consideraram o valor recebido pelo PSA tem um impacto razoável na renda familiar. Cerca de metade dos entrevistados afirmaram que era possível viver só com a renda da propriedade, mesmo que com dificuldade, como mencionado por alguns entrevistados; a outra metade que afirmou que não era possível viver apenas dos rendimentos da propriedade, para esses casos a renda mais relevante era proveniente da aposentadoria ou de outras atividades.

5.5.3. Visão dos entrevistados sobre o programa Conservador das Águas

Neste tópico serão apresentados os resultados referentes a parte do questionário que buscou levantar informações sobre o entendimento e a visão da população amostrada a respeito do programa Conservador das Águas no âmbito de política pública ambiental e social, do envolvimento dos proprietários com o PSA e dos serviços ambientais gerados na microbacia do ribeirão das Posses.

A princípio foram feitas perguntas para saber a quanto tempo cada entrevistado participava do programa, o que o motivou a participar, se achava justo o pagamento que recebia. Em seguida foram feitas perguntas para verificar o entendimento dos entrevistados sobre o programa de PSA, neste momento foi perguntado sobre as motivações do projeto, financiamento do programa e a quem se destinava os serviços ambientais prestados; também buscou-se verificar o entendimento dos entrevistados sobre o conceito de serviços ambientais e opiniões particulares sobre o projeto.

Apenas um entrevistado, um dos caseiros, não soube responder a quanto tempo a propriedade participava do programa, os demais afirmaram que tinham contrato com o Conservador das Águas desde o início do programa, alguns especificaram o ano do primeiro

contrato como 2006 e 2008 e outro entrevistado respondeu que já participava do programa a 8 anos. Quanto a motivação para participar do programa, 54% respondeu que a principal motivação foi a oportunidade de adequação da propriedade ao Código Florestal, 31% afirmou que se interessaram pela proposta ambiental de restauração e 15% aderiu ao programa por influência de outros proprietários como vizinhos e amigos. Quanto a forma com que é calculada o valor do pagamento para cada proprietário, apenas 15% acreditam que o cálculo seja feito de forma justa e 23% não soube responder a pergunta, já os outros 62% acreditam que a forma como o pagamento é calculado não era justa.

Quanto a pergunta mais conceitual, “Para você, o que são serviços ambientais?” 69% não souberam responder, 31% se referiu ao plantio de árvores feito na propriedade e 8% respondeu que os serviços ambientais tinham ligação com o cultivo e o beneficiamento da terra. Ao perguntar sobre a opinião dos produtores a respeito de projeto e se eles acreditavam que estava dando certo, 62% respondeu que estava de alguma forma satisfeito, foram feitas ressalvas sobre a necessidade de mais informação para o proprietário, melhor manutenção das áreas restauradas ou apenas comentários de que poderiam ser feitas melhorias; 15% não soube responder a pergunta e 8% apresentaram um sentimento de conformismo, ainda assim, 54% acredita que o programa está dando certo, 23% acredita que não e 23% preferiu não responder.

“Já cercou, agora continua não é?!” (Entrevistado 1)

Quando foi perguntado sobre o que o programa de PSA havia feito nas respectivas propriedades, 11 dos 13 entrevistados comentaram sobre a instalação de cercas ao redor dos cursos d’água e o plantio de árvores destinado a restauração, 3 deles foram mais precisos e citaram o percentual de 20% de área restaurada, duas resposta destoaram das demais, um entrevistado não respondeu diretamente a pergunta e apenas comentou que não havia aumentado o volume de água na propriedade porém que havia aumentado o número de pássaros na região; o outro apenas comentou:

“Como o da gente é pouco não mudou muito” (Entrevistado 5)

Quase que unanimemente os entrevistados responderam que o programa de PSA ajudou com a adequação ambiental legal da propriedade sendo que, apenas um proprietário não soube responder à pergunta. Todos os entrevistados responderam que pretendem continuar participando do programa.

Ao perguntar sobre a origem do dinheiro, a gestão financeira do programa e a motivação da prefeitura municipal de Extrema em realizar o programa de PSA, os entrevistados se manifestaram da seguinte forma, apenas 23% entende que o dinheiro que financia o PSA é proveniente da arrecadação de imposto, principalmente do setor industrial, 31% respondeu que

o dinheiro vem da prefeitura; 8% relacionou a origem do dinheiro a ONG's e 15% não soube responder. O curioso foi que outros 23% dos entrevistados disseram que o financiamento vinha de fora do país, essa opção de resposta não chegou a ser considerada pela pesquisadora. A respeito da motivação da prefeitura para a realização do programa não houve um consenso geral, 23% não soube responder a pergunta, 23% respondeu que seria para conservação dos recursos hídricos, 23% acredita que seria pela preservação do meio ambiente e pelo bem da população, principalmente das gerações futuras como mencionado por alguns, 15% acredita que a prefeitura tenha razões financeiras para executar o projeto e os último 15% acreditam que a motivação seja pela adequação ambiental das propriedades.

A respeito da relação da região de Extrema com o abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo através do sistema Cantareira, os entrevistados responderam unanimemente que sabem que a região de Extrema tem papel estratégico para o fornecimento de água de São Paulo, alguns inclusive citaram o nome do Sistema Cantareira. Quando foi perguntado quem se beneficiaria com as atividades do programa Conservador das Águas, 54% respondeu que seria a população de maneira geral, alguns enfatizaram que seria mais benéfico para as gerações futuras, 23% acreditam que o principal beneficiado pelo programa seja a própria cidade de Extrema, o restante não soube responder a pergunta.

5.5.4. Visão dos entrevistados sobre os recursos hídricos e aspectos ambientais

A seguinte parte da entrevista foi feita a fim de entender um pouco melhor sobre o grau de informação dos entrevistados a respeito de questões relacionadas ao meio ambiente e sobre a visão deles em relação aos recursos hídricos da propriedade. As respostas aos tópicos seguintes tópicos têm muita relação com o grau de escolaridade da população entrevistada, da influência da herança cultural da região e das intervenções feitas pelo programa de PSA, como já foi abordado anteriormente, a maioria dos entrevistados não concluiu o ciclo de ensino básico, por isso, em perguntas de caráter mais técnico foi possível identificar dificuldade por parte dos entrevistados para responder as perguntas, detectou-se algumas respostas imprecisas e até mesmo um certo constrangimento por parte dos entrevistados.

Uma parcela significativa, 77% afirmaram que nunca participaram de uma atividade de educação ambiental, seja ela promovida pelo Conservador das Águas, prefeitura ou atividades de extensão universitária. Ao perguntar se o entrevistado conhecia ou podia citar o nome de alguma lei, órgão regulador sobre meio ambiente, 38% souberam comentar sobre o assunto com alguma propriedade, 46% apenas citou o nome de alguma instituições como a secretaria

municipal de meio ambiente e a lei do Código Florestal e 15% não soube dar nenhum exemplo nem comentar nada sobre o assunto.

Quando foi perguntado se os proprietários contribuía de alguma forma com o meio ambiente, 92% respondeu afirmativamente e chegaram a citar com detalhes algumas atividades, como plantio de madeira de lei, destinação correta de resíduos, não utilização de manejo com fogo, não praticavam a caça de animais silvestres e preservavam as águas, algumas respostas foram simplistas e outras mostraram demonstraram um senso de responsabilidade como:

“O que vier pra fazer nois faz” (Entrevistado 2);

“Procuro causar o menos impacto possível, seria a obrigação de cada um” (Entrevistado 4)

As perguntas a respeito dos recursos hídricos foram feitas com o intuito de saber se as atividades provenientes do programa de PSA afetaram a visão dos produtores sobre este recurso em suas propriedades. Entre as atividades que mais usam água nas propriedades, além do uso doméstico, destacou-se o uso destinado a criação do gado, em 4 propriedades havia uso para agricultura através de irrigação e em apenas uma propriedade se fazia uso exclusivo da água para atividades domésticas. Quando perguntados sobre a principal fonte de água da propriedade, todos responderam que a água vinha de nascentes ou de poços artesianos. 12 dos 13 entrevistados sabiam que a razão para a restauração na margem dos corpos hídricos destinava-se a proteção da água, três deles ainda citaram que a restauração das APP's serviria também para controlar a erosão, um dos caseiros entrevistados não soube explicar o motivo da restauração nas margens e ao redor de nascentes.

Ainda sobre o uso da água, foi questionado se haviam mudado os usos da água depois do início da participação no programa, todos responderam que o uso da água permanece o mesmo, tanto em questão de tipo de uso quanto em quantidade. Buscando investigar o ponto de vista da população amostrada sobre os efeitos das atividades oriundas do programa de PSA na água, 54% notou diferença no quesito quantidade, afirmando que aumentou a quantidade de água na propriedade, 15% afirmaram que houve melhoria tanto na quantidade quanto na qualidade da água, 8% destacou apenas melhoria na qualidade e 23% afirmou não ter percebido diferença em nenhum quesito.

5.5.5. Visão dos entrevistados sobre as possíveis mudanças de cenário

Perguntou-se se haveriam alterações no manejo da propriedade, no sentido de evitar que o gado acesse os cursos d'água, e se manteriam as áreas restauradas caso parassem de receber o pagamento vindo do PSA. Apenas 15% afirmou que manteria as áreas restauradas mas

aumentaria a área de circulação do gado caso parasse de receber o pagamento, 77% afirmou que manteria as áreas preservadas e não mudaria o tipo de manejo porém, alguns comentários mostram que existe um sentimento de conformismo em relação as alterações feitas na propriedade:

“Já tá tudo tomado” (Entrevistado 1);

“Onde eles fecharam já fecharam onde virou mato não pode mais mexer” (Entrevistado 8)

Foi perguntado se os proprietários preservariam as áreas de APP e Reserva Legal se não fosse por lei, como esta pergunta era do tipo aberta, ou seja, sem opções de resposta pré-definidas, as respostas foram registradas por anotações e gravações, de maneira geral, poucos responderam diretamente à pergunta, a maioria comentou sobre práticas de manejo que eram feitas nos anos anteriores a criação do Conservador das Águas e alguns emitiram opiniões pessoais sobre o assunto sendo alguma delas:

“Fomo criado numa época que só desmatava mas água é vida se não, não vale de nada “(Entrevistado 1)

“Se não for lei não faz, no Brasil não tem incentivo” (Entrevistado 3)

“Do jeito que tava ia ficar, no máximo plantava eucalipto” (Entrevistado 4)

“Eu não sei, mas já tinha minha mina cercada” (Entrevistado 13)

Ao serem perguntados sobre a possibilidade de participar de outros programas como o Conservador das Águas e se havia interesse em experimentar outras práticas agrícolas na propriedade, Para 46% dos entrevistados seria interessante participar de mais programas como o de PSA, para outros 46% isso só seria possível se fosse vantajoso financeiramente, 1 entrevistado afirmou categoricamente que não tinha interesse em participar de outros programas:

“Queria mecanizar, mas no terreno não dá” (Entrevistado 1)

“Queria mudar pra gado em confinamento” (Entrevistado 4)

“Inovar é importante, teria que ter incentivo” (Entrevistado 6)

“Tem que voltar o negócio do leite” (Entrevistado 9)

“Falta gente pra trabalhar” (Entrevistado 10)

“Podia fazer uma estufa pra plantar tomate pra vender” (Entrevistado 11)

A maioria, 62%, manifestou interesse em experimentar outras práticas agrícolas porém, como registou-se na pergunta de número 23, 76% dos entrevistados afirmaram que nunca tinham acesso a nenhum tipo de assistência técnica:

“Tem o sindicato, mas não ajuda muito” (Entrevistado 3);

“Tem uma moça que vem coletar água” (Entrevistado 4);

“Se quiser, tem que trazer de Campinas” (Entrevistado 10).

Para levantar informações sobre as possíveis mudanças que o programa de PSA teria trazido para a vida da comunidade rural no ribeirão das Posses, foi perguntado à população amostrada se eles perceberam alguma mudança na região em relação a paisagem e o que eles acreditam que teria causado essa mudança. Para 8 dos entrevistados houve mudanças significativas em relação a paisagem a respeito da vegetação, também houveram muitos comentários a respeito do aumento da avifauna na região, 30% destacaram o aumento de construções e 8% não citou nenhuma diferença. Em relação ao motivo dessas mudanças 54% atribuíram as atividades do próprio Conservador das Águas, 15% comentaram sobre o aumento de pessoas vindas de São Paulo os demais não fizeram comentários específicos.

Foi perguntado sobre o que havia mudado na vida, no cotidiano do proprietário ao longo dos anos participando do programa de PSA, 46% dos entrevistados responderam que não haviam notado nenhuma mudança 8% fez comentários mais negativos como:

“Diminuiu a propriedade, fazer o que?!” (Entrevistado 1)

Os outros 46% destacaram mudanças positivas, a questão do aumento da avifauna foi comentada por mais de um entrevistado:

“Agora tem mais amigos e a prefeitura chegou mais perto”
(Entrevistado 5)

“No início mudou muito” (Entrevistado 6)

“Melhorou, não tinha trator, não tinha um monte de coisa”
(Entrevistado 7)

“Melhorou muito, agora tem passarinho, o ar tá mais limpo”
(Entrevistado 11)

“Faz mais sombra em casa e antes tinha muito problema de enxurrada”
(Entrevistado 12)

“Alguma coisa sempre muda, as águas estão mais limpa” (Entrevistado 13)

6. DISCUSSÃO

Os programas de PSA se mostram como uma abordagem alternativa na conservação ambiental, propondo um novo conjunto de ferramentas para a gestão dos recursos naturais.

Segundo dois grandes estudos de levantamento e comparação entre diversos programas de PSA brasileiros, Pagiola et al. (2013) e Santos et al. (2012) pode-se concluir que a maioria dos esquemas de PSA são destinados a estimular a proteção florestal, seja pelo papel de restauração ou conservação florestal, sequestro de carbono ou proteção dos recursos hídricos. Também é válido destacar a forte presença do Estado no esquema de PSA brasileiros, onde o PSA normalmente atua como uma política pública ambiental.

Ainda sobre estes estudos, observou-se que não há em nenhuma lei que cita ou implementa uma política de PSA uma proposta sólida e replicável de metodologia de monitoramento para esses programas. A ausência de uma metodologia padronizada e aplicável dificulta analisar e avaliar os programas de PSA em relação a sua eficiência e seus resultados, o que gera dificuldades em relação a garantia da entrega dos serviços ambientais prestados. Uma das primeiras lacunas para o monitoramento desses programas é a definição de indicadores, o que é de fundamental importância para estabelecer os critérios a serem considerados na avaliação dos programas (DE LIMA et al., 2015).

No trabalho publicado pelo Imazon em 2012, além do levantamento das metodologias de monitoramento o estudo também analisou a presença de salvaguardas socioambientais, onde foi possível notar que a maioria dos projetos não apresenta propostas de monitoramento socioambiental ou atividades de extensão. Informações de caráter social é de grande relevância, uma vez que o mecanismo de PSA pode ser considerado uma ferramenta aliada do desenvolvimento sustentável, possibilitando a ampliação e diversificação da renda das comunidades onde o PSA é instaurado (DE LIMA et al, 2015).

Outros autores, como Zilberman, Lipper e McCarthy (2009) e Pagiola, Arcenas e Platais, (2005), destacam que há um grande potencial entre os programas de PSA e a redução da pobreza em áreas mais sensíveis. Levando em consideração que grande parte dos serviços ambientais são prestados em áreas ocupadas por pequenos agricultores, comunidades tradicionais e povos indígenas, é válido adotar salvaguardas socioambientais para monitorar e avaliar possíveis efeitos negativos sob estas populações (SANTOS et al., 2012).

Dentro da gestão dos recursos hídricos, os processos de tomada de decisão devem ser pautados em informações consistentes, dados qualitativos e quantitativos são indispensáveis. Por isso a ausência de uma métrica com resultados comprovados a respeito do monitoramento

da eficiência e eficácia dos programas de PSA se faz tão necessária. Os resultados do monitoramento multidisciplinar proposto por esta pesquisa para o programa de PSA Conservador das Águas será discutido nesta seção, analisando os resultados separados por temática e por fim, uma discussão englobando todos os resultados obtidos a fim de proporcionar uma análise multidisciplinar.

6.1. Monitoramento hidrológico

O monitoramento limonológico é uma ferramenta fundamental para a avaliação da qualidade dos sistemas hídricos. A qualidade da água não se trata necessariamente de um estado de pureza, mas sim de sua composição química e de características fisiológicas e biológicas (MERTEN; MIRELLA, 2002).

As Resoluções ANA nº 903/2012 e CONAMA nº 357/2005 recomendam a avaliação da qualidade dos sistemas aquáticos através de parâmetros que compõem o Índice Qualidade de Água (IQA), contudo, este índice apresenta uma quantidade muito grande de parâmetros, tornando as análises de IQA muito onerosas para serem empregadas em metodologias de monitoramento de programas de PSA. Sendo assim, as próprias resoluções propõem que os parâmetros mais básicos a serem analisados são pH, OD, CE, temperatura, temperatura (água e ar) e turbidez. Além disso, esforços devem ser depreendidos para que os demais parâmetros de composição do IQA sejam avaliados, a fim de viabilizar equiparações das áreas contempladas por programas de PSAH e demais áreas monitoradas pela rede nacional de monitoramento.

Sendo assim, pode-se considerar que as análises de parâmetros físico-químicos feitas neste trabalho atendem não só os parâmetros mais básicos, como também outros parâmetros do IQA, como TR, DBO entre outras, além de contar com análises mais sofisticadas como as análises isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do material particulado em suspensão.

Quando os valores de pH são muito distantes da neutralidade podem afetar a vida aquática (VON SPERLING, 2005). A Resolução CONAMA 357/05 coloca que, independente da classe do corpo hídrico, os valores de pH devem estar entre 6,0 e 9,0. Os resultados de pH do ribeirão das Posses apresentaram uma média de 6,8, muito próximos da neutralidade, indicando que não há nenhum impacto ambiental afetando a qualidade de água a nível de pH.

Os valores mais baixos da ordem de 5,5 foram detectados em áreas com impacto antrópico, no ponto 7 há a presença de um curral e área no entorno do ponto de coleta é predominantemente ocupada por pasto, neste caso o valor mais baixo de pH poderia ser justificado pela presença de nitrato derivado das fezes dos animais de criação. Já no ponto 11

há a presença de uma pequena fábrica de alimentos em conserva, onde foi detectado um possível despejo de efluente salino, o que poderia justificar o pH mais baixo neste ponto. Os resultados não apontaram para uma forte influência do pH do solo e da formação rochosa sob o pH da água nos pontos monitorados.

Segundo a Resolução CONAMA 357/05, o valor mínimo de OD para a preservação da vida aquática é de $5,0 \text{ mg L}^{-1}$. No geral, todos os pontos monitorados apresentaram altas taxas de OD. Ao comparar os valores médios de OD deste trabalho com os resultados de Magalhães, Marengo e Camargo (2014), na mesma microbacia e nos mesmos pontos de coleta, foi possível detectar um aumento nos valores médios de OD, a média geral subiu de 7,7 para 8,4. Este aumento pode ser explicado pelo impacto positivo do cerceamento das áreas de APP ao longo dos anos, o isolamento das áreas de APP mantidos ao longo do tempo dificulta o acesso do gado aos corpos hídricos, o que minimiza os impactos gerados pela criação de gado.

A CE se mostrou um dos parâmetros mais sensíveis para detectar alterações na qualidade da água, considera-se que quanto maior a poluição, maior a condutividade em função do aumento de sais dissolvidos na água (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

Os pontos de coleta, em geral, apresentam características similares, portanto não foi possível observar grandes variações nos valores de pH e oxigênio, já os valores de CE permitiram caracterizar melhor o nível de alteração no corpos hídricos, uma vez que a condutividade é capaz de indicar as modificações na composição da água (CETESB, 2012), contudo, a Resolução CONAMA 357/05, não estabelece níveis máximos e mínimos para a condutividade elétrica.

Os pontos que apresentaram os maiores valores de CE foram os pontos 4, 11 e 12, como já foi comentado anteriormente, os pontos 4 e 11 são negativamente impactados pelas atividades antrópicas próximas de suas margens. Marques, Barbosa e Callisto (1999) e Melo e Froehlich (2001), também encontraram valores próximo de $50 \mu\text{S/cm}$ para rios de pequena ordem com áreas de preservação, considerando esses valores característicos de locais com baixo impacto ambiental.

Os resultados das análises químicas de CID, COD e NT reforçaram os resultados dos parâmetros físico-químicos em relação a poluição difusa em alguns pontos específicos na microbacia. Uma vez que o ponto 4 apresentou os maiores índices nas três análises. Os valores de NT foram maiores nos pontos de foz das microbacias do ribeirão das Posses e do ribeirão do Salto, evidenciando a microbacia do Forjos como área de referência para a região. O ponto 4 apresentou os maiores valores médios nas três análises químicas, valores cerca de 3 vezes mais altos do que os valores médios de NT.

O cenário de impacto ambiental nos pontos 4 e 11 também fica evidente através dos resultados de DBO, uma vez que são apenas nestes dois pontos que os valores de DBO se apresentam valores médios muito próximos ou superiores a 5 mg L^{-1} , que segundo a Resolução CONAMA 357/05 é o valor máximo para rios de classe 2.

A poluição difusa que ocorre na microbacia do ribeirão das Posses é um exemplo de problemas pontuais de manejo e gestão que afetam na qualidade na água e, portanto, impactam na entrega do serviço ambiental. É válido destacar que o P4 ainda se encontra na área de cabaceira, onde as atividades de restauração são mais intensas e, portanto, deveria apresentar melhores valores de qualidade de água como os demais pontos de monitoramento na mesma região, porém, este ponto apresenta o maior valor de CE de toda microbacia, o que evidencia como um manejo inadequado da criação de animais pode interferir negativamente, as atividades agrícolas são um dos fatores de maior impacto na qualidade da água, mesmo em áreas que apresentem uma boa preservação ambiental (MARQUES et al., 2007).

6.1.1. Análises isotópicas do MPS

O MPS são um conjunto composto por partículas orgânicas e inorgânicas originárias que podem ter diversas origens, naturais ou antrópicas (DEGENS; KEMPE; RICHEY, 1991). Amorim (2009) aponta que os teores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, juntamente com a relação C/N, são métodos mais confiáveis para traçar as fontes de matéria orgânica em rios. Para que as fontes de matéria orgânica sejam identificadas de maneira apropriada, os resultados das análises isotópicas precisam ser comparados valores de referência, a vegetação arbórea das APP's devem apresentar valores de $\delta^{13}\text{C}$ próximos de -27‰ , característico de plantas C3, já plantas que compõem as pastagens, C4, apresentam valores médios -13‰ (KENDALL; McDONNELL, 1999).

O MPSF corresponde ao MPS que está a mais tempo no corpo hídrico, como está a mais tempo em decomposição, tem partículas menores, é formado principalmente pelos processos erosivos que acontecem nas cabaceiras das bacias hidrográficas (TARDY, 1986). Os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ no MPSF não foram observados valores muito próximos ao valor de referência da pastagem, de maneira geral os resultados de MPSF na microbacia do ribeirão das Posses apresentaram valores mistos, característicos de áreas em processo de restauração, que nem são predominadas por pastagem, nem possuem uma floresta consolidada. Os valores mais altos foram observados nos pontos 3, 4 e 7 como pode ser observado na Figura 21, esses pontos sofrem muita influência não só da pastagem, mas das atividades agropecuárias.

Ainda em MPSF os pontos o ponto 14, área de referência, teve um valor médio de -25,08‰, sendo mais próximo do valor de referência para floresta.

O MPSG, indica o MPS que está a menos tempo na água, por isso apresenta partículas maiores, o MPSG sinaliza o MPS mais recente que entrou no corpo hídrico. Os resultados de MPSG seguem a mesma tendência do MPSF, onde a maioria dos resultados apresentam valores que indicam uma composição mista de pastagem e floresta. O ponto 4 nesta análise apresentou um valor muito próximo de -13‰, foi o único resultado com de $\delta^{13}\text{C}$ menor do que -20‰. Já o ponto 14 nesta análise se aproximou muito da referência para floresta.

Já os resultados de $\delta^{15}\text{N}$ no MPSF foram mais altos em relação aos MPFG, indicam que as áreas sofrem com o impacto antropogênico proveniente das atividades agropecuárias, em especial no P4, que apresenta um valor significativamente maior do que os demais pontos mesmo entre os valores de MPSG. Com relação à razão molar entre carbono e nitrogênio (C/N), os valores apresentaram uma elevada heterogeneidade para MPSG (12,21 e 28,68), o valor mais discrepante foi detectado no P4, o que pode ser explicado por algumas coletas terem sido feitas em momentos muito próximos do descarte de efluente proveniente do curral da propriedade. Os valores da relação C/N para MPGF variaram pouco entre si e permaneceram numa média de 9,27.

6.2. Protocolo de Avaliação Rápida

O uso do protocolo de avaliação rápida do ambiente físico mostrou-se ter um alto potencial como ferramenta de monitoramento e instrumento de suporte a técnicas mais refinadas e quantitativas de monitoramento ambiental e gestão de recursos hídricos. Uma vez que através do PAR foi possível captar características locais que normalmente não constam em métodos de monitoramento tradicionais, podendo retratar melhor a diversidade das regiões hidrográficas (LEMOS et al; 2014).

Metodologias mais convencionais de monitoramento hidrológico são pautadas em medições de parâmetros físico-químicos que normalmente são obtidos através de estações de monitoramento ou de coletas e análises laboratoriais, esses dados de caráter quantitativo são indispensáveis para uma adequada caracterização hidrológica porém, são deveras onerosos e não atendem todas as regiões do país com a mesma eficiência (RODRIGUES; CASTRO, 2008). Neste contexto, o uso PAR como método complementar ao monitoramento convencional adotado neste trabalho se mostrou muito eficaz principalmente no que diz respeito à caracterização das áreas de entorno dos pontos onde foram feitos o monitoramento hidrológico,

além de acrescentar informações importantes que ajudaram na interpretação dos resultados das análises químicas de carbono e nitrogênio, assim como nas análises isotópicas do material particulado em suspensão.

As notas mais altas foram atribuídas a área de referência na microbacia do ribeirão do Forjos, e em pontos de nascentes como o P1 e o P5 e em áreas com restaurações mais antigas como o P2 e o P16. Já as piores notas foram atribuídas a áreas que apresentam um visível impacto antrópico, seja pela presença de pastagens mal manejadas no P3 e P4 ou empreendimentos, como a fábrica de conservas próxima ao P11. Ao analisar a Figura 21 é possível relacionar a nota do protocolo com a presença mais e menos marcante de cobertura arbórea.

No mapa da Figura 21 foram usadas imagens de satélite de 2003 para determinar as áreas de cobertura florestal significativa dentro da microbacia, considerou-se que essas áreas seriam ou remanescentes florestais ou florestas secundárias. Também foram usadas imagens de satélite de 2019 para determinar as áreas de cobertura arbórea que não estavam presentes em 2003, a maioria dessas novas áreas são provenientes das atividades de restauração florestal feitas pelo programa de PSA, considerou-se que algumas áreas no mapa poderiam ser cobertura arbórea não necessariamente proveniente do processo de restauração.

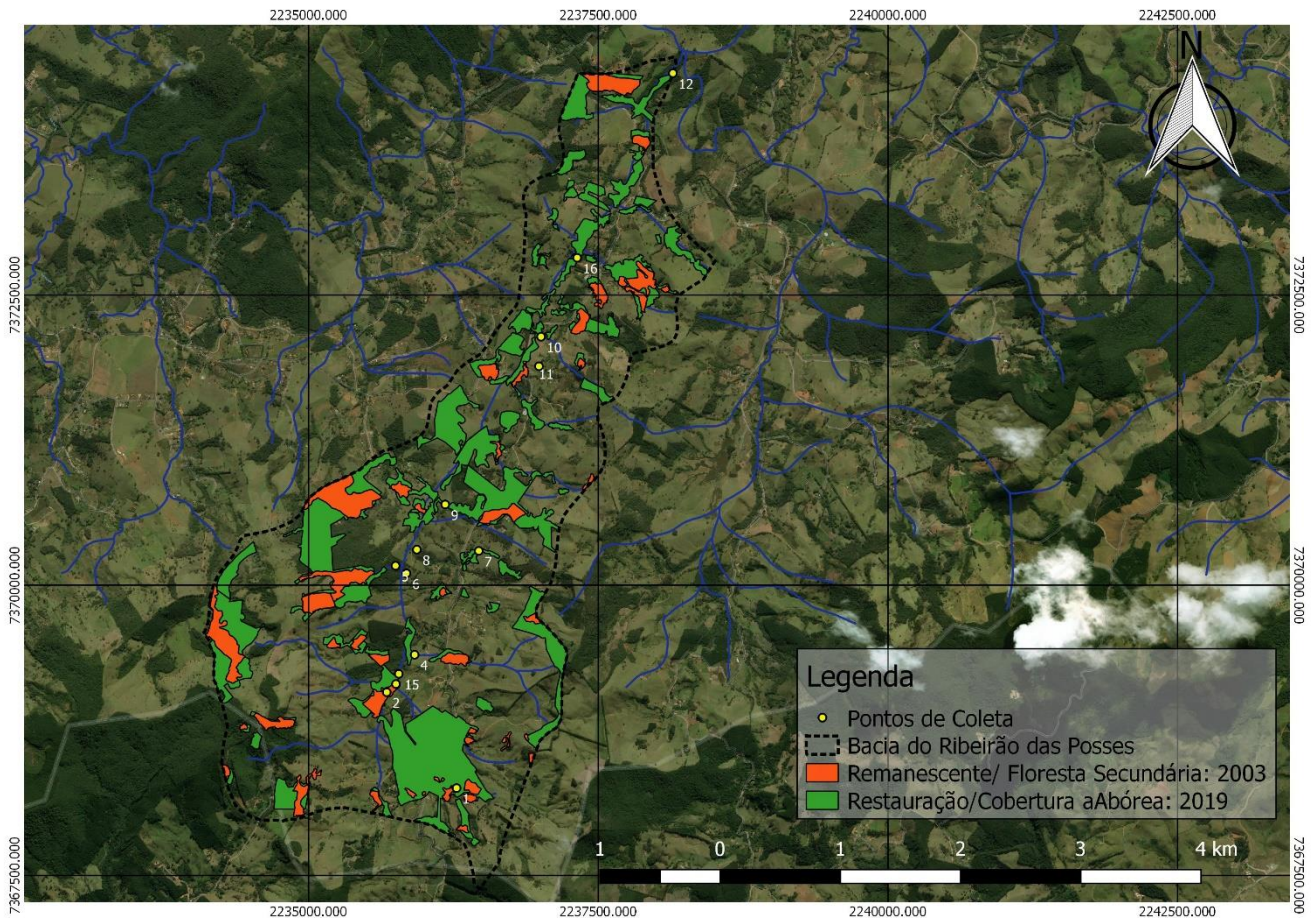


Figura 22 – Mapa do contraste da cobertura arbórea na microbacia do ribeirão das Posses entre 2003, anterior ao programa Conservador das Águas e 2019 com 15 anos do programa

Os resultados obtidos através do protocolo foram totalmente coerentes com a realidade do local. Contudo, é importante destacar o caráter subjetivo da avaliação, uma vez que haja mais de um observador aplicando o protocolo, podem haver resultados não idênticos. Em campo, quando havia uma discordância sobre a classificação do parâmetro em um determinado ponto, os dois aplicadores buscavam um consenso.

Por isso, se faz aqui a recomendação de que o protocolo deva ser aplicado por mais de uma pessoa no mesmo ponto, também é importante enfatizar que os aplicadores devem ter familiaridade com a ferramenta antes de ir à campo, do contrário, as avaliações podem levar a equívocos e má interpretação dos resultados. Também destaca-se que um bom conhecimento prévio da área a ser avaliada pelo protocolo colabora não só durante o processo de avaliação em campo, mas também, se faz imprescindível para a adaptação dos parâmetros a serem empregados no protocolo.

Alguns outros aspectos desfavoráveis em relação a metodologia do PAR foram observados em relação aos valores das notas atribuídas para cada parâmetro, muitas vezes observou-se que a área não se encaixava muito bem em nenhum dos graus de alteração ambiental apresentados pelo protocolo. O que forçou os aplicadores a enquadrarem algumas áreas nos critérios que mais se aproximavam com a realidade das áreas avaliadas, contribuindo ainda mais para a subjetividade dos resultados, uma vez que a comparação da natureza através de uma pontuação fortuita, leva a desconsideração de algumas características e a abstração do cenário real (ROSA; JUNIOR, 2019).

Os resultados do protocolo adaptado para esta pesquisa se mostraram relevantes, apesar das subjetividades da metodologia, devido principalmente ao número de pontos monitorados na mesma microbacia. Trabalhos como (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; LOBO; VOOS; FIEDLER JÚNIOR, 2011; PONTINI; CELHO, 2019; ROSA; MAGALHÃES JUNIOR, 2019) usaram poucos pontos de monitoramento, o que levou a resultados não tão representativos. Além do número de pontos monitorados, a quantidade e variedade de parâmetros analisados também se mostrou um fator significativo para a consistência dos resultados do PAR, quanto mais abrangente for a temática dos parâmetros utilizados pelo PAR, os resultados das pontuações estarão mais próximas da realidade.

Outro fator a ser considerar foi o número de aplicações, como houve uma única expedição de campo destinada a aplicação do protocolo, não foi possível comparar mais de um resultado do protocolo na mesma área, o que impossibilitou a captação de mudanças sazonais ao longo do ano, como estações chuvosas e secas, ou qualquer outra alteração que possa ter ocorrido. Concluiu-se que deveriam ter havido ao menos, mais uma aplicação, sendo uma em período chuvoso e outra em período seco, ou até como no trabalho de Sampaio (2012), onde o protocolo foi aplicado duas vezes em cada período do ano, dessa forma, haveria mais consistência nas informações obtidas através do PAR.

Os Protocolos de Avaliações Rápidas são um método em expansão no Brasil, como trata-se de uma metodologia típica para ecossistemas temperados, ainda existem poucas adaptações para ecossistemas tropicais. Além dos modelos de protocolos desenvolvidos e adaptados por Callisto (2002) e Callisto (2014), existem algumas outras iniciativas de adaptações de protocolos para os ecossistemas tropicais, recentemente um grupo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” fez avanços na adaptação do protocolo BTT utilizado pela FAO.

No Brasil, foi identificado um trabalho que também buscou relacionar estatisticamente parâmetros físico-químicos de qualidade de água com protocolos de avaliação rápida, também na região do Sul de Minas Gerais. Sampaio (2012), não encontrou uma relação significativa entre os parâmetros físico-químicos e o PAR, entretanto, o PAR utilizado nesse trabalho contava apenas com 10 parâmetros e um N amostral baixo, foram 4 campanhas de campo e 12 pontos monitorados. Ainda assim, o trabalho de Sampaio (2012) se atentou a distribuir as coletas e aplicações do protocolo entre as estações seca e chuvosa, enquanto esta pesquisa aplicou o protocolo uma única vez.

Outro trabalho de correlação entre parâmetros em um contexto de PSA, foi o de Tran (2010), que desenvolveu seu estudo no contexto de um dos casos mais famosos e bem conceituado de PSA no mundo, o do Estado de Nova York nos Estados Unidos. Tran (2010), também encontrou uma relação negativa entre PAR e parâmetros físico-químicos, através de teste de correlação de Spearman ($p < 0,05$).

Os resultados obtidos neste trabalho representam um avanço e um amadurecimento do uso da metodologia de protocolos de avaliação rápida. Já que com apenas uma única aplicação, um protocolo robusto e bem adaptado pode captar estatisticamente os resultados do monitoramento hidrológico. A proposta do PAR não é substituir o monitoramento hidrológico e sim complementá-lo (FLOTEMERSCH et al., 2011). Devido a facilidade de aplicação e ao caráter adaptativo, o PAR pode ser empregado nos programas de PSA no Brasil para aumentar os dados de monitoramento com alguma padronização de metodologia.

6.3. Percepção ambiental dos produtores

Os resultados obtidos a partir das entrevistas consistem em informações novas sobre a visão ambiental dos produtores rurais do ribeirão das Posses que participavam do programa Conservador das Águas no período em que a pesquisa foi feita. O diferencial desta parte do trabalho se deve ao conteúdo das perguntas da entrevista, que foram além do conteúdo relacionado a satisfação dos proprietários em relação ao programa, e das condições socioeconômicas, já levantados no trabalho de Gonçalves (2013). Ao tentar trabalhar com a visão humana, buscando entender como os proprietários enxergam e entendem o programa de PSA, o seu nível de engajamento, quais resultados eles perceberam, se faz necessário adentrar no campo da pesquisa de percepção ambiental.

Para esta pesquisa foram consideradas as definições de percepção e percepção ambiental partindo de Forgas (1971), que coloca a percepção “como o processo de extrair informação”, a partir da “recepção, aquisição, assimilação e utilização do conhecimento”, considerou-se que a percepção é parte do processo de formação de conhecimentos (MARIN, 2008). A percepção ambiental trata-se então da forma em que o ambiente é percebido pelas pessoas (MERLEAU-PONTY, 1999).

A visão dos proprietários rurais a respeito do programa de PSA é extremamente relevante pois tratam-se de uma das principais partes interessadas no projeto. O empenho na participação das partes interessadas é um dos fatores mais importantes a nível de gestão, que ajuda a garantir que todos os interesses e perspectivas sejam ponderados e corroborem para as abordagens consensuais (WEGNER, 2016).

Em relação a parte socioeconômica da entrevista, ressalta-se que entre os entrevistados, 100% dos tomadores de decisões das propriedades são homens, mesmo para o caso das entrevistadas mulheres. No entanto, notou-se em diversas situações que as esposas dos proprietários não só fizeram questão de acompanhar as entrevistas, como também participaram dando sua opinião em algumas respostas, como destacou Gonçalves (2013), a participação das mulheres foi muito importante no convencimento da adesão ao programa de PSA no início do projeto.

A maioria das famílias, 69% são originalmente de Extrema ou das intermediações, e 62% dos entrevistados sempre viveram em propriedades rurais e sempre trabalharam com agricultura, esse fato permite concluir que maioria dos proprietários possui forte laço com a região e a prática da agricultura.

Um ponto importante a ser ressaltado é em relação a idade e renda dos entrevistados, 50% dos entrevistados tinham entre 51 e 70 anos, 70% tem uma renda familiar de até dois salários mínimos sendo que, 46% tem a sua renda composta pela produção agropecuária, o pagamento pelos serviços ambientais e a aposentadoria. Cerca de metade dos entrevistados, 46% afirmaram que era impossível viver apenas com a renda da propriedade, nesses casos, a aposentadoria é que tinha um principal papel na renda familiar. Somando isso ao fato de que 54% estudou até a primeira fase do ensino fundamental pode-se concluir que a população amostrada caracteriza-se como a média da população rural brasileira (INEP, 2006).

Mesmo diante deste cenário socioeconômico, a renda proveniente do PSA foi considerada de pouco impacto para 85% dos entrevistados. Ainda assim, 77% afirmaram que manteriam as áreas restauradas e em restauração mesmo se parassem de receber o pagamento. A princípio, este poderia ser um resultado muito positivo contudo, ao longo da conversa com

os entrevistados surgiram diversos comentários como “agora já virou tudo mato, não tem o que fazer”, “só ia deixar o boi mais solto”, “não tem mais o que fazer lá”, indicando um sentimento de conformismo em relação as áreas cedidas para o PSA e não uma intensão genuína de manter as áreas em processo de restauração.

A maioria, 92% afirmou que o programa de PSA ajudou com a adequação a nova versão do Código Florestal de 2012, isso pode ser considerado um resultado positivo do programa de PSA, além da prestação dos serviços ambientais, a regularidade ambiental das propriedades seria muito difícil sem as atividades de restauração florestal empregadas pelo programa de PSA, o que pode ser considerado muito mais eficiente do que a aplicação de multas pelo não cumprimento das leis ambientais.

Outro resultado positivo que pode ser detectado, foi que 100% dos entrevistados pretendem continuar no programa e 46% teriam interesse em participar de outros programas ambientais no estilo do PSA. Entretanto, é importante registrar que parte dos proprietários que respondeu que pretendia continuar no programa não apresentaram motivações muito positivas, isso foi possível de identificar a partir de comentários como, “tem que continuar, vai fazer o que?”.

Analisando algumas respostas foi possível identificar oportunidades, que poderiam enriquecer o programa de PSA do ponto de vista dos produtores. Mais da metade (62%) mostram interesse em desenvolver outras práticas agrícolas, alguns comentaram ideias como estufas e plantio de eucalipto, mas no geral, não havia nem ideia e nem orientação para aumentar e diversificar a renda nas propriedades. Isso é explicado pelo fato de que 92% afirmou não receber nenhum tipo de assistência técnica.

Isso abre uma oportunidade, se o programa de PSA através da própria prefeitura ou de parcerias com universidades, pudesse oferecer uma assistência técnica com um caráter extensionista ao produtores isso poderia não só aumentar a renda e melhorar a qualidade de vida, como também ajudaria a despertar o interesse das futuras gerações nas propriedades rurais, já que a maioria dos futuros herdeiros das propriedades trabalham na zona industrial de Extrema ou fora da cidade, o que poderia inclusive, comprometer a continuidade do programa a longo prazo.

Esse tipo de atividade está prevista pela Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária a partir da difusão de informação e prestação de assistência técnica que corroboram com o desenvolvimento sustentável das propriedades rurais fortalecendo a agricultura familiar,

visando à melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 2009). Outra possibilidade seria a criação de políticas públicas adjacentes ao programa de PSA que desenvolvam e/ou fortaleçam as cooperativas leiteiras da região, uma vez que principal produto gerado nas propriedades rurais da microbacia do Posses é o leite.

Além disso, o fato de 77% dos entrevistados afirmarem nunca ter participado de nenhuma atividade de educação ambiental permite concluir que há uma disparidade entre os esforços desempenhados nas atividades de restauração e as práticas voltadas para a população rural em si. É fundamental que a educação ambiental como instrumento de gestão ambiental, não só esteja presente no programa de PSA mas também, que esteja adaptada a realidade local (DEBONI et al., 2015), difundindo boas práticas de manejo para o produtores e colaborando para despertar a conscientização das futuras gerações.

Por fim, no que diz respeito a percepção ambiental sobre questões mais ambientais, 30% não souberam explicar de nenhuma forma, o que veriam a ser os serviços ambientais, isso não só reflete a falta de atividades mais educativas como também pode mostrar uma distância entre os objetivos do programa de PSA e o entendimento dos produtores envolvidos, isso pode ser prejudicial para o engajamento da comunidade no programa. Contudo, nenhum dos entrevistados afirmou ter mudado os usos da água na propriedade, talvez pelo fato de usarem água apenas para as atividades essenciais ou por não terem recebido nenhuma instrução nesse sentido.

6.3.1. Perguntas chave, avaliação do programa e desenvolvimento de indicadores

Esta parte da pesquisa tem um caráter mais exploratório e de levantamento de dados, através das informações apresentadas aqui pode-se tentar desenvolver um modelo de indicador socioambiental. A geração de informação é o primeiro passo para um diagnóstico de situação, estatísticas e o monitoramento são essenciais no processo de elaboração dos indicadores (WINOGRAD; FERNÁNDEZ; MESSIAS, 1996). Vale salientar que os indicadores aqui propostos são indicadores subjetivos, pois se baseiam em dados qualitativos (OLIVEIRA et al., 2007).

Das 54 perguntas feitas para os entrevistados, com o intuito de levantar informações sobre a percepção ambiental dos produtores rurais, foram selecionadas 7 perguntas que foram chamadas de perguntas chave, para que possam servir de informação base para o futuro desenvolvimento de indicadores socioambientais. Duas importantes informações que poderiam ser extraídas dessa pesquisa são: entender a motivação de participação e permanência no programa e avaliar êxito do programa de PSA em si.

Entender a motivação é um fator crucial na hora de convencer um produtor a aderir ou renovar os contratos de PSA. Uma vez que os gestores consigam mapear e entender essas motivações, torna-se mais fácil o diálogo entre as partes interessadas. Além da motivação, outro fator fundamental para o sucesso do programa é o engajamento dos participantes, que pode inclusive ajudar a determinar se o serviço ambiental está sendo entregue ou não. Uma vez que não é interessante ter um produtor que participa do programa mas não adota boas práticas de manejo em sua propriedade, isso ficou claro durante a interpretação dos resultados do monitoramento hidrológico nos pontos 4 e 7.

Nas Figuras 23 e 24 ajudam a entender o comportamento das respostas às perguntas chave, que poderiam servir de base para a formulação de indicadores socioambientais de avaliação do programa de PSA. Essas 7 perguntas foram selecionadas por tocarem diretamente nas questões de motivação e resultados que podem ser interpretados através da percepção de mudança.

As perguntas chave tocam em assuntos que dizem respeito às possíveis motivações ambientais e financeiras para a participação e permanência no programa de PSA. As perguntas de percepção voltadas para tentar mapear as mudanças percebidas pelos produtores ao longo da participação do programa fornecem informações que podem levar a avaliação do êxito do programa.

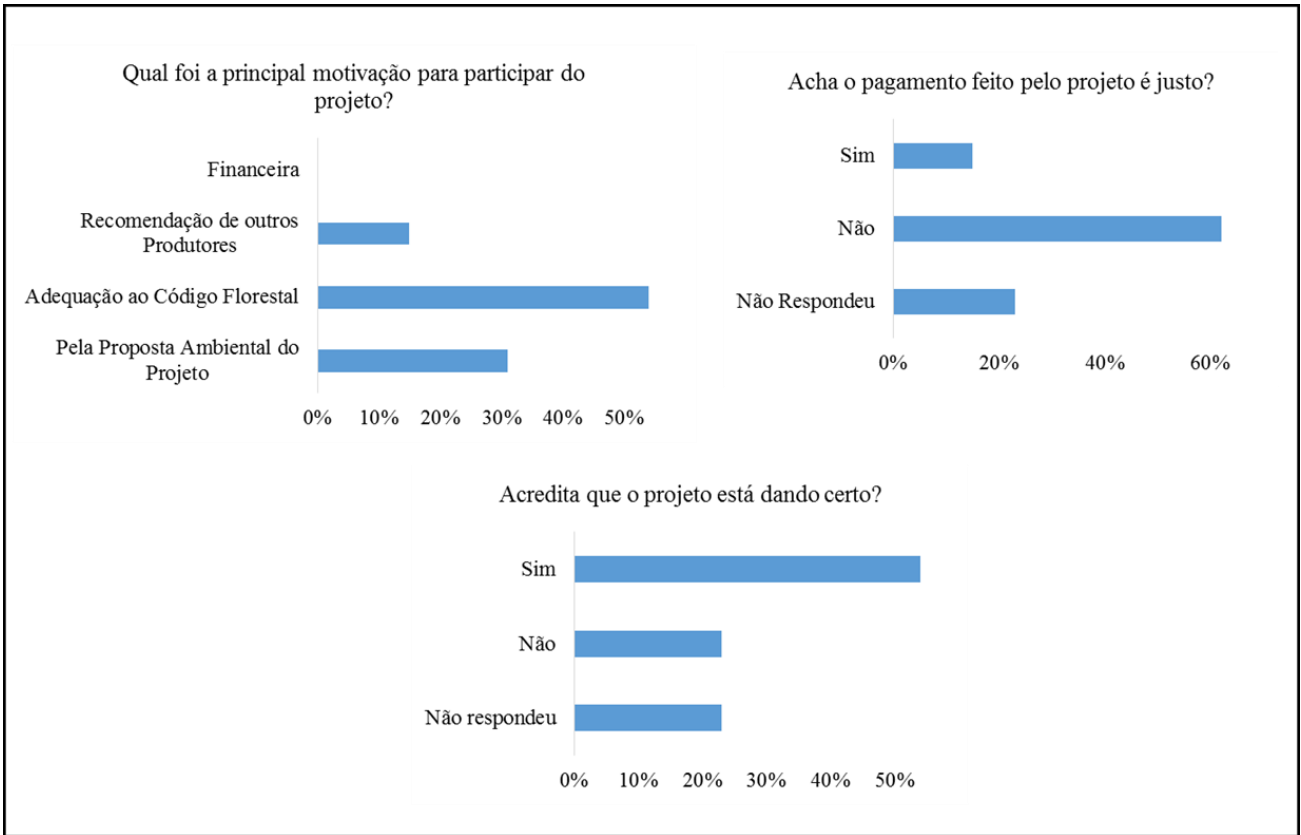


Figura 23 - Perguntas que ilustram o comportamento das respostas às perguntas chave para tentar entender as motivações dos produtores rurais

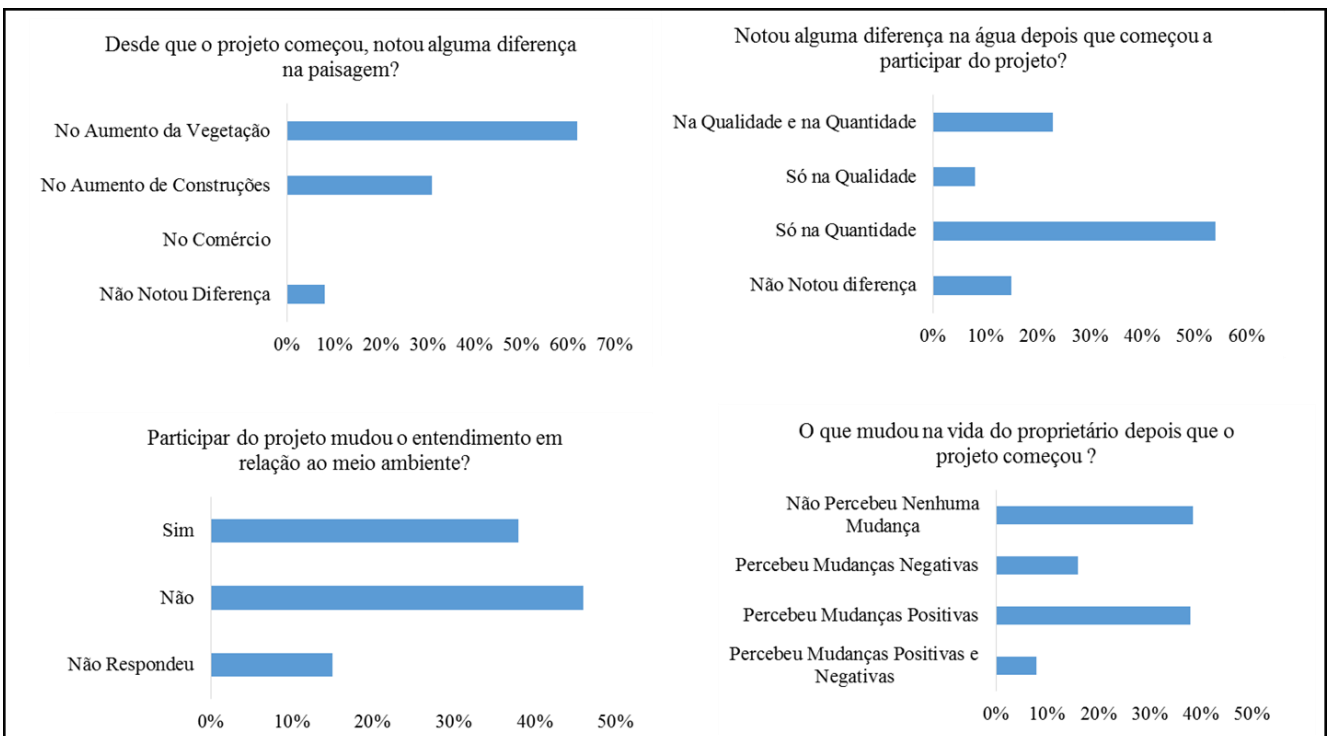


Figura 24 - Ilustração da percepção dos produtores rurais em relação as possíveis mudanças geradas pelo programa de PSA conforme respostas às perguntas chave referente a percepção

A partir dos resultados das perguntas chave é possível identificar que oportunidade de adequação ao código florestal foi a principal razão que levou a adesão ao programa de PSA, a cobertura do custo de oportunidade da recuperação das áreas pode ser considerada como um dos principais atrativos. Já a questão do pagamento em si não se mostrou como um fator de motivação para a permanência do programa, dado que do ponto de vista dos entrevistados, o pagamento não é feito de forma justa. Ainda assim, a maioria acredita que o programa está dando certo.

O que sustenta a visão dos entrevistados ao afirmarem que o programa está dando certo são as percepções em relação ao aumento da vegetação e da quantidade e qualidade de água, fatores que apenas poucos entrevistados afirmaram não ter percebido nenhuma diferença. Entretanto, pode haver falhas no engajamento dos produtores rurais com o programa, uma vez que uma parcela significativa não relatou nenhuma mudança pessoal após participar do programa.

Ao analisar os resultados individualmente, percebeu-se um resultado curioso, uma parte razoável dos entrevistados apresentou uma percepção neutra em relação ao programa, não tendo sido possível identificar uma motivação específica nem uma observação de resultados, o que pode ser diretamente interpretado como um baixo engajamento.

Na tentativa de ilustrar a interpretação desses dados foi feito o esquema apresentado na Figura 25 que apresenta os fatores de motivação e engajamento que foram aqui interpretados. Baseados em dois possíveis fatores motivacionais, o financeiro e a adequação ambiental; o nível do engajamento e uma posição chamada de generalista. Esse último termo foi empregado para se referir aos proprietários que não mostram motivação específica tampouco foi possível identificar o seu nível de engajamento.

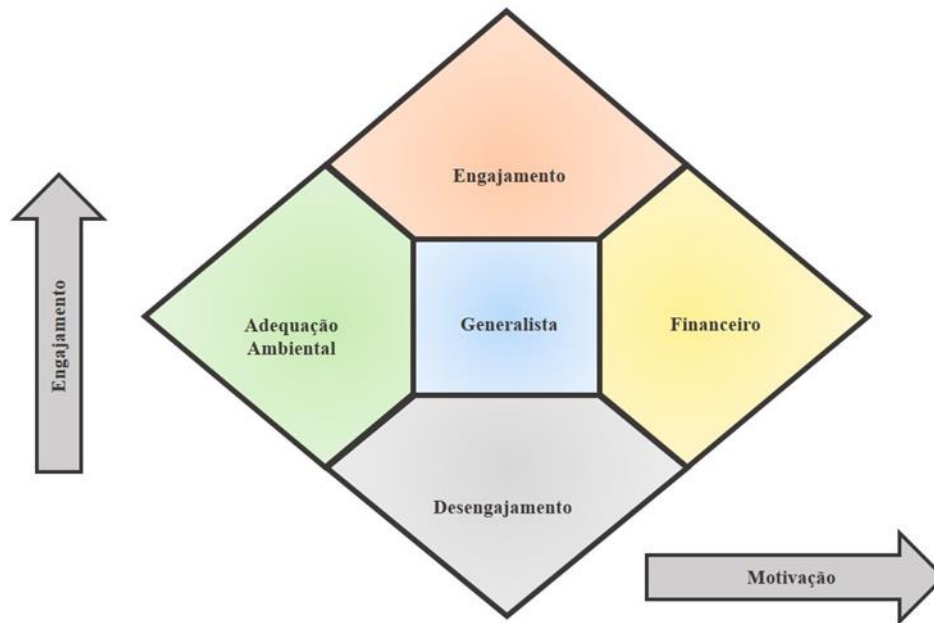


Figura 25 – Diagrama para avaliação do engajamento dos produtores rurais em relação ao programa Conservador das Águas

Esses resultados, permitem tirar conclusões assertivas sobre o desempenho do programa Conservador das Águas na microbacia do ribeirão das Posses do ponto de vista dos produtores que participaram da pesquisa. Sem dúvidas, para a elaboração concreta de bons indicadores socioambientais se faz necessário levantamento de mais informações além das apresentadas neste trabalho, também é necessário aumentar o número de proprietários entrevistados não só na microbacia do ribeirão das Posses mais também, para se tirar uma conclusão a respeito de todas as microbacias onde o programa Conservador das Águas atua.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados do monitoramento hidrológico pode-se tecer algumas considerações sobre a qualidade da das águas do ribeirão das Posses e seus afluentes. De maneira geral, os corpos hídricos da área de estudo se encontram em boas condições em relação a qualidade da água. Contudo, fontes de poluição difusa, provenientes do manejo inapropriado das atividades agropecuárias, encontradas em alguns pontos de monitoramento comprometem a qualidade da água na microbacia, deixando alguns pontos a baixo da Classe 2 do CONAMA 357/05 para o parâmetro de DBO.

Os resultados das análises isotópicas foram precisos na caracterização da origem do MPS coletado ao longo da microbacia, refletindo muito bem o uso e a ocupação do solo nas áreas onde amostras foram coletadas. Através dessas análises foi possível identificar que a cobertura florestal, proveniente das atividades de restauração, está começando a sobrepor o pasto em relação a contribuição para o MPS nos corpos hídricos. Esses resultados foram coerentes com os resultados das análises de COD, CID e NT que, em ambas as análises foram detectados a forte influência negativa da poluição difusa em algumas áreas.

A adaptação do PAR aplicado na área se mostrou bem eficiente ao avaliar as áreas de monitoramento, os resultados do PAR são coerentes com os demais resultados das análises do monitoramento hidrológico. Isso ficou ainda mais comprovado através da análise de regressão, o que reforça que um PAR bem adaptado a área a ser avaliada pode ser uma ferramenta eficiente para ajudar no monitoramento de sistemas fluviais e gestão dos recursos hídricos.

É válido destacar que os resultados obtidos neste trabalho são inovadores e seu sucesso se deve ao número de observações e a composição robusta dos parâmetros que constituíram o PAR utilizado neste trabalho. O PAR não substitui completamente o monitoramento hidrológico, mas pode ser uma ferramenta base na elaboração de uma metodologia de monitoramento de projetos de PSA no Brasil, o que atenderia a demanda por meios padronizados e que possam ser usados com frequência para a avaliação desses projetos.

Por fim, as entrevistas feitas com os produtores rurais permitiram gerar um levantamento de novas informações sobre a visão ambiental dos provedores de SE do programa Conservador das Águas. Os resultados dessa parte do trabalho podem colaborar para o futuro desenvolvimento de indicadores de avaliação socioambiental, que acarretariam uma visão mais humana e diferenciada na avaliação do programa de PSA. As entrevistas também apontaram uma desatenção do programa de PSA em relação as reais necessidades do produtores rurais, também mostrou a oportunidade que o programa pode tem de servir como uma ferramenta de

transformação de opinião, o que pode ser maximizado com a adoção de políticas públicas voltadas para a educação ambiental das comunidades rurais. Mais estudos ainda precisam ser feitos para aumentar o número de dados a respeito da visão e percepção ambiental dos provedores de SE.

A realização constante de pesquisas científicas, como feitos por este trabalho, colaboram na geração de informações importante para o aprimoramento da prática do PSA no Brasil. Projetos de PSA podem ser muito úteis na mitigação das mudanças climáticas, no desenvolvimento sustentável das áreas rurais e na valorização dos pequenos produtores, mostrando que é possível encontrar nas próprias práticas agrícolas os caminhos para a sustentabilidade da produção de alimentos e o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e consciente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. Brasília, DF, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. Brasília, DF, 2012.

ALMEIDA, L. M. et al. Avaliação da eficiência de processos psa na remoção de CO₂. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 14933-14940, 2015.

ALTMANN, A. Princípio do preservador-recebedor: contribuições para a consolidação de um novo princípio de direito ambiental a partir do sistema de pagamento por serviços ambientais. In: SILVEIRA, C. E. M. da (Org.). **Princípios do direito ambiental: atualidades**. Caxias do Sul: EDUCS, 2012. p. 125-161.

AMORIM, M. A. et al. Origem e dinâmica da deposição dos sedimentos superficiais na Várzea do Lago Grande de Curuai, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 165–171, 2009.

ARTHINGTON, A. H. Environmental flows: a scientific resource and policy framework for river conservation and restoration. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 25, n. 2, p. 155–161, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO/IEC 17025** - Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2001. 20 p.

AZEVEDO, T. S. **Legislação e geotecnologias na definição das áreas de preservação permanente e das reservas legais**: Aplicação à Bacia do Córrego das Posses, Município de Extrema – MG. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2008.

BAER, J. The Importance of Domain-Specific Expertise in Creativity. **Roeper Review**, v. 37, n. 3, p. 165–178, 2015.

BAKER, T. R. et al. How can ecologists help realise the potential of payments for carbon in tropical forest countries? **Journal of Applied Ecology**, v. 47, n. 6, p. 1159–1165, 2010.

BARRETT, L. T.; SWEARER, S. E.; DEMPSTER, T. Impacts of marine and freshwater aquaculture on wildlife: a global meta-analysis. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 4, p. 1022–1044, 2019.

BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as adaptive management. **Ecological Applications**, v. 10, n. 5, p. 1251–1262, 2000.

BISHOP, K. et al. Aqua Incognita: the unknown headwaters. **Hydrological Processes**, v. 22, n. 8, p. 1239–1242, 2008.

BITAR, O. Y.; ORTEGA, R. D. Gestão ambiental. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. p. 499-508.

BOARDMAN, J.; POESEN, J. **Soil erosion in Europe: major processes, causes and consequences**. 1. ed. Chinchester: John Wiley e Sons, 2006. p. 478-487.

BOF, A. M. **A educação no Brasil rural**. Brasília, DF: INEP, 2006. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484184/A+educa%C3%A7%C3%A3o+no+Brasil+rural/6f20b4f1-a40e-4d78-baea-1f63f191041?version=1.3>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

BRASIL. Leis e Decretos. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Também conhecida como novo Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1-8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Instrução Normativa N. 46 de outubro de 2011. Dispõe sobre a legislação para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 07 out. 2011. Seção 1.

BRASIL. Resolução CONAMA N. 357 de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 35, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2003. 255 p.

BULTE, E. H. et al. Payments for ecosystem services and poverty reduction: concepts, issues, and empirical perspectives. **Environment and Development Economics**, v. 13, n. 3, p. 245–254, 2008.

BURKHARD, B.; PETROSILLO, I.; COSTANZA, R. Ecosystem services – Bridging ecology, economy and social sciences. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 257–259, 2010.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CALLISTO, M. et al. (Org.). **Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos**. Belo Horizonte: CEMIG, 2014.

CAMHI, A.; PAGIOLA, S. **Payment for Environmental Services mechanisms in Latin America and the Caribbean: A compendium**. Washington, DC: World Bank, 2009.

CAPECHE, C. L. **Processos erosivos em áreas da usina hidrelétrica Franca Amaral-Bom Jesus do Itabapoana, RJ**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. (Documentos, 73).

CARPENTER, S. R.; BOOTH, E. G.; KUCHARIK, C. J. Extreme precipitation and phosphorus loads from two agricultural watersheds. **Limnology and Oceanography**, v. 63, n. 3, p. 1221–1233, 2018.

CARR, G. M.; NEARY, J. P. **Water quality for ecosystem and human health**. New York: UNEP, 2008.

COSTA, C. et al. Programa União Pelas Águas - Gestão Participativa para Elaboração e Formação do Pró-Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 2, p. 55–64, 2008.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 1997.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1. ed. São Paulo: CETESB, 1987. 155 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Índices de qualidade das águas**. 1. ed. São Paulo: CETESB, 2012. 203 p.

GLOBO.COM. G1 Sul de Minas. **Com 172 empresas, Extrema vira 2º polo industrial de MG**. Publicado em 13 nov. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2012/11/com-172-empresas-extrema-vira-2-polo-industrial-de-mg.html>>. Acesso em: 15 ago. 2020

COMTE, A. **Système de politique positive, ou Traité de sociologie instituant la Religion de l'Humanité**, Paris: Société Positiviste Paris, 1929. Tome I-IV.

CRUZ NETO, O. et al. O trabalho de campo como descoberta e criação. **Pesquisa Social: Teoria, Método E Criatividade**, v. 4, p. 51-66, 1994.

DAVIDE, A. C. et al. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 207, p. 65-74, 2000.

DEBONI, T. L. et al. Percepção e consciência ambiental: um estudo exploratório em Lages - SC. **Geoambiente On-line**, n. 24, 2015. doi: 10.5216/revgeoamb.v0i24.36976.

DEGENS, E. T.; KEMPE, S.; RICHEY, J. E. (Ed.). **Biogeochemistry of Major World Rivers**. Chichester: John Wiley, 1991. 356 p. (Scope 42).

DE LIMA, A. P. M. et al. Metodologias de monitoramento de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília, DF. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138149/1/2015-156.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2020.

DE LIMA, A. P. M. et al. Pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil: experiências iniciais e os desafios do monitoramento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS Hídricos, 20., 2013, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2013. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/970166/1/SBRH2013AnaPaulaRafael1.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2020.

DEMO, P. **Solidariedade como efeito de poder**. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2002. v. 6.

DIENER, E.; SUH, E. Measuring quality of life: Economic, social, and subjective indicators. **Social Indicators Research**, v. 40, n. 1-2, p. 189-216, 1997.

DOUBEK, J. P.; CAREY, C. C.; CARDINALE, B. J. Anthropogenic land use is associated with N-fixing cyanobacterial dominance in lakes across the continental United States. **Aquatic Sciences**, v. 77, n. 4, p. 681–694, 2015.

DUARTE, J. Entrevista em profundidade. In: DUARTE, J.; BARROS, A. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005. p. 62-83, 2005.

ECHAVARRÍA, J. J.; RENTERÍA, C.; STEINER, R. **Decentralization and bailouts in Colombia**. Washington, DC: Inter-American Development Bank, 2002. (Research Network Working Papers, R-442).

ERB, K.-H. et al. Embodied HANPP: Mapping the spatial disconnect between global biomass production and consumption. **Ecological Economics**, v. 69, n. 2, p. 328–334, 2009.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **The European environment: State and outlook 2005**. Brussels: European Community, 2005.

EXTREMA. Departamento de Meio Ambiente. Projeto Conservador das Águas Lei Municipal 2.100/05. Extrema, MG: Prefeitura Municipal, 2005. Disponível em: <<http://www.camaraextrema.mg.gov.br/html/legislacao>>. Acesso em: 14 set. 2020.

EXTREMA. Prefeitura Municipal. Lei N. 2.100, de 21 de dezembro de 2005. Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.camaraextrema.mg.gov.br/html/leis/leis_2005/lei_2100_21dez05.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.

FAO. **The State of Forests in the World**. Rome, 2018.

IORE, F. A.; BARDINI, V. S. S.; NOVAES, R. C. Monitoramento da qualidade de águas em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos: estudo de caso no município de São José dos Campos/SP. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1141–1150, 2017.

FLOTEMERSCH, J. E.; STRIBLING, J. B.; HUGHES, R. M.; REYNOLDS, L.; PAUL, M. J.; WOLTER, C. Site length for biological assessment of boatable rivers. **River Research and Applications**, v. 27, n. 4, p. 520–535, 2011.

FORGUS, R. H. **Percepção: o processo básico do desenvolvimento cognitivo**. Brasília, DF: Editora da Universidade de Brasília, 1971.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1993.

FREITAS, L. C. A questão da interdisciplinaridade: notas para a reformulação dos cursos de pedagogia. **Educação & Sociedade**, v. 10, n. 33, p. 105-131, 1989.

FRIGOTTO, G. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 41-62, 2008.

GIGLIO, L. et al. Global estimation of burned area using MODIS active fire observations. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 6, n. 4, p. 957-974, 2006.

GOMES, T. F. et al. Runoff, soil loss, and sources of particulate organic carbon delivered to streams by sugarcane and riparian areas: An isotopic approach. **CATENA**, v. 181, p. 104083, 2019.

GONÇALVES, H. **Pagamentos por serviços ambientais segundo a ótica da comunidade envolvida-o caso do projeto Conservador das Águas, Extrema/MG**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

GROOT, R. et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 50-61, 2012.

HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES, G. M. A.; CASTRO, S. S. Análise dos compartimentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí – GO. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, n. 26, p. 113, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de Minas Gerais**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@: Extrema**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/extrema/panorama>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**, 2020. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/06/2020_Atlas_Mata_Atlantica_2018-2019_relatorio_tecnico_final-1.pdf>. Acesso em: 29 jul de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Programa Queimadas**. InfoQueimadas. São José dos Campos, 2020. Disponível em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/outros-produtos/infoqueima/home>>. Acesso em: 29 de jul de 2020.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1976.

JUNK, Wolfgang J. **General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains**. In: *The Central Amazon Floodplain*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1997. 3-20 p.

KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2008. 340 p.

KENDALL, C.; McDONNELL, J. **Isotope Tracers in Catchment Hydrology**. Amsterdam: Elsevier, 1999.

KFOURI, A.; FAVERO, F. **Projeto conservador das águas passo a passo**. Brasília, DF: The Nature Conservancy do Brasil, 2011.

KLEIN, J. T. **Interdisciplinarity: History, theory, and practice**. Detroit: Wayne State University Press, 1990.

KLEIN, J. T. **Crossing boundaries: Knowledge, disciplinarity, and interdisciplinarity**. Charlottesville: University of Virginia Press, 1996.

KLEIN, J. T. Evaluation of Interdisciplinary and Transdisciplinary Research. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 35, n. 2, p. S116–S123, 2008.

KLEIN, J. T.; FALK-KRZESINSKI, H. J. Interdisciplinary and collaborative work: Framing promotion and tenure practices and policies. **Research Policy**, v. 46, n. 6, p. 1055–1061, 2017.

KÖPPEN, W. **Climatologia com um estudo de los climas de la tierra**. México, DF: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

LEAHEY, E.; BECKMAN, C. M.; STANKO, T. L. Prominent but Less Productive. **Administrative Science Quarterly**, v. 62, n. 1, p. 105–139, 2017.

LEFF, E. **Saber ambiental**. Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. Petrópolis: Vozes/PNUMA, 2001. 343 p.

LEMOS, R. S. et al. Elaboração de um protocolo de avaliação rápida de cursos d'água e aplicação em sub-bacias hidrográficas do Ribeirão Pampulha, bacia do rio das Velhas, Minas Gerais–Brasil. In: **SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE TRATAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM MEIO URBANO E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO PARCELAMENTO DO SOLO - APPURNANA, 3.**, 2014, Belém, PA. Belém, PA: UFPA, 2014.

LENZEN, M. et al. International trade drives biodiversity threats in developing nations. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 109–112, 2012.

LIMA, G. C. et al. Variabilidade de atributos do solo sob pastagens e mata atlântica na escala de microbacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p. 517–526, 2014.

LIMA, W. de P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**, v. 2, p. 33-44, 2000.

LOBO, E. A.; VOOS, J. G.; FIEDLER JÚNIOR, E. A. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. **Caderno de Pesquisa**, v. 23, n. 1, p. 18-32, 2011.

MAGALHÃES, N. S.; MARENCO, R. A.; CAMARGO, M. A. B. Do soil fertilization and forest canopy foliage affect the growth and photosynthesis of Amazonian saplings? **Scientia Agricola**, v. 71, n. 1, p. 58–65, 2014.

MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. de. O modelo brasileiro de gerenciamento de recursos hídricos. In: MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. de. (Ed.). **Gestão Ambiental de bacias hidrográficas**. Rio de Janeiro: UFRJ; Coppe; Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, 2001. p. 101-113.

MANZINI, E. J. **Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semiestruturada**. Londrina: Eduel, 2003. (Colóquios sobre Pesquisa em Educação Especial, 2010).

MARÔCO, J. **Análise Estatística com o SPSS Statistics**. 7. ed. Pêro Pinheiro, Portugal: ReportNumber, 2018. 1013 p.

MARQUES, M. M. G. S. M.; BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in South-East Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 4, p. 553–561, 1999.

MARQUES, M. N. et al. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio ribeira de iguape, São Paulo. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1171–1178, 2007.

MARTÍN-LÓPEZ, B. et al. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. **Ecological Indicators**, v. 37, p. 220–228, 2014.

MARTINELLI, L. A. et al. Utilização das variações naturais de $\delta^{13}\text{C}$ no estudo de cadeias alimentares em ambientes aquáticos: princípios e perspectivas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 1, p. 859-882, 1988.

MAYRAND, K.; PAQUIN, M. **Pago por servicios ambientales**: Estudio y evaluación de esquemas vigentes. Montreal: Unisfera, 2004. 57 p.

MELO, A. S.; FROEHLICH, C. G. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 20, n. 1, p. 1–16, 2001.

MERLAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. Trad. Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 2. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1999.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MICHALOS, A. C. Combining Social, Economic and Environmental Indicators to Measure Sustainable Human Well-Being. **Social Indicators Research**, v. 40, p. 221–258, 1997.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT BOARD. **Ecosystems and human well-being: health synthesis**. Geneva: WHO, 2005.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 39–47, 2006.

MINAYO, M. C. S. Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33, n. suppl 1, p. 83–91, 2009.

MINAYO, M. C. S.; ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. (Org.). **Avaliação por triangulação de métodos: abordagem de programas sociais**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005. 244 p.

MURADIAN, R. et al. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1202–1208, 2010.

OBSERVATÓRIO DAS ÁGUAS. **Os Serviços Ambientais da Mata Atlântica, Segurança Hídrica, Regulação do Clima e Diversidade Biológica**. Nota Técnica Julho 2020. Disponível em: <<https://observatoriodasaguas.org/wp-content/uploads/sites/5/2020/07/Os-Servic%CC%A7os-Ambientais-da-MA-1-1.pdf>>. Acesso em: 15 nov 2020.

OLIVEIRA, M. E. C. de et al. A criação de indicadores para avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas apícolas de Sergipe. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 1, p. 79-86, 2007.

OLSSON, P.; FOLKE, C. Local Ecological Knowledge and Institutional Dynamics for Ecosystem Management: A Study of Lake Racken Watershed, Sweden. **Ecosystems**, v. 4, n. 2, p. 85–104, 2001.

OMERNIK, J. M. Ecoregions of the Conterminous United States. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 77, n. 1, p. 118–125, 1987.

PACHECO, E.; SILVA, H. P. **Compromissos epistemológicos do conceito de percepção ambiental**. Rio de Janeiro: Departamento de Antropologia, Museu Nacional e Programa EICOS/UFRJ, 2007.

PADOVESI-FONSECA, C. et al. Diagnostic of ribeirão Mestre d'Armas sub-basin using two methods of rapid environmental assessment, Federal District, Central Brazil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5, n. 1, p. 43–56, 2010.

PAGIOLA, S.; ARCENAS, A.; PLATAIS, G. Can Payments for Environmental Services Help Reduce Poverty? An Exploration of the Issues and the Evidence to Date from Latin America. **World Development**, v. 33, n. 2, p. 237–253, 2005.

PAGIOLA, S.; CARRASCOSA VON GLEHN, H.; TAFFARELLO, D. **Brazil's experience with payments for environmental services**. Washington, DC: World Bank, 2013.

PEREIRA, P. H. **Projeto Conservador das Águas: 12 anos**. Extrema: Secretaria de Meio Ambiente, 2017.

PÉREZ G. U. Pensamiento sistémico en la planificación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas. In: FORO REGIONAL. LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS, EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN LIMPIA, 2012, Neiva. Tolima, Colômbia: Universidad del Tolima, 2012.

PERT, P. L. et al. A catchment-based approach to mapping hydrological ecosystem services using riparian habitat: A case study from the Wet Tropics, Australia. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 378–388, 2010.

PHILIPPI JUNIOR, A.; FERNANDES, V. (Ed.). **Práticas da interdisciplinaridade no ensino e pesquisa**. São Paulo: Editora Manole, 2015.

PLAFKIN, J. L. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish**. Washington, DC: USEPA, Office of Water, 1989.

PLATAFORMA INTERGOVERNAMENTAL DE POLÍTICAS CIENTÍFICAS SOBRE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS - IPBES. **Resumo para legisladores do mundo - Relatório de avaliação sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. Boon, Alemanha, 2019. Disponível em: <https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm_unedited_advance_for_posting_htn.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. Nascentes. Emprego de protocolo de avaliação rápida no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: estudo de caso em áreas urbanas de Iconha e Piúma (ES). **GeoTextos**, v. 15, n. 2, 2019.

RAFOLS, I.; MEYER, M. Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: Case studies in bionanoscience. **Scientometrics**, v. 82, n. 2, p. 263–287, 2010.

REYERS, B. et al. Essential Variables help to focus Sustainable Development Goals monitoring. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 26–27, p. 97–105, 2017.

RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; THOMAS, W. W. Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 3, p. 467–475, 2008.

RODRIGUES, A.; CASTRO, P. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161–170, 2008.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP; 2000.

ROSA, C.; OLIVEIRA, A.; SAAD, A. A expansão urbana e o IQA como ferramentas de avaliações e análises da evolução da qualidade das águas do rio Cotia, região metropolitana de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 4, p. 114–123, 2014.

ROSA, N. M. G.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG). **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 57, p. 441–464, 2019.

ROSENFELD, P. L. The potential of transdisciplinary research for sustaining and extending linkages between the health and social sciences. **Social Science & Medicine**, v. 35, n. 11, p. 1343–1357, 1992.

SALZMAN, J. et al. The global status and trends of Payments for Ecosystem Services. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 3, p. 136–144, 2018.

SAMPAIO, C. de F. **Avaliação ambiental do Rio Pardo, Brasil: Ênfase para Áreas de Preservação Permanente, ecossistemas aquáticos superficiais e condições físico-químicas da água**. 2012. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

SANTOS, C. P. **Indicadores de qualidade de água em sistema de pagamentos por serviços ambientais**. Estudo de caso: Extrema-MG. 2014. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

SCHINDLER, D. W. The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1746, p. 4322–4333, 2012.

SCHWARTZMAN, S. O sentido da interdisciplinaridade. **Novos Estudos CEBRAP**, v. 32, p. 191-198, 1992.

SILVA, M. A. et al. Sistema de informações geográficas no planejamento de uso do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 316–323, 2013.

SIMÕES, M.; ANDRADE, D. C.. Limitações da abordagem coaseana à definição do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). **Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 1, p. 59–78, 2013.

SONG, X.-P. et al. Global land change from 1982 to 2016. **Nature**, v. 560, n. 7720, p. 639–643, 2018.

SWALLOW, B. M. et al. Compensation and Rewards for Environmental Services in the Developing World: Framing Pan-Tropical Analysis and Comparison. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, p. art. 26, 2009. DOI: 10.5751/ES-02499-140226.

TAFFARELLO, D. et al. Hydrological services in the Atlantic Forest, Brazil: An ecosystem-based adaptation using ecohydrological monitoring. **Climate Services**, v. 8, p. 1–16, 2017.

TARDY, Y. **Le cycle de l'eau: climats, paléoclimats et géochimie globale**. Paris: Masson, 1986.

TOLEDO, L. G. De; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 181–186, 2002.

TRAN, C. P. et al. Land-use proximity as a basis for assessing stream water quality in New York State (USA). **Ecological Indicators**, v. 10, n. 3, p. 727–733, 2010.

TURNER, B. L.; LAMBIN, E. F.; REENBERG, A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 104, n. 52, p. 20666–20671, 2007.

UNITED NATIONAL - WATER. **A Post-2015 Global Goal for Water: Synthesis of Key Findings and Recommendations from UN-Water**. New York, 2014.

UNITED NATIONAL - WATER. **Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. 2019. Disponível em:< http://www.tratabrasil.org.br/uploads/Relat--rio-mundial-das-Na---es-Unidas-sobre-desenvolvimento-dos-recursos-h--dricos-2019--n--o-deixar-ningu--m-para-tr--s--fatos-e-dados---UNESCO-Digital_Library.pdf> Acesso em 10 set.2020.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 1, p. 161–16, 2012.

VENKATACHALAM, L. Environmental economics and ecological economics: Where they can converge? **Ecological Economics**, v. 61, n. 2–3, p. 550–558, 2007.

VENTER, O. et al. Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. **Nature Communications**, v. 7, n. 1, p. 12558, 2016.

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C. A. L. **Biological wastewater treatment in warm climate regions**. London: IWA Publishing, 2005. v. 1.

VÖRÖSMARTY, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, v. 467, n. 7315, p. 555–561, 2010.

WEGNER, G. I. Payments for ecosystem services (PES): a flexible, participatory, and integrated approach for improved conservation and equity outcomes. **Environment, Development and Sustainability**, v. 18, n. 3, p. 617–644, 2016.

WHATELY, M.; CUNHA, P. **Cantareira 2006: um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007.

WINOGRAD, M.; FERNÁNDEZ, N.; MESSIAS, R. **Marco Conceptual para el Desarrollo y Uso de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad para Toma de Decisiones en Latinoamérica y el Caribe**. Cali, Colômbia: Ciat, 1996. 30 p.

WUNDER, S. Revisiting the concept of payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 117, p. 234–243, 2015.

WUNDER, S.; ALBÁN, M. Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4, p. 685–698, 2008.

WUNDER, S.; WERTZ-KANOUNNIKOFF, S.; MORENO-SÁNCHEZ, R. Pago por servicios ambientales - PSA: una nueva forma de conservar la biodiversidad. **Gaceta Ecológica**, n. 84-85, p. 39–52, 2007.

ZILBERMAN, D.; LIPPER, L.; McCARTHY, N. Putting Payments for Environmental Services in the Context of Economic Development. In: LIPPER, L.; SAKUYAMA, T.; STRINGER, R.; ZILBERMAN, D. (Ed.). **Payment for Environmental Services in Agricultural Landscapes**. New York: Springer New York, 2009. p. 9–33.

APÊNDICES

Apêndice A – Protocolo de Avaliação Rápida do Ambiente Físico adaptado e utilizado neste trabalho

Ponto de coleta:			
Data da coleta:		Hora da coleta:	
Tempo (situação do dia):			
Tipo de ambiente: Corrego () Rio()			
Largura média:			
Produtividade média:			
Temperatura da água:			
Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
4. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
5. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
6. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
7. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
8. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
9. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
10. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
11. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
12. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
13. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
14. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos	Depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
15. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado
16. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
17. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado
18. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
19. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
20. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).
21. construções	Ausente	> 10 m da margem	< 10 m da margem	Na margem
22. Estrada calçada ou cascalhada	Ausente	> 10 m da margem	< 10 m da margem	Na margem
23. Entulhos/lixo	Ausente	> 10 m de margem	< 10 m da margem	Na margem
24. Parque/Gramado	Ausente	> 10 m de margem	< 10 m da margem	Na margem
25. Plantação de grãos	Ausente	> 10 m de margem	< 10 m da margem	Na margem
26. Pastagem/campos de feno	Ausente	> 10 m de margem	< 10 m da margem	Na margem
27. Sivicultura/desmatação	Ausente	> 10 m de margem	< 10 m da margem	Na margem

Apêndice B. Questionário elaborado pela autora para guiar a entrevista com os produtores rurais.

ROTEIRO PARA ENTREVISTA

HISTÓRICO:

- 1- A idade do produtor/ administrador da propriedade
 - a) 18-30
 - b) 31-50
 - c) 51-70
 - d) 71-90

- 2- Qual o tamanho da propriedade em ha? _____

- 3- Qual a distância até a cidade? _____
- 4- A propriedade é:
 - a) Própria
 - b) Alugada
 - c) Arrendada
 - d) Outro: _____
- 5- A casa é feita predominantemente de qual material?
 - a) Madeira
 - b) Palha
 - c) Adobe
 - d) Alvenaria

- 6- Quantos cômodos tem a casa? _____
- 7- Quantas pessoas vivem na propriedade? _____
- 8- A família do produtor é de Extrema?
 - a) Sim
 - b) Não

- 9- Sempre trabalhou em propriedade rural?
 - a) Sim
 - b) Não

- 10- O que a família fazia antes? _____

- 11- Como chegaram à Extrema? _____

- 12- Quem trabalha na propriedade?
 - a) Parentes de 1º grau
 - b) Parentes de 2º grau
 - c) Empregados
 - d) Outros
- 13- Grau de escolaridade do tomador de decisão da propriedade
 - a) Nenhum grau de escolaridade completo
 - b) Fundamental
 - c) Médio
 - d) Superior
- 14- Renda familiar (salários mínimos)
 - a) 0-2
 - b) 3-4
 - c) 5-6
 - d) 7-8
- 15- Qual o principal tipo de produção
 - a) Gado de leite
 - b) Gado de corte
 - c) grãos e cereais
 - d) Outro

16- Possui alguma renda extra? qual?

a) Sim b) Não _____

17- Alguém da família trabalha fora da propriedade? O que faz?

18- Já fez algum investimento na propriedade? Qual?

a) Sim

b) Não

19- Já recebeu algum crédito/empréstimo para a propriedade? O que fez com o dinheiro?

a) Sim

b) Não

SOBRE O CONSERVADOR DAS ÁGUAS

20- A quanto tempo participa do projeto? _____

21- Por que resolveu participar? O que motivou a participar?

a) Motivos financeiros

b) Incentivo de produtores vizinhos

c) Para adequar a propriedade ao código florestal

d) Se interessou pela proposta ambiental do programa

22- Já participou de alguma atividade de educação ambiental?

a) Sim b) Não

23- Existe algum tipo de assistência técnica para as atividades produtivas? De quem? Com que frequência?

RENDA, AGRICULTURA E ATIVIDADES NÃO AGRÍCOLAS

24- Dá para viver só com a renda da produção agrícola?

a) Sim

b) Não

25- Como o valor recebido pelo PSA impacta na renda do produtor?

a) Nada b) Pouco c) Razoável d) Muito

26- Acha o pagamento feito pelo projeto é justo?

a) Sim

b) Não

27- E se parasse de receber o dinheiro do programa, o que faria com as áreas em restauração?

a) Manteria as áreas e o manejo

b) Manteria as área e mudaria o manejo

c) Retiraria parcialmente a área

d) Removeria toda área

ENTENDIMENTO SOBRE PSA

28- Para você, o que são serviços ambientais?

29- Você sabe de onde vem o dinheiro do projeto “Conservado das águas”?

- a) Da prefeitura
- b) De imposto arrecadado pela população
- c) De imposto arrecadado das indústrias
- d) Dos consumidores dos serviços ambientais

30- Quem se beneficia destes serviços ambientais prestados em Extrema?

- a) Os próprios produtores rurais
- b) A cidade de Extrema de maneira geral
- c) A população a jusante da bacia
- d) O meio ambiente em si

31- Por que acha que a Prefeitura Municipal de Extrema faz esse projeto?

- a) Para buscar a adequação ambiental dos produtores
- b) Para garantir as reservas de água da cidade
- c) Para a manutenção do volume e qualidade de água a jusante
- d) Para ajudar o meio ambiente

PARTICIPAÇÃO E PERSPECTIVAS EM RELAÇÃO AO PROJETO

32- Qual a opinião do produtor sobre o projeto? Está satisfeito de ter entrado? Quer sair?

33- O que foi feito na propriedade?

34- O projeto ajudou com a adequação da propriedade em relação ao Código Florestal de 2012?

- a) Sim
- b) Não

35- O proprietário acredita que o projeto está dando certo? Por que?

- a) Sim
 - b) Não
-

36- Pretende continuar no programa no futuro?

- a) Sim
- b) Não

37- O que mudou na vida do proprietário depois que o projeto começou?

38- Tem interesse em participar de outros projetos como este?

- a) Sim
- b) Não

- c) Se for vantajoso financeiramente
- d) Não sei

39- Tem interesse em experimentar outras práticas agrícolas na propriedade? Quais?

- a) Sim
- b) Não

ENTENDIMENTO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

40- Tem conhecimento sobre as legislações ambientais? (Conhece alguma lei, órgão regulador, etc.)

- a) Sim, possui um bom conhecimento geral
- b) Sim, possui um conhecimento geral limitado
- c) Apenas alguma lei ou órgão que já tenha tido contato
- d) Irrelevante

41- A propriedade está adequada ao código florestal?

- a) Sim
- b) Não

42- A propriedade possui registro no CAR?

- a) Sim
- b) Não

43- Preservaria essas áreas se não fosse previsto por lei?

VISÃO AMBIENTAL EM RELAÇÃO AOS RECURSOS HÍDRICOS

44- Acha que você contribui para a conservação da natureza? Como?

- a) Sim
- b) Não

45- Quais são as atividades que usam água na propriedade?

- a) Irrigação
- b) (Irrigação, dessedentação de animais, lavagem de curral, etc.)

46- De onde vem a maior parte da água usada na propriedade?

- a) Posso artesiano
- b) Rede pública de distribuição
- c) Armazenamento de água da chuva
- d) Caminhão pipa

47- Desde de que mora no local, viu alguma mudança em relação à paisagem?

- a) Em relação a vegetação
- b) Em relação a construções na região
- c) Na pavimentação
- d)

Outra: _____

48- O que acha que provocou as mudanças dos itens a cima?

49- Para que servem as matas ne beira dos rios e nas encostas dos morros?

- a) Para proteger os corpos d'água
- b) Para fins estéticos da paisagem
- c) Não conhece nenhum finalidade
- d) Porque está na lei

50- Desde que começou a participar do projeto, mudaram os usos da água na propriedade? Como?

- a) Sim
 - b) Não
-

51- Você sabe que a água que sai de Extrema abastece a cidade de São Paulo, Campinas e muitas outras?

- a) Sim
- b) Não

52- Desde que começou a participar do projeto, notou alguma diferença na água?

- a) Na quantidade e na qualidade
- b) Só na quantidade
- c) Só na qualidade
- d) Não notou nenhum diferença

53- Participar do projeto mudou o entendimento em relação ao meio ambiente? Como?

- a) Sim
- b) Não

54- Alguma coisa que queria acrescentar?

Apêndice C. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(Documento básico e fundamental do protocolo e da pesquisa com ética).

A pesquisa que você irá participar chama-se "Avaliação de parâmetros quali-quantitativos de qualidade de água e suas relações com aspectos socioambientais: Caso de estudo Extrema/MG". Este projeto de pesquisa é do Centro de energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo em Piracicaba-SP. Os responsáveis por esse projeto de pesquisa são: Elen Blanco Perez, que usará as informações desta pesquisa na elaboração do trabalho final de Mestrado, e seu orientador "Prof. Dr. Plínio Barbosa de Camargo". O objetivo é tentar entender o ponto de vista do produtor sob as possíveis mudanças ocorridas na qualidade da água e os impactos ambientais gerados depois da implementação e da adesão do programa "Conservador das Águas" na bacia do ribeirão das Posses em Extrema-MG.

O procedimento seguido pela pesquisa que conta com a colaboração voluntária dos produtores é uma **entrevista gravada** sobre suas atividades na propriedade e sua visão sobre o tema da água. Esta pesquisa utilizará de trechos retirados das transcrições, sendo que as mesmas estarão na íntegra em posse dos pesquisadores. A identidade dos participantes da pesquisa será mantida em total sigilo em todas as etapas do trabalho.

- **Esclarecimentos e garantias:**

* Os eventuais participantes da pesquisa podem se recusar a participar em qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer penalidade.

* Será mantido o sigilo de dados confidenciais ou que, de algum modo, possam provocar constrangimentos ou prejuízos ao voluntário.

* Não haverá gasto econômico com esta pesquisa.

* Não há previsão de danos ou riscos para o participante da pesquisa.

* Caso seja de vontade do voluntário, a ele será entregue uma cópia do termo de consentimento.

- Contato: Elen Blanco Perez - E-mail: elen.perez@usp.br / Telefone: (12) 997816999 / Endereço: Rua do Trabalho, nº162, Vila Independência – Piracicaba, SP. CEP: 13418-220. Plínio Barbosa de Camargo – E-mail: pcmargo@cena.usp.br. Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da ESALQ-USP (CEP): cep.esalq@usp.br Coloque-me a disposição para qualquer esclarecimento, antes, durante ou após a realização da pesquisa.

Elen Blanco Perez

Eu, _____, li, entendi e concordo com os termos acima listados e aceito participar da pesquisa.

Assinatura do concedente

ANEXOS

**Anexo A – Parecer da COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
NA ESALQ/USP (CEP)**

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - ESALQ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de parâmetros quali-quantitativos de qualidade de água e suas relações com aspectos socioambientais: caso de estudo Extrema/MG.

Pesquisador: Elen Blanco Perez

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 26933519.9.0000.5395

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.932.348

Apresentação do Projeto:

Em um contexto de crise hídrica tão importante, tanto os estudos de diagnósticos ambientais associados as boas práticas de gestão dos recursos naturais, assim como, as políticas públicas que visam a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e de mitigação das mudanças climáticas, são de suma relevância. O pagamento por serviços ambientais (PSA) tem sido uma ferramenta importante e cada vez mais utilizada para a conservação das áreas naturais geradoras de serviços ecossistêmicos. O município de Extrema-MG teve uma das primeiras experiências bem sucedidas de um PSA no Brasil, o Projeto Conservador das Águas, que foi concebido com o objetivo de manter a qualidade dos mananciais da região que contribuem para a bacia do rio Jaguari, que forma bacia hidrográfica do rio Piracicaba, e que é uma das principais fontes de água mantenedora do Sistema Cantareira, fonte importante para o abastecimento da região metropolitana de São Paulo. A proposta de PSA de Extrema visa promover a adequação ambiental das propriedades rurais, priorizando uma ação preventiva e corretiva. A proposta desta pesquisa é promover uma avaliação continuada da dinâmica espaço-temporal dos parâmetros hídricos quali-quantitativos mensurados em pontos amostrais localizados principalmente no ribeirão das Posses, levando também em consideração fatores humanos, ambientais e sócio-econômicos e possibilitando a avaliação da eficiência do programa de PSA como ferramenta de gestão na conservação dos recursos hídricos da região.

Endereço: Avenida Pádua Dias, 11 Caixa Postal 9

Bairro: São Dimas

CEP: 13.418-900

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)3429-4400

E-mail: cep.esalq@usp.br

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - ESALQ



Continuação do Parecer: 3.932.348

Participarão desta pesquisa 06 pessoa Não participantes do PSA dentro da bacia do Posses e 09 Participantes do PSA dentro da bacia do Posses.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a recuperação ambiental dos corpos hídricos na bacia do ribeirão das Posses, através da dinâmica espaço-temporal de parâmetros hídricos quali-quantitativos, e relacionar com os levantamentos sócioambiental físico e questionários semiestruturados aplicados aos produtores no âmbito de um programa de pagamento por serviços ambientais.

Objetivo Secundário:

Caracterizar a dinâmica hidrobiogeoquímica da bacia e sua variação espaço-temporal;

Caracterizar o ambiente físico através de protocolos ambientais; Aplicação de questionário quali-quantitativo semi-estruturado com os produtores e proprietários das áreas amostradas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O trabalho não oferece nenhum risco para os participantes uma vez que, o pesquisador irá até a propriedade quando for mais conveniente para o proprietário e a identidade do mesmo assim como, todo o conteúdo da conversa serão mantidos em completo sigilo meso durante a produção final da pesquisa e sua eventual publicação.

Benefícios:

Ao final da pesquisa espera-se produzir um relatório que será direcionado a gestão do Programa Conservador das Águas com o intuito de indicar possíveis melhorias ao programa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP.

Será aplicado um questionário semi estruturado com o intuito de mensurar a visão ambiental de proprietários de terras na zona rural dentro da bacia do Ribeirão das Posses no município de Extrema- MG. O questionário será aplicado aos 9 proprietários que participam do Programa Conservador das Águas e em pelo menos 5 proprietários que não participam atualmente do programa para controle.

Endereço: Avenida Pádua Dias,11 Caixa Postal 9

Bairro: São Dimas

CEP: 13.418-900

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)3429-4400

E-mail: cep.esalq@usp.br

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - ESALQ



Continuação do Parecer: 3.932.348

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Após a aprovação os pesquisadores devem atentar para a necessidade de envio de relatórios parciais de atividades (no mínimo um a cada 12 meses), preenchendo o formulário específico e ao término da pesquisa enviar o relatório final de atividades, preenchendo o formulário específico e o trabalho final. Em ambos os casos, inserir os documentos como Notificação, na Plataforma Brasil. Qualquer alteração do projeto, deverá ser submetido à PB como Emenda ao projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendência 1 (ATENDIDA) - Anexar o documento Declaração da existência de infra-estrutura e autorização de uso da mesma na plataforma;

Pendência 2 (ATENDIDA) - Anexar o Curriculum Vitae do orientador na plataforma;

Pendência 3 (ATENDIDA)- Corrigir os nomes dos pesquisadores nos arquivos

Declaração dos pesquisadores e Declaração de autorização do uso de arquivos, registros e similares; NO DOCUMENTO DECLARAÇÃO DOS PESQUISADORES ITEM 4 CONSTA O NOME DE STEFANIA COMO PESSOA RESPONSÁVEL POR ARMAZENAR OS DADOS DA PESQUISA DA ELEN. ALÉM DA FALTA DE CONCORDÂNCIA AO SE REFERIR AO PROFESSOR RESPONSÁVEL NA TERCEIRA LINHA DA DECLARAÇÃO.

Pendência 4 (ATENDIDA)- Adequar projeto de pesquisa segundo o item recomendações;

Pendência 5 (ATENDIDA)- Adequar o arquivo Informações relativas ao sujeito de pesquisa segundo o item Recomendações;

Pendência 6 (ATENDIDA)- Reformular o TCLE segundo o item recomendações.

Pendência 7 (ATENDIDA)- Incluir o questionário a ser utilizado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Após a aprovação os pesquisadores devem atentar para a necessidade de envio de relatórios parciais de atividades (no mínimo um a cada 12 meses), preenchendo o formulário específico e ao término da pesquisa enviar o relatório final de atividades, preenchendo o formulário específico e o trabalho final. Em ambos os casos, inserir os documentos como Notificação, na Plataforma Brasil. Qualquer alteração do projeto, deverá ser submetido à PB como Emenda ao projeto.

Endereço: Avenida Pádua Dias, 11 Caixa Postal 9
Bairro: São Dimas CEP: 13.418-900
UF: SP Município: PIRACICABA
Telefone: (19)3429-4400 E-mail: cep.esalq@usp.br

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - ESALQ



Continuação do Parecer: 3.932.348

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1483015.pdf	02/03/2020 12:12:33		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_pesquisadores.pdf	02/03/2020 12:11:23	Elen Blanco Perez	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA.pdf	13/01/2020 18:27:28	Elen Blanco Perez	Aceito
Outros	ROTEIRO_ENTREVISTA.pdf	13/01/2020 18:26:33	Elen Blanco Perez	Aceito
Outros	Curriculo_Plinio_Camargo.pdf	13/01/2020 18:23:34	Elen Blanco Perez	Aceito
Outros	sujeito_pesquisa.pdf	13/01/2020 18:22:24	Elen Blanco Perez	Aceito
Outros	autorizacao_uso_arquivos.pdf	13/01/2020 18:19:13	Elen Blanco Perez	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	13/01/2020 18:17:26	Elen Blanco Perez	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	13/01/2020 18:12:46	Elen Blanco Perez	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	05/12/2019 20:28:29	Elen Blanco Perez	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	05/12/2019 20:11:35	Elen Blanco Perez	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	05/12/2019 20:04:25	Elen Blanco Perez	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICABA, 24 de Março de 2020

Assinado por:
Sandra Helena da Cruz
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Pádua Dias, 11 Caixa Postal 9
Bairro: São Dimas CEP: 13.418-900
UF: SP Município: PIRACICABA
Telefone: (19)3429-4400 E-mail: cep.esalq@usp.br

Anexo B. Versões originais dos protocolos de avaliação Callisto et al. 2002 e Callisto et al. 2014 respectivamente.

Quadro 1: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987). (Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas))

Localização:			
Data de Coleta: ___/___/___		Hora da Coleta: _____	
Tempo (situação do dia): _____			
Modo de coleta (coletor): _____			
Tipo de Ambiente: Córrego () Rio ()			
Largura _____			
Profundidade: _____			
Temperatura da água: _____			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderurgias canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	parcial	total	Ausente
5. Odor da água	nenhum	Esgoto (ovo podre)	óleo/Industrial
6. Oleosidade da água	ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	transparente	turva/cor de chá-forte	opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	nenhum	Esgoto (ovo podre)	óleo/Industrial
9. Oleosidade do fundo	ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	pedras/cascalho	Lama/areia	cimento/canalizado

Quadro 2: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford *et al.* (1997). (Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvios; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

Revisado por (iniciais):

Habitat Físico: SEÇÃO TRANSVERSAL DO CANAL/ZONA RIPÁRIA - RIACHOS

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____ DATA: _____ / _____ / _____

TRANSECTO: A B C D E F G H I J K L

Canal Lateral

INFORMAÇÕES DO SUBSTRATO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		Imersão Tipo Obs.	
Dist. M. Esq. XXX m	Prof. XXX cm	Código Tam. diâs. 0-100%	B / F
ESQ			
C-ESQ			
CENT			
C.DIR			
DIR			

CÓDIGOS DE CLASSES - TAMANHO DO SUBSTRATO		Imersão (%)
RL = Rocha (Lis) - (Mais larga que um carro)		0
RR = Rocha (Rugosa) - (Mais larga que um carro)		0
CO = Concreto/Asfalto		0
ML = Matéculo Lento (1000 até 4000 mm) - (Caisa d'água até um carro)		0
MT = Matéculo Médio (1000 mm) - (Borda de banco até cais d'água)		0
BT = Matéculo Rápido (até 1000 mm) - (Borda de banco até cais d'água)		0
BL = Blocos (até 200 mm)		0
CG = Cascalho Grosso (16 até 64 mm) - (Lancharia até toda de lama)		100
CF = Cascalho Fino (2 até 16 mm) - (Lancharia até jabucada)		100
AR = Areia (0,06 até 2 mm) - (Areia - até o tamanho de Joazeiro)		100
FN = Finos (Silt / Argila / Lama - Não arenosa)		100
AL = Areia consolidada (Pisadão) - Substrato Fino consolidado, firme. 0		0
LSF = Sarcobolha Fria (Materia orgânica particulada)		0
MA = Macrófitas		0
AL = Algas		0
LRT = Raízes-Faixas de Mata Ciliar		0
MD = Madeira - (qualquer tamanho)		0
OT = Outro (descreva comentário abaixo)		0

MEDIDAS DA MARGEM		Cód. Tam. Class F	
Angulo da margem 0 - 360	Margem escavada Dist. (m)	(Marcar apenas se o transecto for 100% biológico)	Obs.
Esquerda			
Direita			
Largura molhada XXX m			
Largura das bordas do canal XXX m			
Largura do leito sazonal XXX m			
Altura do leito sazonal XXX m			
Altura do leito XXX m			

MEDIDAS DA COBERTURA DO DOSSEL		DENSÍMETRO (0-17Max)	
Centro a montante	Centro a direita	Obs.	Obs.
Centro a esquerda			
Centro a jusante			

Comentário	
Obs.	

ESTIMATIVAS VISUAIS DA ZONA RIPÁRIA		Imersão (%)	
COBERTURA VEG. DA ZONA RIPÁRIA	Dossel (>5 m altura)	0 = Ausente (<10%)	1 = Espesso (10-40%)
Árvore GRANDES (DAP >0,3 m)	0 1 2 3 4	2 = Médio (40-75%)	3 = Denso (>75%)
Árvore PEQUENAS (DAP <0,3 m)	0 1 2 3 4	(Circule uma opção)	
Árvores lenhosas & mudas	0 1 2 3 4		
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas	0 1 2 3 4		
Árvores lenhosas & mudas	0 1 2 3 4		
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas	0 1 2 3 4		
Solo sem cobertura vegetal ou serripalhaera	0 1 2 3 4		
INFLUENCIA HUMANA	0 = Ausente P > 10 m C < 10 m B = Na margem		
Microfúns/Cavitação gababurramento	0 P C B 0 P C B		
Construções	0 P C B 0 P C B		
Entrada calçada ou cascalhada	0 P C B 0 P C B		
Rodovia/Ferrovia	0 P C B 0 P C B		
Canoas (Captação/descarga)	0 P C B 0 P C B		
Enlulho/Lixo	0 P C B 0 P C B		
Parque/Gramaado	0 P C B 0 P C B		
Plantações de Grãos	0 P C B 0 P C B		
Pastagem/ campo de feno	0 P C B 0 P C B		
Silvicultura/ desmatamento	0 P C B 0 P C B		
Mineração	0 P C B 0 P C B		

Códigos Obs K = Amostra não coletada; U = Amostra suspeita F 1, F2, etc. = obs. feita pela equipe de campo. Explique todas as observações na seção de comentários.