

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE FRANCISCO BELTRÃO-PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO

IASMIM FERNANDA VIEIRA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA MICROBACIA RIO LONTRA - PR

FRANCISCO BELTRÃO/PR 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE FRANCISCO BELTRÃO-PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO

IASMIM FERNANDA VIEIRA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA MICROBACIA RIO LONTRA - PR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Geografia – Mestrado, área de concentração “Produção do Espaço e Meio ambiente”, linha de pesquisa “Dinâmica, Utilização e Preservação do Meio Ambiente” – da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus Francisco Beltrão.
Orientadora: Prof. Dra. Rafaela Harumi Fujita

FRANCISCO BELTRÃO/PR 2022

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Vieira, Iasmim Fernanda

Diagnóstico ambiental na microbacia do Rio Lontra-Pr /
Iasmim Fernanda Vieira; orientadora Rafaela Harumi Fujita. -
- Francisco Beltrão, 2022.

77 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Francisco
Beltrão) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro
de Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
2022.

1. Diagnóstico. 2. Geoindicadores. 3. Microbacia Rio
Lontra. 4. Água e solo. I. Fujita, Rafaela Harumi , orient.
II. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Francisco Beltrão

Rua Maringá, 1200 – Bairro Vila Nova

Fone (0**46) 3520-4845 – CEP.: 85605-010 – Francisco Beltrão – PR

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO/DOCTORADO



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

TERMO DE APROVAÇÃO

IASMIM FERNANDA VIEIRA

TÍTULO DO TRABALHO: “DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA MICROBACIA DO RIO LONTRA-PR

DISSERTAÇÃO apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Mestrado e Doutorado, Área de Concentração: Produção do Espaço e Meio Ambiente, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Campus de Francisco Beltrão, julgada adequada e aprovada, em sua versão final, pela Comissão Examinadora, que concede o Título de Mestre em Geografia a autora.

COMISSÃO EXAMINADORA


Rafaela Harumi Fujita – Orientadora


Marga Eliz Pontelli – UNIOESTE/FB

Documento assinado digitalmente
gov.br DANIELE SAYURI FUJITA FERREIRA
Data: 09/11/2022 20:11:55-0300
Verifique em <https://verificador.br.br>

Daniele Sayuri Fujita Ferreira - IFRR

Francisco Beltrão, 26 de outubro de 2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e sabedoria, agradeço aos meus pais (Rozani e Silvestre Vieira) por todo amor, carinho, apoio, incentivo e auxílio durante toda a minha vida, sou privilegiada em tê-los como meus pais. Agradeço a toda minha família e amigos que estiveram comigo durante esta trajetória.

Agradeço imensamente a todos os Docentes que contribuíram no meu processo de aprendizagem desde o pré-escola até a pós graduação, em especial a minha primeira professora (Verônica Martins Coelho) que além de ensinar as primeiras letras/palavras me fez admirar e me apaixonar pela profissão Professor. Agradeço também a minha orientadora (Rafaela Harumi Fujita) que é um exemplo de pessoa e profissional, que não mediu esforços para me ajudar, obrigada por todo o aprendizado, pela atenção e paciência desde a graduação até o mestrado.

Obrigada a todos os professores de Geografia que passaram por minha trajetória escolar (Eliane, Anilda, Arlei, Zenaide, Pablo, Claudio) marcando minha vida de uma forma muito especial, me incentivaram e mostraram a quão importante e necessária é esta disciplina.

Agradeço ao meu marido (Dickson Nazário) que prestou suporte, acompanhando toda a trajetória, as frustrações, e a elaboração desta dissertação.

Gratidão a todas as pessoas que de uma forma ou outra se fizeram presentes e me ajudaram, vocês foram essenciais.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA MICROBACIA DO RIO LONTRA - PR

RESUMO

O uso e ocupação do solo influenciam diretamente na qualidade e na disponibilidade dos recursos hídricos, seja pela urbanização acelerada, pela supressão da vegetação ou uso agrícola. Os impactos podem variar em função do uso desenfreado retirando os nutrientes sem a manutenção e conservação adequada do solo e também dos recursos hídricos, desta forma comprometendo a qualidade e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. O presente trabalho tem como objetivo diagnosticar a influência do uso dos solos na sub-bacia do Rio Lontra, localizado na cidade de Salto do Lontra, PR. Para este estudo foi adotado a metodologia de Geoindicadores Ambientais, que foi realizada em cinco etapas, sendo elas: levantamentos de dados, mapeamento do uso do solo, trabalho de campo, análises laboratoriais e por último análise de gabinete. Verificou-se nas análises de solos que tanto os níveis de Cálcio, Magnésio, ao nível de Soma de Bases (BS), CTC efetiva, Alumínio quanto de Manganês foram altos em todas as propriedades analisadas. Através das análises de água foi observado que os elementos químicos Arsênio total, Cadmio Total, Chumbo total e Demanda química de oxigênio – DQO deram níveis bons nas análises realizadas. Já o elemento Cobre e Cromo total apresentaram alterações nas três análises com valores superiores ao recomendado pela resolução do CONAMA. Os resultados indicam a importância dos geindicadores ambientais para identificar as possíveis causas e consequências da degradação do solo na microbacia do Rio Lontra, além de serem causas naturais também são causadas pelas ações antrópicas, visto que pelo fato das propriedades analisadas serem a maioria cultivadas pelo homem. A partir dos resultados das análises de solo foi possível observar algumas variáveis com alterações que podem ser prejudiciais para a saúde da água e de quem a consome. Os resultados apresentados nessa pesquisa apontam uma necessidade de supervisão e monitoramento nesses pontos ambientais da microbacia do Rio Lontra, afim de um melhoramento tanto no solo quanto na água.

Palavras chaves: Diagnóstico; Geoindicadores; Água; Solo; Qualidade; Análise.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS IN THE LONTRA RIVER MICROBASIN - PR

ABSTRACT

Land use and occupation directly influence the quality and availability of water resources, whether through accelerated urbanization, suppression of vegetation or agricultural use. The impacts may vary depending on the use without unrestrained removing nutrients without proper maintenance and conservation of the soil and also of water resources, thus compromising the quality and balance of aquatic ecosystems. The present work aims to verify the influence of land use in the Rio Lontra sub-basin, located in the city of Salto do Lontra, PR. For this study, the Environmental Geoindicators methodology was adopted, which was carried out in five stages, namely: data collection, land use mapping, field work, laboratory analysis and, finally, office analysis. It was found in the soil analysis that both the levels of Calcium, Magnesium, Sum of Bases (BS), effective CTC, Aluminum and Manganese were high in all properties analyzed. Through the water analysis, it was observed that the chemical elements Total Arsenic, Total Cadmium, Total Lead and Chemical Oxygen Demand - COD gave good levels in the analyzes performed. The element Copper and Total Chromium showed alterations in the three analyzes with values higher than those recommended by the CONAMA resolution. The results indicate the importance of environmental geoindicators to identify the possible causes and consequences of soil degradation in the Rio Lontra watershed, in addition to being natural causes, they are also caused by human actions, since the properties analyzed are mostly cultivated by man. . From the results of the soil analysis, it was possible to observe some variables with changes that can be harmful to the health of the water and those who consume it. The results presented in this research point to a need for supervision and monitoring in these environmental points of the Rio Lontra watershed, in order to improve both the soil and the water.

Keywords: Diagnosis; Geoindicators; Water; Only; Quality; Analyze.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Classes de declive e relevo que ocorrem na microbacia do Rio Lontra.....	40
TABELA 2 – Classes de solos quanto à ocorrência nominal e percentual na microbacia do Rio Lontra.....	44
TABELA 3 – Distribuição do uso da terra da microbacia do Rio Lontra.....	46
TABELA 4 – Rendimento médio (kg/ha) das principais culturais anuais no município de Salto do Lontra.....	50
TABELA 5 - Distribuição e situação das áreas de preservação permanente (APP) da microbacia do Rio Lontra.....	51
TABELA 6 – Sistema de abastecimento de água utilizado pelas famílias da microbacia do Rio Lontra.....	53

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Metodologia usadas nas análises de água.....	37
QUADRO 2 – Resultados das análises de solo.....	57
QUADRO 3 – Resultados das análises de água.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de pontos de coleta de solo na microbacia do Rio Lontra.....	36
Figura 2 – Mapa de pontos de coleta de água na microbacia do Rio Lontra.....	38
Figura 3 – Vista parcial da microbacia do Rio Lontra.....	40
Figura 4 – Precipitação do Município de Salto do Lontra entre os anos de 2000 a 2020.....	44
Figura 5 - Mapa de Solos e Hidrografia da microbacia do rio Lontra.....	45
Figura 6 - Mapa de ocupação do Solo da microbacia do Rio Lontra.....	48
Figura 7 - Distribuição da ocupação do solo na Microbacia do Rio Lontra.....	50
Figura 8 - Mapa de cobertura florestal existente e de áreas a recompor na Microbacia Rio Lontra.....	53

SUMÁRIO

1.0 - INTRODUÇÃO	09
2.0 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 - Geoindicadores.....	11
2.2 - Bacias Hidrográficas.....	16
2.3 - Parâmetros de uso da terra (solo) suas influências e mudanças.....	22
2.4 - Características físico químicos da água.....	26
2.5 - Qualidade do solo.....	31
3.0 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	36
4.0 – METODOLOGIA.....	38
5.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.1 – Ocupação do solo.....	46
5.2 –Agropecuária.....	49
5.3 – Situação do bioma florestal.....	51
5.4 – Abastecimento e saneamento básico.....	53
5.5- Resultados das análises de solo	56
5.6 - Características físico-químicas da água.....	63
6.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico no setor agrícola está sendo caracterizado pelo excesso no uso dos recursos naturais (solo e água), e na maioria das vezes sem um estudo e planejamento das áreas utilizadas. Desta forma, provoca aceleração de processos erosivos, como por exemplo sulcos, ravinas e muitas vezes voçorocas em função da baixa cobertura de vegetação (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Segundo Rocha (2007) a erosão hídrica é um dos principais agentes do mecanismo de remoção de sedimentos do solo, e é responsável pelo carregamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas, dentre suas categorias sendo elas mecânicas, biológicas, minerais ou químicas (herbicidas, inseticidas, fungicidas) para o leito dos cursos d'água no período chuvoso, contribuindo com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água dos rios.

Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios (MACHADO & TORRES, 2012).

A qualidade das águas dos rios reflete o que ocorre no seu ambiente, e a forma como os solos estão sendo manejados, além de modificar de forma significativa na qualidade da água como na fauna e na flora existentes na área afetada. Outra influência para a disponibilidade e qualidade de água são os tipos de solo, relevo, clima, entre outros. Torna-se necessário na sociedade de hoje, que desde a agricultura como o setor urbano tenha preocupação com o uso do solo e dos recursos hídricos, com práticas não abusivas desses recursos naturais. Com o desenvolvimento da tecnologia as práticas usadas na agricultura tiveram um avanço significativo, a partir da adoção da irrigação como pratica de manejo teve um aumento na produtividade e na qualidade dos alimentos.

A água doce, ainda disponível, vem sofrendo contínua degradação em consequência do uso do solo, seja no aporte de sedimentos a partir do desflorestamento, seja pela contaminação por agroquímicos utilizados na agricultura, que muitas vezes chega a afetar a saúde humana. Os geoindicadores ambientais, vem contribuir para o diagnóstico de mudanças no ambiente em intervalos muito curtos. Sendo assim, o presente trabalho tem

como objetivo verificar a influência do uso do solo na micro-bacia do Rio Lontra, localizado no município de Salto do Lontra, sudoeste do Paraná. Para atingir esse objetivo geral, foi necessário:

- a) Verificar as mudanças do uso do solo na sub-bacia do Rio Lontra, a partir de uma análise espaço-temporal de 20 anos.
- b) Analisar as características físico-químicas de água superficiais da sub-bacia do Rio Lontra;
- c) Analisar as características físico-químicas do solo usado para agricultura e pastagem;
- d) Identificar as interferências diretas e indiretas na sub-bacia do rio Lontra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GEOINDICADORES

As transformações sociais vivenciadas na sociedade mundial são justificadas especialmente pelos efeitos da Revolução Industrial, pois provocou mudanças nos setores econômico, social e ambiental. Aliado a isso, o crescimento populacional e a industrialização tornaram-se ainda mais expressivos, de tal modo que a produção de resíduos afetou drasticamente a natureza. Diante do exposto, os recursos naturais passaram por um processo de extração contínua ao passo que a poluição foi tomando proporções alarmantes (FRANÇA JUNIOR; VILLA, 2011).

Conseqüentemente, o crescimento populacional associado com a expansão dos centros urbanos revela a identificação de impactos ambientais negativos, os quais são decorrentes de ações antrópicas. Assim, tais repercussões correspondem às interferências e interrelações estabelecidas entre humanos e o equilíbrio dinâmico da natureza, de modo que afetam a rotina ambiental e proporcionam conseqüências para o meio ambiente e a população (DINOTTE; SILVA; ROSSONI, 2020).

Por conta disso, surgiram então vários problemas ambientais como “mudanças climáticas, efeito estufa, ilhas de calor, incêndios, secas, inundações, tempestades (furacões, tornados, ciclones) e inúmeras outras alterações que decorrem de mudanças ambientais no mundo todo” (FRANÇA JUNIOR; VILLA, 2011, p. 326). Diante dessas incoerências, os autores ressaltam a importância da Geografia, visto que é a ciência responsável por analisar e explicar a ocorrência de determinados fenômenos, tendo como foco três objetos: o homem, o espaço e a natureza.

Em virtude deste cenário preocupante, as questões ambientais foram contempladas por volta dos anos 90, principalmente durante a Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental (COGEOENVIRONMENT) da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), que contou com um grupo de trabalho sobre geoindicadores (COLTRINARI, 2001; FRANÇA JUNIOR; VILLA, 2011).

Apesar disso, o marco destas discussões aconteceu em 1987, tendo como suporte a publicação do relatório Brundtland (World Commission on Environment and Development), cujo conteúdo frisava a promoção de alterações sociais e econômicas, a fim de possibilitar o equilíbrio dos ecossistemas e a comodidade das pessoas (COLTRINARI, 2001; FRANÇA JUNIOR; VILLA, 2011).

Os geoindicadores devem ser utilizados para descrever eventos catastróficos ou graduais, com o intuito de apresentar o estado do ambiente para estabelecer ações de intervenção e prevenção na natureza. Em outras palavras, atuam como medidas da superfície terrestre ou próximas da superfície, as quais fornecem informações essenciais para a compreensão e avaliação de fenômenos e processos biológicos (BERGER, 1997 *apud* TAVARES; CRUZ; LOLLO, 2007).

Além do mais, cabe acrescentar a definição adotada pelo grupo de trabalho no que confere ao termo geoindicadores:

[...] medidas de magnitudes, frequências, taxas e tendências de processos ou fenômenos geológicos que ocorrem em períodos de cem anos ou menos em, ou próximo à superfície terrestre e podem apresentar variações significativas para a avaliação e compreensão das mudanças rápidas. Os geo-indicadores medem os eventos catastróficos e os mais atuais [...] pode ser complexa e de custo elevado, mas a maioria é relativamente simples e de baixo custo (COLTRINARI, 2001, p. 308).

Desse modo, a utilização de geoindicadores contribui na observação de mudanças em ambientes fluviais, costeiros, desérticos, montanhosos e de geleiras, por exemplo. Além disso, requer revisão e aperfeiçoamento sempre que necessário. Cabe acrescentar que tal conceito engloba ainda ferramentas normativas, tais como a Geomorfologia, Hidrologia, Geoquímica, Geofísica, Sedimentologia, entre outras, visto que auxiliam na avaliação dos impactos, na observação do ecossistema, bem como no acompanhamento de atividades de mineração, silvicultura e construção (BERGER, 1997 *apud* COLTRINARI, 2001).

A partir desse contexto, frisa-se que a compreensão do meio ambiente, da biodiversidade e das mudanças climáticas são assuntos que interessam aos pesquisadores, mas que também merecem atenção dos governantes. A respeito disso, Coltrinari e McCall (2011) afirmam que as Ciências da Terra podem disponibilizar informações relevantes sobre os sistemas naturais, apresentando dados sobre alterações com intervalos curtos, assim como de mudanças a longo prazo.

Importante recapitular que em 1994, entre os dias 10 e 18 de julho, aconteceu no Canadá, um Workshop Internacional sobre Indicadores Geológicos de Mudanças Ambientais Rápidas. O evento contou com a participação de 40 especialistas da área, tendo como convidados representantes de 13 países diferentes, os quais faziam parte do grupo de trabalho mencionado anteriormente. A reunião teve por objetivo propor uma lista preliminar de geoindicadores, identificar vazios e considerar contribuições das Ciências da Terra, além de

criar materiais para embasar uma monografia sobre a temática em questão (COLTRINARI; MCCALL, 2011).

Com relação às atividades elaboradas pelo grupo de trabalho, destaca-se a elaboração de uma lista com 27 indicadores, os quais propõem a análise tanto das influências naturais como da ação do homem na modificação da natureza. Sendo assim, cada indicador é caracterizado por informações precisas como:

[...] nome, descrição, significado, causa (humana ou natural), ambiente onde se aplica, tipos de sítios de monitoramento, escala espacial, método de medição, frequência de mensuração, limitações na aquisição de dados e para monitoramento, aplicação ao passado e ao futuro, limiares possíveis, referências básicas e outras fontes de informação, os aspectos ambientais e geológicos relacionados, acompanhados de uma avaliação global (COLTRINARI, 2001, p. 309).

Em alguns textos teóricos é possível encontrar a tabela com estes geoindicadores, de tal modo que as informações contidas neste espaço possibilitam conhecer aspectos do meio natural e antrópico. Nessa perspectiva, permitem aos pesquisadores elaborar técnicas novas ou até mesmo utilizar de metodologias já existentes para analisar a degradação de uma área. Além do mais, existem outros recursos que podem ser explorados para a coleta de dados, tais como fotografias aéreas, imagens de satélite, dados climatológicos e estatísticos, datação, entre outros exemplos (FRANÇA JUNIOR; VILLA, 2011).

No que confere aos geoindicadores delimitados pelo grupo, estes foram nomeados respectivamente de: química e padrões de crescimento dos corais; crostas e fissuras na superfície do deserto; formação e reativação de dunas; magnitude, duração e frequência das tempestades de poeira; atividade em solos congelados; flutuações das geleiras; qualidade da água subterrânea; química da água subterrânea na zona não saturada; nível da água subterrânea; atividade cárstica; nível e salinidade dos lagos; nível relativo do mar; sequência e composição dos sedimentos; sismicidade; posição da linha de costa; colapso das vertentes (escorregamentos); erosão de solos e sedimentos; qualidade do solo, fluxo fluvial; morfologia dos canais fluviais; acumulação e carga de sedimentos nos rios; regime da temperatura em subsuperfície; deslocamento da superfície; qualidade da água superficial; atividade vulcânica; extensão, estrutura e hidrologia das áreas úmidas; e por fim, erosão eólica (BERGER, 1996 *apud* COLTRINARI, 2001).

Ainda sobre essa lista de geoindicadores, frisa-se que inicialmente foram elaborados pela Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental

(COGEEENVIRONMENT). Além do mais, o texto apresenta uma série de informações imprescindíveis sobre sua aplicação, as quais visam facilitar o acompanhamento dos processos geológicos, e, conseqüentemente, propiciar a sustentabilidade ambiental.

De forma geral, existe uma série de tipos de indicadores, visto que podem ser de caráter econômico, cultural, político, social, sustentável, biótico, físico, entre outros. Assim, no meio físico, encontram-se os geoindicadores, cuja denominação é recente, já que o termo surgiu por volta dos anos 90 (HIRAI; AUGUSTO FILHO, 2008).

Dessa forma, os geoindicadores encontram-se subdivididos em três categorias, as quais são nomeadas de pressão, estado e resposta. Na primeira, atuam como valores quantitativos em torno das pressões estabelecidas pelo impacto das ações do meio sobre a natureza. Na sequência, os geoindicadores de estado apresentam valores quantitativos relacionados às características e aspectos físicos do ambiente. Por último, os geoindicadores de resposta revelam as intervenções e políticas criadas pela sociedade em prol da preservação e recuperação do meio ambiente (BRIGUENTI; PEREZ FILHO, 2005).

As ações pela busca do desenvolvimento sustentável elevaram a implantação de políticas em favor da preservação e recuperação da natureza. Logo, elaboraram-se os geoindicadores, dado que tais parâmetros possibilitariam a identificação dos aspectos ambientais, à medida que estabelecem relações entre as atividades humana e os recursos naturais (BERGER, 1997 *apud* TAVARES; CRUZ; LOLLO, 2007).

Nesse contexto, é possível aprofundar conhecimentos e teorias em torno da Geomorfologia, Hidrologia, Geoquímica, Geofísica, Sedimentologia e demais áreas relacionadas. Dessa forma, pode-se verificar a transição das mudanças climáticas em ecossistemas fluviais, costeiros, desérticos, montanhosos, geleiras, assim como acompanhar as atividades de mineração, silvicultura, construção, entre outras (BERGER, 1997 *apud* TAVARES; CRUZ; LOLLO, 2007).

Em linhas gerais, alguns geoindicadores apresentam elevado custo e complexidade, entretanto a maioria deles são considerados simples e com baixo custo de investimento. A respeito dos ambientes em que podem ser aplicados ressaltam-se a criosfera, zonas áridas e semiáridas, zonas costeiras e marinhas, lagos, rios, riachos, áreas úmidas, águas de superfície e subterrâneas, solos, riscos naturais, outros (REGO NETO; INFANTI JUNIOR, 2003).

Isto posto, a aplicação desta metodologia visa monitorar indicadores urbanos para conseguir embasamento científico e propor ações de reversão. Para isso, deve-se avaliar as características urbanas, tais como a precipitação e evapotranspiração, modificações na cobertura do solo, diminuição de águas residenciais, além da variação da temperatura.

Posteriormente, é possível compreender variações na água subterrânea, inundações, instabilidade das vertentes, perturbações sísmicas, solos modificados, além da possibilidade de erupção vulcânica em áreas próximas das placas tectônicas (GUPTA, 2002 *apud* DINOTTE; SILVA; ROSSONI, 2020).

De acordo com as concepções de Rodrigues (2010), a aplicação dos geoindicadores considera os respaldos da antropogeomorfologia e da cartografia geomorfológica temporal. A partir disso, pode-se identificar qualitativamente e quantitativamente as possíveis intervenções antrópicas, especialmente no contexto hidrogeomorfológico. Com base nisso, bacias hidrográficas, fluviais, planícies de inundação, interflúvios, reservatórios, vales, por exemplo, podem ser avaliados sob este viés (RODRIGUES, 2020 *apud* DINOTTE; SILVA; ROSSONI, 2020).

No que confere especificamente às modificações hidrogeomorfológicas em ambientes urbanos, ressalta-se que os geoindicadores podem ser utilizados para:

[...] avaliação de processos erosivos, morfometria e morfologia das vertentes, movimentos de massa e indícios de movimentos futuros, intensidade de inundações, alteração dos canais fluviais, alteração da qualidade da água, devido a contaminação originada a partir dos rejeitos domésticos, alteração da cobertura do solo, impermeabilização do solo, avaliação dos índices de precipitação, mudanças qualitativas e quantitativas na cobertura vegetal (DINOTTE; SILVA; ROSSONI, 2020).

Apesar das ações antrópicas constituírem grande parte das alterações naturais, torna-se necessário ressaltar que os próprios sistemas biológicos e geológicos também atuam nas mudanças ambientais, uma vez que os organismos vivos podem estar relacionados aos processos de intemperismo, erosão e deposição. Desse modo, uma série de variáveis precisam ser levadas em consideração durante a avaliação (BERGER, 1977 *apud* DINOTTE; SILVA; ROSSONI, 2020).

Em síntese, a aplicação de geoindicadores será efetiva quando for capaz de explicar o que de fato está acontecendo no meio ambiente. Para isso, deverá apresentar argumentos sólidos e confiáveis, demonstrando a importância e a dimensão do assunto, além de apresentar sugestões de como solucionar tal situação (BERGER, 1997 *apud* TAVARES; CRUZ; LOLLO, 2007).

À vista disso, ao propor o mapeamento das unidades físico-ambientais integradas juntamente com a aplicação de geoindicadores, almeja-se a obtenção da fundamentação teórica em torno da avaliação da qualidade ambiental. Dessa forma, a partir de informações

físicas e socioeconômicas do ambiente de estudo, pode-se compreender as interações dinâmicas locais, bem como os impactos na natureza (BRIGUENTI; PEREZ FILHO, 2005).

Além do mais, essa prática requer representatividade do geoindicador, a qual será contemplada por meio da escala de trabalho, da frequência ou resolução temporal adotada durante a definição dos parâmetros. Assim, prioriza o equilíbrio entre as escalas de análise concomitante ao número de dados obtidos, uma vez que deve possibilitar a identificação das alterações de modo confiável, rápido e eficaz (HIRAI; AUGUSTO FILHO, 2008).

Dessa maneira, ao fomentar o reconhecimento das variações ambientais estimula-se o desenvolvimento sustentável, bem como a ética ambiental e a compreensão do meio ambiente. Por essa razão, a aplicação dos geoindicadores revela-se essencial na ampliação das pesquisas interdisciplinares, de modo a enfatizar as mudanças naturais nas paisagens, além daquelas provocadas pela humanidade. Ademais, é possível interligar temáticas ambientais, econômicas e sociais com base nesta metodologia (REGO NETO; INFANTI JUNIOR, 2003).

Diante das considerações, observa-se que o avanço tecnológico proporcionou muitas melhorias para o desenvolvimento econômico e social, entretanto, na esfera ambiental, revelou aspectos negativos que interferem no ciclo natural da natureza. Desse modo, priorizou-se no decorrer dos anos, o estabelecimento de ações significativas para amenizar ou combater os problemas relacionados com a degradação. Portanto, destaca-se a aplicabilidade dos geoindicadores, como medidas de acompanhamento, análise e possibilidade de planejamento de estratégias sustentáveis, tanto para reparar danos causados pelo homem, como também para avaliar as degradações de cunho natural.

2.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS

As bacias hidrográficas constituem uma superfície drenada através de um sistema fluvial, ou seja, é um ambiente físico-espacial, cujas águas escolhem outro sistema fluvial, assim como outros objetos hídricos. Além disso, contempla especificidades ambientais semelhantes, tais como ecossistemas e paisagens. Por conseguinte, atua como unidade adequada para fomentar os estudos quantitativo e qualitativo da água, dos fluxos de sedimentos e nutrientes (SILVA; RODRIGUEZ; MEIRELES, 2011).

A definição do termo bacia hidrográfica compreende um sistema interligado, já que envolve a subdivisão de grandes bacias em sub-bacias, delimitação que facilita o diagnóstico e o acompanhamento ambiental. Assim, a variação de tamanhos das bacias considera desde

a área de drenagem de um rio de primeira ordem até a décima segunda ordem ou mais. Portanto, todas as bacias estão inseridas em outras maiores, com exceção daquelas sem drenagem externa ou que drenam para o oceano (MORAES; LORANDI, 2016). Em linhas gerais, as bacias hidrográficas são definidas como unidades de planejamento e estudo, as quais são essenciais para o entendimento da dinâmica das águas, assim como na compreensão das relações sociais com a paisagem. Por isso, através delas é possível diagnosticar o sistema natural à medida que se estabelecem técnicas de zoneamento (PONTES *et al.*, 2016).

Com base no exposto, salienta-se que esta definição da expressão bacias hidrográficas concretizou-se por conta da promulgação da Lei 9.433/97, a qual é popularmente conhecida como Lei das Águas. Desse modo, o Brasil considerou a necessidade da aplicação de uma gestão sustentável de recursos hídricos. Logo, tal legislação compreendeu a água como um recurso de valor econômico, promovendo ações como participação, responsabilidade social, além da adoção de novos comportamentos (DIAS *et al.*, 2016 *apud* OLIVEIRA; SILVA, 2018).

Ainda sobre a Lei das Águas, destaca-se que é responsável por instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos, além de estabelecer diretrizes para a manutenção de tais fontes em todo o território brasileiro. Do mesmo modo, elabora a Agência Nacional de Águas (ANA), assim como orienta a execução dos Planos Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos (ARAÚJO; LEITE; HOLZER, 2018).

Apesar da abordagem metodológica dos geoindicadores ser contemporânea, já é possível encontrar várias pesquisas científicas espalhadas pelo mundo, inclusive no Brasil. Desse modo, no distrito de Florianópolis – PR, Souza (2005), desenvolveu um estudo na Bacia Hidrográfica Águas de Miringuava, onde propôs uma análise das mudanças ambientais decorridas do uso e apropriação do solo. Logo, os resultados comprovaram que a ação humana interferiu na região, além de corroborar a eficácia da abordagem.

Em virtude das modificações causadas na natureza nos últimos tempos, salienta-se que muitas ações proporcionaram efeitos drásticos nas bacias hidrográficas. Nesse sentido, construções de barragens, transposições de águas de diferentes bacias, projetos destinados para a irrigação, extração de água subterrânea, devem necessariamente passar por um processo de planejamento ambiental integrado (SILVA; RODRIGUEZ; MEIRELES, 2011).

A respeito do assunto mencionado na pesquisa, salienta-se que uma bacia hidrográfica é caracterizada como uma área natural que detém água proveniente do escoamento da chuva. Além disso, o ponto de saída em que a água é direcionada recebe o nome de exutório (FINKLER, 2012, p. 5). Cabe acrescentar, que a bacia hidrográfica é um

meio natural espacialmente definido, que contém elementos físicos, biológicos e socioeconômicos responsáveis por manter relações dinâmicas entre si (MEURER; ALBANO; NOARA, 2013).

As bacias dividem-se em representativas, elementares e experimentais. No que condiz às representativas, ressalta-se que atuam com aparelhos de observação e registro de fenômenos hidrológicos em bacias situadas em regiões homogêneas, além de apresentar extensões de 1 a 250 km². Em contrapartida, as bacias elementares são de pequena ordem, de tal modo que sua extensão pode chegar até 5 km². Já as bacias experimentais são homogêneas no que condiz com a cobertura de solo, alcançando uma área inferior a 4 km² (PAIVA e PAIVA, 2001 *apud* FINKLER, 2012).

Para obter um diagnóstico preciso da situação de uma bacia hidrográfica torna-se necessário consultar dados nas bases cartográficas, além de analisar a cobertura do solo. Estas fontes de informação permitem “uma visão dos complexos componentes que integram a dinâmica da bacia, como área vegetal, área edificada (urbana), cursos d’água, área agrícola, reflorestamento, pastagens, unidades de conservação, entre outros componentes” (MEURER; ALBANO; NOARA, 2013, p. 63).

Em síntese, a água configura-se como um importante recurso natural que é essencial para a sobrevivência dos seres vivos. Do mesmo modo, atua como componente do organismo humano, apresenta relevância social, econômica e ambiental, uma vez que funciona como matéria-prima no procedimento de atividades industriais, além de fazer parte do ciclo de produção vegetal, entre outras funções. Por conta deste acelerado ritmo de desenvolvimento, os recursos hídricos sofrem com a degradação do meio ambiente (CARVALHO; BRUMATTI; DIAS, 2012).

O ciclo hidrológico da água envolve fenômenos básicos, tais como: precipitação, detenção, escoamento superficial, infiltração, escoamento subterrâneo, evapotranspiração e evaporação (MEURER; ALBANO; NOARA, 2013). A respeito da precipitação, compreende-se como qualquer partícula de água, seja sólida ou líquida, que é proveniente das nuvens, ou seja, que cai da atmosfera e atinge o solo. Desta forma, opera como um elo entre a atmosfera e os demais sistemas climáticos, além da variedade de formas, tais como chuviscos, chuva, neve, neve molhada, granizo, saraiva, aguaceiros e neve gelada (SHAHIDIAN *et al.*, 2012).

Por outro lado, a ocorrência da detenção, também conhecida como intercepção, refere-se a parte da precipitação que fica retida tanto nas áreas vegetais, como em depressões do terreno e nas edificações. Desse modo, essa água retida tem a possibilidade de retornar à

atmosfera através do processo de evaporação, penetrando no solo por meio da infiltração, além de escorrer superficialmente (MEURER; ALBANO; NOARA, 2013).

Com relação ao escoamento superficial, este acontece quando a água escorre sobre a superfície terrestre, mas sem causar infiltração. Desse modo, é resultante da precipitação útil, caracterizando-se como um dos componentes essenciais durante a precipitação intensa. (SHAHIDIAN *et al.*, 2012).

A respeito da infiltração, condiz com a parcela de água que infiltra e proporciona a umidade do solo, dos lençóis freáticos e dos fluxos subterrâneos. Além do mais, a infiltração depende do tipo e do uso do solo, de tal modo que água pode sofrer evaporação ou ser usada pela vegetação. Neste sentido, a infiltração do solo na floresta é alta, produzindo baixa quantidade de escoamento superficial. Entretanto, em solos sem cobertura florestal e compactação, esta condição se inverte, aumentando o escoamento superficial (MEURER; ALBANO; NOARA, 2013).

No que tange ao escoamento subterrâneo, ressalta-se que é formado por parte da água infiltrada na área superior do solo, de tal modo que seu processamento é mais lento do que o escoamento superficial. Diante desta consideração, salienta-se que este elemento é responsável por manter rios e lagos durante as épocas de estiagem (MEURER; ALBANO; NOARA, 2013).

No tocante a evapotranspiração, salienta-se que corresponde ao volume de água que evapora do solo e das áreas verdes. A determinação deste elemento pode ser efetuada mediante o uso de variáveis meteorológicas, tais como temperatura, umidade relativa do ar atmosférico, radiação solar, insolação e velocidade do vento (FINKLER, 2012).

Por fim, apresenta-se o fenômeno da evaporação, caracterizado como um processo físico em que a substância passa do estado líquido para o estado gasoso. Em síntese, transfere e faz a redistribuição da água da superfície do globo para a atmosfera. A variação deste processo depende da temperatura, de tal modo que durante o dia é mais perceptível. Neste sentido, tal variação deve-se “a temperatura do ar e da água, a tensão de vapor e a e a umidade relativa do ar, a velocidade do vento, a pressão atmosférica, a salinidade das águas, a extensão da superfície evaporante e, naturalmente, a radiação solar” (SHAHIDIAN *et al.*, 2012, p. 54).

Conforme apresentado acima, acompanhar o ciclo hidrológico possibilita compreender algumas condições estabelecidas no decorrer dos anos. Sendo assim, o hidrograma é um recurso que permite avaliar este processo. Segundo Finkler (2012, p. 27), hidrograma é “a representação gráfica da variação da vazão de uma seção de curso de água ao longo do tempo”, constituindo-se como um instrumento essencial de análise.

Por conseguinte, este recurso revela a dinâmica e as relações envolvidas no ciclo hidrográfico, demonstrando que:

A precipitação pluvial representa as entradas de água na bacia hidrográfica. O relevo, solo, vegetação e até mesmo o homem são elementos que compõem a bacia, definindo sua paisagem como única. As saídas são representadas pelo deflúvio, pela evapotranspiração, pela evaporação direta dos corpos d'água, pelos processos erosivos e o carreamento de sedimentos levados pelos rios (FINKLER, 2012, p. 29).

Desse modo, os parâmetros de análise da qualidade da água consideram a interferência de várias atividades na bacia. Assim, pode sofrer alterações dependendo das características climáticas, meteorológicas, da morfologia da bacia hidrográfica, assim como pelos seus canais, pela constatação de ambientes lacustres, além do tipo e intensidade das atividades (GOMES; PEREIRA; MORAIS, 2012).

Diante da relevância que a água representa na garantia da vida e do desenvolvimento de várias atividades, destaca-se a importância do planejamento e da gestão dos recursos hídricos, tendo em vista a necessidade de minimizar os impactos oriundos do uso inapropriado do solo. Neste sentido, ações educativas devem ser propostas frequentemente, a fim de conscientizar a população sobre a dimensão deste problema. Outra condição preocupante condiz com a utilização de técnicas inapropriadas e agressivas ao meio ambiente, de tal modo que favorecem a má conservação do solo e da água, além de provocar a erosão e a baixa produtividade (CARVALHO; BRUMATTI; DIAS, 2012).

Com exceção da região semiárida do Nordeste, o Brasil já foi considerado um país rico em água. Contudo, esse panorama modificou-se expressivamente nas últimas décadas, visto que os padrões demográficos e os efeitos do crescimento econômico interferiram nos recursos hídricos, culminando na escassez do produto ou até mesmo na geração de conflitos. Para agravar ainda mais esse quadro, as atividades agropecuárias, industriais e de mineração comprometeram a qualidade da água em algumas cidades (ANA, 2002). O homem atua como agente modelador e transformador da paisagem, haja visto as alterações no meio ambiente, especialmente para realização de atividades econômicas. Diante deste contexto, ações inconscientes no meio natural podem alterar drasticamente o sistema ambiental, afetando especialmente o solo e a água (PONTES *et al.*, 2016).

No que confere especificamente às bacias hidrográficas, a desordem nas condições ambientais pode provocar grave desequilíbrio, uma vez que propiciará a erosão dos solos. Consequentemente, haverá ausência de vegetação, variações na condução das águas,

assoreamento do canal de drenagem, além da quebra das margens, desorganizando assim o ciclo hidrológico (PONTES *et al.*, 2016).

Ao tratar da ausência da vegetação, deve-se levar em consideração que esta condição influencia diretamente no controle hídrico da bacia hidrográfica. Nesse seguimento, a cobertura do solo exerce importante controle no escoamento superficial das águas, tendo em vista que ameniza os desastres naturais. Assim, a cobertura florestal no topo de morros, encostas e percursos de rio ocupam destaque nesse processo (SANTOS; DELGADO; PEREIRA, 2017).

O crescimento da área urbana culminou na transformação do modo de vida humano, que em suas diferentes práticas socioculturais, proporcionou condições vulneráveis e alavancou as desigualdades sociais. Nesse contexto, acrescenta-se o surgimento de doenças relacionadas à água, que podem ser transmitidas pela veiculação hídrica ou por insetos característicos de ciclo aquático (DIAS; BENINI, 2014).

No Brasil, a água é utilizada em atividades agrícolas, na irrigação, no sistema de produção de energia hidroelétrica, no transporte hidroviário, na pesca, na aquicultura, lazer e turismo (ANA, 2002).

Inevitavelmente, ao passo que houve crescimento populacional, intensificou-se o uso da água, uma vez que era utilizada para fins domésticos, agrícolas e industriais. Além disso, acreditava-se ser uma fonte inesgotável e renovável. Conseqüentemente, contribui-se para a dimensão da poluição hídrica, cujas proporções afetam tanto a quantidade como a qualidade deste recurso (DIAS; BENINI, 2014). Em razão da urbanização acelerada e sem planejamento, já que não houve um processo de implantação de infraestrutura apropriada, é possível verificar um déficit de abastecimento e saneamento básico (GOMES; PEREIRA; MORAIS, 2012). Outro termo importante e muito presente nas discussões atuais sobre bacias hidrográficas é a questão do gerenciamento. De acordo com Meurer, Albano e Noara (2013, p. 68), serve como “instrumento orientador das ações do poder público e da sociedade no controle do uso dos recursos ambientais (naturais, econômicos e socioculturais) na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, com vistas ao desenvolvimento sustentável”.

Dessa maneira, reforça-se o quão essencial é a água, uma vez que é um recurso natural primordial para a existência da vida. Logo, faz-se necessário delimitar ações de preservação, bem como relembrar à população as dimensões que este assunto ocupa no dia a dia. Desse modo, a Geografia pode desenvolver estudos para compreender fenômenos relacionados a este recurso, além de estipular medidas de conservação.

Em razão das discussões elencadas até o presente momento, corrobora-se a importância desta temática, tendo em vista:

a fragilidade da capacidade autodepurativa do ciclo aquático mediante a grande demanda exigida pelos sistemas socioeconômicos da sociedade atual, mostrando-nos que os recursos hídricos são um bem finito e, portanto, exigem uma atenção especial na gestão de seu uso, além da necessidade eminente de se promover o saneamento dos esgotos urbanos e um controle rigoroso nos rejeitos industriais descartados nos corpos d'água (MARQUES; COTRIM; PIRES, 2007)..

Diante do exposto, a água revela-se como recurso natural primordial para o funcionamento da biosfera. Entretanto, a disponibilidade hídrica torna-se dependente das relações espaciais entre a distribuição da água, as condições climáticas, a geologia e o relevo, tendo em vista que a partir desta articulação formam-se o espaço e a paisagem natural (SILVA; RODRIGUEZ; MEIRELES, 2011).

Portanto, a complexidade da gestão dos recursos hídricos é notável, uma vez que envolve não apenas a diversidade climática e os diferentes tipos de relevos, mas também as condições socioeconômicas e culturais. Assim, deve-se adotar medidas de conservação e preservação da água, especialmente no que se refere à poluição e às inundações de áreas urbanas (ANA, 2002).

2.3 PARÂMETROS DE USO DA TERRA (SOLO) SUAS INFLUÊNCIAS E MUDANÇAS

A relação entre seres humanos e natureza está em constante transformação. Dessa forma, o espaço não é o mesmo, assim como os indivíduos não são iguais, de modo que diferem na evolução de suas experiências e memórias perceptivas. Por conta disso, a concepção e o tratamento frente ao meio ambiente retratam condições como individualidade, cultura, classe econômica e gênero, as quais alternam em razão do momento e reflexão (DACANAL; GUIMARÃES, 2005 *apud* BARBOSA, 2009).

A respeito destas transformações desenfreadas que vem acontecendo nos últimos anos, destaca-se que:

O avanço das sociedades humanas modernas sobre esses espaços, transformando-os, utilizando-os e adaptando-os aos seus interesses econômicos históricos, tem causado um alerta geral em setores sociais preocupados com a sustentabilidade

ambiental do planeta, ou seja, da capacidade do mesmo em prover todas as necessidades humanas de forma adequada, sem necessariamente extinguir ou destruir os ambientes naturais utilizados (FONSECA FILHO; VARAJÃO, FIGUEIREDO, 2012).

Perante a necessidade de estratégias conscientes e sustentáveis, destaca-se a importância de aprofundar os parâmetros de uso do solo, assim como as possíveis influências e mudanças, sobretudo ao considerar a ação do homem sobre a natureza. Desse modo, constata-se que “os processos de mudança de uso e cobertura do solo despertam grande preocupação quanto a se compreender e melhor planejá-los a fim de evitar impactos, como perda da biodiversidade, erosão do solo e contaminação dos recursos hídricos” (GALHARTE; VILLELA; CRESTANA, 2014, p. 194).

Os autores ainda citam alguns modelos de gerenciamento que podem ser aplicados para aprimorar alguns setores. Neste sentido, expõem que na área urbana, é possível priorizar o desenvolvimento sustentável através do tratamento de efluentes e controle das inundações. Na área rural, propõem o manejo do solo, a preservação dos leitos e áreas de risco, bem como o uso consciente da água por meio de práticas menos agressivas à natureza. E por fim, destacam que na produção de energia, sobretudo nas ações das usinas hidrelétricas, deve-se adotar sistemas de efluentes para limpeza de sedimentos, além de sistemas de volume de espera para evitar possíveis inundações.

Inicialmente, ressalta-se que os solos são contribuintes naturais de poluição, visto que esse processo retira componentes químicos e solúveis deste ambiente e transporta para os rios. Por isso, atuam como fonte difusa de poluição, uma vez que tais condições variam de um solo para outro. Isto posto, expõe-se que por meio de um mapeamento pedológico é possível avaliar a contribuição do solo para o sistema hídrico (GOMES; PEREIRA; MORAIS, 2012).

No que condiz respeito de qualidade do solo, frisa-se que surgiu na década de 90 e tem sido objeto de discussão até então. Para Karlen *et al.* (1997), pode ser definido como um sistema dinâmico com avaliações relativas, uma vez que cada solo é diferente e pode apresentar funções específicas dependendo das suas características. Assim, alguns indicadores são a matéria orgânica, infiltração, agregação, pH, biomassa microbiana, densidade, profundidade, condutividade, salinidade ou nutrientes (FONSECA FILHO; VARAJÃO; FIGUEIREDO, 2012).

As variações das características ambientais também são explicadas pelas ações desenvolvidas nos solos. Por isso, dentre os fatores responsáveis por esse cenário, nota-se

que a modernização da agricultura, que contemplou em sua evolução o uso de insumos altamente prejudiciais para a natureza como os agrotóxicos. Dentre os produtos que abrangem esse grupo, destacam-se os herbicidas, praguicidas, fungicidas e inseticidas (WHO, 1990 *apud* VEIGA; NARDOCCI, 2017).

Segundo Gomes et al (2010), com a poluição do solo surgem efeitos como a erosão (retirada de material da camada superficial do solo) e o crescimento da desertificação (aceleração da evaporação).^{24 22} Quando um agrotóxico é utilizado, qualquer que seja o método de sua aplicação esta sempre vai possuir um potencial de atingir a água e o solo, devido aos ventos e à água das chuvas, que promovem o desvio, a lavagem das folhas tratadas, a lixiviação e o desgaste do solo. (MMA, 2014).

A remoção da vegetação natural através do desmatamento é a primeira etapa da ocupação de um território. Quando esta vegetação é removida pode se instalar na região um processo de erosão. Este é dito acelerado quando ela é mais rápida do que os processos de formação do solo, não permitindo que este se regenere. Dentre outros danos, a erosão causa assoreamento de cursos e corpos d'água, degradação do solo prejudicando a manutenção da fertilidade do mesmo, alterando sua profundidade e causando a perda do horizonte A, o qual contém a maior parte dos nutrientes para as plantas, a maioria da matéria orgânica e a melhor estrutura para o desenvolvimento das raízes. A erosão e o assoreamento trazem também como consequências uma maior frequência e intensidade de enchente e alterações ecológicas que afetam fauna e flora. (SÃO PAULO, 1990, p. 92)

A erosão dos solos e sedimentos demonstra-se como um dos principais fatores que interferem na qualidade dos solos, configurando-se como um grave problema econômico e social no processo de acompanhamento dos ecossistemas. Além disso, ressalta-se que até mesmo em regiões onde as condições climáticas são estáveis observa-se a modificação dos solos, ou seja, as erosões acontecem periodicamente (BERGER, 2007 *apud* FONSECA FILHO; VARAJÃO; FIGUEIREDO, 2012).

Além do mais, cabe acrescentar que os solos apresentam vulnerabilidades diferenciadas durante o processo de erosão, tendo em vista que dependem da textura, estrutura, consistência, matéria orgânica, desenvolvimento do perfil do solo, entre outras condições. Dessa forma, os solos compostos por números elevados de argila possuem uma boa textura e maior estabilidade estrutural, enquanto as areias finas favorecem mais credibilidade (GOMES; PEREIRA; MORAIS, 2012).

Diante do exposto, ressalta-se que o desmatamento desenfreado é uma ação humana, cuja gravidade parece não estar perceptível para a sociedade. Nesse sentido, verifica-se a crescente destruição de enormes áreas florestais, a fim de torná-las aptas e acessíveis para o desenvolvimento e manejo de diversas culturas, tais condições influenciam na alteração da paisagem (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Nessa vereda, a cobertura do solo revela algumas características climáticas referentes a este espaço. Dessa forma, a água presente na atmosfera, juntamente com as mudanças de fases refletem em interferências nos processos físicos naturais, tais como transporte, distribuição de calor na atmosfera, evaporação, evapotranspiração, absorção de ondas de radiação solar e terrestre variadas, além da formação vegetal (FALCÃO *et al.*, 2010 *apud* SANTOS; ROCHA, 2014).

Do mesmo modo, salienta-se que a vegetação caracteriza o microclima local, à medida que também influencia nos processos de erosão dos solos, promovendo o regulamento da estrutura hídrica e influenciando através da água no clima do solo. Por conta disso, cada ambiente retrata características específicas a partir da interação entre os elementos da paisagem (TROLL, 1997 *apud* SANTOS; ROCHA, 2014).

Outro exemplo trata-se do uso de solos de bacias hidrográficas, tendo em vista que ao explorar sem planejamento apropriado pode provocar impactos negativos. Sendo assim, é possível verificar situações de “assoreamento, erosão, parcelamento do solo, loteamentos em larga escala, ausência de manejo agrícolas adequados, entre outros, prejudicando a bacia hidrográfica no seu curso hidrológico, bem como, tudo que está no seu entorno” (BARBOSA, 2009, p. 4).

A questão da degradação do solo é um problema ambiental que ocorre devido a forma que as pessoas fazem uso desse recurso. De acordo com os autores é enfatizado que:

[...]O processo de degradação produz a deterioração da cobertura vegetal, do solo, e dos recursos hídricos. Através de uma série de processos físicos, químicos e hidrológicos, essa deterioração provoca a destruição tanto do potencial biológico das terras quanto da capacidade das mesmas em sustentar a população a ela associada (VIEIRA *et al.*, 2013, p. 7688).

A partir destas informações, salienta-se que o uso da terra está atrelado ao modo como as pessoas usufruem deste recurso. Nessa perspectiva, inclui-se práticas agrícolas, ações voltadas para a pastagem, além do tipo de habitat utilizado. Qualquer que seja a modificação, pode proporcionar mudanças na intensidade de uso, como o aumento da pressão de pastagem, a supressão da matéria orgânica e do processo de fertilização (GALHARTE; VILLELA; CRESTANA, 2014).

A questão do uso e cobertura da terra demonstra-se fundamental para regular o ciclo da água, pois podem influenciar não apenas nos processos de evapotranspiração, já que repercutem na infiltração, no escoamento e durante o armazenamento da água contida no solo. Desse modo, as alterações visualizadas no uso e cobertura da terra, poderão influenciar

no saldo de irradiação, sobretudo ao considerar três parâmetros biofísicos, tais como a albedo, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e a temperatura da superfície (MARTINS; GALVANI, 2020).

Muitas pesquisas já foram desenvolvidas com o objetivo de compreender as modificações no meio natural, à medida que considera o ser humano um dos principais responsáveis por estas alterações. Nesse sentido, destaca-se o estudo realizado por Chaves e Santos (2009), especificamente no córrego Ponte de Terra, pertencente ao Distrito Federal, em que foram analisados os parâmetros químicos e físicos da qualidade da água, levando em consideração a intensidade de uso e ocupação do solo, bem como a fragmentação da paisagem.

Outra pesquisa relevante sobre o assunto foi realizada por Vieira *et al.* (2013), onde foram avaliados os impactos ambientais oriundos das práticas agropecuárias, especificamente em Gilbués, no Piauí. Sendo assim, os resultados confirmaram que com o crescimento desta prática, inevitavelmente aumentaram as taxas de desmatamento. Por outro lado, o desenvolvimento das atividades agrícolas resultou em problemas como uso constante de agrotóxicos e máquinas pesadas que causam a compactação do solo, erosão e déficit dos nutrientes do solo, assoreamento, poluição das águas superficiais e dos lençóis freáticos, que condicionam o desaparecimento de muitas espécies animais e vegetais.

Em virtude das discussões propostas no decorrer do texto, salienta-se que as pesquisas geográficas são fundamentais para compreender as transformações provocadas pela ação do homem no meio ambiente. É de suma relevância o armazenamento de dados obtidos através das avaliações, já que é possível estabelecer comparações com o decorrer dos anos. As variáveis de análise contemplam as modificações provenientes de dados climatológicos, hidrológicas, morfométricas, granulométricas, datações de sedimentos etc. A partir destes dados específicos, pode-se elaborar metodologias de combate a degradação ambiental (FRANÇA JUNIOR; VILLA, 2011).

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

Ao enfatizar a **problemática ambiental** em torno da água, frisa-se que é um recurso diretamente afetado pelas mudanças climáticas, tornando vulneráveis territórios e populações específicas. Assim, a injustiça ambiental constrói-se a partir de políticas e gestões inadequadas, tendo em vista a distribuição irregular de água e das populações no planeta, que acarretam a crise contemporânea hídrica (AUGUSTO *et al.*, 2012).

Dessa forma, a oferta desta substância contempla alguns empreendimentos cujo interesse social revela um caráter duvidoso. Por exemplo, no agronegócio, visualiza-se a irrigação constante em regiões semiáridas; a monocultura do eucalipto; a expansão da soja no cerrado e na floresta amazônica; assim como o desmatamento e destruição de nascentes; o uso de agrotóxicos em áreas próximas de mananciais, entre outras ações. Já na indústria, a produção de alumínio e de aço envolve a utilização intensiva de água que requer novas usinas hidroelétricas para suportar a demanda (AUGUSTO *et al.*, 2012).

Nesse viés, os recursos hídricos sofrem constantes alterações e ameaças, principalmente pelo crescimento populacional expressivo e pela urbanização desenfreada que muitas vezes carece de planejamento prévio. Sendo assim, as principais fontes que **poluem águas** subterrâneas devem-se aos esgotos domésticos, aterros sanitários, lixões, substâncias provenientes de fármacos, cemitérios (produto necrochorume), radioatividade natural e artificial, resíduos industriais, agrotóxicos, vazamentos por combustível, entre outros (SANTOS; RICARDI; LIMA, 2018).

O monitoramento da qualidade da água superficial faz-se necessário, visto que é um dos principais instrumentos que norteia uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos. Para isso, aplicam-se os **parâmetros físico-químicos da água**, que servem para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, de corpos receptores e de mananciais. No caso das águas naturais, os padrões físicos compreendem a cor, a turbidez, os níveis de sólidos, a temperatura, o sabor e o odor, de tal maneira que também fornecem dados essenciais para avaliação química. Em contrapartida, os parâmetros químicos consideram o potencial hidrogeniônico (pH), acidez, o oxigênio dissolvido, níveis de fósforo, cloreto, entre outros elementos (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015).

O componente **Arsênio (As)** é alvo de investigações científicas frequentes, sendo considerado ultra tóxico, já que possui efeitos cancerígenos, sobretudo na região da pele, próstata, bexiga, pulmão, rim e fígado. Nesse sentido, 125 g são fatais para um adulto, além do fato de que o veneno pode ficar acumulado no organismo e manifestar-se até duas décadas mais tarde. Em linhas gerais, atividades de mineração podem desencadear a contaminação da água por arsênio (SANTOS; RICARDI; LIMA, 2018).

De modo similar, o **Cádmio** atua como um elemento altamente tóxico às plantas e animais, visto que apresenta maior mobilidade aquática do que outros metais pesados, podendo ser removido da água através de precipitação, adsorção da superfície mineral e por complexação da matéria orgânica. Dessa forma, surge na água por meio de descargas industriais e desperdícios, já que é usado com frequência na chapeação de metais. Além do

mais, é similar quimicamente ao zinco, pois sofrem em conjunto processos geoquímicos, sendo encontrados no estado de oxidação 2^+ (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

Nesse contexto, destacam-se também as propriedades do **Chumbo** que geralmente aparece como chumbo inorgânico Pb^{2+} . Apesar do crescimento considerável de uso pelas indústrias, observa-se que este metal teve sua aplicação reduzida substancialmente nas últimas décadas em virtude da diminuição do metal em encanamentos, comidas e bebidas. Nesse sentido, frisa-se que é tóxico por ingestão, caracterizado como um veneno cumulativo (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

Por outro lado, o **Cobre** não é considerado prejudicial à saúde humana, mas proporciona um gosto desagradável na água e uma desordem metabólica conhecida como doença de Wilson, tendo em vista casos de concentrações elevadas. Em águas naturais, forma complexos com ligantes orgânicos e inorgânicos, sendo as espécies aquosas mais comuns Cu^{2+} , $Cu(OH)_2$ e $CuHCO_3^+$. Ademais, alguns compostos são tóxicos não apenas por ingestão, como também por inalação (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

Cabe ainda acrescentar os efeitos do **Cromo**, que pode ser encontrado nas formas trivalentes Cr^{3+} , $Cr(OH)^{2+}$, $Cr(OH)_2^+$ e $Cr(OH)_4^-$, ou ainda, nas formas hexavalentes como CrO_4^{2-} e $Cr_2O_7^{2-}$, oriundas de operações de galvanoplastia, indústrias responsáveis por tingir couros e manufatura de tecidos. Outrossim, ressalta-se que pode existir na água em ambas as formas mencionadas. Todavia, na água potável, a forma trivalente raramente acontece, pois o íon Cr^{3+} forma complexos com aminas que são absorvidos por minerais argilosos (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

Nesse seguimento, destacam-se a **demanda biológica de oxigênio** (DBO) e a **demanda química de oxigênio** (DQO), as quais atuam como parâmetros na identificação de matéria orgânica na água, tendo em vista a indicação de consumo e a demanda de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica. De modo geral, a DBO define a quantidade de oxigênio exigida para a oxidação bioquímica, enquanto a DQO contempla o processo de oxidação química, sendo ambas expressas pela medida $mg L^{-1}$. Cabe acrescentar que águas residuais de destilarias e refinarias possuem DBO superior e DQO inferior (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

No caso do **Ferro** (Fe), este apresenta comportamento químico similar ao Manganês, visto que possuem afinidades geoquímicas. Isto posto, a concentração de Ferro ocorre em minerais escuros, tais como Magnetita, Biotita, Pirita, Piroxênios e Anfibólios. Este elemento não oferece riscos à saúde, entretanto, pode ocasionar a formação de coloração amarelada e sabor amargo e adstringente na água, em razão de altas concentrações do metal. A remoção

de Fe pode ser feita através de processos de aeração, sedimentação e filtração (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

A constatação de **Magnésio** (Mg^{2+}) em água pode ser feita através de procedimentos como espectrometria de emissão e de massa, os quais também podem ser aplicados com outros metais alcalinos terrosos, metais alcalinos e metais de transição. Este elemento ocorre especialmente em minerais Magnesita e Dolomita, de modo que em águas naturais encontra-se em concentrações próximas de 4 mg L^{-1} , e em águas subterrâneas, gira em torno de 5 mg L^{-1} (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Por conseguinte, acrescenta-se também o **Níquel** (Ni), um elemento metálico que pode ser encontrado em meteoritos e no núcleo da Terra. Na água para consumo humano, surge a partir de materiais dos tubos e acessórios envolvidos no sistema de distribuição de água, podendo ser encontrado em águas subterrâneas por conta da dissolução de rochas. É considerado tóxico, e os efeitos variam de acordo com a quantidade disposta na água. Além do mais, pode ser removido da água por meio de precipitação química, permuta iônica, eletrólise ou osmose inversa (APDA, 2012).

Por outro lado, o **Oxigênio dissolvido (OD)**, atua como um componente fundamental no metabolismo de microrganismos aeróbicos, os quais encontram-se em águas naturais. A verificação pode acontecer mediante métodos volumétricos ou potenciométricos, a depender de fatores presentes na água. Assim, níveis inferiores de OD podem acarretar a morte de peixes, ao passo que pode ser acrescido por O_2 diante do efeito das plantas aquáticas no período de fotossíntese (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Outro critério extremamente importante no processo de análise da água refere-se à **determinação do pH**, que representa uma grandeza que varia de 0 a 14, tendo em vista a constatação de acidez ($pH < 7,0$), a neutralidade ($pH = 7,0$) ou ainda, a alcalinidade de uma solução aquosa ($pH > 7,0$). Nesse sentido, é uma das ferramentas mais essenciais e utilizadas, já que influencia nas etapas de tratamento da água e de efluentes, bem como em processos de neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção e controle de erosão. Além do mais, o método potenciométrico é o mais usado para identificar os níveis de pH (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Nesse viés, vale ainda inicialmente apresentar a definição de sólido, ou seja, a matéria caracterizada como rígida que apresenta equilíbrio com o líquido proveniente da sua fusão, tendo em vista águas naturais e residuais, mesmo após passar por processos de secagem e calcinação. Mais especificamente, conceituam-se os **sólidos suspensos totais**, que

representam todas as substâncias que permanecem na cápsula depois da secagem total de uma determinada amostra (SABESP, 1999).

A respeito da **turbidez**, ressalta-se que é um parâmetro responsável pela identificação da qualidade estética das águas para abastecimento da população, sendo medida através de turbidímetro e expressa por NTU (unidade nefelométrica). Ademais, configura-se como uma expressão de propriedade ótica que espalha e absorve a luz ao invés de transmiti-la em linha reta na amostra. Os materiais que normalmente causam a turbidez na água correspondem em especial a argila, silte, matéria orgânica e inorgânica, compostos orgânicos solúveis coloridos, plânctons, além de outros organismos microscópicos (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

No que confere ao **Zinco (Zn)**, destaca-se que é um metal brilhante encontrado na crosta terrestre através da erosão, sendo muito aplicado em indústrias automobilísticas, de construção civil e de eletrodomésticos. A concentração de Zn na água de torneira apresenta maior teor por conta da dissolução do metal em acessórios e tubulações. Este elemento é essencial para a saúde humana desde que consumido em pequenas quantidades. Do contrário, pode provocar cólicas estomacais, náuseas e vômitos (CETESB, 2017).

Nessa perspectiva, inclui-se também as especificidades do **Selênio (Se)**, elemento rico na natureza, que na forma orgânica aparece na maioria das plantas e animais. O surgimento no meio ambiente deve-se especialmente pelo intemperismo das rochas e do solo. Outras atividades podem contribuir para sua liberação, tais como mineração, processos metalúrgicos, queima de carvão e petróleo, além de combustões em grande escala, de tal maneira que o pó liberado mediante esses processos acaba sendo depositado nos solos e na água. O **Se** na água ocorre em virtude das rochas, solo, agricultura e resíduos industriais. Isto posto, frisa-se que alguns organismos aquáticos são capazes de converter selênio para as formas inerte e solúveis (CETESB, 2022).

Em quantidades ideais, este elemento é benéfico, pois ajuda no funcionamento de enzimas que atuam na defesa antioxidante, no metabolismo do hormônio da tireoide, entre outras funções. Por outro lado, indivíduos com altos teores de Selênio podem desenvolver problemas gastrointestinais, descoloração da pele, dentes cariados, perda de cabelo, enfraquecimento das unhas, modificações nos nervos periféricos. Do mesmo modo, alguns estudos indicam propriedades cancerígenas (CETESB, 2022).

Salientam-se também os **parâmetros microbiológicos da água**, que possuem o objetivo central de fornecer subsídios em torno da potabilidade deste recurso. Em outras palavras, este exame visa identificar irregularidades como micro-organismos causadores de

doenças, os quais normalmente surgem através das fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Sendo assim, ressalta-se que a água para consumo humano não pode estar infectada por micro-organismos patogênicos como vírus, bactérias, protozoários e helmintos (BRASIL, 2013).

Por último, para complementar a discussão acima citam-se os coliformes totais, que se configuram como bactérias obtidas pela ingestão de água e que podem ser facilmente identificadas por meio de testes parasitológicos. Em linhas gerais, estas bactérias apresentam bacilos gram-negativos, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos, capazes de aumentar diante da presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície. Nestes casos, além de interferir no crescimento também fermentam a lactose através da formação de ácidos, aldeídos e gás, mediante temperatura de 35°C entre 24 a 48 horas. O grupo ainda contempla alguns gêneros como *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (BETTEGA, 2006).

2.5 QUALIDADE DO SOLO

A agricultura e o uso dos fertilizantes

A agricultura apresenta grande importância econômica e social, sobretudo ao tratar do desenvolvimento sustentável, além de considerar outros elementos como água, energia, saúde e biodiversidade. Nesse ínterim, inclui-se as indústrias de fertilizantes que têm crescido significativamente nos últimos anos. Em linhas gerais, os fertilizantes possibilitam a elevação da produtividade agrícola, de modo que seu uso consciente reflete uma ferramenta essencial para combater a fome e a subnutrição (ANDA, 2000).

Indicadores de qualidade do solo

Inicialmente faz-se necessário salientar que a ocupação europeia da região sudoeste do Paraná ocorreu a partir de 1930-1940, tendo em vista a chegada de imigrantes alemães e italianos, que anteriormente estavam alocados em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Com o passar do tempo, a agroindústria cresceu significativamente em virtude das práticas agrícolas, assim como pela avicultura, suinocultura, além da pecuária de leite e extração de vegetais (WILGNER et al., 2006).

A respeito das características dos solos da região sudoeste do Paraná, enfatiza que:

[...] são derivados dos basaltos da Formação Serra Geral e são, em geral, latossolos avermelhados com desenvolvimento diferenciado entre as unidades de basalto. São argilosos, pouco profundos sobre as fácies Cordilheira Alta e Nova Laranjeiras, e mais profundos sobre os basaltos da fácies Campos Novos (WILGNER et al., 2006).

Além do mais, a região encontra-se situada na unidade geomorfológica do Brasil Meridional nomeada de Terceiro Planalto. O relevo é caracterizado como ondulado e levemente ondulado, ao passo que as encostas são geralmente escalonadas. No que confere ao processo de erosão, este acontece predominantemente em superfícies horizontais mediante derrames ou fraturas típicas no topo ou na base dos mesmos. Por fim, ressalta-se que a evolução fisiográfica da área acarretou o surgimento de uma ampla depressão central (WILDNER et al., 2006).

No decorrer da história da humanidade, tem-se observado a dificuldade de conceber a associação entre competitividade e qualidade do solo. Nesse sentido, frisa-se que qualificar e quantificar o solo não é tarefa fácil, uma vez que depende de características particulares às interações do ecossistema, das estratégias de uso e manejo, além de prioridades sociais, econômicas e políticas (SANTANA; BAHIA FILHO, 1999).

Ainda segundo os autores, a expressão qualidade do solo é definida como:

(...) é capacidade ou especificidade do solo de exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e humana (SANTANA; BAHIA FILHO, 1999).

Nesse viés, cabe ressaltar que a escolha dos indicadores de qualidade/degradação do solo segue algumas especificidades. Dessa forma, Doran e Parkin (1996) sugerem alguns critérios, tais como: a) aspecto da funcionalidade; b) aspecto de praticidade e facilidade nos processos de difusão de tecnologia e extensão rural; c) caráter dinâmico; d) ser componente, quando possível, de uma base de dados (*apud* BARROS, 2015).

Os indicadores possuem características físicas, químicas e biológicas. Assim, os parâmetros físicos são importantes para garantir a manutenção e sustentabilidade do solo, por meio da avaliação da forma e estabilidade estrutural. Em contrapartida, os indicadores biológicos atuam na ciclagem dos nutrientes, além de estimar a capacidade de crescimento do vegetal. Por fim, os indicadores químicos, contemplam o teor de matéria orgânica, a acidez do solo, o conteúdo de macro e micro nutrientes, elementos fitotóxicos, bem como certas relações com a saturação de bases e alumínio (ARAUJO *et al.*, 2012 *apud* BARROS, 2015).

No que confere aos macronutrientes **Cálcio, Magnésio e Potássio**, ressalta-se que todos são importantes como cátions trocáveis, além do fato de que influenciam na disponibilidade

dos outros. Dessa forma, encontram-se nas formas iônicas de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , em solução e como cátions trocáveis (RAIJ, 1981).

Nesse contexto, o autor ainda destaca que principalmente Potássio e Magnésio pertencem a estrutura de micas e minerais de argila tipo 2:1, sobretudo em solos menos intemperizados. Enquanto isso, Cálcio e Magnésio podem surgir em solos como carbonatos insolúveis, em solos calcários ou ainda em solos com calagem recente. Em condições de boa drenagem, verifica-se a predominância de Cálcio na soma de bases, seguido posteriormente por Mg e K. (RAIJ, 1981).

Por outro lado, o **alumínio** (Al^{3+}) é considerado uma forma tóxica às plantas. A concentração deste nutriente varia de acordo com o pH do solo, bem como sofre alteração com a calagem. (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

Nesse seguimento, enfatiza-se a composição **de H+Al**, também nomeada de acidez potencial ou acidez total. Em linhas gerais, os níveis de H+Al são mais elevados em solos ricos em matéria orgânica, sobretudo se o pH apresentar valores inferiores. Na prática, essa classe de interpretação é pouco aplicada, tendo em vista que o principal objetivo visa determinar o cálculo da CTC Total do solo (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

A **Soma de Bases (SB)** atua como classe de interpretação de solos, todavia, é um recurso genérico e sem aplicação prática, pois seu cálculo serve apenas para auxiliar os resultados da CTC Total, CTC Efetiva e Saturação por Bases (V). Em suma, representa a soma dos elementos K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , de tal maneira que todas devem estar convertidos na mesma unidade, ou seja, cmol/dm^3 (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

A **Capacidade de Troca Catiônica (CTC)** é obtida através de soma de bases, principalmente ao considerar a fórmula: $\text{CTC} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{H} + \text{Al}$. Esse processo deve ser considerado na adubação, uma vez que em solos com baixa CTC, deve-se parcelar a disponibilidade de Nitrogênio e Potássio para evitar perdas por lixiviação (SOBRAL *et al.*, 2015).

A respeito da dinâmica do **Carbono (C)** no solo, ressalta-se que é uma ação complexa, uma vez que ao degradar carboidratos complexos também ocorre o processo síntese por meio de microrganismos, o que interfere na separação de compostos intermediários da degradação e da síntese. No caso da agricultura, os resíduos provenientes de culturas formam o recurso primário de C, que atua como substrato para a biota do solo à medida que libera CO_2 (PULROLNIK, 2009).

Ainda segundo a autora, os teores de carbono orgânico relacionam-se com a biosfera, tendo seu ciclo dividido em três fases, nomeadas de fase anabólica, fase de liberação dos

produtos fotossintetizados, bem como de acumulação e estabilização no solo, além da fase de mineralização de substratos orgânicos juntamente com a transferência de CO₂ para a atmosfera (PULROLNIK, 2009).

A composição da **Matéria Orgânica (MO)** deve-se pela formação de resíduos na parte aérea e radicular das plantas, de micro-organismos e exsudados de raízes, de tal maneira que constituindo-se principalmente por C (58%), H (6%), O (33%), além de N, S e P (3%). Nesse sentido, atua como indicativo do potencial produtivo, uma vez que solos com taxas elevadas de MO possuem respectivamente valores elevados de T, assim como maior fornecimento de nutrientes às plantas, quando comparada a áreas com MO inferior. Por último, destaca-se que é calculada através da multiplicação do teor de carbono orgânico no solo pelo fator 1,72 (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

A **saturação por alumínio (Al³⁺)** é um índice que ocorre na CTC Efetiva (t), já que a T considera todas as cargas negativas em bases com pH 7. De modo geral, a presença deste elemento não é ideal para o crescimento das plantas, sobretudo ao contemplar pH maior que 5,5. Apesar de alguns solos apresentarem o mesmo teor de Al³⁺, deve-se recapitular que podem apresentar valores distintos nas classes de interpretação para alumínio (m), tendo em vista valores diferenciados na t (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

O processo de **Saturação por Bases (V%)** compreende a proporção da capacidade de troca de cátions determinada pelas bases. Logo, solos com saturação superior a 70% não necessitam de calagem. Enquanto isso, solos com saturação inferior a 50% apresentam acidez por H ou Al, de tal modo que devem ser corrigidos. Por último, frisa-se que o cálculo das bases trocáveis contempla os índices de Cálcio e Magnésio, bem como de Potássio e Sódio (SOBRAL *et al.*, 2015).

No que diz respeito a análise de micronutrientes, ressalta-se que apresenta limitações, pois alguns fatores interferem no processo de avaliação, como o teor de argila e de matéria orgânica. Nesse sentido, o **Ferro (Fe)** é abundante em solos tropicais, porém reduz-se facilmente com o aumento do pH. Diante disso, a calagem é um recurso eficiente para amenizar a toxicidade deste nutriente. Ademais, a ausência de Fe pode ser explicada pelo excesso de P, temperaturas baixas e pH elevado (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

De forma similar, o **Manganês (Mn)** também é frequente em solos tropicais, além de reduzir com o aumento do pH. No caso de solos orgânicos, observa-se que a formação de alguns complexos é responsável por diminuir a disponibilidade deste elemento. Além do mais, os sinais de deficiência de Mn evidenciam-se em solos arenosos, com baixa T, assim como em épocas secas com temperaturas elevadas (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

Ainda segundo os autores, a deficiência de **Cobre (Cu)** ocorre facilmente em solos arenosos do que argilosos. Em solos orgânicos, constata-se que a formação de complexos estáveis interfere na absorção de **Cu** pelas plantas (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013). A retenção deste micronutriente no solo acontece principalmente em razão da presença de argila e de matéria orgânica. No entanto, também pode suceder através de ácidos húmicos e fúlvicos, bem como pela adsorção de óxidos de Fe, Al e Mn, semelhante ao Zinco (CAMARGO, 2006).

Nesse seguimento, enfatiza-se que a disponibilidade de **Zinco (Zn)** pode ser alterada em virtude da presença de MO, óxidos de ferro, Al, Mn e minerais de argila (CAMARGO, 2006). Do mesmo modo, a calagem pode reduzir o teor de Zn no solo decorrente da elevação do pH. Outrossim, doses superiores de fertilizantes fosfatados também incidem negativamente na oferta do nutriente (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

A respeito do **Fósforo (P)**, destaca-se que é um elemento de baixa mobilidade no solo, caracterizando-se como ortofosfatos, os quais derivam do ácido ortofosfórico H_3PO_4 . Ao tratar da fase sólida, constata-se a combinação com outros elementos, tais como Ferro, Alumínio, Cálcio e Matéria orgânica. Assim, em solos ácidos, as combinações de Fósforo com Ferro e Alumínio são mais predominantes, enquanto em solos neutros ou calcários, observa-se a presença de fosfatos de cálcio de ordem elevada e com solubilidade baixa (RAIJ, 1981).

Cabe acrescentar que a disponibilidade de **P** contempla algumas especificidades, a saber: a) fator intensidade, isto é, a concentração do nutriente no solo; b) fator quantidade, que compreende o Fósforo lábil; c) fator capacidade, que representa a condição do solo em manter o Fósforo em solução através de níveis adequados e pela dissolução na fase sólida; d) fator difusão, que contempla a migração dos íons fosfatos até a superfície das raízes. De todos os fatores mencionados, a quantidade revela-se mais essencial (RAIJ, 1981).

3 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

A área de estudo refere-se ao recorte espacial correspondente à micro-bacia do Rio Lontra correspondente a mesorregião Sudoeste do estado do Paraná. Em toda sua extensão territorial, encontra-se na Bacia Sedimentar do Paraná, no Terceiro Planalto ou Planalto do Trapp do Paraná, o qual é constituído por derrames basálticos vinculados ao Grupo Serra Geral. As rochas basálticas resultam da consolidação do magma básico, pobre em óxido de silício, portanto mais rico em óxido de ferro, magnésio, cálcio, titânio, entre outros. As rochas básicas apresentam coloração escura, sendo constituídas por minerais claros e escuros, predominando estes últimos (ANTUNES, 2000).

O rio Lontra, é afluente do rio Jaracati, que corresponde a um subafluente do sistema fluvial Iguaçu. O rio Lontra, é classificado como um rio de 4º ordem hierárquica, possui um leito com largura menor que 10 metros, e uma extensão total de aproximadamente 68,66 km (EMATER, 2021). Em relação às águas subterrâneas, a microbacia Rio Lontra assim como toda a região está sobre o Aquífero Guarani, além da presença de significativo afloramento de nascentes de águas oriundas do lençol freático.

A microbacia do Rio Lontra em relação ao relevo assemelha-se ao padrão da região. Observa-se, que 78,38 % da área se concentram entre as classes de relevo plano e ondulado (0% a <20% de declive), demonstrando predomínio de áreas com baixas declividades, onde 32,58 % da área total apresenta declividade inferior a 8%, enquadrando-se nas classes plano e suave ondulado. (Tabela 01).

Tabela 01 - Classes de declive e relevo que ocorrem na microbacia do rio Lontra, por área e porcentagem, segundo modelo proposto pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e EMBRAPA SOLOS (2020).

Classes de Declive	Área (ha)	Área (%)	Relevo
0-3%	1013,05	22,30	Plano
3-8%	467,17	10,28	Suave Ondulado
8-12%	971,57	21,38	Ondulado
12-15%	552,39	12,16	Ondulado
15-20%	557,22	12,26	Ondulado
20-25%	345,56	7,60	Forte Ondulado
25-45%	630,53	13,88	Forte Ondulado
45%-100%	4,74	0,14	Montanhoso

Total	4.542,23	100,0%
-------	----------	--------

Fonte: Emater-PR, 2021. Dados de pesquisa de campo.

O relevo forte ondulado representa 21,48% da área, enquanto a área com relevo montanhoso corresponde a 0,14% da área da microbacia, constituindo-se no menor percentual verificado na tabela 1. A conformação de sua paisagem é bastante uniforme, determinada pelos pequenos planaltos e patamares, planaltos pouco elevados (IPARDES, 2004).



Figura 03 – Vista parcial da microbacia do rio Lontra.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para este estudo, foi adotado a metodologia de Geoindicadores Ambientais, que corresponde ao Modelo Estado-Pressão-Resposta, modificado de OECD (1994).

Esse trabalho foi realizado em cinco etapas: 1) levantamento de dados; 2) Mapeamento uso do solo 3) Trabalho de campo; 4) Análises laboratoriais; 5) Análise de gabinete, as quais serão descritas abaixo:

- 1) Esta etapa compreende o levantamento bibliográfico e cartográfico;
- 2) A partir do aprofundamento das bases teóricas, foi realizado um mapeamento temporal (20 anos) do uso do solo da sub-bacia hidrográfica Salto do Lontra;
- 3) Foram realizados trabalhos de campo, que foram definidos a periodicidade, para coleta de solo e água com finalidade de obter suas variáveis físicas, químicas e biológicas.

Análises do solo

As análises de Solo, foram cedidas pelos agricultores situados na área de estudo. As amostragens foram realizadas entre maio de 2021 à março de 2022. Em virtude da pandemia do COVID-19 não foi possível ter alcance a todas as propriedades que compõe a micro-bacia. As análises foram realizadas em solo superficial e em 11 pontos diferentes, o P1, P2 e P3 apresentam ponto de cor verde na figura 1 e residem na comunidade de São Domingos. O P4, P5 e P6 apresentam ponto de cor vermelho e residem na comunidade de Santa Terezinha. O P7, P8 e P9 apresentam ponto de cor amarela e residem na comunidade de São Roque, e os P10 e P11 apresentam ponto de cor azul e residem na comunidade de Lajeado Encantado.

Os critérios analisados nas amostras de solo foram: Cálcio, Magnésio, Potássio, Alumínio, H+ Alumínio, Soma de bases, CTC pH 7.0, CTC efetiva, Carbono, M. Orgânica, Sat. Alumínio, Sat. Bases, Ferro, Manganês, Cobre e Fósforo. Como salientado anteriormente, foram utilizados os resultados das análises de solo de produtores na micro-bacia, por isso, nesse estudo não são apresentados os resultados do pH do solo.

As técnicas utilizadas pelo laboratório para essas análises foram: **Extrator Melich 1:** K -P -Fe- Cu- e Zn, **Extrator KCL:** Ca - Mg - Al, **Extrator HCl 0,05 N:** B, **Extrator Fosfato de Cálcio:** S, **Extrator Dicromato de sódio:** Carbono.

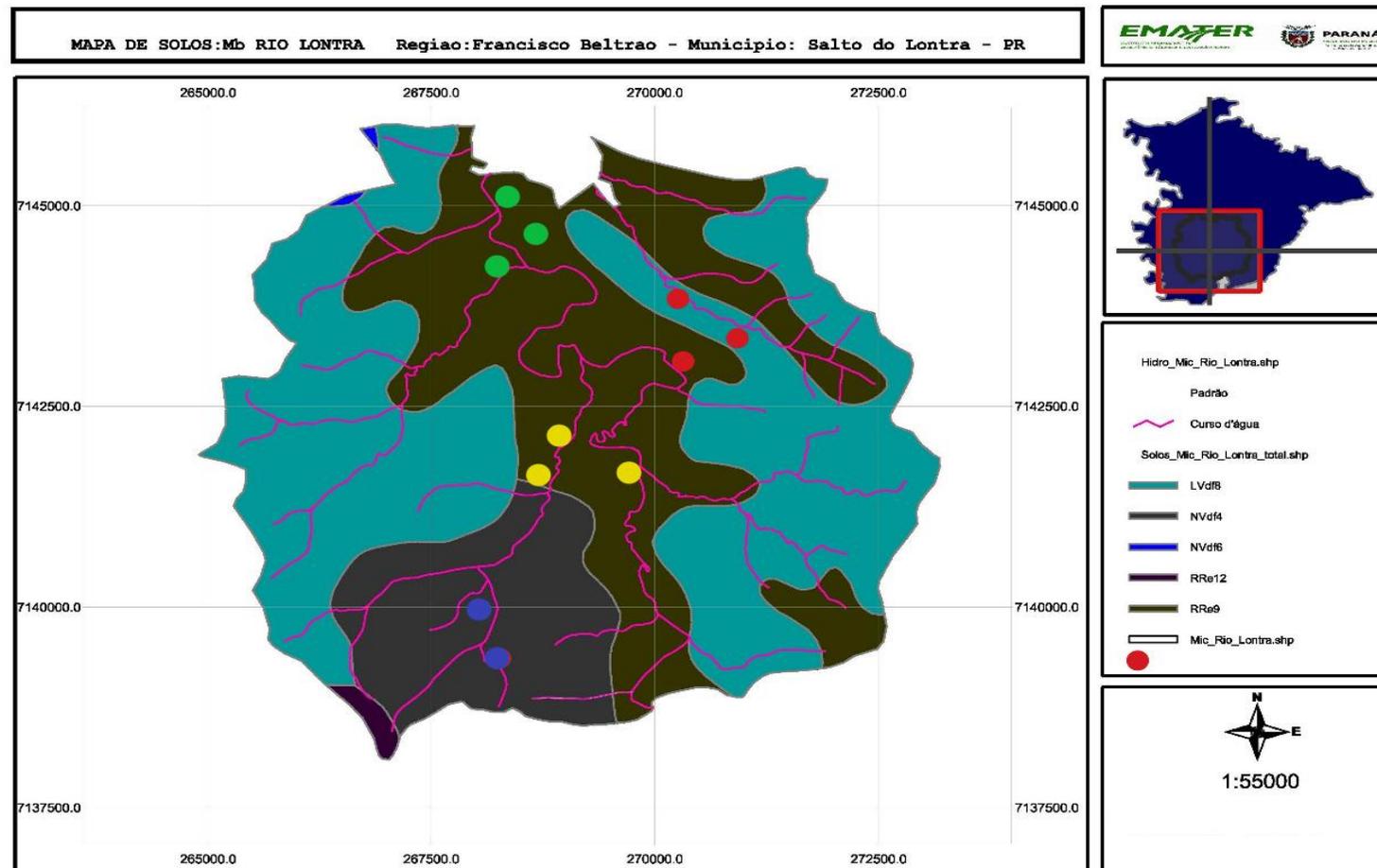


Figura 1 - Mapa de pontos de coleta de solo na Microbacia do rio Lontra. Amostra ponto1 foi coletada próximo a nascente do Rio Lontra. A amostra do ponto 2 foi coletada próximo ao perímetro urbano da cidade de Salto do Lontra e a amostra do ponto 3 foi coletada próximo da foz da sub-bacia do Rio Lontra. Dados de pesquisa de campo.

Análises da água

As coletas da água foram realizadas em dezembro de 2021 em 3 pontos diferentes da sub-bacia do Rio Lontra (Figura 1). A amostra do ponto 1 foi coletada próximo a nascente do Rio Lontra. A amostra do ponto 2 foi coletada próximo ao perímetro urbano da cidade de Salto do Lontra e a amostra do ponto 3 foi coletada próximo da foz da sub-bacia do Rio Lontra. As amostras foram acondicionadas em garrafas plásticas e refrigeradas, e em seguida foram encaminhadas ao laboratório. As análises de água foram custeadas por recursos próprios. Os ensaios analisados nas análises de água foram Arsênio Total, Cádmio Total, Chumbo Total, Cobre, Cromo Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO 5/20C°, Demanda química de oxigênio - DQO, Ferro Total, Magnésio, Níquel Total, Oxigênio Dissolvido, Determinação de pH, Sólidos suspensos Totais, Turbidez, Zinco Total, Selênio Total e Coliformes Totais.

Para as análises de água foram usadas as seguintes metodologias:

MÉTODOLOGIA	ENSAIO
PE FG 115- HVG	Arsênio e Selênio
SMWW, 23ª Edição, método 3030 H e 3120	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo Total, Ferro, Magnésio, Níquel e Zinco
SMWW, Métodos 9222 B, D e E. 23ª Edição 2017	Coliformes Totais
SMWW, 23ª Edição, Método 5210 B	Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO
PE FQ 015	Demanda Química de Oxigênio – DQO
PE FQ 030	Oxigênio Dissolvido
PE FQ 049	pH
SMWW, 23ª Edição, Método 2540 D	Sólidos Suspensos Totais
SMWW, 23ª Edição, Método 2130 B	Turbidez

Quadro 1 : Metodologias usadas para os ensaios das análises de água.

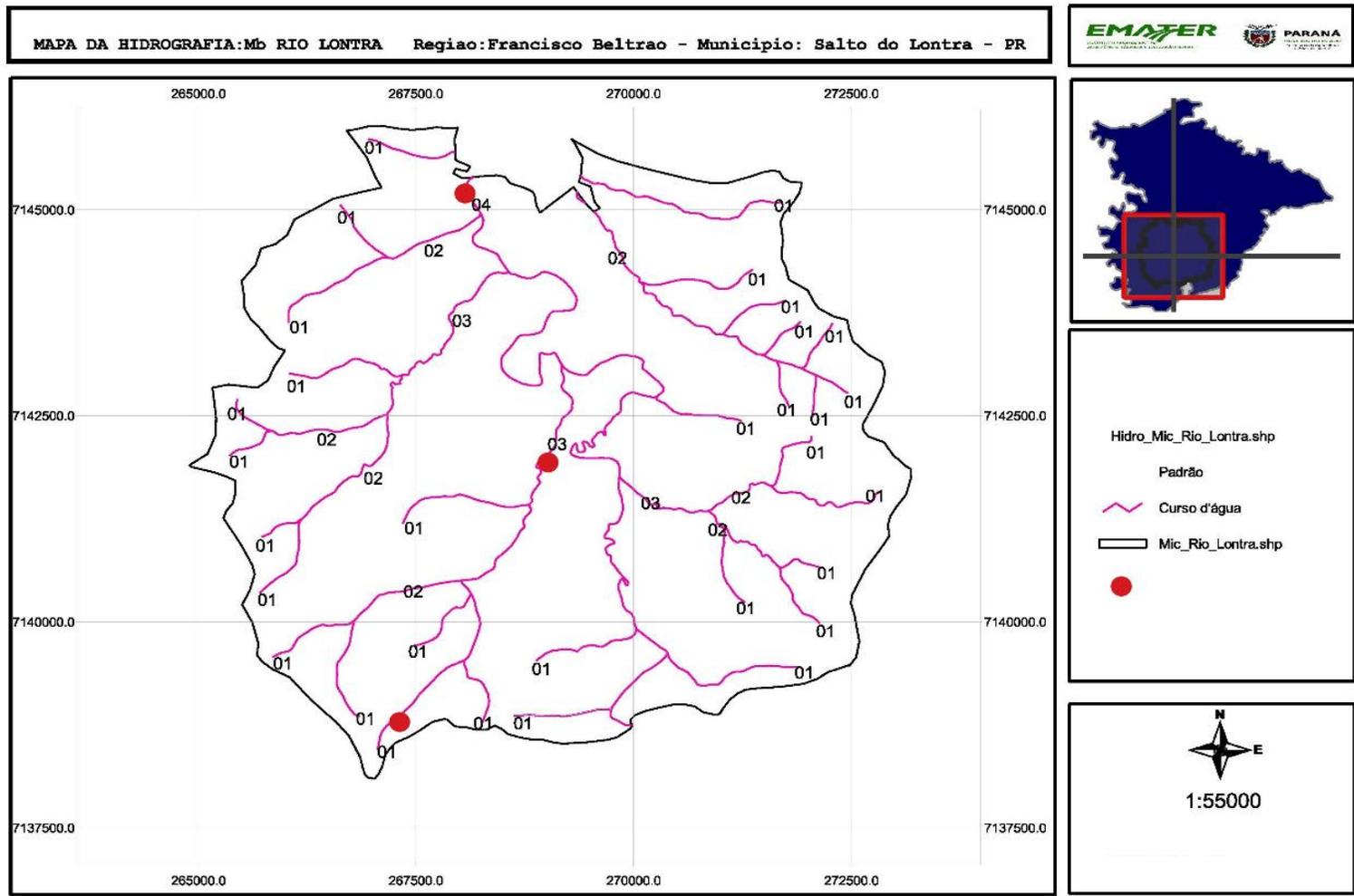


Figura 2– Mapa de pontos de coleta de água na microrregião do rio Lontra. Dados de pesquisa de campo.

4) Após as coletas, os materiais foram processados em Laboratórios externos: SOLANALISE CENTRAL DE ANÁLISES LTDA responsável as análises de solos e o LABORATÓRIO A3Q foi o responsável pelas análises de água, ambos do município de Cascavel -PR.;

5) Após a compilação de todos os dados foi realizada a análise integrada, para compreender a influência do uso do solo sobre o solo e as águas fluviais da micro-bacia do Rio Lontra. Para a melhor interpretação das análises de água utilizamos a RESOLUÇÃO DO CONAMA (classe 2).

5 RESULTADOS

De acordo com SIMEPAR (2020), o clima é classificado como Subtropical Temperado. Possui temperatura média do ar nos meses frios compreendida de 14 °C e temperatura média dos meses mais quentes de 26 °C, sendo que as estações de verão e inverno bem definidas. A precipitação média é de 2.014 mm anuais. Ao analisar o Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) de Salto do Lontra – PR (Figura 4), observa-se que 2020 apresentou a menor quantidade de precipitação nos últimos 21 anos (PARANÁ, 2021).

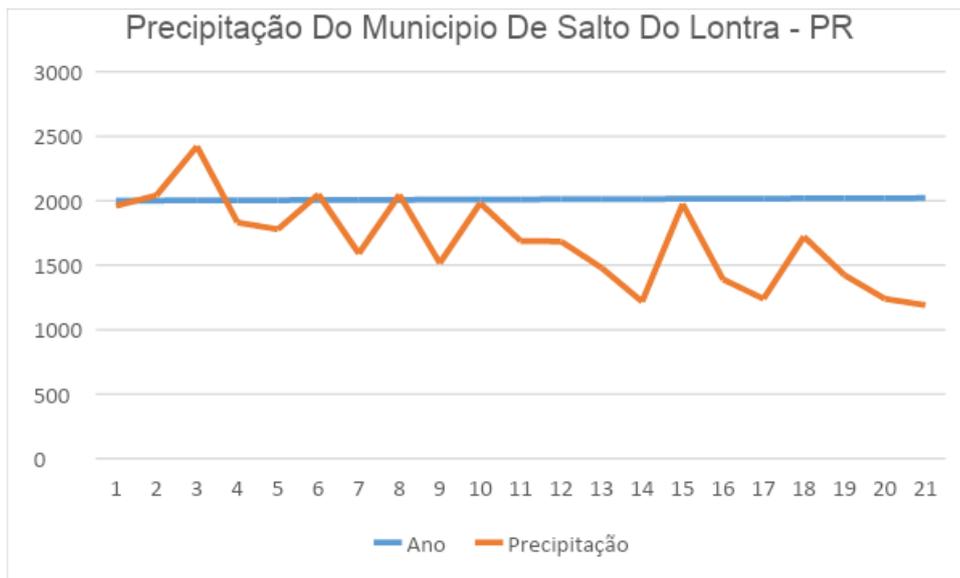


Figura 4 – Precipitação do Município de Salto do Lontra entre os anos de 2000 a 2020. Dados da Simepar.

Conforme destacado anteriormente, na área de estudo afloram rochas vulcânicas do Grupo Serra Geral, o intemperismo dos minerais destas rochas normalmente produz argilominerais, por isso os solos formados geralmente apresentam textura argilosa e com altos teores de óxidos de ferro. Nas áreas de relevo mais suave, ocorrem solos mais profundos, muito intemperizados, já nas áreas de relevo mais movimentado, os solos são normalmente menos desenvolvidos, menos profundos e com fertilidade natural alta (ALMEIDA, 2011).

Conforme EMBRAPA (2006), as classes de solo que ocorrem com maior frequência na microbacia são LATOSSOLOS Vermelhos, NITOSSOLOS Vermelhos e NEOSSOLOS Regolíticos. (Tabela 02).

Os LATOSSOLOS Vermelhos são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado. Variam de fortemente a bem drenados, com a espessura do *solum* raramente inferior a um metro. A serosidade, se presente, é pouca e fraca. Estes solos normalmente ocorrem em declividade entre 0 a 10%, em divisores de água amplos e uniformes, no terço inicial e médio de encostas longas. Quando as encostas apresentam declividade inferior a 10%, podem ocorrer no terço final (EMBRAPA, 2006).

Os NITOSSOLOS Vermelhos, antigamente classificados como Terras Roxas, compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa. Possuem estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismáticas, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados. Estes solos apresentam horizonte B bem espesso, sendo seu horizonte diagnóstico o B nítico. Em termos de desenvolvimento de estrutura e cerosidade, com gradiente textural menor que 1,5. São profundos, bem drenados, de coloração variando de vermelho a brunada. Ocorrem geralmente em declividades entre 10 a 20% em terço médio e final das encostas longas. (EMBRAPA, 2006).

Os NEOSSOLOS Regolíticos são solos constituídos por material mineral, podendo ou não ter Horizonte A rico em material orgânico, com pequena profundidade efetiva, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Ocorrem em declividade de 0 a 8% em divisores de água estreitos e alongados, nas redes de drenagem e nas encostas curtas com declividade superior a 45% e em relevo irregular, geralmente com presença de pedras. (EMBRAPA, 2006).

Tabela 02 - Classes de solos quanto à ocorrência nominal e percentual na microbacia do Rio Lontra.

Classes de Solos	Ocorrência (ha)	Ocorrência (%)
LVdf8 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico	2185,00	48,10
NVdf 4- NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico	694,94	15,29
NVdf6 – NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico	6,54	0,14
RRe12 – NEOSSOLO REGOLITICO Eutrófico	26,67	0,58
RRe9 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico	1629,07	35,86
TOTAL	4.542,23	100

Fonte: Emater-PR, 2021. Dados de pesquisa de campo.

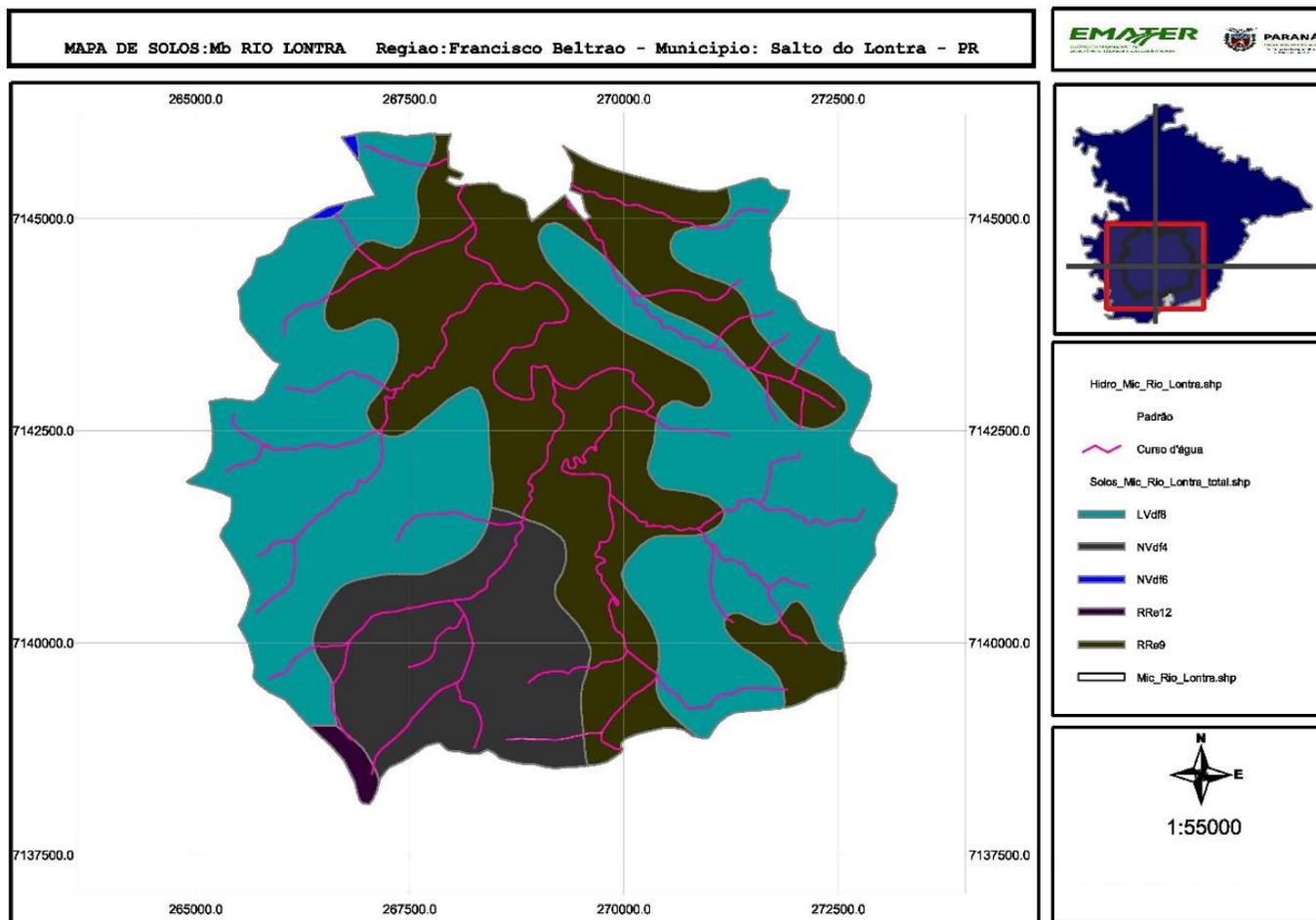


Figura 05 - Mapa de Solos e Hidrografia da microbacia do rio Lontra. Fonte: Emater-PR, 2021. Dados de pesquisa de campo

5.1 OCUPAÇÃO DO SOLO

Para entender as transformações na sub-bacia do rio Lontra, foi realizado um mapeamento temporal do uso do solo (2000 a 2020), baseada nos dados dos MapBiomas Colletions (2022) figura 05. Ao longo dos 20 anos, verificamos que a bacia continuou com o predomínio de áreas ocupadas por agropecuária. Verifica-se um aumento significativo da área urbana e de áreas não vegetadas ao longo da sub-bacia. Por sua vez, nesses anos houve um pequeno aumento nas áreas denominadas de florestas, principalmente no flanco direito da bacia.

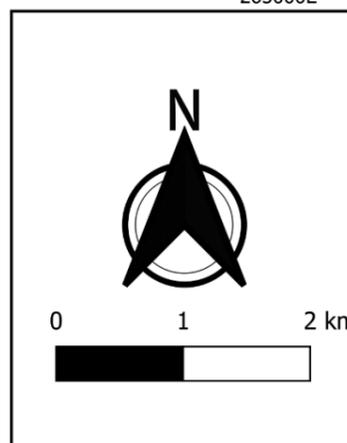
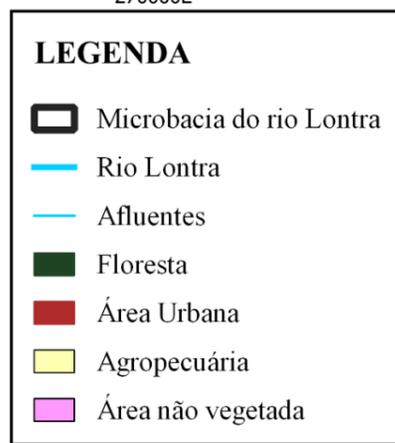
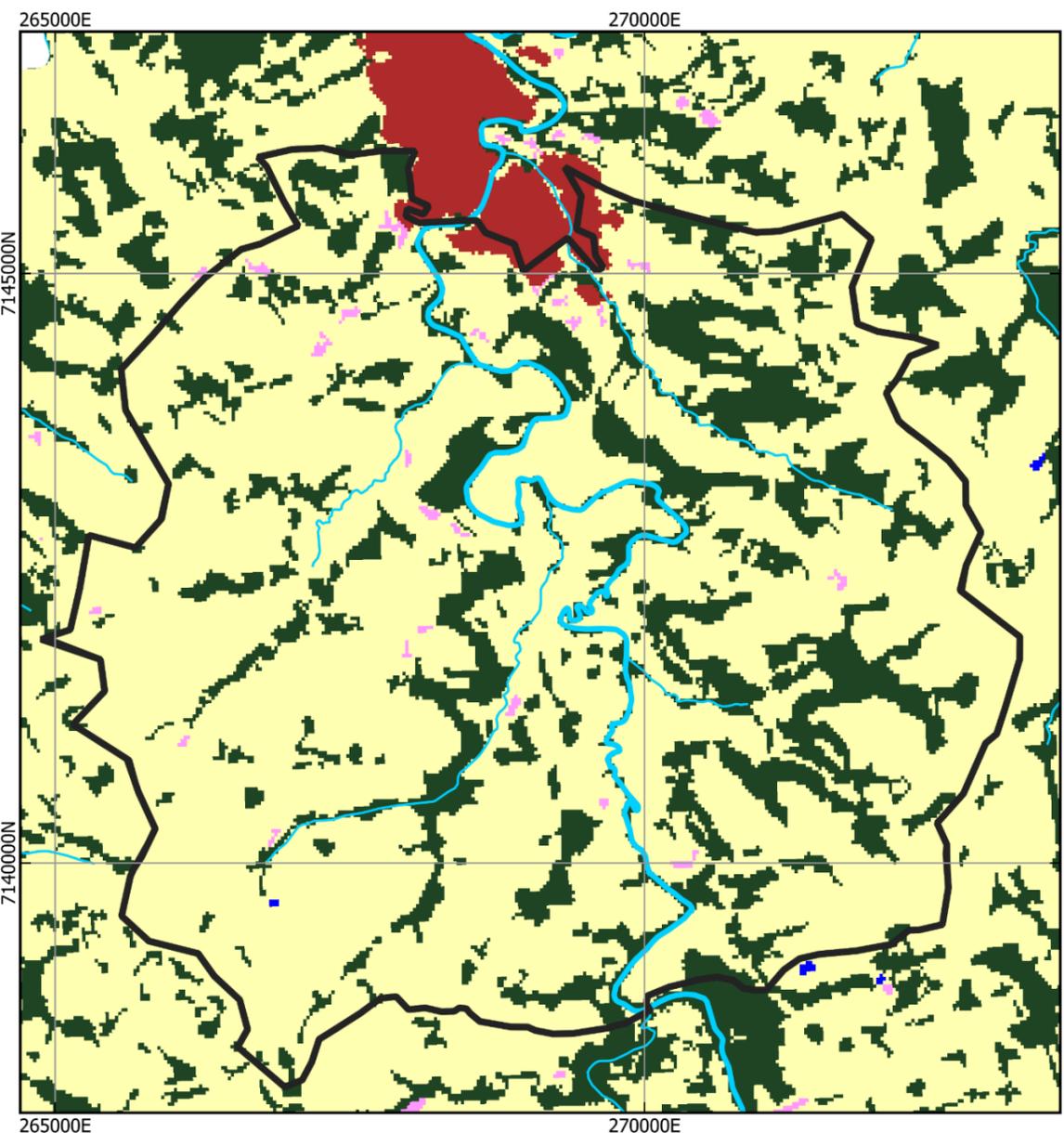
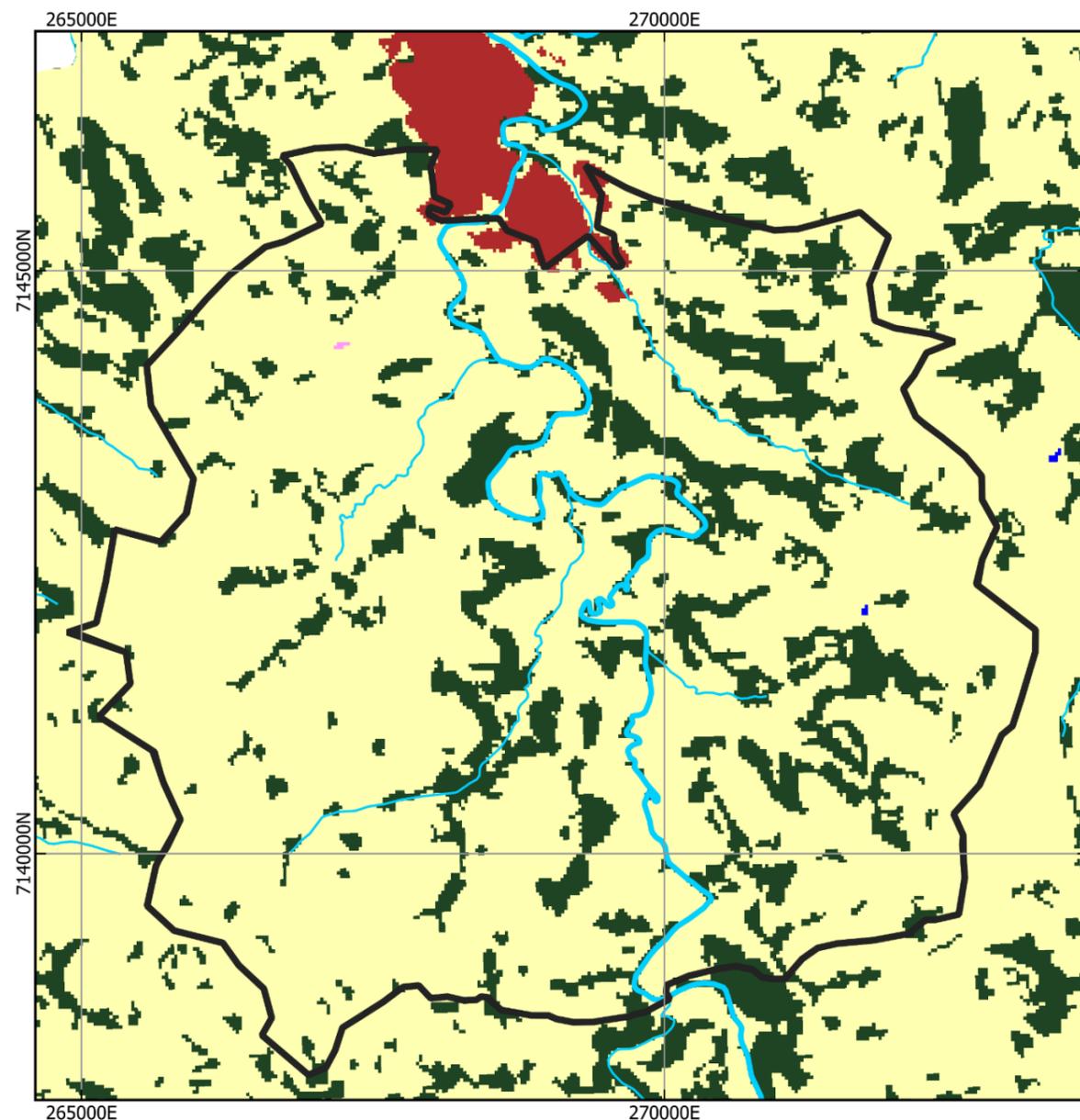
De acordo com os estudos e o levantamento do uso das terras baseado nas imagens de satélites da EMATER e da Prefeitura de Salto do Lontra evidenciou os seguintes usos: área urbana, sede/instalações, floresta, capoeiras, culturas anuais e permanentes, pastagem, corpos d'água. (Tabela 03 e Figura 05).

A maior parte da área da microbacia é ocupada por culturas anuais de grãos, representando 48,59% da área total, seguida pelos maciços florestais com 26,48%, e por pastagem com 18,44%. Há a presença de áreas urbanizadas com 1,94%, e por sedes e benfeitorias com uma área de 3,66%. As demais áreas ocupam os 0,89% restantes da área.

Tabela 03 - Distribuição do uso da terra da microbacia Rio Lontra.

Uso Atual	Área (ha)	Área (%)
Área Urbana	88,12	1,94
Culturas Anuais	2207,06	48,59
Pastagem	837,58	18,44
Cobertura Florestal	1202,78	26,48
Cultivos florestais	29,97	0,66
Sedes e Benfeitorias	166,24	3,66
Reservatórios e Açudes	8,67	0,18
Olericultura	1,36	0,03
Cascalheira	0,45	0,01
Total	4.542,23	100,0%

Fonte: Emater-PR, 2021. Dados de pesquisa de campo.



unioeste
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Base Cartográfica: Estados e Municípios (IBGE, 2010), Hidrografia (ITCG, 2018) e Uso do Solo (MapBiomas Collection, 2022)
Referência Geodésica e Cartográfica: UTM - SAD69.
Organização e Elaboração: Anderson Borges (2022).

5.2 AGROPECUÁRIA

Do total de agricultores existentes na microbacia, 85% podem ser enquadrados como agricultores familiares (112 casos), 12% (15 casos) são de agricultores patronais e 3% (04 casos) de agricultores periurbanos. No geral, a área média de cada estabelecimento é de 25 hectares, sendo que os agricultores familiares possuem uma área média explorada de 18.3 hectares e os agricultores patronais uma área média de 65 hectares. Já os estabelecimentos de agricultores perirurbanos possuem uma área média de 2.5 hectares. O arrendamento de área de terceiros está presente em apenas 15 casos e o arrendamento para terceiros está presente em 02 casos. (EMATER 2021).

Conforme informações levantadas a campo com relação às áreas dos agricultores, 67,35% da área da microbacia é utilizada com culturas anuais, com destaque para o cultivo de grãos na safra de verão, onde 70% dos estabelecimentos produziram milho, soja e/ou feijão, e no período de inverno cultivam trigo, aveia, azevém ou deixam o terreno em pousio (Figura 08). O destaque é o cultivo de soja e de milho, atividades desenvolvidas por 35 e 85 estabelecimentos, respectivamente, sendo as atividades produtivas de maior importância no contexto dos agricultores da microbacia.

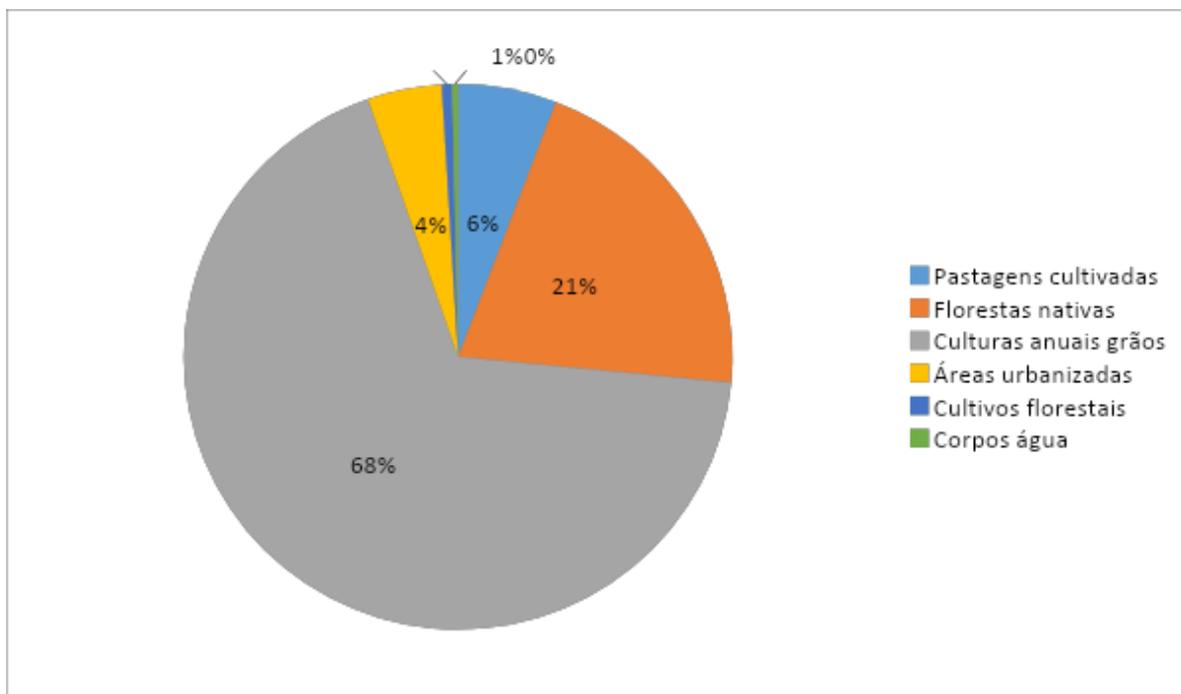


Figura 8. Distribuição da ocupação do solo na Microbacia do Rio Lontra. Fonte: Emater-PR, 2020. Dados de pesquisa de campo.

A produção de grãos desenvolvida pelos agricultores da microbacia está assentada num sistema de uso de tecnologias como a mecanização de todo o processo produtivo, uso de sementes melhoradas e com modificações genéticas (transgenia), fertilizantes sintéticos, herbicidas, fungicidas, inseticidas e afins. Alguns poucos agricultores desenvolvem a produção de grãos voltados para o consumo familiar e dos animais domésticos, e neste caso a produção não está baseada no uso intenso de tecnologias. A Tabela 04 apresenta o rendimento das principais culturas anuais (grãos) médios do município de Salto do Lontra, os quais podem ser tomados como referências para o contexto da microbacia.

Em relação aos cultivos anuais de inverno, realizado em 105 estabelecimentos agropecuários, onde destaca-se o cultivo de aveia e azevém, seja em cultivo solteiro ou consorciado, destinada a produção de forrageamento para os bovinos (85 casos) ou como adubação verde de inverno para incremento de palhada no sistema de plantio direto (28 casos), ou mesmo a produção de trigo, desenvolvida por 35 agricultores.

Quando do levantamento realizado sobre abastecimento de pulverizadores, identificou que em 20 estabelecimentos há o uso das águas da propriedade para esta finalidade, sendo que em 75% dos casos há o uso das águas das fontes ou poços individuais e em 25% há o uso de águas de açudes. Não há a presença de abastecedor de pulverizador comunitário, devidamente construído.

A olericultura está presente em apenas 01 estabelecimento rural, com a exploração comercial de uma área de 2.5 hectares, e com cultivo de morango, alface, couve-flor e repolho.

Já o reflorestamento com espécies exóticas, principalmente eucaliptos e pinus, está presente em 08 estabelecimentos agropecuários e com uma média de 3.50 hectares. Registra-se apenas um caso com presença de 7.26 hectares de cultivo.

Tabela 04. Rendimento médio (kg/ha) das principais culturas Anuais no município de SALTO DO LONTRA. Safra 2020/2021.

Lavoura	Produtividade (kg/ha)
Feijão das águas	2.500
Milho safra normal	7.500
Soja	3.200
Trigo	3.000

Fonte: SEAB/DERAL, 2021.

5.3 SITUAÇÃO DO BIOMA FLORESTAL

Na microbacia do Rio Lontra existem 558,72 ha de áreas que deveriam ser preservadas permanentemente (Tabela 05), de acordo com Lei Federal 4771/65. Destas, 77,53% já estão preservadas e 22,46% precisam ser recuperados, ou 125,53 ha. Destes, 25% estão ocupadas atualmente com pastagens cultivadas e 50% com culturas anuais.

Tabela 05 - Distribuição e situação das áreas de preservação permanente (APP) da Microbacia do Rio Lontra.

Situação	Área (ha)	Área (%)
Existente	433,19	60,81
A recuperar	125,53	39,19
Total	558,72	100,0

Fonte: Emater-PR, 2021. Dados de pesquisa de campo.

Em relação às áreas de reserva legal previstas em Lei Federal 4771/65, as mesmas não foram quantificadas tendo em vista as dificuldades operacionais de levantamento documental dos registros cartoriais e mesmo quantificação frente às condicionantes da lei.

Assim, observa-se que há a ocupação indevida de áreas de preservação permanente com explorações agropecuárias, instalações e moradias, ocorrendo em alguns trechos da rede hidrográfica a ausência da mata ciliar ao longo do rio, em áreas naturais de proteção e conservação de nascentes, em topos de morros e em declividade maior que 45°. Essa ausência da cobertura florestal está ocasionando falhas significativas nas conexões de fragmentos florestais não formando corredores de biodiversidade. Provoca a oscilação da vazão, o desequilíbrio térmico, a baixa qualidade da água e a retirada da fonte alimentar da fauna silvestre, reduzindo a biodiversidade. A ausência da mata ciliar provoca ainda em vários trechos do rio a desestabilização das margens, não minimizando os efeitos das enxurradas.

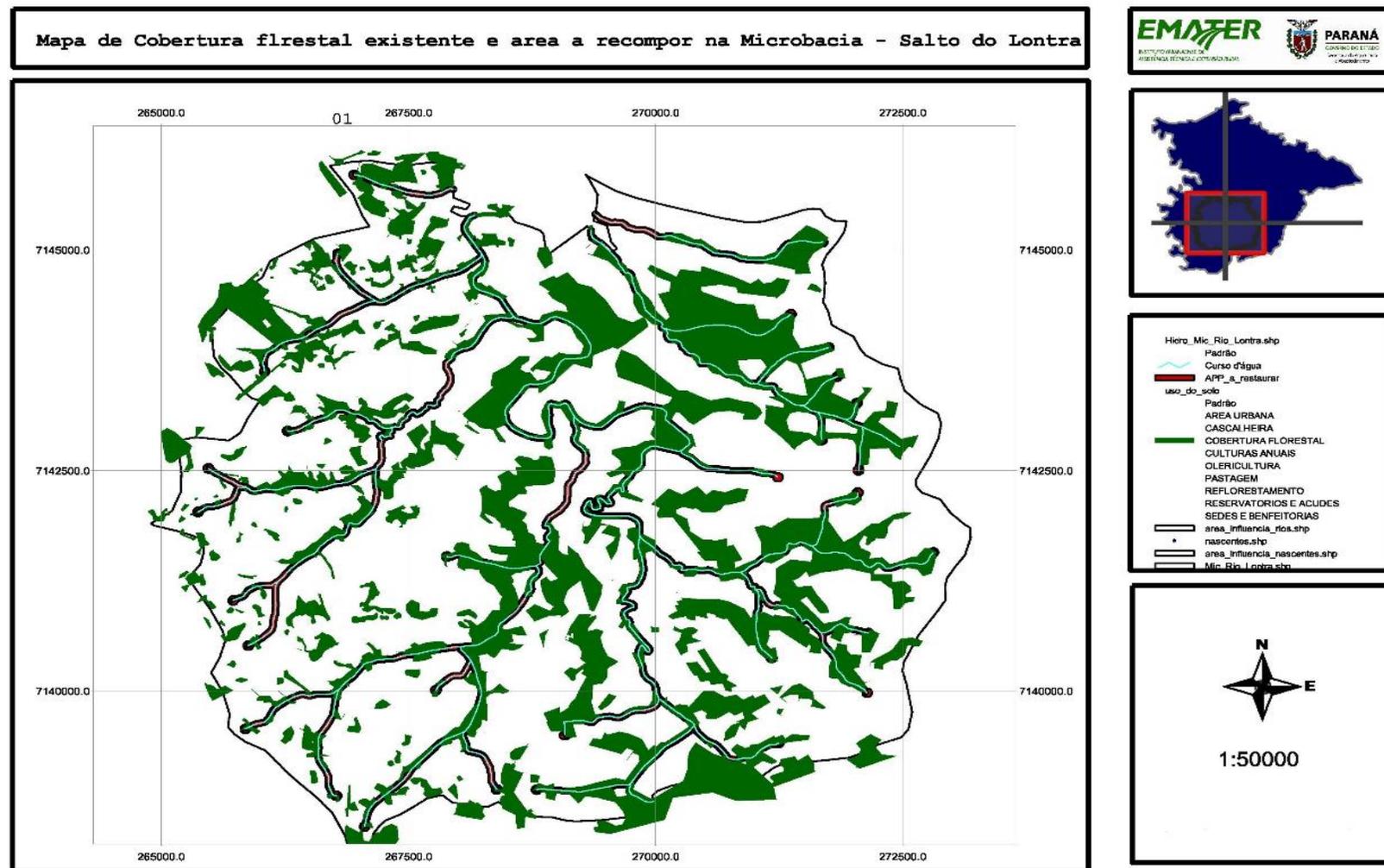


Figura 9 – Mapa de cobertura florestal existente e de áreas a recompor na Microbacia Rio Lontra. Fonte: Emater-PR, 2021. Dados de pesquisa de campo.

5.4 ABASTECIMENTO E SANEAMENTO BÁSICO

O uso de nascentes/fontes como origem principal da água é feito por 70 estabelecimentos, utilizando-se de 65 fontes/nascente de água (tabela 06) e atendendo 65 famílias. Destas fontes de água, em 65 casos as famílias citam possuir mata ciliar ao redor das nascentes, com uma média de aproximadamente 15 metros. Destas fontes, com relação à sua proteção, 09 (6,7%) casos não possuem qualquer tipo de proteção, 26 (20%) casos possuem proteção com solo-cimento, 97 (73,4%) casos possuem proteção com alvenaria ou tubo de concreto. Ainda, 09 (6,7%) casos não possuem tampa de proteção, 70 (53,3%) casos possuem tampa de alvenaria, 09 (6,7%) casos com proteção de solo-cimento e outros 46 (20%) casos com outros tipos de cobertura. Assim, nota-se 15 casos em que há a necessidade de melhorias gerais na proteção das nascentes, e 25 casos onde há a necessidade de substituir ou melhorar a tampa de proteção da fonte.

Tabela 06 - Sistema de abastecimento de água utilizado pelas famílias da Microbacia do Rio Lontra.

Sistema de abastecimento	Total	%
Fonte/Nascente	65	57,02
Poço artesiano individual	3	2,63
Rede Local	4	3,51
Poço comum	42	36,84
Total	114	100,0

Fonte: Emater-PR, 2021. Dados de pesquisa de campo.

De 65 casos que usam poços comuns ou nascentes, 48 relatam que a vazão diminui a partir de 30 dias de estiagem. Ainda, destes casos, 35 relatam que a água fica turva após alguns dias de chuvas consecutivos. Ainda em relação às nascentes, 60 % dos casos citam não realizar qualquer tipo de desinfecção das mesmas, e os demais a realizam com frequência variada de tempo.

Na maioria das propriedades rurais dos agricultores da microbacia, a água consumida é proveniente de nascentes ou poços escavados, seja para consumo humano ou nas instalações, cuja origem é do lençol freático. Essa água pode estar contaminada por não

haver uma proteção adequada ou em consequência da contaminação do lençol freático, que pode acontecer por dejetos de animais, esgotos a céu aberto, fossas negras.

A água destinada ao consumo humano considerada segura é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem aos padrões de potabilidade e não oferecem riscos à saúde. No Brasil esses padrões são regulamentados pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (2012). Quanto aos parâmetros microbiológicos, determina que para a água ser potável, isto é, poder ser consumida sem causar riscos à saúde de pessoas e animais, ela não deve apresentar coliformes termotolerantes, também conhecidos como coliformes fecais.

Além dos prejuízos à saúde da população rural, a água contaminada também pode causar perdas econômicas, principalmente nas unidades produtoras de leite, ao ser utilizada na higienização dos tetos das vacas e nos equipamentos de ordenha. Segundo Otenio, et al. (2010), da Embrapa Gado de Leite, a qualidade da água na atividade leiteira tem sido determinante na obtenção de melhores resultados, pois interfere na qualidade do leite, auxiliando na redução da contagem bacteriana, deixando de ser veículo de contaminação durante a ordenha e conservação do leite ordenhado. A água contaminada pode ter bactérias que causam mastite e que contaminam o leite, podendo provocar acidez.

O tratamento da água para consumo humano não é realizado em 76,1% dos casos. Nos outros 23,9%, faz-se uso da cloração, filtração ou outro sistema de tratamento. Ainda, em apenas 75% dos casos não são realizadas análises bacteriológicas ou químicas das águas para verificar a sua qualidade.

Para o consumo animal, informado por 85 famílias, 56,8% não possuem reservatórios e/ou usam açudes e 43,2% usam construções em alvenaria, caixas de fibra de vidro ou outro tipo de reservatório para os animais. Apenas em 28% dos casos há controle da entrada da água no reservatório dos animais.

Em relação ao destino das águas usadas nas habitações, referente às águas das cozinhas, 25,5% lançam as águas diretamente no quintal. Já 52,9% dos casos destinam as águas para fossas, 5,9% lançam as mesmas em caixas de gordura e em 13,7% ocorre o lançamento diretamente em cursos de água.

Já em relação aos dejetos humanos e demais águas dos banheiros, 7,8% usam fossa seca, 82,4% usam fossa negra sem tratamento prévio e 9,8% usam fossa séptica/sumidouro. Fossas negras são escavações feitas no solo, sem nenhum tipo de revestimento interno, que recebem todo o esgoto do banheiro sem nenhum tipo de tratamento

prévio. Esse esgoto despejado na fossa negra infiltra no solo, podendo causar contaminação do lençol freático, e por consequência as nascentes de águas e poços.

Em 95,5% dos casos há a separação do lixo, porém somente em 30% dos casos há recolhimento na propriedade ou na comunidade. Em 15,9% dos casos ocorre o armazenamento do lixo reciclável na propriedade e 34,1% dos casos dá outro destino para este tipo de lixo, como queimar.

Já o lixo orgânico tem sua destinação direcionada para o quintal (26,1%), horta (28,3%), compostagem (2,2%) e outras destinações (43,5%).

5.5 RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS SOLOS

Conforme mencionado anteriormente, foram analisados 11 pontos correspondentes a situação de alguns macros e micronutrientes presentes nos solos ao longo da sub-bacia do rio Lontra. (Quadro 2) Ressalta-se que os macronutrientes Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), Potássio (K), Carbono (C) e Fósforo (P) conhecidos também como nutrientes principais, são absorvidos pela planta em maior proporção do que micronutrientes como Zinco (Zn), Cobre (Cu), Ferro (Fe), e Manganês (Mn), os quais também são nomeados de elementos traço.

O Quadro 2 corresponde a síntese dos resultados das análises dos solos.

ENSAIOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Cálcio	5,11 Gmol/dm ³	7,98 Gmol/dm ³	6,16 Gmol/dm ³	6,30 Gmol/dm ³	6,49 Gmol/dm ³	7,14 Gmol/dm ³	8,78 Gmol/dm ³	9,96 Gmol/dm ³	9,76 Gmol/dm ³	9,95 Gmol/dm ³	13,34 Gmol/dm ³
Magnésio	3,82 Gmol/dm ³	2,22 Gmol/dm ³	2,58 Gmol/dm ³	1,90 Gmol/dm ³	2,18 Gmol/dm ³	3,67 Gmol/dm ³	3,99 Gmol/dm ³	3,28 Gmol/dm ³	3,14 Gmol/dm ³	2,87 Gmol/dm ³	4,32 Gmol/dm ³
Potássio	0,28 Gmol/dm ³	0,50 Gmol/dm ³	0,51 Gmol/dm ³	0,38 Gmol/dm ³	0,46 Gmol/dm ³	0,35 Gmol/dm ³	0,79 Gmol/dm ³	0,55 Gmol/dm ³	0,43 Gmol/dm ³	0,46 Gmol/dm ³	0,49 Gmol/dm ³
Alumínio	0,00 Gmol/dm ³										
H=Alumínio	7,30 Gmol/dm ³	6,21 Gmol/dm ³	4,96 Gmol/dm ³	3,68 Gmol/dm ³	5,21 Gmol/dm ³	5,76 Gmol/dm ³	6,69 Gmol/dm ³	3,97 Gmol/dm ³	5,76 Gmol/dm ³	4,96 Gmol/dm ³	4,28 Gmol/dm ³
SomadeBases	7,30 Gmol/dm ³	10,70 Gmol/dm ³	9,25 Gmol/dm ³	8,62 Gmol/dm ³	10,80 Gmol/dm ³	11,16 Gmol/dm ³	13,53 Gmol/dm ³	13,79 Gmol/dm ³	13,33 Gmol/dm ³	13,28 Gmol/dm ³	18,15 Gmol/dm ³
CICpH	13,06 Gmol/dm ³	16,91 Gmol/dm ³	14,21 Gmol/dm ³	12,30 Gmol/dm ³	16,90 Gmol/dm ³	16,92 Gmol/dm ³	20,22 Gmol/dm ³	17,76 Gmol/dm ³	19,09 Gmol/dm ³	18,24 Gmol/dm ³	22,43 Gmol/dm ³
CICEfetiva	7,30 Gmol/dm ³	10,70 Gmol/dm ³	9,25 Gmol/dm ³	8,62 Gmol/dm ³	9,56 Gmol/dm ³	11,16 Gmol/dm ³	13,53 Gmol/dm ³	13,79 Gmol/dm ³	13,33 Gmol/dm ³	13,28 Gmol/dm ³	18,15 Gmol/dm ³
Carbono	19,48 g/dm ³	18,25 g/dm ³	17,13 g/dm ³	14,03 g/dm ³	18,90 g/dm ³	19,75 g/dm ³	20,75 g/dm ³	19,38 g/dm ³	18,00 g/dm ³	17,75 g/dm ³	12,00 g/dm ³
M.Orgânica	20,51 g/dm ³	31,39 g/dm ³	29,46 g/dm ³	24,19 g/dm ³	32,07 g/dm ³	33,97 g/dm ³	35,69 g/dm ³	33,33 g/dm ³	30,96 g/dm ³	30,53 g/dm ³	20,64 g/dm ³
Sat.Alumínio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sat. Bases	55,90%	63,28%	65,10%	70,08%	63,08%	65,96%	66,91%	77,65%	69,83%	72,81%	80,92%
Ferro	25,10 mg/dm ³	25,10 mg/dm ³	24,50 mg/dm ³	24,60 mg/dm ³	25,10 mg/dm ³	24,60 mg/dm ³	40,80 mg/dm ³	25,80 mg/dm ³	26,10 mg/dm ³	25,60 mg/dm ³	24,30 mg/dm ³
Manganês	73,70 mg/dm ³	73,70 mg/dm ³	32,00 mg/dm ³	53,00 mg/dm ³	73,70 mg/dm ³	51,50 mg/dm ³	98,30 mg/dm ³	104,1 mg/dm ³	110,5 mg/dm ³	116,6 mg/dm ³	40,50 mg/dm ³
Cobre	11,00 mg/dm ³	8,40 mg/dm ³	12,80 mg/dm ³	9,30 mg/dm ³	13,80 mg/dm ³	12,90 mg/dm ³	8,50 mg/dm ³				
Zinco	10,00 mg/dm ³	10,10 mg/dm ³	3,40 mg/dm ³	8,80 mg/dm ³	10,08 mg/dm ³	1,80 mg/dm ³	9,70 mg/dm ³	6,10 mg/dm ³	5,00 mg/dm ³	6,10 mg/dm ³	7,90 mg/dm ³
Fósforo	7,56 mg/dm ³	7,50 mg/dm ³	8,60 mg/dm ³	17,80 mg/dm ³	7,30 mg/dm ³	17,01 mg/dm ³	13,44 mg/dm ³	16,66 mg/dm ³	5,03 mg/dm ³	4,58 mg/dm ³	7,21 mg/dm ³

Quadro 2 – Resultados das análises de solo.

Ao observar o quadro, verificou-se nas análises de solos que tanto os níveis de Cálcio como de Magnésio foram altos em todas as 11 propriedades analisadas, dentre essas análises apenas o P11 que apresentou um nível distinto dos demais. A respeito disso, Prezotti e Guarçoni M. (2013) respaldam que esses nutrientes são passíveis de absorção pelas plantas, de tal modo que se apresentam nas formas trocáveis Ca^{2+} e Mg^{2+} . Por conta dos altos teores de cada unidade, salienta-se que todos os solos apresentam boa fertilidade. Em contrapartida, solos com baixa porcentagem de Ca e Mg necessitam da aplicação de Calcário, já que aumentam a saturação por base dos solos, elevam o pH, bem como reduzem a toxicidade do Alumínio. É importante ressaltar que todas as análises foram coletadas em propriedades rurais, as quais são feitas correção anual do solo para os plantios de safra.

A respeito dos níveis de Potássio, verificou-se que apenas o P1 apresentou nível médio, enquanto as demais propriedades demonstraram níveis altos. Dessa forma, considera-se que índices elevados de K sugerem a existência de minerais primários, assim como pouco processo de intemperismo. Por outro lado, teores inferiores indicam que os solos são mais intemperizados. Cabe acrescentar que esse nutriente pode ser elevado a partir da aplicação de adubos, tais como o cloreto de potássio que é muito comum no Brasil (SOBRAL *et al.*, 2015).

No que tange aos teores de Carbono (C) coletados nas amostras, destaca-se que apenas o P11 apresentou nível médio, à medida que as demais propriedades obtiveram níveis altos. Diante disso, ressalta-se que o armazenamento de C no solo corresponde a existência de cobertura vegetal, bem como a redução em seu revolvimento. Além do mais, algumas variações dependem dos fatores climáticos, tipo de solo e sistemas de manejo empregados. Logo, as maiores taxas e estoques de Carbono acontecem nos sistemas de pastagem, ao passo que os valores medianos sucedem em áreas de integração lavoura-pastagem, enquanto os menores ocorrem em lavouras (SALTON *et al.*, 2011).

Ao verificar a disponibilidade do macronutriente Fósforo (P), observou-se uma série de oscilações, tendo em vista que P9 e P10 revelaram níveis baixos, P1, P2, P3 e P11 apresentaram níveis médios, enquanto P4, P6, P7 e P8 contemplaram níveis superiores. Este elemento pode ser detectado através de métodos extratores como Mehlich 1 e Resina. A constatação de níveis baixos de fósforo indica que há chances inferiores de resposta das culturas, ao passo que índices baixos confirmam a necessidade de aplicação deste elemento a fim de repercutir positivamente no crescimento e produtividade das plantas (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

O Fósforo é um macronutriente insubstituível para as plantas. O baixo nível de fósforo acaba prejudicando as plantações em seu crescimento e desenvolvimento, por outro lado o alto nível de fósforo no solo pode ocasionar a erosão e o deslocamento de nutrientes. Cabe ressaltar a necessidade de correção do solo quando se encontra níveis baixos ou altos desse macronutriente. A correção pode ser feita através da aplicação de calagem (calcário) no solo.

Outro dado relevante obtido na pesquisa, refere-se ao nível de Soma de Bases (SB), haja visto que todas as propriedades apresentaram nível alto neste quesito. A respeito disso, cabe acrescentar que indica a soma das bases presentes no solo, isto é, dos elementos K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} . Nessa perspectiva, destaca-se que todas as propriedades apresentaram nível de Soma de Bases alto, tendo em vista CTC Total com pH 7,0. Em outras palavras, esse processo revela a capacidade de troca de cátions do solo, sendo uma das principais variáveis na interpretação do potencial de produção do solo. Isto posto, indica quantidades de cargas negativas que o solo poderia apresentar em razão de pH 7,0, de tal maneira que as referidas cargas podem reter nutrientes de cargas positivas, tais como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , sobretudo através de calagem e adubações (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

Do mesmo modo, todas as propriedades apresentaram nível alto em CTC efetiva. À vista disso, a CTC efetiva relaciona-se à CTC determinada ao pH natural do solo que também apresentou nível alto em todas as análises coletadas.

A partir das análises da tabela 07 percebe-se que os níveis altos de soma de bases, CTC efetiva e CTC Ph 7.0 estão em níveis altos, isso significa que os solos estão bons para a nutrição das plantas/plantios. Apenas o P1 apresentou um nível divergente de CTC efetiva, mas que ainda é considerado alto.

Diante dos dados referentes à matéria orgânica (MO), a pesquisa revelou que apenas P1 e P11 apresentaram matéria orgânica em nível médio, enquanto as demais amostras alcançaram níveis altos. É importante ressaltar que o P1 se localiza nas proximidades da nascente da micro-bacia do Rio Lontra, já o P11 localiza-se nas proximidades da foz do Rio Lontra. Em síntese, a matéria orgânica constitui-se pelos restos da parte aérea e radicular de plantas, micro-organismos e exsudados de plantas, sendo formada ainda pelos nutrientes C, H, O, N, S e P. Por meio dela é possível calcular a produtividade, uma vez que solos com índices de MO elevados proporcionam valores maiores de T, além de elevar a capacidade de fornecimento de nutrientes às plantas (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013). A matéria orgânica de um solo tem total ligação com a forma de manejo. Quando os níveis são baixos podemos observar a falta de cobertura de solo, dessa forma muitas vezes acontece a

lixiviação de nutrientes, prejudicando de grande forma o solo. É importante os produtores optar em formas de bom manejo do solo, como cobertura de solo e rotação de culturas alternando entre gramíneas e leguminosas. Esses manejos requerem demanda de tempo, esforço e planejamento.

No que confere ao processo de saturação por bases (V), isto é, a proporção da capacidade de troca de cátions ocupada pelas bases, averiguou-se que P8, P10 e P11 demonstraram saturações altas ao passo que as demais amostras apresentaram níveis médios de saturação. Nesse viés, ressalta-se que solos com saturação por bases maiores que 70% não necessitam de calagem (SOBRAL *et al.*, 2015).

O processo de calagem faz-se necessário quando o solo apresenta baixa V, índices elevados de acidez, bem como de Al^{3+} . Em outras palavras, a calagem reforça os níveis de pH, neutraliza Al^{3+} e aumenta a saturação por bases de solo em razão dos níveis superiores de Ca e Mg (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013). Portanto, solos com V menor que 50% apresentam resquícios de acidez em H ou Al, de modo que devem ser corrigidos mediante aplicação adequada (SOBRAL *et al.*, 2015).

Em suma, a saturação por bases atua como indicativo essencial ao tratar das condições gerais de fertilidade do solo, classificando-os como solos eutróficos (férteis), cuja V é igual ou superior a 50%, ou ainda solos distróficos (inférteis), em que V é menor do que 50%. Portanto, solos com saturação entre 50 a 80%, e pH entre 6 a 6,5 tendem a culminar em boa produtividade na lavoura (RONQUIM, 2010).

A pesquisa também contou com a análise de alguns micronutrientes, tais como Ferro (Fe), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Zinco (Zn). Diante disso, cita-se que os meios de controle destes elementos acontecem por meio de adsorção e precipitação. Logo, a adsorção define-se como reversível, parcialmente reversível ou irreversível, ao passo que acontece na superfície coloidal envolvendo ou não troca iônica. Enquanto isso, a precipitação vai depender da quantidade do mineral em equilíbrio na solução do solo (CAMARGO, 2006).

Em todas as propriedades observadas verificou-se que os solos apresentaram níveis médio em Fe, apenas a P7 apresentou nível dispare mas ainda considera um nível médio. A concentração de Oxigênio é fator determinante, já que em solos oxidados a presença de Fe solúvel é baixa, à medida que em solos alagados a disponibilidade é alta. Outrossim, o pH do solo também pode comprometer este recurso, visto que pH inferior a 7,0 implica em deficiência de Ferro (SANTOS; SILVA 2010).

O micronutriente Ferro (Fe) é um grande aliado no crescimento saudável das plantas pois ele é um ativador de enzimas, influência de modo geral na fixação de nitrogênio, também

atua como catalisador na biossíntese da clorofila e é fundamental no desenvolvimento de troncos e raízes. Quando um solo apresenta níveis baixos de Ferro se torna deficiente prejudicando em suas plantações como no crescimento, falta de força para na planta provocando queda de folhas, diminuição de frutos e amadurecimento precoce.

Em contrapartida, ao avaliar o nível de Manganês no solo verificou-se que todas as propriedades apresentaram nível alto, algumas chegando a ultrapassar o valor de 100,00 mg/dm³. O Manganês é um dos micronutrientes mais abundantes na natureza. Destaca-se como as principais funções do manganês no solo é um ativador de enzimas, realiza a fotólise da água, atua também como desenvolvedor das raízes e é essencial à síntese de clorofila. Quando um solo apresenta deficiência em manganês podemos perceber a redução do crescimento e desenvolvimento das raízes e das folhas das plantas. Já o excesso de manganês pode ocasionar manchas nas plantas no seu início de crescimento, acontecendo dessa forma a necessidade de tratamentos com defensivos agrícolas.

A respeito dos níveis de Cobre (Cu) nas propriedades, observou-se que todas apresentaram índices superiores deste elemento. Desse modo, aparece na forma complexada e os complexos orgânicos criados tornam-se mais abundantes do que os inorgânicos. A retenção de Cu no solo, ocorre especialmente pela presença de argila e de MO. Ademais, a retenção pode acontecer através de ácidos húmicos e fúlvicos, em razão da resina trocadora de cátions, ou ainda, pela adsorção por óxidos de ferro, Al e Mn, assim como acontece com Zinco (CAMARGO, 2006).

Geralmente a deficiência de Cobre no solo acontece em solos pantanosos recentemente cultivados e em solos ricos em matéria orgânica. O cobre tem um efeito positivo no metabolismo das plantações, mas em excesso pode ocasionar o amarelamento de folhas, e pelo seu excesso pode danificar as raízes das plantas. Para corrigir esse excesso os produtores precisam usar defensivos agrícolas

Averiguou-se também que apenas o P6 apresentou nível médio na análise de Zinco (Zn), enquanto as demais propriedades obtiveram níveis altos de até 10,00 mg/dm³. Este elemento geralmente está disponível na solução do solo por meio da faixa de pH conhecida como Zn²⁺, ou ainda em menor quantidade como Zn(OH)⁺ e Zn(OH)₂⁰. Outrossim, ressalta-se que a MO, óxidos de ferro, Al, Mn e os minerais de argila podem interferir na retenção de Zn no solo, à medida que além dos minerais do solo pode ser retido por meio de adsorção nas superfícies ou lugares de troca (CAMARGO, 2006).

Cabe acrescentar ainda que a adição de doses elevadas de fosfato estimula a deficiência de Zn, tendo em vista que pode acarretar acúmulo de superóxido, e,

consequentemente, a destruição do ácido indolacético que prejudica o crescimento das brotações.

Obtivemos também o resultado nas análises de Alumínio que é um dos principais responsáveis pela baixa qualidade das plantas devido a sua acidez. O Alumínio é como um vilão para as plantações pois causa acidez no solo. Em todas as análises de solo realizadas se encontram em nível baixo, isso resulta em um bom planejamento e correção anual de solo. Todos os produtores fazem análises anual pois precisam deixar o solo em bom estado para os plantios anuais como soja e milho, muitas vezes os próprios bancos (Cooperativas) aonde esses produtores fazem o processo de financiamento para as lavouras exigem uma análise completa de solo. Para fazer a correção de solo com excesso de Alumínio é realizado o processo de calagem (calcário). É importante ressaltar que para fazer essa correção é necessário um técnico para aplicar a quantidade certa, pois excesso de calcário pode causar supercalagem, que ao invés de trazer benefícios para o solo, só acarreta prejuízos.

Para finalizar, salienta-se que o Alumínio é considerado um micronutriente tóxico. Isto posto, todas as amostras apresentaram índices inferiores de Alumínio, uma vez que o manejo de tais lavouras contaram com a correção da acidez com calcário.

À vista disso, a degradação de resíduos vegetais na superfície terrestre favorece o surgimento de compostos hidrossolúveis, os quais são responsáveis por complexar o Cálcio, favorecendo a percolação do perfil. Além do mais, é responsável pela redução do efeito prejudicial do alumínio no solo (FRANCHINI *et al.*, 2001). Portanto, frisa-se que é considerado o principal inimigo de todas as culturas (RONQUIM, 2010).

No que condiz ao nível de H+Al nos solos analisados, constatou-se que apenas P4 e P8 apresentaram nível médio, enquanto as demais propriedades obtiveram níveis altos. Essa junção é conhecida como acidez potencial ou total, sendo calculada através da correlação pH SMP e da unidade cmol/dm^3 , podendo resultar em nível baixo $<2,5$, médio $2,5-5,0$ ou alto $>5,0$. (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

Nesse seguimento, constatou-se que todas as propriedades obtiveram nível baixo em saturação por Alumínio, ou seja, índices inferiores de saturação por Al^{3+} na CTC Efetiva (T). Em suma, o Al é o único elemento calculado na T, tendo em vista cargas negativas e pH 7, enquanto cargas positivas são calculadas em relação a T. (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013). Sendo assim, este é um resultado positivo haja visto que para o crescimento adequado das plantas a presença de Al^{3+} não é ideal.

5.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

Para a análise das características físico-químicas, foram coletadas águas para análise das características físico-químicas em três pontos ao longo da sub-bacia do rio Lontra, (Figura2) delineados nos seguintes parâmetros: Selênio Total, Coliformes Totais, Arsenio Total, Cádmio Total, Cobre, Cromo Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Ferro Total, Níquel Total, Oxigênio Dissolvido, Determinação do pH, Turbidez (NTU), Zinco Total e Chumbo.(Quadro 8).

ENSAIO	P1	P2	P3	VALORES ACEITÁVEIS DO CONOMA
SELÊNIO TOTAL 0,01 mg/L	<0,01 mg/L	<0,01 mg/L	<0,01 mg/L	<0,01 mg/L
COLIFORMES TOTAIS UFC/100 mL	180.000 UFC/100 mL	160.000 UFC/100 mL	120.000 UFC/100 mL	1.000 UFC/100mL
ARSENIO TOTAL 0,01 mg/L	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L
CÁDMIO TOTAL mg/L	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L
COBRE mg/L	<0,011 mg/L	<0,011 mg/L	<0,011 mg/L	<0,009 mg/L
CROMO TOTAL mg/L	<0,008 mg/L	<0,008 mg/L	<0,008 mg/L	0,05 mg/L
DBO mg/L	<10,00 mg/L	<3,00 mg/L	<3,00 mg/L	<5,00 mg/L
DQO mg/L	<10,00 mg/L	<10,00 mg/L	<10,00 mg/L	<2,5 mg/L
FERRO TOTAL mg/L	0,750 mg/L	0,561 mg/L	0,300 mg/L	0,3 mg/L
NÍQUEL TOTAL mg/L	<0,009 mg/L	<0,009 mg/L	<0,009 mg/L	0,05 mg/L
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	8,84 mg/L	7,37 mg/L	7,37 mg/L	1 a 4 mg/L
DETERMINAÇÃO DE pH	7,61 U pH	7,40 U pH	7,69 U Ph	6 a 9 UPH
TURBIDEZ NTU	8,92 NTU	4,24 NTU	3,82 NTU	1,0 NTU
ZINCO TOTAL mg/L	<0,011 mg/L	<0,011 mg/L	<0,011 mg/L	0,18 mg/L
CHUMBO mg/L	<0,01 mg/L	<0,01 mg/L	<0,01 mg/L	<0,001 mg/L

Quadro 3 – Resultados das análises de água.

Através das análises de água foi observado que o elemento químico Arsênio total deu nível bom nas 3 análises realizadas, foi obtido resultado foi <0,001, que segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 está em bom estado para o curso da água. O arsênio é um dos metais mais nocivos à saúde humana, como o chumbo, mercúrio, e o cádmio. Em concentrações alteradas e elevadas pode provocar vários tipos de cânceres, entre outras doenças. O arsênio é liberado pela própria natureza através de causas naturais, como o contato de rochas que apresentam elevada concentração do metal com a água de rios e nascentes (SANTOS; RICARDI; LIMA, 2018).

Através dos resultados das amostragens de água foi possível observar que o Cádmio total apresenta valores $<0,001$, que segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 está em bom estado para um canal fluvial. Pode-se dizer que o Cádmio (Cd) é um elemento altamente tóxico e não é essencial para as plantas e para o consumo dos animais. Dentre os outros metais pesados no ambiente aquático ele é o mais móvel e pode ser eliminado da água através de adsorção de superficiais minerais, pela precipitação e com a matéria orgânica (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

A contaminação das águas pode ocorrer devido ao despejo inadequado de resíduos industriais e domésticos, e muitas vezes também pode ocorrer por alguns fertilizantes contaminados que são usados no setor da agricultura.

O Chumbo total que apresentou para os três pontos de coleta valores $<0,001$, que segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 está em bom estado para um canal fluvial. O Chumbo está presente em vários produtos usados frequentemente pela população, como a gasolina, pintura, solda, munição entre outros. O contato dos seres humanos, plantas e animais com o Chumbo pode ser perigoso pois é um veneno cumulativo, causando doenças e disfunções nos rins, fígado entre outras doenças (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

Para o elemento Cobre os resultados nos três pontos de coleta apresentaram valores iguais de $<0,011$ mg/L, que segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 o nível aceitável. O valor limite seria $<0,009$ mg/L. O uso do cobre é frequente pela sociedade através de encanamentos, fios, pinturas, pesticidas, cerâmicas entre outros. É um elemento considerado em não fazer mal à saúde humana e é um elemento essencial tanto para algumas plantas como para alguns animais (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

O elemento Cromo Total apresentou alteração nas 3 análises com valores iguais de $0,008$ mg/L. Seguindo as normas da RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 o ideal seria $0,05$ mg/L, então encontra-se em nível superior. Esse elemento se destaca por não ser essencial para as plantas, mas sim para os animais. No entanto, caso esse elemento seja absorvido em grande quantidade pode originar disfunções no organismo na função respiratória tanto de animais como para seres humanos (BITAR; AMORIM; GOULART, 2008).

A demanda biológica de oxigênio (DBO) apresentou no P1 um nível alto que chega a $10,00$ mg/L, excedendo o nível permitido pelo CONAMA, já o P2 e P3 apresentam níveis bons. A presença de muita poluição orgânica nos rios como esgoto doméstico, resíduos de indústrias entre outros, conseqüentemente a DBO acaba sendo alterada em níveis mais altos, e baixando o nível de Oxigênio Dissolvido (OD) para rios..

Já os resultados de Demanda química de oxigênio – DQO foram obtidos níveis bons nas 3 análises realizadas, foi obtido o resultado de <3,00 que de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 está bom para rio.

No quadro 3 representa as alterações nas análises de Ferro Total que se encontram alteradas nos pontos 1 e 2 com valores superiores a 0,75mg/L. Segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 o valor ideal seria 0,3 mg/L. O ponto 3 está não se encontra alterado.

O excesso de Ferro na água pode acabar prejudicando os seres vivos que fazem a utilização da mesma como animais. O Ferro em excesso no organismo pode ser tóxico e provocar algumas doenças digestivas entre outras (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

O Níquel total se encontra baixo nas 3 análises com valores iguais de <0,009 mg/L e segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 o valor ideal seria 0,05 mg/L, então os níveis são abaixo do normal. O níquel é um elemento químico muito abundante na terra e pode ser encontrado em animais, plantas, e até mesmo no solo. O excesso desse elemento pode ser prejudicial à saúde pois é um elemento resistente e que se mistura bem com outros metais. Então podemos ressaltar que o baixo nível de níquel na água é um fator positivo. (APDA, 2012).

No quadro 3 observamos que o Oxigênio Dissolvido (OD) encontra-se alterado nas 3 análises realizadas, sendo superior a 7,37 mg/L e segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 o valor ideal seria entre 1 a 4 mg/L. Devida a baixa matéria orgânica nos rios os índices de OD ficam maiores sendo um fator positivo para o curso do rio e para a sobrevivência da vida aquática como de peixes. Em casos de excesso de matérias orgânica nos rios o OD acaba sendo atingindo pois durante a degradação de matéria orgânica, as bactérias fazem o uso do oxigênio nos seus processos respiratório, desta forma causando redução da concentração de OD (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

As amostras de água são classificadas como alcalinas, pois apresentou PH com valores acima de 7. Ao analisar os níveis de turbidez nas 3 amostras verifica-se alteração no ponto 1 com valor de 8,92 NTU, no ponto 2 está em 4,24 NTU e no ponto 3 está em 3,82. Segundo a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 o valor ideal é até 1,0 NTU. A turbidez da água é uma característica física que indica a presença de partículas que impedem a passagem da luz pela água. Essas partículas podem ser folhas, argilas, seres vivos como bactérias, algas. O escoamento de água e erosão também pode ser um fator de turbidez da água, como também as fortes chuvas em razão do carregamento de sedimentos pela enxurrada. O excesso de turbidez acaba afetando a fotossíntese dos organismos vivos na água. Outra consequência que pode ser grave é a quantidade de partículas e de sedimentação entre pedregulhos e pedras

no fundo da água que prejudicam na reprodução de peixes entre outros (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011)

Outro resultado positivo foi o de Selênio total que apresentou resultados bons nas 3 análises com valores iguais de $<0,01$ mg/L, considerado bom pela RESOLUÇÃO CONAMA N° 357. Selênio é um elemento químico com poder antioxidante que pode ser encontrado no solo e na água. O excesso de selênio pode ocasionar malefícios ao organismo (CETESB, 2022).

Um resultado que pode ser preocupante que foi encontrado nos 3 pontos de análises um valor alto é em Coliformes Totais. No ponto 1 o resultado foi de 180.000 UFC/100 mL, no ponto 2 o resultado foi de 160.000 UFC/100 mL e no ponto 3 o resultado foi de 120.000 UFC/100mL. Os coliformes totais são bacilos gram-negativos aeróbicos, não esporogênicos, que fermentam a lactose com produção de gás. Esses coliformes estão presentes no trato gastrointestinal do homem e de alguns animais. Em muitos casos a presença de coliformes totais podem causar diarreias e infecções (BETTEGA, 2006). No caso da microbacia do Rio Lontra não está em condições nem para os animais que fazem uso da água, pois pode acarretar em doenças.

Segundo Nass (2002), poluição é uma alteração ecológica, ou seja, uma alteração na relação entre os seres vivos, provocada pelo ser humano, que prejudica, direta ou indiretamente, sua vida ou seu bem-estar, com danos aos recursos naturais, como a água e o solo, e impedimentos a atividades econômicas, como a pesca e a agricultura. A matéria orgânica é introduzida nos corpos d'água principalmente por meio de lançamento de esgoto doméstico, podendo estar presente em alguns efluentes industriais ou até mesmo naturalmente, como parte dos processos biogeoquímicos (CUNHA & FERREIRA, 2006).

Desta forma, mesmo a água da sub-bacia do Rio Lontra não sendo utilizada diretamente para o consumo humano, deve-se observar e controlar os focos de contaminação, já que esse recurso hídrico está incluído na seção das águas doces do CONAMA n° 357, destinadas à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. A falta de balneabilidade pode afetar não somente o ser humano, mas também o ecossistema como um todo (BRASIL, 2005).

Zinco total obteve resultado igual nos três pontos de amostras com valores $<0,0011$ mg/L, de acordo com a resolução do CONAMA o máximo é de 0,18 mg/L.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para verificar a influência do uso do solo na micro-bacia do rio Lontra-Pr analisamos análises de solo de 11 propriedades rurais e 3 amostras de água na área de estudo, localizada no município de Salto do Lontra, localizado no estado do Paraná. Para esse estudo foi utilizado a metodologia de Geoindicadores Ambientais. Foram realizados ao longo da pesquisa as seguintes etapas: levantamento bibliográfico, mapeamento temporal do local de estudo, trabalhos de campo, coletas e análises de solo e água.

Após a análise e compilação de dados de solo foi possível observar algumas variáveis com alterações que podem ser prejudiciais para a saúde da água e de quem a consome. Verificou-se nas análises de solos que tanto os níveis de Cálcio como de Magnésio foram altos em todas as 11 propriedades analisadas, dentre essas análises apenas o P11 que apresentou um nível distinto dos demais, ressaltando que em todas as propriedades são feitos correção anual de solo.

Ao verificar a disponibilidade do macronutriente Fósforo (P), observou-se uma série de oscilações, tendo em vista níveis baixos, níveis médios, níveis superiores. Outro dado relevante obtido na pesquisa, refere-se ao nível de Soma de Bases (BS), haja visto que todas as propriedades apresentaram nível alto neste quesito. A respeito disso, cabe acrescentar que indica a soma das bases presentes no solo, isto é, dos elementos K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Do mesmo modo, todas as propriedades apresentaram nível alto em CTC efetiva. À vista disso, a CTC efetiva relaciona-se à CTC determinada ao pH natural do solo que também apresentou nível alto em todas as análises coletadas.

Diante dos dados referentes à matéria orgânica (MO), a pesquisa revelou que apenas duas propriedades apresentaram matéria orgânica em nível médio, enquanto as demais amostras alcançaram níveis altos. É importante ressaltar que o P1 se localiza nas proximidades da nascente da micro-bacia do Rio Lontra, já o P11 localiza-se nas proximidades da foz do Rio Lontra.

Ao avaliar o nível de Manganês no solo verificou-se que todas as propriedades apresentaram nível alto, algumas chegando a ultrapassar o valor de $100,00 \text{ mg/dm}^3$.

Obtivemos também o resultado nas análises de Alumínio que é um dos principais responsáveis pela baixa qualidade das plantas devido a sua acidez. O Alumínio é como um vilão para as plantações pois causa acidez no solo. Como podemos observar, em todas as análises de solo realizadas se encontram em nível baixo, isso resulta em um bom planejamento e correção anual de solo. Todos os produtores fazem análises anual pois

precisam deixar o solo em bom estado para os plantios anuais como soja e milho, muitas vezes os próprios bancos (Cooperativas) aonde esses produtores fazem o processo de financiamento para as lavouras exige uma análise completa de solo. Para fazer a correção de solo com excesso de alumínio é realizado o processo de calagem (calcário), é importante ressaltar que para fazer essa correção é necessário um técnico para aplicar a quantidade certa, pois excesso de calcário pode causar supercalagem, que ao invés de trazer benefícios para o solo, só acarreta prejuízos.

Ao realizar as análises de água foram coletadas águas para análise das características físico-químicas da água em três pontos ao longo da sub-bacia do rio Lontra, delineados nos seguintes parâmetros: (Turbidez (NTU), Carga Suspensa Total (CST), Temperatura Ambiente e da Água (°C), Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Coliformes Fecais Totais, Metais Pesados da Água e Sedimentos (Cu, Fe, Mn, Ni, Cr, Pb, Cd, As, Se, Zn).

Através das análises de água foi observado que os elementos químico Arsênio total, Cadmio Total, Chumbo total e Demanda química de oxigênio – DQO deram níveis bons nas 3 análises realizadas. Já o elemento Cobre apresentou alteração nas três análises com valores superiores ao recomendado pela resolução do CONAMA.

O elemento que também se destacou na alteração foi o Cromo total pois apresentou alteração nas 3 análises com valores iguais e seguindo as normas da RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 encontra-se em nível superior.

O uso de nascentes/fontes como origem principal da água é feito utilizando fontes/nascente de água. Destas fontes de água, a maioria dos produtores citam possuir mata ciliar ao redor das nascentes, com uma média de aproximadamente 15 metros, acredita-se que o aumento das áreas denominadas florestas, observadas no mapeamento temporal seja decorrente da preservação das áreas de fonte, mesmo que ainda existem casos que não possuem qualquer tipo de proteção.

Na maioria das propriedades rurais dos agricultores da microbacia, a água consumida é proveniente de nascentes ou poços escavados, seja para consumo humano ou nas instalações, cuja origem é do lençol freático. Essa água pode estar contaminada por não haver uma proteção adequada ou em consequência da contaminação do lençol freático, que pode

acontecer por dejetos de animais, esgotos a céu aberto, fossas negras (buracos feitos na terra cheios de pedras ou não, nos quais é jogado, sem tratamento prévio, o esgoto do banheiro).

A água destinada ao consumo humano considerada segura é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem aos padrões de potabilidade e não oferecem riscos à saúde. No Brasil esses padrões são regulamentados pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (2012). Quanto aos parâmetros microbiológicos, determina que para a água ser potável, isto é, poder ser consumida sem causar riscos à saúde de pessoas e animais, ela não deve apresentar coliformes termotolerantes, também conhecidos como coliformes fecais. Além dos prejuízos à saúde da população rural, a água contaminada também pode causar perdas econômicas, principalmente nas unidades produtoras de leite, ao ser utilizada na higienização dos tetos das vacas e nos equipamentos de ordenha.

A produção de grãos desenvolvida pelos agricultores da microbacia está assentada num sistema de uso de tecnologias como a mecanização de todo o processo produtivo, uso de sementes melhoradas e com modificações genéticas (transgenia), fertilizantes sintéticos, herbicidas, fungicidas, inseticidas e afins. Alguns poucos agricultores desenvolvem a produção de grãos voltados para o consumo familiar e dos animais domésticos, e neste caso a produção não está baseada no uso intenso de tecnologias.

Com base nestas informações, nota-se que o uso do plantio direto nas áreas de lavouras é uma prática recorrente pelos agricultores. Esta forma de manejo é desejável, pois o sistema plantio direto é tido atualmente como a principal forma de manejo do solo de forma conservacionista, tendo como princípios o não revolvimento mínimo do solo, a rotação de culturas e a cobertura permanente do solo, favorecendo o incremento dos teores de matéria orgânica do solo, infiltração das águas das chuvas e diminuição da erosão dos solos. Porém as práticas de plantio em nível, rotação de culturas e uso de terraços não tem sido adotadas de forma complementar ao plantio direto em sua totalidade, o que pode tornar-se um ponto vulnerável em relação à qualidade do plantio direto executado pelos agricultores.

A presença de rebanho bovino demonstra que a bovinocultura de leite é uma importante fonte de renda para as famílias da microbacia, que em conjunto com a produção de grãos, formam o sistema “grãos+leite” em vários estabelecimentos agropecuários, num sistema de integração lavoura-pecuária.

A presença de animais em áreas de pastejo nestes sistemas integrados de Grãos e Leite, com animais pastejando a aveia+azevém no período de inverno em áreas de lavouras

de soja, milho e feijão do verão, acabam por alterar as propriedades físicas e químicas do solo, com destaque para a compactação do solo e a alteração na ciclagem de nutrientes, devido o animal ser uma carga e estar constantemente em movimento sobre o solo, e consumir a produção vegetal uniformemente distribuída e retorná-la desuniformemente. Além disto, o processo de pastejo excessivo pode acarretar numa retirada excessiva de biomassa do solo, levando o mesmo a perdas dos níveis de matéria orgânica, o que pode comprometer a manutenção do sistema de plantio direto. Desta forma, pode haver problemas de manejo dos solos sob plantio direto nas áreas usadas com integração lavoura-pecuária.

Com esse trabalho foi possível notar a importância dos geoindicadores ambientais para ajudar a identificar as possíveis causas e consequências da degradação do solo na microbacia do Rio Lontra, além de serem causas naturais também são causadas pelas ações antrópicas, visto que pelo fato das propriedades analisadas serem a maioria cultivadas pelo homem.

Os resultados apresentados nessa pesquisa apontam uma necessidade de supervisão e monitoramento nesses pontos ambientais da microbacia do Rio Lontra, afim de um melhoramento tanto no solo quanto na água. Com base nos diversos itens apontados no diagnóstico da microbacia, abaixo são elencados os principais passivos ambientais: falta de proteção das nascentes de água com vegetação nativa, influenciando na área de recarga das nascentes e na qualidade da água, falta de mata ciliar em trechos dos rios, sendo estas áreas manejadas com lavouras anuais ou com pastagens, falta de proteção das nascentes usadas como fonte de água para família e propriedade, contaminação das águas por coliformes termotolerantes e falta de tratamento para consumo familiar e uso na propriedade, principalmente em relação à atividade leiteira, manejo e destinação inadequados dos dejetos animais, problemas de manejo do solo em locais de maior fragilidade, nas áreas de cultivo de grãos e de pastagens.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Jaime. Fatores de Formação do Solo. Notas de Aula. Disponível em fisica.cav.udesc.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=30&Itemid=4. Acesso em 06 jun 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas. A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Brasília, 2002.

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. O uso de fertilizantes minerais e o meio ambiente. IFA, 2000. Disponível em: <<http://anda.org.br>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

ANTUNES, Franklin. Noções de Mineralogia e Petrografia. Notas de aula cedidas aos alunos do Curso de Engenharia de Produção Civil do CEFET-PR. Rio de Janeiro – RJ. 2000. 31 p.

APDA – Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem das Águas. Níquel. Comissão Especializada de Qualidade da Água, 2012. Disponível em: <https://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-06-N%C3%ADquel_23102012.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2022.

ARAÚJO, E. C.; LEITE, M. E. G. F.; HOLZER, R. Recuperação ambiental de bacias hidrográficas: inquietações presentes no diálogo entre o quadro legal instituído e a cidade. In: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações. 1 ed. – Tupã: ANAP, 2018.

AUGUSTO, L. G. S. et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. *Ciência e Saúde Coletiva* 17 (6): 1511-1522, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/BLQQZStH3KMFZdj9zwQKL/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

BARBOSA, J. E. C. Usos do solo e impactos socioambientais nas bacias hidrográficas dos rios Camanducaia e Jaguarý. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009.

BARROS, A. T. Caracterização físico-química e biológica da água e dos solos das margens do Rio Piancó, PB. Campina Grande, 2015.

BENINI, S. M. Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas. – Tupã, ANAP, 2014
BETTEGA, J. M. P. R. et al. Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. *Cienc. agrotec.*, v. 30, n. 5, pp.950-954, 2006.

BITAR, D. B.; AMORIM, E.; GOULART, A. T. Determinação dos metais pesados Cd, Cu, Cr e Pb nas águas do Rio Uberabinha e proposta de adsorção por adsorventes naturais. –

Teses. Universidade Federal de Uberlândia. 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17295/1/Dayana.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2022.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P. Áreas protegidas no Interior de propriedades rurais: a questão das APP e RL. *Floresta e Ambiente*, v. 18, p. 210-222, 2011. Disponível em: <<https://floram.org/article/10.4322/floram.2011.040/pdf/floram-18-2-210.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2022.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 5 jan. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005) Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: . Acesso em: 10 abril. 2022. BRASIL. Manual prático de análise da água. Fundação Nacional de Saúde. – 4 ed. – Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

BRIGUENTI, E. C.; PEREZ FILHO, A. O uso dos geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão Anhumas. Campinas, São Paulo, 2005..

CAMARGO, O. A. Reações e interações de micronutrientes no solo. 2006. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Nutrientes-e-Solo.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

CAMARGO, O. A. Reações e interações de micronutrientes no solo. 2006. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Nutrientes-e-Solo.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

CARVALHO, A. G. B. M. LOLLO, J. A. Proposição de geoindicadores para caracterização da degradação do meio físico na bacia hidrográfica do Córrego da Onça. Ilha Solteira, 2010.

CARVALHO, A. P. V.; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v. 2, n. 2, p. 148-156, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2768/1252>. Acesso em 19 jan. 2021.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Zinco. Ficha de Identificação Toxicológica, 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Zinco.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2022.

CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L. B. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, p. 922-930, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/KxTkmMMzsWcM4sjvC3MqQVd/?lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2021.

COLTRINARI, L. Mudanças ambientais globais e geoindicadores. *Pesquisas em Geociências*, v. 28, n. 2, p. 307-314, 2001. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20304>. Acesso em: 24 jan. 2021.

COLTRINARI, L.; MCCALL, J. Geo-indicadores: ciências da terra e mudanças ambientais. *Revista do Departamento da Geografia*, v. 9, 2011. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53687/57650>. Acesso em: 26 jan. 2021.

CUNHA, C.L.N.; FERREIRA, A.P. (2006) Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. *Caderno de Saúde Pública*, v. 22, n. 8, p. 1715-1725. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2006000800020>

DIAS, L. S.; BENINI, S. M. *Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas*. Tupã: ANAP, 2014.

DINOTTE, A. C. B. P.; SILVA, C. F. A.; ROSSONI, H. A. V. Contribuição dos geoindicadores como ferramenta na identificação dos processos erosivos associados a Antropogeomorfologia. *Ateliê Geográfico: Goiânia*, v. 14, n. 1, p. 155-173, 2020.

EMBRAPA SOLOS. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <<http://adaptaclima.mma.gov.br/conteudos/250>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

FINKLER, R. *Planejamento, manejo e gestão de bacias*. 2012. Disponível em: https://site.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_2.pdf. Acesso em: 29 jan. 2021.

FONSECA FILHO, R. E.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FIGUEIREDO, M. A. *Qualidade do solo como um geoindicador de alterações ambientais no Parque Nacional da Serra do Cipó*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, 2012.

FRANCHINI, J.C. et al. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. *Scientia Agricola*, Piracicaba, SP, v.58, n.2, p.357 – 360, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sa/a/r4mKZJKJDDRS4rPVnJkF3nj/?lang=pt>>. Acesso em: 28 dez. 2021.

FRANÇA JUNIOR, P.; VILLA, M. E. C. D. O Ambiente Geográfico e os Geoindicadores. Revista Brasileira de Geografia Física 02, p. 325-336, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/232698>. Acesso em: 19 jan. 2021.

GALHARTE, C. A.; VILLELA, J. M.; CRESTANA, S. Estimativa da produção de sedimentos em função da mudança de uso e cobertura do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n. 2, p. 194-201, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141543662014000200010&script=sci_abstract&tln g=pt. Acesso em: 14 jan. 2020.

GOMES, C. S. Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais. Belo Horizonte, v. 19, n. 19, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13160/10396>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

GOMES, C. S. Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais. Belo Horizonte, v. 19, n. 19, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13160/10396>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

GOMES, M. L.; PEREIRA, E. C. G.; MORAIS, J. O. Análise ambiental e avaliação quali-quantitativa da Bacia Hidrográfica do Rio Catú. – Recife: O autor, 2012.

HIRAI, J. N.; AUGUSTO FILHO, O. Avaliação ambiental por meio de geoindicadores: aplicação de erosão de solos e sedimentos. Minerva, v. 5, n. 1, p. 35-44, 2008.

IAPAR. Médias Históricas em Estações do IAPAR. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>. Acesso 12 maio 2021

IPARDES. Leituras Regionais, Mesorregião Geográfica Sudoeste Paranaense. Coordenação técnica Rosa Moura. Curitiba – PR. 2004. 134 p.

MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Quim. Nova, v. 30, n. 5, p. 1171-1178, 2007.

MARTINS, A. P.; GALVANI, E. Relação entre uso e cobertura da terra e parâmetros biofísicos no Cerrado brasileiro. Revista do Departamento de Geografia, v.40, 2020. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/167739>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MEURER, C. C. B. S.; ALBANO, J. A.; NOARA, C. T. Análise e gestão de bacias hidrográficas. Indaial: Uniasselvi, 2013.

Ministério da Saúde. Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>.

MORAES, M. E. B.; LORANDI, R. (Orgs). Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas. Ilhéus: Bahia, 2016.

NASS, D.P. (2002) O conceito de poluição. Disponível em. Acesso em: 9 jun. 2022.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás. Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, A. G.; SILVA, M. C. C. B. Impactos ambientais e sociais na bacia hidrográfica do Rio Paraíba decorrentes do uso do solo e da transposição do Rio São Francisco. – João Pessoa, 2018.

OLIVEIRA, R. R. S. et al. Dinâmica de uso e cobertura da terra das regiões de integração do Araguaia e Tapajós/PA, para os anos de 2008 e 2010. Revista Brasileira de Cartografia, n. 68/7, p. 1411-1424, 2016.

OLIVEIRA, F. F. et al. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Rev. Bras. De Iniciação Científica (RBIC)**, Itapetininga, v. 5, n. 3, p. 60-83, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.itp.ifsp.edu.br>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

PARANÁ. Sistemas de informações hidrológicas de Salto do Lontra. ÁGUASPARANÁ – Instituto das Águas do Paraná, 2021.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. – Dados eletrônicos. – Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

PONTES, D. S. et al. Análise do uso da terra e dos impactos ambientais em bacias hidrográficas: estudo do Riacho dos Cágados – Região Agreste do estado de Alagoas. XVIII Encontro Nacional de Geógrafos, 2016.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI M., A. Guia de interpretação de análise de solo e foliar. – Vitória, ES: Incaper, 2013.

PULROLNIK, K. Transformações do Carbono no solo. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/31495/1/doc-264.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

RAIJ, B. V. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/480310>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

REGO NETO, C. B.; INFANTI JUNIOR, N. A integração dos geoindicadores e parcelamento do solo na gestão ambiental urbana. – Florianópolis, 2003.

ROCHA, E. A. V. **Avaliação do processo evolutivo e da dinâmica erosiva**: um estudo de caso no município de Ipameri-GO. TCC (Pós-graduação) – Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16268/1/AvaliacaoProcessoEvolutivo.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2022,

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/882598/1/BPD8.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Sólidos. Norma Técnica Interna SABESP, 1999. Disponível em: <<https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts013.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SALTON, J. C. et al. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. Pesq. agropec. bras. Brasília, v. 46, n. 10, p. 1349-1356, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/pRm7xmKZ4PF5V3rQxSsmdbF/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. Indicadores de qualidade do solo. Embrapa Milho e Sorgo, 1999. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/482765/1/Indicadoresqualidade.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

SANTOS, C. R.; ROCHA, P. C. A influência da temperatura de superfície na análise da paisagem na foz dos rios Aguapeí e Peixe no Oeste Paulista, a partir de imagens landsat 8. In: DIAS, L. S.;

SANTOS, D. R.; SILVA, L. S. Fertilidade do solo e nutrição das plantas. – 5º trimestre. Universidade Federal de Santa Maria, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16178/Curso_Agric-FamilSustent_Fertilidade-Solo-Nutricao-Plantas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jan. 2022.

SANTOS, P. B. F.; RICARDI, A. M.; LIMA, C. G. R. Contaminação e poluição das águas subterrâneas: uma breve revisão. XIV Fórum Ambiental, Alta Paulista, 2018. Disponível em: <<https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/4557/form2616171050.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

SANTOS, R. O.; DELGADO, R. C.; PEREIRA, M. G. Impactos ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Roncador provocados por alteração do uso e cobertura do solo. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

SHAHIDIAN, S. et al. Hidrologia Agrícola. ICAAM-ECT Universidade de Évora, 2012. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/7224>. Acesso em: 18 jan. 2021.

SILVA, A. L. et al. Boletim anual de precipitação no Brasil (ano 2020). Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil e Ambiental, 2021.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. Planejamento ambiental e bacias hidrográficas. Fortaleza: UFC, 2011.

SILVA, W. L. et al. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 2, p. 181-194, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/G5w6XK4sLCFkJYNs8SFjgcn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 jan. 2020.

SOBRAL, L. F. et al. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solo. – Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

SOBRAL, L. F. et al. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. – Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

TAVARES, A. B.; CRUZ, S. P. D.; LOLLO, J. A. D. Geoindicadores para a caracterização de estado de diferentes ambientes. Estudos Geográficos, Rio Claro, v. 5, n. 2, p. 42-57, 2007.

TEIXEIRA, P. C. et al. Manual de métodos de análise de solo. – 3 ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172317/1/Pt-2-Cap-6-Complexo-sortivo-do-solo.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

VEIGA, D. P. B.; NARDOCCI, A. C. O impacto do uso do solo na contaminação por agrotóxicos das águas superficiais de abastecimento público. – São Paulo, 2017.

VIEIRA, R. M. S. P. et al. Influências das mudanças de uso da terra e da degradação do solo na dinâmica populacional do núcleo de desertificação de Gilbués (PI). Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, 2013.

_____. Selênio. Ficha de Identificação Toxicológica, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2021/05/Sele%CC%82nio.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 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 nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.botuvera.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/lei-12651-2012-codigo-florestal.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2022.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 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 nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.botuvera.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/lei-12651-2012-codigo-florestal.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

WILGNER, W. et al. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Paraná**. Brasília: CPRM, 2006.