

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

IGOR FELIPE DE SIQUEIRA

**ASPECTOS FISIAGRÁFICOS, CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E CAPACIDADE
DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA LAJEADO DA ONÇA, PONTA
GROSSA-PARANÁ**

PONTA GROSSA

2023

IGOR FELIPE DE SIQUEIRA

**ASPECTOS FISIAGRÁFICOS, CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E CAPACIDADE
DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA LAJEADO DA ONÇA, PONTA
GROSSA-PARANÁ**

Dissertação apresentada para obtenção
do título de Mestre em Agronomia na
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Área de concentração: Ciência do Solo e
Recursos Ambientais. Linha de
Pesquisa: Uso e manejo dos recursos
naturais.

Orientador(a): Prof^ª Dr^a Neyde Fabíola
Balarezo Giarola

PONTA GROSSA

2023

S618 Siqueira, Igor Felipe de
Aspectos fisiográficos, caracterização dos solos e capacidade de uso das terras da Bacia Hidrográfica Lajeado da Onça, Ponta Grossa, Paraná / Igor Felipe de Siqueira. Ponta Grossa, 2023.
71 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Ciência do Solo e Recursos Ambientais), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Neyde Fabíola Balarezo Giarola.

1. Características hidrográficas. 2. Bacia hidrográfica - Rio Verde. 3. Potencial de uso - terras. I. Giarola, Neyde Fabíola Balarezo. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciência do Solo e Recursos Ambientais. III.T.

CDD: 631



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

IGOR FELIPE DE SIQUEIRA

ASPECTOS FISIográficos, CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA LAJEADO DA ONÇA, PONTA GROSSA – PARANÁ

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em
Agronomia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de
Ambientais. Ciências do Solo e Recursos

Ponta Grossa, 11 de dezembro de 2023.

Prof^o Dr^a Neyde Fabíola Balarezo Giarola - Orientador
Doutor em Agronomia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Fabrício Tondello Barbosa
Doutor em Manejo do Solo
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Dr. José Alfredo Baptista dos Santos
Doutor em Agronomia
Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná



Documento assinado eletronicamente por Neyde Fabíola Balarezo Giarola, Professor(a), em 14/12/2023, às 11:03, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por Fabrício Tondello Barbosa, Professor(a), em 15/12/2023, às 17:20, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por José Alfredo Baptista dos Santos, Usuário Externo, em 19/12/2023, às 15:08, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador 1756199 e o código CRC F487266B.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização fisiográfica e avaliar a capacidade de uso da terra na bacia hidrográfica do Lajeado da Onça, situada no município de Ponta Grossa, na região dos Campos Gerais do Paraná. A bacia possui uma área aproximada de 67,83 hectares e apresenta uso predominante para produção de grãos. Para a caracterização morfométrica e fisiográfica, foram utilizados Modelos Digitais de Elevação (MDE) obtidos por meio de veículos aéreos não tripulados, com processamento em softwares livres de geoprocessamento, especialmente o QGIS 3.28.8 e suas extensões QuickMap Services e SmartMap. Os parâmetros analisados compreenderam índice de forma ($K_f = 1,068$), índice de circularidade ($K_c = 0,71$), hierarquia fluvial (2ª ordem), densidade de drenagem (4,42) e declividade. Os valores de K_f e K_c indicam um formato próximo ao circular, o que contribui para risco de inundação classificado como moderado a alto, e a elevada densidade de drenagem demonstra alta velocidade de escoamento superficial. A análise da declividade permitiu identificar cinco classes: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso. As maiores declividades concentram-se nas proximidades do curso hídrico principal, que se encontra encaixado em uma falha geológica. O uso atual do solo demonstrou que 64% da área é destinada à produção de grãos, 23% correspondem a áreas de preservação permanente (APPs), 9% a reflorestamentos de pinus e eucalipto, e o restante inclui estradas, construções (4%) e cursos hídricos (0,15%). A capacidade de uso da terra foi avaliada com base no Sistema de Capacidade de Uso das Terras, considerando como principais fatores limitantes a declividade e os processos erosivos, identificados como laminar e em sulcos. Das oito classes do sistema, apenas as classes I e V não foram registradas na bacia, evidenciando sua heterogeneidade. As classes II e III foram predominantes, representando 69% da área total. Os resultados apontaram que cerca de 47,5% da área apresenta sobreutilização, necessitando de ajustes no uso atual ou adoção de práticas conservacionistas para evitar a degradação do solo. Em áreas classificadas como VII e VIII, 100% da superfície requer mudanças no uso, enquanto na classe VI essa necessidade atinge 83,35% da área. As classes III e IV demandam práticas conservacionistas em 69,24% e 30,09% de suas áreas, respectivamente, devido às limitações associadas principalmente à declividade. Os resultados obtidos fornecem informações valiosas para o planejamento ambiental e o manejo sustentável da bacia hidrográfica, sendo fundamentais para subsidiar a adoção de práticas de conservação do solo e da água, além de futuras modelagens hidrológicas da região. A integração de ferramentas de geoprocessamento e métodos de análise fisiográfica mostrou-se eficaz para a avaliação detalhada das condições físicas e do uso da terra na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Características hidrográficas, Bacia hidrográfica do Rio Verde, uso das terras.

ABSTRACT

This study aimed to perform a physiographic characterization and evaluate the land capability of the Lajeado da Onça watershed, located in the municipality of Ponta Grossa, in the Campos Gerais region of Paraná State, Brazil. The watershed covers approximately 67.83 hectares and is predominantly used for grain production. For the morphometric and physiographic characterization, Digital Elevation Models (DEMs) obtained through unmanned aerial vehicles were used, with data processed in open-source geoprocessing software, particularly QGIS 3.28.8 and its extensions QuickMap Services and SmartMap. The parameters analyzed included form index ($K_f = 1.068$), circularity index ($K_c = 0.71$), stream order (2nd order), drainage density (4.42), and slope. The K_f and K_c values indicate a shape close to circular, contributing to a moderate to high flood risk, and the high drainage density indicates rapid surface runoff. Slope analysis identified five classes: flat, gently undulating, undulating, strongly undulating, and mountainous. The steepest slopes are concentrated near the main watercourse, which is embedded in a geological fault. Current land use showed that 64% of the area is allocated to grain production, 23% to permanent preservation areas (PPAs), 9% to pine and eucalyptus plantations, and the remainder to roads, buildings (4%), and watercourses (0.15%). Land capability was assessed using the Land Capability Classification System, with slope and erosion processes (sheet and rill erosion) as the main limiting factors. Of the eight classes in the system, only classes I and V were not observed, indicating the heterogeneity of the watershed. Classes II and III were predominant, covering 69% of the area. Results showed that approximately 47.5% of the area is overused and requires changes in use or the adoption of conservation practices to prevent soil degradation. In classes VII and VIII, 100% of the area needs adjustments, while class VI requires changes in 83.35% of the area. Classes III and IV require conservation measures in 69.24% and 30.09% of their areas, respectively. The findings provide valuable information for environmental planning and sustainable watershed management and are essential for supporting soil and water conservation practices and future hydrological modeling in the region.

KEYWORDS: watershed; morphometry; geoprocessing; soil conservation; land use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Localização das mesorregiões da Rede Agropesquisa	11
Figura 2	- Modelo Digital de Elevação (MDE) da Bacia do Lajeado da Onça, Ponta Grossa - Paraná.....	16
Figura 3	- Mapa de curvas de nível gerado para a bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa - Paraná.....	24
Figura 4	- Mapa de classes de declividade da Bacia Hidrográfica Lajeado da Onça (BHLO), Ponta Grossa-Paraná	25
Figura 5	- Precipitação média anual entre os anos de 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023 (barras) e média histórica (linha) dos últimos 20 anos (1991-2021).....	28
Figura 6	- Mapa de uso e cobertura dos solos da bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa-Paraná – ano de 2022.....	29
Figura 7	- Localização da microbacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa-Paraná.....	36
Figura 8	- Mapa geológico do município de Ponta Grossa - Paraná.....	37
Figura 9	- Mapa da grade de pontes de coleta para análise e descrição	39
Figura 10	- Mapa das classes texturais dos solos na microbacia hidrográfica Lajeado da Onça, Ponta Grossa, Paraná	41
Figura 11	- Mapa da microbacia Lajeado da Onça com a grade regular fixa e identificação do centroide (Ponto de coleta)	54
Figura 12	- Fluxograma dos processos utilizados para a geração da superfície interpolada (modelo proposto) das zonas da capacidade de uso do solo para a Microbacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa – Paraná.....	61
Figura 13	- Modelo interpolado para a delimitação das zonas das classes de capacidade de uso das terras para a bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa- Paraná	65
Figura 14	- Porcentagem de cada classe de capacidade de uso na área da bacia hidrográfica Lajeado da Onça, Ponta Grossa - Paraná.....	66
Figura 15	- Proporção de área com uso adequado e inadequado em cada classe de capacidade de uso do solo da bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa – Paraná	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Valores de referência para os valores de Kc	18
Tabela 2	- Valores de referência para o índice Kf	19
Tabela 3	- Classes de relevo e suas respectivas faixas	21
Tabela 4	- Parâmetros fisiográficos determinados para a Bacia Hidrográfica Lajeado da Onça (BHLO), Ponta Grossa, Paraná	26
Tabela 5	- Atributos morfológicos, químicos e físicos dos pontos de coleta na microbacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa-Paraná.....	42
Tabela 6	- Quadro guia com os atributos morfológicos (profundidade efetiva, declividade), físicos (textura e drenagem aparente) e grau de erosão para a determinação da capacidade de uso do solo	58
Tabela 7	- Resumo do levantamento do meio físico, Fórmula Mínima e Classe, Subclasse e Unidade da Capacidade de Uso do Solo	62
Tabela 8	- Área total e área de adequação de cada classe de capacidade de uso na bacia do Lajeado da Onça, Ponta Grossa – Paraná.....	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	9
CAPÍTULO 1 - ASPECTOS FISIOGRAFICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DA ONÇA, PONTA GROSSA, PARANÁ	12
1.1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
1.2.1 Descrição da Área de Estudo.....	15
1.2.2 Materiais Cartográficos Básicos.....	17
1.2.3 Aspectos Fisiográficos da Bacia.....	18
1.2.3.1 Análise morfométrica	18
1.2.3.1.1 Fator de compacidade (K_c).....	18
1.2.3.1.2 Fator de forma (K_f)	19
1.2.3.1.3 Classificação da ordem dos drenos.....	20
1.2.3.1.4 Densidade de drenagem (D_d).....	20
1.2.3.1.5 Densidade da rede de drenagem (D_r)	21
1.2.3.2 Geomorfologia.....	21
1.2.3.2.1 Declividade.....	21
1.2.3.3 Clima	22
1.2.3.4 Uso e cobertura do solo	22
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
1.3.1 Materiais Cartográficos Básicos.....	22
1.3.2 Aspectos Fisiográficos da Bacia.....	25
1.3.3 Clima	27
1.3.4 Hidrografia da Região	28
1.3.5 Uso e Ocupação do Solo.....	28
1.4 CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS.....	31
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DA ONÇA, PONTA GROSSA – PARANÁ	33
2.1 INTRODUÇÃO.....	35
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.2.1 Descrição da Área.....	36
2.2.2 Materiais Cartográficos Básicos.....	38

2.2.3 Análises Morfológicas dos Solos	38
2.2.4 Análises Físicas e Químicas dos Solos	39
2.2.5 Classificação dos Solos	40
2.2.6 Elaboração de Mapas.....	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
2.3.1 Atributos Morfológicos	40
2.3.2 Solos Encontrados na Microbacia	44
2.3.2.1 Latossolos	44
2.3.2.2 Cambissolos.....	45
2.3.2.3 Gleissolos.....	45
2.3.2.4 Neossolos.....	46
2.4 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS.....	47
 CAPÍTULO 3 – CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRAFICA DO LAJEADO DA ONCA, PONTA GROSSA, PARANÁ	 50
3.1 INTRODUÇÃO.....	52
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3.2.1 Levantamento do Meio Físico	55
3.2.2 Avaliação da Capacidade de Uso das terras	56
3.2.3 Mapa de Capacidade de Uso das terras	60
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
3.3.1 Classificação das Terras Quanto à Capacidade de Uso	62
3.3.2 Mapa de Classes de Capacidade de Uso das Terras	64
3.3.3 Conflito Entre o Uso Atual e a Capacidade de Uso das Terras	66
3.4 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS.....	69

1 INTRODUÇÃO GERAL

Com o aumento da pressão sobre os recursos naturais causados pelos avanços tecnológicos nas mais diversas áreas de produção, principalmente no setor agropecuário, teve início o debate sobre a crescente preocupação da possível deterioração e/ou esgotamento de recursos como a água e o solo. Diante desse cenário, surgem os conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável e agricultura conservacionista, que possuem a finalidade de atender as necessidades atuais de forma economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta.

Nesse sentido, os processos de exploração, conservação e recuperação (quando possível) de recursos naturais passam pelo entendimento de suas características e comportamentos. Desta forma, a análise, determinação e interpretação dos elementos ambientais tornam-se a principal ferramenta para o sucesso do planejamento e uso sustentável de recursos naturais.

Quando se trata da agropecuária, um dos pilares econômicos do Brasil, uma forma que se mostra bastante eficaz em reunir os elementos ambientais citados anteriormente é utilizar como unidade de estudo para o planejamento e utilização racional dos recursos naturais as bacias hidrográficas. Uma bacia hidrográfica pode ser definida como a área delimitada topograficamente pelos pontos mais altos (divisores de água), sendo drenada por um corpo hídrico principal até o exutório, local onde são representados todos os processos que fazem parte deste sistema.

De acordo com Carvalho (2014), o comportamento hídrico de uma bacia hidrográfica não é explicado apenas pelo comportamento da água, mas sim com as relações que ela produz com outros componentes desse meio, como os solos da região, o relevo, a vegetação e as ações de caráter antrópicas, como as alterações do uso e ocupação do solo. Este último componente é, em muitos dos casos, o principal causador de mudanças que interferem na qualidade e quantidade de água produzida em uma bacia hidrográfica.

Em vista da importância de se utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental, foi realizada a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que determinou princípios e regimentos na gestão de recursos hídricos, adotando-se como a unidade fundamental para a gestão e estudos o conceito de bacias hidrográficas. Portanto, torna-se imprescindível o conhecimento, da parte de pesquisadores e gestores, o conceito de bacias hidrográficas e suas ramificações.

No Brasil, mesmo com a grande importância da agricultura, existem lacunas em relação aos estudos que relacionem a utilização dos solos e os tipos de manejos adotados com os processos hidrológicos em escala de bacias hidrográficas. Desta forma, a falta de informações em nível de bacia hidrográficas pequenas acarreta em possíveis erros relacionados à adoção de práticas que tenham como objetivo a conservação de solo e água.

Como uma tentativa de reverter o cenário atual explanado anteriormente, em 28 de Setembro de 2015, por meio do Decreto Estadual n. 2.475, a Rede Paranaense de Agropesquisa e Formação Aplicada foi criada com os objetivos de desenvolver a pesquisa científica e tecnológica no Estado do Paraná. Este projeto surgiu por meio da demanda do setor produtivo do Estado que busca vincular o conhecimento produzido dentro dos centros de pesquisa (Universidades e Institutos de Pesquisa) com o setor agropecuário e florestal.

O estado do Paraná foi subdividido em 7 mesorregiões homogêneas (Figura 1), garantindo assim que cada região possua a sua representatividade no tocante aos critérios técnicos próprios (material de origem dos solos, relevo, informações climáticas, manejo e uso do solo e possíveis particularidades da região). Cada mesorregião possui, obrigatoriamente, estudos em níveis de megaparcela de, aproximadamente, 2 hectares e de bacias hidrográficas, com ênfase nos temas: sistemas conservacionistas e redução de perdas de solo e água em áreas cultivadas.

CAPÍTULO 1 - ASPECTOS FISIOGRAFICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DA ONÇA, PONTA GROSSA, PARANÁ

RESUMO

A análise fisiográfica de uma bacia hidrográfica pode ser definida como a análise quantitativa das interações entre os componentes do meio físico, permitindo o entendimento da dinâmica hidrológica. Assim, o presente trabalho tem como objetivo a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Lajeado da Onça, localizada em Ponta Grossa, na região dos Campos Gerais do Paraná. Os parâmetros morfométricos foram determinados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), oriundo de voos de veículos aéreos não tripulados e processamento em software livres de geoprocessamento. Os parâmetros fisiográficos determinados para a caracterização da bacia foram: índice de forma, índice de circularidade, hierarquia fluvial, densidade de drenagem e hidrográfica e declividade. Os mapas de Elevação (Modelo Digital de Elevação) e de Declividade foram gerados de forma automática com o auxílio de um SIG. A partir dos resultados foi possível determinar cinco (5) classes de declividade da bacia Lajeado da Onça, sendo estas: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso. As regiões com maiores declividades (forte ondulado, montanhoso) concentram-se próximo ao curso hídrico principal que se encontra encaixado em uma falha geológica. A análise fisiográfica mostrou que a bacia do Lajeado da Onça é de 2ª ordem e apresenta poucas ramificações. Os fatores de forma ($K_f = 1,068$ e $K_c = 0,71$) apontam que a bacia possui um formato mais próximo ao circular, apresentando risco de inundação de moderado a alto, com densidade de drenagem igual a 4,42, indicando que a velocidade com que a água escoar da bacia até o exutório é alta. Seis diferentes classes de uso atual dos solos foram observadas, sendo a maior área destinada a produção de grãos (64%). A área de preservação permanente é a segunda maior classe, totalizando 23% da área, sendo que o restante da área é distribuída entre reflorestamento de pinus e eucalipto (9%), estradas e construções (4%) e cursos hídricos, que ocupam a menor porcentagem da área total 0,15%. Os resultados, além de fornecer informações básicas para o planejamento ambiental e conservacionista da BHLO, também fornece subsídios para futura modelagem hidrológica da região.

PALAVRAS-CHAVE: Características hidrográficas, Bacia hidrográfica do Rio Verde, uso das terras.

CHAPTER 1 - PHYSIOGRAPHIC ASPECTS OF THE LAJEADO DA ONÇA WATER BASIN, PONTA GROSSA, PARANÁ

ABSTRACT

The physiographic analysis of a river basin can be defined as the quantitative analysis of the interactions between the components of the physical environment, allowing the understanding of hydrological dynamics. Therefore, the present work aims to characterize the physiographic characteristics of the Lajeado da Onça river basin, located in Ponta Grossa, in the Campos Gerais region of Paraná. The morphometric parameters were determined from the Digital Elevation Model (DEM), derived from unmanned aerial vehicle (UAV) flights and processing in free geoprocessing software. The physiographic parameters determined for the characterization of the basin were: shape index, circularity index, river hierarchy, drainage and hydrographic density and slope. The Elevation (Digital Elevation Model) and Slope maps were generated automatically with the aid of a GIS. From the results it was possible to determine five (5) slope classes of the Lajeado da Onça basin, these being: flat, gentle undulating, undulating, strong undulating and mountainous. The regions with the greatest slopes (strongly wavy, mountainous) are concentrated close to the main watercourse, which is embedded in a geological fault. The physiographic analysis showed that the Lajeado da Onça basin is of the 2nd order and has few branches. The shape factors ($K_f = 1.068$ and $K_c = 0.71$) indicate that the basin has a shape closer to circular, presenting a moderate to high flood risk, with a drainage density equal to 4.42, indicating that the speed The rate at which water flows from the basin to the outlet is high. Six different classes of current land use were observed, with the largest area dedicated to grain production (64%). The permanent preservation area is the second largest class, totaling 23% of the area, with the remainder of the area being distributed between pine and eucalyptus reforestation (9%), roads and constructions (4%) and watercourses, which occupy the smallest percentage of the total area 0.15%. The results, in addition to providing basic information for BHLO's environmental and conservation planning, also provide support for future hydrological modeling of the region.

KEYWORDS: Hydrographic and relief characteristics, Rio Verde watershed, land use.

1.1 INTRODUÇÃO

O conceito de uma bacia hidrográfica (BH) pode ser definido como a área que compreende um conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, ou seja, uma área topograficamente drenada de modo que toda vazão efluente seja descarregada em uma sessão de saída denominada exutório (TUCCI, 1997).

A BH pode ser então, considerada um ente sistêmico, onde ocorrem os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água, seja por escoamento até o ponto exutório ou pela evapotranspiração, permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos (COLLINSCHONN & TASSI, 2008). Por essa razão, a BH é tida como uma unidade de gestão da paisagem, sendo a base para o desenvolvimento de estudos com caráter qualitativo e quantitativo do recurso água, bem como fluxo de sedimentos e também de nutrientes (RODRIGUEZ *et al.* 2011).

A utilização hídrica, sob o ponto de vista do planejamento de uso e a gestão das bacias hidrográficas, tem-se tornado cada vez mais importante dentro do cenário ambiental e também econômico. Diversas intervenções antrópicas são realizadas em bacias hidrográficas em todo o mundo, como barragens, transposições, projetos de irrigação e extração de água subterrânea, por exemplo (RAIOL, 2022). Contudo, quando intervenções são realizadas de forma incorreta (sem planejamento) tendem a causar prejuízos ambientais, ou seja, danos à conservação de rios e seus afluentes, bem como a modificação de algumas condições hidro morfológicas. A partir disso, tem-se a importância e relevância de estudos prévios acerca das características fisiográficas de uma bacia ou micro bacia, para que se possa realizar um planejamento apropriado de utilização de seus recursos (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

Segundo estudos realizados por Ataíde (2017) e Silva e Farias (2021), a escolha das unidades hidrológicas é responsável por permitir maior assertividade nos planejamentos e gestão para os temas relacionados à degradação do solo e conservação de água. Desta forma, para o pleno entendimento da estrutura e dinâmica da bacia hidrográfica (em escala temporal), é necessário o conhecimento dos parâmetros morfométricos e dos dados de uso e cobertura da Terra (ANTONELLI, 2007).

A caracterização fisiográfica de uma bacia tem como finalidade determinar índices e variáveis que, por sua vez, possibilitam à compreensão dos processos naturais atuantes na bacia, principalmente os processos dinâmicos da água (ALMEIDA, *et al.*, 2019). Autores como Oliveira *et al.* (2010), Trajano *et al.* (2012) e Soares *et al.* (2016) afirmam que a análise dos parâmetros fisiográficos de bacias hidrográficas é essencial para o desenvolvimento de

estudos ambientais, geração de modelos hidrosedimentológicos e na elaboração de planos de gestão em níveis de bacias.

Para tal determinação, alguns parâmetros são analisados, os chamados elementos fisiográficos. Segundo Rodrigues (2004), os parâmetros de forma da bacia, densidade de drenagem e declividade são indicadores da propensão a ocorrência de degradação ambiental e enchentes. Já o padrão de drenagem e relevo estão relacionados a litologia e aos elementos formadores da superfície terrestre (PISSARA *et al.*, 2004). Os parâmetros citados acima são de ordem qualitativa, o que, para Tonello (2005), não são suficientes para uma caracterização completa e assertiva de uma bacia hidrográfica. Desta forma, outros elementos com características quantitativas, como a densidade de drenagem, coeficiente de compacidade e forma da bacia são importantes parâmetros e/ou indicadores físicos específicos de um local, evidenciando as possíveis alterações ambientais (ALVES & CASTRO, 2003).

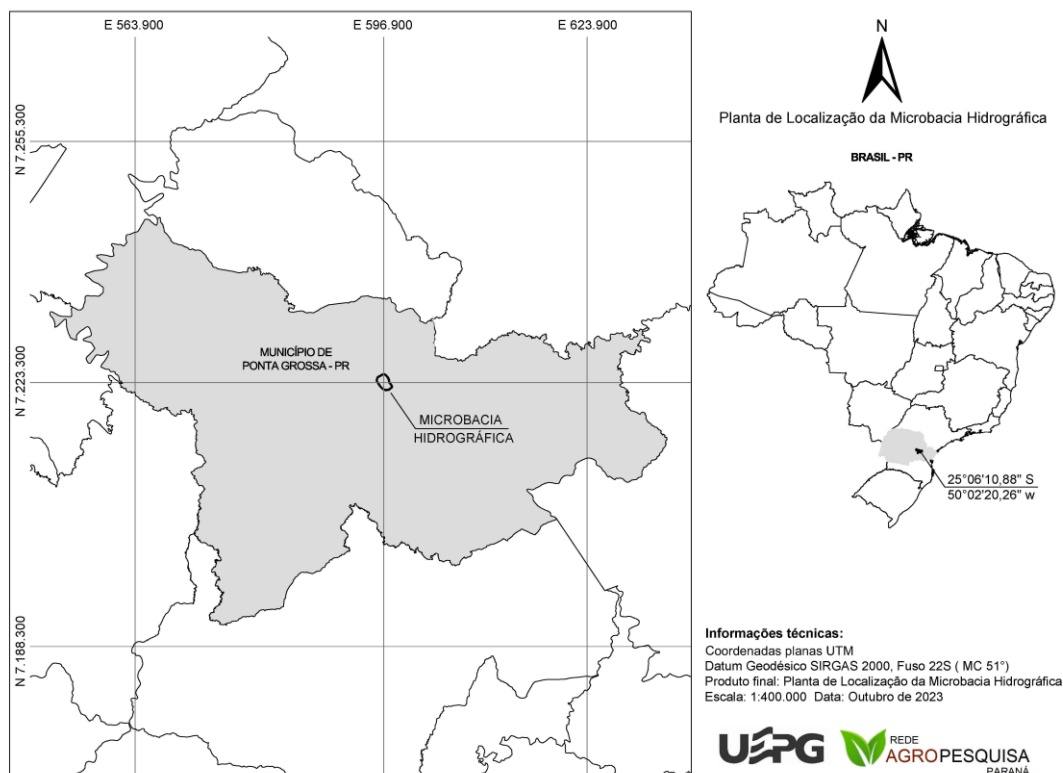
Diante do exposto, o objetivo deste capítulo compreende a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica Lajeado da Onça, no município de Ponta Grossa, Paraná, a fim de fornecer informações básicas necessárias para futuros estudos hidrosedimentológicos na região.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Descrição da Área de Estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Lajeado da Onça, localizada no município de Ponta Grossa, mesorregião Centro-Oriental do estado do Paraná (MAACK, 2002; MINEROPAR, 2006) (Figura 2), entre as coordenadas 25° 05' 52,95" S, 50° 02' 37,60" W, e 25° 06' 26,50" S, 50° 02' 1,24" W, altitude média de 1.015 m e área de 67,83 ha.

Figura 2 – Localização da microbacia do Lajeado da Onça, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.



A microbacia Lajeado da Onça é parte integrante da bacia hidrográfica do Rio Verde, manancial de abastecimento da cidade de Ponta Grossa. O rio Verde é afluente da margem esquerda do Rio Pitanguí, que por sua vez é tributário do rio Tibagi (Sistema Pitanguí-Tibagi-Paranapanema-Paraná). Sua paisagem pode ser caracterizada como rural-urbana com predomínio de usos agropecuário e urbano (MINEROPAR, 2005).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante na área é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfb), de verões frescos, geadas severas e frequentes, sem estação seca, cuja temperatura média anual é de 17°C, com chuvas entre 1.300 e 1.500 mm e umidade relativa do ar média de 85%, sem deficiência hídrica (IAPAR, 2006).

A bacia pertence a subunidade morfoescultural do Planalto de Ponta Grossa, caracterizada por grau de dissecação baixo, com o predomínio de topos aplainados e alongados; vertentes retilíneas e convexas e vales semiabertos. Os segmentos retilíneos da drenagem resultam do controle estrutural, sendo quase sempre fortemente encaixados (MINEROPAR, 2006).

Geologicamente, a região é representada, predominantemente, por sedimentos de idade Paleozoica da Bacia Sedimentar do Paraná. As principais litologias são folhelhos e

siltitos cinzento-escuros da Formações Ponta Grossa e arenitos esbranquiçados médios e grossos da Formação Furnas (MINEROPAR, 2006).

Na região verifica-se uma maior variedade de grupos de solos, associados a diversidade litológica da Bacia do Paraná. De acordo com os levantamentos pedológicos os solos com maior ocorrência na região, são os Cambissolos (37%), Latossolos (33%), Neossolos (17%), Argissolos (10%), Gleissolos (1,4%) e Organossolos (0,02%) (POTTER *et al.*, 2002; SÁ, 2010).

A região possui o domínio da Estepe Gramíneo-Lenhosa. Essa vegetação compreende fisionomias campestres com variações ligadas a topografia, a profundidade do solo e as condições de drenagem. Já nas depressões maiores, nas grotas úmidas, nas margens dos rios e ribeirões e em bordas de platôs ocorrem fisionomias da floresta ombrófila mista (capões), onde aparece o pinheiro Araucária (GOVERNO DO PARANÁ, 2009).

1.2.2 Materiais Cartográficos Básicos

Os materiais cartográficos básicos, ortoimagens, mapa topográfico e modelo digital de elevação foram gerados preliminarmente, a partir de fotos adquiridas durante voos planejados (Programa DroneDeploy), realizados com Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) (modelo Mavic 2 Pro - SZ DJI Technology).

O sistema de coordenadas utilizado pelo VANT foi o Datum geodésico oficial brasileiro SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000). Foi utilizada uma câmera fotográfica posicionada na face inferior do VANT, com resolução máxima de 5.472 x 3.648 pixels e capacidade de coleta de cenas no espectro da luz do visível (comprimentos de onda do vermelho, verde e azul), ligada ao sistema de posicionamento (GPS) embarcado. A altura de voo foi de 150 metros em relação ao solo.

A partir das imagens obtidas, gerou-se um arquivo texto que foi organizado em linhas e colunas, a partir do qual se produziu uma imagem em formato mosaico e, posteriormente, o modelo de terreno. Para a elaboração do mosaico georreferenciado da área (678.300 m²) foram utilizadas 937 imagens, sobrepostas, longitudinalmente, em 70% e, lateralmente, em 60%. O mosaico georreferenciado possibilitou elaborar o modelo tridimensional da bacia por meio de estereoscopia digital.

Com o conjunto de informações extraídas de ortomosaicos foi confeccionado o mapa de altitude no ArcGIS 9.3 da ESRI, com resolução aproximada de 2,1 m. Os dados de altitude foram agrupados nas seguintes classes: < 900 m; 900–920 m; 920–940 m; 940–960 m; 960–

980 m e >980 m. A partir desses dados foi gerado o mapa de declividade, utilizando-se as classes de relevo, conforme Santos *et al.* (2018). O mapeamento da bacia hidrográfica foi realizado na escala de 1:1.000, no Sistema de informações geográficas (SIG) qGIS 3.244 (Tisler).

1.2.3 Aspectos Fisiográficos da Bacia

1.2.3.1 Análise morfométrica

O formato superficial da bacia é um dado de grande valia, pois interfere, de forma direta, no chamado tempo de concentração da bacia, que é o tempo em que a água precipitada no ponto mais distante da bacia participe na vazão do fundo do vale (VILELLA & MATTOS, 1975). Os índices de forma calculado para a Bacia Hidrográfica Lajeado da Onça (BHLO) foram o coeficiente de compacidade (Kc) e fator de forma (Kf).

1.2.3.1.1 Fator de compacidade (Kc)

O fator de compacidade é tido como a relação do perímetro da bacia e a circunferência (também perímetro) de um círculo cuja área é igual a área da bacia. Como compara duas unidades iguais, é um valor adimensional. O cálculo para a definição do Kc é:

$$Kc = 0,28 \frac{Pbh}{\sqrt{Abh}} \quad (1)$$

Em que Pbh é o perímetro da bacia hidrográfica e Abh é a área da bacia em questão.

A interpretação para os valores de Kc é a seguinte:

Tabela 1 - Valores de referência para os valores de Kc.

Valor	Risco de enchente
1,00 – 1,25	Alto risco
1,25 – 1,50	Tendência mediana
>1,50	Baixo risco

Fonte: MELLO, 2013

Quanto mais a superfície de uma bacia se parecer com um uma circunferência (valores próximos a 1), maior é a chance de ocorrerem enchentes e/ou grandes cheias e,

consequentemente, maiores vazões. Este efeito ocorre devido à concentração do escoamento superficial para um dreno principal. Em bacias com formas mais elipsoidais, o fluxo do escoamento é mais difuso, ou seja, distribuído ao longo do canal, ocasionando cheias menores.

1.2.3.1.2 Fator de forma (Kf)

O fator de forma (Kf) é responsável por expressar a relação entre a largura média (Lam) e o comprimento axial da bacia (L). O fator de forma também indica a tendência das enchentes na bacia. É calculado pela equação:

$$Kf = \frac{Lam}{L} \quad (2)$$

Sendo que:

$$Lam = \frac{A}{L} \quad (3)$$

Logo:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (4)$$

A interpretação dos valores de Kf está representada na Tabela 2:

Tabela 2 - Valores de referência para o índice Kf.

Valor	Risco de enchente
1,00 – 0,75	Sujeito a enchentes
0,75 – 0,50	Tendência mediana
<0,50	Menor tendência a enchentes

Fonte: MELLO, 2013

Baixos valores de Kf indicam que a bacia possui um formato estreito e alongado, ou seja, em um evento de precipitação, a chance de que toda a área seja coberta pela chuva é baixa. Neste exemplo de bacia, também é menor a concentração do deflúvio, pois os

tributários participantes dessa bacia atingem o curso principal de água em vários pontos diferentes.

1.2.3.1.3 Classificação da ordem dos drenos

Para a classificação da ordem dos drenos, foi utilizada a classificação de Strahler (1952), em que não se considera a nascente e os canais sem tributários são caracterizados de primeira ordem. Deste modo, podem ser classificados em:

- Drenos de primeira ordem: todos os drenos sem tributários, mesmo correspondendo a nascente do dreno principal;
- Drenos de segunda ordem: união de 2 ou mais drenos de primeira ordem, podendo ter afluentes de primeira;
- Drenos de terceira: união de 2 ou mais drenos de segunda ordem, podendo existir afluentes de primeira e segunda ordens;
- Continua-se essa lógica para as demais ordens.

Para Mello (2013), a ordem da rede de drenagem fornece indicativos sobre a ramificação da bacia e possibilita inferir o relevo. No geral, quanto mais ramificada a rede de drenagem, maior é a variação de declividade na bacia (acidentado).

1.2.3.1.4 Densidade de drenagem (Dd)

Segundo Viola (2020), a densidade de drenagem (Dd) é um índice que representa a razão entre o comprimento total de todos os drenos (ΣL) (em km), considerando os cursos de água perenes, intermitentes e efêmeros e a área da bacia hidrográfica (Abh) (em km²).

$$Dd = \frac{\Sigma L}{Abh} \quad (5)$$

Onde, L é o somatório do comprimento dos canais da bacia e Abh é a área total da bacia. Para Carvalho (2007), os valores para interpretação da densidade de drenagem são:

- a) Bacias com drenagem pobre $Dd < 0,5 \text{ km/km}^2$
- b) Bacias com drenagem regular $0,5 < Dd < 1,5 \text{ km/km}^2$
- c) Bacias com drenagem boa $1,5 < Dd < 2,5 \text{ km/km}^2$
- d) Bacia com drenagem muito boa $2,5 < Dd < 3.5 \text{ km/km}^2$

- e) Bacia excepcionalmente bem drenada $Dd > 3,5 \text{ km/km}^2$.

1.2.3.1.5 Densidade da rede de drenagem (Dr)

A Dr é definida como a relação entre o número de drenos existentes (N) e a área da bacia hidrográfica (Abh) (MELLO, 2013).

A densidade da rede de drenagem é calculada pela seguinte equação, onde N é o número de drenos da bacia e Abh é a área da bacia:

$$DR = \frac{N}{Abh} \quad (6)$$

1.2.3.2 Geomorfologia

1.2.3.2.1 Declividade

Os dados da declividade da bacia foram gerados a partir dos dados de altitude. Os mapas de declividade e classes de relevo foram confeccionados no ArcGIS 9.3 da ESRI, a partir de informações extraídas de ortomosaicos, com resolução espacial aproximada de 2,1 m.

1.2.3.2.2 Relevo

A classificação do relevo foi feita a partir das declividades em porcentagens com base na classificação segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS *et al.*, 2018), apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Classes de relevo e suas respectivas faixas.

Classe de declividade	Faixa (%)
Plano	0-3
Suave Ondulado	3-8
Ondulado	8-20
Forte Ondulado	20-45
Montanhoso	45-75
Escarpado	>75

Fonte: EMBRAPA, 2018.

1.2.3.3 Clima

Os dados climáticos da área (precipitação e classificação climática de Koppen) foram obtidos por meio do Atlas Climático do Estado do Paraná (NITSCHKE *et al.*, 2019). Este Atlas é uma atualização das normais climatológicas que utilizou dados de estações meteorológicas do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IAPAR/EMATER), Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e do Instituto de Águas do Paraná.

1.2.3.4 Uso e cobertura do solo

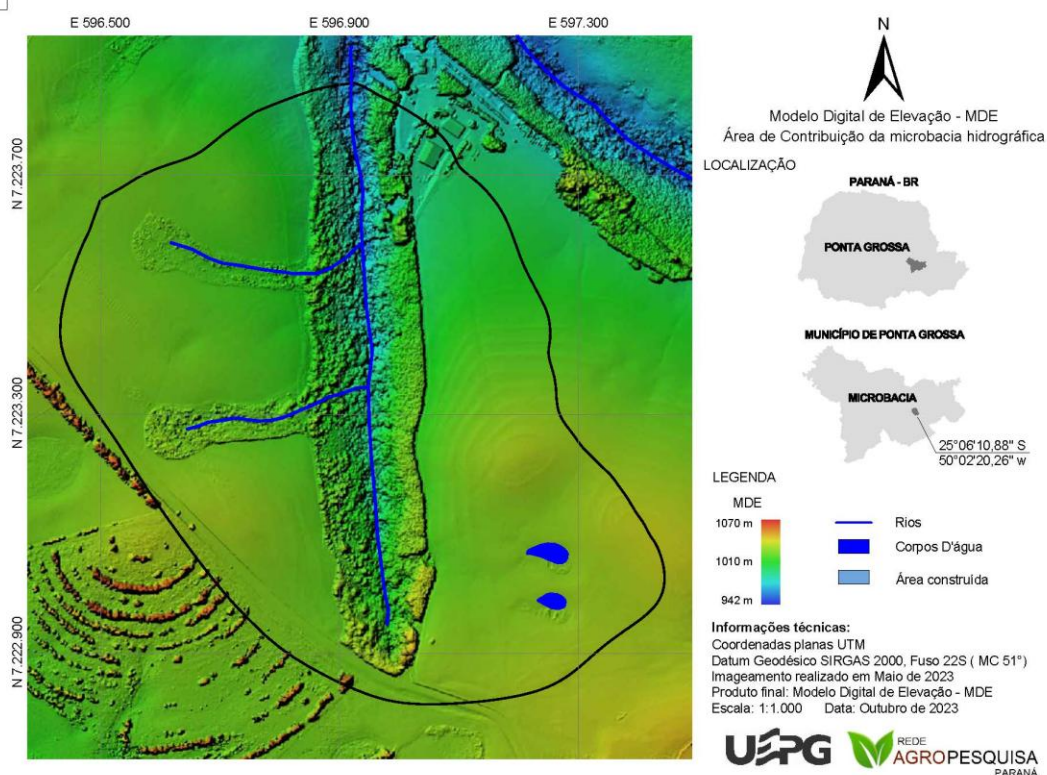
O levantamento de uso e cobertura do solo para a área de estudo foi realizado no ano de 2022. Para a classificação, foram realizados levantamentos a campo (visual e descritivo). Também foram utilizadas imagens aéreas (imageamento realizado por veículos aéreos não tripulados (V.A.N.T) e imagens do Google Earth do mesmo período do levantamento à campo) como suporte para a descrição do uso e cobertura do solo para regiões da bacia que possuem acesso dificultado pela vegetação densa e/ou relevo acidentado.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Materiais Cartográficos Básicos

O Modelo Digital de Elevação (Figura 2) gerado consiste no conjunto central de dados espaciais necessários para o delineamento de redes de drenagem e captação, assim como para o planejamento ambiental. No modelo digital de elevação (MDE) da bacia do Lajeado da Onça, foi possível verificar que os pontos com menores altitudes correspondem a, aproximadamente, 942 metros e os pontos mais altos estão localizados a 1.070 metros de altitude em relação ao nível do mar.

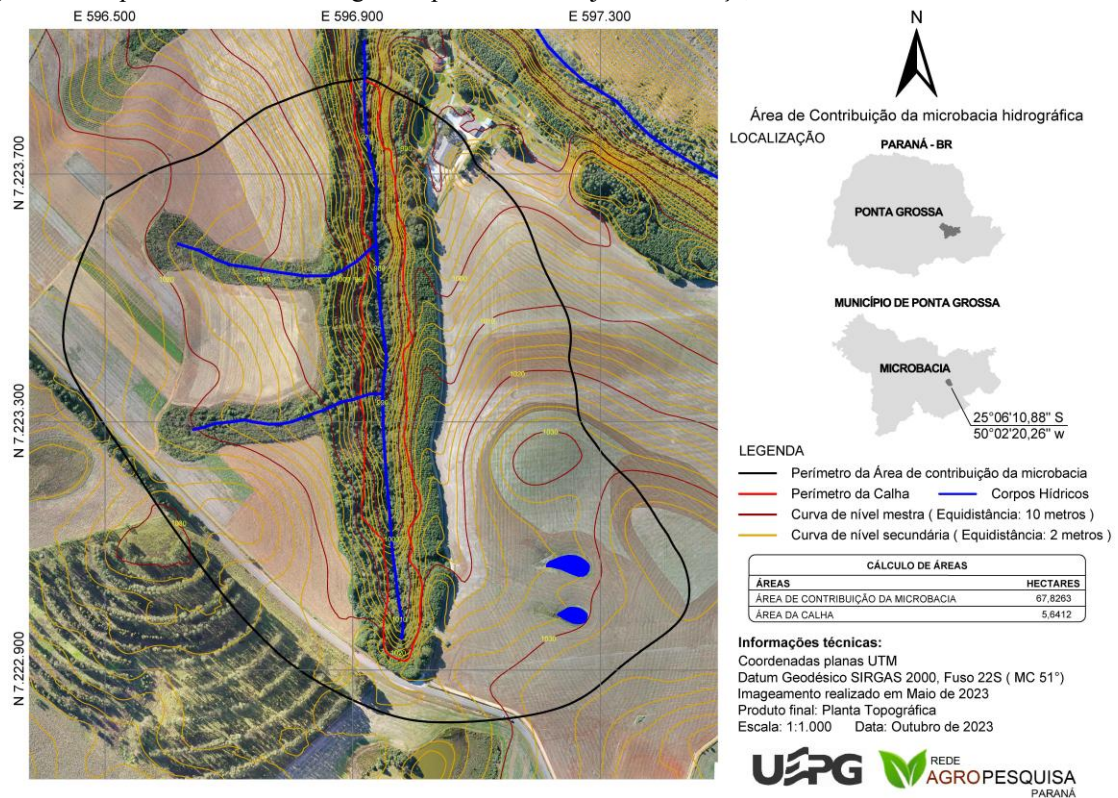
Figura 2 - Modelo Digital de Elevação (MDE) da Bacia do Lajeado da Onça, Ponta Grossa - Paraná



Os pontos com os menores valores de altitude (próximos a 950 metros) são localizados ao longo do corpo hídrico principal da bacia. Já os pontos com maiores valores de altitude são encontrados nas áreas mais afastadas do curso principal, tanto a leste como a oeste da microbacia hidrográfica.

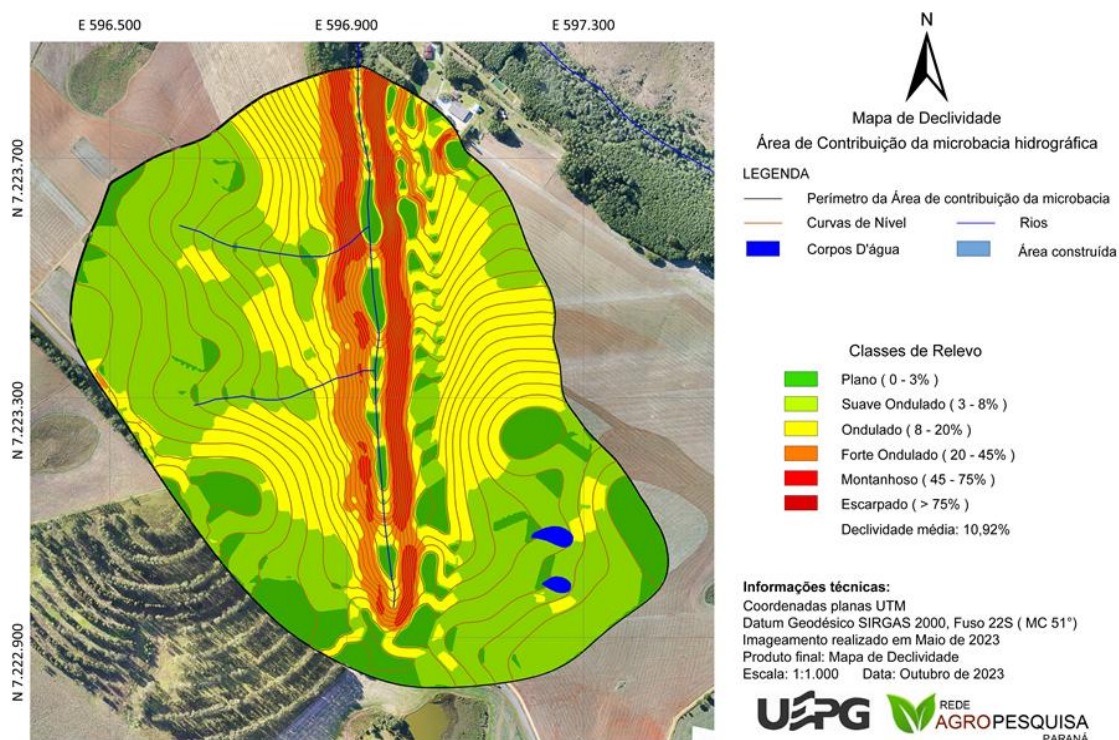
A Figura 3 mostra o mapa das curvas de nível da região da BHLO, onde foram determinadas curvas com dois espaçamentos distintos, 10 metros e 2 metros. A partir das curvas de nível espaçadas a 2 metros foram utilizadas para a classificação e mapeamento das classes de declividade.

Figura 3 – Mapa de curvas de nível gerado para a bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa - Paraná.



As formas de relevo resultam de processos associados às dinâmicas interna e externa atuantes na superfície terrestre ao longo do tempo geológico (SAADI, 1991). Na BHLO foram identificadas cinco classes de relevo (Figura 4), variando de: plano (declividade inferior a 3%), a montanhoso (declividade entre 45 e 75%) (SANTOS *et al.*, 2018). No entanto, a declividade média calculada para a bacia foi 10,9%.

Figura 4- Mapa de classes de declividade da Bacia Hidrográfica Lajeado da Onça (BHLO), Ponta Grossa-Paraná.



Os resultados demonstraram que as áreas de menor altitude apresentam as maiores declividades. O processo de dissecação do relevo ocorrido na região desde o Paleozóico Médio até o final do Mesozóico (PITT, 2010) foi determinante para a formação deste tipo de paisagem. O rio principal encontra-se encaixado em uma falha geológica, formada a partir da movimentação das placas tectônicas e suas deformações rúpteis, modelando o vale da bacia do estudo no tipo de formato “U”. Este mesmo comportamento foi constatado por estudos feitos na região dos Campos Gerais, como o de Bigarella (2003), Mineropar (2006) e, mais especificamente, na Bacia do Rio Verde, os estudos de Pontes (2014) e de Barreto (2016), que afirmam a forte relação entre as estruturas da paisagem (rupturas, fendas e falhas) com o soerguimento da crosta terrestre (período Mesozoico – 130 milhões de anos), chamado de Arco de Ponta Grossa.

Os padrões de relevo encontrados na BHLO são os mesmos encontrados nos rios que pertencem ao sistema hidrográfico do Pitangui, sendo ele caracterizado por drenagem em cânions, associados a presença de cachoeiras e paredes rochosas (PEREIRA *et al.*, 2014).

1.3.2 Aspectos Fisiográficos da Bacia

Os parâmetros fisiográficos determinados da bacia Lajeado da Onça são apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 - Parâmetros fisiográficos determinados para a Bacia Hidrográfica Lajeado da Onça (BHLO), Ponta Grossa, Paraná.

Parâmetros fisiográficos	Resultado
Área (ha)	67,83
Fator de Compacidade	1,068
Comprimento dos canais (m)	1.595
Densidade de drenagem (km/km²)	2,364
Densidade da rede de drenagem	4,42
Fator de Forma	0,71
Ordem da bacia	2
Perímetro (m)	3.130,34

A área de uma bacia nada mais é que a área inclusa entre os divisores topográficos. Vale ressaltar que o ponto de projeto ou ponto de desague da bacia considerada neste estudo é calha H, instalada no rio para outros estudos hidrológicos. A BHLO possui uma área de 67,83 há e um perímetro de 3.130,3 metros.

Os índices Kc e Kf foram utilizados como indicativos primários do risco de cheias e enchentes, uma vez que esses eventos são dependentes de uma série de fatores, como o uso do solo, as características geomorfológicas, clima da região e o comportamento dos cursos hídricos (WENZEL, 2017). O fator de compacidade (Kc) calculado para bacia foi de 1,068. Este valor, quando comparado com a tabela de referência (Tabela 1), indica que a BHLO possui alto risco de enchentes, uma vez que este fator mostra que o formato da bacia se aproxima de uma circunferência o que favorece a concentração do fluxo de água para um trecho do dreno principal, uma vez que o fluxo de água captado é direcionado à seção principal (VILLELA E MATOS, 1975).

O valor determinado para o fator de forma (Kf) foi igual a 0,71. Quanto mais o valor de Kf calculado se aproxima de 1, indica que a bacia possui uma rede de drenagem mais circular do que alongada. Desta forma, o valor deste parâmetro para a BHLO indicou risco mediano a enchentes, uma vez que a probabilidade de que um evento de chuva intensa cubra toda ou a maior parte da BHLO é de média a alta.

O resultado obtido para densidade de drenagem foi de 2,36 km/km², sendo considerada uma boa drenagem (CARVALHO, 2007). Quanto maior for a densidade de drenagem, maior é a probabilidade da ocorrência de processos erosivos (menor infiltração da água no solo),

maiores valores de declividade e/ou baixos índices de cobertura vegetal. A densidade de drenagem da BHLO é similar àquela calculada por Barreto (2016), de 2,16 km/km² para o a Bacia Hidrográfica do Rio Verde, refletindo os relevos mais dissecados e com amplitudes topográficas maiores no Alto Curso do Rio Tibagi.

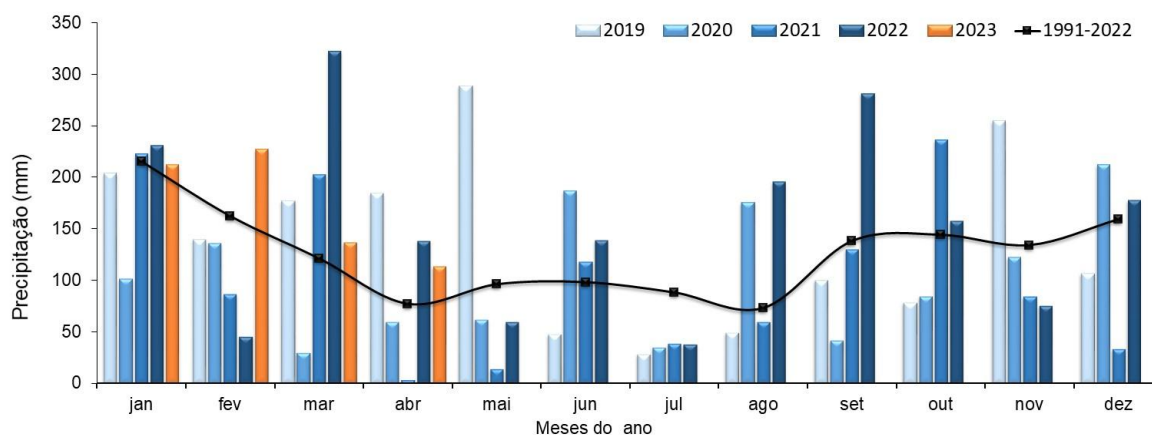
1.3.3 Clima

O município de Ponta Grossa encontra-se no limite da divisão climatológica entre o Segundo e Terceiro Planalto Paranaense, possuindo influências dos climas tropicais e subtropicais. O clima predominante na região da bacia Lajeado da Onça, pela classificação de Koppen, é o subtropical úmido mesotérmico (Cfb), sendo a temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C e a do mês mais quente abaixo do 22°C (MAACK, 2002).

Pela caracterização realizada por Maack (2002) e constada por Cruz (2009), existem duas massas de ar que atuam de maneira mais intensa no município: A anticiclone do Atlântico Sul, atuante principalmente durante os meses do verão e o anticiclone móvel polar durante o inverno. A massa anticiclone do Atlântico Sul, originada na linha equatorial, é responsável pelas chamadas “chuvas de verão” que possuem características de terem curta duração, porém com alta intensidade. Já a massa de ar do anticiclone móvel polar, originada na calota polar da Antártica, é responsável pelas grandes quedas na temperatura no período de outono-inverno e pelas fortes chuvas frontais.

A região não possui estação seca definida, sendo que a precipitação anual varia de 1.400 até 1600 mm. Os meses de dezembro até março (Verão) correspondem ao período mais chuvoso (Figura 5), variando de 400 a 600 mm de chuva e o inverno (junho a setembro) corresponde à estação mais seca (200 a 400 mm) (NIETSCHKE *et al.*, 2019).

Figura 5 - Precipitação média anual entre os anos de 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023 (barras) e média histórica (linha) dos últimos 20 anos (1991-2021).



1.3.4 Hidrografia da Região

Na região de Ponta Grossa destacam-se as bacias hidrográficas do Rio Tibagi, Pitangui, Rio Verde, Botuquara, entre outras. A bacia do Lajeado da Onça deságua no Rio Verde, que, por sua vez, é afluente do Rio Pitangui, tributário do Rio Tibagi, fechando o sistema chamado Pitangui-Tibagi-Paranapanema-Paraná.

A Bacia Hidrográfica do Rio Verde é responsável por drenar uma área de 82,72 km², sendo que suas nascentes estão localizadas no Reverso da Escarpa Devoniana (altitude de 1.115 metros) e deságua no Rio Pitangui (altitude de 845 metros), totalizando uma amplitude altimétrica de 270 metros. No total, o Rio Verde possui comprimento total de 27 km e possui hierarquia da quinta ordem (BARRETO, 2016).

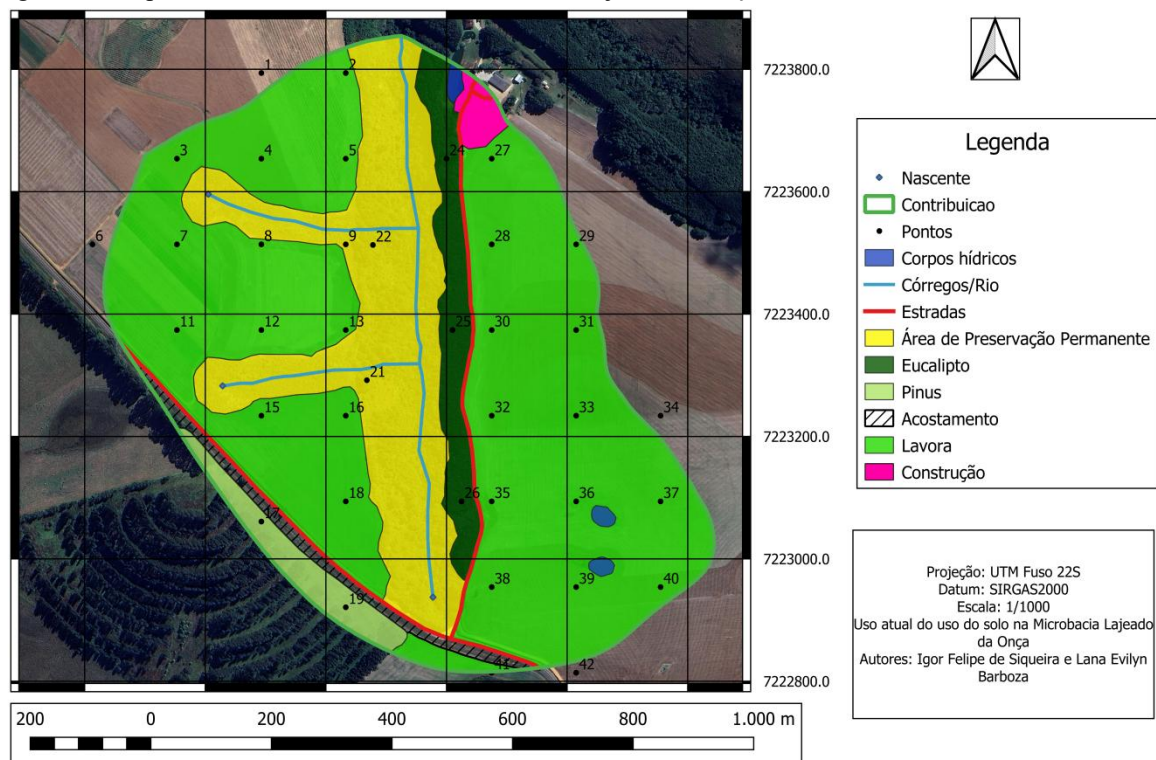
As bacias encontradas dentro do município são consideradas pequenas, mas tem capacidade de desaguar de maneira relativamente rápida para as calhas principais dos cursos de água da região, devido a sua cobertura vegetal e a capacidade de retenção de umidade (MAACK, 2002).

1.3.5 Uso e Ocupação do Solo

Na BHLO destaca-se a produção de grãos, no Verão prevalecendo culturas como soja, milho e feijão e no período do inverno culturas como trigo e aveia, totalizando 43,37 ha (64%). Outros levantamentos de uso do solo realizados na região, como o de Barreto (2016), que caracterizou a Bacia do Rio Verde, também apontam que as maiores partes das terras são utilizadas com sistemas intensivos de produção agrícola (23% da bacia do Rio Verde), Campo

e pastagens (30,4%) e área urbana (33,7%). Vale ressaltar que a BHLO está localizada em uma zona predominantemente rural, com pouca influência do crescimento urbano.

Figura 6 – Mapa de uso e cobertura dos solos da bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa-Paraná – ano de 2022.



A área de preservação ambiental totaliza 16,22 ha, representando 23% da área total da BHLO. Esta classe encontra dois níveis diferentes, áreas dos remanescentes naturais já estabelecidas (sem interferência humana há décadas) e áreas em estágios iniciais – intermediários de regeneração, uma vez que eram áreas utilizadas como lavouras e foram destinadas como área de preservação recentemente.

As demais classes de uso do solo na bacia são destinadas a silvicultura (5,92%), que são localizadas nas margens Leste da falha geológicas e em uma área experimental silvo-pastoril localizada ao Sul da bacia, respectivamente. O restante da área é destinado a construções (como barracões e salas) da propriedade particular inserida na bacia, que somam 0,705 ha e zonas de acúmulo de água, que representam 1% da área da bacia.

1.4 CONCLUSÕES

De acordo com os mapas de declividade, pode-se concluir que existem cinco classes de declividade da bacia Lajeado da Onça, sendo estes: plano, suave ondulado, ondulado, forte

ondulado e montanhoso. As regiões com maiores declividades (forte ondulado, montanhoso) concentram-se próximo ao curso hídrico principal que se encontra ao fundo de uma falha geológica devido ao processo de formação rúptil observado na área.

Os parâmetros fisiográficos calculados para a BHLO evidenciaram o risco mediano a alto de ocorrência de enchentes. Isso ocorre devido ao seu formato circular e compacto, concentrando o fluxo do escoamento no corpo hídrico principal. A densidade de drenagem da bacia é classificada como Boa e/ou Alta, indicando que a velocidade com que a água escoar da bacia até o exutório é alta devido às estruturas geomorfológicas típicas da área.

Conclui-se que existem seis classes de uso do solo na BHLO, sendo a maior área (64%) destinada para a produção de grãos. A área de preservação permanente é a segunda maior classe, totalizando 16,22 ha. Os outros 8,23 ha são distribuídos com os usos de reflorestamento de pinus e eucalipto (5,91 ha), estradas (1,52 ha), construções (0,7 ha) e cursos hídricos (0,10 ha).

REFERÊNCIAS

- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista -Guamiranga-PR. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 08, n. 21, p. 46-58, jun. 2007.
- ATAÍDE, L. C. P., RODRIGUES, R. S. S., PESSOA, F. C. L. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tauá, nordeste paraense. **Rev. Brasileira de Gestão Ambiental**, 11(1), 130-138. 2017.
- BARRETO, K, T. Dinâmica pedogeomorfológica na formação furnas - bacia do rio verde/ponta grossa - pr. 2016. 109 f. **Dissertação (Mestrado em Gestão do Território : Sociedade e Natureza)** - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2016.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.
- BLACK, P.E. Watershed hydrology. 2ed. Chelsea: **Ann Arbor Press**, 1996. 449p.
- CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B.; **Hidrologia – Cap. 3: Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3- BH.pdf> Acessado em: 10 de abril de 2022.
- CARVALHO, R. G. de. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n.36, Volume Especial, p. 26-43, 2014
- CRUZ, G. C. F. ; LOMBARDO M. A. **Clima urbano em Ponta Grossa-PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira**. 2009.
- HORTON, R. E. “Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology”. **Geol Soe. Am. Bull.**, pp. 275-370. 1945.
- MAACK, R. Os sistemas hidrográficos do Estado do Paraná. **Geografia física do Estado do Paraná**, v. 3, p. 304-323, 2002.
- MELLO, C.R. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. ed. UFLA, 2013.
- NASCIMENTO, V. B.; WERLANG, M. K.; FACCO, R. Caracterização física da bacia hidrográfica do Arroio Cadena/Santa Maria-RS, **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3,n.4, p. 715-727, jun. 2012.
- OLIVEIRA, P. T. S. DE; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Morphometric characterization of watershed through SRTM data. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 819-825, 2010.
- PAROLIN M; VOLKMER R.; LEANDRINI, J. A. **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010.

PISSARA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 297-305, mar./abr. 2004.

PITT, E. Inserção dos fragmentos de cerrado na paisagem dos campos gerais do paraná. 2010. 107 f. **Dissertação (Mestrado em Gestão do Território : Sociedade e Natureza)** - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2010.

PONTES, H. S. Espacialização de feições cársticas da formação furnas: ferramenta para gestão do território no município de ponta grossa (pr). 2014. 165 f. **Dissertação (Mestrado em Gestão do Território : Sociedade e Natureza)** - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2014.

RAIOL, L.L. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Caripi, Zona Costeira Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 5, p. 2354-2370, 2022.

RAJANO, S. R. R. S. *et al.* Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica. Subsídio à Gestão Territorial Estudo de caso no Alto e Médio Mamanguape. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Campinas, SP: Embrapa Gestão Territorial, v. 1, p. 1-34, 2012.

RODRIGUES, V. A. Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrográfica. In: **workshop em manejo de microbacias hidrográficas**, 8., 2004, Botucatu. Anais... Botucatu: UNESP, 2004. p. 7-18.

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas** (Tomo 1 – “Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas”). Fortaleza – CE: Editora UFC, 2011. P. 28-29.

SANTOS, H.J. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. rev. e ampl. Brasília DF: EMBRAPA 2018.

SILVA, A. F., & FARIAS, C. W. L. A. (2021). Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Mundaú utilizando o modelo SWAT. **Revista Semiárido De Visu**, 9(2), 76-86. 2021.

SOARES, S. L.; LOPES, W.G.R.; CASTRO, A. C. L.; ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, p. 82-100, 2016.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, p. 1117-1142. 1952.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

VIOLA, M. R.. Fundamentos de Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas. **Lavras**, 2020. 200p.

WENZEL, D. Características fisiográficas de sub-bacias do médio e alto Rio Teles Pires-MT. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 2, p. 123-131, 201.

CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DA ONÇA, PONTA GROSSA – PARANÁ

RESUMO

A Microbacia do Lajeado da Onça foi selecionada para este estudo por se tratar de uma área piloto experimental do projeto piloto intitulado “Monitoramento hidrossedimentológico em encosta e microbacia hidrográfica no Alto do Rio Tibagi”, vinculado a Rede Paranaense de Agropesquisa e Formação Aplicada. Este capítulo teve como objetivo caracterizar os solos da BHLO. As avaliações morfológicas dos perfis e as coletas de amostras de solo para a determinação dos atributos físicos e químicos para fins de mapeamento foram realizadas em malha regular de 140 metros. Levantaram-se 35 perfis de solos na bacia, sendo encontrados quatro classes de solos na Microbacia: Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho Amarelos e Latossolos Amarelo localizados nas regiões mais planas, Cambissolos Háplicos nas rampas, Gleissolos Melânicos em regiões de baixadas e acúmulo de água e Neossolo Litólico. A textura dos solos da região é espacializada da seguinte forma: Solos de textura franco argilo arenosa concentram-se na porção Sul, Sudoeste e Sudeste da microbacia, coincidindo com as regiões de maiores altitudes e franco arenosa localizam-se nas Regiões Norte e Nordeste da bacia, coincidindo com as regiões de menores altitudes.

PALAVRAS-CHAVE: Levantamento de solos, Planalto de Ponta Grossa, Campos Gerais.

CHAPTER 2- CHARACTERIZATION OF SOILS IN THE LAJEADO DA ONÇA MICROBASIN, PONTA GROSSA – PARANÁ

ABSTRACT

The Lajeado da Onça Microbasin was selected for this study because it is an experimental pilot area of the pilot project entitled “Hydrosedimentological monitoring on slopes and hydrographic microbasin in the Upper Tibagi River”, linked to the Paraná Network of Agricultural Research and Applied Training. This chapter aimed to characterize the BHLO soils. The morphological evaluations of the profiles and the collection of soil samples to determine the physical and chemical attributes for mapping purposes were carried out on a regular 140 meter grid. 35 soil profiles were surveyed in the basin, with four classes of soil being found in the Microbasin: Red Oxisols, Red Yellow Oxisols and Yellow Oxisols located in the flatter regions, Haplic Cambisols in the slopes, Melanic Gleisols in lowland regions with water accumulation and Litholic Neosol. The texture of the region's soils is specialized as follows: Soils with a sandy clay loam texture are concentrated in the South, Southwest and Southeast portions of the microbasin, coinciding with the regions of higher altitudes and sandy loam are located in the North and Northeast of the basin, coinciding with the lower altitude regions.

KEYWORDS: Soil survey, Ponta Grossa Plateau, Campos Gerais.

2.1 INTRODUÇÃO

O levantamento de solos é considerado um prognóstico da distribuição geográfica dos tipos de solos, determinados por um conjunto de propriedades que são observados na natureza (EMBRAPA, 2006). Os parâmetros utilizados para um levantamento dizem respeito aos aspectos do meio físico da região, características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, buscando a caracterização e classificação (IBGE, 2007).

Segundo Demattê (2017), os levantamentos pedológicos possuem objetivos variados, partindo desde a geração de conhecimentos sobre o solo de uma região, até o planejamento de uso da terra em diferentes níveis, desde bacias hidrográficas até propriedades. Na prática, a definição dos tipos de uso e formas de exploração das terras é realizada de modo empírico pelos agricultores, sem levar em consideração o potencial dos solos estabelecido por critérios técnicos (LEPSCH, 2002).

Em estudos hidrológicos, a adoção da bacia hidrológica como unidade de pesquisa e planejamento é justificada por ser uma das formas mais eficazes de relacionar os fatores naturais e/ou ambientais (solo) com as ações antrópicas (como a utilização do solo) (TORRES *et al.*, 2010). Neste sentido, o conhecimento das características dos solos de uma bacia hidrográfica possui grande importância, uma vez que esse possui estreita relação com os processos hidrológicos, como a infiltração, escoamento superficial, umidade do solo, etc. (LIMA 1986; ROSTAGNO, 1999). Desta forma, o levantamento, caracterização e espacialização dos solos são etapas consideradas obrigatórias em qualquer estudo ambiental e, especialmente, os voltados em bacia hidrográficas (GUIMARÃES, 2000; PINTO, 2005).

Porém, mesmo com conhecida influência dos tipos de solos nas características hidrológicas, ainda persiste a carência de informações detalhadas sobre os solos brasileiros. Atualmente, o País dispõe apenas de levantamentos de solo de caráter geral, com mapas de pequena escala, sendo que menos de 5% do território nacional conta com mapas de solos em escalas bastante detalhadas, ou seja, de 1:100.000 ou maior. No Paraná, um dos principais estudos geomorfológicos é o Mapeamento Geomorfológico do Paraná na escala 1:250.000 de Santos *et al.* (2006). Essa lacuna de estudos voltados a espacialização dos solos, principalmente de forma local (propriedades e bacia hidrográficas), podem acarretar em danos, algumas vezes irreversíveis, ao meio ambiente, uma vez que ações de planejamento ambiental podem não ser efetivas.

Diante o exposto, o objetivo deste capítulo foi realizar a caracterização dos solos encontrados na microbacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa, Paraná. Este levantamento

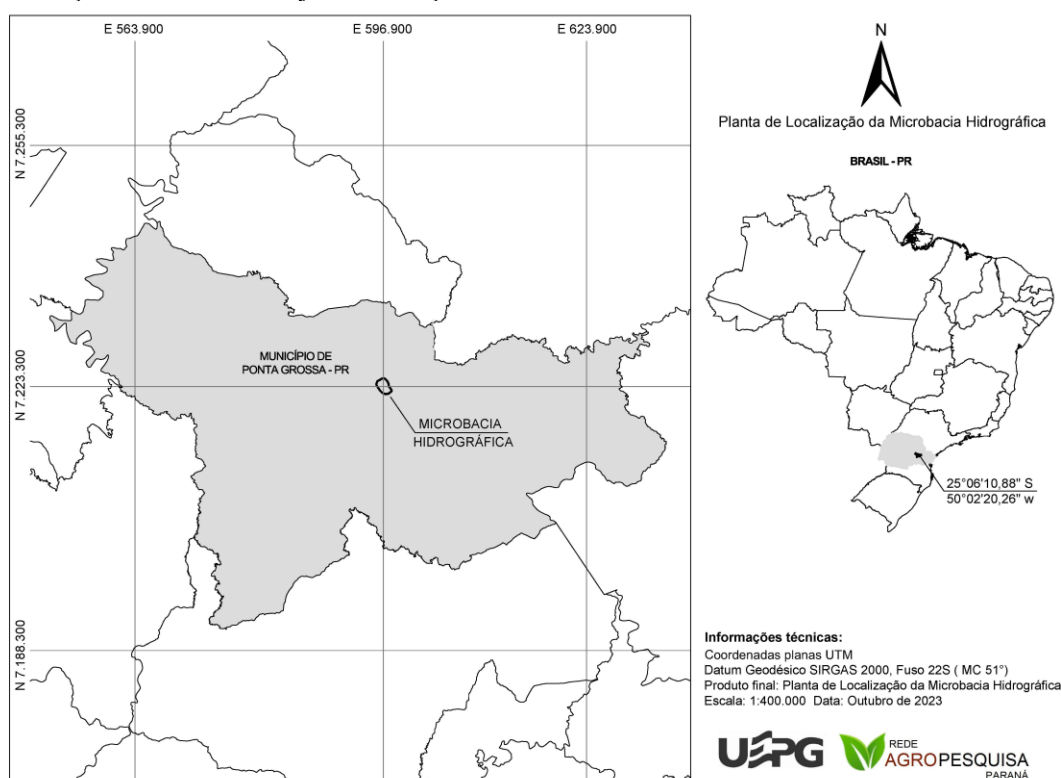
contribui para o entendimento do funcionamento da bacia, colaborando com o planejamento conservacionista do uso do solo e servindo como subsídio para trabalhos desenvolvidos em escala local.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Descrição da Área

A microbacia do Lajeado da Onça está situada no município de Ponta Grossa, região Centro Oriental do Estado do Paraná ($25^{\circ} 05' 52,95''$ S, $50^{\circ} 02' 37,60''$ W, e $25^{\circ} 06' 26,50''$ S, $50^{\circ} 02' 1,24''$ W - Datum geodésico SIRGAS 2000), em região com altitude média de 1.015 metros, e possui uma área aproximada de 67,83 ha (Figura 7).

Figura 7 - Localização da microbacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa-Paraná.

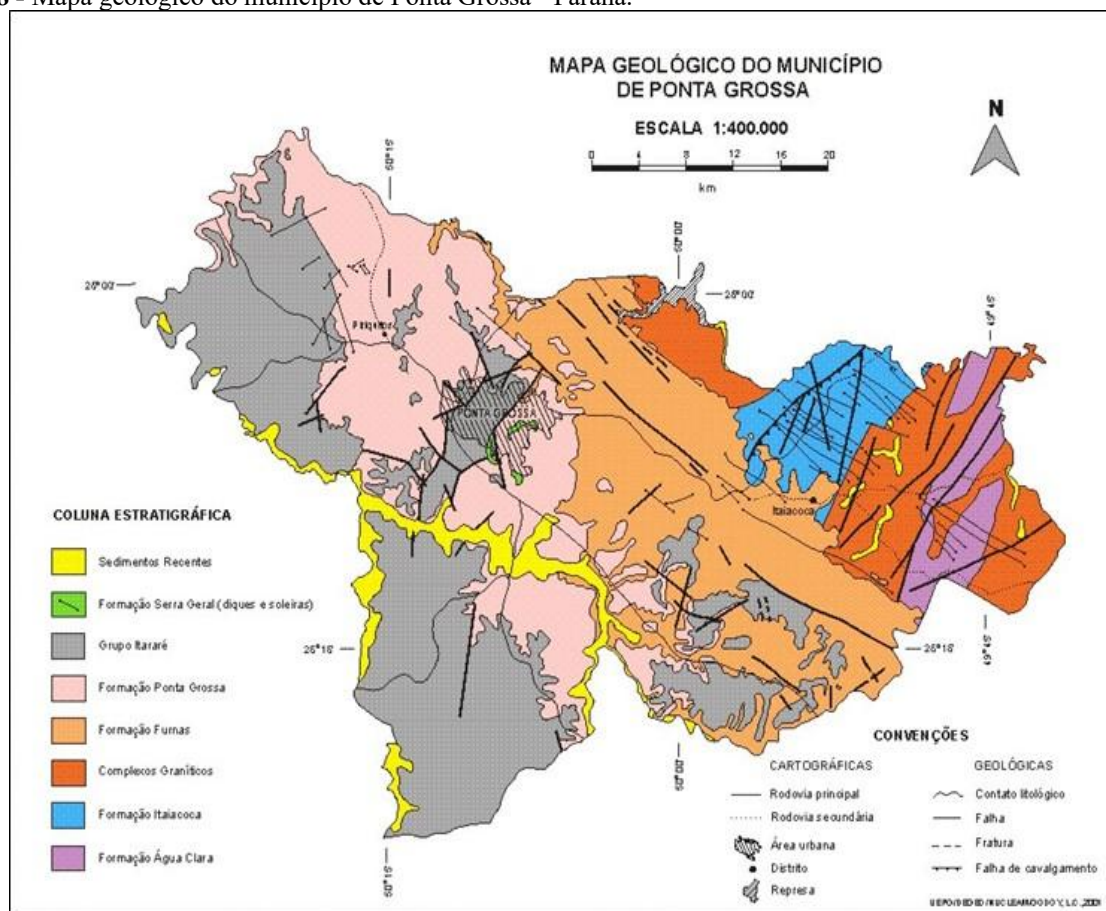


O clima do município segundo a classificação de Köppen e estudos de Dantas, Carvalho e Ferreira (2007) é do tipo Cfb, subtropical úmido com inverno seco, com temperatura média anual de 19,9 °C e precipitação média anual de 1.486 mm concentrada entre os meses de outubro e março.

A bacia pertence a subunidade morfoescultural do Planalto de Ponta Grossa (MINEROPAR, 2006), caracterizada pelo processo de dissecação, com o predomínio de topos aplainados e alongados; vertentes retilíneas e convexas e vales semiabertos. Os segmentos retilíneos da drenagem resultam do controle estrutural, sendo quase sempre fortemente encaixados (MINEROPAR, 2006).

Em relação à Geologia (Figura 8), a bacia se estende sobre o material do Grupo Paraná: tendo na base a Formações Furnas e Ponta Grossa (MINEROPAR, 2005). A Formação Furnas é representada por rochas sedimentares, formada por arenitos finos, médios a muito grossos, feldspáticos e ou caulíníticos, quartzosos de coloração esbranquiçada, com estratificação cruzada, ocorrendo níveis conglomeráticos (ASSINE, 1999). Essa Formação é considerada importante área de reserva hídrica, porém com grande risco de contaminação que aumenta com o uso de agrotóxicos e lançamento de efluentes (MELO, 2009).

Figura 8 - Mapa geológico do município de Ponta Grossa - Paraná.



Fonte: Instituto de Água e Terras (IAT).

A Formação Ponta Grossa é composta por folhelhos acinzentados com laminação plano-paralela. Nos níveis siltico/arenosos ocorre estratificação cruzada cavalgante e micro-

hummocky. Os folhelhos laminados ricos em fósfil são sugestivos de ambiente marinho raso de plataforma, com influência da ação de tempestades (MINEROPAR, 2006).

A Formação Furnas é constituída por quartzarenitos esbranquiçados classificados de finos a grossos, feldpáticos e caulíníticos, com estratificação cruzada plana e a base de forma tangencial ou acanalada (MELO, 2003; LOBATO, 2004). Segundo Bergamaschi (1992) e Assine *et al.* (1994), esses materiais são originados da acumulação de sedimentos em ambientes marinhos e deltaicos (delta de rios).

A Formação Ponta Grossa é constituída por folhelhos, lamitos e arenitos muito finos a finos, apresentando variação de cores (MONTIBELLER *et al.*, 2016), com espessura de quase 600 metros. A deposição dos sedimentos ocorreu em ambiente de plataforma marinha, evidenciado pelos fósseis encontrados na região, durante todo o período Devoniano.

A vegetação primitiva dominante é representada pela Floresta Tropical Semidecídua Estacional Montana (CARVALHO; SCOLFORO, 2008). Em termos de fase de levantamento pedológico (SANTOS *et al.*, 2015a) se enquadra como Floresta Tropical Subperenifólia.

2.2.2 Materiais Cartográficos Básicos

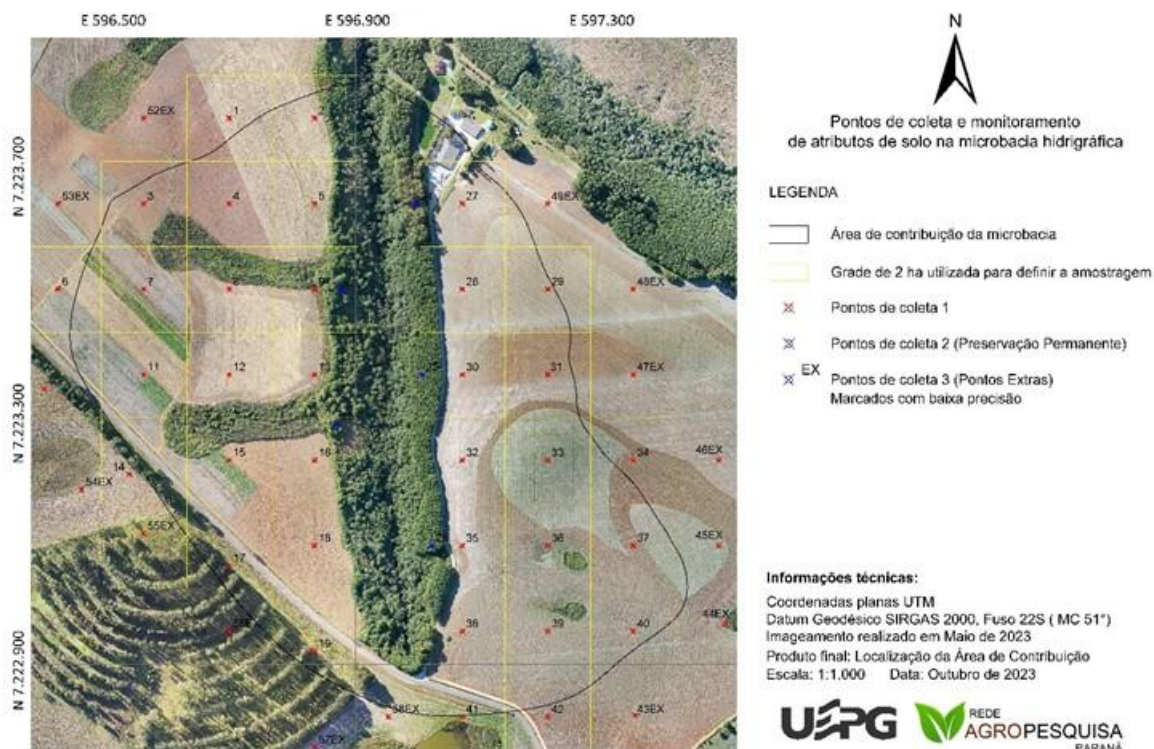
Os dados de hipsometria foram obtidos a partir do processamento das curvas de nível do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), com distância entre as curvas de nível de 5,0 metros e escala 1:1.000. A partir dessas curvas foi gerado o modelo digital de elevação (MDE) com resolução espacial de 2,0 metros para toda a microbacia, pela ferramenta *Topo to Raster* do sistema de informações geográficas do *software* ArcGIS 10.2 (ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2010). O mapa de classes de relevo foi gerado pela ferramenta *Slope*, do ArcGIS 10.2, a partir do MDE, sendo as classes estratificadas de acordo com Santos *et al.* (2015).

2.2.3 Análises Morfológicas dos Solos

A área da microbacia foi percorrida para observações, descrições morfológicas, conforme Santos *et al.* (2015a), estudos das relações solo-material de origem-paisagem, amostragens e classificação dos solos no campo. As cores foram caracterizadas com auxílio da carta de cores de Munssel (Sistema Mussel de Cores), de acordo com Santos *et al.*, 2018.

Foram selecionados, morfologicamente descritos e amostrados 33 perfis de solos representativos, distribuídos em esquema de grade regular de 2,0 ha na área da microbacia, com as devidas checagens a campo. Os locais de prospecção estão representados na Figura 9.

Figura 9 - Mapa da grade de pontes de coleta para análise e descrição



Após essa etapa e com o apoio dos dados analíticos de laboratório, os solos foram classificados conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos atualmente em vigor (SANTOS *et al.*, 2018).

2.2.4 Análises Físicas e Químicas dos Solos

A análise granulométrica dos solos foi realizada pelo método de Bouyococs, de acordo com metodologia adaptada de IAC (2009). Esta metodologia consiste na dispersão química, em solução contendo hidróxido de sódio e hexametáfosfato de sódio. Posteriormente é feita a separação da fração areia por peneiramento e fração do silte por sedimentação. A quantificação da fração areia foi realizada pela pesagem após a secagem em estufa (método padrão) e a argila foi determinada pela densidade da suspensão (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

O pH (potencial hidrogeniônico) do solo foi determinado pelo método do eletrodo imerso em suspensão solo: líquido água ou CaCl_2 (Cloreto de Cálcio). A acidez potencial

H+Al (Hidrogênio + Alumínio) foi obtida através do pH em solução tamponada SMP adicionada a amostra de solo.

O teor de Al trocável foi mensurado por meio da extração com solução KCl (Cloreto de Potássio) e determinação por titulação com solução diluída de NaOH (Hidróxido de Sódio). Os teores de P (Fósforo) extraível e K (Potássio) trocável foram determinados utilizando o método do extrator duplo ácido (Mehlich⁻¹), com leituras dos teores de potássio feitos em fotômetro de chama e as de fósforo em espectrofotômetro, utilizando curvas de calibração adequadas. Os teores de Ca (Cálcio) e Mg (Magnésio) foram determinados por extração em KCl com posterior titulação com EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) para cálculo. Os teores de CO (carbono orgânico) foram determinados por titulometria, utilizando o método de Walkley-Black, que tem o princípio a utilização de dicromato para oxidação dos compostos orgânicos do solo em meio ácido (RUFINO *et al.*, 2022).

2.2.5 Classificação dos Solos

A partir dos resultados das análises químicas, físicas e as descrições realizadas em campo, foram realizadas as classificações dos solos da microbracia, seguindo a chave de classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018).

2.2.6 Elaboração de Mapas

A partir do processo de interpolação por meio de krigagem, tendo sido previamente feito o ajuste do semivariograma, as proporções de areia e argila foram espacializadas. Para tanto, foi utilizado o software QGIS versão 3.28.5 e o plugin Smart-Map versão 1.2. A base para regionalização foi feita por meio das metodologias FPI (fuzziness perfomace index) e NCE (normalised classification entropy index).

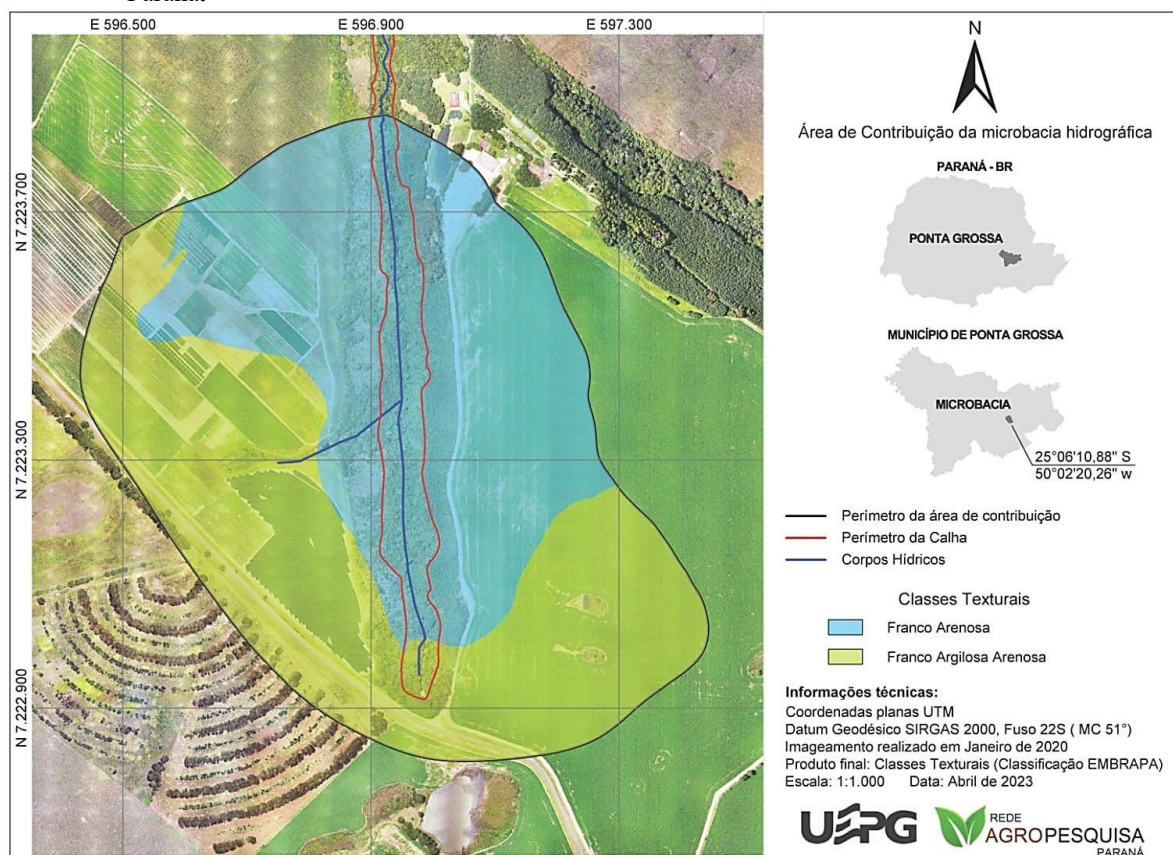
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Atributos Morfológicos

As classes texturais do solo (Figura 10) da área da microbacia observa-se que a classes texturais predominantes são a Franco-Arenosa e Franco-Argilo-Arenosa. Próximo ao curso do rio a textura Franco-Arenosa tem maior abrangência, ou seja, locais com relevo ondulado (8 -

20%), forte ondulado (20 - 45%) e montanhoso (45 - 75%). Por outro lado, a textura Franco-Argilo-Arenosa ocorre em regiões com relevo plano (0 - 3%) e suave ondulado (3 - 8%).

Figura 10 - Mapa das classes texturais dos solos na microbacia hidrográfica Lajeado da Onça, Ponta Grossa, Paraná.



A granulometria dos solos da microbacia é dependente dos materiais de origem da região, predominando a formação Ponta Grossa e Furnas. A formação Furnas tem predominante constituição de arenitos médios a grossos de coloração clara, em geral homogêneos, com grãos angulosos a subangulosos cimentados por caulinita e ilita (ASSINE, 1999). A formação Ponta Grossa, a seção onde se encontra a microbacia (município de Ponta Grossa – PR), possui constituição de folhelhos argilosos, siltsos e arenosos com arenitos finos a muito finos (MONTIBELLER *et al.*, 2017).

As áreas com classe de textura Franco–Arenosa possuem maior composição da fração areia (partículas de maior tamanho), isto influencia em uma baixa capacidade de retenção como também uma maior taxa de drenagem. Entretanto, as áreas com textura Franco-Argilosa-Arenosa possuem maior teor da fração argila (partícula de menor tamanho), a qual influencia em uma maior capacidade de retenção de água pela maior área de superfície específica e, baixa taxa de drenagem (NETO, *et al.*, 2019; Brady; Weil, 2009).

Para fins de representação, na Tabela 5 é apresentado um resumo dos atributos físicos e químicos que foram medidos e calculados para cada ponto.

Tabela 5 - Atributos morfológicos, químicos e físicos dos pontos de coleta na microbacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa-Paraná.

Horizonte	Espessura	Cor	pH	M.O.	CTC	V	Areia	Silte	Argila	Declividade
	cm	Mussel	H ₂ O	g Kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	%		g Kg ⁻¹		%
Ponto 2 – LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	40	5YR 4/4	4,87	8,06	8,11	25,72	850,6	24,3	125,1	7
B	50		4,47	6,48	7,72	15,93	759,4	35,0	205,5	
Ponto 3 – CAMBISSOLO Háplico Tb Distrófico										
A	40	5YR 3/4	4,65	16,01	13,66	21,16	725,1	45,8	229,1	4
B	60		4,9	11,95	10,94	26,91	660,3	58,6	281,1	
Ponto 4 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico										
A	40	2.5 YR 3/6	5,67	10,15	8,95	41,59	697,5	47,2	255,2	3
B	50		6,17	9,00	7,34	43,87	659,9	28,9	311,2	
Ponto 5 – LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	30	5 YR 4/4	5,18	10,87	10,07	25,74	792,0	29,8	178,3	10
B	70		4,64	5,29	7,32	14,63	750,5	47,5	202,0	
Ponto 6 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico										
A	40	7.5 YR 4/4	3,93	12,95	14,70	6,33	732,4	58,3	209,3	3
B	80		5,07	5,76	8,81	28,98	739,1	49,6	211,3	
Ponto 7- LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	30	5 YR 4/6	6,42	14,18	10,03	69,71	779,4	63,0	157,7	5
AB	15		5,42	11,52	8,74	27,34	750,6	61,9	187,5	
BA	15		5,14	6,23	8,49	21,24	699,5	62,0	238,5	
B	50		4,76	6,08	8,46	16,10	696,9	48,0	255,1	
Ponto 8 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	30	5 YR 3/4	4,03	12,13	14,32	21,38	727,8	36,7	235,5	8
B	60		3,3	10,51	13,85	7,09	687,5	55,1	257,5	
Ponto 9 – GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico										
A	35	N 6/3	4,94	14,65	11,16	21,71	733,1	63,0	203,9	4
G	20		4,63	4,68	6,58	18,72	720,3	88,2	191,4	
Ponto 11 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico										
A	40	7.5 YR 2/3	5,2	17,46	17,46	20,37	433,5	226,5	340,0	4
AB	30		5,28	17,73	17,73	15,77	434,0	196,0	370,0	
B	30		5,26	13,94	13,94	13,74	429,8	145,2	425,0	
Ponto 12 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	40	5 YR 3/4	4,85	13,79	13,79	15,19	656,7	103,3	240,0	5
B	60		5,2	9,33	9,33	14,05	586,0	124,0	290,0	
Ponto 13 – LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	30	5 YR 4/6	4,4	13,28	15,38	9,81	768,3	77,6	154,1	8
AB	20		4,46	7,02	14,12	7,45	736,8	84,8	178,4	

A	35	2.5 YR 4/6	4,89	11,01	12,00	24,93	727,1	20,0	252,9	2
B	70		4,91	6,91	7,65	20,06	615,0	55,5	329,5	
Ponto 34 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico										
A	40	2.5 YR 4/6	5,28	10,44	9,81	31,35	692,3	29,6	278,1	8
B	60		5,16	7,27	7,43	28,04	631,3	64,6	304,1	
Ponto 35 - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico										
A/G	40	7.5 YR 3/2	4,77	8,96	9,96	10,25	796,4	27,5	176,1	8
Ponto 36 - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico										
A	20	5 YR 4/1	6,48	16,12	12,39	71,34	692,2	79,6	228,2	2
G	30		6,05	5,76	9,12	44,75	650,3	72,4	277,3	
Ponto 37 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	40	5 YR 3/4	5,67	10,80	11,81	36,24	703,0	19,0	278,0	1
B	60		5,55	9,54	7,72	28,01	652,9	43,3	303,8	
Ponto 38 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico										
A	40	5 YR 3/4	5,45	10,26	11,06	29,85	718,4	29,1	252,6	9
B	70		5,01	10,83	10,75	28,90	624,0	45,8	330,3	
Ponto 39 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico										
A	30	7.5 YR 3/4	4,97	14,25	8,76	23,10	704,0	76,0	220,0	8
B	70		4,98	8,87	7,02	11,60	618,2	111,8	270,0	
Ponto 40 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distófico										
A	40	5 YR 4/4	5,26	8,92	11,55	40,36	701,4	42,3	256,3	4
BA	10		5,13	24,90	9,42	27,42	632,8	31,1	336,1	
B	50		5,19	15,73	8,52	24,94	620,9	42,3	336,8	
Ponto 41 - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico										
A	20	10 YR 2/1	5,44	17,50	9,24	51,96	533,0	217,0	250,0	5
G	20		5,22	32,15	10,17	12,79	234,0	619,0	147,0	
Ponto 42 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico										
A	40	2.5 YR 3/6	5,12	21,70	11,79	34,16	360,0	220,0	420,0	6
BA	15		4,99	16,25	10,95	15,31	347,0	143,0	510,0	
B	50		4,95	9,14	6,79	16,40	310,0	80,0	610,0	

2.3.2 Solos Encontrados na Microbacia

Por fim, foram encontrados 4 tipos de solos nos limites da bacia: Latossolos, Cambissolos, Gleissolos e Neossolos.

2.3.2.1 Latossolos

Latossolos são solos que sofreram processos de intemperização de forma intensa. Constituídos principalmente pela fração mineral da fração argila na forma de silicatos e óxidos e hidróxidos de Ferro e Alumínio. Na região, os principais são hematitas, goethitas e gibbsitas (REATTO *et al.*, 2000).

Os Latossolos foram identificados em 65,7% da área (23 pontos) da microbacia, concentrando-se nas regiões com menores declividades, ou seja, em regiões mais planas, variando entre de 0% até 17%. A coloração variou de Vermelho até variações da coloração Brunada, sendo a textura predominante Franco Argilosa. Todos esses solos foram classificados como sendo Distróficos, ou seja, com o V% predominante inferior a 50%.

2.3.2.2 Cambissolos

Os Cambissolos são caracterizados por apresentarem pouca alteração física e química no horizonte subperifical, mas o suficiente para o desenvolvimento de cor e estrutura. São solos que podem ocorrer em locais com grande variação, por exemplo, ambientes fortemente drenados a imperfeitamente drenados, rasos a profundos e com grande variação de cores (REATTO *ET AL.*, SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS, 2013).

Na microbacia foram identificados 6 pontos onde ocorrem Cambissolos, correspondendo a 17,2% do total. A declividade da região desse tipo de solo varia de 4% até 32%. As cores encontradas variam de Bruno Avermelhado até Vermelho amarelado e com a textura predominante sendo Franco arenosa. Majoritariamente, esses solos são distróficos, sendo encontrado apenas um com a característica Eutrófica (V% superior a 50% na maior parte da extensão do perfil).

2.3.2.3 Gleissolos

Os Gleissolos são solos hidromórficos, sendo encontrados nas regiões de depressão na paisagem, com a drenagem variando de imperfeitamente drenados até muito mal drenados. O acúmulo de água torna o ambiente redutor pela falta de oxigênio livre no ambiente, resultando no processo de gleização, o qual consiste na aparição de cores acinzentadas, provenientes da solubilização do ferro. (SANTOS *et al.*, 2022). Foram determinados 5 pontos com Gleissolos, totalizando 14,3%, sendo classificados como GLEISSOLOS MELÂNICOS Tb distróficos e eutrófico. São encontrados em áreas mais baixas do terreno e próximas a áreas com acúmulo de água, favorecendo o processo de gleização.

2.3.2.4 Neossolos

Os Neossolos é o grupamento de solos com pouquíssimo desenvolvimento, sem horizonte B definido. Dessa forma, são solos com reduzida atuação de processos pedogenéticos, apresentando o horizonte A e, logo após, o horizonte C (SANTOS *et al.*, 2018). O Neossolo encontrado na região é caracterizado por um horizonte superficial de pequena profundidade (0,50 m) e logo abaixo, o Horizonte C, sendo classificado como Litólico. Possui cores próximas ao matiz amarelo e com parte no vermelho (7,5YR), tendo alto teor de areia (800 a 760 g Kg⁻¹), ou seja, pequena formação da fração argila, característica de solos em começo de formação. Encontra-se em área com relevo ondulado (15 %), onde foi encontrado fragmentos do material de origem no horizonte mais profundo. (SANTOS *et al.*, 2018; PEDRON *et al.*, 2009).

2.4 CONCLUSÕES

Os solos da microbacia possuem, majoritariamente, duas classificações texturais, a Franco argilosa arenosa, concentrando-se na porção Sul, Sudoeste e Sudeste da microbacia, coincidindo com as regiões de maiores altitudes e a Franco arenosa localizam-se nas regiões Norte e Nordeste da bacia hidrográfica, coincidindo com as regiões de menores altitudes da bacia.

Nos 35 pontos utilizados para a tipificação dos solos da microbacia Lajeado da onça, foram caracterizadas 4 classes de solos: Latossolos, Cambissolos, Gleissolos e Neossolo, dividindo-se da seguinte forma:

- Latossolos (65,7% da área) concentram-se nas porções mais planas da bacia e com maior altitude, sendo distribuído por toda a área da microbacia. As cores variam de Vermelho até Brunadas e com textura predominantemente na classe Franco argilosa;
- Cambissolos (17,2% da área) concentrando-se na porção leste da microbacia. A coloração predominante é classificada como Bruno avermelhadas e com textura Franco arenosa;
- Gleissolos (14,3 da área) localizados nas regiões de baixada e próximos as áreas com acúmulo de água de forma constante (inundadas);
- 1 Neossolo (2,8% da área) caracterizado por um horizonte superficial de pequena profundidade (0,50 m) e logo abaixo, o Horizonte C.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, T.P. **Sistema fluvial ou dominado por maré: estudos de processo de sedimentação e arquitetura deposicional no Canyon do Guartelá, Formação Furnas, Devoniano Inferior, Bacia do Paraná, Brasil.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 2016.
- ASSINE, M. L. Fácies, icnofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da Formação Furnas no flanco sudeste da bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências, São Paulo**, v. 29, n.3, p.357-370, 1999.
- ASSINE, M.L. **Aspectos da estratigrafia das seqüências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil.** Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, São Paulo, 1996.
- BERGAMASCHI, S. Análise sedimentológica da Formação Furnas na faixa de afloramentos do flanco norte do arco estrutural de Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 16, p. 140-140, 1992.
- BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** Bookman Editora, 2009.
- SOUSA, L.A. **Caracterização dos solos da Bacia do Sarandi.** Embrapa Cerrados, 2014.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**: Rio de Janeiro, v. 3, 2013.
- GUIMARÃES, L. T. Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na bacia do Paquequer, município de Teresópolis RJ. 2000. 163 p. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Civil**) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- IPPOLITI R, G; A. Análise digital do terreno: ferramenta na identificação de pedoformas em microbacia na região de " Mar de Morros"(MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 269-276, 2005.
- LOBATO, G.; BORGHI, L. Análise estratigráfica da Formação Furnas (Devoniano Inferior) em afloramentos da borda leste da Bacia do Paraná. Proceedings. **Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, 2005.
- LOBATO, G; BORGHI, L. Análise estratigráfica da Formação Furnas (Devoniano Inferior) em afloramentos da borda leste da Bacia do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS**. 2005.
- MAACK, R. Contribuição à história das explorações geográficas e geológicas do estado do Paraná. In: MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. Curitiba: BADEP, UFPR, 1968.
- MAACK, R. Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. Curitiba, **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 02, p.102-200, 1948.

MAACK, R. Os sistemas hidrográficos do Estado do Paraná. **Geografia física do Estado do Paraná**, v. 3, p. 304-323, 2002.

MELO, M. S; MORO, R. S; GUIMARÃES, G. B. **Os Campos Gerais do Paraná. Patrimônio natural dos Campos Gerais.**

MELO, M.S. **A geologia no plano de manejo do Parque Estadual de Vila Velha**, PR. 2004.

MELO, M.S. Sedimentação quaternária no espaço urbano de Ponta Grossa, PR. **Geociências: Revista Geociências**, v. 22, n. 1, p. 33-42. Disponível em: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/22_1/3.PDF. Acesso em: 25 abr. 2023.

MENEGUZZO, P. M. Evolução do uso da terra na Bacia do Arroio da Ronda (Ponta Grossa - PR) e sua influência nos processos geomorfológicos. 2009. 148 f. Dissertação (**Mestrado em Gestão do Território : Sociedade e Natureza**) - UEPG, Ponta Grossa, 2009.

MILANI, E.J.; MELO, J.H.G.; SOUZA, P.A.; FERNANDES, L.A.; FRANÇA, A.B. Bacia do Paraná.In.: **Cartas Estratigráficas -Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, 2007,p. 265-287.

MINEROPAR - Minerais do Paraná S/A. 2007. Mapa geológico do Estado do Paraná, Folha de Ponta Grossa. SG.22-X-C. Curitiba, **mapa geológico**, escala 1:100.000.

MONTIBELLER, C. C., ZANARDO, A., NAVARRO, G. R. B. Decifrando a proveniência dos folhelhos da formação Ponta Grossa na região de Rio Verde de Mato Grosso e Coxim (MS) através de métodos petrográficos e geoquímicos. **Geologia USP. Série Científica**, 17(1), 41-59. 2017.

MONTIBELLER, C. C.; ZANARDO, A; NAVARRO, G. R. B. Decifrando a proveniência dos folhelhos da formação Ponta Grossa na região de Rio Verde de Mato Grosso e Coxim (MS) através de métodos petrográficos e geoquímicos. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, março, 2017.

MONTIBELLER, C. C.; ZANARDO A.; NAVARRO, G. R. B. Decifrando a proveniência dos folhelhos da formação Ponta Grossa na região de Rio Verde de Mato Grosso e Coxim (MS) através de métodos petrográficos e geoquímicos. **Geologia USP. Série Científica**, v. 17, n. 1, p. 41-59, 2017.

MORAIS, F. Geomorfologia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaú-Palmas-TO. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, v. 1, n. 2, p. 331-351, 2010.

NOWATZKI, A; CORDEIRO SANTOS, L.J. Mapeamento preliminar de solos por pedometria com base em atributos topográficos da bacia hidrográfica do rio pequeno-pr. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 32, p. 185-211, dez. 2014.

NUNES, F. G.; RIBEIRO, N. C.; FIORI, A. P. Propriedades morfométricas e aspectos físicos da bacia hidrográfica do Rio Atuba: Curitiba-Paraná. **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, v. 6, p. 01-10, 2006.

PEDRON, F. Morfologia e classificação taxonômica de Neossolos e saprolitos derivados de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral no Rio Grande no Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 119-128, 2009.

PINTO, L. V. A. *et al.* Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**, v. 11, n. 1, p. 49-60, 2005.

QUEIROZ NETO, J.P. Relações entre as vertentes e os solos: revisão de conceitos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**-v. 12, nº 3, 2011.

REATTO, A. Levantamento semidetalhado dos solos da bacia Rio Jardim-DF escala 1: 50.000. 2000.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992.

RUFINO, D. C. *et al.* Soil carbon stock in agroecosystems and secondary vegetation. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e545111133840, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33840. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33840>. Acesso em: 17 sep. 2023.

SANTOS, F. A.; CRUZ, M. L. B.; MENDES, L. M. S. Vulnerabilidade socioespacial a secas e a inundações na Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (Ceará-Piauí). **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 304-316, 2022.

SANTOS, H. G. *et al.* Sistema brasileiro de classificação de solos. 5 a. Ed. rev. e ampl. EMBRAPA SOLOS, 2018. 356p.

SANTOS, L. J.C.; Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de geomorfologia**, v. 7, n. 2, 2006.

SCHNEIDER, R. L. *et al.* Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 1, p. 41-65. 1974.

TORRES, J. L. R. *et al.* Diagnostico ambiental e análise morfométrica da microbacia do córrego Lanhoso em Uberaba, MG. **Revista Caminhos de Geografia**, v.9, p.1-11, 2008.

VALLADARES, G. S.; HOTT, M.C. The Use of GIS and Digital Elevation Model in Digital Soil Mapping –A Case Study from São Paulo, Brazil. In: Digital Soil Mapping with Limited Data, A.E. Hartemink *et al.* (eds.). **Springer Science+Business Media B.V.** 2008.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I.F.; CASTRO, S.S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. IV, p. 145-192. 2005.

CAPÍTULO 3 – CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRAFICA DO LAJEADO DA ONÇA, PONTA GROSSA, PARANÁ

RESUMO

O objetivo deste capítulo foi avaliar a capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica Lajeado da Onça, localizado no município de Ponta Grossa, Paraná. A bacia possui aproximadamente 67,83 ha, sendo utilizada, majoritariamente, para a produção de grãos. Para a realização deste trabalho, foi utilizado o Sistema de Capacidade de Uso. O mapa digital do uso atual do solo e a superfície interpolada das Classes de capacidade de uso solo foram geradas utilizando ferramentas SIG (Qgis versão 3.28.8) e a algumas de suas extensões, como a QuickMap Services, utilizado para auxiliar na identificação das zonas do uso atual do solo e a extensão SmartMap versão 1.3 (Krigagem ordinária). Constatou-se que na área da bacia, os principais fatores de limitação foram a erosão, observadas em dois graus: laminar e em sulcos e a declividade. Dentre as oito classes do sistema de capacidade de uso, apenas duas (I e V) não foram encontradas na área do estudo, o que demonstra a heterogeneidade da área. As classes II e III foram as mais significativas na bacia hidrográfica, ocupando 69% área. Os resultados da contraposição entre o uso atual e a capacidade de uso das terras demonstrou que 47,5% da área necessita de alterações do uso por conta da sobre utilização, a fim de evitar a degradação física do solo. As áreas com classe VIII e VII necessitam de ajuste quanto ao uso em 100% da sua área, seguido pela classe VI, que necessita de ajuste em 83,35% da área. As classes III e IV necessitam de ajustes ou adoção de técnicas conservacionistas em 69,24% e 30,09%, uma vez que os problemas limitantes geralmente associados a essas áreas são em relação a declividade do terreno.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial de uso das terras, Degradação dos solos, Bacia Hidrográfica do Rio Verde, Conservação de Solos.

CHAPTER 3 – LAND USE CAPACITY OF THE LAJEADO DA ONÇA WATER BASIN, PONTA GROSSA, PARANÁ

ABSTRACT

The objective of this chapter was to evaluate the land use capacity of the Lajeado da Onça watershed, located in the municipality of Ponta Grossa, Paraná. The basin has approximately 67.83 ha, and is mainly used for grain production. To carry out this work, the Use Capacity System was used. The digital map of current land use and the interpolated surface of the Land Use Capacity Classes were generated using GIS tools (Qgis version 3.28.8) and some its extensions, such as QuickMap Services, used to help identify zones of current land use and the SmartMap extension version 1.3 (Ordinary Kriging). It was found that in the basin area, the main limiting factors were erosion, observed in two degrees: laminar and furrows and slope. Among the eight classes of the usability system, only two (I and V) were not found in the study area, which demonstrates the heterogeneity of the area. Classes II and III were the most significant in the river basin, occupying 69% of the area. The results of the comparison between current use and land use capacity demonstrated that 47.5% of the area requires changes in use due to overuse, in order to avoid physical degradation of the soil. Areas with class VIII and VII require adjustment in terms of use in 100% of their area, followed by class VI, which requires adjustment in 83.35% of the area. Classes III and IV require adjustments or adoption of conservation techniques in 69.24% and 30.09%, since the limiting problems generally associated with these areas are in relation to the slope of the land.

KEYWORDS: Land use potencial, Soil degradation, Rio Verde Watershed, Soil Conservation

3.1 INTRODUÇÃO

O uso intensivo do solo sem critérios técnicos e sem considerar os possíveis impactos nos recursos naturais (água e solo) podem gerar grandes danos ao ambiente. Neste sentido, estudos e levantamentos nas áreas que são utilizadas se fazem quase obrigatórios para que a implementação de práticas e/ou manejo sejam adequados na redução da degradação do ambiente (SUZUKI *et al.*, 2021).

Para Cunha *et al.* (2016) para ser possível manter e aprimorar a capacidade produtiva dos solos e desacelerar e/ou evitar a degradação, especialmente em regiões tropicais, é necessário realizar o manejo agrícola considerando as condições definidas pelas variáveis: Clima, relevo, potencialidades do solo e os elementos físicos da paisagem.

Segundo Bertol (2019) o planejamento conservacionista é um dos principais instrumentos para tornar possível uma agricultura que seja sustentável e organizada. O motivo principal desse planejamento, seja no nível de propriedade ou no de microbacia, é definir e direcionar a exploração dos recursos naturais (solo, água e biodiversidade) para que sejam da forma mais sustentável possível.

Para construir o planejamento de forma mais adequado possível é necessário a coleta e manipulação de dados e informações consideradas básicas, que abrangem a caracterização do meio físico e uso atual das terras, verificando a compatibilidade e identificando áreas subutilizadas até áreas com prejuízo potencial (GOMES *et al.*, 1993).

No Brasil, existem duas técnicas principais que permitem determinar o potencial da terra a partir das suas limitações, encontrando o manejo mais adequado para que o meio sustente os impactos gerados (SILVA, 2019). São eles o Sistema de Aptidão da Terra e o Sistema de Capacidade de Uso.

Para a realização deste trabalho, foi escolhido o Sistema de Capacidade de Uso, que se encontra na sua quinta versão (LEPSCH, 2015). Segundo trabalhos desenvolvidos ao longo dos anos, como o de Cacalieri (1998), Brito (2001) e Mendes (2016) e Rocha (2018), a utilização dessa metodologia é a mais adequada para este tipo de estudo, pois é compatível com as informações do solo coletadas e analisadas.

O Sistema de Capacidade de Uso da Terra proposto por Lepsch *et al.* (1983) é uma análise técnica-interpretativa que, baseando-se nas características físicas da área, classifica a utilização do solo em grupos, classes, subclasses e unidades diferentes. Dessa maneira, esse sistema é capaz de apontar as limitações e potencialidades no que diz respeito à utilização das

terras, apontando as práticas conservacionistas possíveis e/ou necessárias ao combate à erosão e a perda de fertilidade (FRANÇA *et al.*, 2019).

O modelo do Sistema de Capacidade de uso das Terras brasileiro foi baseado no sistema dos Estados Unidos (NRCS-USDA), com o início do seu desenvolvimento na década de 1930 até a sua publicação no ano de 1961 por Klingebiel e Montgomery. Este modelo foi desenvolvido para condições específicas de fazendas familiares na região central dos EUA, onde ocorriam sérios problemas relacionados a conservação de solos (FRANÇA *et al.*, 2019).

A metodologia de Capacidade de Uso do solo tem como objetivo estabelecer as bases para o máximo aproveitamento das glebas (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012) e ainda permite prever a adaptabilidade (comportamento e produtividade) dos solos para diferentes usos, como culturas, pastagens e reflorestamento (FASOLO, 1990). Segundo Laudino (2023), a classificação fundiária do sistema de capacidade de uso também possibilita inferir o uso da terra de acordo com o seu potencial, ou seja, uma vez que o uso atual exceda a capacidade natural da terra, é possível propor novos sistemas e/ou manejos adequados e adaptados a essas áreas.

No Brasil, a utilização do Sistema de Capacidade de Uso do Solo desenvolvido por Lepsch (2015) é, principalmente, para o planejamento e adoção de manejos conservacionistas em níveis de propriedades (RAMPIM, 2012) até bacias hidrográficas (CAMPOS *et al.* 2010; SILVA *et al.*, 2019; FLAUZINO *et al.*, 2016), com diferentes dimensões. Segundo Lelis *et al.* (2011), na utilização das bacias hidrográficas como objeto de estudo para o planejamento, torna-se possível integrar os recursos naturais (água, solo, fauna e flora), aumentando a precisão das ações para as possíveis adequações.

Quando as classes do sistema capacidade de uso do solo são definidas em uma região, logo após recomenda-se confrontar com o uso atual e ocupação do solo, possibilitando identificar as áreas em que não são respeitadas as limitações do solo, chamadas de zonas de conflito de uso do solo (AIRES *et al.*, 2017). A identificação dessas áreas é considerada a primeira etapa para a adoção de práticas e manejos com foco na conservação de água e solo, buscando diminuir e/ou excluir os impactos na área (TAVARES *et al.*, 2020).

Diante o exposto, este capítulo tem como objetivos o zoneamento das classes de capacidade de uso, utilizando a metodologia de Lepsch (2015) e determinar as áreas em que são identificados conflito entre a capacidade de uso e o uso atual dentro dos limites da bacia hidrográfica Lajeado da Onça, localizada no município de Ponta Grossa – Paraná.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a definição dos pontos de levantamento de informações e coletas na bacia, foi determinado o centroide de cada polígono da malha regular, com o intuito de dar a máxima representatividade das informações da bacia hidrográfica. Nos 42 pontos pré-determinados pela malha gerada para a bacia (Figura 11), foram levantadas as seguintes informações: o uso atual das terras, a profundidade efetiva do solo, a textura, a permeabilidade aparente do perfil, a declividade local, o grau atual de erosão e o risco de inundação.

Figura 11 - Mapa da microbacia Lajeado da Onça com a grade regular fixa e identificação do centroide (Ponto de coleta).



A sequência realizada para a determinação das classes de cada ponto na bacia foi:

1. Coleta de dados e amostras nos pontos pré-determinados;
2. Transcrição e codificação das informações para o tipo “fórmula mínima”;
3. Utilização do quadro guia para determinação das classes e identificação do fator mais limitante;
4. Determinação da classe e capacidade de uso de cada ponto.

3.2.1 Levantamento do Meio Físico

A fórmula mínima abrange fatores diagnósticos que não são obrigatoriamente causadores de limitações no uso das terras (LEPSCH, 2015), sendo composta pelos elementos:

- Profundidade efetiva do solo: Para Marques (1971), é a espessura máxima do solo em que é possível o desenvolvimento de raízes sem a existência de barreiras e impedimentos físicos, tendo influência também na movimentação e armazenamento de água. Alguns exemplos de barreiras físicas são: rocha consolidada e lençol freático que não pode ser rebaixado por obras mecânicas. Barreiras químicas, como presença de alumínio em teores tóxicos e presença de materiais sulfídricos não são enquadrados nesse item e devem ser descritos nos fatores limitantes.

- Textura das camadas superiores e inferiores do solo: é uma característica considerada fixa ou inalterada pelo manejo adotado na área. Porém, o conhecimento dessa informação é fundamental para compreender o funcionamento das relações do sistema formado pelo solo, água, plantas e atmosfera, uma vez que a textura é condicionante dos atributos do solo como a estrutura, consistência, permeabilidade, retenção de água e trocas iônicas (SANTOS *et al.*, 2013).

- Permeabilidade aparente do solo: É a facilidade com que o ar e água se movimentam na camada ou horizonte do solo. Na fórmula mínima e Capacidade de Uso do solo, pode ser associada à drenagem natural da água (BERTONI *et al.*, 1993). Para Marques (1971), essa característica não é apenas para a classificação pedológica do solo, mas também reúne conceitos da capacidade de escoamento superficial do terreno (associação entre permeabilidade e condutividade hidráulica do solo). Dessa forma, esse fator também pode ser um indicativo de limitação da área para a utilização agrícola.

- Declividade do terreno: É o gradiente da inclinação da superfície do solo a partir da horizontal. É tido como um dos principais condicionadores dos atributos do perfil do solo e, conseqüentemente, da sua capacidade de uso. Também é utilizada como um indicativo da possibilidade da exploração por meio da mecanização

- Grau aparente de erosão: Definido como o desgaste da superfície do terreno pela ação da água, vento, gelo e outros agentes (REICHERT & CABEDA, 1992; BORDAS & SEMMELMANN, 1993). Uma forma de se estimar a erosão é a medição da profundidade do perfil até um horizonte de referência (do topo até o horizonte B) ou a espessura remanescente

do Horizonte A. Na erosão hídrica a especificação pode ser feita como: laminar, sulcos, voçorocas e acumulações e/ou assoreamentos.

- Uso atual das terras: Indica a forma com que a área esta sendo manejada, tornando possível recomendações de melhorias nas formas e práticas de manejo. Nos mapas, o uso atual é representado por uma gama de símbolos pré-definidos.

Segundo Lepsch (1983), ainda existem outros fatores que podem ser considerados limitantes específicos que devem ser especificados na fórmula mínima. Esses fatores podem ser exemplificados pela existência de pedregosidade, baixa fertilidade do solo, áreas susceptíveis a inundação e/ou falta de água. Dessa maneira, faz-se de extrema importância a realização do levantamento do meio físico, que consiste na coleta de dados para alimentar a fórmula mínima e identificar os seus fatores limitantes.

Assim, a estrutura da fórmula mínima para a determinação da capacidade de uso do solo (Lepsch, 2015), é apresentada sendo:

$$\frac{\text{Profundidade efetiva-Textura-Permeabilidade}}{\text{Declividade-Erosão}} - \text{Fatores Limitantes} - \text{Uso atual} \quad (7)$$

É importante deixar explicito que a fórmula mínima não é uma fórmula matemática, apenas uma forma de representar os fatores da área em questão. Dessa forma, os fatores são identificados a partir de símbolos (convenção), que indicam o grau de variação e intensidade (CUNHA *et al.*, 2012).

3.2.2 Avaliação da Capacidade de Uso das terras

O Sistema de Capacidade de Uso é organizado de forma hierárquica, partindo do nível mais generalizado até o mais detalhado, com 5 categorizações: grupos, classes, subclasses e unidades. A fórmula mínima, que foi trabalhada em tópicos anteriores, é a informação base para realizar a classificação da capacidade de uso, visando sempre qual foi o fator (profundidade efetiva do solo, textura, permeabilidade, declividade, erosão e limitador específicos) limitante na área em questão (ATALAY, 2016; LAUDINO, 2023).

Os grupos são as categorias de nível mais elevado, estabelecidos com base na maior ou menor intensidade de uso das terras e ordenados de forma decrescente, pelas letras A, B e C, sendo:

- Grupo A: terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre;
- Grupo B: terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre;
- Grupo C: terras não adequadas para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém apropriadas para proteção da flora e fauna silvestre, recreação ou armazenamento de água.

As classes de capacidade de uso são oito, que, por convenção, são representadas por algarismos romanos, em que a intensidade de uso é decrescente no sentido I-VIII, sendo:

- Classe I: terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação. Quase plana na sua totalidade, dificultando o processo de erosão hídrica. Possui ótima retenção de água e nutrientes. São apropriadas para culturas diversas, sem requerimento de práticas especiais. Esta classe não admite subclasse.

- Classe II: terras cultiváveis com problemas simples de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos. O relevo pode apresentar maiores inclinações, influenciando no escoamento da água e na velocidade de arraste do solo. Esta classe admite as subclasses IIe (erosão), IIs (solo), IIa (água) e IIc (clima).

- Classe III: terras cultiváveis com problemas complexos de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos. As terras dessa classe podem estar sujeitas a encostas mais inclinadas, favorecendo a ação da erosão e problemas associados a drenagem do solo, ou seja, limitantes idênticos ao da classe II, porém mais acentuados. Admite as subclasses IIIe, IIIs, IIIa e IIIc.

- Classe IV: terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação. De modo geral, a terra possui problemas associados a declividade e erosão. É uma área adequada para a produção de pastagens e, dependendo da precipitação na área, para floresta, sendo possíveis cultivos contínuo-regulares quando protegidas adequadamente. Admite-se as subclasses IVe, IVs, IVa, IVc.

- Classe V: Normalmente terras planas e não sujeitas a erosão. Porém ocorrem limitações associadas a umidade, clima ou limitações físicas como afloramentos de rocha. Poucas limitações para o uso como pasto e florestas, sendo inadequadas ao cultivo regular. Admite-se as subclasses Vs, Va, Vc.

- Classe VI: terras adaptadas – em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação – cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo;

- Classe VII: terras adaptadas – em geral somente para pastagens ou reflorestamento – com problemas complexos de conservação;

- Classe VIII: terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, que podem servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

As subclasses da Capacidade de Uso e unidades são relacionadas nas condições específicas (natureza e grau) das limitações que afetam o uso e o manejo das terras (VIEIRA, 1988). Essas são representadas por letras que indicam a natureza da limitação, sendo estes: erosão – representada pela letra **e**, solo – letra **s**, água – letra **a**, clima – letra **c**.

As unidades de capacidade de uso, que também são chamadas de unidades de manejo, são responsáveis por especificar o fator limitante, o que facilita na identificação de quais práticas de manejo devem ser adotadas para contornar o problema encontrado (MENDONÇA, 2006).

O uso atual das terras foi avaliado de forma qualitativa (visual), sendo discriminada ponto a ponto e, posteriormente, transcrita para a forma digital (mapa). A profundidade efetiva do solo foi avaliada em cada ponto demarcado, com o uso de um trado holandês de 1,20 m. A declividade foi determinada ponto a ponto utilizando um clinômetro de bolso.

Para a determinação das classes texturais realizou-se a análise granulométrica do solo (IAC, 2009) nas camadas de 0,0 – 0,10 e 0,10 – 0,20m, e posteriormente realizou-se a classificação de acordo com o guia para grupamento de classes de textura (EMBRAPA, 2018).

O grau de erosão foi identificado por meio de medições da profundidade do perfil até um horizonte de referência (do topo até o horizonte B) ou espessura do Horizonte A. A permeabilidade foi avaliada por meio de uma análise qualitativa, associada à textura do solo (RAMPIM, 2012).

Os dados do meio físico foram transcritos para o sistema de capacidade de uso das terras a partir da identificação dos fatores limitantes, com auxílio de tabela de interpretação (Tabela 6), para compor a fórmula mínima.

Tabela 6 - Quadro guia com os atributos morfológicos (profundidade efetiva, declividade), físicos (textura e drenagem aparente) e grau de erosão para a determinação da capacidade de uso do solo.

FATOR LIMITANTE	CARACTERIZAÇÃO	GRAUS DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO			CLASSES DE CAPACIDADE DE USO							
		DESCRIÇÃO	Quantificação	SÍMBOLO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Profundidade efetiva	Hor. A+B	Muito profundo	> 200 cm	1	x	X	x	x	x	x	x	x

		Profundo	101 - 200 cm	2	x	X	x	x	x	x	x	X
		Mod. Profundo	51 - 100 cm	3		X	x	x	x	x	x	X
		Raso	25 - 50 cm	4				x	x	x	x	X
		Muito raso	< 25 cm	5						x	X	X
Drenagem aparente do perfil	Velocidade de infiltração e percolação	Excessiva	> 50 mm/h	1		X	x	x	x	x	X	X
		Boa	31 - 50 mm/h	2	x		x	x	x	x	X	X
		Moderada	16 - 30 mm/h	3		X	x	x	x	x	X	X
		Pobre	2 - 15 mm/h	4			x	x	x	x	X	X
		Muito pobre	< 2 mm/h	5				x	x	x	X	X
Declividade	Inclinação do terreno	Levemente ondulado	< 3%	A	x	X	x	x	x	x	X	X
		Pouco ondulado	3 - 5%	B		X	x	x		x	X	X
		Ondulado	6 - 12%	C			x	x		x	X	X
		Acidentado	13 - 20%	D				x		x	X	X
		Muito acidentado	21 - 40%	E						x	X	X
		Excessiva acidentado	> 40%	F							X	X
Erosão	Laminar (espessura do solo superficial)	Não aparente	> 25 cm do Hor. A	0	x	X	x	x	x	x	X	X
		Ligeira	15 - 25 cm do Hor. A	1		X	x	x	x	x	X	X
		Moderada	5 - 15 cm do Hor. A	2			x	x		x	X	X
		Severa	Hor. B exposto	3						x	X	X
		Muito severa	Hor. B muito exposto	4							X	X
		Extrem. Severa	Afloramento do C	5								X
	Voçorocas			6								X
	Sulcos (frequência)	Ocasionais	< 30 sulcos/há	7		X	x	x		x	X	X
		Frequentes	> 30 sulcos/há	8			x	x		x	X	X
		Muito frequentes	> 75% da área	9				x		x	X	X
Textura	Laboratório	Muito argiloso	Triângulo textural	1			x	x	x	x	X	X
		Argiloso		2		X	x	x	x	x	X	
		Média		3	x	X	x	x	x	x	X	X
		Siltosa		4					x			
		Arenosa		5						x	x	X
		Solos orgânicos		6				x	x	x	x	X
Risco de inundação		Ocasionais		r1			x	x	x	x	x	X
		Frequentes		r2					x	x	x	X
		Muito frequentes		r3								X

Fonte: Adaptado de RAMPIM (2012).

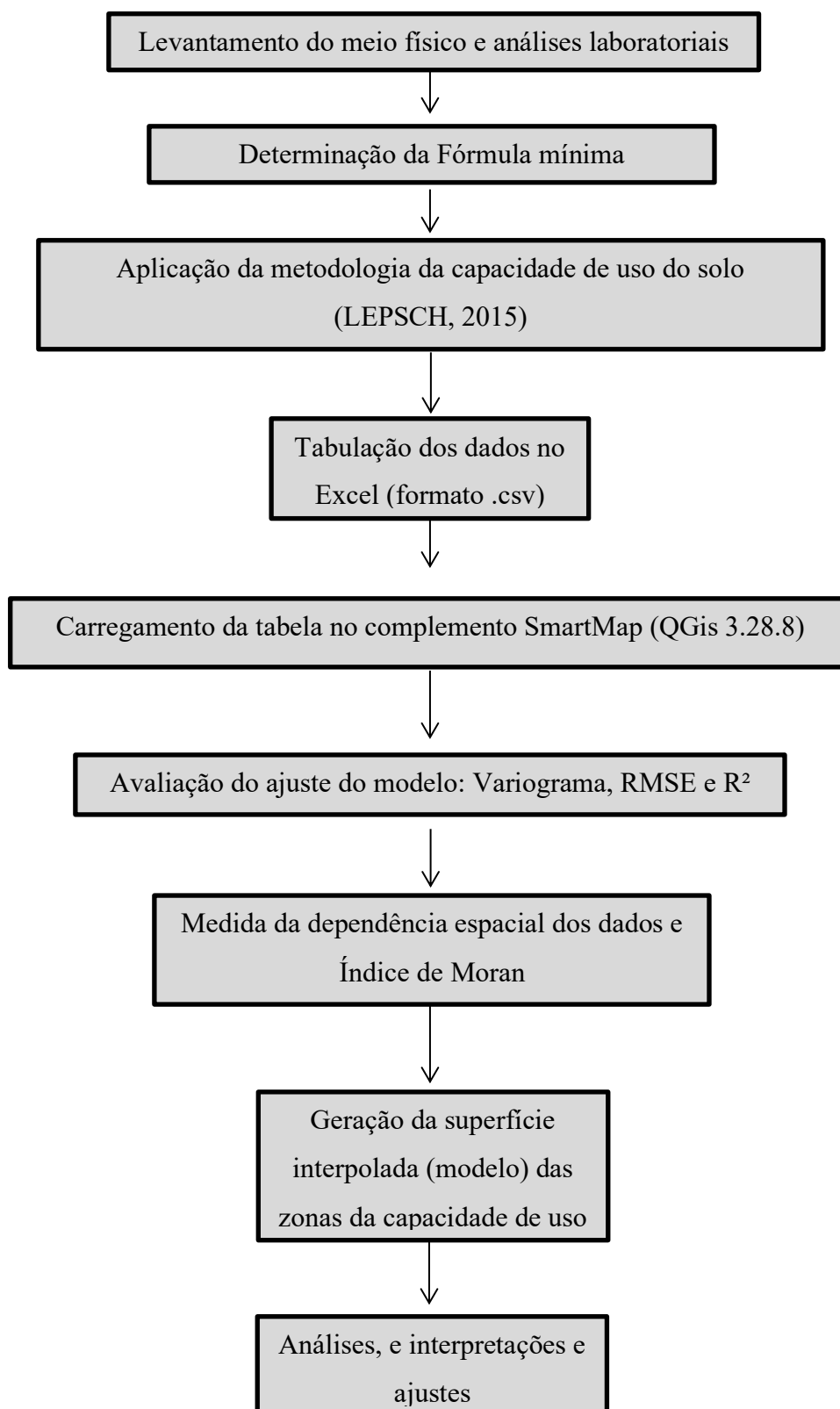
As classes do Sistema de Capacidade de Uso das Terras são baseadas no risco de degradação e/ou limitação de uso das terras, e são divididas em 8, apresentando um crescimento progressivo da classe I a VIII, conforme as limitações (LEPSCH *et al.* 2015).

Após a definição da fórmula mínima de um ponto, utiliza-se o algarismo romano de maior valor para a definição da classe de capacidade de uso, sendo este a característica mais restritiva encontrada. Para a determinação das subclasses e das unidades seguiu-se o esquema de classificação propostos por Peralta (1963), apoud Lepsch (2015).

3.2.3 Mapa de Capacidade de Uso das terras

O mapa digital do uso atual do solo e a superfície interpolada das Classes de capacidade de uso solo foram geradas utilizando ferramentas SIG (Qgis versão 3.28.8) e algumas de suas extensões, como a QuickMap Services, utilizado para auxiliar na identificação das zonas do uso atual do solo e a extensão SmartMap versão 1.3 (PEREIRA *et al.*, 2022). Este complemento utiliza a metodologia Krigagem ordinária para realizar a interpolação de dados, possibilitando a geração de modelos digitais com informações relacionadas aos atributos do solo. A superfície interpolada gerada é um modelo proposto para a delimitação das áreas de cada classe de capacidade de uso na bacia (Figura 12).

Figura 12 - Fluxograma dos processos utilizados para a geração da superfície interpolada (modelo proposto) das zonas da capacidade de uso do solo para a Microbacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa – Paraná.



3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Classificação das Terras Quanto à Capacidade de Uso

As definições das fórmulas mínimas, classes, subclasses e unidades do sistema de capacidade de uso são apresentadas na Tabela 9. A bacia hidrográfica Ribeirão da Onça apresentou 6 das 8 classes do SCU, evidenciando a heterogeneidade da região e a importância do levantamento do meio físico para o planejamento na área.

Tabela 7 - Resumo do levantamento do meio físico, Fórmula Mínima e Classe, Subclasse e Unidade da Capacidade de Uso do Solo.

Ponto	Uso atual	Cultura	Fórmula Mínima	Classe	Subclasse	Unidade
1	Lavoura	Milho	$\frac{(3) II - (3) I}{(3) I - (3) II} + \text{Lam PD}$ (C) III - (2) III	III	E	1/5
2	Lavoura	Milho	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{Lam PD}$ (C) III - (0) I	III	E	1
3	Lavoura	Soja	$\frac{(3) II - (3) I}{(3) I - (3) I} + \text{Las PD}$ (A) I - (1) II	II	s/e	¼
4	Lavoura	Feijão	$\frac{(3) II - (3) I}{(3) I - (3) I} + \text{La PD} - \text{CR}$ (C) III - (1) II	III	E	½
5	Lavoura	Milho	$\frac{(3) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{Lam PD} - \text{CR}$ (C) III - (1) II	III	E	½
6	Lavoura	Soja	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{Las PD}$ (A) I - (1) II	II	E	4
7	Lavoura	Soja	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{Las PD}$ (B) II - (1) II	II	E	¼
8	L3voura	Milho	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{Lam PD}$ (B) II - (1) II	II	E	¼
9	Lavoura	Milho	$\frac{(4) IV - (3) I}{(3) I - (4) III} + \text{Lam} - r3 \text{ (VIII)} - \text{CR}$ (C) III - (1) II	VIII	A	2
11	Lavoura	Soja	$\frac{(2) I - (2) II}{(3) I - (2) I} + \text{Las PD}$ (B) II - (0) I	II	S	12/1
12	Lavoura	Milho	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{Lam PD} - \text{CR}$ (C) III - (1) II	III	E	1
13	Lavoura/ Mata	Soja	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{Las} / \text{Lp} - r3 \text{ (VIII)} - \text{CR}$ (C) III - (1) II	VIII	A	1
15	Lavoura	Feijão	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{La PD}$ (B) II - (1) II	II	E	¼
16	Lavoura	Feijão	$\frac{(2) I - (3) I}{(3) I - (2) I} + \text{La PD} - \text{CR}$ (C) III - (1) II	III	E	½

17	Mata	eucalipto	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Ve (B) II – (0) I	II	E	1
18	Lavoura	Feijão	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + La PD (B) II – (0) I	II	E	1
19	Mata	eucalipto	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (3) II</u> + Ve (A) I – (0) I	II	e,s	1/9
21	Mata	Nativa	<u>(4) IV – (3) I / (5) VI – (5) VI</u> + Lp - hi (F) VII - (3) VI	VII	E	1
22	Mata	Nativa	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (4) III</u> + Lp (C) III - (1) II	III	E	1/9
24	Mata	Pinus	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (4) III</u> + Vp (D) IV – (2) III	IV	E	1
25	Mata	Pinus	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (3) III</u> + Vp (D) IV - (1) II	IV	s/e	1/1
26	Mata	Pinus	<u>(4) VI – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Vp (C) III – (1) II	VI	S	1
27	Lavoura	Soja	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (3) II</u> + Las PD (C) III – (1) II	III	E	1
28	Lavoura	Soja	<u>(4) VI – (3) I / (3) I – (4) III</u> + Las PD (C) III - (1) II	VI	S	1
29	Lavoura	Soja	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD (B) II – (0) I	II	E	1
30	Lavoura	Soja	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD (C) III - (1) II	III	E	1
31	Lavoura	Soja	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD (C) III – (1) II	III	E	1
32	Lavoura	Soja	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (3) II</u> + Las PD (D) IV - (1) II	VI	E	1
33	Lavoura	Soja	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD (C) III – (0) I	III	E	1
34	Lavoura	Soja	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD (C) III – (0) I	III	E	1
35	Lavoura	Soja	<u>(5) VI – (3) I / (3) I – (4) III</u> + Las PD (D) IV - (2) III	VI	E	1
36	Lavoura	Soja	<u>(3) II – (3) I / (3) I – (4) III</u> + Las PD – (r3) VIII (C) III – (1) II	VIII	A	2
37	Lavoura	Soja	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD – (C) III – (0) I	III	E	1
38	Lavoura	Soja	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD (C) III - (0) I	III	E	1
39	Lavoura	Soja	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD – (r3) VIII (C) III - (0) I	VIII	A	2
40	Lavoura	Soja	<u>(2) I – (3) I / (3) I – (2) I</u> + Las PD (C) III- (0) I	III	E	1

41	Lavoura	Soja	$\frac{(3) II - (3) I}{(3) I - (5) IV} + \text{Las PD}$ (A) I – (1) II	IV	E	9
42	Lavoura	Soja	$\frac{(2) I - (2) II}{(2) II - (2) I} + \text{Las PD}$ (C) III – (1) II	III	E	1

Fonte: Lepsch, 2015.

Dos 38 pontos amostrados, 26 são das classes II e III, que correspondem a aproximadamente 69% da área de estudo, isso significa que grande parte da área está apta para o cultivo de lavouras desde que apresente práticas simples e/ou complexas de conservação. As classes VI e VIII, que são as classes mais restritivas encontradas na área, foram detectadas em 8 pontos, somando 21% da área.

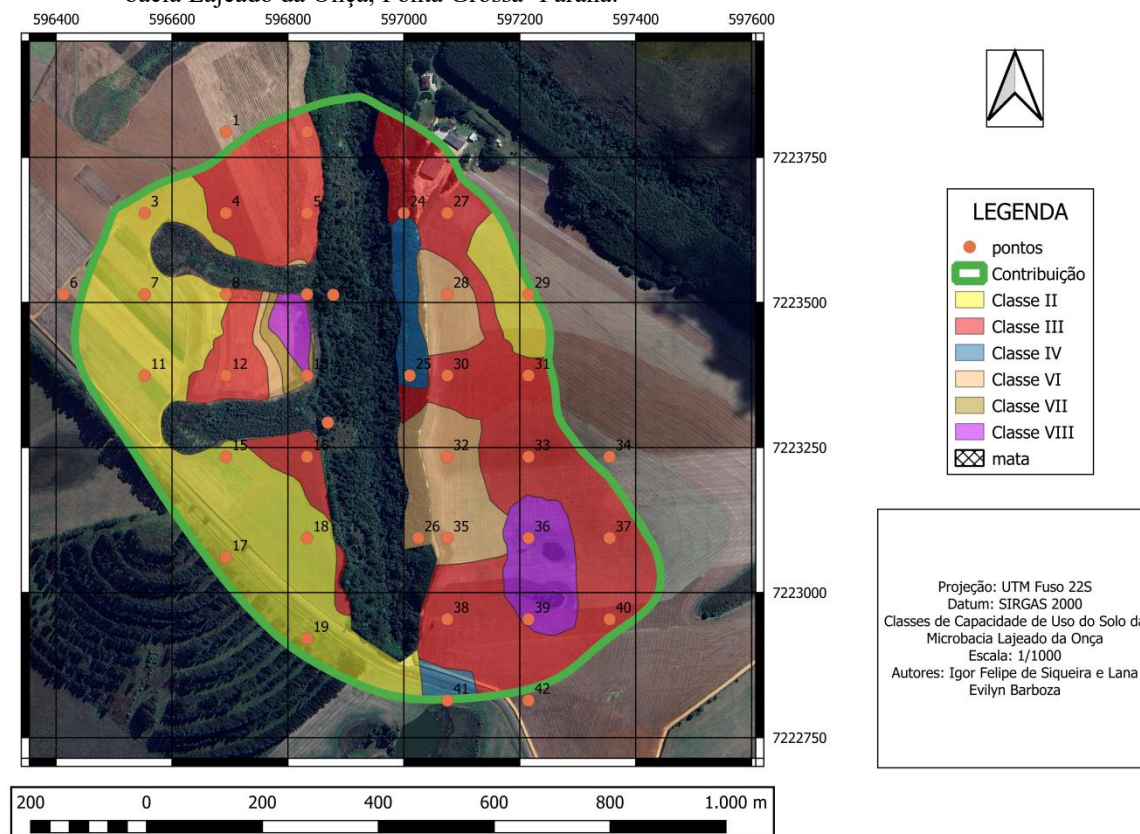
Também foram observadas as classes IV em 3 pontos e VII apenas 1, totalizando 10% da área. a classe IV é a última que pode ser empregada para cultivo de lavouras, mas de forma ocasional e com práticas intensivas de conservação do solo. A classe VII apresenta elevada restrição quanto ao uso, podendo ser utilizada para reflorestamento ou para o cultivo de pastagens.

Os principais fatores de limitação foram a erosão, que se fez presente em 32 pontos, observadas em dois graus: laminar e em sulcos (representadas, pelas unidades 4 e 5, respectivamente) e a declividade (unidade 1), ocorrendo em 87,5% dos pontos e está relacionada ao declive acentuado, que favorece a degradação física do solo por contribuir com o processo de erosão hídrica e evidencia a necessidade de práticas conservacionistas na área.

3.3.2 Mapa de Classes de Capacidade de Uso das Terras

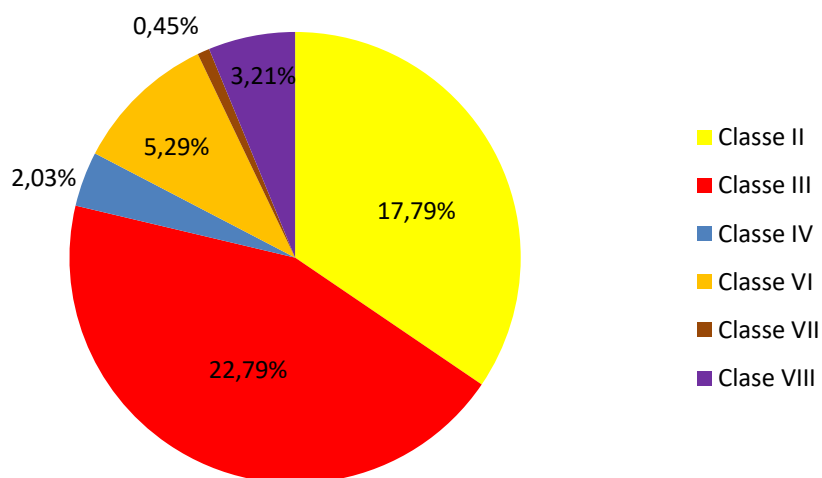
A figura a seguir (Figura 13) é a superfície interpolada gerada a partir dos fatores que possuem maior limitação de cada ponto analisado na área da bacia hidrográfica.

Figura 13 - Modelo interpolado para a delimitação das zonas das classes de capacidade de uso das terras para a bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa- Paraná.



A área de preservação permanente (APP) está isolada na Figura 13, uma vez que a legislação se sobrepõe ao sistema de capacidade de uso. Esta totaliza 16,24 ha ou 25% do território. Pode-se notar que as classes II e III ocupam as maiores áreas, sendo 17,79 e 22,80 ha, respectivamente (Figura 14). Em seguida vem à classe VI que se encontra ao lado direito da APP com 5,30 ha. As classes IV e VIII, que possuem áreas de 2,00 e 3,21 ha, ocupando menores porções territoriais. Quanto à classe VII, esta apresenta uma pequena área de 0,45 ha.

Figura 14 - Porcentagem de cada classe de capacidade de uso na área da bacia hidrográfica Lajeado da Onça, Ponta Grossa - Paraná.



3.3.3 Conflito Entre o Uso Atual e a Capacidade de Uso das Terras

As áreas totais de cada classe assim como a necessidade de adequação podem ser vistas na Tabela 10 e na Figura 4. A classe II é a única classe que não é necessita de adequação, visto que a utilização do solo e o manejo adotado consistem na utilização de plantio direto, plantio esporádico de plantas de cobertura e formação de palhada no solo e sentido da semeadura contrário ao declive e/ou em nível. Estas práticas se fazem suficiente para que os processos de degradação do solo (principalmente a erosão hídrica) sejam suprimidos e tornem a utilização do solo dentro da faixa ótima e racional.

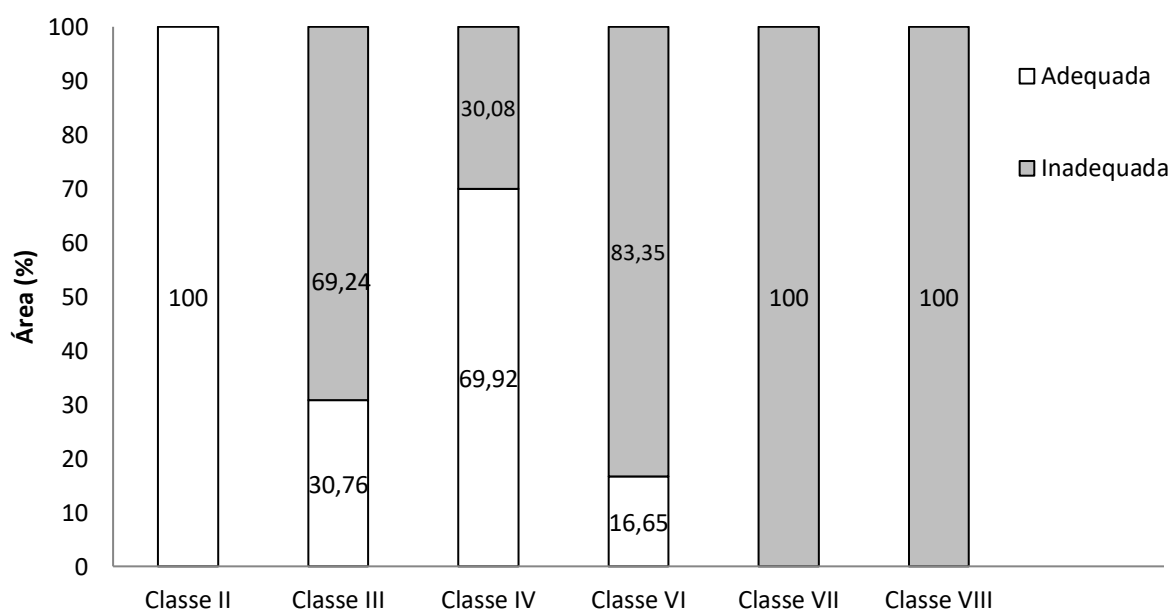
A classe III, mesmo admitindo a utilização com cultivo, necessita de adequação em 70% da sua área, representando que 15,8 ha são classificados como áreas com sobreutilização, ou seja, estão sendo empregados manejos que excedem a capacidade de uso da área, visto seu declive acentuado e a presença de lavouras sem as práticas conservacionistas devidas resultam na degradação do solo.

Tabela 8 - Área total e área de adequação de cada classe de capacidade de uso na bacia do Lajeado da Onça, Ponta Grossa – Paraná.

CLASSE	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA DE ADEQUAÇÃO (ha)
Classe II	17,7945	-
Classe III	22,797	15,785
Classe IV	2,0345	0,612
Classe VI	5,298	4,416
Classe VII	0,456	0,456
Classe VIII	3,21	3,21

As classes VII e VIII necessitam de adequação em 100% da área (Figura 15), visto que suas limitações são altamente restritivas ao cultivo. A classe VII apresenta declividade elevada e não é recomendada para a utilização de produção de grãos, mas sim para a silvicultura e para o pastejo, ainda sim com determinadas limitações.

Figura 15 - Proporção de área com uso adequado e inadequado em cada classe de capacidade de uso do solo da bacia Lajeado da Onça, Ponta Grossa – Paraná.



Quanto às terras da classe VIII, que é a classe com a maior restrição, é classificada assim pela presença de água, uma vez que todos os pontos que fazem parte dessa classe são área que apresentam inundação em todos os períodos do ano. Por este motivo, esta área deveria ser destinada o armazenamento de água e preservação permanente.

3.4 CONCLUSÕES

O levantamento do meio físico possibilitou a classificação da Microbacia Lajeado da Onça no Sistema de Capacidade de Uso do solo. A maior parte da área apresenta como uso atual o cultivo de grãos, sendo eles milho, soja e feijão.

Os principais fatores de limitação foram à erosão, que se fez presente em 32 pontos, observadas em dois graus: laminar e em sulcos e a declividade, ocorrendo em 87,5% dos pontos.

Dentre as oito classes do sistema de capacidade de uso, apenas duas (I e V) não foram encontradas na área do estudo, o que demonstra a heterogeneidade da região. As classes II e III foram as que se mostraram mais significativas na bacia hidrográfica, ocupando 69% área, sendo estas aptas para o cultivo de lavouras desde que práticas simples e/ou complexas de conservação sejam empregadas.

As áreas com classe VIII e VII necessitam de ajuste quanto ao uso em 100% da sua área, seguido pela classe VI, que necessita de ajuste em 83,35% da área. As classes III e IV necessitam de ajustes ou adoção de técnicas conservacionistas em 69,24% e 30,09%, uma vez que os problemas limitantes geralmente associados a essas áreas são em relação a declividade do terreno.

A classe II é a única em que não necessita de adequação quanto ao seu uso atual. Desta forma, 47,5% da área necessita de ajuste do uso por conta da sobre utilização, a fim de evitar a degradação física do solo.

REFERÊNCIAS

- AIRES U.R.V; REZENDE C.H.S; SILVA J.L.A; CAMPOS J.A; SANTOS C.A. Capacidade do uso da terra: um estudo de caso em uma microbacia do Rio Piracicaba, MG. **Nativa** 5(6):402–409 (2017).
- ATALAY, I. A New Approach to the Land Capability Classification: Case Study of Turkey. **Procedia Environmental Sciences**, [s. l.] v. 32, p. 264–274, 2016.
- BERTOL, O.J. Manual de manejo e conservação do solo e da água para o estado do Paraná. – 1. Ed. – Curitiba : **Núcleo Estadual do Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo** – NERPAR-SBCS, 2019.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 1993. **Conservação do solo**. 3 ed. Ícone, São Paulo,
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 2012. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone.
- BORDAS, M.P.; SEMMELMANN, F.R. Elementos de engenharia de sedimentos. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFGS; São Paulo: USP/ABRH, 1993.
- BRITO, J. L. S. Adequação do Uso da Terra na Bacia do Ribeirão Bom Jardim: ensaio de geoprocessamento. 2001. 61 f. (**Tese Doutorado em Geografia Física**) –Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2001.
- CAMPOS, SÉRGIO *Et al.* Sistema de informações geográficas aplicado à espacialização da capacidade de uso da terra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 174-179, 2010.
- CAVALIERI, A. Estimativa da adequação de uso das terras na quadrícula de Moji Mirim (SP) utilizando diferentes métodos. 1998. **Tese de Doutorado**.
- CUNHA SOUZA, A.L; DA SILVA, Márcio Luiz. Geoprocessamento aplicado ao levantamento de solos no município de Inconfidentes-MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 01, p. 200-214, 2016.
- CUNHA, C. M. L; PINTON, L. G; Avaliação da capacidade de uso da terra da bacia do Córrego do Cavalheiro-Analândia, SP. **Geociências**, p. 459-471, 2012.
- DA FRANÇA, B. B. *et al.* capacidade de uso e aptidão agrícola de uma fazenda em são domingos do araguaia (pa)/ capacity of use and agricultural aptitude of a farm in são domingos do araguaia (pa). **Revista Geonorte**, Disponível em: [//periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/5424](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/5424). Acesso em: 30 jan. 2023.
- DA ROCHA, A. S; BADE, M. R.; DE NÓBREGA, M. T.; DA CUNHA, J. E. Mapeamento da capacidade de uso das terras na bacia hidrográfica do Paraná• 3: contribuições para o planejamento rural e ambiental. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 68, p. 266–285, 2018.

FASOLO, P. J. Importância e uso dos levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO**, 8, Londrina, p. 61-75. 1990.

FLAUZINO, B.K; MELLONI, E.G.P; PONS, N.A.D; LIMA, O. Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de Minas Gerais. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 35, n. 2, p.277-287, 2016.

KLINGEBIEL, A. A; MONTGOMERY, P. H. Land-capability classification. **Soil Conservation Service**, US Department of Agriculture, 1961.

LAUDINO, M. F. Avaliação da Capacidade de Uso das Terras em sub-bacias hidrográficas sob cultivo de café. 2023. 43 f. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2023.

LAUDINO, M. F. Avaliação da Capacidade de Uso das Terras em sub-bacias hidrográficas sob cultivo de café. 2023. 43 f. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2023.

LELIS, T. A. Impactos causados pelas mudanças climáticas nos processos erosivos de uma bacia hidrográfica: Simulação de cenários. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary*. **Journal of Applied Science**, v. 6, n. 2, p. 282-294, 2011.

LEPSCH I. F. *et al.* Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**; 2015.

LEPSCH, I.F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 175 p., 1983.

MARQUES, J. Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra: 3a aproximação. **Escritorio Tecnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos**, 1971.

MENDES, L. S. Avaliação das áreas potenciais para preservação ambiental e áreas de conflito na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Lourenço Ituiutaba/MG. 2016. 92 f. **Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental)**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

MENDONÇA, I; LOMBARDI NETO, F; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 10, p. 888-895, 2006.

PEREIRA, G.W.; VALENTE, D.S.M.; QUEIROZ, D.M.D.; COELHO, A.L.D.F.; COSTA, M.M.; GRIFT, T. Smart-Map: An Open-Source QGIS Plugin for Digital Mapping Using Machine Learning Techniques and Ordinary Kriging. **Agronomy** 2022, 12, 1350.

RAMPIM, L. Determinação da capacidade de uso do solo visando o manejo sustentável para uma média propriedade em Londrina-PR. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 2, p. 251-264, 2012.

REICHERT, J.M.; CABEDA, M.S. Salpico de partículas e escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.3, p.390-6, 1992.

SILVA, A. S; ROSA, R. Mapa de capacidade e potencial do uso da terra do município de Catalão (GO). **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 59, p. 954-977, 2019.