

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DOUGLAS FERNANDO RAMOS DA SILVA

**SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO LIMEIRA:
CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E CONTRIBUIÇÃO PARA GESTÃO**

**CÁCERES - MT
2023**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO LIMEIRA:
CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E CONTRIBUIÇÃO PARA GESTÃO**

DOUGLAS FERNANDO RAMOS DA SILVA

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGeo), para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Juberto Babilônia de Sousa
Coorientador: Prof^a. Dr^a. Célia Alves de Souza

**CÁCERES - MT
2023**

AGRADECIMENTOS

Tenho no coração o sentimento de profunda gratidão a Deus por me permitir concluir mais essa etapa da longa caminhada da vida, Devo destacar aquelas pessoas que foram presentes em minha vida nesse período, as quais, de alguma forma, contribuíram para que fosse possível alcançar o objetivo traçado no início dessa caminhada.

Agradeço a minha esposa Grasielle por estar sempre ao meu lado nessa caminhada me apoiando e incentivando nos momentos bons e difíceis, por toda dedicação e cuidados com nossa família; minha eterna gratidão.

Aos meus filhos Giovana e Helvio pelo carinho, amor e luz de todos os dias.

Ao meu orientador, professor Doutor Juberto Babilônia, primeiramente por me escolher como orientando e pela dedicação em me orientar, pelos ensinamentos compartilhado e acompanhamento desde o curso técnico em Agropecuária, graduação e agora pós-graduação; obrigado.

A minha Coorientadora professora Doutora Célia Alves de Souza, que contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho. Para além do seu papel de coorientadora, sempre foi uma pessoa gentil e acolhedora, pelos ensinamentos divididos desde a graduação; minha gratidão.

Ao meu amigo João Batista por me ajudar na atividade de campo, na coleta das imagens aéreas, pelas conversas e conselhos de vida.

A toda minha família, em especial aos meus pais Fatima e Oacil pela gratidão da vida, meus irmãos Roger e Édie pelo carinho e apoio.

Ao programa de pós-graduação PPGGEO UNEMAT, pela oportunidade de crescimento profissional e de viver e experimentar algo tão desafiador e gratificante.

RESUMO

A sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira está localizada na interface da Província Serrana e Baixada Cuiabana. A região é área de recepção de material sedimentar advindo das adjacências e com altos teores em carbonatos. O objetivo do estudo foi caracterizar a sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, com contribuição para gestão. Alguns procedimentos foram necessários, tais como atividades de gabinete para construção da base teórica e conceitual; elaboração da base cartográfica no ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando a extensão ArcMap do software ArcGIS, versão 10.6.) e sistematização e feitura da dissertação. Foram realizados trabalhos de campo para observação, fotografar, bem como elaborar a descrição morfológica de um perfil de solo pré-selecionado, com influência direta de sedimentos ricos em carbonato. Quanto aos componentes ambientais da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira e as ocorrências geológicas, constata-se as seguintes características: Formação Raizama (1,86%), Formação Araras Membro Superior (4,02%), o Grupo Cuiabá (27,13%), Formação Pantanal, com maior área dentro da sub-bacia, representando 67%. Foram identificadas três unidades de relevo: Província Serrana (9,79%), Pantanal de Poconé (22,21%) e Depressão Cuiabana (67,86%). As classes de solos ocorrentes na sub-bacia foram: Plintossolo Argilúvico Distrófico (0,14%), Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (24,86%), Argissolo Vermelho Eutrófico (38,45%), Neossolo Litólico Distrófico (4,29%), Planossolo Háplico Eutrófico (0,58%) e Vertissolo Hidromórfico órtico (22,92%), com prevalência dos Argissolos e Vertissolos. Os dados pluviométricos obtidos na sub-bacia demonstram uma variação 610mm a 770mm de precipitação durante o ano, distribuída no alto, médio e baixo curso. A cobertura vegetal da área de estudo está assim distribuída: Savana Arborizada sem floresta de galeria (67%), Savana florestada (21%), Savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria (0,88%), Savana parque sem floresta de galeria (2,91%), Pecuária (7,65%) e 0,14% os corpos de água. As ações deste trabalho buscam contribuir para um melhor conhecimento da paisagem da sub-bacia do córrego Limeira por meio de sua caracterização, servindo de fomento à elaboração de diretrizes voltados à gestão ambiental eficaz e direcionada às propriedades rurais, visando a conservação do meio ambiente e prover qualidade socioambiental da comunidade Nova Conquista/Paiol presente na sub-bacia.

Palavras-chave: componentes ambientais; uso e cobertura; gestão.

ABSTRACT

The Limeira stream sub-basin is located at the interface of the Serrana Province and Baixada Cuiabana, being a reception area for sedimentary material coming from the surroundings and with high levels of carbonates. The objective of the study was to characterize the sub-basin of the Limeira stream, with a contribution to management. Some procedures were necessary. Office activities to build the theoretical and conceptual base; preparation of the cartographic base in the Geographic Information Systems (GIS) environment, using the ArcMap extension of the ArcGIS software, version 10.6.) and; systematization and writing of the dissertation. Field work was carried out for observation, taking photographs, as well as morphological description of a pre-selected soil profile with direct influence of carbonate-rich sediments. As for the environmental components in the sub-basin of the Limeira stream: the geological occurrences; are Raizama Formation (1.86%), Araras Member Upper Formation (4.02%), Cuiabá Group (27.13%), the Pantanal Formation with the largest area within the sub-basin, representing 67%. Three relief units were identified: Mountain Province (9.79%), Poconé Pantanal (22.21%) and Cuiabana Depression (67.86%). The soil classes occurring in the sub-basin were: Dystrophic Argilúvic Plinthosol (0.14%), Eutrophic Red-Yellow Argisol (24.86%), Eutrophic Red Argisol (38.45%), Dystrophic Litholic Neosol (4.29 %), Eutrophic Haplic Planosol (0.58%) and Orthic Hydromorphic Vertisol (22.92%), with Argisols and Vertisols being recorded with the highest occurrences. The pluviometric data obtained in the sub-basin demonstrate a variation of 610mm to 770mm of precipitation during the year, distributed in the upper, medium and lower courses. The vegetation cover of the study area is distributed as follows: Wooded Savannah without gallery forest (67%), Forested Savannah (21%), Grassy-woody Savannah without gallery forest (0.88%), Park Savannah without gallery forest (2.91%), Livestock (7.65%) and 0.14% water bodies. The actions of this work seek to contribute to a better understanding of the landscape of the sub-basin of the Limeira stream through its characterization, serving as a stimulus to the elaboration of guidelines aimed at an effective environmental management and directed at rural properties, aiming at the conservation of the environment and provide socio-environmental quality to the Nova Conquista/Paiol community present in the sub-basin.

Keywords: environmental components; usage and coverage; management.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Espaço Geográfico.....	10
1.2 Paisagem na visão da geografia.....	12
1.3 A influência geológica e geomorfológica na formação dos solos.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 Área de estudo.....	17
2.2 Características dos solos.....	21
2.3. Procedimentos metodológicos.....	23
2.3.1 Caracterização do meio físico.....	23
2.3.1.1 Ocorrências geológicas.....	23
2.3.1.2 Ocorrências geomorfológicas.....	24
2.3.1.3 Ocorrências pedológicas.....	24
2.3.1.4 Descrição da paisagem, morfologia do solo e sua classificação.....	24
2.3.1.5 Uso e cobertura do solo.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
3.1. Caracterização ambiental.....	27
3.1.1. Ocorrências geológicas.....	27
3.1.1.1 Formação Raizama.....	29
3.1.1.2 Formação Araras.....	32
3.1.1.3 Unidade Cuiabá – subunidade indivisa.....	34
3.1.1.4 Formação Pantanal.....	36
3.2 Unidades geomorfológicas.....	38
3.2.1 Província Serrana.....	39
3.2.2 Depressão Cuiabana.....	40
3.2.3 Pantanal de Poconé.....	41
3.3 Classes de solos – Pedologia.....	43
3.3.1 Plintossolo Argilúvico Distrófico – FTd.....	45
3.3.2 Neossolo Litólico Distrófico – RLd.....	45
3.3.3 Planossolo Háplico Eutrófico – Sxe.....	45
3.3.4 Argissolo Vermelho Eutrófico – Pve e Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico – PVAe.....	46
3.3.5 Vertissolo Hidromórfico Órtico – VGo.....	46

3.4 Característica climáticas.....	47
3.5 Cobertura vegetal.....	47
3.5.1 Savana arborizada sem floresta de galeria.....	50
3.5.2 Savana florestada.....	50
3.5.3 Savana Gramíneo - Lenhosa sem floresta de galeria.....	51
3.5.4 Savana Parque sem floresta de galeria.....	52
3.5.5 Pecuária.....	53
3.6 Uso e cobertura do solo.....	55
3.7. Caracterização morfológica e classificação de um perfil de solo representativo.....	58
3.7.1. Caracterização morfológica.....	58
3.7.2 Interpretação morfológica.....	62
3.7.3 Proposta de classificação do solo.....	67
4. Contribuição para a gestão ambiental da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira.....	71
5. Conclusões e considerações Finais.....	75
6. Referências bibliográficas.....	77

CAPITULO I

1 INTRODUÇÃO

Pode-se definir bacia hidrográfica como a área de captação natural da precipitação onde se encontram um conjunto de canais de escoamento composto pelo rio principal e seus afluentes, que convergem para um único ponto de saída. A área de abrangência de uma bacia é definida pelos pontos mais altos do relevo, os quais são os divisores de água. Assim, as águas da chuva escoam superficialmente nessa área delimitada pelo relevo, formando e encorpando rios e riachos, ou infiltrando-se no solo para alimentar o lençol freático, que pode aflorar (CHRISTOFOLLETI, 1980; TUCCI, 2009).

Na unidade bacia hidrográfica, as paisagens e seus elementos da natureza interagem interdependentes (Bertrand, 2004). Os seres humanos, ao ocupar esse espaço, se relacionam com esses elementos: clima, estrutura geológica e relevo, solo, vegetação e fauna originais e hidrografia.

Bertrand (2004) defende que a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos incoerentes, mas, sim, resultado da combinação dinâmica de elementos. A paisagem é compreendida, então, como entidade global, na qual se admite implicitamente que seus elementos constituintes participam de uma dinâmica comum, mas que não corresponde, obrigatoriamente, à evolução de cada um dos elementos tomados individualmente.

Para melhor direcionamento da gestão ambiental, é relevante a compreensão das relações desses elementos ambientais e da dinâmica social. Ross e Del Prette (1998) ressaltam que a gestão ambiental caminha progressivamente para tornar as bacias hidrográficas unidades de planejamento regional. Advertem, entretanto, sobre a necessidade de política que contemple outros componentes ambientais, tais como solos, relevo, atmosfera, materiais rochosos, fauna e flora, bem como os componentes sociais.

Os solos são a síntese dos elementos da paisagem. Partindo dessa premissa, a natureza dos solos pode dar indicação das condições ambientais durante o período de sua formação. Nesse sentido, Pereira (2020) salienta que os solos estão sujeitos

a mudanças conforme as condições do ambiente em que ele está inserido. Nessa premissa, as mudanças atuam na alteração do relevo, hidrografia de superfície e subsuperfície. O autor destaca também as alterações feitas pela ação antrópica principalmente em regiões onde o solo é o elemento crucial para o desenvolvimento econômico, social, político e social.

Em conexão à paisagem com os solos “existem estudos que buscam, na relação solo-paisagem, a compreensão sobre a evolução de superfícies, partindo do pressuposto que os solos são constituintes da própria paisagem. Sendo assim, os solos apresentam uma correlação com a paisagem, evoluindo concomitantemente” (PEREIRA, 2020).

Em outro aspecto, quando se trata de solos, a concentração de carbonato de cálcio, concreções de ferro ou tipo de argila, carapaças carbonáticas e o tipo de estrutura são alguns exemplos de condições ambientais específicas (GERRARD, 1992), que podem estar expressas no solo pela ação integrada dos elementos ambientais. Portanto, quando se compreende a dinâmica da paisagem e os processos pedogenéticos atuantes e ou desenvolvidos, é possível inferir sobre a dinâmica e evolução da relação solo-paisagem e extrair informações para a gestão ambiental.

Barthold et al. (2008), ao estudarem a relação solo-paisagem mencionam a importância de considerar material de origem e os aspectos topográficos, pois a declividade condiciona o fluxo das águas e orientam o transporte e acúmulo de massa (erosão e deposição). Gobin et al. (2001) acrescentam ainda, que o movimento da água nas paisagens é o principal responsável pelo processo de desenvolvimento do solo e, por isso, a compreensão das formas do relevo é o primeiro passo para fazer inferências e predições sobre os atributos do solo em diferentes feições do terreno.

A unidade de análise deste estudo é a sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, que está inserida na interface da Província Serrana e Baixada Cuiabana, limitada ao sul pelo Pantanal de Poconé e localizada no município de Cáceres/MT. A localização da área de estudo permite a ocorrência de depósitos de material sedimentar rico em carbonatos oriundos das áreas adjacentes e determinam a dinâmica da paisagem que reflete na tipologia do solo.

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar e caracterizar os aspectos naturais da paisagem da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, com ênfase na pedologia

e geologia, geomorfologia, clima e vegetação. A proposta da pesquisa é apresentar o entendimento das características dos elementos físicos da área de estudo e compreender a evolução da paisagem da sub-bacia e sua dinâmica de uso e ocupação.

Dessa forma, o desenvolvimento deste trabalho se faz necessário e visa contribuir para o melhor conhecimento da paisagem da sub-bacia do córrego Limeira por meio de sua caracterização, de modo a servir de fomento à elaboração de diretrizes voltados para a gestão ambiental eficaz e direcionada as propriedades rurais, bem com o propiciar a conservação do meio ambiente e prover qualidade socioambiental da comunidade Nova Conquista/Paiol, presente na sub-bacia.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos. O capítulo I trata da introdução com abordagem teórica sobre a temática, objetivos e partes componentes. O capítulo II traz a discussão acerca do espaço geográfico, o conceito de paisagem na ótica da geografia e a influência geológica e geomorfológica na formação dos solos. No capítulo III, é apresentada a área de estudo e descritos os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. O capítulo IV apresenta o resultados e a discussão, com os resultados alcançados ao longo da pesquisa.

1.1 Espaço Geográfico

A palavra espaço é provavelmente uma das mais polissêmicas que existe, por ser uma noção capturada e transfigurada sob ótica de várias ciências e saberes. O conceito de espaço é utilizado com acepções diferenciadas, conforme as especificidades de cada campo científico, por isso, perpassar por todos os seus meandros e chegar a uma conceituação universal é impossível (SOUZA, 1997; CORRÊA, 2010).

A discussão acerca do espaço geográfico compreende caráter investigativo quanto à capacidade das ações humanas de modificar a natureza por meio do trabalho no decorrer do tempo (SANTOS, 2015). De acordo com Lefebvre (2006), a produção do espaço e do tempo não podem ser considerados separadamente, uma vez que são os aspectos essenciais da “segunda natureza”, consequência das ações antrópicas sobre a “primeira natureza”.

Nessa perspectiva, é possível compreender que o ser humano promove alterações no meio físico (primeira natureza) e o transforma em segunda natureza por meio das relações sociais e técnicas estabelecidas ao longo do tempo, tornando palpável, portanto, a relação homem e natureza. Nesse contexto, Suertegaray (2003) afirma que o espaço geográfico é concebido como articulação entre a natureza e a sociedade, constituindo um objeto de interface e entre as ciências naturais e sociais.

É notável que, a partir da fixação territorial e o desenvolvimento das técnicas impulsionadas pelo intenso processo capitalista, houve demasiada pressão sobre os recursos naturais por meio da exploração incessante. Por um lado, isso reflete no avanço econômico, por outro, se configura em efeitos perversos para a natureza e para os próprios homens (BERNARDES; FERREIRA, 2008).

Levando em consideração a concepção de segunda natureza, é possível citar os sistemas fluviais, pontualmente os rios, como exemplo. Os rios, enquanto unidades sensíveis da paisagem, são muito suscetíveis a terem suas características físicas alteradas por meio de garimpagem, inserção de barragens, intensa navegação, edificação de cidades nas margens, retificação de canais, despejo de efluentes, entre outros.

Tendo como exemplo a relação sociedade e ambiente fluvial, é possível enxergar as relações intrínsecas e complexas do homem com os componentes da natureza, construindo, assim, o palco de discussão e análise do espaço geográfico. Nesse sentido, o estudo dos aspectos físicos do planeta não faz da Geografia uma ciência natural, biológica ou da terra, mas, acima de tudo, uma ciência do espaço e, essa é sua essência fundamental (MENDONÇA, 1997).

Santos (2006, p. 12) enfatiza que é somente a partir da noção de espaço, defendido por ele como “um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações”, torna-se possível reconhecer as suas categorias analíticas internas e entre elas está a paisagem, considerada por Suertegaray (2001, p. 04), assim como as demais (território, lugar, ambiente), um conceito mais operacional que “expressa uma possibilidade de leitura de espaço geográfico delineando, logo, um caminho metodológico”.

1.2 Paisagem na visão da geografia

O conceito de paisagem é formado por vários cientistas, desde o século XIX, por Alexander Von Humboldt, um pioneiro nos estudos dessa categoria geográfica. Esse termo foi amplamente discutido por pesquisadores como Sotchava, Bertrand, Tricart, Christofolletti, Rodriguez, Troppmair, Monteiro e outros. A palavra paisagem (*landschaft*) surgiu na Alemanha e, com o passar dos anos, foi difundida pelas escolas de Geografia Física alemã, francesa, americana e russa (GUERRA; MARÇAL, 2012).

Bertrand (2004) define a paisagem como uma porção do espaço resultante da interação dinâmica e instável de atributos físicos, biológicos e antrópicos, que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dela um conjunto único e indissociável que está em constante evolução. O autor deixa claro que não se trata apenas de paisagem natural, mas de paisagem integrada, considerando as ações antrópicas.

O conceito de paisagem é a principal categoria de análise no estudo dos geossistemas, os quais são definidos como fenômenos naturais influenciados pelos fenômenos antrópicos. Segundo Sotchava (1977), esses fenômenos naturais podem ser caracterizados como geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e fitogeográficos, enquanto os fenômenos antrópicos seriam características como sociais, culturais e econômicas. Outros autores também compartilham da relação entre paisagem e geossistema. “[...] Porém, para nós, “Paisagem é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a geografia, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema” (TROPPEMAIR; GALINA, 2006, p.83).

Bertrand (1972) concebe que a Geografia física, inserida na geografia regional francesa, até então pecava pela falta de cultura biológica e ecológica. Assim, Bertrand cria um sistema de classificação taxonômico das paisagens, abrangendo seis níveis tempo-espaciais, divididos em duas partes: unidades superiores, onde estariam a zona, o domínio e a região natural; e unidades inferiores, onde estariam o geossistema, o geofácies e o geótopo. Entretanto, as pesquisas do autor limitam-se às unidades inferiores e ele considera o geossistema a escala mais adequada para os estudos por ser dimensional, compreendendo desde alguns quilômetros quadrados até algumas centenas de quilômetros. Ele defende que é nessa escala que ocorre a

maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo.

Vidal-Torrado et al. (2005) afirmam que é importante lembrar o fato de a evolução da paisagem ser episódica, resultante quase sempre de uma série de remanescentes advindos da alternância de períodos longos de relativa estabilidade e curtos de instabilidade.

O conceito de paisagem tem sido adotado por várias disciplinas, tanto no mundo acadêmico quanto no artístico. Ambas as visões aprofundam as formas da superfície terrestre, sua fisionomia e suas implicações através do uso ou representação da paisagem. A partir de suas concepções, definições e linguagem, eles enfrentam diversas cenas que guardam, além de sua materialidade, valores, emoções, tradições, conhecimento e técnica. A paisagem é conceituada, adapta-se às necessidades da humanidade, é escrita, pintada, observada e lida (RAMÍREZ VELÁZQUEZ e LEVI, 2015, p. 67).

Para Maximiliano (2004), “a noção de paisagem está presente na memória do ser humano antes mesmo da elaboração do conceito. A ideia já existia baseada na observação do meio”. O autor ainda diz que, como expressão dessa memória e observação, estas podem ser encontradas nas artes e nas ciências das diversas culturas, desde as pinturas rupestres até os quadros mais elaborados, as quais retratavam inicialmente os elementos particulares do ambiente.

Suertegaray (2001) expôs que a paisagem possui uma perspectiva clássica, cujos geógrafos percebem a paisagem como a expressão materializada das relações do homem com a natureza num espaço circunscrito. Para muitos, o limite da paisagem estava atrelado à possibilidade visual.

De acordo com Bertrand (2004), o termo paisagem é pouco usado e impreciso. O termo mais usado é o de “meio”, mas esse também possui outro significado. “O “meio” se define em relação a qualquer coisa; este termo é impregnado de uma finalidade ecológica que não é encontrada na palavra “paisagem”. O autor ainda afirma que estudar a paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método.

Bertrand (2004), ainda afirma que:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos,

biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004, p. 141).

Sauer (1998, p.23) definiu paisagem como “[...] uma área composta por associação distinta de formas, ao mesmo tempo físicas e culturais [...]”. Ele faz uma relação entre fatos de lugar e fatos do tempo, onde se originam os conceitos de paisagem e período, sucessivamente. “[...] sua estrutura e função são determinadas por formas integrantes e dependentes [...]” (SAUER 1998, p.23). Assim, a paisagem pode ser considerada, em determinado sentido, com uma qualidade orgânica complexa formada de lugares, fatos e acontecimentos marcados pelo tempo.

Christofoletti (1999) considerou que a paisagem é uma concepção de conceito-chave da Geografia, possibilitando a compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Em uma visão holística, analisando vários autores, podemos perceber que, em grande parte, o conceito de paisagem está direcionado à abordagem sistêmica. Isso pode ser visto na concepção de Bolós (1981), o qual entende que, no seu estudo, a paisagem deve ser vista como uma realidade integrada, onde os elementos abióticos, bióticos e antrópicos aparecem associados de tal maneira que os conjuntos podem ser trabalhados como modelo de sistema. Na concepção da autora, a paisagem mostra-se perceptível e interligada por meio da abordagem sistêmica.

De acordo com Dias (1998), a paisagem não deve ser observada apenas como determinada porção do espaço composta de elementos externos, visíveis e estáticos. Ela é muito mais do que isso, e mostra-se como um mosaico, caracterizado por elementos concretos e abstratos, visíveis e invisíveis, sendo resultado das relações entre o homem e o meio, ou seja, é a expressão da organização de todos os elementos no espaço geográfico. Nesse contexto, afirma Bertrand:

A unidade da paisagem é, portanto, incontestável. Ela resulta da combinação local e única de todos esses fatores (sistema de declive, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese idêntica, mesma degradação antrópica da vegetação que chega ao paraclimax “lande” podzol ou à turfeira) (BERTRAND, 2004 p. 146).

Dessa forma, a paisagem, como afirmam Maciel e Lima (2011, p. 169), “é um resultado de forças naturais e humanas que constitui um fato físico e cultural, os quais estão interligados no espaço em um determinado período (tempo) entendendo esse resultado como o produto e não como uma imagem”.

Suertegaray (2001) traz uma definição de paisagem que dá conta de sua dinamicidade e complexidade como componentes fundamentais para a compreensão do espaço geográfico, afirmando que:

Percebemos paisagem como um conceito operacional, ou seja, um conceito que nos permite analisar o espaço geográfico sob uma dimensão, qual seja o da conjunção de elementos naturais e tecnificados, socioeconômicos e culturais. Ao optarmos pela análise geográfica a partir do conceito de paisagem, poderemos concebê-la enquanto forma (formação) e funcionalidade (organização). Não necessariamente entendendo forma funcionalidade como uma relação de causa e efeito, mas percebendo-a como um processo de constituição e reconstituição de formas na sua conjugação com a dinâmica social. Neste sentido, a paisagem pode ser analisada como a materialização das condições sociais de existência diacrônica e sincronicamente. Nela poderão persistir elementos naturais, embora já transfigurados (ou natureza artificializada). O conceito de paisagem privilegia a coexistência de objetos e ações sociais na sua face econômica e cultural (SUERTEGARAY, 2001, p. 7).

1.3 A influência geológica e geomorfológica na formação dos solos

O entendimento da litologia e geomorfologia é fundamental para a compreensão de como um sistema solo-paisagem se originou e evoluiu, enquanto uma avaliação da interação entre os processos geológicos, geomorfológicos e os pedológicos é importante para entender como funciona o sistema. Os solos não existem isoladamente, mais organizados dentro da paisagem (GERRARD, 1992).

Para compreensão da paisagem e sua evolução, é importante o entendimento dos diversos processos naturais (intempéricos, pedogenéticos e morfogenéticos) e antrópicos e de suas interações (Cruz, 1985).

BRUBAKER et al. (1993) estudaram a influência da posição da paisagem na textura e nas propriedades químicas do solo. Diferenças significantes foram observadas pelos autores: areia, silte, pH, CaCO_3 , Ca e Mg extraíveis e saturação por bases geralmente aumentaram vertente abaixo, enquanto argila, matéria orgânica, CTC e disponibilidade de K geralmente diminuíram.

Os estudos realizados por Azolin (1975) mostraram que, em diferentes superfícies geomorfológicas associadas a diferenças nas características do material geológico, são os condicionantes principais da distribuição de distintos solos nas superfícies.

A formação, evolução e distribuição espacial dos solos na paisagem possuem muitos aspectos a serem estudados, como a compreensão da paisagem onde estão inseridos, os materiais geológicos que originam os solos, as superfícies geomórficas e as suas morfocronologias, nas diversas condições paleoambientais que lhes deram origem (VIDAL- TORRADO et al., 2005).

As características das rochas calcárias explicam a maior expressão da pedogênese em depressões fechadas, onde seriam acumulados sedimentos carreados de áreas adjacentes em relevo mais inclinado (HARDT, 2004). A presença desses horizontes indica baixa taxa de sedimentação e uma superfície geomórfica estável (GOUDIE, 1973). O que ressalta a contribuição do fator relevo na formação de solos com horizonte cálcico e petrocálcico (JACKS e SHARMA, 1995).

Ao estudar a gênese de solos com acumulação de carbonato de cálcio, alguns atributos são indicativos importantes de paleoclimas. Entre essas evidências, destacam-se as feições de iluviação de argila associadas com acumulações de carbonato de cálcio secundário no perfil de solo, que estão associados a momentos de mudanças climáticas (GILE, PETERSON, e GROSSMAN 1966; REHEIS, 1987 APUD DAL' BÓ e BASILICI, 2010).

Os solos são formações superficiais de materiais inconsolidados que recobrem, parcialmente, a parte emersa da crosta terrestre, provenientes da alteração das rochas por intemperismo (físicos, químicos ou biológicos) e que podem ter sido remanejadas ou retrabalhadas sobre superfícies de erosão, planícies fluviais e que testemunhariam processos pedogenéticos e morfogenéticos responsáveis pela evolução e dinâmica da superfície terrestre (QUEIROZ NETO, 2001).

De acordo com Bachman e Machette (1977), acumulação de carbonato de cálcio pedogênico desencadeia alterações na morfologia do solo com o passar do tempo. O autor acrescenta seis etapas necessárias ao desenvolvimento desse processo. A primeira se inicia com a acumulação do carbonato de cálcio na forma de filamentos e fracos revestimentos descontínuos de carbonatos de cálcio, em

sedimentos de granulometria fina. Na segunda etapa, isso evolui para a forma de nódulos e revestimentos em sedimentos grosseiros. Na terceira etapa ocorre a junção e preenchimento dos poros até a formação de horizonte endurecido. Na quarta etapa, o processo está bastante evoluído, sendo caracterizado pela formação de lâminas de carbonato que comprometem a drenagem do solo. A quinta etapa é originada em milhões de anos de atuação dos mecanismos de desenvolvimento, com formação de pisólitos e lâminas de carbonatos. A sexta ocorre a presença de lâminas sobrepostas fortemente cimentadas.

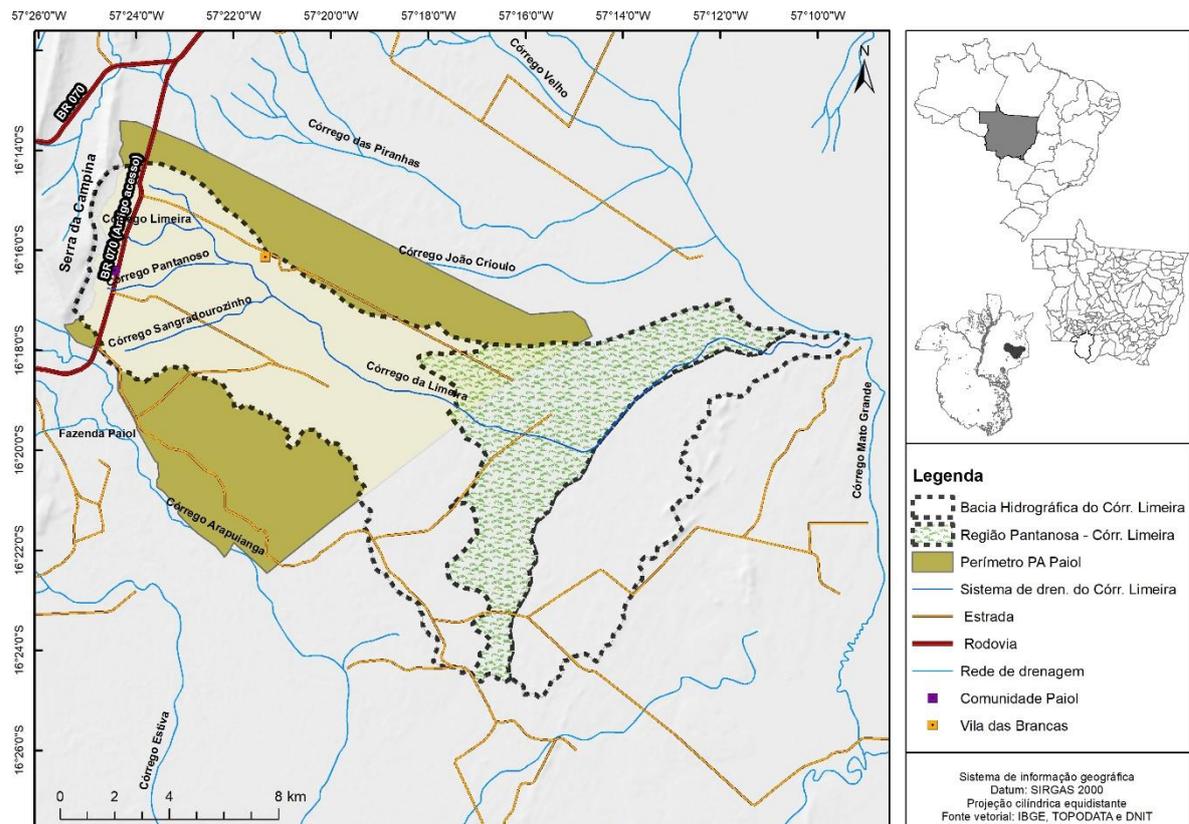
CAPITULO III

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na sub- bacia do córrego Limeira, nas coordenadas geográficas de 16°16'57.57" S de latitude Sul e 57°21'5.92" W de longitude Oeste, abrangendo uma área de 208,56 km², e está situada na parte ocidental da Província Serrana e Depressão Cuiabana, com limites, ao sul pelo Pantanal de Poconé, cujos principais afluentes são os córregos Pantanoso e Sangradourozinho (Figura 1).

Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

A sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira encontra-se no assentamento Paiol (Comunidade Nova Conquista). O Projeto de Assentamento Paiol (P.A) foi criado pelo decreto não numerado (DNN) 4336 de 22 de agosto de 1996, oficialmente fundado em 24 de fevereiro de 1997 destinado a interesse social, para fins de reforma agrária. A área era composta por imóveis rurais Fazenda Paiol, Monjolo, Brancas, Conchas, João Crioulo e Laranjal, perfazendo uma área de 16.067,4100 ha, equivalente a 158,80 km².

Conforme dados apresentados pelo INCRA em data de 19/5/2022, o assentamento Nova Conquista/Paiol possui 235 famílias assentadas, com potencial para 449 assentados. A comunidade está distante 65 km do centro urbano de Cáceres (Figura 2), possui boa infraestrutura e serviços essenciais como: escola municipal, posto de saúde, quadra poliesportiva (Figura 03), transporte escolar e transporte diário para a cidade de Cáceres, energia elétrica em 100% das propriedades, internet banda larga, rede de telefonia celular e estradas vicinais. A comunidade conta com pequenos

comércios, como mercearias, oficina de automóvel, marcenaria, pequena loja agropecuária, bares e igrejas (Figura 4).

Figura 2 – Comunidade Nova Conquista/Paiol, ao fundo Serra da Campina, localizada na sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

Figura 3 - Infraestrutura Comunidade Paiol, (A) Posto de saúde, (B) Quadra poliesportiva, (C) Escola Municipal



Fonte: O autor (2022).

Figura 4 - bares e igrejas, via das brancas



Fonte: O autor (2022).

2.2 Características dos solos

O solo é vital há inúmeras atividades humanas, conforme destaca Andrioli (2014, p. 01), das quais podemos citar algumas principais:

Construção civil (fundações, telhas, tijolos, etc), tratamento de resíduos (esgoto, resíduos sólidos etc.), produção de alimentos (agropecuária), ornamentação (produção de espécies vegetais para paisagismo etc.), silvicultura (produção de madeira para móveis, residências etc.), além de outras não comuns no dia a dia, (ANDRIOLI, 2014, p. 01).

O solo é definido como “corpos naturais que se desenvolvem em escalas de tempo da ordem de centenas a milhares de anos, e compõem a cobertura pedológica que reveste as áreas emersas da Terra” Pedron et al. (2004, p. 1647). Ainda segundo os autores, o solo é:

Considerado um corpo natural com atributos resultantes da interação de vários fatores (clima, material de origem, relevo, organismos e tempo) e processos gerais de formação (adição, remoção, translocação e transformação de materiais), esse apresenta funções vitais para os ecossistemas rurais e urbanos, sendo imprescindível para a manutenção da vida e sua biodiversidade no planeta Terra (PEDRON, et. al., 2019, p. 646).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), EMBRAPA (2018, p. 32) conceitua o solo como:

Uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas.

Quando examinados a partir da superfície, consistem em seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes que se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria, que ocorrem ao longo do tempo e sob a influência dos fatores clima, organismos e relevo. Os horizontes refletem os processos de formação do solo a partir do intemperismo do substrato rochoso ou de sedimentos de natureza diversa. As camadas, por sua vez, são pouco ou nada afetadas pelos processos pedogenéticos, mantendo, em maior ou menor proporção, as características do material de origem.

O solo tem como limite superior a atmosfera, embora alguns solos possam ter uma coluna de água sobreposta (permanente ou periódica), desde que não haja impedimento ao desenvolvimento de raízes de plantas adaptadas a essas condições. Os limites laterais são os contatos com corpos d'água superficiais, rochas, gelo, áreas com coberturas de materiais detríticos inconsolidados, aterros ou terrenos sob espelhos d'água permanentes, (EMBRAPA, 2018, p. 32).

A formação dos solos é determinada pelo intemperismo, fator que causa a decomposição das rochas, fragmentando-as em partículas menores, resultando em frações de materiais de dimensões ou granulometrias variáveis, responsáveis pela formação dos diferentes tipos de solos. Os seus principais agentes nos processos de intemperismo são: os processos físicos, que causam o atrito entre as partículas de solo, a temperatura, o vento, a pressão, entre outros; os processos químicos, tem a atuação da água, ácidos, bases, sais e outros compostos e os processos biológicos, que trazem ação dos micro-organismos, da matéria orgânica, das raízes das plantas e diversos outros fatores (ANDREOLI, 2014, p. 02).

Em suma, pode-se afirmar que o solo é um importante recurso natural e crucial para desenvolver e abrigar a vida humana, animal, vegetal e microbiota no planeta.

O solo resulta da ação simultânea e integrada do clima e organismos que atuam sobre um material de origem (geralmente rocha), que ocupa determinada paisagem ou material de origem do relevo, durante certo período de tempo. Esses elementos (rocha, clima, organismo, relevo e tempo) são chamados de fatores de formação do solo. Esses fatores são parte do meio ambiente e atuam de forma conjunta (LIMA, 2001).

Durante seu desenvolvimento o solo sofre a ação de diversos processos de formação, como perdas, transformações e transportes. Esses processos são responsáveis pela transformação da rocha em solo, diferenciando-se dessa por ser constituído de uma sucessão vertical de camadas que diferem entre si na cor, espessura, granulometria, conteúdo de matéria orgânica e nutrientes de plantas (LIMA, 2001).

2.3. Procedimentos metodológicos

O trabalho de gabinete procedeu-se com o levantamento bibliográfico para construção e embasamento teórico da pesquisa, bem como por meio de consultas em livros, teses, dissertações, artigos e revistas científicas. No trabalho de gabinete, também foram sistematizados os dados e informações do laboratório e do trabalho de campo.

2.3.1 Caracterização do meio físico

2.3.1.1 Ocorrências geológicas

As informações sobre as ocorrências geológicas foram obtidas do Relatório do Projeto Radam Brasil (1982) e do Relatório do Levantamento da Biodiversidade do Estado do Mato Grosso (CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2013). Para elaboração do mapa das ocorrências geológicas, usou-se a base dados vetoriais da CPRM, na escala de 1:250.000 do mapeamento do Projeto CRPM (Geodiversidade do estado do Mato Grosso).

2.3.1.2 Ocorrências geomorfológicas

Para obter informações sobre o relevo da sub-bacia do córrego Limeira, foi usada a base de dados do IBGE (2021). O mapeamento geomorfológico foi realizado a partir do georreferenciamento do mapa geomorfológico do IBGE (2021), na escala de 1:400.000, cujos dados foram importados para *ArcGis* 10.6. Posteriormente, houve a sobreposição de camada do recorte da área de estudo. A partir dessa referência, foi criado outro vetor representando cada uma das unidades geomorfológicas. Após esse procedimento, foi possível aferir as áreas das unidades geomorfológicas.

2.3.1.3 Ocorrências pedológicas

O mapa de solos foi elaborado a partir da base de dados do IBGE (2019), disponível na escala de 1:250.000 e classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos SiBSCS (2018).

Os dados/arquivos foram processados e manipulados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando a extensão *ArcMap* do software *ArcGIS*, versão 10.6.

2.3.1.4 Descrição da paisagem, morfologia do solo e sua classificação

O estudo pedológico foi realizado em uma trincheira (Perfil 1) previamente preparada seguindo as normas da EMBRAPA (1988). A descrição geral da paisagem e a sua morfologia seguiram as normas da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, de acordo com o que preconiza o manual de descrição e coleta de solo no campo (SANTOS et al., 2015) e do manual de campo de pedologia (IBGE, 2015).

Para a descrição, foram observados e interpretados os principais atributos morfológicos do perfil de solo. Nessa etapa, utilizou-se de utensílios, como faca e pulverizador plástico com água, fita de medidas de espessura dos horizontes, enxada, pá reta e enxadão. A separação dos horizontes considerou as variações de cores, textura e a sensação do tato utilizando a ponta da faca. Os horizontes foram nominados seguindo as normas da EMBRAPA (1988). As cores de todos os horizontes identificados foram determinadas em condições secas e úmidas, utilizando

os padrões pré-estabelecidos nos cartões de cores dos solos estabelecidas no manual Munsell Color (MUNSELL, 1994).

A classificação proposta foi definida a campo. Foram adotados atributos da formação do solo, portanto ligado à sua gênese, destacou-se a morfologia que definisse a ordem. Foi possível sugerir a classificação até o quarto nível categórico (ordem, subordem, grande grupo e subgrupo) seguindo o que preconiza o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

2.3.1.5 Uso e cobertura do solo

Para elaboração do mapa de uso e cobertura da sub-bacia do córrego Limeira, recorreu-se à base dados disponível da plataforma do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias), Coleção 5 (que cobre o período de 1985-2019, publicada em agosto de 2020), e selecionada a base digital de 2019, na escala 1:100.000, e a base de dados foi a plataforma do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura (vegetação) da Terra no Brasil (MapBiomias), cujas informações são produzidas a partir da classificação pixel a pixel de imagens dos satélites Landsat. Todo o processo é feito com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*) por meio da plataforma *Google Earth* (MAPBIOMAS, 2021).

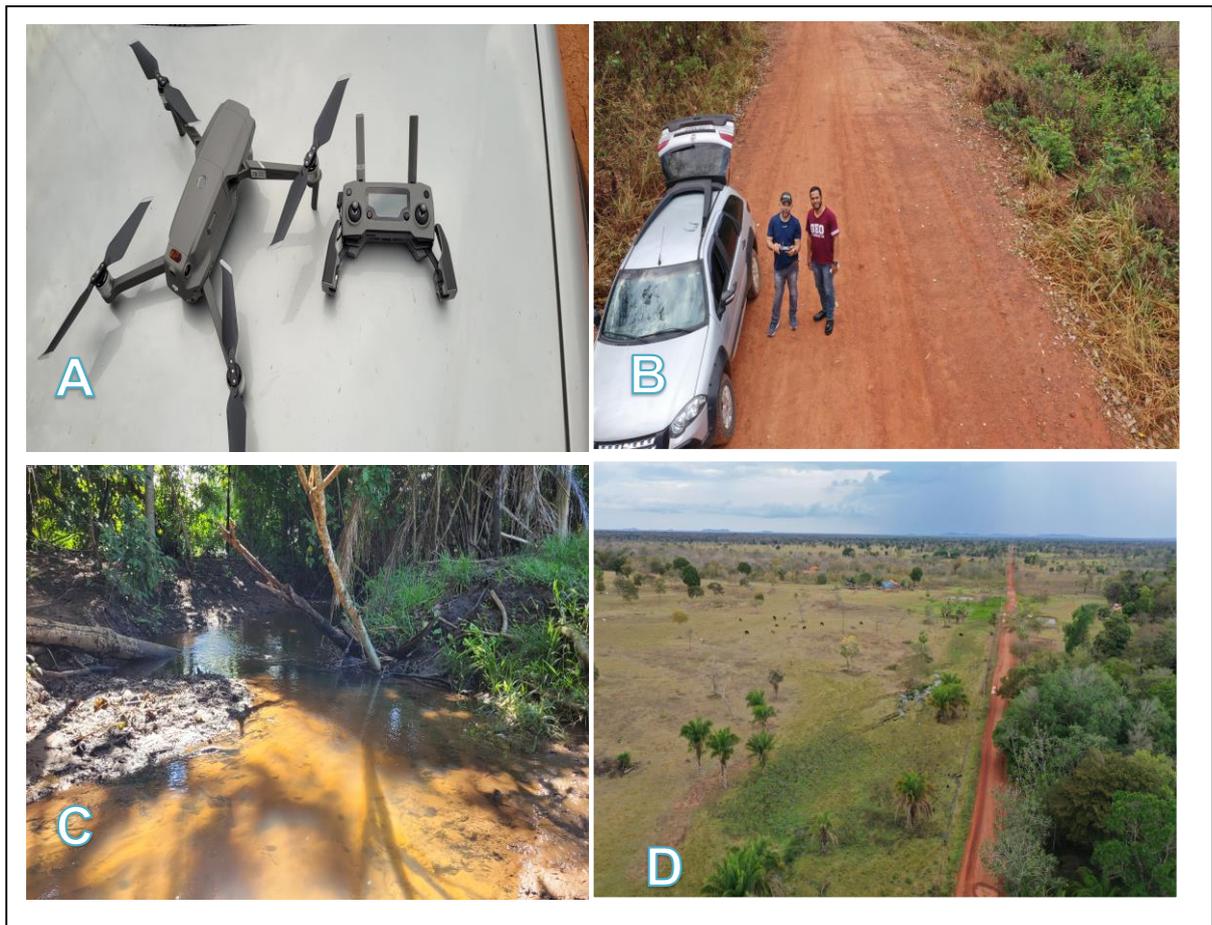
Para a operacionalização e a geração do mapa, foram utilizadas as ferramentas e as funções métricas do ArcGis. O estudo exigiu tratamento de informações que se constituíram a base de dados fundamentais para análise aplicada. Para tal, a utilização da tecnologia dos SIGs possibilitou o cruzamento de todas as informações disponíveis.

Atividade de campo

A atividade a campo foi realizada na sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira para reconhecimento e de descrição morfológica de solo e registro de imagens aéreas (Figura 5). Para este estudo, foi estratificada a paisagem e feita a descrição geral e, em seguida, descrita a morfologia completa do perfil de solo selecionado. Não foram, portanto, feitas análises físicas e químicas complementares.

Para coleta das imagens aéreas, foi utilizado Drone da Marca DJI, modelo Mavic 2Pro, com tempo de voo de 31 minutos com distância de controle de 10km, o que possibilitou analisar com maiores detalhes a área de estudo. O equipamento possui câmera com resolução de 4k de resolução, nos formatos JPEG/DNG. As fotografias foram registradas entre 10 e 90 metros de altura da paisagem local.

Figura 5 - A) drone DJI Mavic 2Pro, B) atividade de campo, C) córrego Limeira, D) mata ciliar do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

CAPITULO IV

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização ambiental

Nesse item, serão apresentadas as ocorrências geológicas, unidades geomorfológicas, as classes de solos, as características climáticas, a cobertura vegetal, o uso e ocupação do solo e a caracterização morfológica e classificação de um perfil de solo representativo da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira.

O levantamento das características ambientais que compõem uma bacia hidrográfica é um instrumento de pesquisa que permite conhecer a sua estrutura e funcionamento. O resultado deste estudo permitirá obter indicadores dos potenciais e limitações dos recursos naturais que a bacia pode oferecer, contribuindo para a gestão ambiental.

3.1.1. Ocorrências geológicas

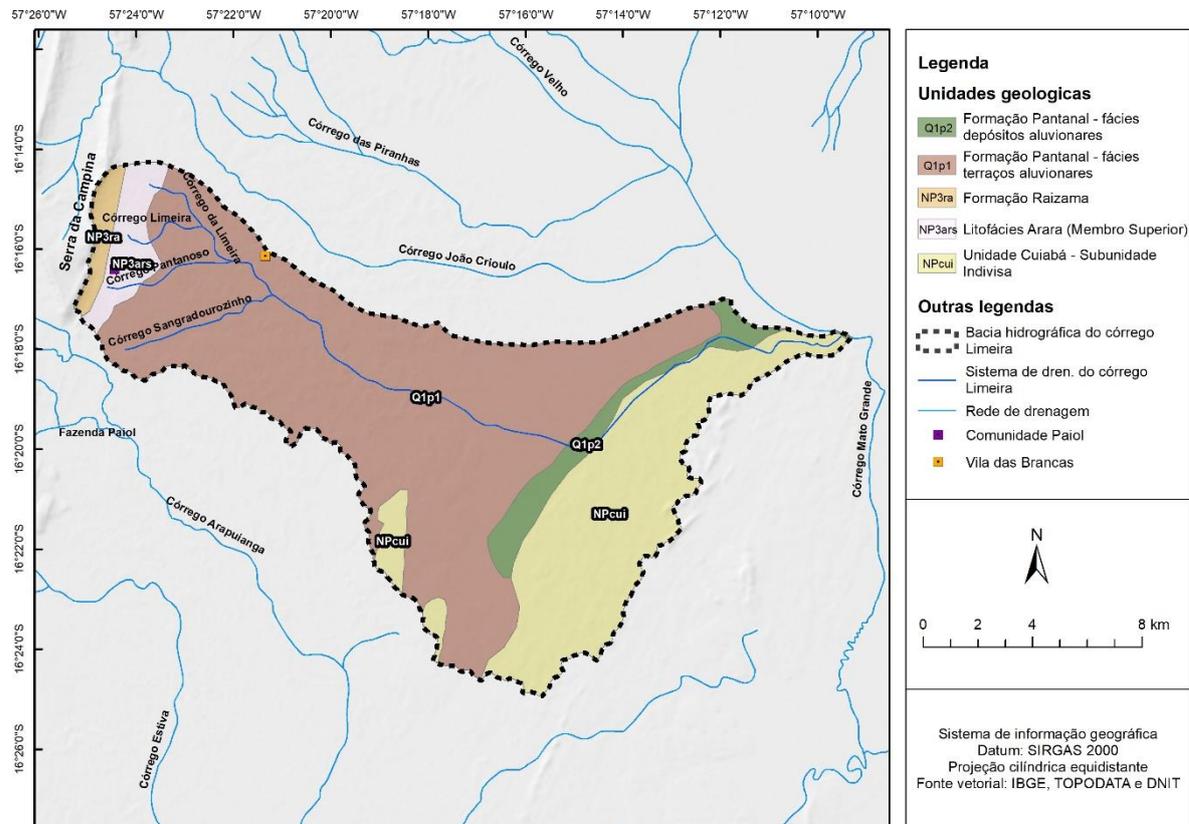
Na sub-bacia hidrográfica encontram-se as seguintes formações geológicas: a) Formação Raizama (1,86%); b) Formação Araras Membro Superior (4,02%); c) Grupo Cuiabá (27,13%); d) Formação Pantanal – fácies terraços aluvionares com área de 129,35 km², abrangendo a maior área de bacia, representando 62,02%; e) Formação Pantanal – fácies depósitos aluvionares (4,98%) (Tabela 1 e Figura 6).

Tabela 1– Geologia da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira.

Sigla Unidade Estratigráfica	Unidade Geológica	Litologia	Classe de Rochas	Domínio	Características	Área em km²	Ocorrência (%)
NP3ra	Formação Raizama	Arenito, Siltito	Sedimentar	Domínio das Sequências sedimentares Proterozóicas dobradas, metamorfizadas em baixo grau a médio grau.	Metarenito, quartzitos e metaconglomerados.	3,87 km ²	1,86%
NP3ars	Formação Araras Membro Superior	Dolomito	Sedimentar	Domínio das Sequências sedimentares Proterozóicas dobradas, metamorfizadas em baixo grau a médio grau.	Predomínio de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos siltico-argilosos e arenosos.	8,37 km ²	4,02%
NPcui	Grupo Cuiabá	Filito, Metarenito	Metamórficas	Domínio das Sequências sedimentares Proterozóicas dobradas, metamorfizadas em baixo grau a médio grau.	Intercalações irregulares de metassedimentos arenosos e siltico-argilosos.	56,58 km ²	27,13%
Q1p1	Pantanal fácies terraços aluvionares	Argila, Areia, Silte	Materiais superficiais	Domínio dos sedimentos Cenozóicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso.	Ambiente de terraços aluvionares - Material inconsolidado a semi-consolidado de espessura variável, da base para o topo é formado por cascalho, areia e argila.	129,35 km ²	62,02%
Q1p2	Pantanal fácies depósitos aluvionares	Argila, Areia, Silte	Materiais superficiais	Domínio dos sedimentos Cenozóicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso.	Ambiente flúvio-lacustre. Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa.	10,39 km ²	4,98%

Fonte: O autor (2022).

Figura 6 - Espacialização geológica da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

3.1.1.1 Formação Raizama

A Formação Raizama localiza-se no alto curso da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, podendo atingir altitude de 700 metros e representa uma área de 3,87 km², o que equivale a 1,86% da área da sub-bacia.

Litologicamente, a Formação Raizama apresenta em sua base frequentes intercalações de camadas de arenitos grosseiros e conglomerados com matriz arenosa fina, média e grossa. Essa formação é constituída por cores claras, com tonalidades esbranquiçadas, bege, cinza-claro, rósea e mais raramente arroxeadas, camadas conglomeráticas com seixos de quartzo atingindo até 3 cm (BARROS et al., 1982).

Almeida (1964) menciona que, a origem da sedimentação do arenito (Formação Raizama) ocorreu em águas pouco profundas, epineríticas, e que tal bacia sofria lentamente as consequências das mudanças climáticas, mas ainda continua subsidência na Província Serrana, comprovada pela espessura da sua formação.

Em termos morfológicos, de acordo com Oliveira e Leonardos (1943), citado por Santos (2000, p.12), o arenito da Formação Raizama é a composição dos morros e das serras do alto curso da bacia.

Analisando as cartas topográficas do Projeto RadamBrasil, Brasil (1982b), as formações de arenito registrados na serra Cachoeirinha, serra Branca, serra da Chapola, serra da Campina, serra da Santana, serra Grande, serra Morro Branco e serra Morro Grande, conforme os pacotes rochosos resistentes, mantêm a estrutura e alguns taludes verticais nas respectivas serras.

Para Karmann (2009), o arenito é uma unidade rochosa porosa, permeável que possui a capacidade de armazenar e de transmitir grandes quantidades de água para o lençol freático, o que é considerado de suma importância ao abastecimento dos aquíferos e à formação das nascentes.

A ocorrência da Formação Raizama está catalogada na folha SE.21, V-B, Projeto RadamBrasil, Brasil (1982b), essencialmente na Província Serrana onde se expressam relevos mais extensos, alongados e contínuos que alcançam topos na ordem de 700 m. São características dessa área as quebras topográficas que permitem distinguir flancos das diversas dobras existentes na Província Serrana (Figura 7), assim como são observados pequenos afloramentos isolados na planície pantaneira no quadrante noroeste, à margem direita do rio Jauru e na BR-070 e a sudoeste da Província Serrana, (BRASIL, 1982b, p. 78).

Figura 7 - Aspecto formação Raizama



Fonte: O autor (2022).

Conforme o projeto RADAMBRASIL, Brasil (1982, p. 78), a espessura da formação Raizama gira em torno de 500 metros na Província Serrana e alcançando até 1.600 metros a norte da área. Os sedimentos da Formação Raizama sobrepõem os dolomíticos Araras e estão abaixo aos folhelhos e siltitos da Formação Seputuba, “a Formação Raizama é composta sobretudo por arenitos quartzosos e quartzofeldspáticos com níveis conglomeráticos e subordinadamente por siltitos, argilitos, arcóseos e níveis de *chert*” (variedade de quartzo), (BRASIL, 1982a, p. 78). Nesse sentido, o autor ressalta, ainda, que em geral são rochas frágeis e quebradiças, certamente devido à alteração, embora encontram-se em algumas situações bem compactadas até mesmo silicatadas parecendo-lhes com arenitos e quartzitos.

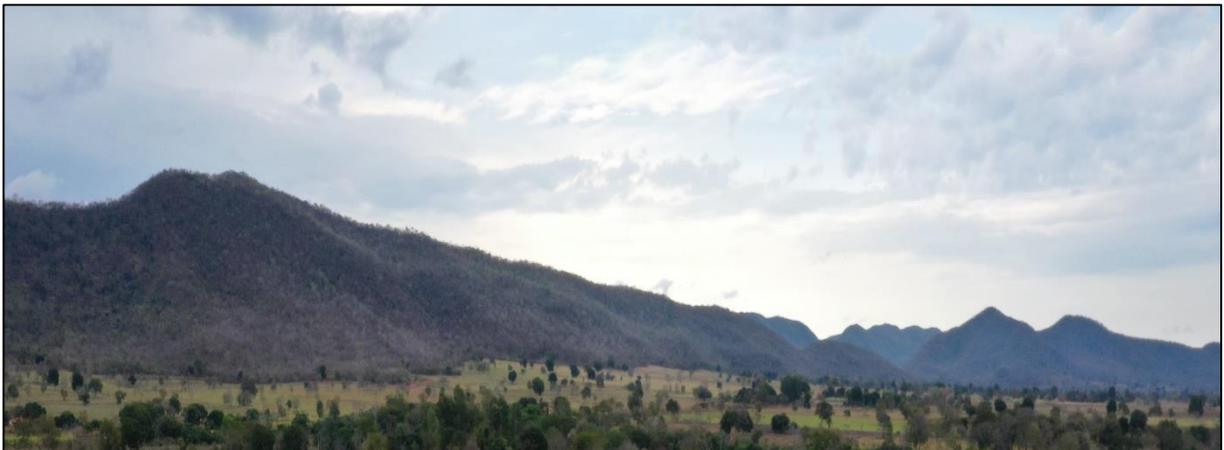
Segundo Rosestolato Filho (2006), a Formação Raizana apresenta algumas variações, sendo responsável pelas variadas formas acidentadas presentes na Província Serrana. As principais variações dessa formação estão representadas pelas cores diversificadas de branco a roxo e arroxeadas. Com referência às características físicas, as oscilações mais comuns são as dos siltitos e argilitos, com coloração avermelhada, arroxeadas ou amareladas, arcóseos de granulação média e arenitos com

concentração de ferro (ROSESTOLATO, 2006). O autor salienta ainda que as rochas resistentes às erosões dessa formação são encontradas em áreas de dobramentos.

3.1.1.2 Formação Araras

A Formação Araras está presente no alto curso da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, paralela à Formação Raizama (Figura 8), e ocupa uma área de 8,37 km², perfazendo 4,02% da área da sub-bacia. De acordo com o projeto RadamBrasil, Brasil (1982a), essa formação é composta por rochas carbonáticas constituídas de calcários pelíticos e calcíticos e dolomitos no topo.

Figura 8 – Aspecto Formação Araras



Fonte: O autor (2022).

Os calcários pelíticos e calcíticos ocorrem nas porções inferiores e meias encostas da Província Serrana. Os calcários pelíticos são ocorrentes na porção basal da Formação Araras e são mais comuns em solos argilosos de coloração amarronzada, sua coloração é marrom-arroxeadada, vermelho-tijolo e cinza-escuro, e a granulação é normalmente muito fina. Os calcários calcíticos são mais comuns na porção superior e se apresentam em forma de lajedos e pequenos paredões nos sopés das serras da Província Serrana. Os quais apresentam coloração cinza escuro e claro. As rochas mais abundantes dessa formação são os dolomitos, que ocorrem principalmente na porção superior, e possui coloração cinza claro e granulação fina (BRASIL, 1982a).

A unidade geológica Araras teve seu primeiro relato por Castelnuovo (1850, apud Almeida (1964), Brasil (1982, p. 96)). Mais tarde, Evans (1894) as denominou de

“Arara Limestone”, posteriormente normatizada de Grupo Araras, por Almeida (1964), (SANTOS, 2000, p. 10).

Estudos com detalhamento geológico e geoquímico das rochas da unidade de Formação Araras, realizados pelo projeto RadamBrasil, Brasil (1982a), dividiram-na informalmente em dois membros, superior e inferior; o membro superior, é constituído por dolomitos, com intercalações subordinadas de siltitos, arenitos e argilitos calcíferos, e o membro inferior é composto por margas conglomeráticas, calcários calcíticos e calcários dolomíticos, ainda conforme os autores, a espessura defendida dessa unidade é na ordem de 1.300 metros, verificado na região centro-sul da Província Serrana, (BRASIL, 1982, p. 97).

A Carta hidrogeológica da folha SE.21 Corumbá, Brasil (2016) aborda vários aspectos importantes da Formação Araras como sendo a:

Localização – Ocorre ao norte da folha, com área aflorante de 1.894 km² e subjacente ao Aquífero Alto Paraguai, unidade terrígena, numa área de 1.414 km². Estende-se até parte da região centro sul do Estado de Mato Grosso, numa extensa faixa alongada e arqueada com dobramentos anticlinais e sinclinais de direção nordeste – sudoeste, com concavidade voltada para sudeste. **Características Litológicas** – É com posto por sucessão de camadas de rochas carbonáticas, que tem a predominância de dolomitos em seu membro superior e calcários em seu membro inferior, além dos demais litotipos como marga, arenito, argilito e silito. **Características Hidrogeológicas** – É um aquífero com extensão regional, descontínuo, que pode ocorrer aflorando ou subjacente à unidade Alto Paraguai terrígena. As vazões são variáveis, entre 10 e 25m³/h; nos poços tubulares. Apresenta condições de carstificação restrita e condições de circulação de água moderada, quando associada a sistemas de fraturas. Sua espessura é da ordem de centenas de metros. **Produtividade** – A produtividade é *Geralmente Baixa, porém Localmente Moderada (Classe 4)*, quando ocorre de ambas as formas, aflorante ou subjacente. **Qualidade** – A qualidade físico-química de suas águas é relativamente boa, porém, é comum a ocorrência de águas carbonatadas, de alta dureza, em poços de pouca vazão, (BRASIL, 2016).

A estruturação da Formação Araras na área de estudo é constituída por rochas carbonáticas, caracterizada na porção inferior e meias encostas, essencialmente por calcários pelíticos e calcíticos. O calcário dolomítico ocorre com maior abundância, apresentando feições topográficas típicas dessa formação, constituindo colinas e morros abaulados no topo, alinhados e alongados no sentido da estrutura regional (BARROS et al., 1982).

Luz et al. (1978) fizeram estudo mais específico e detalhado das rochas da Formação Araras, envolvendo o levantamento geológico e geoquímico, admitindo a espessura de 1.300 metros para essa unidade.

Admite-se que o conjunto carbonático da Formação Araras depositou-se em ambiente marinho raso de águas calmas tipo plataforma. Segundo a sequência idealizada de fácies e com base nas características litológicas, acredita-se que as rochas calcárias da porção inferior do pacote estariam mais relacionadas às fácies de plataforma aberta, provavelmente sublitorânea e os dolomitos na plataforma restrita, aproximadamente litorânea (WILSON, 1975).

3.1.1.3 Unidade Cuiabá – subunidade indivisa

O Grupo Cuiabá ocorre no baixo curso da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, e ocupa uma área equivalente de 56,58 km², perfazendo 27,13% da área total da sub-bacia.

Nesse contexto, o Grupo Cuiabá apresenta diversas litologias como xistos, filitos, metagrauvas, metarenitos, metacórseos, ardósias, metassiltitos, mármores e metaparaconglomerados que apresentam-se compondo parte da unidade da Depressão do Paraguai (Figura 9). As formas de relevo desses tipos de rochas apresentam o topo plano em cotas altimétricas aproximadas a 200 a 250 metros (BRASIL, 1982a).

Figura 9 - Aspecto divisor Depressão do rio Paraguai e planície pantaneira



Fonte: O autor (2022).

Dentre os vários tipos litológicos do Grupo Cuiabá, os filitos foram os que tiveram maior composição petrográfica, destacando-se os filitos calcíferos que possuem sua composição baseada em sericita, quartzo e fragmentos de rochas com cristais de carbonato e grãos de quartzo, portanto a composição das rochas é granítica, carbonática e quartzítica (BRASIL, 1982a).

Observaram-se nesse compartimento muitos afloramentos rochosos de calcário, tanto calcítico quanto o dolomítico e arenito. Esse material está sujeito às ações do tempo (intemperismos) que o carregam para o canal, de maneira que se depositam no fundo, deixando o leito rochoso.

O Grupo Cuiabá conforme abordado por Olivatti e Ribeiro Filho (1976) a define como unidade lito-estratigráfica indivisa, os autores ressaltam ainda a existência de duas formações, constituído de filitos, filitos com seixos dispersos, metaparaconglomerados, metassiltitos, metagrauvascas, quartzitos e calcários.

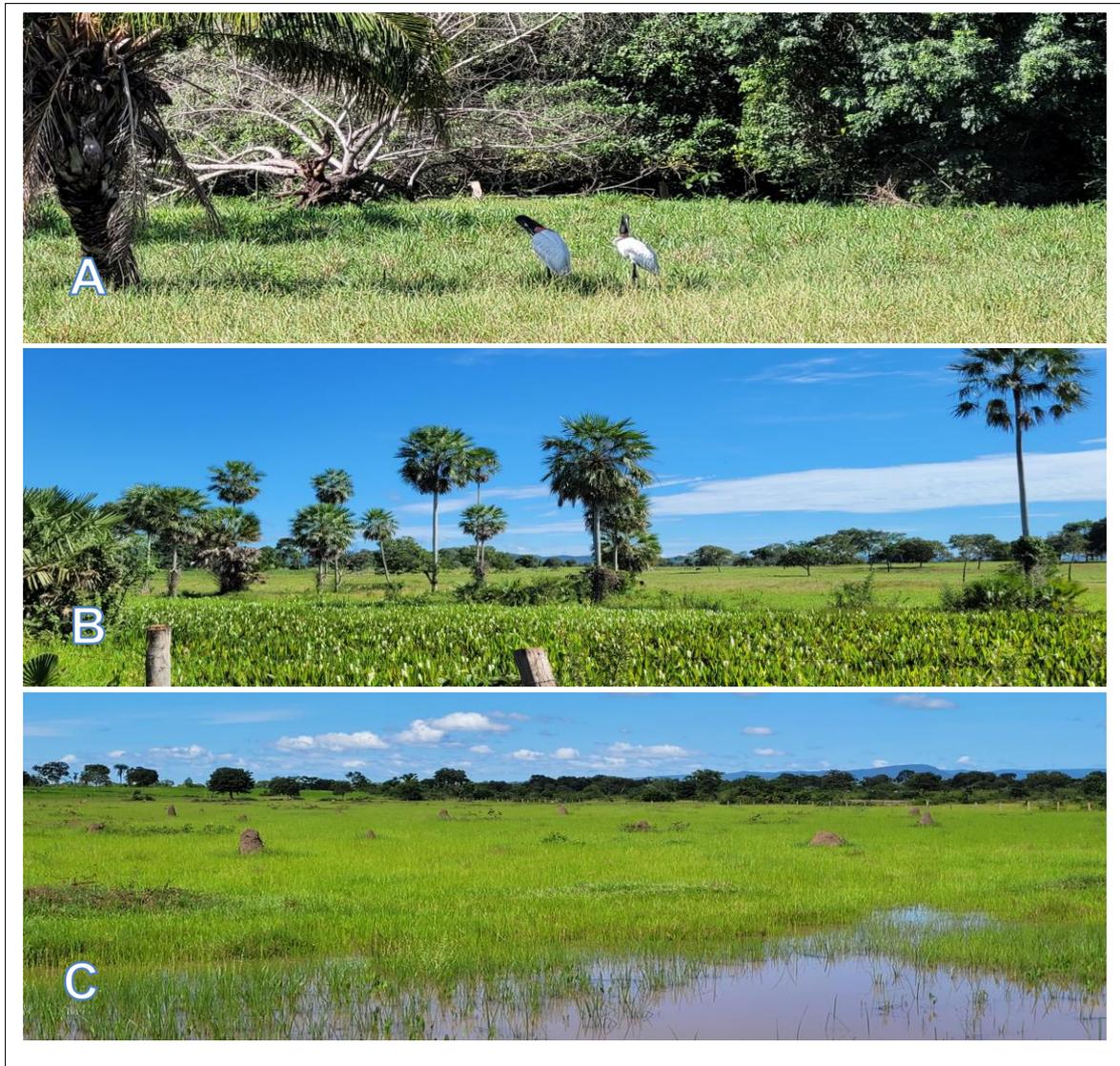
Almeida (1964), Ribeiro Filho (1975) apud (BRASIL, 1982, p. 70,71), elencaram pesquisas de descrição de vários aspectos geológicos, geomorfológicos estratigrafia e origem do Grupo Cuiabá. Os autores apontaram uma espessura entre 3 e 4.000 metros de sedimentos detríticos, formados em quase sua totalidade por filitos cortados com veios de quartzo, ocorrendo grande parte na peneplanície cuiabana. Os autores

ênfatizam que o grupo Cuiabá ocupa quase por inteiro a Depressão Cuiabana, limitando-se a extremidade oeste pelas rochas da Província Serrana e a leste pela borda da Bacia do Paraná. Suas rochas moldam o relevo geralmente aplainado que em certos locais se destacam cristas produzidas por rochas mais resistentes.

3.1.1.4 Formação Pantanal

A Formação Pantanal corresponde a maior área da sub-bacia do córrego Limeira, divide-se em dois seguimentos: Pantanal fácies terraços aluvionares, ocupa 129,35 km², o que perfaz um total 62,02% da área total da sub-bacia; Pantanal fácies depósitos aluvionares que ocupa a área de 10,39 km² e corresponde a 4,98% da área da sub-bacia (Figura 10).

Figura 10 - A) Tuiuiú próximo ao córrego Limeira, B) Carandá palmeira típica do Pantanal, C) campo alagado com murundus



Fonte: O autor (2022).

O Pantanal possui três níveis de formação reconhecida: a Qp1, Qp2 e Qp3, e conforme a descrição do Projeto RadamBrasil, Brasil (1982a), todavia, os níveis de formação de interesse da pesquisa são o Qp1 e Qp2.

“O primeiro (Qp1). Topograficamente mais elevado, seria constituído por areias inconsolidadas de granulação média a fina, com grãos bem arredondados e polidos, com intercalações subordinadas de níveis decimétricos siltico-argilosos. O nível Qp2, formador dos terraços aluviais sub-recentes, seria constituído por silte, argila e bolsões de areia muito fina. O último nível (Qp3), constituinte de uma planície mais rebaixada, teria como formadores depósitos irregulares siltico-argilosos e grosseiros, depositados recentemente pelos rios da Bacia do Paraguai, (BRASIL, 1982a, p. 145).

As unidades geológicas (Qp1 e Qp2) formam das duas mais antigas da fase do aluviamento da bacia do Alto Paraguai. A unidade (Qp1) corresponde às aluviões atuais e unidade (Qp2) é formada por sedimentos fluviolacustres de caráter dominantes siltico-argiloso que indica a fase recente (BRASIL, 1982b, p.110).

3.2 Unidades geomorfológicas

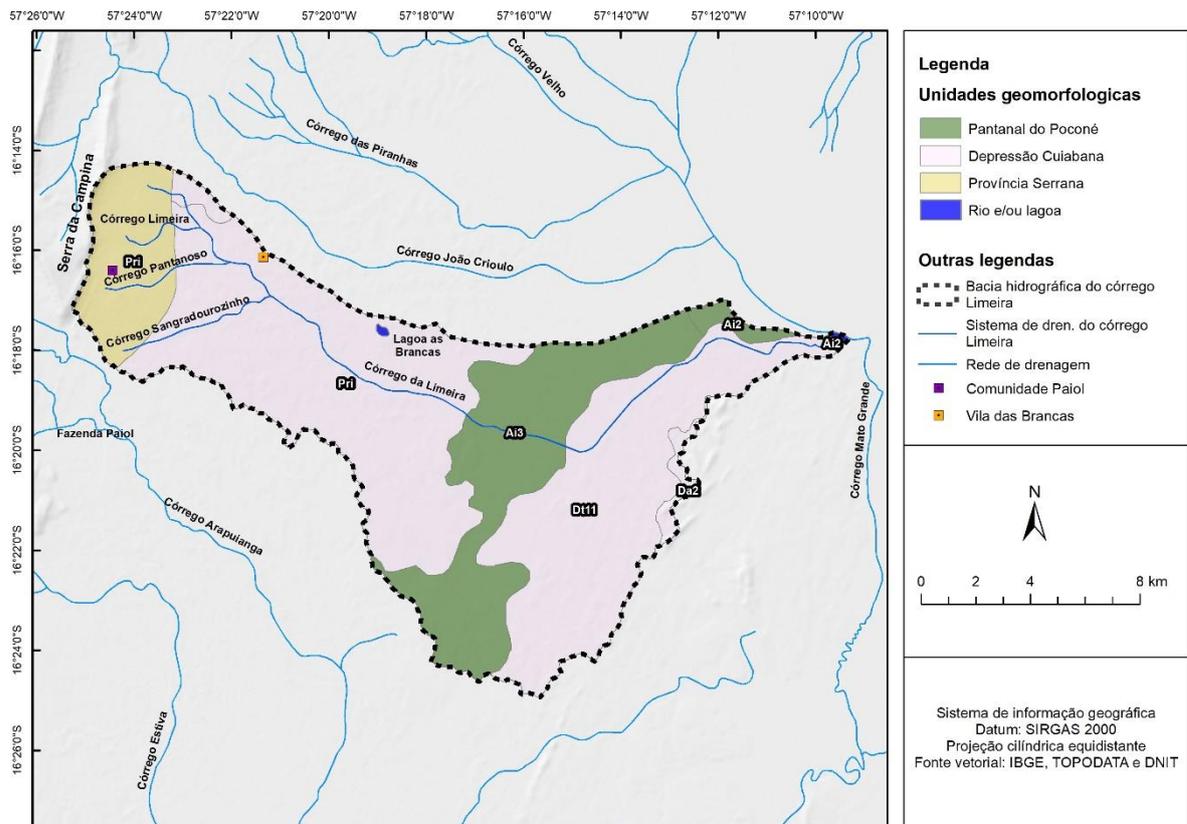
A sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira possui três unidades de relevo: a) Província Serrana (9,79%); Pantanal de Poconé (22,21%) e Depressão Cuiabana (67,86%) abrangendo a maior área (Figura 11).

Tabela 2 – Ocorrências geomorfológicas da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira

Unidades Geomorfológicas	Domínio	Natureza	Característica	Área em km²	Ocorrência (%)
Província Serrana	Cinturões Orogênico	Pediaplano retocado inumado	Aplanamento	20,42 km ²	9,79%
Pantanal de Poconé	Depósitos Sedimentares Quaternários	Plano de inundação	Acumulação /inundação	46,33 km ²	22,21%
Depressão Cuiabana	Cinturões Moveis Neoproterozóica	Homogênea tabular	Dissecado homogênea ou diferencial	141,52 km ²	67,86%

Fonte: O autor (2022).

Figura 11 – Espacialização geomorfológica da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

3.2.1 Província Serrana

A unidade Província Serrana ocupa o alto curso da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, com área de 20,42 km², totalizando 9,79% da área total da sub-bacia. Essa unidade geomorfológica caracteriza-se como um conjunto de vales e serras paralelas, sinclinais e anticlinais, constituída por dobramentos e falhamentos. As serras possuem estruturas tabulares, superfície aplanada, limitada por escarpas e retrabalhada por processos de pediplanação (BRASIL, 1982a).

O relevo da Província Serrana é classificado como um conjunto de anticlinais e sinclinais, formando um alinhamento de serras paralelas entre si, com plano de concavidade voltado para o sudoeste. Possui características de dobras e falhas, em que o processo erosivo atuou em diferentes fases ao longo do período Cenozoico e Mesozoico (ROSS, 1991).

Ribeiro Filho, Luz e Abreu Filho (1975) caracterizam a Província Serrana como um conjunto de serras paralelas, configuradas por dobramentos e falhamentos das

camadas sedimentares do Grupo Alto Paraguai, separadas por vales estreitos e amplos.

As características atuais do relevo da Província Serrana são resultadas das fases erosivas que atuaram na estrutura dobrada de diferentes formações litológicas. Apresenta-se com estrutura em anticlinais com dorsos preservados, erodidos, vales de sinclinais, sinclinais alçados, escarpas estruturais geradas por falhas e a ocorrência de calcário no interior dos anticlinais erodidos ou nas bordas sinclinais alçadas, sendo observado a associação do relevo invertidos e formas concordantes com a disposição estrutural (SOUZA, 2015) (Figura 5).

Figura 12 – Panorâmica da Província Serrana (segundo plano) e da Depressão Cuiabana (primeiro plano)



Fonte: O autor (2022).

3.2.2 Depressão Cuiabana

A Depressão Cuiabana é expressiva na sub-bacia e corresponde a 141,52 km², equivalente a 67,86% da área total da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira. A Depressão Cuiabana compreende uma área rebaixada entre a Chapada dos Guimarães, a leste e a Província Serrana que a recobre a noroeste; sendo limitada pelo Pantanal ao sul. Apresenta superfície suavemente dissecada, com modelados de topo tabular, secundariamente convexos e declives fracos a muito fracos. A baixa produtividade hídrica do aquífero dessa região indica que predominam os processos de escoamento superficial (IBGE, 2020) (Figura 12).

Figura 12 – Indicativo (círculo amarelo) área de nascentes da bacia do córrego Limeira no sopé da Província Serra e percorrendo a Depressão Cuiabana



Fonte: O autor (2022).

3.2.3 Pantanal de Poconé

O Pantanal de Poconé é a segunda maior área geomorfológica da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, ocupa 46,33 km² e totaliza 22,21% da área total. Essa unidade da paisagem caracteriza-se por deposições de sedimentos dos canais de drenagem rasos e temporários, podendo haver cobertura por gramíneas como campos limpos, campos de murundus, campos de pastagens exóticas ou expressar vegetação arbórea como florestas densas e florestas abertas (FERNANDES e CLEITON, 2010, p. 39).

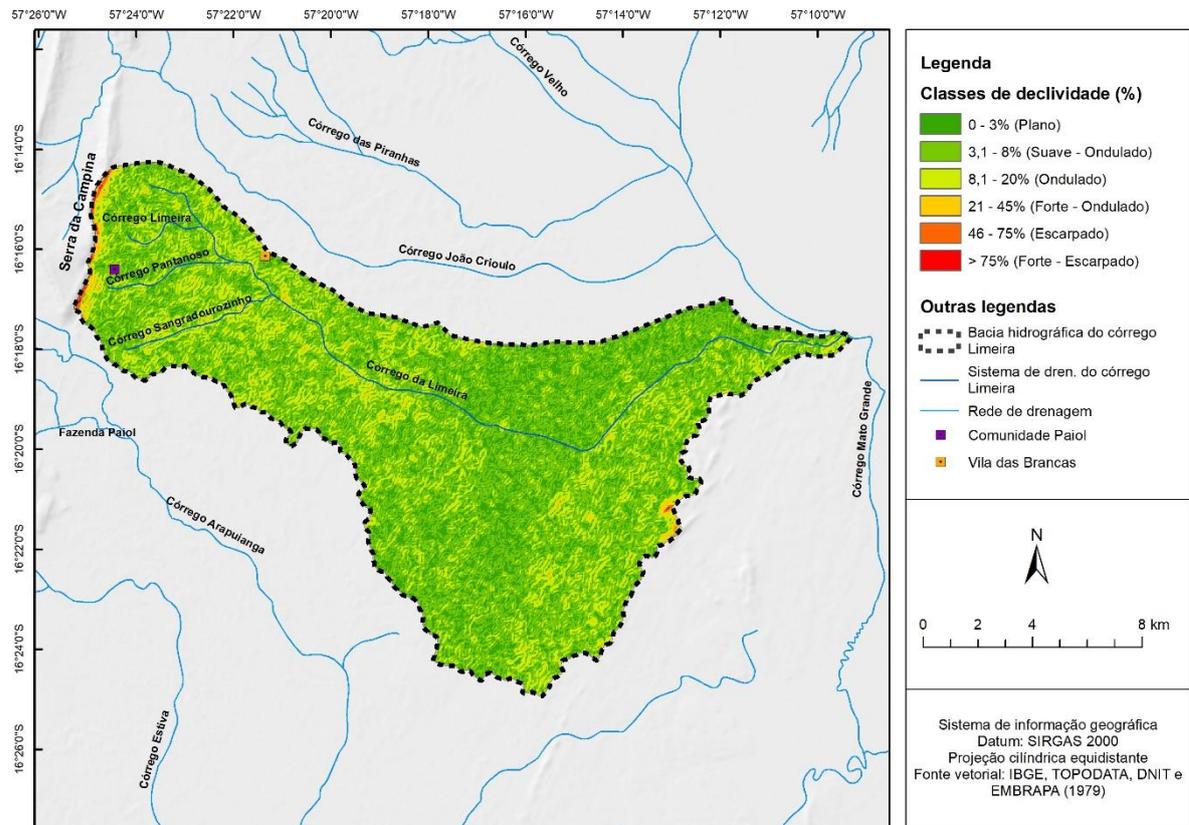
O Pantanal de Poconé é constituído por sedimentos aluvionares argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos da Formação Pantanal, que se encontram espalhados e coalescentes com os sedimentos depositados pelos rios principais. Predominam os planos convergentes e coalescentes com as planícies fluviais, caracterizados como áreas de acumulação inundáveis, onde o alagamento ocorre por formas e intensidades variáveis (Figura 14). A área de estudo é drenada por corpos d'água compreendendo a 0,30 km², ocupando 0,14% de ocupação da sub-bacia do córrego Limeira (Figura 13).

Figura 13 - A) córrego Limeira, B) córrego Pantanoso, C) córrego Sangradourozinho



Fonte: O autor (2022).

Figura 14 – Índice de Declividade



Fonte: O autor (2022).

3.3 Classes de solos - Pedologia

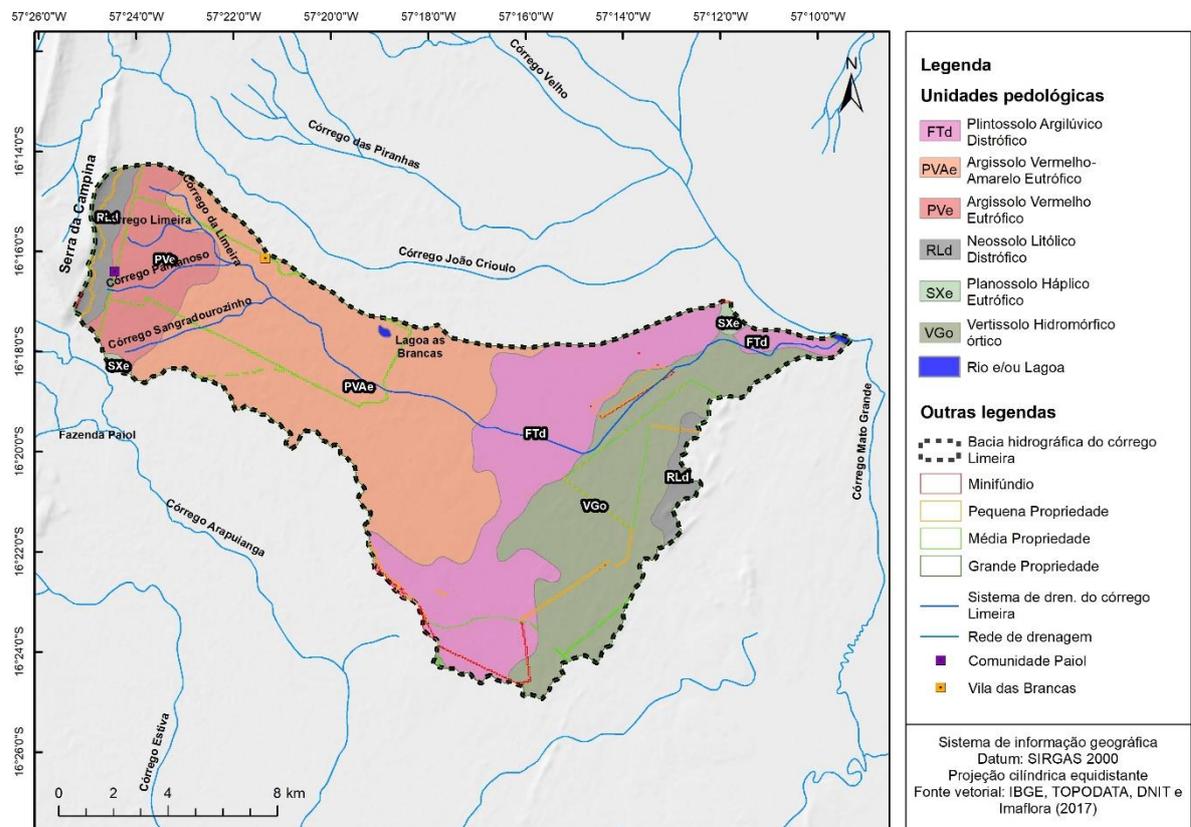
A partir dos estudos realizados pelo Projeto RadamBrasil (1982b), por Camargo (2011) e Rodrigues (2020), foi possível identificar os seguintes tipos de solos distribuídos na sub-bacia: Plintossolo Argilúvico Distrófico (24,86%), Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (38,45%), Argissolo Vermelho Eutrófico (8,77%), Neossolo Litólico Distrófico (4,29%), Planossolo Háptico Eutrófico (0,58%) e Vertissolo Hidromórfico órtico (22,92%) (Figura 7). Foram registrados maiores ocorrências dos Argissolos e Vertissolo.

Tabela 3 – Ocorrência das classes de solos da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	Área em km ²	Ocorrência (%)
FTd	Plintossolo Argilúvico Distrófico	51,84 km ²	24,86%
PVAe	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	80,18 km ²	38,45%
PVe	Argissolo Vermelho Eutrófico	18,29 km ²	8,77%
RLd	Neossolo Litólico Distrófico	8,94 km ²	4,29%
SXe	Planossolo Háplico Eutrófico	1,22 km ²	0,58%
VGo	Vertissolo Hidromórfico órtico	47,79 km ²	22,92%

Fonte: O autor (2022).

Figura 15 – Espacialização das classes de solos ocorrentes da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

3.3.1 Plintossolo Argilúvico Distrófico - FTd

O Plintossolo Argilúvico Distrófico aparece no médio curso da bacia e pequena mancha no baixo curso, equivalendo a 51,84 km² e 24,86% da área. São solos minerais, hidromórficos ou com sérias restrições de drenagem, apresentando horizonte plíntico (EMBRAPA, 2018).

Nos períodos de estiagem, o lençol freático abaixa significativamente, mas o solo permanece úmido internamente, garantindo boa quantidade de água disponível durante todo o ano, Oliveira, Jacomine e Couto (2017). O caráter argilúvico e mal drenado do solo evidencia que a infiltração é baixa, predominando processos de escoamento superficial e contribuindo para as inundações do Pantanal.

3.3.2 Neossolo Litólico Distrófico – RLd

O Neossolo Litólico Distrófico ocorre no alto curso da bacia, nas áreas de escarpas das serras da Província Serrana e também em pequena porção do baixo curso, ocorrendo 8,94 km², correspondente a 4,29% da área da sub-bacia. São solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, sem horizonte B diagnóstico, apresenta um horizonte A sobre a rocha ou sobre material com 90% ou mais de sua massa constituída por fragmentos rochosos (EMBRAPA, 2018).

São, portanto, solos de pequena espessura, com frequente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha em seu perfil e grande suscetibilidade à erosão (OLIVEIRA *et. al.*, 2017). Apesar de serem solos bem drenados, por estarem localizados em área de acentuada declividade, possuem baixa infiltração, predominando o escoamento superficial.

3.3.3 Planossolo Háplico Eutrófico – Sxe

O Planossolo Háplico Eutrófico aparece no médio curso da área de estudo, cobrindo cerca de 1,22 km² na unidade Depressão Cuiabana e estendendo-se um pequeno fragmento no Pantanal de Poconé, no baixo curso da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, perfazendo 0,58% da sua área total.

Nesse entendimento, o Planossolo Háptico Eutrófico ocorre no Pantanal margeando os cursos de água, caracterizando-se solos minerais, hidromórficos, imperfeitamente ou mal drenados. Geralmente possuem alta concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta. Suas características naturais favorecem a abrangência periódica anual de excesso de água (EMBRAPA, 2018).

3.3.4 Argissolo Vermelho Eutrófico – Pve e Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico – PVAe

O Argissolo Vermelho Eutrófico cobre uma área de 18,29 km² que equivale a 8,77% da área total da sub-bacia. Já o Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico possui maior expressão com 80,18 km² e 38,45% da área total da sub-bacia e ocorre no baixo curso da bacia, na faixa da Depressão Cuiabana da Província Serrana. Esses argissolos compreendem solos constituídos por materiais minerais, que têm como característica a presença de horizonte B textural que apresenta argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico (EMBRAPA, 2018). Como base, possui avançada evolução onde ocorre atuação incompleta do processo de ferralitização. Como critério, possui o desenvolvimento do horizonte diagnóstico B textural, vinculado a atributos que evidenciam a baixa atividade da fração argila ou o caráter alítico.

Palmieri e Larach (2016) destacam que estas classes de solo em geral predominam em encostas côncavas e plano-inclinadas, de relevos que vão de ondulados a forte ondulados. Arraes et al (2010, p. 853) apontam que o gradiente textural dos argissolos facilita o fluxo paralelo no caimento das encostas, podendo incrementar a erosão laminar, principalmente quando ocorre mudança textural abrupta, que facilita a rápida saturação dos horizontes superiores, favorecendo o fluxo paralelo ao caimento das encostas.

3.3.5 Vertissolo Hidromórfico Órtico – VGo

O Vertissolo Hidromórfico Órtico ocorre no baixo curso da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, especificamente na unidade geomorfológica Pantanal de Poconé, ocupa uma área de 47,79 km² que corresponde a 22,92% da área da sub-bacia. São solos minerais, com horizonte vértico, cores desde escuras a amareladas,

acinzentadas ou avermelhadas, profundos e pouco profundos, geralmente com presença de fendas no perfil, como consequência da expansão e contração do material argiloso, superfícies de fricção (slickensides) e estrutura fortemente desenvolvida do tipo prismática (EMBRAPA, 2018). As principais propriedades morfológicas do Vertissolo são: predomínio de argilas expansivas, textura argilosa, fendas na superfície no período seco e estrutura cuneiforme ou paralelepípedica e mal drenados.

O Vertissolo Hidromórfico Órtico possui o horizonte Glei dentro dos primeiros 50cm, com sequência de horizonte de cores acinzentadas, imperfeitamente mal drenado, apresentando fendilhamento (rachadura), em consequência da expansão e contração, sendo típico de solos argilosos com variação no teor de umidade (EMBRAPA, 2018).

3.4 Característica climáticas

O estudo das características climáticas de uma bacia hidrográfica é relevante para obter conhecimento a respeito dos níveis de precipitação dentro da área da bacia (Figura 8), por ser importante no abastecimento dos lençóis freáticos, dos cursos da água, no modelamento da paisagem, a partir das formas com que o escoamento superficial irá ocorrer e na manutenção da dinâmica fluvial.

Tabela 4 - Índice de precipitação Estação Flechas



Fonte: Estação Meteorológica Flechas Código: 01657004

Os dados de precipitação foram captados pela estação Flechas, de código: 01657004, sob as coordenadas geográficas: Latitude: -16,04. Longitude: -57,26. A

estação Flechas reflete diretamente sobre a área de estudo, devido a sua proximidade com a sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira. Isso nos dá um parâmetro das condições climáticas do local. Os dados foram registrados entre os anos 1995 a 2019 e demonstram que, nos ambientes do alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica, os níveis de precipitação variaram entre 800mm a 1800mm.

Musis *et. al.* (1997) destacam que é nítida a influência do relevo na temperatura local. A planície pantaneira apresenta temperaturas mais elevadas que a porção alta da Bacia do Alto Pantanal (BAP), sem apresentar os valores exatos dessa diferença. Os autores apresentam ainda que, na área de estudo, a temperatura máxima média anual varia de 29° C a 32° C.

A evapotranspiração da BAP é bastante expressiva, por conta da presença do Pantanal, com grandes superfícies úmidas e alagadas, associadas a elevadas temperaturas. Cerca de 85% da precipitação que incide na região sofre evapotranspiração (BRASIL, 2006).

3.5 Cobertura vegetal

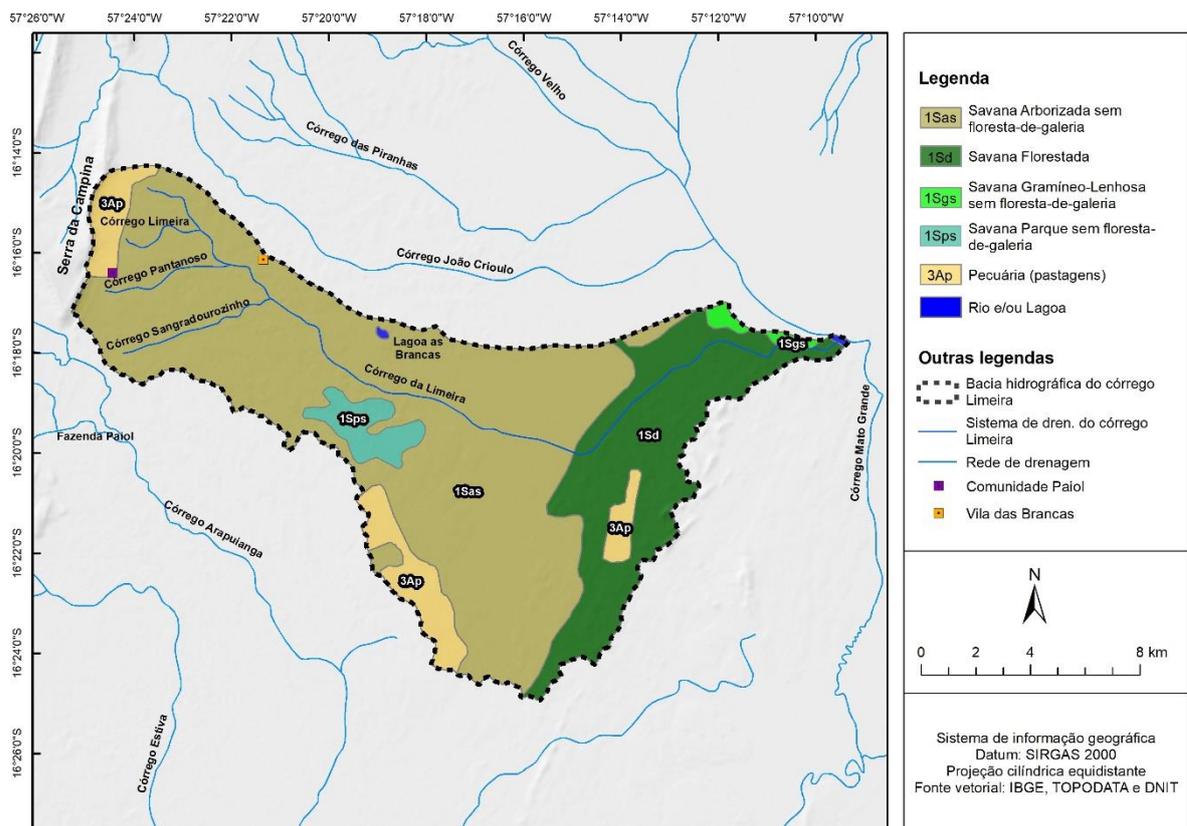
A cobertura vegetal da sub-bacia do córrego Limeira estão especializadas em Savana arborizada sem floresta de galeria, correspondendo a maior área dominante, 67%; Savana florestada, 21%; Savana gramíneo-lenhosa, sem floresta de galeria, 0,88%; Savana parque, sem floresta de galeria, 2,91% e a pecuária, retratada em 7,65% caracterizada pelas áreas de pastagens e os corpos d'água, 0,14%, representado pelo córrego Limeira e lagoas (Figura 16).

Tabela 5 - Uso e cobertura da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira

Cobertura Vegetal e Uso Ocupação do Solo	Área em km ²	Ocorrência (%)
Savana arborizada sem floresta de galeria	140,48 km ²	67%
Savana florestada	43,92 km ²	21%
Savana gramíneo-lenhosa sem floresta de Galeria	1,83 km ²	0,88%
Savana parque sem floresta de galeria	6,08 km ²	2,91%
Pecuária	15,96 km ²	7,65%
Corpos de água	0,30 km ²	0,14%

Fonte: O autor (2022).

Figura 16 - Uso e cobertura da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

3.5.1 Savana arborizada sem floresta de galeria

A Savana arborizada sem floresta de galeria cobre quase a totalidade da sub-bacia, cerca de 67%, equivalente a 140,48 km². Deve-se esclarecer que estão sujeitas ao fogo anual a vegetação compreendida pela Savana arborizada (Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso) subgrupo de formação natural ou antropizada que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica (vegetação ralas) e outra hemicriptofítica graminoide (Gramíneas tipo pastagens) contínua. As sinúcias (conjunto de plantas de estrutura semelhante) dominantes formam fisionomias ora mais abertas (Campo Cerrado), ora adensado, Cerrado propriamente dito (Figura 17). A composição florística, apesar de semelhante à da Savana florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado (IBGE, 2012).

Figura 17 – Cobertura de Savana arborizada sem floresta de galeria da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

3.5.2 Savana florestada

A Savana florestada ocorre no baixo curso da sub-bacia, dentro da unidade geomorfológica Pantanal de Poconé com 43,92 km², equivalendo a 21% da área de estudo. Conforme Abdon (2008), Savana florestada ou cerradão constitui-se por

vegetação arbórea com altura e densidade semelhante à floresta, porém, apresenta vegetação típica do Cerrado, apresenta árvores lenhosas e tortuosas com ramificação irregular, perenes ou semidecíduos, com altura variando de 6 a 8 metros (Figura 18).

Em alguns locais, a Savana florestada apresenta semelhança lenhosas de meso e microfanerófitos (grandes arbustos e pequenas árvores de gemas de renovo situadas a 2-8 m do solo), sendo muito semelhante, fisionomicamente, a florestas estacionais, apenas diferindo destas na sua composição florística. Não apresenta semelhança a plantas de pequeno porte tanto lenhosa quanto herbáceas, mas sim relvado hemicriptófito (qualquer planta cuja parte aérea morre anualmente e volta a brotar a partir da parte subterrânea), de permeio com plantas lenhosas raquíticas e palmeiras anãs (IBGE, 2012).

Figura 18 – Cobertura de Savana florestada da sub-bacia hidrográfica da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: O autor (2022).

3.5.3 Savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria

A Savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria ocorre num resquício que corresponde a 0,88% o que equivale a 1,83 km² da área da sub-bacia, nessa unidade, prevalecem, quando natural, os gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas, que ocupam extensas áreas dominadas por hemicriptófitos (planta perene

em que a parte aérea morre anualmente) e que, aos poucos, quando manejados por meio do fogo ou pastoreio, vão sendo substituídos por geófitos (espécies vegetais sob a forma de bulbo, rizoma, tubérculo ou raízes gemíferas) que se distinguem por apresentar colmos subterrâneos, portanto mais resistentes ao pisoteio do gado e ao fogo (IBGE, 2012).

Figura 19 - Gramíneas entremeados por plantas lenhosas



Fonte: O autor (2022).

3.5.4 Savana parque sem floresta de galeria

A Savana parque sem floresta de galeria ocorre numa pequena faixa central da sub-bacia, cerca de 2,91%, com 6,08 km². Essa unidade de Savana parque caracteriza por (Campo-Sujo-de-Cerrado, Cerrado-de-Pantanal, Campo de-Murundus ou Covoal e Campo Rupestre), subgrupo de formação constituído essencialmente por um estrato graminoide, integrado por hemicriptófitos (planta perene em que a parte aérea morre anualmente) e geófitos (espécies vegetais sob a forma de bulbo, rizoma, tubérculo ou raízes gemíferas) de florística natural ou antropizada, entremeadado por nanofanerófitos (vegetação rala) isolados, com conotação típica de um “Parque Inglês” (Parkland) (IBGE, 2012).

A Savana parque de natureza antrópica é encontrada em todo o país, enquanto a natural ocorre algumas vezes com feição de campos litossólicos e/ou rupestres

(Figura 20). Em áreas encharcadas de depressões periodicamente inundadas, ocorrem as tipologias naturais de Cerrado-de-pantanal, com denominações regionais diversas, caracterizadas pela presença de “covoais”, “monchões” ou “murundus” (IBGE, 2012).

Figura 20 – Cobertura de Savana Parque sem floresta de galeria da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira.



Fonte: O autor (2022).

3.5.5 Pecuária

A atividade pecuária corresponde 7,5% da área da sub-bacia, abrangendo 15,96 km² (Figura 22). A pecuária desenvolvida é a de cria e recria de animais com objetivo econômico, ou seja, a venda de bezerros. A tipologia de pastagem dominante é a brachiaria destinada ao pastoreio do gado. Nas áreas de pastagem são, também, cultivados capins napier, humidicola para alimentação do gado em período seco do ano (Figura 21).

Figura 21 – A) Criação de gado no assentamento Paiol na sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, B) Confinamento de gado e lavoura de milho para silagem



Fonte: O autor (2022).

Figura 22 - Área de pastagem as margens do córrego Limeira, ao fundo, serra da Campina

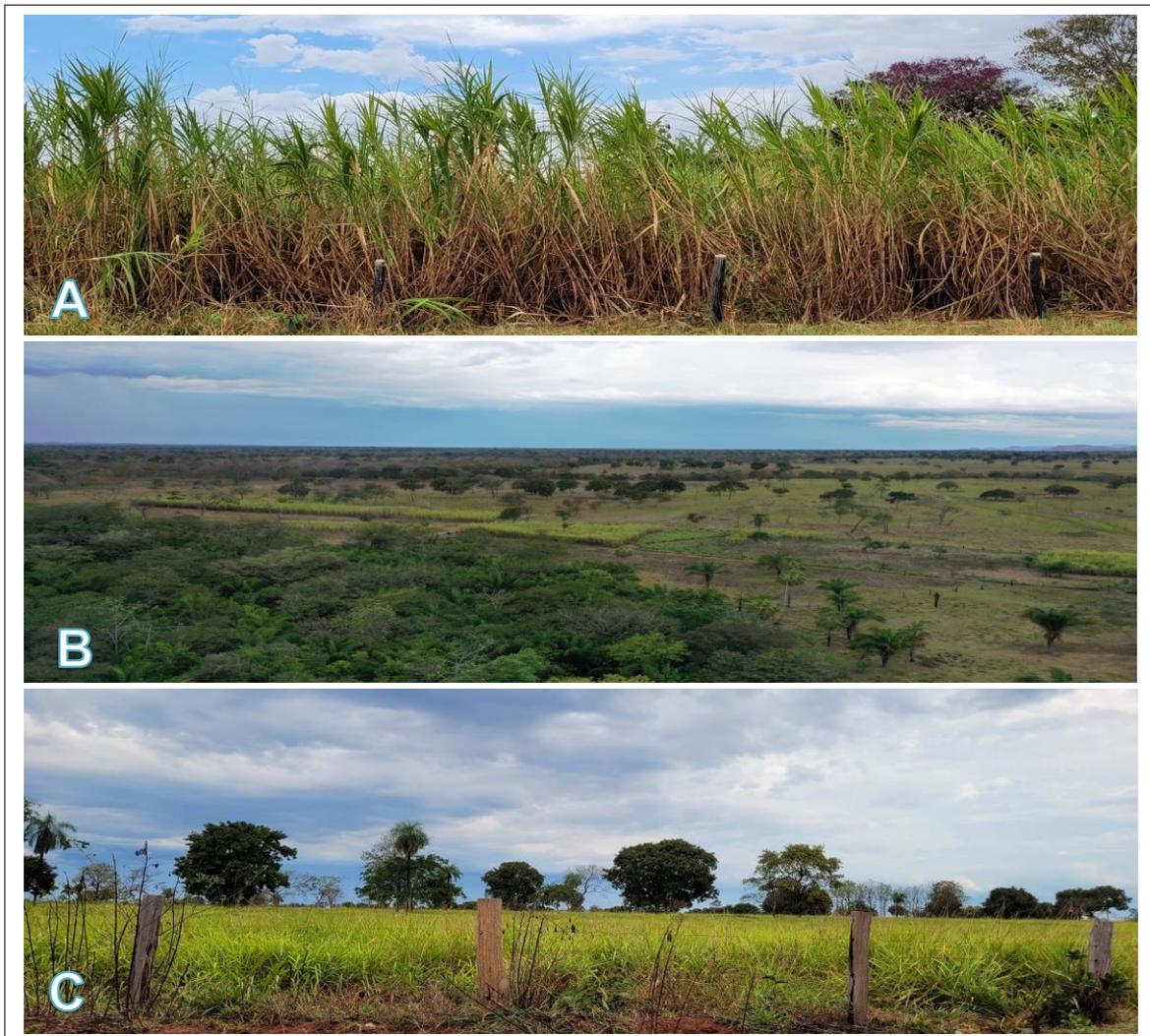


Fonte: O autor (2022).

3.6 Uso e cobertura do solo

Os moradores do assentamento Paiol, localizado na sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, desenvolvem algumas atividades, como, criação de animais (porcos, galinha, carneiros, gado de corte e gado leiteiro). Este último é a principal fonte de renda de boa parte dos assentados. Há também atividade da agricultura familiar no cultivo de pequenas roças, como: mandioca, cana-de-açúcar, banana, abóbora, laranja, milho e capim forrageiro Napier (Figuras 23).

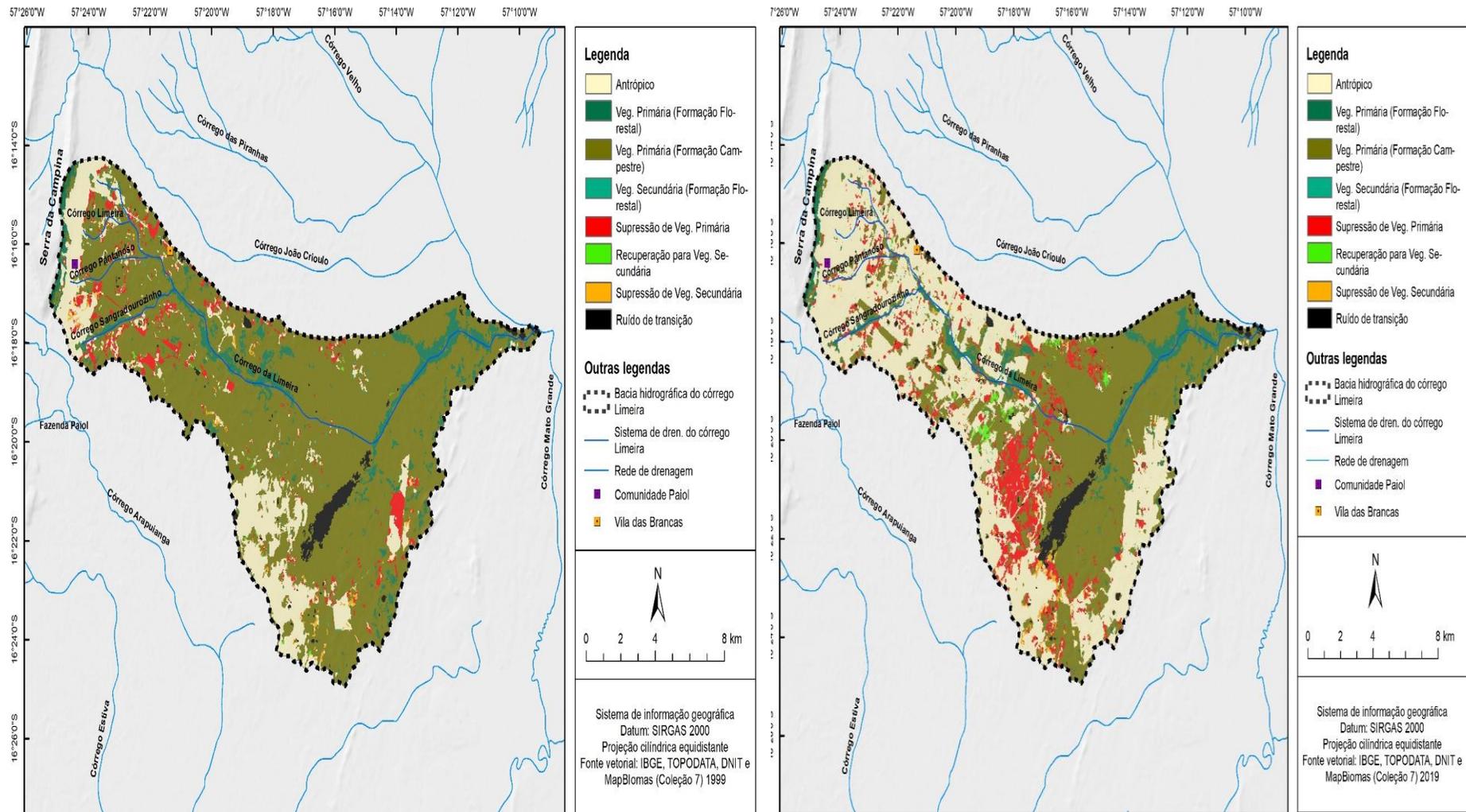
Figura 23 - A) capim Napier, B) cana-de-açúcar, banana, abóbora, milho as margens do córrego Limeira, C) pastagem de brachiaria



Fonte: O autor (2022).

A vegetação da sub-bacia do córrego Limeira foi suprimida em quase sua totalidade nos últimos 20 anos, devido ao uso irracional do solo. Dados do MapBiomas de 1999 a 2019 (Figura 24 e 25), mostram que o desmatamento é uma ferramenta do progresso para introdução de pastagens para criação do gado, agricultura de subsistência, abertura de estradas e instalação de cidades e comunidades, como exemplo, a comunidade Nova Conquista/Paiol.

Figura 25 - Índice de desmatamento da sub-bacia hidrográfica de 1999 a 2019



Fonte: O autor (2022).

Tabela 6 - Índice de desmatamento dos últimos 20 anos

Classes	DESMATAMENTO (1999)		DESMATAMENTO (2019)	
	Área km ²	(%)	Área km ²	(%)
Antrópico	31,56	15,13	86,16	41,31
Veg. Primária (Formação Florestal)	14,32	6,87	11,42	5,48
Veg. Primária (Formação Campestre)	147,85	70,89	83,84	40,20
Veg. Secundária (Formação Florestal)	0,58	0,28	0,88	0,42
Supressão de Veg. Primária	8,27	3,97	17,34	8,31
Recuperação para Veg. Secundária	0,39	0,19	1,21	0,58
Supressão de Veg. Secundária	1,53	0,73	2,45	1,17
Ruído de transição	4,06	1,95	5,26	2,52
Total	208,56	100,00	208,56	100,00

Fonte: O autor (2022).

3.7. Caracterização morfológica e classificação de um perfil de solo representativo

Realizou-se a caracterização morfológica e a classificação de campo de um perfil de solo, com intuito de contribuir para o levantamento de dados primários para que pudesse fornecer informações necessárias para o manejo e o uso agrícola do solo, de modo a auxiliar na tomada de decisões referentes à gestão ambiental.

3.7.1. Caracterização morfológica

Foi descrito um perfil de solo localizado em ambiente de planície do córrego da Limeira. A característica principal da área de estudo é a posição em relevo de deposição de sedimentos (calcários) carbonático calcíferos e pelíticos oriundos do córrego supracitado. A área de estudo é passível de inundação no período de outubro a abril, em função do relevo plano e de sua localização em área de planície.

A vegetação da área é do tipo capoeira em regeneração, com destaque a aroeira (*Schinus terebinthifolia*) e pastagem espaçada com *brachiaria brizantha*. A presença desse tipo de vegetação, em especial a presença da aroeira, representa um indicativo de solo bem provido de nutrientes, o que é fácil de ser observado em outros ambientes, com presença, também, de sedimentos oriundos de rocha calcária (LOBATO, 2000).

A partir das descrições realizadas a campo, é possível fazer algumas considerações a respeito dos processos relacionados à gênese desse solo, fazer inferência quanto a sua classificação e indicar potencial e limitações quanto ao uso, manejo e gestão ambiental.

A descrições da paisagem e da morfologia do perfil do solo estudado (Perfil 1) são apresentadas a seguir e serão analisadas nos itens posteriores.

DESCRIÇÃO GERAL

Perfil 1

DATA DA DESCRIÇÃO - 13/9/2019

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA – Vertissolo Hidromórfico Carbonático típico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, fase Cerrado tropical subcaducifólio, relevo local plano, sedimentos carbonáticos calcíferos e pelíticos.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - VGk

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADA – Comunidade rural Nova Conquista, Assentamento Paiol, sítio Recanto CS. Encontra-se a 70 km da sede do município de Cáceres sentido a cidade de Cuiabá, Mato Grosso. Lat. 16° 20' 42.1" e long. W057° 23'30.4".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito em trincheira localizada na planície do córrego Limeira, sob vegetação de capoeira do tipo Cerrado.

ALTURA – 134 metros

LITOLOGIA – Sedimentos carbonáticos calcíferos e pelíticos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Grupo Araras, rochas carbonáticas da Formação Mirassol D'Oeste

CRONOLOGIA – Quaternário. Holoceno

MATEIRAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do material supracitado

PEDREGOSIDADE - Não pedregosa

ROCHOSIDADE - Não rochosa

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL – Plano a suave ondulado

EROSÃO – Laminar ligeira

DRENAGEM - Imperfeitamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerrado tropical subcaducifólio

USO ATUAL – Capoeira em regeneração

CLIMA – Tropical quente e úmido

DESCRITO E COLETADO POR – Wellens Millene Moraes Rodrigues, Juberto Babilônia de Sousa, Alan Rodrigo Cruz de França, Adriano Aparecida Oliveira, Sebastião dos Santos Junior, Adalberto Brito da Silveira.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ag_kp 0 – 20 cm, acinzentado (7,5YR 5/1, seca) e cinzento muito escuro (7,5Y5 3/1, úmida); argilosa; forte bloco subangulares muito pequeno a muito grande e forte pequena granular/grumosa; extremamente duro, muito firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2AEg_k 20 – 30 cm, acinzentado claro (5Y 7/1, seca) e cinzento escuro (10YR 4/1, úmida); franco arenosa/argilosa; forte pequena granular/grumosa e forte muito pequena a muito grande blocos subangulares; dura a muito dura, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

Bvg_k 30 – 85 cm preto (10YR 2/1, seca) e preto (10YR 2/1, úmida); muito argilosa; forte pequena a muito grande prismática que se desfaz em pequenas a muito grandes blocos subangulares; slickensides nítidos e em grau de desenvolvimento moderado; extremamente dura, muito firme, muito plástica, muito pegajosa; transição plana e gradual.

BCvgk 85 – 120 cm branco (2,5Y 8/1, seca) preto (2,5Y 2.5/1, úmida) e cinzento muito escuro (2,5Y 3/1 molhado); muito argilosa; moderada a forte pequena prismática que se desfaz em moderada a fortes blocos subangulares; slickensides nítidos e em grau de desenvolvimento moderado; dura a muito dura, firme, muito plástica, muito pegajosa; transição plana e difusa.

2Cgk 120 – 150 cm branco (2,5Y 8/1, seca) preto (2,5Y 2.5/1, úmida) cinzento muito escuro (2,5Y 3/1 molhado); bruno amarelado claro (2,5Y 6/3 amassado); franco-argilossiltosa; fraca a moderada muito pequena a muito grande bloco subangulares; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Fasciculada, muito fina a fina nos horizontes Akgp 2AEgk e Bvgk e poucas e raras nos horizontes BCvgk e 2Cgk.

OBSERVAÇÕES: - Perfil descrito e coletado em trincheira de 150 cm de profundidade. Presença expressiva de crustáceos até a profundidade aproximada de 30 cm.

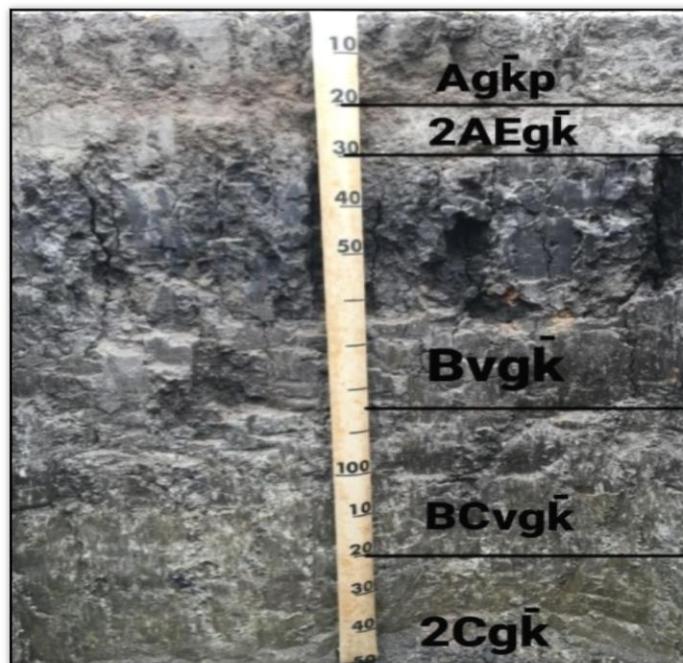
- Na superfície (0 – 30 cm) apresenta depositado um material de granulação fina e não pegajosa rica em carbonatos, o que parece evidenciar uma pedogênese mais recente.
- Presença de material esbranquiçado em toda a extensão do perfil e com forte reação com HCl, indicando presença de material carbonático.
- Presença de carapaças duras de carbonatos espalhadas na superfície do solo, de tamanho pequeno a muito grande, com forte reação com HCl.
- Presença de fendas na superfície do solo com espessuras de 2 a 5 cm.
- Presença de fendas ao longo do perfil com espessura de até 2 cm.
- Presença de slickensides nítidos e em grau de desenvolvimento moderado na profundidade de 30 a 120 cm.
- Os prismas se desfazem em agregados subangulares com aumento de tamanho em profundidade.

3.7.2 Interpretação morfológica

O solo estudado por Rodrigues (2020) está assentado em área de planície fluvial, ou seja, área de várzea, com relevo local plano a suave ondulado. A geomorfologia da sub-bacia do córrego Limeira, correlacionada a atributos climáticos, favorece ao alagamento sazonal desse tipo de solo em razão da baixa permeabilidade do solo, devido a sua textura ser normalmente argilosa ou muito argilosa.

O Perfil 1 descrito apresentou a seguinte sequência de horizontes: Ag \bar{k} p, 2AEg \bar{k} , Bvg \bar{k} , BCvg \bar{k} , 2Cg \bar{k} (Figura 26) e profundidade efetiva de 1,5 metros. Devido aos mecanismos de transporte e deposição de sedimentos variados oriundos da adjacência e, sobretudo, da Serra da Campina, atribuindo à presença de descontinuidade litológica.

Figura 26 - Tipificação e sequência dos horizontes ao longo do perfil de solo estudado



Fonte: Rodrigues, 2020.

Os atributos morfológicos do perfil de solo examinado por Rodrigues (2020) estão sintetizados no Quadro 1. As feições morfológicas apresentadas no perfil estão de acordo com a sua localização em área de planície e sujeita a inundações sazonais. O hidromorfismo, a presença de argilas expansivas e a carbonatação são os principais agentes que determinam a gênese desse solo.

Quadro 1 - Atributos morfológicos do perfil de solo estudado

Hor	Prof (cm)	Cor		¹ Drenagem	² Textura	³ Estrutura	Consistência		
		Umida	Seca				⁴ Seca	⁵ Umida	⁶ Molhada
Agkp	0 - 20	7,5Y5 3/1	7,5YR 5/1	ID	Ar	F, MPaMG, BS e F, Gr, MPaMG	ED	MFi	PI, Pe
2AEgk	20 – 30	5Y 7/1	10YR 4/1	ID	FrarA	MaF, MPaMG, BS	DaMD	F	NPI, NPe
Bvgk	30 – 85	10YR 2/1	10YR 2/1	ID	Mar	F, PaexG, Pr	ED	Fi	MPI, MPe
BCgvk	85 – 120	2,5Y 3/1	2,5Y 8/1 2,5Y 2,5/1	ID	Ar	Fr, G, SB	DaMD	Fi	MPI, MPe
2Cgk	120 – 150	2,5Y 3/1 molhado	2,5Y 8/1 2,5Y 2,5/1	ID	FrASI	FraM, MPaMG, SB	LiD	Fi	LiPI, LPe

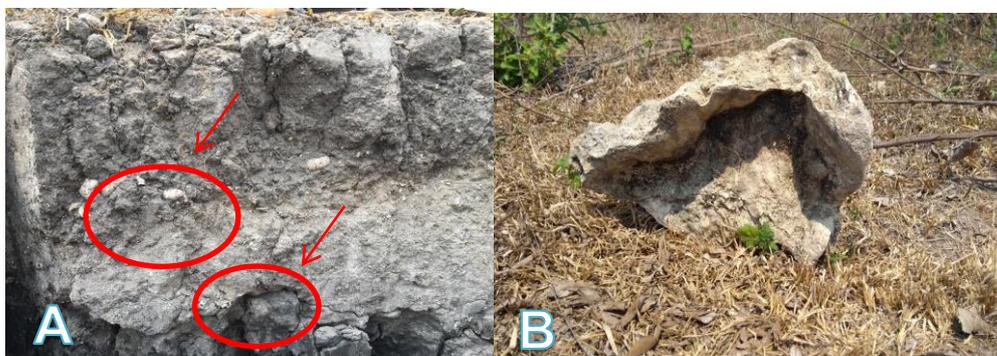
¹Drenagem: ID: Imperfeitamente drenado; ²Textura: Ar: argila, FrarA: franco-arenosa/argilosa, Mar: muito argilosa, FrASI: franco-argilossiltosa, ³Estrutura: grau de desenvolvimento (F: forte, MaF: moderada a forte, Fr: fraca, FraM: fraca a moderada), tamanho: (MPaMG: muito pequena a muito grande, PaexG: pequeno a extremamente grande, G: grande) tipo: (BS: blocos subangulares, Pr: prismática, Gr: granular/grumosa) ⁴Consistência no estado seco (ED: extremamente dura, DaMD: duro a muito duro, LiD: ligeiramente duro), ⁵Consistência no estado úmido (MFi: muito firme, F: friável, Fi: Firme), ⁶Consistência no estado molhado (PI: plástica, Pe: pegajosa, NPI: não plástica, NPe: não pegajosa, MPI: muito plástica, MPe: muito pegajosa; LiPI: ligeiramente plástica, LPe: ligeiramente pegajosa.

Fonte: RODRIGUES, 2020

Ao longo do perfil (Quadro 1), o solo se apresenta, pelo tato, variação da granulometria, superficialmente apresenta a textura argilosa (Ag_kp) e na sequência franco-arenosa/argilosa (2AEg_k), muito argilosa (Bvg_k e BCvg_k) e franco-argilossiltosa (2Cg_k). A variação na textura na sequência dos horizontes evidencia a presença da descontinuidade litológica do material sedimentar transportado e depositado e, pela presença de granulometria predominantemente fina, mostra um ambiente de deposição em águas calmas.

No horizonte superficial (Ag_kp) e transicional (2AEg_k), há a presença de fóssil de conchas de crustáceos calcificados e, espalhados na superfície do solo com bastante frequência. Há ocorrência de carapaças/nódulos duros de carbonatos de tamanho pequeno a muito grande (Figura 27) com forte reação com ácido clorídrico diluído a 10%. Segundo Rodrigues (2020), a presença desses materiais calcíferos mostram alta diluição dos carbonatos na paisagem e sua precipitação em forma de carapaças/nódulos e com alta capacidade de fossilização.

Figura 27 – A) fósseis de crustáceos no perfil, B) carapaças/nódulos de carbonatos na superfície do terreno



Fonte: Rodrigues (2020).

As cores apresentadas estão de acordo com a posição do perfil em área de planície e pela presença de uma drenagem do tipo imperfeitamente drenado, indicando ambiente hidromórfico em pelo menos parte do ano (Quadro 1).

De modo geral, os perfis apresentam na superfície (Ag_kp) cores acinzentadas (amostra seca) e cinzento muito escuro (amostra úmida), acinzentado claro (amostra seca) e cinzento escuro (amostra úmida) no horizonte transicional 2AE_k. Vê-se um predomínio da coloração cinza, indicando influência

do lençol freático nesse atributo, e que, devido aos processos de redução e oxidação do ferro e manganês, conferem cores características do processo de gleização (CORINGA, 2012).

Nos demais horizontes de subsuperfície, as cores variaram de branco, preto a cinzento muito escuro. A cor branca e o acinzentado claro advêm, sobretudo, da presença de carbonatos em grande quantidade ao longo de todo o perfil e que encontram entremeados à fração mineral (Rodrigues, 2020). Essa evidência foi confirmada ao realizar o teste de campo com ácido clorídrico diluído a 10%. Com o teste, houve efervescência de grau forte ao longo de todo o perfil, comprovando o caráter carbonático do perfil de solo.

A área apresenta estrutura do tipo granular/grumosa (autogranulação) em superfície e, em subsuperfície, apresenta estrutura do tipo prismática (Figura 18), que se desfaz em blocos subangulares com grau de desenvolvimento forte e de tamanho pequeno a muito grande, com o tamanho de agregados aumentando em profundidade conforme observação feita a campo. De modo geral, os tamanhos dos agregados vão desde muito pequeno a muito grande na superfície e em subsuperfície.

Como feições morfológicas vérticas, o solo apresentou rachaduras, fendas em superfície e que se estenderam a 1,20 metros de profundidade (Figura 19). Estas feições morfológicas de fendilamentos em superfície e ao longo do perfil do solo indicam a presença de argilas com alta capacidade de absorção de água, de natureza expansiva e do tipo 2:1.

Os slickensides apresentam-se nítidos e em grau de desenvolvimento moderado nos horizontes subsuperficiais (Bvgk e BCvgk) (Figura 18), o que indica processo ativo de contração e expansão da massa do solo, que é considerado um dos processos pedogenéticos dessa classe de solo, e indica o papel da assembleia mineralógica e teor de argila na manifestação dessa feição morfológica.

Figura 28 - A) estrutura prismática, B e C) feições morfológicas vérticas presentes no perfil de solo estudado



Fonte: Rodrigues, 2020.

A consistência seca do solo variou de ligeiramente dura a extremamente dura, enquanto a úmida predominou de firme a muito firme, e a molhada predominou a muito plástica a muito pegajosa, podendo ser um indicativo de que, segundo Rodrigues (2020), a presença dos compostos orgânicos não mascararam o potencial de contração e expansão desse solo.

Os graus de dureza e friabilidade normalmente foram maiores em profundidade, enquanto o grau de plasticidade e pegajosidade variaram em profundidade. No horizonte superficial Agkp, apresentou-se muito duro quando seco e muito firme quando úmida e plástica pegajosa no estado molhada; o horizonte 2AEgk apresentou duro a muito duro no estado seco e friável quando úmido, ou seja, passível de sofrer esboroamento e no estado molhado não apresentou plasticidade e pegajosidade devido à influência da textura franco-arenosa; os horizontes Bvgk e BCgk apresentaram similaridades, quando seco varia de duro a extremamente duro. Ambos apresentam-se firmes quando úmido e no estado molhado apresentaram alta plasticidade e pegajosidade; o horizonte 2Cgk apresentou consistência ligeiramente dura no estado seco e firme umedecida e no estado molhado moderadamente plástica e pegajosa.

A nitidez na transição entre os horizontes apresentou-se, na superfície e na subsuperfície do perfil de solo, como clara (mais frequente), gradual a difusa, e a forma de transição entre os horizontes apresentou-se plana em todas as transições.

3.7.3 Proposta de classificação do solo

A classificação de um solo é obtida a partir da avaliação dos dados morfológicos e complementada com as análises físicas, químicas e mineralógicas do perfil que o representam. O sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA 2018) tem como premissa na sua classificação os processos morfogenéticos, portanto informações oriundas do trabalho de descrição morfológica realizada a campo são essenciais para classificá-lo. Também, aspectos ambientais do local do perfil, tais como clima, vegetação, relevo, material originário, condições hídricas, características externas ao solo e relações solo-paisagem, são também utilizadas.

A classificação do perfil do solo é importante para compreendermos a dinâmica da paisagem e os processos de evolução do solo. Rodrigues (2018) ressalta que o solo não é somente o resultado das modificações das rochas, mas também possui relação com os fatores do meio ambiente, como clima, relevo, plantas, animais e atuação do tempo. Esse estudo poderá subsidiar a gestão ambiental da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira e contribuirá com a ciência dos solos no detalhamento dos solos brasileiro.

Ao se tratar de caracterizar um solo, existem critérios para a distinção, que são as “características ou propriedades dos solos, utilizadas para separação de classes em vários níveis categóricos do sistema na definição de alguns horizontes diagnósticos, os atributos diagnóstico” (IBGE, 2015).

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2018), o solo ora estudado tem a seguinte proposta de campo para sua classificação, até o quarto nível categórico: Vertissolo Hidromórfico Carbonático típico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, fase Cerrado tropical subcaducifólio, relevo local plano, sedimentos carbonáticos calcíferos e pelíticos.

No primeiro nível categórico (ordem), conforme EMBRAPA (2018), os Vertissolos desenvolvem-se naturalmente em ambientes de bacias sedimentares ou advêm de sedimentos ascendentes de materiais com granulometria fina e com altos teores de cálcio e magnésio ou possivelmente são

desenvolvidos de rochas básicas ricas em cálcio e magnésio. Esse tipo de solo, ocorre em diferentes tipos de climas, do mais úmido ao mais seco, desde que haja estação seca definida, O autor ainda o conceitua como:

“solos constituídos por material mineral apresentando horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil, insuficiente para caracterizar um horizonte B textural. Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de água no solo, fendas profundas na época seca e evidências de movimentação da massa do solo sob a forma de superfícies de fricção (*slickensides*). Podem apresentar microrrelevo tipo gilgai e estruturas do tipo cuneiforme inclinadas e formando ângulo com a superfície horizontal. Essas características resultam da grande movimentação da massa do solo que se contrai e fendilha quando seca e se expande quando úmida. São de consistência muito plástica e muito pegajosa devido à presença comum de argilas expansíveis ou mistura destas com outros argilominerais”, (EMBRAPA, 2018, p. 106).

O caráter vértico do solo se dá pela “presença de *slickensides* (superfícies de fricção), fendas ou estruturas cuneiformes e/ou paralelepípedicas em quantidade e expressão insuficientes para caracterizar horizonte vértico, as características acima podem ocorrer simultânea ou isoladamente”, IBGE (2015, p. 211).

Em relação ao relevo, o SiBCS (EMBRAPA, 2018) ressalta, ainda, que o Vertissolo predomina em áreas planas com declividades variáveis de 0% a 3%, ou suave ondulada de superfície pouco movimentada, apresentando colinas ou outeiros, elevações de 50m a 100m de altura, expressando um declive oscilante de 3% a 8%.

Na descrição taxonômica, o horizonte vértico inicia dentro de 1m a partir da superfície. A relação textural é insuficiente para caracterizar um horizonte B textural. Mesmo que os solos apresentem horizonte glei, cálcico, duripã, caráter solódico, sódico, salino ou sálico, nessa classe se incluem todos os Vertissolos, inclusive os hidromórficos (EMBRAPA, 2018, p. 106).

No campo, foi observada a expressão do horizonte vértico e pronunciada mudanças de volume com o aumento do teor de água no solo, fendas profundas na época seca e evidências de movimentação da massa do solo sob a forma de superfícies de fricção (*slinkensides*). Apresenta microrrelevo tipo gilgai que consiste em saliências convexas distribuídas em áreas quase planas ou

configuram feição topográfica de sucessão de microdepressões e microelevações (Figura 29).

Figura 29 - Sucessão de microdepressões e microelevações caracterizando microrrelevo tipo gilgai



Fonte: Rodrigues (2020).

No 2º nível categórico (subordens), os Vertissolos Hidromórficos são “solos com horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm ou entre 50 cm e 100 cm desde que precedido por horizontes com predomínio de cores acinzentadas” (EMBRAPA, 2018).

As características do solo hidromórfico, segundo Neto (2010, p. 4), possuem como condição principal a saturação permanente ou na maior parte do tempo com água, ocasionando atributos específicos decorrentes do processo de gleização. Ainda segundo o autor, essa conjuntura ambiental está ligada a áreas de baixadas ou de depressões localizadas, que denotam má drenagem resultante de um lençol freático permanente ou oscilante.

No 3º nível categórico (grandes grupos) Vertissolo Hidromórfico Carbonático, caracteriza-se por “solos com caráter carbonático em um ou mais horizontes ou camadas ou com horizonte cálcico, ambos dentro de 100 cm a partir da superfície do solo” (EMBRAPA, 2018).

O caráter carbonático é uma “propriedade referente à presença de 150 g.kg⁻¹ ou mais de CaCO₃ equivalente, perante qualquer forma de segregação, inclusive nódulos e concreções, desde que não satisfaça os requisitos estabelecidos para horizonte cálcico” IBGE (2015, p. 205).

Com o teste de campo, utilizando o ácido clorídrico diluído a 10%, o solo apresentou alta efervescência ao longo de todo o perfil, podendo inferir a presença de altos teores de carbonatos. Essa é uma informação qualitativa e não quantitativa, por essa razão, nominamos de classificação proposta, podendo, com os dados químicos confirmar o que foi indicado no teste de campo.

O 4º nível categórico (subgrupos) Vertissolo Hidromórfico Carbonático Típico, segundo a SiBCS (EMBRAPA, 2018, p. 275), na denominação Típico, trata-se como sendo outros solos que não se enquadram na classe anterior, ou seja, não há definição. A tipologia típica se deu em razão da não possibilidade de enquadramento na classe do solódico e, para essa opção, faz-se necessário análise química de teores de carbonatos para defini-lo ou não como solódico. Essa é, também, uma informação qualitativa e não quantitativa, por isso, nominamos de classificação proposta, podendo, com os dados químicos confirmar ou não o caráter solódico.

Na classificação complementar, o solo apresenta horizonte superficial do tipo A moderado, a textura argilosa a muito argilosa, a vegetação é do tipo fase Cerrado tropical subcaducifólio, o relevo local é plano, e o material de origem em que o solo foi formado é de sedimentos carbonáticos calcíferos e pelíticos.

Horizonte superficial A moderado, compreende o horizonte do solo, que não os define/pertence aos demais horizontes diagnósticos (EMBRAPA, 2018). O horizonte A moderado distingue-se dos horizontes A chernozêmico, proeminente e húmico pela espessura e/ou cor, bem como, do horizonte A fraco pelo conteúdo de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda os requisitos para caracterizar o horizonte hístico ou A antrópico, IBGE (2015, p. 231).

A textura realizada a campo permite inferir que o solo apresenta uma variação textural entre a argilosa de 350 a 600 g.kg⁻¹ a muito argilosa maior que 600 g.kg⁻¹. São solos que variam entre duro e bastante duro quando secos,

assim como plástico a muito plástico e pegajoso a muito pegajoso quando molhados. Podem ocorrer horizontes AC, B (Bi ou Bt) ou C no horizonte Vértico, os quais apresentam coloração cinza, amarela ou avermelhada. Esse horizonte apresenta espessura mínima de 20 cm e seu diagnóstico precede os horizontes B incipiente, B nítico e glei (EMBRAPA, 2018).

O relevo local plano e uma morfologia de planície de inundação da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira resultou em deposição de sedimentos carbonáticos calcíferos e pelíticos que definem o material de origem do solo, e sobre esse desenvolveu uma vegetação tipo fase Cerrado tropical subcaducifólio, adaptada à condição de solo rico em carbonato.

4. Contribuição para a gestão ambiental da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira

A sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira se apresenta como área importante para observação dos processos de alteração da paisagem, pois essa unidade, nos últimos vinte anos, passou por significativas transformações impostas pela dinâmica de uso e da cobertura da terra. Nestes últimos anos, em parte dessa unidade, criou-se o assentamento denominado de comunidade rural Nova Conquista - Paiol, abrangendo uma área territorial de 158,80 km², com aproximadamente 150 assentados.

Ao longo dos anos, a população residente vem consolidando e, ao mesmo tempo, surge a necessidade de maior compreensão da dinâmica ambiental para melhor subsidiar o uso dos recursos naturais. Diante do contexto, trata-se aqui de traçar uma síntese das características ambientais da unidade analisada para contribuição ao planejamento e gerenciamento ambiental dessa sub-bacia hidrográfica.

Os principais resultados obtidos demonstram que a sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira passou nos últimos anos por uma expressiva intensificação do uso e ocupação dos espaços geográficos, sobretudo para o desenvolvimento da atividade agropecuária, com o surgimento de diferentes problemas ambientais, desacompanhada de políticas eficazes de ordenamento territorial.

Essa dinâmica perfaz sobre uma unidade física caracterizada, sobretudo, em um relevo plano a suave ondulado, que potencializa a uso de implementos agrícolas nas atividades agropecuárias.

As principais limitações no uso do solo encontradas a partir dos dados secundários e primários do meio físico, resultados adquiridos pela pesquisa, demonstram que o desmatamento e os tipos de solo são fatores condicionantes à limitação. O desmatamento propicia o afloramento do lençol freático em algumas áreas e o assoreamento do córrego, criando ambientes de acúmulo de água (brejo e várzea) no período chuvoso. A classe de solo ocorrente nas áreas mais baixas do terreno por sua vez, ocasionado pela textura argilosa a muito argilosa de consistência plástica a muito plástica, resulta em solo imperfeitamente drenado, impossibilitando uso de máquinas. No período da estiagem, a consistência do solo encontra-se duro a extremante duro inviabilizando ou limitando o manejo com máquinas agrícolas.

Suas principais limitações estão relacionadas aos solos localizados no baixo curso, que apresentam a sua classe de drenagem imperfeitamente drenado. Essa característica influencia na uso de máquinas agrícolas no período chuvoso. Nessa época, esses solos muito argilosos, quando muito úmidos, tornam-se “pesados” restringindo o uso de máquinas. A baixa infiltração de água e a drenagem lenta favorecem o encharcamento dos solos, permanecendo por um período significativo, mas não durante a maior parte do ano.

A descrição a campo da classe de solo Vertissolo Hidromórfico Carbonático típico apresentou a consistência seca do solo muito duro, formando torrões compactos. A presença de grandes torrões não permite a adequada mistura do adubo ao solo, por ser muito plástico e muito pegajoso, quando molhado. O solo necessita de um estado ótimo de umidade para ser mecanizado, para que possa passar por operações mecânicas. Além disso o solo se mostra moderadamente sujeito à erosão, o que requer cuidados de conservação, quando cultivados.

Os altos teores de carbonatos presentes em alguns solos e identificados pelo teste de campo com o ácido clorídrico diluído a 10% indicam ser solos que apresentam um pH alcalino e acima de 8. Solos com pH alcalinos apresentam desbalanço de nutrientes no complexo de troca o que os torna difíceis de

manejos. Uma boa opção de uso desses solos são plantas que sejam adaptadas ao pH alcalino, por exemplo, pastagem como capim Mimoso (*Axonopus purpusii*) e a *Brachiaria Brizantha* e espécies florestais adaptáveis ao ambiente alcalino, como exemplo, a Copaíba (*Copaifera sp.*) e aroeira (*Schinus terebinthifolia*).

Tabela 7 – Tabela síntese das características ambientais, potenciais, limitações e contribuição à gestão ambiental

Unidade de Mapeamento	Pedologia (Taxonomia do Solo)	Geologia (Material de Origem)	Geomorfologia (Relevo)	Vegetação	Potencial de Uso	Limitação de Uso
FTd	Plintossolo Argilúvico Distrófico	Q1p1- Pantanal - fácies terraços aluvionares, cascalho, argila, areia e silte.	Pantanal de Poconé	1Sas, 1Sps- Savana arborizada sem floresta de galeria; Savana parque sem floresta	Silvicultura, pastagens, agricultura	Solos hidromórficos com baixa infiltração e drenagem.
PVAe	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	Q1p1- Pantanal - fácies terraços aluvionares cascalho, argila, areia e silte.	Depressão Cuiabana	1Sas, 1Sps- Savana arborizada sem floresta de galeria; Savana parque sem floresta	Cultivo de pastagem, produção agropecuária	Apresenta horizonte B textural, relevos que vão de ondulados a forte ondulados, textura franco-arenosa, possui maior porcentagem de argila do que o horizonte mineral sobre ele.
PVe	Argissolo Vermelho Eutrófico	NP3ars- Arara - membro superior, dolomito, argilito, arenito, sillexito, siltito.	Província Serrana	1Sas, 1Sps- Savana arborizada sem floresta de galeria; Savana parque sem floresta	Cultivo de pastagem, produção agropecuária	
RLd	Neossolo Litolítico Distrófico	NP3ar, NPcui- Formação Raizama e Unidade Cuiabá - Subunidade Indivisa, arenito, siltito, arcóseo, argilito, conglomerado/ filito, metarenito.	Província Serrana e Depressão Cuiabana	1Sd, 3Ap- Savana florestada; Pecuária (pastagem).	Cultivo de pastagem e pequena agricultura	Solo pouco desenvolvido, acentuada declividade, ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha em seu perfil e suscetibilidade à erosão.
SXe	Planossolo Hiplico Eutrófico	Q1p2- Pantanal - fácies depósitos aluvionares, argila, areia, silte, presença de turfa.	Pantanal de Poconé	1Sgs- Savana gramíneo lenhosa sem floresta de galeria	Cultivo de pastagem, silvicultura	Solos hidromórficos, imperfeitamente ou mal drenados, possuem alta concentração de argila, permeabilidade lenta a muito lenta.
VGo	Vertissolo Hidromarfico Órtico	NPcui- Cuiabá - Subunidade Indivisa, filito, metarenito, metassedimentos arenosos e siltico-argilosos.	Depressão Cuiabana	1Sas, 1Sd- Savana arborizada sem floresta de galeria ; Savana florestada.	Cultivo de pastagem e pequena agricultura	Solos imperfeitamente mal drenado, apresentando alagamento sazonal, textura argilosa a muito argilosa.

Fonte: O autor (2022)

5. Conclusões e considerações Finais

O presente estudo demonstrou as inúmeras possibilidades de desenvolvimento de futuros trabalhos no contexto da Geografia Física. Nesse sentido, a pesquisa trouxe as características ambientais da sub-bacia do córrego Limeira:

- Formação Raizama 1,86%, Formação Araras Membro Superior 4,02%, Formação Pantanal fácies terraços aluvionares e fácies depósitos aluvionares correspondendo à maior área da bacia 62,02%, bem como o Grupo Cuiabá 27,13%.
- A vegetação correspondente à sub-bacia são 67% de Savana arborizada sem floresta de galeria, 21% de Savana florestada, 0,88% de Savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria, 2,91% de Savana parque sem floresta de galeria e a pecuária, com 7,65% de ocupação, e a prevalência da vegetação fase de Cerrado tropical subcaducifólio.
- O relevo abrange três unidades de domínio: a Província Serra, com 9,79%; Pantanal de Poconé, com 22,21%, e a Depressão Cuiabana, com (67,86%). O atributo do relevo local é plano a suave ondulado, propício para as práticas agrícolas. Há apenas uma pequena parte ao sopé da Serra da Campina com relevo forte ondulado, com afloramento de rocha que limita mecanização.
 - Os solos predominantes na sub-bacia, são os Vertissolo e Argissolos. O alagamento sazonal é característica dos vertissolos em razão da baixa permeabilidade proveniente do alto índice da textura argilosa a muito argilosa, limitando a sua mecanização por ser imperfeitamente drenado de sedimentos carbonáticos calcíferos e pelíticos.

A pesquisa constatou que o uso e a ocupação da área da sub-bacia se dão pela agropecuária, cuja atividade é composta pela criação de animais, como (gado, galinha, carneiro e porco) bem como o cultivo de pequenas lavouras (milho, mandioca melancia, pastagens etc.). São atividades que contribuem para a subsistência e a geração de renda dos assentados. A pecuária leiteira constitui

a principal atividade econômica. Esse estudo ressalta que a adequação e o uso de novas tecnologias podem propiciar maior capacidade produtiva, de modo a garantir um manejo racional e saudável do solo, conservando a sua fertilidade ao longo do tempo.

A partir dos dados obtidos pela pesquisa da caracterização ambiental, essas informações, podem contribuir aos assentados e gestores públicos o desenvolvimento de ações conservacionistas para melhor gestão da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, visando a manutenção e conservação dos recursos naturais e o uso racional do solo, com o objetivo de atingir um ganho sociocultural, econômico e melhor qualidade de vida à comunidade Nova Conquista/Paiol e circunvizinhas.

6. Referências bibliográficas

Abdon, M. M., Silva, J. S. V., Triveloni, D. E., Cezar, R. M. Mapas municipais de cobertura vegetal e uso da terra para planejamento em Mato Grosso do Sul. In: **Anais** Semana de Geografia, 9., 2008. 13-17 de outubro, Cáceres, Mato Grosso, 2008. p. 14 -18.

ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Centro-oeste Matogrossense. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro, 1964. p.1-133.

ANDREOLI, Cleverson V.; Andreoli, Fabiana de Nadai; Justi Junior, Jorge. Formação e características dos solos para o entedimento de sua importância agrícola e ambiental. In: Andreoli, Cleverson v.; torres, Patrícia Lupion. Complexidade: redes e conexões do ser sustentável. Curitiba: kairós, 2014. P. 511-529.

ARRAES, C. L.; BUENO, C. R. P.; PISSARRA, T. C. T. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia córrego do Tijuco, SP. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 849-857, 2010.

AZOLIN, M.A.D. Relação solo-superfície geomórfica e material de origem à sudoeste do Rio grande do Sul. Porto Alegre, 1975. Dissertação (mestrado Ciência do Solo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 117 p.

BACHMAN, G.O.; MACHETTE, M.N. Calcic soils and calcretes in the southwestern United States. USGS: Open-File Report, 1977: 77–797. 163p.

BARROS, A. M.; SILVA, R. H.; CARDOSO, O. R. F. A.; FREIRE, F. A.; SOUZA JUNIOR, J. J.; RIVETTI, M.; LUZ, D. S.; PALMEIRA, R. C. B.; TASSINARI, C. C. G. Geologia. In: BRASIL. **Ministério das Minas e Energia**. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 21 – Cuiabá; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p. 25 – 192.

BARTHOLD, F. K.; STALLARD, R. F.; ELSENBEEER, H. Soil nutrient–landscape relationships in a lowland tropical rainforest in Panama. *Forest Ecology and Management*, v. 255, n.3-4, p.1135-1148, 2008.

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (org.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega**, n. 8, 2004.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Revista RA E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BOLÓS, M. Problemática actual de los estudios de paisaje Integrado. **Revista de Geografia**, Barcelona, v. 15, 1-2, pp. 45-68. 1981.

BRASIL. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraguai**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 140 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico Do Brasil (Cprm/Sgb), 2013.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD-21 Cuiabá: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982a.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE-21 Corumbá e parte da Folha SE-20: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982b.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Carta Hidrogeológica Folha SE.21 Corumbá, Escala 1:1.000.000 - CPRM, 2016.
BRUBAKER, S.C.; JONES, A.J.; LEWIS, D.T. et al. Soil properties associated with landscape position. *Soil Sci. Soc. Am. J. Madison*, v. 57, p. 235-239, 1993.

CAMARGO, L (org). **Atlas de Mato Grosso**: abordagem socioeconômico-ecológica. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1980. 188p.

CORINGA, E. A. O.; Atributos de Solos Hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. Cuiabá-MT, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, *Acta amazônica*, vol. 42(1) 2012: 19 – 28.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito-chave da Geografia. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (org.). *Geografia: conceitos e temas*. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 15-48.

CRUZ, O. A Escala Temporal-Espacial nos Estudos dos Processos Geomorfológicos Erosivos Atuais: uma questão de método. *Geomorfologia*. São Paulo: IGEOG, 1985. No 33.

DAL' BÓ, P.F.F.; BASILICI, G. (2010). Estimativas de paleoprecipitação e gênese de feiçõescálcicas e argílicas em paleossolos da Formação Marília (Neocretáceo da Bacia Bauru). São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 29, n. 1, p. 33-47.

DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica**: o exemplo de Bonito, MS. 1998.183 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós- Graduação em Geografia. Faculdade de Ciências e

Tecnologia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 1998. Disponível em: <http://jailton.tripod.com/apresent.html>. Acesso em: 20 mar. 2016.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, 1988a. 67 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed., Brasília: Embrapa, 2018.

Evans J.W. The Geology of Mato Grosso. Quaterly Journal (Geological Society of London), 50:85-104. 1894.

FERNANDES, I. M.; CLEITON, A. S. J. P. Biodiversidade no Pantanal de Poconé / – Cuiabá: Centro de Pesquisa do Pantanal, 2010.

GERRARD, J. Soil Geomorphology. London: Chapman e Hall, 1992.

GILE, L.H., PETERSON, F.F., GROSSMAN, R.B. (1966). Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in desert soils. Soil Science: 101, 347–354.

GOBIN, A.; CAMPLING, P.; FEYEN, J. Soil-Landscape modelling to quantify spatial variability of soil texture. Physics and Chemistry of the Earth, v. 26, n.1, p.41-45, 2001.

GOUDIE, A.S. Duricrusts in tropical and subtropical landscapes. Oxford: Claredon, 174 p., 1973. GRIM, R.E. Clay mineralogy. 2.ed. New York, Mcgraw-Hill, 1968. 596p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HARDT, R. Aspectos da morfologia cárstica da Serra do Calcário – Cocalinho – MT. 2004. 98f. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

IBGE. Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA). 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 3ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2015. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Manual técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros>. Acesso em: 3 agosto, 2022.

JACKS, G.; SHARMA, V.P. Geochemistry of calcic horizons in relation to hillslope processes, southern India. Geoderma, 67 (1995): 203-214.

KARMAN, I. Água: ciclo e ação geológica. In Teixeira et al. Decifrando a terra. Ed. Nacional. 2. ed. São Paulo. 186-208. 2009.

LEFEBVRE, H. A produção do espaço. Tradução Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins. Primeira versão, 2006. Tradução de: La production de l'espace. 4. ed. Paris: Éditions Anthropos, 2000.

LIMA, V.C. **Fundamentos de pedologia**. Fundamentos de pedologia Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2001. 343p.

LOBATO, L.A.O. **Distribuição espacial de atributos pedológicos em áreas de cerrados mesotróficos no Pantanal de Poconé-MT**. Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso, 2000. 144p.

LUZ, J. S.; OLIVEIRA, A. M.; LEMOS, D. B.; ARGOLO, J. L.; SOUZA, N. B.; ABREU FILHO, W. Projeto Província Serrana. 8 vol. Relatório Final. **Relatório do Arquivo Técnico** (DGM, 2750) vol 1. Goiânia: DNPM/CPRM, 1978. 105 p.

MACIEL, A. B. C.; LIMA, Z. M. C. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. Natal, **Revista Sociedade e Território**, v. 23, nº 2, p. 159-177, 2011.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Raega**, n. 8, p. 83-91, 2004.

MENDONÇA, F. A. Discutindo a Geografia. In: MENDONÇA, F. de A. Geografia Física: ciência humana? São Paulo: Contexto, 1997. p. 11–26.

MUNSELL soil color charts. New Windsor: Kollmorgen Instruments Macbeth Division, 1994.

MUSIS, C. R.; JÚNIOR, J. H. C.; FILHO, N. P. Caracterização climatológica da Bacia do Alto Paraguai. In: **GEOGRAFIA**, Rio Claro, Vol. 22, N. 1, 1997.

NETO, L. F. S. Pedogênese e Matéria Orgânica de Solos Hidromórficos da Região Metropolitana de Porto Alegre. UFRGS Porto Alegre (RS), 2010.

OLIVATTI, O. E.; RIBEIRO FILHO W. Projetos centro-oeste de Mato Grosso, Alto Guaporé e Serra Azul. Relatório Final. CPRM, Goiânia 127p. 1976.

OLIVEIRA, V. A.; JACOMINE, P. K. T.; COUTO, E. G. Solos do bioma Cerrado. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Pedologia - Solos dos Biomas Brasileiros**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017.

Oliveira A.I.; Leonardos O.H. 1943. Geologia do Brasil. Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro. Serie didática 2. 813p.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (orgs.). Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

PEDRON, Fabricio Araújo; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; AZEVEDO, Antônio Carlos; KAMINSKI, João. Solos Urbanos. In: Ciência Rural, v.34, n.5, p.1647-1653, set-out. Santa Maria-RS, 2004.

PEREIRA, B. C. Relação Solo-Paisagem e Sua Aplicabilidade: Uma ferramenta fundamental para o entendimento da caracterização da paisagem; Cadernos do Leste, v.20, n.20, ISSN 1679-5806, disponível em:
file:///C:/Users/Douglas%20Silva/Downloads/ricardogarcia,+ARTIGO+LESTE_BRUNNO%20(1).pdf, acesso em: 31 jan. 2023

QUEIROZ NETO, J. P. **Estudo de formações superficiais no Brasil**. Revista do Instituto Geológico. São Paulo: 22(1/2), 2001. P 65-78.

RAMÍREZ VELÁZQUEZ, B. R.; LEVI, L. L. Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo. México: UNAM, Instituto de Geografía: UAM, Xochimilco, 2015.

RIBEIRO, FILHO, W.; LUZ, J. S.; ABREU FILHO, W. **Projeto serra Azul: reconhecimento geológico**. 4 vol. Relatório final. Relatório do Arquivo Técnico (DGM, 2407). V.1. Goiânia: DNPM/CPRM, 1975.

RODRIGUES, R.A.S. Ciência do solo: morfologia e gênese / Renato Augusto Soares Rodrigues. – Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018

RODRIGUES, W. M. M. **Caracterização morfológica de Vertissolo formado de sedimentos calcário, assentamento Paiol, Cáceres-MT**. (Monografia). Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal, IFMT, Campus Cáceres. 2020. 34p.

ROSESTOLATO-FILHO, A. Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso. Tese (Doutorado em Geografia), Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006, 144 f.

ROSS, J. L. S.; DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: USP, n.12, 1998, p. 89-121.

ROSS, J.L.S. O contexto geotectônico e a morfogênese da Província Serrana de Mato Grosso. **Rev. IG**, São Paulo, 12(112), 21-37, jan-dez,1991.

SANTOS, M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção / Milton Santos. - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. - (Coleção Milton Santos; 1). Acesso em 21 set. 2020.

SANTOS, M. O Espaço Geográfico Como Categoria Filosófica. **Terra Livre**, [S. l.], n. 5, 2015. Disponível em:

<https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/67>. Acesso em: 1º fev. 2023.

SANTOS, M. V. dos. **Aspectos Geológicos da Folha Rio Cururu – e Rio Teles Pires – memória técnica**. Parte 2: Sistematização das Informações Temáticas - Nível Compilatório. Cuiabá -MT, 2000.

SANTOS, M.V. Aspectos Geológicos da Folha Cáceres – Mir 403 (Se.21-V-B) - Memória Técnica Parte 2: Sistematização das Informações Temáticas Nível Compilatório. Mato Grosso, Secretaria De Estado De Planejamento E Coordenação Geral. Cuiabá, 2000.

SAUER, Carl O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA, Roberto Lobato; ROSENDAHL, Zeny (orgs.). Paisagem, tempo e cultura. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998 [1925], p. 12-74. 186. **GeoTextos**, vol. 6, n. 2, dez. 2010. Leo Name 163-186.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de geossistemas**. Métodos em questão. 16. IG-USP. São Paulo, 1977.

SOUZA, Adáuto de Oliveira. A teoria dos refúgios e a ocupação indígena das áreas inundáveis do Pantanal. Revista de Geografia/UFMS. -1, (1995) -. Campo Grande-MS: UFMS; 1997.

SOUZA, I. C. de. **Bacia Hidrográfica do Córrego Salobra**: caracterização ambiental, uso e ocupação da terra e dinâmica fluvial – município de Porto Estrela Mato Grosso. Orientadora: Celia Alves de Souza. 2015. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2015.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, n. 93, p. 1-15, julho 2001. ISSN 1138-9788.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia e interdisciplinaridade. Espaço geográfico: interface natureza e sociedade. *Geosul*, Florianópolis, SC, v. 18, n. 35, p. 43-53, 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13601/12468>. Acesso em: 12 maio 2018.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator**, Fortaleza, CE, ano 05, n. 10, p. 79–88, 2006. Disponível em:

TUCCI, C.E.M. (org.) **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. Terceira Edição. ABRH. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da Universidade. 2009.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; CARDOSO, E.

J. (Org.). **Tópicos em ciências do solo**, vol. 4, Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 2005, p. 145-192.

WILSON, J. L. **Carbonate facies in geologic in history**. New York, Springer-Verlag, 1975. p. 26 - 27.