

## **SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO LIMEIRA: CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E MORFOLÓGICA**

Douglas Fernando Ramos da **SILVA**  
Mestre pelo Programa de Pós Graduação em Geografia/UNEMAT  
Professor do Curso de Turismo na Universidade do Estado de Mato Grosso  
E-mail: douglas.scac@gmail.com  
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-9209-804X>

Juberto Babilônia de **SOUSA**  
Professor no Instituto Federal do Estado Mato Grosso - IFMT  
E-mail: juberto.sousa@ifmt.edu.br  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2574-1572>

Celia Alves de **SOUZA**  
Pesquisadora Bolsista do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional –  
PDCTR. Professora do Curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia  
da Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT).  
E-mail: celiaalves@unemat.br  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9068-9328>

*Recebido  
Julho de 2023*

*Aceito  
Março de 2024*

*Publicado  
Abril de 2024*

---

**Resumo:** A sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira localiza-se na interface geomorfológica da Província Serrana, Baixada Cuiabana e Pantanal Mato-grossense. A região é uma área de recepção de material sedimentar com altos teores em carbonatos, advindos das áreas adjacências. O objetivo do estudo foi realizar caracterização ambiental e morfológica de solona sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira. 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. Realizou trabalho de campo para observação edescrição morfológica de um perfil de solo pré-selecionado, com influência direta de sedimentos ricos em carbonato. Quanto aos componentes ambientais da sub-bacia, registrou as ocorrências geológicas: 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 Háptico Eutrófico (0,58%) e Vertissolo Hidromórfico órtico (22,92%). O Vertissolo Hidromórfico Carbonático típico apresentou a consistência seca do solo muito duro, formando torrões compactos.

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

### **CÓRREGO LIMEIRA STREAM HYDROGRAPHIC SUB-BASIN: ENVIRONMENTAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION**

**Abstract:** The hydrographic sub-basin of the Limeira stream is in the geomorphological interface of the Província Serrana, Baixada Cuiabana and Pantanal Mato Grosso. The region is a reception area for sedimentary material coming from the surroundings and with high levels of carbonates. The aim of the study was to carry out environmental and morphological characterization of the soil in the sub-basin of the Limeira stream. Some procedures were necessary, such as 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. Fieldwork was carried out for the observation and morphological description of a pre-selected soil profile, with direct influence of sediments rich in carbonate. As for the environmental components of the sub-basin, it recorded the geological occurrences: Raizama Formation (1.86%), Araras Superior Member Formation (4.02%), the Cuiabá Group (27.13%), 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 Ortíc Hydromorphic Vertisol (22.92%). The typical Hydromorphic Carbonate Vertisol showed the dry consistency of very hard soil, forming compact clods.

**Keywords:** environmental components; usage and coverage; management.

### **SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL ARROYO CÓRREGO LIMEIRA: CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y MORFOLÓGICA**

**Resumen:** La subcuenca hidrográfica del arroyo Limeira se ubica en la interfaz geomorfológica de la Província Serrana, Baixada Cuiabana y Pantanal Mato Grosso. La región es un área receptora de material sedimentario proveniente del entorno y con altos niveles de carbonatos. El objetivo del estudio fue realizar la caracterización ambiental y morfológica del suelo en la subcuenca del arroyo Limeira. Fueron necesarios algunos trámites, como actividades de gabinete para construir la base teórica y conceptual; elaboración de la base cartográfica en ambiente de Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando la extensión ArcMap del software ArcGIS, versión 10.6. Se realizó trabajo de campo para la observación y descripción morfológica de un perfil de suelo preseleccionado, con influencia directa de sedimentos ricos en carbonato. En cuanto a los componentes ambientales de la subcuenca, registró las ocurrencias geológicas: Formación Raizama (1,86%), Formación Miembro Superior Araras (4,02%), Grupo Cuiabá (27,13%), Formación Pantanal, con la mayor área dentro de la

subcuenca, representando el 67%. Se identificaron tres unidades de relieve: Provincia de la Montaña (9,79%), Poconé Pantanal (22,21%) y Depresión de Cuiabana (67,86%). Las clases de suelo que se presentaron en la subcuenca fueron: Plinthosol Argilúvic Distrófico (0,14%), Argisol Rojo-Amarillo Eutrófico (24,86%), Argisol Rojo Eutrófico (38,45%), Neosol Litólico Distrófico (4,29%), Planosol Háplico Eutrófico (0,58%) y Vertisol Hidromórfico Órtico (22,92%). El típico Vertisol de Carbonato Hidromórfico mostró la consistencia seca de un suelo muy duro, formando terrones compactos.

**Palabras clave:** componentes ambientales; uso y cobertura; gestión.

## INTRODUÇÃO

Abacia hidrográfica é definida como 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. Assim, as águas da chuva escoam superficialmente nessa área delimitada pelo relevo, formando e encorpendo rios e riachos, ou infiltrando-se no solo para alimentar o lençol freático, que pode aflorar (Christofolleti, 1980; Tucci, 2009).

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. 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

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, Baixada Cuiabana e Pantanal de Poconé. 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.

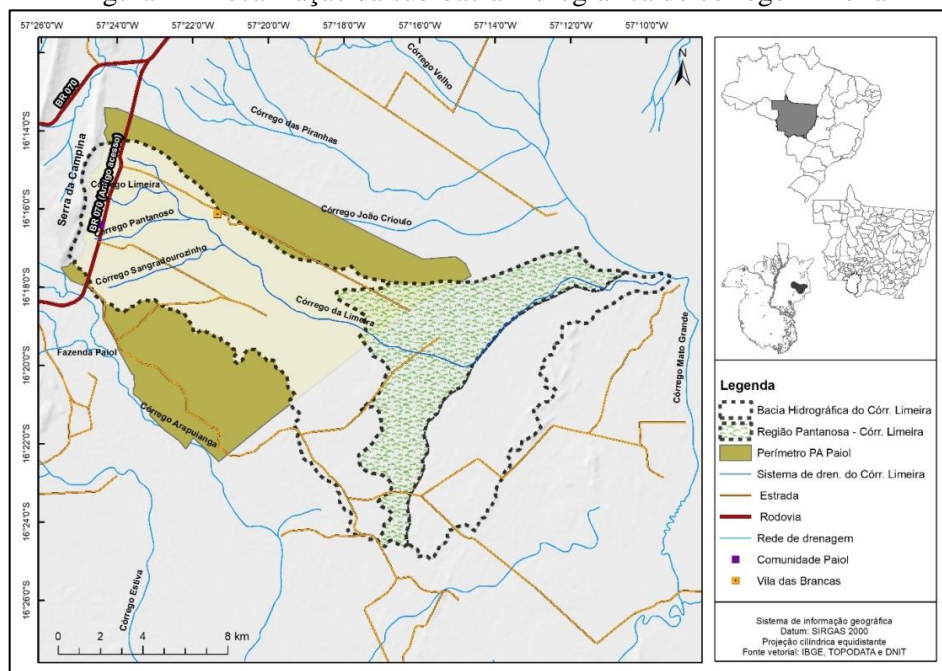
O objetivo do estudo foi realizar a caracterização ambiental e morfológica na sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira, localizada nas coordenadas geográficas de 16°14' a 16°26' de latitude Sul e 57°10' a 57°25' de longitude Oeste, abrangendo uma área de 208,56km<sup>2</sup>, cujos principais afluentes são os córregos: Pantanoso e Sangradourozinho (Figura 1).

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



Fonte: IBGE; TOPODATA; DNIT. Elaboração: Os autores.



O assentamento Paiol (Comunidade Nova Conquista) encontra-se na sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira. 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 (Figura 2).

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



Fonte: Os autores.

## **Procedimentos metodológicos**

### Ocorrências geológicas

As informações sobre as ocorrências geológicas foram obtidas no Relatório do Projeto RadamBrasil (1982) e no 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).

### Ocorrências geomorfológicas

Para obter informações sobre o relevo da sub-bacia do córrego Limeira, foi usada a base de dados do IBGE (2020). O mapeamento geomorfológico foi realizado a partir do

georreferenciamento do mapa geomorfológico do IBGE (2020), 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.

### 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, (Embrapa, 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.

### **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 foi realizado de acordo com SANTOS *et al.* (2015) e do manual de campo de pedologia (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015).

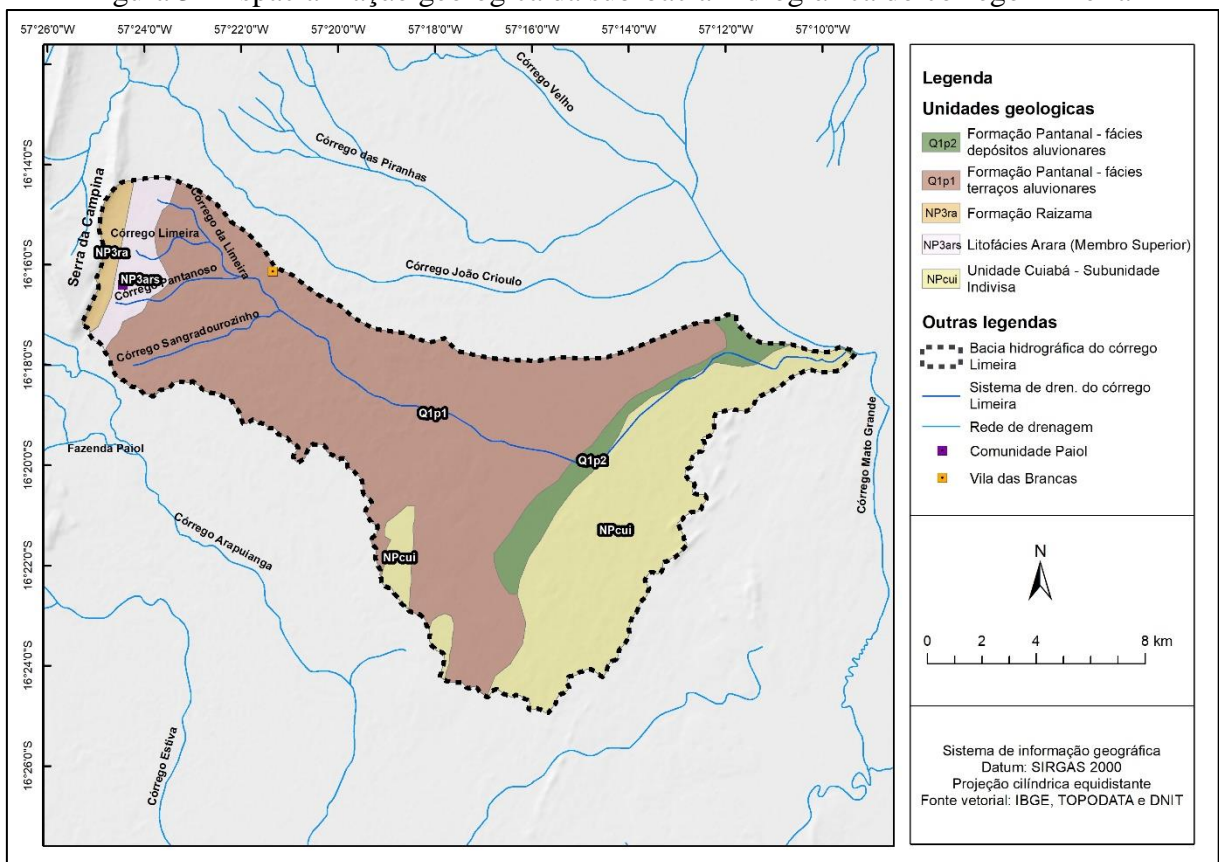
Para a descrição do solo, foram observados e interpretados os principais atributos morfológicos do perfil de solo. Nessa etapa, utilizou-se de utensílios, como faca e pulverizador plástico com água, fita de medidas de espessura dos horizontes, enxada, pá reta e enxadão. A separação dos horizontes considerou 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 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).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 km<sup>2</sup>, abrangendo a maior área da sub-bacia, representando 62,02%; e) Formação Pantanal – fácies depósitos aluvionares (4,98%) (Figura 3).

Figura 3 - Espacialização geológica da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: IBGE; TOPODATA; DNIT. Elaboração: Os autores.

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).

De acordo com o relatório do projeto Radambrasil, a Formação Araras é composta por rochas carbonáticas constituídas de calcários pelíticos e calcíticos e dolomitos no topo. 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 (Brasil, 1982a).

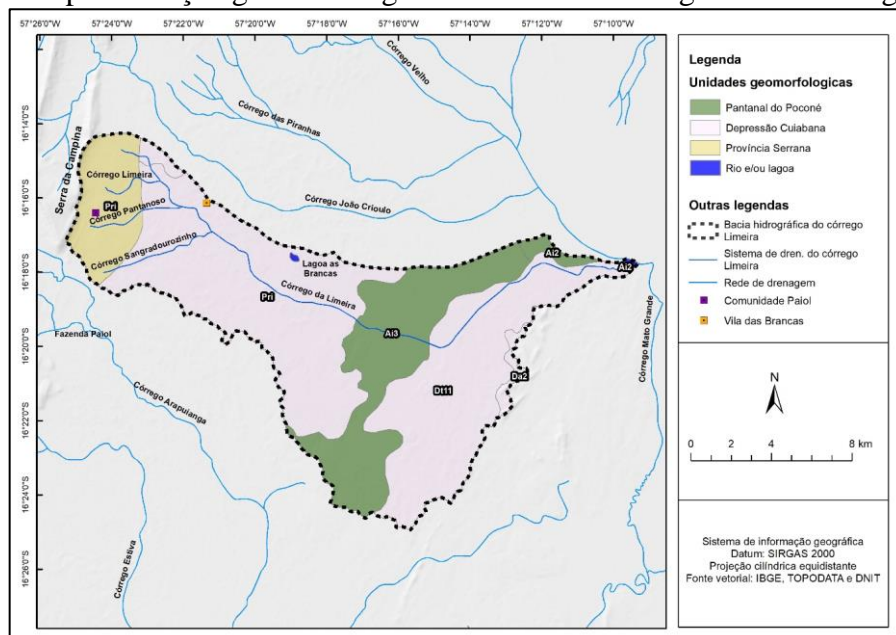
O Grupo Cuiabá apresenta diversas litologias como xistos, filitos, metagravaucaas, metarenitos, metacórseos, ardósias, metassiltitos, mármores e metaparaconglomerados que apresentam-se compondo parte da unidade da Depressão do Paraguai. As formas de relevo desses tipos de rochas apresentam o topo plano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

O Pantanal possui três níveis de formação reconhecida: a Qp1, Qp2 e Qp3 de acordo com 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 (Brasil, 1982a, p. 145).

### 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 4).

Figura 4 – Espacialização geomorfológica da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



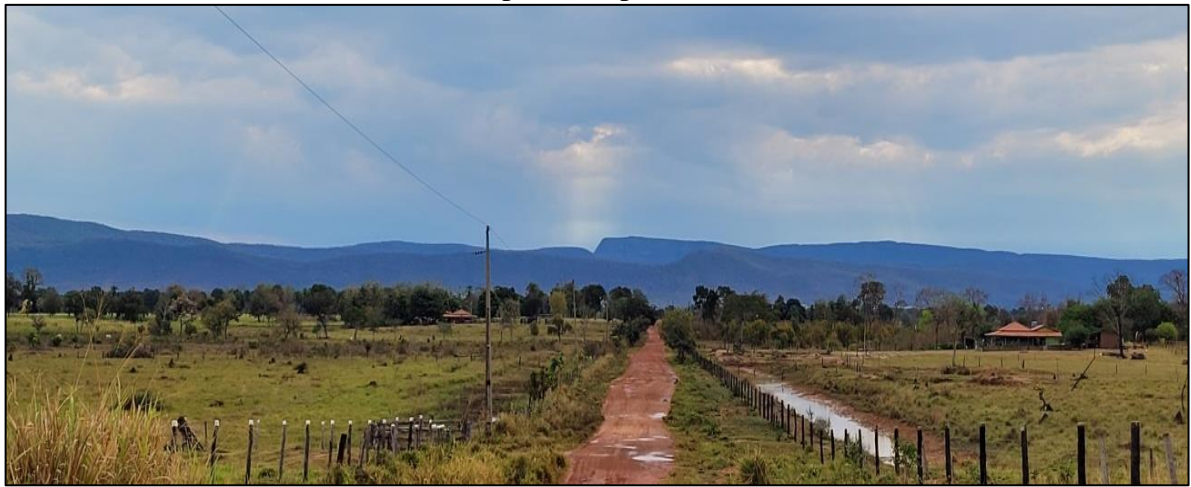
Fonte: IBGE; TOPODATA; DNIT. Elaboração: Os autores.



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 (Figura 5). 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.

Figura 5 – Panorâmica da Província Serrana (segundo plano) e da Depressão Cuiabana (primeiro plano)



Fonte: Os autores.

A Depressão Cuiabana 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 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020).

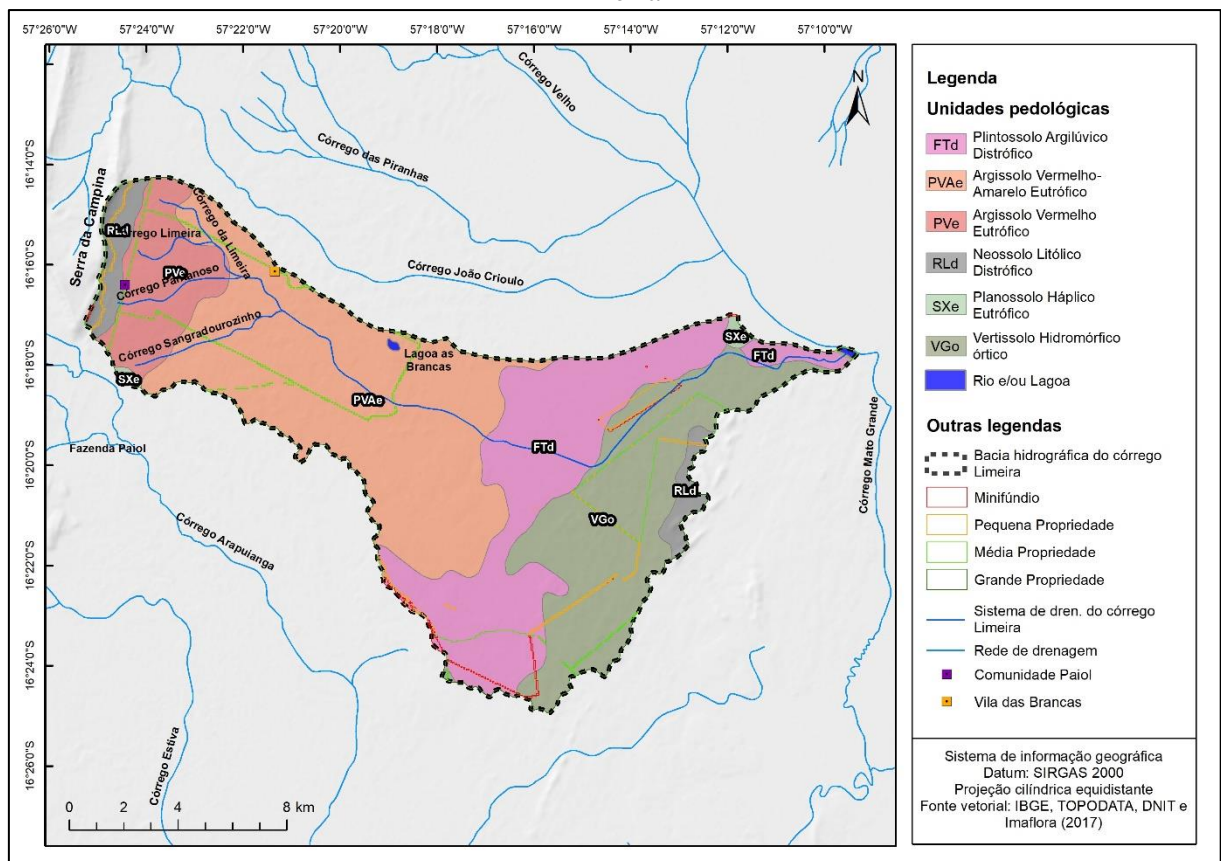
### **Pantanal de Poconé**

O Pantanal de Poconé caracteriza-se por deposições de sedimentos dos canais de drenagem rasos e temporários, com as planícies fluviais, caracterizados como áreas de acumulação inundáveis, onde o alagamento ocorre por formas e intensidades variáveis, podendo haver cobertura por gramíneas como campos limpos, campos de murundus, campos de pastagens exóticas, vegetação arbórea como florestas densas e florestas abertas (Fernandes; Cleiton, 2010).

## Tipos de solos

Identificou-se 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%) (Brasil, 1982b; Camargo, 2011; Rodrigues, 2020) (Figura 6). Foram registradas maiores ocorrências dos Argissolos e Vertissolo.

Figura 6 – Espacialização das classes de solos ocorrentes da sub-bacia hidrográfica do córrego Limeira



Fonte: IBGE; TOPODATA; DNIT; Imaflora. Elaboração: Os autores.

## Caracterização morfológica e classificação de um perfil de solo representativo

A característica principal da área de estudo é a posição em relevo de deposição de sedimentos (calcários) carbonáticos 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.

## **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**

Agkp 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.

2AEgk 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.

Bvgk 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.

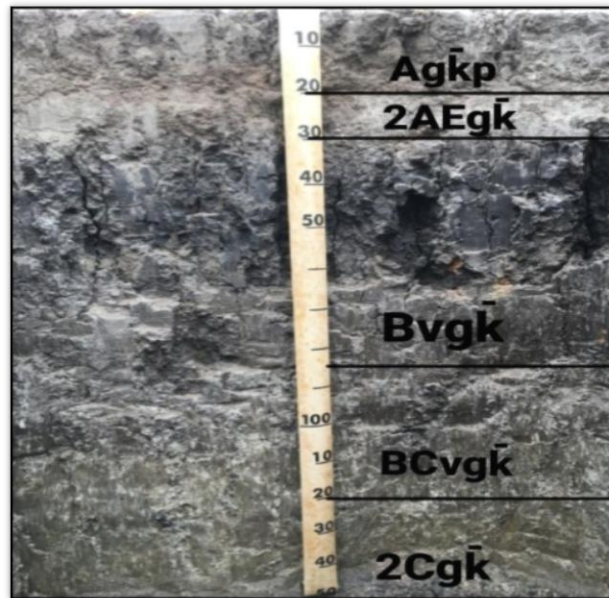
- Os prismas se desfazem em agregados subangulares com aumento de tamanho em profundidade.

### **Interpretação morfológica**

O solo estudado encontra-se 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: Agkp, 2AEgk, Bvgk, BCvgk, 2Cgk (Figura 7) 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 7- Tipificação e sequência dos horizontes ao longo do perfil de solo estudado



Fonte: Os autores.

Os atributos morfológicos do perfil de solo 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.

Quadro1 - Atributos morfológicos do perfil de solo estudado

Hor	Prof (cm)	Cor		<sup>1</sup> Drenagem	<sup>2</sup> Textura	<sup>3</sup> Estrutura	Consistência		
		Úmida	Seca				<sup>4</sup> Seca	<sup>5</sup> Úmida	<sup>6</sup> Molhada
Agkp	0 - 20	7,5Y5 3/1	7,5YR 5/1	ID	Ar	F, MPaMG, BS e F, Gr, MPaMG	ED	MFi	Pl, 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
BCvgk	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	LiPl, LPe

<sup>1</sup>Drenagem: ID: Imperfeitamente drenado; <sup>2</sup>Textura: Ar: argila, FrarA: franco-arenosa/argilosa, Mar: muito argilosa, FrAsI: franco-argilossiltosa, <sup>3</sup>Estrutura: 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) <sup>4</sup>Consistência no estado seco (ED: extremamente dura, DaMD: duro a muito duro, LiD: ligeiramente duro), <sup>5</sup>Consistência no estado úmido(MFi: muito firme, F: friável, Fi: Firme), <sup>6</sup>Consistência no estado molhado (Pl: plástica, Pe: pegajosa, NPI: não plástica: NPe: não pegajosa, MPI: muito plástica, MPe: muito pegajosa; LiPl: ligeiramente plástica, LPe: ligeiramente pegajosa. Fonte: Os autores.

Ao longo do perfil (Quadro 1), o solo se apresenta, pelo tato, variação da granulometria, superficialmente apresenta a textura argilosa (Ag<sub>kp</sub>) e na sequência franco-arenosa/argilosa (2AEg<sub>k</sub>), muito argilosa (Bvg<sub>k</sub> e BCvg<sub>k</sub>) e franco-argilossiltosa (2Cg<sub>k</sub>). 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<sub>kp</sub>) e transicional (2AEg<sub>k</sub>), 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 8) com forte reação com ácido clorídrico diluído a 10%. a presença desses materiais calcíferos mostra alta diluição dos carbonatos na paisagem e sua precipitação em forma de carapaças/nódulos e com alta capacidade de fossilização.

Figura 8 – A) fósseis de crustáceos no perfil, B) carapaças/nódulos de carbonatos na superfície do terreno



Fonte Os autores.

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<sub>kp</sub>) cores acinzentadas (amostra seca) e cinzento muito escuro (amostra úmida), acinzentado claro (amostra seca) e cinzento escuro (amostra úmida) no horizonte transicional 2AE<sub>k</sub>. 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. 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, 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 9). Estas feições morfológicas de fendilhamentos 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 9), 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 9 - A) estrutura prismática, B e C) feições morfológicas verticais.



Fonte: Os autores.

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, a presença dos compostos orgânicos não mascarou 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.

### **Proposta de classificação do solo**

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.

O caráter vértico do solo se dá pela “presença de *slickensides* (superfícies de fricção), fendas ou estruturas cuneiformes e/ou paralelepipedicas em quantidade e expressão insuficientes para caracterizar horizonte vértico, as características acima podem ocorrer simultânea ou isoladamente” (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 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 10).

Figura 10 - Sucessão de microdepressões e microelevações caracterizando microrrelevo tipo Gilgai



Fonte: Os autores.

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  $150\text{g.kg}^{-1}$  ou mais de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, perante qualquer forma de segregação, inclusive nódulos e concreções, desde que não satisfaça os requisitos estabelecidos para horizonte cálcico” (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 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 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015, p. 231).

A textura realizada a campo permite inferir que o solo apresenta uma variação textural entre a argilosa de  $350$  a  $600\text{g.kg}^{-1}$  a muito argilosa maior que  $600\text{g.kg}^{-1}$ . 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 20cm 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.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizou-se a caracterização morfológica e a classificação 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.

O presente estudo demonstrou as inúmeras possibilidades de desenvolvimento de futuros trabalhos no contexto da Geografia Física. Nesse sentido, a pesquisadora 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%.
- 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 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.



## REFERÊNCIAS

- 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.; ELSENBEER, H. Soil nutrient–landscape relationships in a lowland tropical rainforest in Panama. **Forest Ecology and Management**, [S. l.], v. 255, n.3-4, p.1135-1148, 2008.
- 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.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1980.
- CPRM. **Geodiversidade do estado do Mato Grosso**. Juliana Maceira Moraes. (org.). Goiânia: CPRM, 2013.
- 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.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.
- 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.
- 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.
- IBGE. **Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA)**. 2020. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. 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 ago. 2022.
- 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.

PEREIRA, B. C. Relação Solo-Paisagem e Sua Aplicabilidade: Uma ferramenta fundamental para o entendimento da caracterização da paisagem; **Cadernos do Leste**, [S. l.], v. 20, n. 20. [S. d.]. disponível em: file:///C:/Users/Douglas%20Silva/Downloads/ricardogarcia,+ARTIGO+LESTE\_BRUNNO%20(1).pdf, Acesso em: 31 jan. 2023.

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

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, p. 89-121, 1998,

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

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2015.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. 3. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade. 2009.