

Caracterização pedológica e aptidão agrícola da fazenda Santa Carmem (RO) para a produção de cana de açúcar

Cleber Vinicius Akita Vitorio

Helium Corp Engenharia, Brasil

✉ cleberakita88@gmail.com

Josimar Ribeiro de Almeida

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Brasil

Patrícia dos Santos Matta

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Brasil

✉ patricia.matta@uerj.br

Raphael do Couto Pereira

Troy University, Estados Unidos

✉ patricia.matta@uerj.br

Tetyana Gurova

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

✉ gurova@lts.coppe.ufrj.br

Resumo:

O estudo avaliou dez perfis de solos em posições selecionadas conforme sua relação com a paisagem, com o objetivo de obter informações sobre a gênese, classificação e aptidão agrícola dos solos formados a partir de sedimentos argilosos, argilo siltosos, argilo arenosos, arenosos e siltosos. A pesquisa foi realizada na Fazenda Santa Carmem, localizada no extremo oeste do estado de Rondônia, Brasil, abrangendo os municípios de Porto Velho e Nova Mamoré, na bacia hidrográfica do rio Mutum Paraná. Foram descritas, analisadas e comparadas as características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas de cada perfil de solo, visando à caracterização pedológica local e à avaliação da aptidão agrícola, especialmente para o cultivo de cana de açúcar voltado à produção de biocombustível. Os resultados indicaram que os solos da Fazenda Santa Carmem apresentam baixa fertilidade natural, tornando necessário o uso de corretivos e insumos agrícolas para viabilizar a produção. Além disso, medidas de manejo sustentável devem ser implementadas para mitigar os impactos ambientais decorrentes da implantação da cultura agrícola. A presença de seixos subangulares, variando de milímetros a centímetros, sugere um ambiente de deposição coluvionar. Além disso, a análise dos perfis revelou variações na textura, estrutura e teor de matéria orgânica, fatores determinantes para o desenvolvimento agrícola e conservação do solo. Essas características influenciam a capacidade de uso dos solos e reforçam a necessidade de práticas agrícolas adequadas para garantir a sustentabilidade da produção. O estudo contribui para o entendimento das potencialidades e limitações dos solos da região, auxiliando no planejamento agrícola, no manejo sustentável e na preservação ambiental.

Palavras-chave: Sedimentos argilosos, planejamento agrícola, avaliação de terras, cultura da cana de açúcar, biocombustível.

Pedological characterization and agricultural aptitude of Fazenda Santa Carmem (RO) for sugarcane production

Abstract:

The study evaluated ten soil profiles in positions selected according to their relationship with the landscape, aiming to obtain information on the genesis, classification, and agricultural suitability of soils formed from clayey, clay silty, clay silty, clay sandy, sandy, and silty sediments. The research was conducted at Fazenda Santa Carmem, located in the far west of the state of Rondônia, Brazil, covering the municipalities of Porto Velho and Nova Mamoré, within the Mutum Paraná River Basin. The morphological, physical, chemical, and mineralogical characteristics of each soil profile were described, analyzed, and compared to achieve local pedological characterization and assess agricultural suitability, particularly for sugarcane cultivation for biofuel production. The results indicated that the soil at Fazenda Santa Carmem has low natural fertility, requiring the use of soil amendments and agricultural inputs to enable production. Furthermore, sustainable management practices must be implemented to mitigate the environmental impacts resulting from the establishment of this agricultural crop. The presence of subangular pebbles, ranging from millimeters to centimeters, suggests a colluvial deposition environment. Additionally, the profile analysis revealed variations in texture, structure, and organic matter content, which are key factors for agricultural development and soil conservation. These characteristics influence soil usability and reinforce the need for appropriate agricultural practices to ensure sustainable production. This study contributes to the understanding of the potential and limitations of the region's soils, supporting agricultural planning, sustainable management, and environmental conservation.

Keywords: Clayey sediments, agricultural planning, land evaluation, sugarcane cultivation, biofuel.

Caracterización pedológica y aptitud agrícola de la finca Santa Carmem (RO) para laproducción de caña de azúcar

Resumen:

El estudio evaluó diez perfiles de suelos en posiciones seleccionadas según su relación con el paisaje, con el objetivo de obtener información sobre la génesis, clasificación y aptitud agrícola de los suelos formados a partir de sedimentos arcillosos, arcillo limosos, arcillo arenosos, arenosos y limosos. La investigación se realizó en la Fazenda Santa Carmem, ubicada en el extremo oeste del estado de Rondônia, Brasil, abarcando los municipios de Porto Velho y Nova Mamoré, en la cuenca hidrográfica del río Mutum Paraná. Se describieron, analizaron y compararon las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de cada perfil de suelo, con el objetivo de realizar la caracterización pedológica local y evaluar la aptitud agrícola, especialmente para el cultivo de caña de azúcar destinado a la producción de biocombustibles. Los resultados indicaron que los suelos de la Fazenda Santa Carmem presentan baja fertilidad natural, lo que hace necesario el uso de correctivos e insumos agrícolas para viabilizar la producción. Además, deben implementarse medidas de manejo sostenible para mitigar los impactos ambientales derivados de la implantación de este cultivo agrícola. La presencia de guijarros subangulares, que varían de milímetros a centímetros, sugiere un ambiente de deposición coluvionar. Además, el análisis de los perfiles reveló variaciones en la textura, estructura y contenido de materia orgánica, factores determinantes para el desarrollo agrícola y la conservación del suelo. Estas características influyen en la capacidad de uso de los suelos y refuerzan la necesidad de prácticas agrícolas adecuadas para garantizar la sostenibilidad de la producción. El estudio contribuye a la comprensión de las potencialidades y limitaciones de los suelos de la región, ayudando en la planificación agrícola, el manejo sostenible y la preservación ambiental.

Palabras clave: Sedimentos arcillosos, planificación agrícola, evaluación de tierras, cultivo de caña de azúcar, biocombustibles.

INTRODUÇÃO

Até 2050, a população mundial crescerá em aproximadamente 30%, e a maior parte desse adicional de 2 bilhões de seres humanos viverão em cidades de países em desenvolvimento. Essas projeções implicam na necessidade de maximizar a produção agrícola em níveis satisfatórios. O que representa um grande desafio tanto para a sustentabilidade da biosfera como para a capacidade produtiva dos ecossistemas terrestres e aquáticos. Os produtores agrícolas são os principais agentes desse desafio e, se forem capazes de superar, certamente alterarão de modo expressivo a superfície da Terra nas próximas décadas (Almeida *et al.*, 2019; Gonçalves *et al.*, 2020; Marin, 2016; Silva *et al.*, 2018; Akita e Almeida, 2021).

O sistema de avaliação da aptidão agrícola, no Brasil, teve início na década de sessenta do século passado (Rodrigues *et al.*, 2017; Jesus *et al.*, 2021), numa tentativa de classificar o potencial das terras para agricultura tropical.

Em termos de avaliação do potencial das terras, a literatura aponta existência de diversos sistemas. No Brasil os mais adotados são: o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho e Beek, 1995; Pereira *et al.*, 2021) e o sistema de capacidade de uso (Marques, 1971; Lepsch *et al.*, 1991; Pereira *et al.*, 2022).

Com clareza identifica que tanto o Estado de Rondônia (RO) assim como toda a região Norte apresenta carente da produção de álcool combustível. Dinâmica essa que influencia diretamente na formação do preço de combustíveis. Preterindo o povo da região Norte do país ao desenvolvimento deste segmento importante da economia Brasileira e extremamente próspero em toda economia mundial. A produção nacional de álcool, além de atender a demanda interna, também atende a demanda de outros países (Jesus *et al.*, 2021).

A Fazenda Santa Carmem está localizada na bacia hidrográfica do rio Mutum Paraná em Rondônia (RO), suas atividades seguem o mesmo regime agrícola e ambiental da bacia, que são o regime de pastagens com um mosaico de áreas degradadas pelo pisoteio do gado bovino. De frente a esta realidade agrícola e ambiental deletérias, foca na inserção da mesma no mercado do etanol, através da produção de cana de açúcar como uma matriz energética, produto agrícola que chega a render até sete vezes mais que o milho, principal produto usado nos Estados Unidos, como fonte de álcool (Terassini *et al.*, 2008).

Diante desse contexto, objetivou com este trabalho avaliar a aptidão agrícola dos solos da Fazenda Santa Carmem, tanto no nível de manejo B quanto C, a fim de diagnosticar a qualidade agroambiental da área. Objetivou também a caracterização das unidades pedológicas, e seus aspectos físicos e químicos. De tal forma a fornecer a ótica da orientação mais correta para a produção agrícola visando o menor impacto ambiental negativo possível.

MATERIAL E MÉTODOS

Meio Físico

A Fazenda Santa Carmem localiza no extremo oeste do Estado de Rondônia, Brasil, geograficamente abrangendo os municípios de Porto Velho e Nova Mamoré. Estando inserida na bacia hidrográfica do rio Mutum Paraná está localizada entre as coordenadas geográficas 9° 35'06" S a 11° 26'24" S e 64° 29'06" W a 65° 23'06" W, com aproximadamente 3.448,7 km² de área de drenagem. O rio Mutum é um afluente direto do rio Madeira, o qual por sua vez está inserido na bacia Amazônica (Terassini *et al.*, 2008).

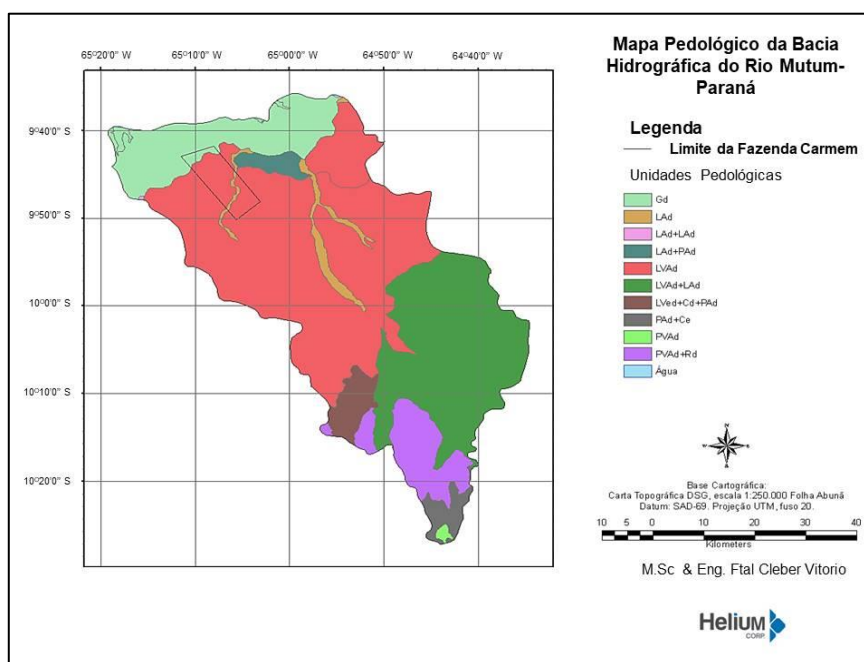
O clima predominante, durante todo o ano, na região da Bacia do Rio Mutum Paraná é o tropical úmido e quente, com insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diurna, especialmente no inverno. Localizado na Amazônia Ocidental, entre os paralelos de 9° 41' e 9° 48' de Latitude Sul e meridianos de 65° 04' e 65° 11' de Longitude Oeste, a área da Fazenda Santa Carmem não sofre grandes influências da continentalidade, ou seja, maior ou menor distanciamento das terras em relação ao mar. Segundo a classificação de Köppen, o clima no Estado é do tipo Aw Clima Tropical Chuvoso, os extremos de temperatura ocorrem de agosto a outubro, com temperatura máxima absoluta alcançando 37 °C em outubro, enquanto a temperatura mínima absoluta cai para 15 °C em agosto. Isto pode ser justificado por sistemas meteorológicos, como frentes frias, que adentram a região, cuja topografia muitas vezes favorece inversões nos padrões normais de temperatura e precipitação. Na média das temperaturas o pico máximo só ocorre em outubro (26,5 °C), enquanto o mínimo em fevereiro (25,8 °C). Quando ocorre no Estado um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês, durante a sazonalidade invernal, igualmente, a precipitação média

anual durante um período dos últimos 7 anos foi de 2.398 mm. O bioclima da região da Fazenda Santa Carmem é definido como do tipo xeroquimênica, dentro da região climática subtermaxérica severa (Terassini *et al.*, 2008).

Segundo Terassini e Albuquerque (2009), predomina na área de influência da Fazenda Santa Carmem o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental, o qual se estende por toda a Amazônia e é caracterizado por apresentar extensas áreas aplainadas ainda conservadas e relevos dissecados em interflúvios tabulares, de altimetria situada entre 200 e 250 m. Ocupam terrenos de ambas as margens do rio Madeira e são compostas geralmente por vegetação de Savana e floresta ombrófila aberta, recobrimdo lateritas hidromórficas e litologias recentes, quaternárias. Caracterizam pela ausência de drenos definidos e por exibirem pequenas lagoas que chegam a desaparecer durante o período de estiagem. Todavia, nos períodos de chuva, essas lagoas transbordam, inundando parcialmente as áreas, enquanto algumas delas chegam a se interligar, a ponto de iniciar a organização de drenos (BELLO *et al.*, 2022).

Segundo Rondônia (2002), na AII do empreendimento ocorre as unidades pedológicas descritas na Figura 1.

Figura 1 – Unidades pedológicas na bacia hidrográfica do rio Mutum Paraná.



Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

Se inserem na área de estudos (Figura 1), na maior parte da Fazenda Santa Carmem o **LVAd**– Latossolos Vermelhos amarelos distróficos textura argilosa, relevo plano, ao sul, uma faixa retilínea de **LAd**– Latossolo amarelo distrófico textura argilosa, relevo suave ondulado, e ao norte **oGd**– Gleis distróficos textura média.

Prospecção e Caracterização de Solos

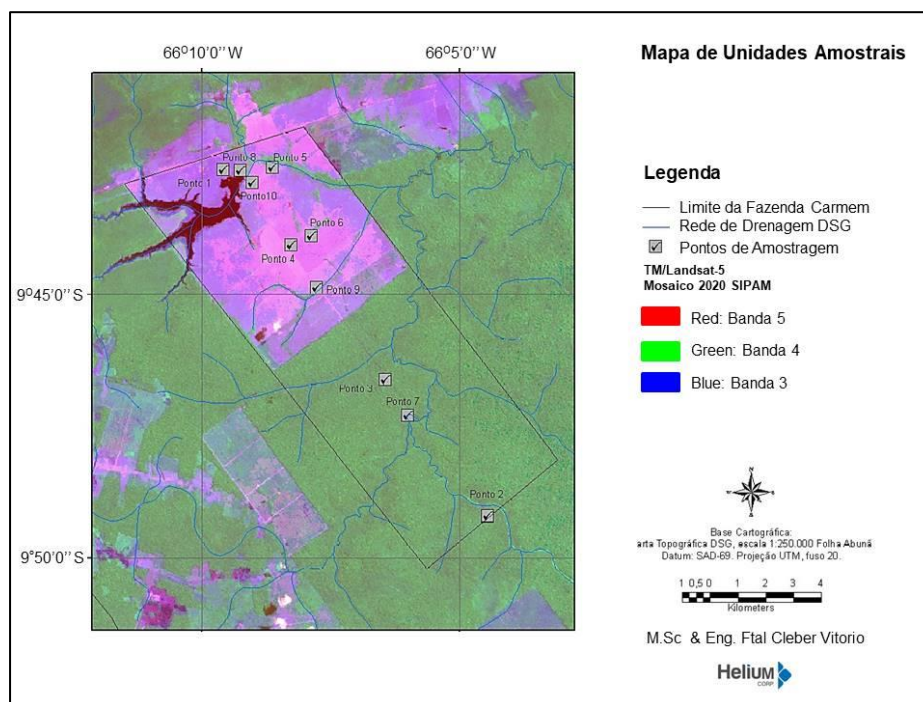
De 19/06/2019 até 09/07/2019, foi realizado o método de prospecção por solos utilizados neste trabalho. Pode ser resumido em duas etapas: Coleta de dados e materiais pedológicos e Levantamento de perfis.

Levantamento de perfis e Delineamento amostral

Na Fazenda Santa Carmem aflora apenas uma litologia. Caracterizada por seixos subarredondados a angulares milimétricos a centimétricos, em matriz litificada por ferro, alumínio e sílica, com presença de porções alteradas, devido à exposição por soerguimento e mais recentemente por corte, com calcita, óxidos/hidróxidos de ferro, quartzo e muscovita. Nessa litologia os seixos ora apresentam uma distribuição anisotrópica (aproximando de um aspecto maciço quando visto de longe), ora uma estratificação plana paralela. No primeiro caso os seixos são clastos milimétricos a centimétricos sub angulares, o que remete a um ambiente de deposição coluvionar. Já no segundo abundam os seixos arredondados litificados em matriz de ferro, alumínio e sílica, o que remete a um paleoambiente fluvial de considerável energia e posteriormente abandonado. A semelhança é que ambos são ricos em ferro, alumínio, manganês além de outros metais (pelo material de origem, por iluviação ou translocação) e foram soerguidos sob clima de forte precipitação e alta temperatura Terassini e Albuquerque (2009).

Foram dispostos 10 pontos aleatórios, segundo as variáveis litologia, vegetação, geomorfologia e hidrografia, para fins de determinação dos solos da Fazenda Santa Carmem.

Figura 2 – Pontos analisados em campo, imagem TM/LANDSAT 5.



Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

Para a classificação dos solos foram utilizadas tabelas atualizadas de sistema de classificação de solos (EMBRAPA,1999; IUSS, 2015; Santos *et al.*, 2013).

Coleta de Dados e Material Pedológico

A coleta de dados inicia no escritório por meio de estudo cartográfico da região, com ênfase na interpretação pedológica, mapa topográfico e análise de imagens de satélite para melhor planejamento da etapa de campo. O caminhamento foi realizado paralelo às curvas de nível do relevo e no leito das drenagens e alagado principal da Fazenda Santa Carmem, localizado ao norte e noroeste da mesma. Durante o mapeamento utilizou trena, bússola geológica Bruton, clinômetro e GPS – Garmin 62S (sistema de coordenadas UTM, fuso 24K, datum WGS 84). Uma ficha de cadastro foi preenchida contendo descrição geral do perfil e entorno, além do croqui.

A coleta de solo foi realizada com auxílio de um trado, utilizando hastes de diferentes tamanhos e broca convencional de 4", para solos com pouca abrasão e médio grau de compactação. Todas as amostras de solo foram acondicionadas em potes plásticos virgens de 500 ml e resfriados a 2° C. Sendo realizadas duas amostras instantâneas por unidade amostral, na mesma sondagem, durante o período vespertino e seguiram refrigeradas até o laboratório Hidroquímica, do grupo Oceanus, localizado na cidade do Rio de Janeiro.

Ensaio de Campo, Ensaio Geotécnicos e Fertilidade do Solo

Em campo foram realizados os seguintes ensaios pedológicos: cor seca, cor úmida, estrutura, textura, poros, plasticidade, pegajosidade, consistência seca, consistência úmida e permeabilidade (Souza *et al.*, 2020). Quanto a avaliação geotécnica, foram avaliados a erodibilidade, umidade, granulometria através da classificação SUCS e a classificação "Highway Research Board" ou HRB é a mais conhecida mundialmente. Essa classificação baseia em índices físicos e no índice de grupo (IG). O índice de grupo (IG) é um parâmetro arbitrário o qual é uma estimativa da capacidade de suporte do material, o índice de grupo é calculado com base nas características granulométrica de um determinado solo.

Foram realizadas as seguintes análises químicas: cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, hidrogênio + alumínio, alumínio, nitrogênio, carbono orgânico e pH. Todas essas análises seguiram o Manual de Métodos de Análises de Solo (Embrapa, 1997).

Aptidão Agrícola

A aptidão agrícola foi sintetizada segundo o levantamento do Governo do Estado de Rondônia, seguindo a metodologia desenvolvida pelo CNPS EMBRAPA para avaliação da aptidão agrícola das terras do Estado. Conhecida como "Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Centro Nacional de Pesquisas de Solos" (Ramalho, Filho e Beek, 1995), atende necessidade por meio do conhecimento do potencial da produtividade do solo apropriado para a região tropical. Essa metodologia de avaliar a aptidão agrícola das terras, resumidamente, consiste em seis grupos, visando indicar o uso mais adequado de uma determinada

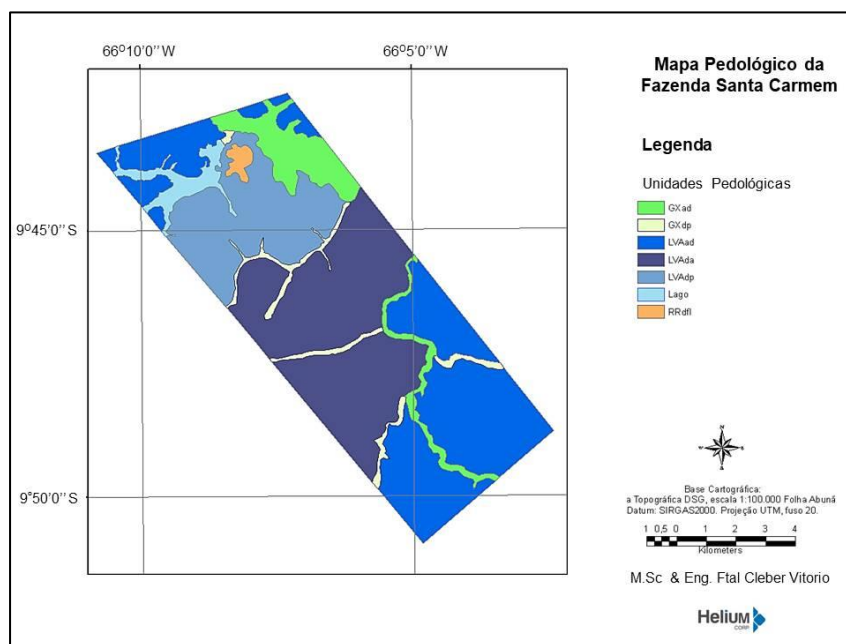
região em função das seguintes limitações: fertilidade natural baixa (deficiência de fertilidade); falta de água (deficiência hídrica); excesso de água (deficiência de oxigênio); facilidade de perda de solo (erosão) e impedimento à mecanização (mecanização), (RONDÔNIA, 2002).

A metodologia adotou seis grupos (tipos de utilização) que são: lavoura, pastagem plantada, silvicultura (reflorestamento), pastagem nativa e área de preservação. Utilizam as letras entre parênteses acompanhadas de numerais para classe de aptidão boa, regular e restrita. Isto é, quanto mais próximo do número 1 (um) e da letra “a”, melhor será a aptidão do solo. Para números isolados de 1 (um) a 6 (seis), classifica os solos inaptos ao uso agrícola, sendo 1 (um) o menos pior e 6 (seis) a pior classificação possível.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa de solos produzido para a área de estudos é apresentado na Figura 3, é fruto dos trabalhos de fotointerpretação, pesquisas de campo e dos ensaios de laboratório. As classes apresentadas no mapa referem ao sistema de classificação proposto pelo atual sistema de classificação de solos, e são descritas na Tabela 1.

Figura 3 – Unidades pedológicas da área de estudos.



Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

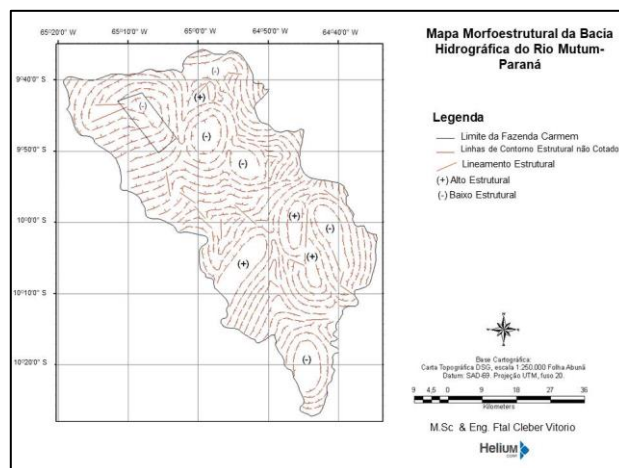
Tabela 1 – Descrição das unidades pedológicas encontradas nas áreas de estudos.

Unidades Pedológicas	Descrição
LVAad	Latossolo Vermelho Amarelo álico distrófico. Trata de um material com A moderado, B latossólico e atividade baixa. Relevo suave a suave ondulado.
LVAda	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argissólico. Trata de um material com A moderado, B textural e atividade baixa. Relevo suave.
LVAdpp	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico petroplíntico. Trata de um material com A moderado, B latossólico, presença de mais de 50% de petroplíntita e atividade baixa. Relevo suave. A ocorrência de petroplíntita varia proporcionalmente com a altitude da unidade, sendo que para as partes mais baixas há presença de cerca de 15% a 20% de petroplíntita.
GXad	Gleissolo Háptico alumínico distrófico. Trata de um material com horizonte glei, A moderado e atividade baixa. Relevo plano.
GXdp	Gleissolo Háptico distrófico plíntico. Trata de um material com horizonte glei, A moderado, atividade baixa e presença plíntita em processo de saprolitização. Relevo plano.
RRdfl	Neossoloregolítico distrófico fragipânicoléptico. Trata de um material com horizonte litoplíntico, contato lítico raso, presença de fragipã, A moderado e atividade baixa. Relevo de morrote

Fonte: HeliumCorp Engenharia.

No norte e nordeste da área há um baixo estrutural (Figura 4) que condiciona os processos de retenção d'água subterrânea, favorecendo os processos de hidrólise parcial e resultando em um ambiente redutivo. Nessa área desenvolve um processo de gleização, favorecendo a formação de solos hidromórficos, constantemente saturados em água e com alta dispersão de colóides sem agitação.

Figura 4 – Mapa morfoestrutural da bacia hidrográfica do rio Mutum Paraná.



Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

O centro da área encontra ainda sob influência do baixo estrutural, no entanto já com perceptível diferença de ambiente. Na porção onde ainda há floresta a umidade se mantém alta ao longo do ano. Predomina um ambiente de argilização.

Já o sul da área encontra sob forte influência de um alto estrutural, que condiciona os processos de intensa percolação d'água e lixiviação dos componentes químicos, resultando em um ambiente fortemente oxidativo e caracterizado pela ocorrência de hidrólise total. Nessa área desenvolve um processo de latossolização, observado em campo pela inexistência de colóides de fácil dispersão em água, abundância de óxihidróxidos metálicos presos aos grãos de quartzo e presença de microagregados.

É digno de nota a unificação de materiais que se desenvolvem em ambientes completamente distintos em uma mesma classe. É o que ocorre com a classe LVAad, que foi atribuída aos materiais presentes no extremo sul e extremo norte da área de estudos. Deve considerar que no sul da área de estudos há a presença de um alto estrutural. Nele o material terroso apresenta estrutura fraca em grumos, alta porosidade e permeabilidade, consistência seca macia e baixa resistência à erosão. Enquanto que no norte da área de estudos há a presença de um baixo estrutural. Nesse caso o material terroso apresenta estrutura laminar, média a baixa porosidade e permeabilidade, consistência seca e solta a duro e média a alta resistência

à erosão. Portanto pode concluir que são materiais que tiveram gênese e evolução pedogenética totalmente diferente.

A tabela 2 e a Tabela 3, apresentam uma compilação dos resultados obtidos em campo para as amostras de solo analisadas. De modo geral os materiais são arenosos, com pouco silte, vermelho amarelados (presença marcante de oxihidróxidos de ferro) e apresentam alta erodibilidade natural.

Tabela 2 – Atributos dos Solos obtidos em campo para Fins de Classificação.

Morfologia da CAI					
Amostra	Cor seca	Cor úmida	Estrutura	Textura	Poros
1A (P01)	10YR 4/6 bruno amarelado escuro	10YR 3/6 bruno amarelado escuro	laminar	Argiloso	<01mm
1B (P02)	7,5YR 6/8 amarelo avermelhado	7,5YR 5/8 bruno forte	laminar	Muito argilosa	1 a 3mm
2A (P03)	10YR 3/6 amarelo bruno escuro	10YR3/4 amarelo bruno escuro	blocos mm e grumos	argilo- siltosa	1 a 3mm
2B (P04)	10YR 5/8 bruno amarelado	10YR 4/6 bruno amarelado escuro	subangular	argilo- arenoso	-
3B (P05)	10YR 5/8 bruno amarelado	10YR4/6 bruno amarelado escuro	blocosubangular	muitoargiloso	<1mm
4A (P06)	7,5YR 4/4 bruno	7,5YR 3/4 bruno escuro	Alta rochosidade, >50% de petroplintita mm, grumos mm		
4B (P06)	7,5YR 5/6 Bruno forte	7,5YR 4/6 Bruno forte	Alta rochosidade, >50% de petroplintita mm a cm, grumos mm, alto magnetismo		
5B (P07)	7,5YR 7/1 cinza claro	7,5YR 5/1 cinza	blocosa a laminar	franco- siltoso	1 a 2mm
6A (P08)	10YR 4/4 amarelo bruno escuro	10YR 3/3 amarelo bruno escuro	grumos mm	franco argiloso	<1mm
6B (P09)	7,5YR 6/8 amarelo avermelhado	7,5YR 5/8 bruno forte	prismático	franco argiloso	<1mm
7B (P10)		2,5YR 8/1 branco	-	arenoso	-

Fonte: Helium Corp Engenharia.

Tabela 3 – Características físicas do solo obtidas em campo para fins de classificação.

Características Físicas dos solos					
Amostra	Plasticidade	Pegajosidade	Consistência Seca	Consistência Úmida	Permeabilidade
1A (P01)	plástico	pegajoso	muito duro	Firme	Baixa
1B (P02)	plástico a muito plástico	muito pegajoso	solto	muito friável	alta
2A (P03)	plástico	ligeiramente pegajoso	solto	Macio	alta
2B (P04)	plástico	pegajoso	Macio	Muito friável	muito alta
3B (P05)	plástico	pegajoso	muito duro	Friável	moderada
4A (P06)	Alta rochosidade, >50% de petroplintita mm, grumos mm				
4B (P06)	Alta rochosidade, >50% de petroplintita mm a cm, grumos mm, alto magnetismo				
5B (P07)	plástico	ligeiramente pegajoso	inquebrável	Firme	moderada
6A (P08)	plástico	pegajoso	ligeiramente duro	Friável	baixa
6B (P09)	plástico	pegajoso	ligeiramente duro	friável	moderada
7B (P10)	ligeiramente plástico	não pegajoso	-	muito friável	alta

Caracterização pedológica e aptidão agrícola da fazenda Santa Carmem (RO) para a produção de cana de açúcar

Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

Todas as amostras apresentam valores baixos de matéria orgânica, pH, CTC e V (%), caracterizando um ambiente ácido de baixa fertilidade. Nos materiais em que a isso se associa altos teores de saturação por alumínio (>50%), configura uma situação limitante para vários tipos de cultura (Tabela 4).

Tabela 4 – Compilação dos Ensaio de Fertilidade.

Amostra	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	CTC	V(%)	pH (H ₂ O)	Matéria Orgânica (g/ dm ³)	Satura-ção por Al	Fe (mg/dm ³)	Classifica-ção EM-BRAPA (1999)
1A (P01)	65	10	25	7	25	5	26,2	27,7	531	LVAad
1B (P02)	62	10	28	5,6	9,4	4,7	18,3	77,3	425	LVAad
2A (P03)	50	12	38	10,9	3,8	4,5	43	84,9	340	LVAad
2B (P04)	35	8	57	6,2	3,8	4,7	20,8	86,8	230	LVAad
3B (P05)	22	13	65	5,9	4,2	4,6	19,5	90	189	LVAda
5B (P07)	65	8	27	5,6	5,8	4,6	18,3	83,5	420	GXda
6A (P08)	62	8	30	5,9	18,8	5,1	21,4	27,7	408	LVAdp
6B (P09)	48	7	45	5,6	12,2	5	18,3	39,5	359	LVAdp
7B (P10)	75	7	18	4,6	5,3	4,7	10,9	75	141	Gxda

Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

A Intensa compactação, principalmente do horizonte A. Em todos os pontos analisados na área de pastagem observou maior compactação do horizonte A do que do horizonte B. Isso deve ao intenso pisoteamento do gado, aliado à baixa umidade (ligado ao fator sazonal) e ao

maior teor de matéria orgânica nesse horizonte. As amostras analisadas apresentam, em geral, alto teor de ferro (Fe) e alumínio (Al) (Tabela 4).

A Tabela 5 apresenta uma compilação dos resultados geotécnicos, obtidos em laboratório, para as amostras de solo analisadas, com a classificação geotécnica dos materiais pelos sistemas SUCS (Sistema Unificado de Classificação de Solos), derivado de Casagrande (1948) e HRB (Highway Research Board), ambos disponíveis em Pastore e Fontes (1998). Todas as amostras analisadas em campo apresentaram mineralogia da fração areia semelhantes, predominando sempre quartzo, seguido de algum oxihidróxido de ferro. Esse fato que se associa à densidade dos sólidos (sol ρ) obtida em laboratório, onde todas as amostras apresentaram densidade entre 2,56 e 2,69g/cm³ (Tabela5).

Tabela 5 – Compilação dos Dados Geotécnicos. Legenda: LL - limite de liquidez; LP - limite de plasticidade; IP – Índice de plasticidade.

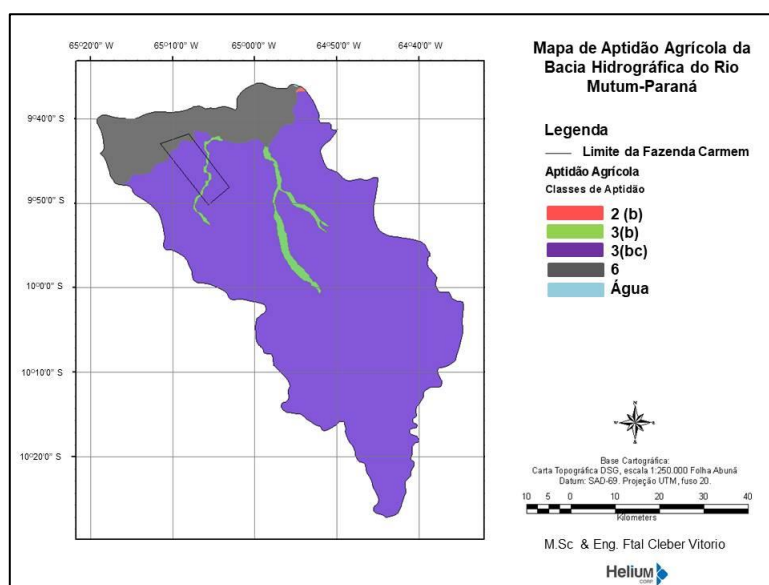
Amostra	Erodibilidade	LL (%)	LP (%)	IP (%)	sol ρ (g/cm3)	Classificação SUCS	Classificação HBR
1A (P01)	Muito baixa	30,6	16,7	13,9	2,625	SP	A26
1B (P02)	Alta	30,9	20,7	10,2	2,681	SP	A24
2A (P03)	Alta	32,3	15,7	16,6	2,564	SC	A6
2B (P04)	Muito alta	30,1	21	9,1	2,675	CL	A4
3B (P05)	Muito alta	58	29,6	28,4	2,654	CH	A76
5B (P07)	Alta	19,2	12,7	6,5	2,645	SP	A24
6A (P08)	Moderada	41,8	27,2	14,6	2,658	SP	A27
6B (P09)	Muito alta	41,5	27	14,5	2,687	CH	A76
7B (P10)	Muito alta	NP	NL	-	2,658	SW	A3

Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

Segundo Pastore e Fontes (1998), as classes encontradas na Fazenda Santa Clara, segundo classificação SUCS (Tabela 5), referente a: SP – regular trabalhabilidade como material de construção, permeável, boa resistência, muito pequena compressibilidade, excelente característica de drenagem e densidade aparente seca máxima entre 16 e 19kg/m³; SW – excelente trabalhabilidade como material de construção, permeável, excelente resistência, desprezível compressibilidade, excelente característica de drenagem e densidade aparente seca máxima entre 17,5 e 21kg/m³; CH – má trabalhabilidade como material de construção, impermeável, baixa resistência, alta compressibilidade, má característica de drenagem e densidade aparente seca máxima entre 12 e 17kg/m³; SC – boa trabalhabilidade como material de construção, impermeável, regular a boa resistência, pequena compressibilidade, má característica de drenagem e densidade aparente seca máxima entre 17 e 20kg/m³; CL – regular a boa trabalhabilidade comaterial de construção, impermeável, regular resistência, média compressibilidade, má característica de drenagem e densidade aparente seca máxima entre 15 e 19kg/m³.

A aptidão agrícola segundo Ramalho Filho e Beek (1995), pode ser observada na Figura 5, onde se individualizam as classes.

Figura 5 – Mapa de aptidão agrícola dabacia hidrográfica do rio Mutum Paraná.



Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

Para a classe 3(bc), tem a aptidão restrita (manejo b e c) para lavouras, medidas simples de manejo, exigência alta de adubo e alta necessidade de calagem, limitação moderada a mecanização e ligeira para erosão. Considerada ideal para reflorestamentos e pastagens (Figura 5).

A Classe 6, é considerada Inapta para uso agrícola, totalmente inviável e de limitação nula para mecanização e de alta erodibilidade. Considerada inapta para reflorestamentos, pastagens ou qualquer outro tipo de manejo agrícola e florestal.

A Classe 2(b) , POSSUI Aptidão regular (manejo c) e restrita (manejo b) para lavouras, medidas simples de manejo, exigências alta de adubação e alta necessidade de calagem, limitação nula para mecanização e apresenta risco nulo a erosão. Considerada boa para reflorestamentos e pastagens.

A Classe 3(b), apresenta aptidão restrita (manejo b) para lavouras, medidas simples de manejo, exigências altas de adubação e moderadas necessidades de calagem, limitação nula para mecanização e risco nulo de erodibilidade. Considerada ideal para reflorestamentos e pastagens.

O norte da bacia apresenta os manejos a, b e c inaptos. Para Pastagens e reflorestamentos consideram também inaptos, sendo nulo para o uso agrícola. O centro sul da bacia apresenta o manejo a inapto, além de b e c restritos, pastagens e reflorestamentos são adequados, sendo encontradas pequenas plantações de milho e pupunha. Caso aplicado outros tipos de culturas é necessário de grande demanada de adubação e calagem (RONDÔNIA, 2002).

Nos filetes centrais a aptidão é restrita (manejo b) para lavouras com alta exigência de adubo e moderada necessidade de calcário. Apresentam boas condições para pastagem e reflorestamento. Também apresenta uma pequena área com aptidão regular (manejo c) e restrita (manejo b) para lavouras, apresentando boas condições para pastagens e reflorestamentos. Para as lavouras necessita de boa adubação e calagem.

A maior parte da bacia possui boas condições manejo de pastagens e reflorestamentos. Entretanto, é restrita para lavouras, pois exige boa adubação e calagem. Quanto ao risco à erosão a maior parte da área de estudo apresenta com uma limitação ligeira, abrangendo a região central e sul da bacia. Já a parte norte da bacia apresenta limitação forte. De modo

geral, toda a região apresenta índices de desmatamento avançados, independente do grau de risco à erosão (Almeida *et al.*, 2010).

Watanabe (2008), com base no mapeamento da erosão na bacia do rio Mutum Paraná usando a equação universal de solos (modelo RUSLE), observou que as áreas mais susceptíveis a erosão encontram na porção sul da área. No entanto, nas áreas onde a vegetação original foi removida, geralmente ocorre uma intensificação dos processos erosivos.

A aptidão agrícola dos solos na área da fazenda Santa Carmem estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 – Unidades pedológicas e suas respectivas aptidões agrícolas encontradas nas áreas de estudos.

Unidades Pedológicas	Aptidão Agrícola
LVAad	Aptidão regular para lavouras, medidas simples de manejo, alta exigência de adubo e correção da fertilidade, baixa limitação para mecanização e moderado risco de erosão.
LVAda	Aptidão boa para lavouras, medidas simples de manejo, exigência de adubo e correção da fertilidade, baixa limitação para mecanização e alto risco de erosão.
LVA DPP	Aptidão regular para lavouras de sistemas radicular fasciculado e raso, inadequadas para sistemas radiculares pivotantes e profundos. Medidas simples de manejo, alta exigência de adubação e correção da fertilidade, baixa limitação para mecanização e alto risco de erosão.
GXad	Inapto para uso agrícola, limitação nula para mecanização e baixo risco de erosão. Considerado inapto para qualquer tipo de manejo.
GXdp	Inapto para uso agrícola, limitação nula para mecanização e baixo risco de erosão. Considerado inapto para qualquer tipo de manejo.
RRdfI	Inapto para uso agrícola, limitação forte para mecanização e baixo risco de erosão. Considerada inapto para qualquer tipo de manejo.

Fonte: HeliumCorp Engenharia, 2014.

A cultura agrícola a ser adotada pela Fazenda Santa Carmem é o da cana de açúcar. O cultivo de espécies de ciclo curto em áreas de renovação de cana de açúcar proporciona ao produtor uma série de vantagens agronômicas, econômicas, políticas e sociais (Lima *et al.*, 2020). Algumas vantagens da rotação de culturas em cana de açúcar são: economia na reforma do canavial, conservação do solo, devido à manutenção de cobertura numa época de alta precipitação pluvial, controle de plantas daninhas durante o cultivo anual da cana de açúcar, combate indireto a pragas, como *Diatreasp.* e *Elasmopalpus sp.*, que se hospedam em plantas daninhas, aumento da produtividade da cana de açúcar e produção de alimentos (Carneiro *et al.*, 2016).

Em áreas de reforma do canavial pode optar pelo plantio de leguminosas, sobretudo de *Crotalaria juncea* L., *Glycine max* L. e *Arachis hypogaea* L., sendo que a escolha deve ser feita em função do local a ser utilizado para o plantio, da declividade da área, da predisposição a pragas de solo e disponibilidade de máquinas e implementos para implantação da atividade (Júnior *et al.*, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É considerável que os solos da Fazenda Santa Carmem são em geral pobres para a agricultura. Nas áreas a serem utilizadas para plantio é necessário o uso de insumos para correção e indução da fertilidade.

Técnicas de manejo são necessárias para evitar a erosão e o empobrecimento do solo, o que pode vir a inviabilizar a manutenção da cultura em questão.

Como medidas de mitigação de impactos ambientais e conservação da fertilidade do solo adota o manejo do solo para evitar a erosão, principalmente quando o mesmo estiver exposto na entressafra. Trata de uma medida preventiva, a ser adotada na fase de operação, destinada ao fator físico, de longo prazo e de responsabilidade da Fazenda Santa Carmem. Devem conservar e revegetar as áreas de APP (área de proteção permanente), que são as faixas ao longo dos cursos d'água, além de adotar práticas conservacionistas de caráter vegetativo, edáfico e mecânico.

Por fim, a substituição da área de pasto rotativo para gado extensivo em área de cultivo de cana de açúcar. É uma atividade necessária na fase de planejamento para o funcionamento da usina e pode ser considerada uma medida corretiva, destinada ao fator físico, em curto prazo de aplicação e de responsabilidade do empreendedor. O cultivo de cana de açúcar substituindo o pasto oferece melhores condições de aeração do solo, desenvolvimento de microorganismos e enriquecimento geral das condições físicas e químicas do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKITA, C. V. V.; ALMEIDA, J. R. Monitoramento da Comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apidae) na Área de Influência Direta da Via Expressa Transolímpica. *Revista Internacional de Ciências*, v. 11, n. 1, p. 97-116, 2021.

ALMEIDA, J. R. *et al.* Política e economia de vigilância em saúde ambiental. *Environmental Scientiae*, v. 1, n. 1, p. 1-25, 2019.

ALMEIDA, J. R.; AQUINO, A. R.; LINS, G. A. Influência dos impactos ambientais na elaboração de plano de controle ambiental em Usina Termoelétrica do sistema elétrico brasileiro isolado, na região amazônica. *Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento*, v. 12, n. 1, p. 149-156, 2010.

BELLO, O. C. *et al.* Produção e decomposição de serapilheira em áreas de reflorestamento e floresta nativa no sul do Amazonas. *Ciência Florestal (Online)*, v. 32, p. 1875-1896, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal>. Acesso em: 27 fev. 2025.

CARNEIRO, M. S. *et al.* RB975242 and RB975201 - Late maturation sugarcane varieties. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 16, n. 4, p. 365-370, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

CASAGRANDE, A. Classification and identification of soils. *American Society of Civil Engineering*, v. 113, paper 235, p. 901-991, 1948.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa, 212 p., 1997.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 412 p., 1999. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 27 fev. 2025.

GONÇALVES, R. G. M. *et al.* Indicadores e dá fiscoem sistemas de manejo no cerrado maranhense. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, p. 29550-29569, 2020.

JESUS, J. A. *et al.* Arbuscular Mycorrhizal Fungal Communities In Pasture And Tropical Riparian Forest Ecosystems In Guajará-Mirim, Rondônia, Brazil. *Floresta (Online)*, v. 51, p. 658-667, 2021.

JÚNIOR, A. R. F. *et al.* Agricultural performance and genetic parameters for yield-related traits of sugar- and energy cane families derived from planned crosses. *Genetics and Molecular Research*, v. 16, n. 3, p. 1-11, 2017.

LEPSCH, I. F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 175 p., 1991.

LIMA, S. S. et al. Funcionalidade da fauna edáfica em áreas com diferentes manejos da cana-de-açúcar. In: OLIVEIRA, Robson José de (Org.). *Agricultura em Foco: Tópicos em Manejo, Fertilidade do Solo e Impactos Ambientais* - Volume 3. 1 ed. Gurujá: Editora Científica Digital, 2020.

MARIN, F. R. et al. Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. *Revista de Política Agrícola*, v. 25, n. 3, p. 108-124, 2016.

MARQUES, J. Q. de A. Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra: 3ª aproximação. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-EUA, 433 p., 1971.

PASTORE, E. L.; FONTES, R. M. Caracterização e Classificação de Solos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, Cap. 19, p. 311-330, 1998.

PEREIRA, M. G. et al. Soil Organic Matter In Areas Under Yerba Mate Cultivation And Swine Waste Application. *Floresta (Online)*, v. 51, p. 567-575, 2021.

PEREIRA, M. G. et al. Soilgenesis on the soft slopes of ancient coastal plains, southeastern Brazil. *Catena*, v. 210, p. 105894, 2022.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 65 p., 1995.

RODRIGUES, V. A. et al. *Biomass Brasileiros: conservação da biodiversidade, solo, floresta e água*. Botucatu: FEPAF, 2017.

RONDÔNIA. SEPLAN/PLANAFLORO/PNUD BRA/00/004. *Planaflo: realizações e projetos para Rondônia*. Porto Velho, 2002.

SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

SILVA, C. V. V. et al. Structure and floristic survey of a forest fragment in the Billings Reservoir, São Paulo. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 7, p. 1-11, 2018.

SOUZA, C. P. et al. Procedimentos analíticos em perícia ambiental: fracionamento de soluções. *Naturae*, v. 2, n. 1, p. 14-22, 2020.

TERASSINI, F. A. et al. Levantamento das espécies de vertebrados (mastofauna) da Fazenda Santa Carmem, Rondônia, Amazônia Ocidental - Brasil. *Saber Científico*, v. 1, n. 2, p. 293-319, 2008.

TERASSINI, F. A.; ALBUQUERQUE, S. Aves (avifauna) da Fazenda Santa Carmem, Rondônia, Amazônia Ocidental - Brasil. *Saber Científico*, v. 2, p. 110-110, 2009.

WATANABE, M. Determinação da erosão hídrica na bacia do rio Mutum-Paraná. Porto Velho: PIBIC-CNPq, Seminário Final, 46 p., 2008.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).