

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RAFAELA BERNARDES GONÇALVES

**RELAÇÃO ENTRE O MEIO FÍSICO E A OCUPAÇÃO DO SOLO: ESTUDO DE
CASO DE UMA PROPRIEDADE RURAL EM FÊNIX-PR**

CAMPO MOURÃO

2022

RAFAELA BERNARDES GONÇALVES

**RELAÇÃO ENTRE O MEIO FÍSICO E A OCUPAÇÃO DO SOLO: ESTUDO DE
CASO DE UMA PROPRIEDADE RURAL EM FÊNIX-PR**

**Relationship between the physical environment and land occupation: a case
study of a rural property Fênix-PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Ambiental da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Cleide Baldo

Coorientador: Prof. Dr. Hélio Silveira

CAMPO MOURÃO

2022



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

RAFAELA BERNARDES GONÇALVES

**RELAÇÃO ENTRE O MEIO FÍSICO E A OCUPAÇÃO DO SOLO: ESTUDO DE
CASO DE UMA PROPRIEDADE RURAL EM FÊNIX-PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Ambiental da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 21/11/2022

Thiago Morais de Castro
DOUTORADO
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão

Alberto Cavalcanti Vitorio
DOUTORADO
Universidade Estadual do Paraná, Campus Campo Mourão

Maria Cleide Baldo
DOUTORADO
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão

Hélio Silveira
DOUTORADO
Universidade Estadual de Maringá, Campus Maringá

CAMPO MOURÃO

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que fez e faz em minha vida.

A meu marido e familiares pela compreensão nesta fase da minha vida.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental da UTFPR e principalmente a minha orientadora prof. Dra. Maria Cleide Baldo e ao meu coorientador prof. Dr. Hélio Silveira.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a relação entre o meio físico e o uso e ocupação do solo de uma propriedade rural no município de Fênix-PR. Foram elaboradas cartas temáticas e trabalhos em laboratório com análises físicas e químicas dos horizontes encontrados nos perfis analisados e também o perfil geoambiental representativo da área para posterior análise interpretativa. As análises físicas, química e morfológicas verificadas nos perfis de solo permitiu identificar duas classes de solos; Nitossolos Vermelho e o Neossolos Litólicos. Ambos os solos apresentam elevada saturação de bases, o que lhes permitiram classificar no quarto nível de classificação com caráter chernozêmico. O levantamento e mapeamento do meio físico e do uso da terra na área de estudo permitiu concluir que grande parte da propriedade rural apresenta forte impedimento à mecanização por elevada declividade e pequena profundidade efetiva dos solos assim como pela significativa suscetibilidade à erosão, dessa forma não se recomenda o cultivo de lavouras temporárias por elevado risco de insucesso nessa atividade agrícola.

Palavras-chave: impedimento; mecanização; suscetibilidade; neossolo litólico; nitossolo.

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the relationship between the physical environment and the use and occupation of the soil of a rural property in the municipality of FênixPR. Thematic maps and laboratory work were prepared with physical and chemical analyzes of the horizons found in the analyzed profiles and also the representative geoenvironmental profile of the area for subsequent interpretative analysis. The physical, chemical and morphological analyzes verified in the soil profiles allowed to identify two classes of; Red Nitosols and Litholic Neosols. In both soils they present high base saturation, which allowed them to classify in the fourth classification level with chernozemic character. The survey and mapping of the physical environment and land use in the study area allowed us to conclude that a large part of the rural property presents a strong impediment to mechanization due to the high slope and small effective depth of the soils as well as the significant susceptibility to erosion, thus not the cultivation of temporary crops is recommended due to the high risk of failure in this agricultural activity.

Keywords: impediment; mechanization; susceptibility; litholic neosols; nitosol.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química do Nitossolo Vermelho Eutroférico Chernossólico – TR1.....	46
Tabela 2 – Composição química do Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário – TR2.....	46
Tabela 3 – Composição química do Neossolo Litólico Chernossólico Fragmentário – TR3.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição morfológica dos horizontes pedológicos encontrados na área de estudo.....	47
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo.....	24
Figuras 2 e 3 – Vista parcial da área de cultivo na propriedade de estudada.....	29
Figuras 4 e 5 – Visão parcial dos rios temporários na área de estudo.....	31
Figura 6 – Carta das classes de uso da terra no sítio Boa Esperança, Fênix-PR....	32
Figura 7 – Carta de classes de altimetria da área de estudo.....	33
Figura 8 – Carta de classes de delimitação dos topos de derrames de basalto.....	34
Figura 9 – Carta de classes de declividade e classes de relevo da área de estudo.	35
Figura 10 – Carta das classes de solos da área de estudo.....	36
Figura 11 – Horizontes do Nitossolo sob aveia da trincheira 1.....	38
Figura 12 – Perfil do Neossolo Litólico sob palhada de milho da trincheira 2.....	39
Figura 13 – Perfil do Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário, da trincheira 3.....	40
Figura 14 – Vista parcial de um fragmento de floresta sob Neossolo Litólico Chernossólico.....	45
Figura 15 – Processo erosivo em Neossolo Litólico.....	48
Figura 16 – Carta das classes de suscetibilidade à erosão.....	49
Figura 17 – Carta das classes de impedimento à mecanização.....	52
Figura 18 – Vista parcial da paisagem da área de estudo.....	53
Figura 19 – Perfil geoambiental da área de estudo.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 Justificativa.....	13
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 Manejo Conservacionista.....	14
3. MATERIAL E MÉTODO.....	23
3.1. Caracterização do meio físico.....	23
3.2. Método.....	25
3.2.1. Elaboração das cartas temáticas.....	25
3.2.2. Elaboração do perfil Geoambiental.....	27
3.2.3. Trabalho de laboratório.....	27
3.2.3.1. Análise física.....	27
3.2.3.2. Análises químicas.....	28
3.2.3.3. Critérios utilizados para a classificação dos solos.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Análise da descrição morfológica.....	36
4.2 Análise dos resultados químicos.....	40
4.2.1 Nitossolo Vermelho Eutroférico Chernossólico – TR1.....	40
4.2.2 Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário – TR2.....	42
4.2.3 Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário – TR3.....	44
5. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação dos solos paranaenses para expansão das fronteiras agrícolas não foi diferente do ocorrido nas diferentes regiões brasileiras onde não se respeitou a aptidão agrícola dessas terras e também a manutenção e preservação das áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente (BORGHI, 2003).

O município de Fênix, onde se encontra o sítio Esperança, está inserido na região Centro-Ocidental do estado do Paraná, mesorregião de Campo Mourão, situada no Terceiro Planalto Paranaense (IBGE, 2022). As classes de solo predominantes na região são os Latossolos e Neossolos Litólicos e Regolíticos. Os Neossolos são pouco evoluídos pedogeneticamente e com ausência de horizontes diagnósticos subsuperficiais, são jovens, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura. Apresentam predomínio de características herdadas do material originário (SANTOS *et al.*, 2018).

Os Neossolos Litólicos possuem horizonte superficial diretamente sobre rocha sã ou semidecomposta, ou horizonte C ou Cr e, os Neossolos Regolíticos são solos com material superficial assente sobre rocha ou horizonte C ou Cr a mais de 50 cm de profundidade, com ocorrência de minerais primários (SANTOS *et al.*, 2018), porém na área de estudo se destacam os Cambissolos que são constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta (SANTOS *et al.*, 2018; SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2019).

Os Cambissolos geralmente são encontrados associados a áreas de relevos muito movimentados, mas podem ocorrer em áreas planas ou de baixadas, fora da influência do lençol freático. Para sua utilização agrícola os principais obstáculos são as limitações com relação à mecanização e à alta suscetibilidade aos processos erosivos, sendo que há necessidade de práticas conservacionistas na utilização de Cambissolos encontrados nas encostas íngremes, devido à maior suscetibilidade aos processos erosivos (ZARONI; SANTOS, 2006). Com relação à fertilidade natural, esse solo pode ser baixa ou alta e, quando ricos quimicamente são melhores para a agricultura (LIMA; LIMA; MELO, 2012).

Inicialmente, na área de estudo, após a derrubada da mata original na região foram semeadas sementes de pastagens para criação de gado e plantio de café sem observar a aptidão agrícola dos solos (SOARES; ESPÍNDOLA; CASTRO, 2005). Segundo os autores houve uma intensificação do uso buscando apenas a produção agropecuária, sem observar as alterações químicas, físicas e biológicas provocadas ao longo dos anos pelo uso indiscriminado dessas atividades alterando essas propriedades dos solos. São propriedades determinadas pelo processo de formação dos solos de acordo com o tempo necessário para sua formação, clima, relevo, organismos vivos e o material de origem, mas, o manejo inadequado desses solos intensifica os processos erosivos e aceleram o processo de degradação (SOARES; ESPÍNDOLA; CASTRO, 2005).

A utilização de diferentes sistemas de manejo pode minimizar os efeitos das alterações físicas, químicas e biológicas decorrentes do uso dos solos. Petre e Cunha (2010) afirmam que o manejo adequado do solo deve considerar as propriedades físicas como aeração, retenção de água, compactação e estruturação, as químicas envolvendo reação do solo e disponibilidade de nutrientes, e as biológicas envolvendo os microrganismos existentes no solo que são dependentes da matéria orgânica para sua alimentação, taxa de colonização e espécies de microrganismos (CORRÊA; MANTOAN, 2018). Dessa maneira um bom manejo de solo deve minimizar os efeitos erosivos diminuindo a velocidade de escoamento das águas pluviais no presente e preservar as propriedades desse solo para uso futuro.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a relação entre o meio físico e o uso e ocupação do solo de uma propriedade rural no município de Fênix-PR.

1.1.2 Objetivos específicos

Elaborar cartas de declividade, classes de relevo, uso e ocupação do solo, classes de solos, impedimento a mecanização e suscetibilidade a erosão.

Realizar a análise integrada por meio da correlação dos dados obtidos nas cartas temáticas do meio físico com as atividades socioeconômicas, possibilitando elaborar síntese, visando orientar o uso sustentável na área de estudo.

1.2 Justificativa

Os efeitos do manejo inadequado do solo podem ser observados após alguns anos de uso. As águas pluviais ao precipitarem sobre os solos devem se infiltrar e abastecer os mananciais subterrâneos, sendo que a cobertura do solo e as raízes das plantas são os principais responsáveis por essa infiltração (TEIXEIRA, 2022). Quando a cobertura vegetal nativa é eliminada para dar início às atividades agrícolas, a cobertura vegetal e as raízes são retiradas e adotado um sistema de plantio, no caso, o sistema de plantio convencional com arações e gradagens com máquinas pesadas que degradam as propriedades físicas desses solos, pois o revolvimento rompe os agregados, compacta o solo abaixo da camada preparada e o deixa descoberto (BERTOL *et al.*, 2004).

A água não se infiltrando no solo escoar e toma força na forma de enxurrada carreando sedimentos e outros elementos para o leito dos córregos e rios (HERNANI; KURIHARA; SILVA, 1999). O uso de máquinas e equipamentos pesados no sistema de plantio convencional (BERTOL *et al.*, 2004; HERNANI; KURIHARA; SILVA, 1999; REICHERT *et al.*, 2007) assim como o pisoteio de animais compactam os solos e aumentam o escoamento superficial intensificando o processo erosivo. O tráfego de máquinas e animais em condições de elevada umidade causam compactação, interferindo na densidade do solo, e diminuindo a porosidade, na infiltração de água e no crescimento radicular das plantas (REICHERT *et al.*, 2007).

A busca de uma nova postura com relação ao uso do solo, respeitando suas características e condições topográficas aliadas ao manejo e também sua aptidão agrícola é fundamental, uma vez que os efeitos danosos pelo não respeito as propriedades do solo, tem grande importância na aceleração dos processos erosivos e na degradação dos mesmos, o que vem a justificar o estudo sobre a relação entre o meio físico e a ocupação do solo no sítio Esperança em Fênix-PR.

A propriedade rural selecionada para o referido estudo foi escolhida por apresentar uma paisagem em mosaico, ou seja, diversidade de uso com áreas de

pastagens, soja, milho, aveia e fragmentos florestais. A área apresenta vários afloramentos rochosos, variação altimétrica, diferentes classes de relevo, nascentes e riachos temporários, sendo muito representativo da paisagem do município de Fênix.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Manejo conservacionista

O solo é uma massa natural, de constituição orgânico-mineral, que ocorre na superfície da Terra. É o resultado da ação conjunta do clima e organismos que atuam sobre a rocha que ocupa determinada paisagem ou relevo, durante certo período de tempo (LIMA, 2001). As quantidades de areia, silte e argila determinam a classe textural do solo.

A susceptibilidade à erosão é uma característica intrínseca dos solos, que depende de propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, bem como as características químicas e biológicas de cada tipo de solo. Assim, a susceptibilidade a erosão de um solo é resultante, principalmente, de sua constituição textural, da declividade ou relevo onde o solo se encontra inserido e do regime e intensidade das chuvas onde os impactos ocorrem tanto na bacia onde os sedimentos são gerados, quanto nos locais, onde os sedimentos são depositados (BIGARELLA, 2003).

Alguns solos são mais susceptíveis à erosão do que outros. Os solos arenosos são mais susceptíveis à erosão e considerados de alta erodibilidade, pois as partículas de areia são facilmente desagregadas pela chuva e, solos argilosos são mais resistentes à erosão, sendo considerados de baixa erodibilidade. Dessa maneira, solos de textura arenosa e média são especialmente mais susceptíveis à erosão, sendo que os padrões de erosão são influenciados pela erosividade da chuva, erodibilidade do solo, topografia, uso e manejo do solo (GUERRA *et al.*, 2014).

A erosão tem como consequências o assoreamento, a destruição de solos férteis, instabilidade de encostas dentre vários, sendo um importante objeto de estudo para diversas áreas do conhecimento. A erodibilidade do solo é um dos

fatores naturais intervenientes nos processos erosivos, e condicionada por características intrínsecas do solo como textura, mineralogia, cimentação e estrutura. A erodibilidade em solo exposto no município de Campos dos Goytacazes-RJ foi obtida utilizando uma análise multicritério, pela integração da intensidade de precipitação, estabilidade dos agregados superficiais, declividade e velocidade de infiltração. O cruzamento destes parâmetros forneceu os mapas do Efeito Gota e do Escorrimento Superficial, que deram origem ao Mapa de Erodibilidade em Solo Exposto. Encontrou-se erodibilidade baixa nos Neossolos Flúvicos, Organossolos e Gleissolos. Nos Latossolos Vermelhos Amarelos, Argissolos Vermelhos-Amarelos e Cambissolos Háplicos a erodibilidade variou de acordo com o relevo e intensidade de precipitação (AHMED, 2009).

De acordo com Campos, Jesus e Nunes (2017) a textura do solo é uma propriedade física que sofre pouca ou nenhuma alteração ao longo do tempo, definida pela distribuição de tamanho de partículas, sendo uma característica muito importante que auxilia no conhecimento das frações de areia, silte e argila, permitindo uma melhor identificação do uso e manejo do mesmo. A análise textural é fundamental para determinar a classe do solo, assim como práticas de conservação do solo e água. O estudo analisou a granulometria do solo através do método de Bouyoucos e com a classificação utilizando o triângulo textural como auxílio para cada solo coletado em diferentes áreas da Universidade Federal de Campina Grande. A fração de areia resultou em mais da metade para todos os grupos participantes, em virtude disso a classificação do solo se deu em franco arenoso e franco argilo arenoso, permitindo identificar propriedades do solo como menor porosidade, baixa retenção de água, boa drenagem e aeração, menor densidade, além de apresentarem baixa matéria orgânica e serem propícios à erosão.

Silva e Oliveira (2015) realizaram uma análise da suscetibilidade e potencial à erosão laminar no município de São Miguel do Araguaia em Goiás. Para definir os tipos de uso da terra foi utilizado o mapeamento feito pela Probio para o ano de 2002. Para os dados de declividade foi utilizado o sistema de classificação da Embrapa. Os dados dos tipos de solo foram adquiridos gratuitamente através do portal do SIEG. A área de estudo apresentou uma área de desmatamento de aproximadamente 923,93 ha e utilizada principalmente como pastagem, sendo que essa ocupa cerca de 57% do uso total da terra no município e a agricultura com

cerca de 1% do total. Os autores concluíram que cada solo tem seu grau de erosão, podendo ter um alto ou baixo potencial erosivo, mas depende do modo como o mesmo está sendo utilizado. O solo com uma maior probabilidade de potencial erosivo, que se enquadra na Classe V – Alto Potencial, se estiver bem conservado e seguindo o padrão de preservação para que haja equilíbrio no ambiente, não oferece riscos de erosão se encaixando assim na Classe I - Pouco a Não Suscetível. O município de estudo não apresentou problemas ambientais elevados pois é favorecido devido a declividade.

Duarte *et al.* (2020) avaliaram a erodibilidade dos solos na bacia hidrográfica do rio Juma, no sul do estado do Amazonas, por meio de dois métodos indiretos, e quais são os atributos do solo que mais contribuem com a erodibilidade na área. Foram identificadas oito classes de solos, nas quais efetuaram-se coletas representativas de forma aleatória, e realizadas análises físicas e químicas do solo. Em seguida, foram executadas análises de regressão múltipla e espacialização dos dados por meio da interpolação por krigagem com uso do Sistema de Informação Geográfica. Verificou-se que os índices de erodibilidade obtidos por ambos os métodos foram fortemente influenciados pelos extremos texturais (areia e/ou silte), entretanto, o método de Denardin apresentou resultados mais adequados. Os resultados obtidos indicam que existe predominância de moderada erodibilidade do solo na área de estudo, bem como alta e muito alta erodibilidade no entorno dos principais cursos hídricos associados a solos de origem aluvial.

Barbosa (2011) em seus estudos verificou a influência das atividades antrópicas no aumento da suscetibilidade e no potencial erosivo na bacia hidrográfica do córrego Açaizal, localizada no oeste do estado do Maranhão, utilizando a metodologia proposta por Salomão (1992) e adotada pelo Instituto de pesquisas Tecnológicas (IPT). Para a utilização da metodologia utilizou-se dados sobre erodibilidade do solo, declividade, classes de solo e de vegetação e uso do solo. A declividade predominante do local varia de 6% a 20%, topografia levemente ondulada e ondulada. Foram identificadas cinco classes de suscetibilidade e cinco classes de potencialidade à erosão laminar. O autor concluiu que a retirada da vegetação natural e a introdução de pastagens tem contribuído para o agravamento desse processo, e que medidas de conservação devem ser tomadas com urgência

para minimizar a erosão dentro da bacia hidrográfica e restaurar as áreas já degradadas da bacia superior.

Calderano Filho *et al.* (2014) avaliaram a suscetibilidade dos solos à erosão na área de entorno do reservatório da UHE de Tombos (MG). As variáveis de análise constaram de mapas temáticos dos elementos físico-bióticos, através da superposição temática em SIG e, atribuição de valores específicos a cada um deles, segundo a importância dos fatores em relação à erosão. A avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão foi feita conforme sugerido em Mendes (1982) e Carvalho (1992) com adaptações, baseando em informações de clima (erosividade das chuvas), solos (dados morfológicos, físicos, químicos), litologia, relevo, vegetação, declividade do terreno, uso e cobertura das terras, incluindo rede de drenagem, precipitação e o modelo digital de elevação (MDE) da área. Nas áreas com baixa suscetibilidade à erosão verifica-se boa conjugação de fatores relevo plano a suave ondulado, boa infiltração de água no terreno e tipo de cobertura vegetal mais eficiente. Os Neossolos Litólicos e os Argissolos são as classes de solos mais suscetíveis à erosão devido a associação de declividades mais acentuadas, menor profundidade efetiva dos solos e ineficiência da cobertura vegetal. No caso dos Argissolos, a maior relação textural indica um acúmulo de argila em profundidade, limitando a infiltração de água e favorecendo um maior deflúvio superficial.

Santos (2015) utilizando a metodologia proposta por Salomão (1992) avaliou a suscetibilidade e potencial à erosão laminar, levando em consideração a declividade, uso e ocupação das terras, entre outros, da APA das Nascentes do Rio Vermelho no estado da Paraíba. Os principais tipos de solos presentes foram Cambissolo Háplico (0,9%), Latossolo Amarelo (5%), Neossolo Litólico (9%) e Neossolo Quartzarênico (85%). Os Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos e Quartzarênicos devido a sua estrutura (tamanho e arranjo das partículas) e maturidade (solos jovens) foram classificados como mais suscetíveis à erosão enquanto o Latossolo Amarelo, por ser mais estruturado, profundo e estabilizado como menos suscetível. Foram identificadas apenas 2 classes de erodibilidade, I (Cambissolo Háplico e Neossolos Litólicos e Quartzarênicos) e IV (Latossolo Amarelo). A classe I (extremamente suscetível) corresponde a aproximadamente 9% da área de estudo, sendo estes terrenos indicados para preservação ou reflorestamento, pois possuem maiores

declividades entre 12 e 75% o que combinado a solos de erodibilidade 1, propiciaria uma maior lixiviação e arraste de partículas e consequente empobrecimento e erosão dos solos. A classe IV (pouco suscetível), 2% da área de estudo, áreas indicadas para pastagens, culturas perenes e, se as devidas práticas de manejo e controle a erosão forem tomadas, eventualmente culturas anuais.

A erosão está ligada aos processos de desgaste da superfície do terreno com a retirada e o transporte de grãos minerais. Implica na relação de fragmentação mecânica das rochas ou na decomposição química, bem como na remoção superficial ou subsuperficial dos produtos do intemperismo. A erosão dos solos consiste na remoção dos detritos através dos processos atuantes na superfície terrestre, principalmente a erosão hídrica pluvial (BIGARELLA, 2003).

Lima, Lima e Melo (2012) apontam os Latossolos como predominantes no Brasil, a maioria deles associados a relevos planos e com baixa susceptibilidade a erosão, no entanto Latossolos com maior teor de areia, não chegando a ser arenosos são susceptíveis a erosão. Os Argissolos ocupam o segundo lugar em ocorrência no Brasil, apresentam alta susceptibilidade à erosão, principalmente em relevos com maior declividade. Os Neossolos em sua maioria (Litólicos e Regolíticos) são rasos e associados a alta declividade apresentando fragilidade e risco de deslizamento. Quanto aos Cambissolos, são mais evoluídos que os Neossolos por apresentarem horizonte B, geralmente estão associados a relevo muito declivoso, no entanto também são encontrados em topografia plana ou pouco declivoso sendo que, neste último caso, são menos favoráveis à erosão.

No que se refere a conservação do solo é importante destacar que a pedologia revela diferentes classes de solos, e com base nessas informações são elaborados os planos de manejo, definindo os métodos de conservação e o modo de alocação de plantas; podendo ter manejo diferenciado para cada tipo de solo ou ambiente de produção e mesmo manejo para diversos tipos de solo (GUERRA; CUNHA, 2003).

Stefanoski *et al.* (2013) estudaram a qualidade físico-hídrica e sua relação com os impactos gerados pelo manejo do solo. O uso de indicadores de qualidade física do solo permite designar práticas adequadas de manejo do solo, porém, uma análise aprofundada dos indicadores de qualidade física do solo revela que o índice proposto por Reynolds *et al.* (2002) possui limitações quanto ao uso, todavia, os

indicadores existentes apresentam, como inconvenientes, a elevada complexidade de execução e os custos de obtenção, o que configura oportunidade para o desenvolvimento de novos indicadores de qualidade física do solo.

Lima *et al.* (2016) estudaram o manejo e conservação do solo dos agricultores do Assentamento Nossa Senhora do Rosário no município de Pesqueira-PE. Para realização da pesquisa foram aplicados formulários com perguntas semiestruturadas a 16 agricultores. Constatou-se que a maioria dos entrevistados não possuem o conhecimento básico/técnico sobre o conceito de manejo e conservação do solo e sua importância. Porém 93,75% alegaram utilizar práticas de manejo, dentre elas 62,5% sustentáveis, enfatizando que o maior problema na região é a falta de água. Assim, verificou-se a necessidade de apoiar esses agricultores para que eles possam compreender o ambiente em que vivem e trabalham e para que saibam lidar com problemas relacionados ao clima.

Solos cultivados onde são utilizados sistemas de manejo capazes de controlar a ação dos agentes responsáveis pela degradação e erosão do solo, como o preparo do solo, uso de cobertura morta, o plantio em nível e a redução do uso de máquinas e implementos têm suas propriedades físicas, químicas e biológicas mais protegidas. Também, o uso de plantas melhoradoras do solo, como as leguminosas ajudam a conservar o solo (SOUZA; BORGES; SILVA, 2015).

Dentre as práticas conservacionistas que podem ser vegetativas ou físicas, as mais utilizadas são o plantio em nível, o terraceamento e o plantio direto. Os autores comentam que a obrigatoriedade de realizar tratos culturais em nível, forma pequenas barreiras físicas que ajudam a reter a velocidade da água das chuvas diminuindo o escoamento. Trata-se de uma técnica utilizada por agricultores e que auxilia no controle da erosão (CASTRO FILHO; MUZILLI, 1999).

O terraceamento é uma das práticas de controle da erosão mais utilizadas por agricultores e que visa a construção de terraços no sentido transversal à declividade do terreno, formando obstáculos físicos capazes de reduzir a velocidade do escoamento e disciplinar o movimento da água sobre a superfície do terreno (BERTOLINI *et al.* 1994; PRUSKI, 2009).

Desse modo, o terraço, que é uma técnica de contenção física que minimiza o efeito erosivo, é realizado por meio de construção de uma barreira com o próprio solo do local, contendo e armazenando a água pluvial. É uma prática antiga adotada

como única técnica de conservação no estado do Paraná desde 1970 até 1990, sendo que, com o surgimento do plantio direto, acreditou-se que os terraços poderiam ser eliminados (EMBRAPA, 2019). É um dos principais meios de controle da erosão pela facilidade de implantação e baixo custo. Sua construção e demarcação necessitam suporte técnico especializado, pois para cada tipo de solo e relevo, as distâncias e formas de construção do terraço são alteradas (OSAKI, 1994)

Fidalski (1998) apresentou uma proposta de conservação de solo apropriada para o controle da erosão hídrica, em solos derivados do Arenito Caiuá da região noroeste do Paraná. No período de 1988 a 1995, foi realizado estudo de manejo e conservação do solo e da água nas topossequências de solos de sistemas de produção ocupados com pastagens, lavouras permanentes e anuais, localizadas na microbacia hidrográfica do rio Inhacanga, município de Altônia-PR. A condição básica para o manejo e conservação do solo e da água dessa região depende de um sistema de terraceamento, instalado com arado de discos, em toda a topossequência de solos, individualmente para cada sistema de produção.

Segundo a Embrapa (2019), o plantio direto é o sistema de manejo de solo que engloba todos os requisitos favoráveis à preservação ambiental e à sustentabilidade dos sistemas agrícolas. É o único sistema de cultivo até os dias atuais que oferece a possibilidade de uma cobertura do solo ininterrupta por plantas em crescimento ou restos vegetais, protegendo-o do impacto das gotas de chuva e assim da erosão. Em solos sob plantio direto a presença de palha contribui para aumentar a rugosidade do terreno, estabilizar os agregados do solo e impedir a desagregação das partículas pelo contato direto com as gotas de chuvas, o que resulta em maiores taxas de infiltração e diminuição do volume de escoamento da água pela enxurrada.

No entanto, em solos sob plantio direto, a enxurrada pode ser expressiva principalmente quando ocorrem chuvas de alta intensidade e é agravado em terrenos com rampas longas ou de declividade acentuada. Nessas situações, pode até mesmo ocorrer a remoção da palhada pela enxurrada, o que agrava a perda de água e de matéria orgânica, mesmo que se perca pouco solo. Assim, mesmo em áreas com plantio direto há a necessidade de terraceamento para evitar a erosão e degradação do solo (EMBRAPA, 2019).

O processo de degradação para ser discutido, deve levar em consideração o uso e ocupação do solo. A degradação das formações florestais é o primeiro impacto da ação humana com o desmatamento para sua instalação e cultivo, sendo resultado de uma expansão desordenada das fronteiras agrícolas, isto porque os problemas de aumento de produção vêm se embasando no aumento de áreas de cultivo e com isso a procura por novas fronteiras agrícolas sem a preocupação em aumentar a produtividade não respeitou a aptidão dessas áreas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2001).

Segundo esses autores a abertura de novas fronteiras agrícolas deve priorizar áreas com vocação agrícola em substituição à vegetação natural. Neste contexto, ao se observar o que aconteceu no passado, percebe-se que muitas áreas agrícolas disponíveis em outras épocas foram abandonadas ou estão sendo subutilizadas em função de práticas agrícolas inadequadas.

Martins (2001) considera que Países com grandes extensões de terra, tem um fator que estimula a busca por novas áreas sem se preocupar com a manutenção das áreas já em utilização e que estão sendo utilizadas, provocando, dessa maneira, o aceleração do processo de degradação. Portanto, a degradação de um ecossistema é concretizada quando perde sua capacidade de recuperação natural provocada por distúrbios, perdendo então a sua resiliência.

Dessa forma, segundo Rubira (2016) é necessário diferenciar degradação ambiental de impacto ambiental, onde degradação é a alteração adversa das características do meio ambiente. Já o impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultado de atividades humanas que, direta ou indiretamente a qualidade dos recursos ambientais.

Portanto, os impactos ambientais causados por intervenção antrópica no ambiente podem levar a degradação ambiental. Assim, as boas práticas de conservação do solo melhoram as condições físico-químicas do solo, aumentam a atividade biológica, da estabilidade da estrutura do solo, aumentam a matéria orgânica, eliminam ou reduzem as operações de preparo do solo, reduzem o uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas, aumentam a produtividade das lavouras, melhoram a eficiência dos fertilizantes, promovem maior disponibilidade de água no

solo devido à maior infiltração da água das chuvas e reduzem a quantidade de solos erodidos (MEDINA, 2022).

Cavalcante (2011) comenta que existem perdas irreparáveis quando não se realiza a conservação do solo, pois sedimentos e agroquímicos são levados para o leito de rios e, os sedimentos ao se depositarem diminuem a velocidade fluvial, afetam a navegação e a produção de energia elétrica diminuindo o fluxo de água nos vertedouros das usinas hidrelétricas, já, os agroquímicos promovem a perda da vegetação subaquática e das condições de habitat para peixes e outros animais, dificultando até mesmo a reprodução das espécies.

Osaki (1994) afirma que, com a utilização de práticas conservacionistas de solo como o terraceamento, plantio direto, cultivo de gramíneas e leguminosas para proteger o solo, e a rotação e consórcio de culturas, além do uso de máquinas e equipamentos adequados à produção sustentável, minimiza os custos de produção e aumentam a renda dos produtores rurais.

Percebe-se então, que os efeitos nocivos de não se utilizar práticas conservacionistas do solo é muito mais abrangente do que apenas *in loco*.

Assim, a aptidão agrícola se refere a classificação da capacidade de uso do solo e visa estabelecer bases para seu melhor aproveitamento e envolve a avaliação das necessidades para os vários usos que possam ser dados a determinadas áreas. As classes de capacidade de uso do solo devem ser utilizadas como base sobre quais os fatores de determinadas áreas podem ser considerados ao elaborar modificações no uso do solo, sempre respeitando a aptidão agrícola desses solos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

Segundo Chaves (2010) a aptidão agrícola é a combinação de solo, relevo, clima, vegetação e rocha, sendo que esse conjunto é relevante para se planejar uso adequado da área e evitar danos ambientais. O resultado desejado é que as capacidades de uso da terra e de produção de renda sejam diretamente proporcionais, porque tem como ponto de partida o levantamento de solos para o planejamento da atividade, pois a deve estar baseada nas interpretações das qualidades dos ecossistemas observando suas limitações para uso agrícola e nas alternativas e possibilidades de correção ou redução dessas limitações através de diferentes níveis de manejo.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Caracterização do meio físico

O município de Fênix está situado no Terceiro Planalto Paranaense e encontra-se em um setor com um grande plano inclinado para oeste, limitado a leste pela Serra da Boa Esperança, onde atinge altitudes que variam de 1.100 a 1.250 m e, descendo a oeste onde chegam a 250 m no vale do rio Paraná (IBGE, 2022).

A Geologia desse Planalto está representada pelo maior derrame vulcânico da Terra e conhecido como Formação Serra Geral, e que cobriu 1.200.000 km² da Bacia do Paraná. No Estado do Paraná, essa formação encontra-se em geral no Terceiro Planalto, entremeada com a Formação Botucatu e a noroeste do Estado encontra-se recoberta pela Formação Caiuá (IBGE, 2022). Os solos presentes no município são classificados como Latossolos, Nitossolos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos. e Cambissolos, com afloramento basáltico (IAT, 2008)

O município de Fênix-PR possui uma área de 234,099 km² de território, está situado nas coordenadas geográficas de 23°54'00"Latitude S e 51°58'00"de Longitude W (Figura 1). O município de Fênix tem uma população atual estimada em 4.734 habitantes o que resulta em uma densidade demográfica de 20,51 hab./km² (IBGE, 2022). Possui altitude média de 365 metros e situa-se na bacia hidrográfica do rio Ivaí, tendo como principais sub-bacias, os rios dos Patos, Alonzo, Antas, Marrecas e Corumbataí (IBGE, 2022).

O clima é do tipo Cfa (Subtropical Úmido Mesotérmico) com verões quentes e tendência de concentração das chuvas, a temperatura média é superior a 22° C, os invernos são com geadas pouco frequentes e a temperatura média é inferior a 18° C, sem estação seca definida (IAPAR, 2000).

O município possui 234 propriedades rurais (17.654 ha) ocupadas com lavouras temporárias, 6 com lavouras permanentes (70 ha) e 82 com pecuária e criação de outros animais (2.079 ha) totalizando 322 propriedades com uma área de 19.803 ha (IPARDES, 2022). A área de estudo faz parte das 82 propriedades do município, com o predomínio de atividade pecuária (Figura 2).

Figura 1 – Localização da área de estudo

Fonte: Autoria própria (2022).

Os grupos de solos presentes na região de estudo são os Cambissolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos. Os Neossolos são pouco evoluídos pedogeneticamente e com ausência de horizontes diagnósticos subsuperficiais, são jovens, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura. Apresentam predomínio de características herdadas do material originário. Os Neossolos Litólicos possuem horizonte superficial diretamente sobre rocha sã ou semidecomposta, ou horizonte C ou Cr e, os Neossolos Regolíticos são solos com material superficial assente sobre rocha ou horizonte C ou Cr a mais de 50 cm de profundidade, com ocorrência de minerais primários (SANTOS *et al.*, 2018).

Com relação aos Cambissolos, são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os

requisitos para Plintossolos, Gleissolos e Vertissolos, respectivamente (SANTOS *et al.*, 2018).

3.2. Método

3.2.1. Elaboração das cartas temáticas

Os produtos cartográficos foram elaborados por meio do *software Arc Gis* e Corel Draw.

A carta geológica não foi elaborada, considerando o predomínio, somente da rocha vulcânica básica (basalto) da Formação Serra Geral, na área de estudo (MINEROPAR, 2001). No entanto, durante o trabalho de campo juntamente com a carta topográfica com as curvas de nível, elaborada de 5 em 5m foi possível determinar os principais limites dos topos dos derrames de lavas básicas no interior da propriedade rural.

Como material básico para o levantamento dos solos foi utilizado a carta de solos na escala 1:250.000, folhas SF.22-Y-D MIR – 496 (EMBRAPA, 2008) e a imagem de satélite do Google Earth Pro do dia 24 de abril de 2021. Paralelamente foi realizado um levantamento bibliográfico para melhor entender os aspectos do meio físico e sócio-econômico regional.

Após o levantamento do material cartográfico e bibliográfico referente aos solos foi realizada uma prospecção geral na propriedade rural a ser mapeada onde foram identificados e selecionados os locais mais representativos para a caracterização dos solos em campo.

Para elaborar a carta com as classes de relevo e declividade foram utilizadas as imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), elaborada pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), no sítio eletrônico do INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Nacional), página eletrônica na *web* (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>), sendo a imagem 23S525_ZN, para declividades, com a escala 1:250.000. Para os intervalos das classes de declividade foram utilizadas as determinações estabelecidas no Manual técnico de pedologia IBGE (2007).

A carta de uso e ocupação do solo foi elaborada por meio da imagem de satélite *Landsat5 sensor TM*, bandas 5, 4 e 3 (RGB), órbita 22, ponto 76, com resolução espacial de 30 metros (1 *PIXEL* = 900m²) que são distribuídas gratuitamente via sítio eletrônico do Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE, 2013), em forma de arquivo *Geotiff*, que permite a incorporação de coordenadas geográficas, com projeção e *datum* inclusos (WGS 84 ou SAD 69). Posteriormente foi realizada a classificação dos elementos das imagens por máxima verossimilhança (MAXVER) no *software ArcGis 10.1*. Esta categorização foi baseada no Sistema de classificação para cobertura de uso da terra, abordada pelo IBGE (2006).

Para a construção da carta de suscetibilidade à erosão foram adotados os critérios estabelecidos por Carvalho *et al.* (1988) sendo consideradas as classes de relevo plano 0 – 3%; suave ondulado 3 – 8%; ondulado 8 – 20%, forte ondulado 20 – 45%, montanhoso 45 – 75% e escarpado > 75%. Foram apresentadas as unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimento dos solos enquadradas nos graus de suscetibilidade à erosão: Nulo, Ligeiro, Moderado, Moderado/Forte, Forte e Muito Forte de acordo com Carvalho *et al.* (1988).

Foi elaborada a carta de impedimento à mecanização, esta refere-se às condições apresentadas pelas terras para o uso de máquinas e implementos agrícolas. Além da extensão e forma da área, depende também das condições de drenagem, profundidade do solo, textura, tipo de argila, pedregosidade e rochosidade superficial, esses fatores condicionam o uso ou não do solo para a mecanização.

Na avaliação dos fatores limitantes, foram adotados cinco graus de limitação por impedimento à mecanização Nulo (N); Ligeiro (L); Moderado (M); Forte (F); Muito forte (MF), proposto por Ramalho Filho e Beek, (1995), sendo que:

Nulo – Permitem o uso de máquinas e implementos o ano todo. A topografia é plana, abaixo de 3%, e sem impedimentos expressivos a mecanização,

Ligeiro – Pode-se empregar quase todas as máquinas e implementos o ano todo. Relevo, na maior parte das vezes suave ondulado, de 3% a 8% de declive. Pode apresentar limitações de textura (muito argilosa ou arenosa), drenagem, pedregosidade e sulcos de erosões.

Moderado – Geralmente em declives de 8% a 20%, o uso de máquinas e implementos é limitado durante o ano. Em topografia mais suave apresenta impedimentos como pedregosidade, rochiosidade, são rasos, sulcos erosivos etc.

Forte – Mecanização com tração animal. Declive entre 20% e 45% e relevo forte ondulado. Podem existir sulcos e voçorocas que impedem a mecanização.

Muito forte – Não é possível utilizar máquinas e implementos mesmo de tração animal. Relevo montanhoso e declive acima de 45%.

3.2.2. Elaboração do perfil Geoambiental

A partir da carta de elevação do terreno (com equidistância das curvas de nível de 5 em 5 metros) uso do solo, relevo/declividade, classes de solos, suscetibilidade à erosão, topos dos derrames e impedimento à mecanização foi possível elaborar um perfil geoambiental representativo da propriedade rural. Esse perfil possibilitou realizar a análise integrada de todos os elementos levantados na área de estudo.

3.2.3. Trabalho de laboratório

Após a seleção dos locais mais representativos para a descrição morfológica e coleta de amostras de solos, foram abertas três trincheiras.

Em todos os horizontes pedológicos descritos na trincheira foram realizadas coletas de amostras deformadas para a caracterização física e química, em seguida foram encaminhadas para os laboratórios. Tanto os ensaios físicos como os químicos foram realizados de acordo com os critérios estabelecidos pelo Manual de Métodos de Análise do Solo (TEIXEIRA *et al.*, 2017). As determinações analíticas foram realizadas com a terra fina seca ao ar (TFSA).

3.2.3.1. Análise física

Para a determinação da granulometria foi utilizada uma amostra de 20 g de terra fina seca ao ar (TFSA) e 50 ml de solução dispersante (NaOH). A fração areia foi retida numa peneira de malha de 0,053 mm, e as frações silte + argila e argila foram coletadas com uma pipeta de 20 ml.

3.2.3.2. Análise química

As análises químicas foram realizadas para o levantamento dos atributos utilizados na classificação dos solos. Para tanto, foram determinados o pH em água, KCl, CaCl₂, a acidez potencial (H⁺ + Al³⁺), os cátions trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺), o potássio (K⁺), a matéria orgânica e o carbono orgânico (CO). Estas análises foram utilizadas para a obtenção da soma de bases (Valor S), capacidade de troca catiônica (CTC), atividade da fração argila (ATA) e saturação por bases (V%).

3.2.3.3. Critérios utilizados para a classificação dos solos

A partir dos resultados dos ensaios físicos e químicos, assim como a morfologia dos solos descrita em campo foi possível classificar os solos, juntamente com a observação dos atributos diagnósticos e outros atributos além dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais, conforme os critérios propostos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018). Os dados levantados tanto em campo quanto em laboratório permitiram classificar os solos até o quarto nível categórico (subgrupo).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sítio Boa esperança, localizado no município de Fênix-PR, está situado entre as coordenadas de 23°58'48,82" de latitude S e 52°03'59,05" de longitude O. O acesso à propriedade é realizado pela estrada Cantinho do Céu, quinhão III, remanescente. Possui uma área de 130,33 ha, sendo que 53,24 ha são utilizados para cultivo sequencial de soja e milho (Figura 2 e 3) e uma área de pastagem de aproximadamente 10 ha que está sendo incorporada a área de cultivo de soja e milho.

Figuras 2 e 3 – Vista parcial da área de cultivo na propriedade de estudada



Fonte: Acervo próprio (2022).

Na área de estudo ocorre o domínio da Floresta Estacional Semidecidual (MIKICH; SILVA 2001). Segundo Roderjan *et al.* (2002) esse domínio florestal é encontrado nas regiões norte e oeste do Estado e nos vales dos rios presentes na bacia do rio Paraná, abaixo de 800 m de altitude, onde, com a ocorrência eventual de geadas, ou baixa precipitação, 20 a 50% do dossel das árvores perdem as folhas, modificando fortemente a fisionomia da vegetação.

Roderjan *et al.* (2002) observaram que esse tipo de formação vegetal ocorre em litologias variadas e sobre unidades pedológicas diferentes, onde as mais comuns são os Latossolos, Argissolos, Nitossolos, Cambissolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos, ou seja, nas diferentes unidades pedológicas, como foi observado na área de estudo.

Segundo relatos de antigos moradores da região, a vegetação nativa localizada na propriedade estudada começou a ser derrubada com o corte raso, por volta de 1960, e em seguida com o corte seletivo de espécies madeiras de interesse econômico como a canafístula, a peroba entre outras madeiras de lei que

eram retiradas e utilizadas nas construções que se iniciavam na propriedade, como galpões e casas para moradia.

No início, o intuito foi a criação de gado de corte e depois o plantio do café, enquanto as mudas se desenvolviam, foi cultivado cereais como o feijão, arroz e milho nas entrelinhas da cultura do café. Outro cultivo realizado foi o de hortelã e o rami e posteriormente, com o declínio da cafeicultura devido ao desestímulo governamental além da geada de 1975, a área foi novamente utilizada com pastagens até o ano de 2020, onde se iniciou o cultivo do milho e soja.

Quanto aos recursos hídricos levantados na propriedade foram identificadas duas nascentes. Uma dessas nascentes é utilizada para retirar a água para o uso na residência, dessedentação dos animais e também para abastecer o pulverizador para aplicação de produtos químicos utilizados nas lavouras. Os cursos d'água existentes na propriedade são temporários, correm apenas no período das chuvas (setembro a março) (Figuras 4 e 5), mas, no período de outono a inverno, entre abril e agosto, eles secam. Pode-se observar na propriedade que a seca desses cursos de água está muito relacionada com a pequena profundidade efetiva dos solos. Os Neossolos Litólicos que predominam em boa parte da propriedade possuem baixa capacidade de armazenamento de água devido sua pequena espessura (menos de 50 cm de profundidade) além do relevo íngreme que favorece a rápida drenagem das águas pluviais, tanto superficiais quanto subsuperficiais que abastecem os corpos hídricos.

Esse comportamento facilita a secagem dos cursos d'água no período do outono e inverno, quando os volumes de chuvas ficam mais reduzidos ou em períodos de veranicos (período seco dentro de uma estação chuvosa) que são comuns de acontecer na região (Figura 6) (que são geralmente inferiores a 50cm) em boa parte da área além das declividades muito acentuadas do relevo que facilitam a rápida drenagem da água superficial e subsuperficial.

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira (2008) onde observou em seus estudos que os Neossolos Litólicos possuem devido a pouca profundidade efetiva e contato lítico dentro de 50cm a partir da superfície, além da declividade acentuada que reduz o volume de água armazenado devido ao escoamento e a drenagem.

Figuras 4 e 5 - Visão parcial dos rios temporários na área de estudo



Fonte: Acervo próprio (2022).

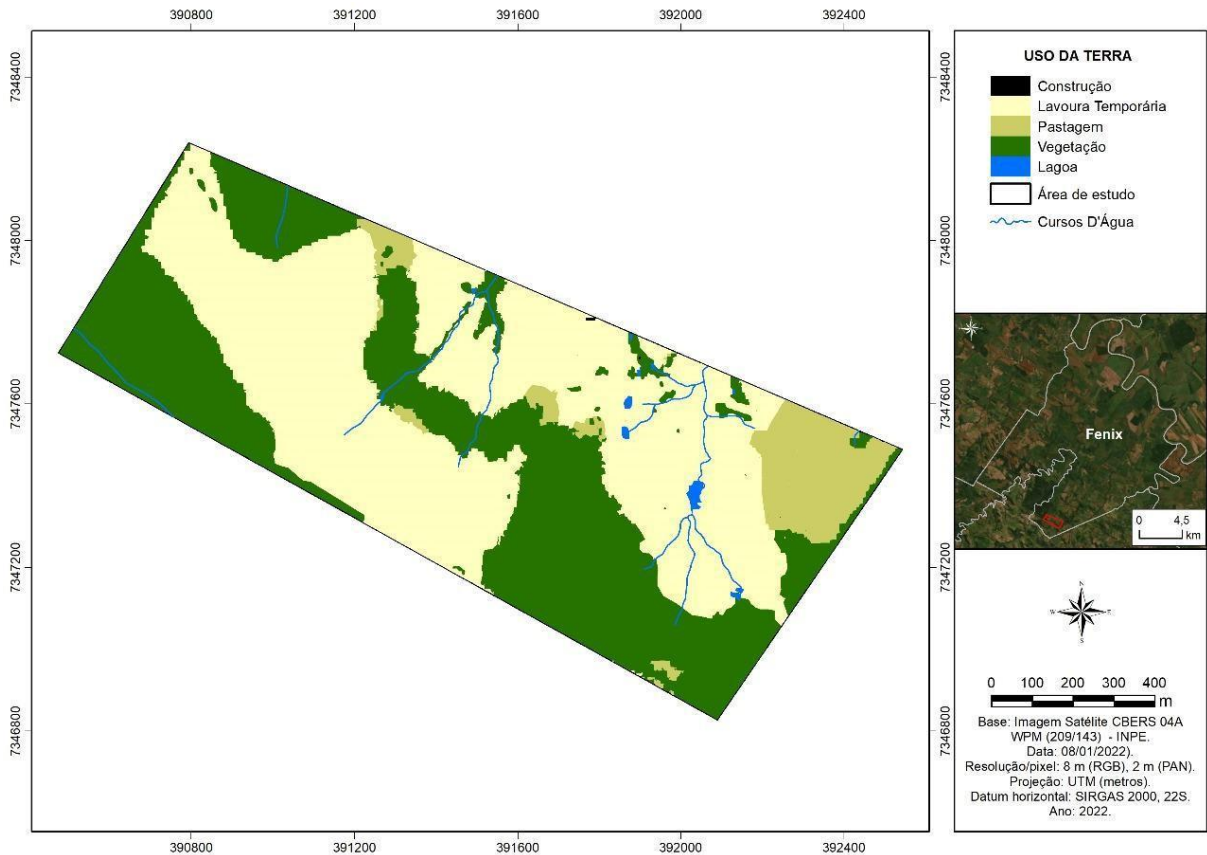
Com relação ao uso da terra (Figura 6), excetuando-se as áreas de represas, construções e de vegetação nativa atingindo quase a metade do total da propriedade, o restante é utilizado como áreas de pastagens e cultivo de lavouras temporárias, com soja no verão e milho no outono e inverno.

As áreas com lavouras, em sua maioria estão sobre relevo suave ondulado e ondulado nas porções sudoeste e norte da propriedade sobre solos classificados como Nitossolo Vermelho, Neossolo Litólico.

Soares, Souza e Jerszurki (2011) caracterizando o meio físico da bacia do rio Pequeno em São José dos Pinhais-PR verificaram que apenas 1% dos solos da área de estudo eram rasos com menos de 40 cm de espessura, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, sendo caracterizado como Neossolo Litólico e utilizado para pastagens e silvicultura. Na região de estudo, em Fênix-PR, grande parte da área de cultivo se encontra sobre Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário.

No entanto, na análise da região da Unidade de Conservação (UC) de Pinhão no município de Pinhão-PR, microrregião de Guarapuava-PR, em estudo realizado pelo IAT (Instituto Água e Terra) a maioria dos solos da UC são Neossolos Litólicos associados a Cambissolos Háplicos e Nitossolos Vermelhos (IAT, 2008). Por serem solos frágeis e suscetíveis a erosão, são destinados à preservação.

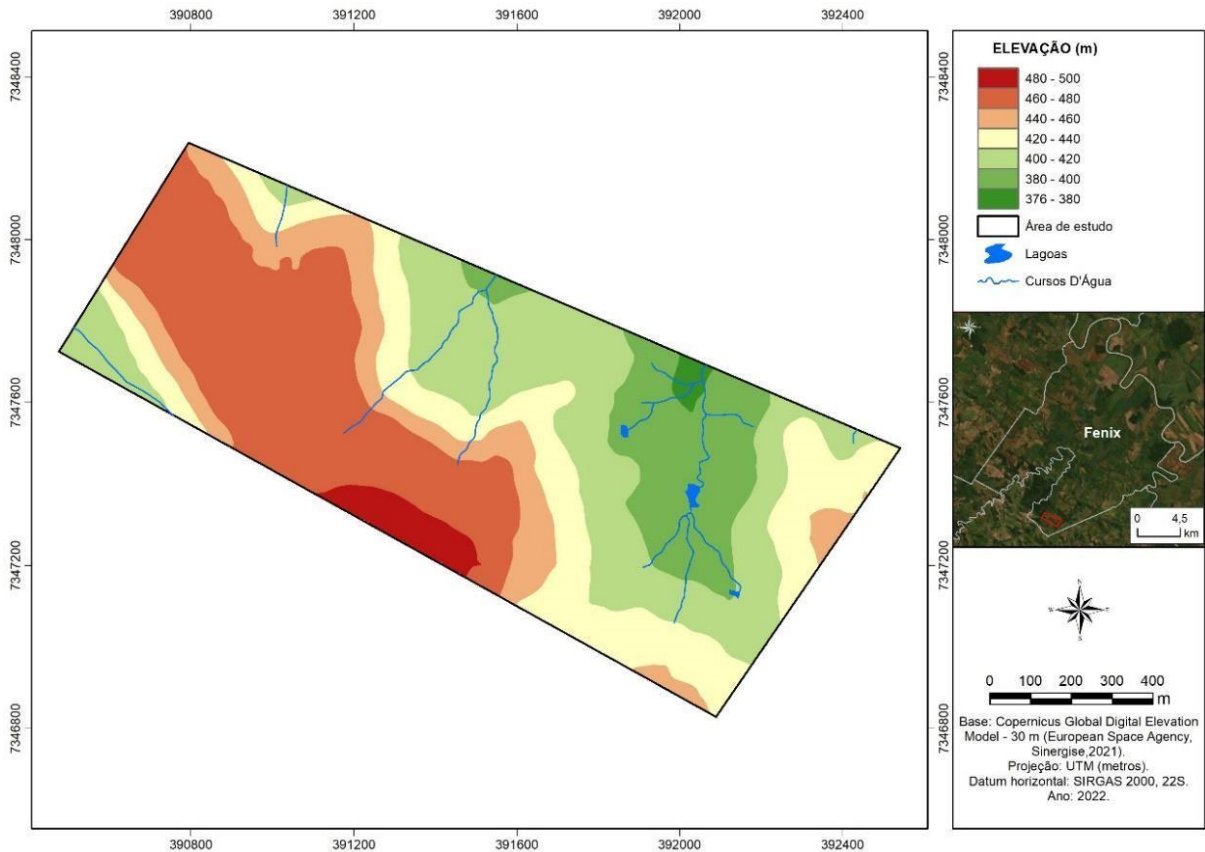
Figura 6 – Carta das classes de uso da terra no sítio Boa Esperança, Fênix-PR.



Fonte: Autoria própria (2022).

Observando a Figura 7, percebe-se que as maiores altitudes se encontram na face sul e sudoeste com elevação variando entre 400 e 500m, já no setor norte e nordeste os valores são menores, oscilando entre 376 e 380m. A maior parte da área de cultivo está entre 420 e 500m de altitude, mas também se encontra cultivos entre 376 e 420m.

Figura 7 – Carta de classes de altimetria da área de estudo



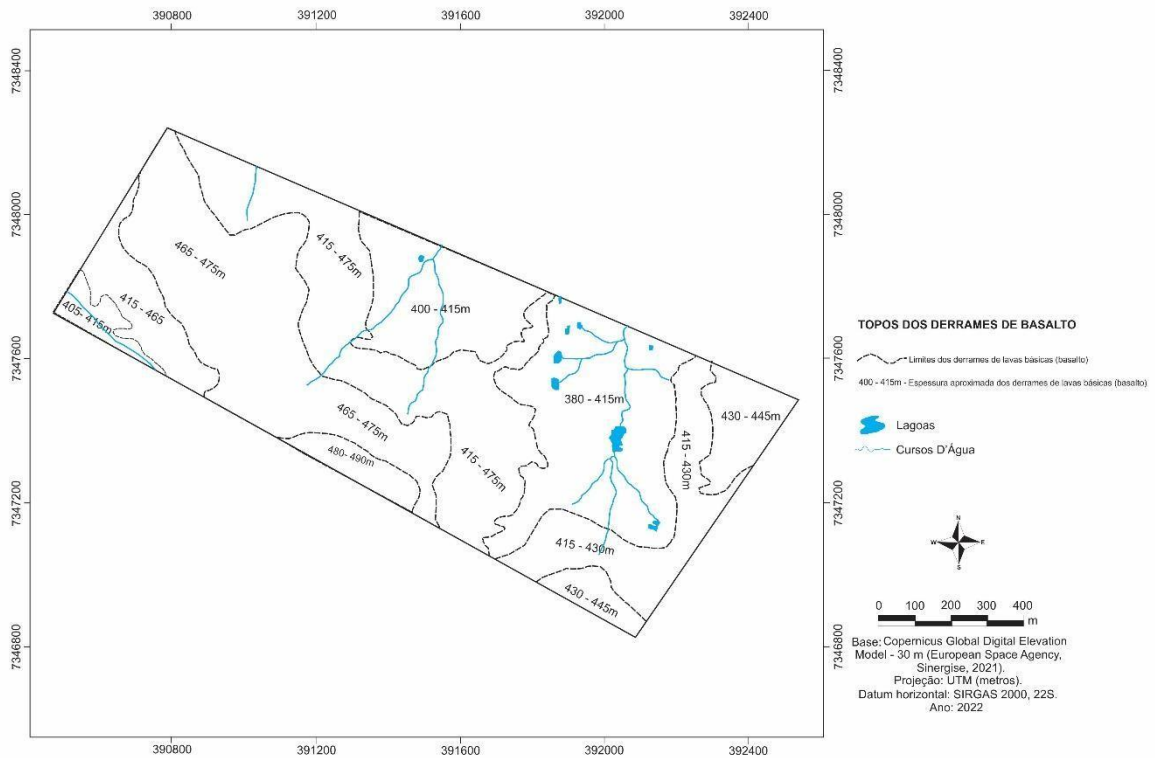
Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo com Pereira (2017) a altitude possui efeito expressivo na temperatura durante o dia e a noite, o que tem influência no desenvolvimento das culturas. As cartas de zoneamento climático utilizam a altitude como um dos importantes fatores a serem consideradas para o cultivo de grãos pois esse fator influencia diretamente na produção.

Na Figura 8 pode-se verificar os principais topos de derrames de lavas básicas na área de estudo. É possível verificar que a variação na espessura dos derrames oscilou de 10m a 60m. O derrame mais espesso aconteceu entre as altitudes de 415 a 475m, localizado na parte central da propriedade, formando um forte degrau que dificulta a circulação de pessoas, animais, máquinas e implementos agrícolas entre a parte baixa e alta da propriedade. Mesmo em locais onde os derrames foram menos espessos, com até 10m (por exemplo, entre as altitudes de 480 a 490m) de espessura, mas as lavas pouco se esparramaram, ainda assim formou um forte impedimento para a mecanização.

Nesses locais as declividades também foram as mais elevadas, chegando a superar os 45%, conforme pode ser observado na Figura 9.

Figura 8 – Carta de classes de delimitação dos topos de derrames de basalto



Fonte: Autoria própria (2022).

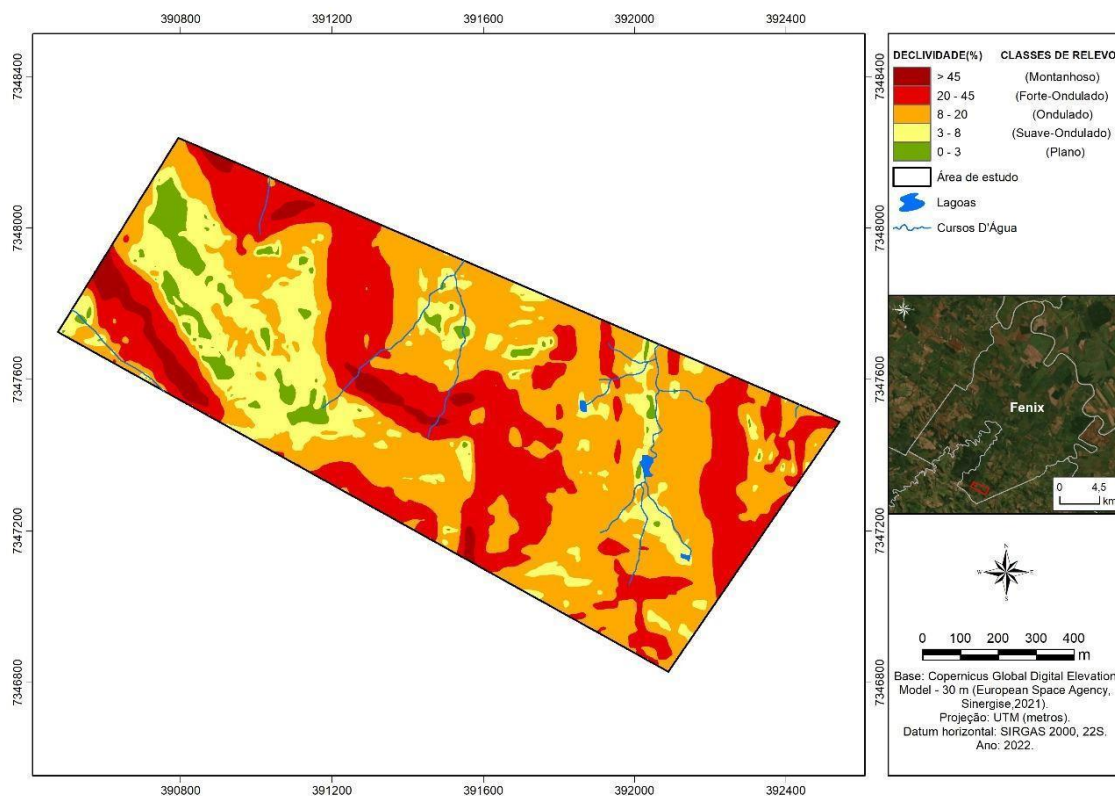
A declividade predominante varia de 8 a 20%, (relevo ondulado) ocorrendo principalmente nas encostas dos morros na parte do terço médio. A segunda classe com maior ocorrência é a forte ondulado com declive entre 20 e 45% ocorrendo mais nas partes superiores das encostas, próximo aos topos. O relevo suave ondulado com declive entre 3% a 8% é a terceira classe em domínio da paisagem, ocorre na parte inferior das encostas e nos vales entre os morros. A menor predominância observada na área é de relevo suave ondulado (3 a 8%) e plano com declividade de 0 a 3%, esse último ocorrendo principalmente nos topos dos derrames (Figura 9). Devido ao predomínio das classes de relevo ondulado (8 a 20%) e forte ondulado (20 a 45%) chegando até montanhoso (45 a 75%), a agricultura mecanizada encontra um forte obstáculo para se estabelecer na área de estudo.

De acordo com Merten (1994) nas áreas com declividades variando entre 25% e 40% devem ser destinadas à silvicultura ou pastagens, acima de 40% de

declividade deve-se preservar a cobertura florestal, ou recuperá-la, caso seja usado com pastagem é importante evitar o superpastejo, principalmente nas áreas sobre solos Litólicos, pois o manejo inadequado juntamente às elevadas declividades aceleram os processos erosivos.

Merten (1994) comenta ainda sobre a importância de se manter a cobertura florestal, recuperar essa vegetação nas cabeceiras e redes de drenagem onde estão degradadas e utilizar a exploração de essências medicinais visando um retorno econômico a partir do desenvolvimento da apicultura.

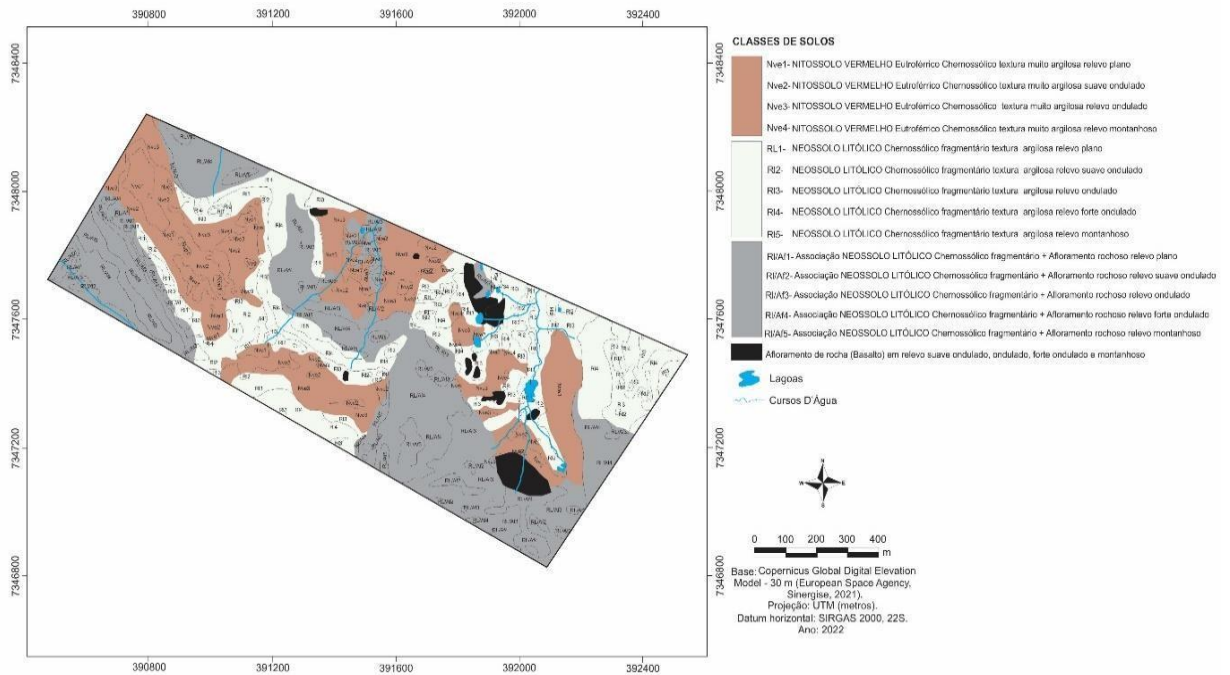
Figura 9 – Carta de classes de declividade e classes de relevo da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2022).

Na área de estudo, de acordo com a Figura 10, foram encontradas três classes de solos, Nitossolo Vermelho Eutroférico Chernossólico, Neossolo Litólico Chernossólico Fragmetário, Associação Neossolo Litólico Chernossólico Fragmetário mais afloramento rochoso, foi possível a classificação até o 4º nível categórico.

Figura 10 – Carta das classes de solos da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2022).

4.1 Análise da descrição morfológica

Os Nitossolos são constituídos por material mineral, com 350 g.kg^{-1} ou mais de argila, inclusive no horizonte A, que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A. O horizonte B nítico apresenta argila de atividade baixa ou atividade alta conjugada com caráter alumínico, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), segundo Santos *et al.* (2018).

Na descrição morfológica do Nitossolo sob aveia (Quadro 1) da trincheira 1, foram identificados 4 horizontes (Ap, AB, Bnítico e BC).

O horizonte Ap, possui 0 - 28 cm, cor 10R 3/1 (cinzento-avermelhado-escuro) a 3/2 (vermelho-escuro-acinzentado). Apresenta textura muito argilosa, estrutura moderada, média a grande, granular, consistência ligeiramente dura, friável, muito plástico e muito pegajoso, transição plana e gradual com presença de raízes finas e fasciculadas, gramíneas abundantes; transição plana e gradual.

O horizonte AB encontra-se entre 28 e 44 cm, cor 10R 3/2 (vermelho-escuro acinzentado), textura muito argilosa, estrutura moderada a forte, tamanho médio, blocos angulares e subangulares; consistência ligeiramente dura, friável, muito

plástico a muito pegajoso; transição plana e gradual. Percebe-se a presença de raízes finas fasciculadas comuns.

O horizonte Bnítico vai de 44 a 101 cm, cor 10R 4/4 (vermelho-acinzentado) e o 4/6 (vermelho), com textura muito argilosa, estrutura forte, grande, blocos angulares e subangulares e prismáticos; consistência, ligeiramente duro a duro; firme, muito plástico a muito pegajoso, transição, ondulada a clara, a cerosidade forte e abundante, presença de poucas raízes.

O horizonte BC com a profundidade de 101 – 130 cm, cor: 10R 3/6 (vermelho escuro); 7,5 YR, 6/8 (amarelo avermelhado) a cor mais amarelada está associada a presença de basalto em estágio avançado de intemperização; estrutura fraca, pequena, blocos angulares e subangulares; presença de fragmentos de rocha semi alterados e alterados em aproximadamente 30% do horizonte; consistência ligeiramente dura, muito friável, plástico e pegajoso.

De acordo com as características morfológicas pode-se observar no horizonte B, a cor vermelha, sendo este critério que determina que o Nitossolo seja classificado no segundo nível como vermelho por apresentar matiz 2,5YR ou mais vermelhos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (exclusive BA) Santos *et al.* (2018).

Figura 11- Horizontes do Nitossolo sob aveia da trincheira 1



Fonte: Acervo próprio (2022).

A segunda classe de solo encontrada, na área de estudo, foi o Neossolo Litólico (Figura 10) com contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, apresentando horizonte A ou hístico assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos grosseiros com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões). Admitem um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a nenhum tipo de horizonte B diagnóstico (SANTOS *et al.*, 2018).

Na descrição morfológica do Neossolo Litólico, da trincheira 2, coberto com resto de palhada do milho, (Quadro 1) foram identificados dois horizontes ApC 0 – 35 cm de profundidade e o R com 35 cm+. O ApC apresenta a cor 2,5 YR 3/4 (bruno avermelhado escuro) 7,5 YR 6/6 (amarelo avermelhado). As características morfológicas desse solo se restringem praticamente em fragmentos de rochas semi alterada e alterado em mais de 90% do horizonte e logo abaixo encontra-se o horizonte R.

Figura 12- Perfil do Neossolo Litólico sob palhada de milho da trincheira 2



Fonte: Acervo próprio (2022).

Na descrição morfológica do Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário, da trincheira 3 sob pastagem (Quadro 1), apresentam características semelhantes àquelas observadas na trincheira 2.

Foram identificados 3 horizontes Ap 0 – 17 cm e o horizonte ACr de 17 – 30 cm e o R com 30cm+ de profundidade.

O horizonte Ap apresenta a cor 2,5 YR 3/4 (bruno avermelhado escuro), textura argilosa; estrutura; fraca, pequena a média, blocos angulares a subangulares; consistência: macia, muito friável, ligeiramente plástica a ligeiramente pegajosa; transição: ondulada clara; presença de poucas raízes, fragmentos de rochas de 1 cm semi alterados inferiores a 1 cm.

No horizonte ACr 17 – 30 cm; cor: 2,5 YR 3/4 (bruno avermelhado escuro), 7,5 YR 6/4 (bruno claro) essa variação de cor se deu em virtude da mistura do solo com fragmentos da rocha alterada; e a estrutura representa a presença de blocos de basalto pouco alterados, em mais de 90% do horizonte, com tamanhos superiores a 2 cm. O horizonte R que se encontra abaixo de 30 cm de profundidade, apresenta a rocha sem alteração.

Figura 13- Perfil do Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário, da trincheira 3



Fonte: Acervo próprio (2022).

4.2 Análise dos resultados químicos

4.2.1 Nitossolo Vermelho Eutroférico - Chernossólico – TR1

Na Tabela 1 os valores de pH em H₂O, KCL e CaCl₂ apresentaram médias de 6,32, 6,27 e 5,57 respectivamente. O maior valor foi observado em pH em H₂O, foi de 6,50 em pH em H₂O, segundo a classificação proposta por Oleynik *et al.* (1998), o pH em H₂O variou de baixa e média ao longo do perfil.

Segundo Tomé Júnior (1997) os solos que apresentam valores de pH abaixo de 4,5 ou acima de 7,5, não é o caso da área de estudo, já restringe bastante o crescimento, pois estes valores indicam a existência de condições desfavoráveis às plantas, como a pobreza em Ca e Mg, altos teores de alumínio.

O cálculo do Δ pH tem como finalidade comparar os valores do pH em KCL e pH em H₂O, de acordo com Lopes (1984) os valores de Δ pH negativo são indicativos de balanço final de cargas negativas; valores de Δ pH positivos refletem um balanço

final de cargas positivas; valores de pH em KCL, iguais aos valores de pH em H₂O, demonstram equilíbrio no balanço entre as cargas negativas e positivas.

A soma de bases (Ca, Mg e K) mostrou que o Cálcio apresentou os maiores valores, variando de 11,23 a 8,91 e o Magnésio oscilou de 5 a 3,91 e o Potássio de 0,09 a 0,72. Segundo Tomé Júnior (1997) os teores de Ca e Mg estão estritamente ligados com o nível de acidez do solo. São utilizados para o cálculo da soma de bases que, por sua vez, servirá para calcular a CTC e saturação por bases (V%). Dessa forma, pode-se esperar que, se o teor de Ca e Mg estiverem baixos, o solo estará também com excesso de acidez e baixa saturação por bases e, provavelmente, com toxidez por Al⁺³.

De acordo com a Tabela 1 os valores de soma de base são de 14,01, ou seja, acima de 5,40, é alto, segundo a classificação da Oleynik *et al.* (1998). Os baixos valores de Al⁺³ e altos valores de CTC e V% é justificado pelos resultados da soma de base.

Os maiores valores de matéria orgânica, componente essencial do solo, foram registrados no horizonte Ap, 31,24 cmol_c.kg⁻¹ devido ao desenvolvimento gradativo dos vegetais e do acúmulo progressivo. Segundo Raij (1981), a matéria orgânica atua na agregação de partículas, aumenta a retenção de água e é responsável em grande parte pela capacidade de troca de cátions. Padrão similar foi observado no Carbono orgânico com valores mais elevados no horizonte Ap, 27,41 cmol_c.kg⁻¹ valores esperados, considerando a relação entre MO e CO.

Os valores da saturação por base (V%) ao longo do perfil foram superiores a 79,53 (Tabela 1) justificando o caráter eutrófico, ou seja (igual ou maior a 50%) segundo a Santos *et al.* (2018). Embora não tenha sido realizado análises, quanto aos teores de Fe₂O₃ (150 kg⁻¹ a menor que 360 g.kg⁻¹), a literatura mostra que estes solos, oriundos do basalto, nessa região, tem um caráter férrico conforme o levantamento pedológico do Estado do Paraná, 2018.

Para classificar o Nitossolo com o caráter chernossólico, no quarto nível de classificação, foi necessário observar os valores de saturação por bases superiores a 65%, com predomínio do íon Ca e /ou Mg e argila de atividade ≥ 20 cmol_c.kg⁻¹ na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Segundo Embrapa, (1984) a Terra Roxa Estruturada Eutrófica com A Chenozêmico, atualmente denominado Nitossolo Vermelho Eutroférico

Chernossólico, foram identificados na região sudoeste do Paraná, estando concentrados numa faixa que tem o rio Iguaçu como limite norte, a divisa com Argentina a oeste, Santo Antônio do Sudoeste, ao Sul e pequenas manchas a oeste de Coronel Vivida, nas proximidades do rio Chopim.

Ainda segundo Embrapa (1984) quanto a utilização, o Nitossolo Vermelho Eutroférico Chernossólico é apto para a agricultura, possuindo uma elevada e bem equilibrada reserva de nutrientes para as plantas. O único problema refere-se à susceptibilidade à erosão, em grau moderado, mas esta pode ser controlada mediante o emprego de práticas conservacionistas intensivas. Os mesmos cuidados conservacionistas devem ser aplicados nos Nitossolos encontrados nos relevos, ondulado e montanhoso (Figura 9).

4.2.2 Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário – TR2

No horizonte ApC os valores de pH em H₂O, KCL e CaCl₂ foram de 6,00, 5,90 e 5,30 cmol_c.kg⁻¹, respectivamente. Segundo a classificação proposta pela Emater (1998), estes são considerados de média acidez e os valores de ΔpH indicaram cargas negativas (Tabela 2).

A soma de base (Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺) mostrou que o cálcio apresentou o maior valor 14,97, magnésio 4,42 e o potássio 0,68 cmol_c.kg⁻¹.

De acordo com a Tabela 2 o valor da soma de bases é de 20,08, ou seja, acima de 5,40, é alto, segundo a classificação da Oleynik *et al.* (1998). Os valores de Al³⁺ foi de 0,0, CTC de 25,02 e V% de 80,24 sendo justificado pelos resultados da soma de base.

O valor de matéria orgânica, registrado no horizonte ApC, foi de 44,47 Cmol_c.Kg⁻¹ padrão similar foi observado no carbono orgânico no horizonte ApC, 30,19 Cmol_c. Kg⁻¹ valor esperado, considerando a relação entre MO e CO. Provavelmente estes elevados valores de matéria orgânica, levou a predominância das cargas negativas nos colóides que são importantes por adsorver cátions Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, Na⁺, H⁺, entre outros de menor relevância quantitativa (TOMÉ JÚNIOR, 1997).

A CTC foi de 25,02 cmol_c/Kg⁻¹ e grande parte desses valores corresponde aos cátions essenciais como Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, pode se dizer que este é um solo bom para a nutrição das plantas, como pode ser observado pela saturação por base foi de 80,24

cmol_c. Kg⁻¹ (Tabela 2) justificando o caráter eutrófico, ou seja (igual ou maior a 50%) segundo a Embrapa (2018).

O Neossolo Litólico Chernozêmico foi classificado dessa forma por apresentar horizonte A chernozêmico (valores de saturação por base superiores a 65%, com predomínio do íon Ca e /ou Mg) e argila de atividade ≥ 20 cmol_c kg⁻¹ de argila na maior parte do horizonte C (inclusive CA) dentro de 50 cm a partir da superfície do solo, sem caráter carbonático.

No quarto nível de classificação o Neossolo Litólico Chernozêmico recebeu a característica de fragmentária, indicando o contato lítico abaixo de 35 cm e mais de 90% de fragmentos de rochas, alterados e semi alterados.

Esses solos rasos, foram encontrados em relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso. Sua utilização na agricultura fica prejudicada, pois torna difícil a mecanização e o controle da erosão. Devido a pouca profundidade, o armazenamento de água é insuficiente, principalmente em períodos de veranicos que ocasionam o déficit hídrico para as plantas, isso ocorre quando a precipitação é menor do que a evapotranspiração.

Portanto, considerando as limitações geográficas acima mencionadas, estes solos seriam mais bem aproveitados, ambientalmente falando, no uso de pastagem com manejo adequado, pois são solos de boa fertilidade natural, como mostra os resultados químicos, ou seja, altos teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e por não apresentar problema com o alumínio trocável.

Por outro lado, as pastagens cultivadas sobre os Solos Litólicos, (atualmente denominado como Neossolos Litólicos), são prejudicadas pelas deficiências hídricas no período mais seco e quando associado com geadas severas no período do inverno, apresentam baixa capacidade de carga animal o que torna necessário a produção de forragem e o uso de técnicas de armazenamento (VIEIRA, 1987).

Segundo o levantamento de solos do estado do Paraná, Embrapa (1984) esses solos podem ser formados a partir de diferentes materiais de origem, principalmente rochas eruptivas básicas, intermediárias, folhelhos, filitos e arenitos. São solos difíceis de serem mecanizados devido principalmente ao relevo acidentado, à pequena espessura e à presença de pedras, calhaus e matacões na superfície.

4.2.3 Neossolo Litólico Chernossólico fragmentário – TR3

No horizonte Ap os valores de pH em H₂O, KCl e CaCl₂ foram de 6,30, 6,15 e 5,60 cmol_c /Kg⁻¹, respectivamente. No horizonte ACR os valores de pH em H₂O, KCl e CaCl₂ foram todos superiores, quando comparados ao Ap, sendo de 6,80, 6,40 e 5,90 cmol_c /Kg⁻¹, concomitantemente (Tabela 3). Segundo Merten (1994) devido ao pequeno desenvolvimento dessa classe de solo, as características físicas, químicas e morfológicas, normalmente estão diretamente relacionadas ao material parental.

Segundo Oleynik (1998), os horizontes Ap e ACR presentes nos Neossolos Litólicos possuem baixa acidez e os valores de ΔpH indicaram cargas negativas (Tabela 3).

A soma de bases (Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺) mostrou que o cálcio apresentou 22,89 no horizonte ACR e no Ap 21,57 cmol_c /Kg⁻¹, os valores de magnésio 5,43 e potássio 0,41 cmol_c /Kg⁻¹, foram maiores no horizonte Ap.

De acordo com a Tabela 3 a soma de base para o Ap e ACR foram de 27,42 e 28,44 cmol_c /Kg⁻¹, respectivamente, ou seja, acima de 5,40, é alta, segundo a classificação de Oleynik *et al.* (1998). Os valores de Al³⁺ foi de 0,0, CTC de 31,63 e V% de 86,69 sendo justificado pelos resultados da soma de base.

O valor de matéria orgânica, registrado no horizonte Ap, foi de 37,81 e no ACR de 34,45 cmol_c /Kg⁻¹ padrão similar foi observado no carbono orgânico no horizonte Ap 24,41 e no ACR 24,86 cmol_c /Kg⁻¹ valor esperado, considerando a relação entre MO e CO. Provavelmente estes elevados valores de matéria orgânica, levou a predominância das cargas negativas nos colóides que são importantes por adsorver cátions Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, Na⁺, H⁺, entre outros de menor relevância quantitativa (TOMÉ JR.1997).

A CTC foi no Ap de 31,63 e no ACR 31,74 cmol_c /Kg⁻¹ e grande parte desses valores corresponde aos cátions essenciais como Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, pode se dizer que este é um solo bom para a nutrição das plantas, como pode ser observado pela saturação por base foi de 86,69 cmol_c /Kg⁻¹ (Tabela 3) justificando o caráter eutrófico, ou seja (igual ou maior a 50%) Santos *et al.* (2018).

O Neossolo Litólico Chernossólico foi classificado dessa forma por apresentar horizonte A chernozêmico (valores de saturação por base superiores a 65%, com predomínio do íon Ca e /ou Mg) e argila de atividade ≥ 20 cmol_c kg⁻¹ de argila na

maior parte do horizonte C (inclusive CA) dentro de 50 cm a partir da superfície do solo, sem caráter carbonático.

No quarto nível de classificação o Neossolo Litólico Chernossólico recebeu a característica de fragmentária, indicando o contato lítico abaixo de 30 cm e presença de basalto pouco alterado em mais de 90% do horizonte de tamanho superior a 2 cm.

Esta classe de solo foi encontrada associada com o afloramento rochosos, portanto, apresenta limitações mais severas quanto ao uso agrícola, quando comparado ao TR2. São áreas recomendadas exclusivamente para a preservação da fauna e da flora, como foi observado durante o trabalho de campo (Figura 14).

Figura 14- Vista parcial de um fragmento de floresta sob Neossolo Litólico Chernossólico topos de derrames



Fonte: Acervo próprio (2022).

Quadro 1 - Descrição morfológica dos horizontes pedológicos encontrados na área de estudo

TR	Hor.	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura			Consistência			Transição
					Tipo	Grau	Tam.	Seca	Úmida	Molhada	
TR1	Ap	0-28	10R 3/1 a 3/2	Muito argilosa	Granular	Mod. forte	Média a Grande	Lig. Duro	Friável	Muito plástico muito pegajoso	plana e gradual
	AB	28-44	10R 3/2	Muito argilosa	blocos angulares subangulares	Mod.	Médio	Lig. duro	Friável	Muito plástico muito pegajoso	plana e gradual
	*Bnítico	44-101	10R 4/4 e 4/6	Muito argilosa	blocos angulares subangulares prismáticos	Forte	Grande	Lig. duro Duro	Firme	Muito plástico muito pegajoso	ondulada clara
	BC	101-130+	10R 3/6 e 7,5 YR 6/8	Argilosa	blocos angulares subangulares presença de fragmentos de rochas alterados e semialterado em mais de 30% do horizonte	Fraca	Pequena	Lig. duro	Muito friável	Plástico pegajoso	-
TR2	ApC	0-35	2,5 YR 3/4 e 7,5 YR 6/6	Fragmentos de rochas semi alterada e alterada em mais de 90 % do horizonte	-	-	-	-	-	-	-
	R	35-64		Rocha sem alteração							
TR3	Ap	0-17	2,5 YR 3/4	Argilosa	blocos angulares subangulares	Fraca	Pequena a média	Macia	Muito friável	Lig. Plástico Lig. pegajosa	Ondulada clara
	ACR	17-30	2,5 YR 3/4 7,5 YR 6/4	Presença de basalto pouco alterado em mais de 90% do horizonte de tamanho superior a 2 cm	-	-	-	-	-	-	-
	R	-	-	Rocha sem alteração	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2022).

*Bnítico = cerosidade forte e abundante; TR= trincheira; Hor.= horizonte; Textura:muito argilosa. Arg.; Estruturas: gran.= granular, g.simple = grãos simples, mac.= maciça, blocos subang.= blocos subangulares, blocos ang.= blocos angulares, prism.= prismática; Grau: mod.=moderado; Consistência: ñ.plástica= não plástica, ñ. Pegajosa= não pegajosa, lig. Plástica= ligeiramente plástica; lig.pegajosa= ligeiramente pegajosa.

Um indicativo das condições gerais de fertilidade dos solos é a saturação por bases (V%). Ela mostra o percentual de cargas negativas do solo ocupado por bases úteis às plantas. De acordo com Teixeira *et al.* (2017), uma saturação por bases acima de 50% demonstra solos férteis (eutróficos); abaixo desse valor, os solos são considerados pouco férteis (distróficos). Em todas as áreas (Tabelas 1, 2 e 3) e no perfil, o V% foi acima de 80%. Solos ricos em matéria orgânica e com pH próximo a neutralidade apresentam maiores valores para saturação de bases.

Figura 15- Processo erosivo em Neossolo Litólico



Fonte: Acervo próprio (2022).

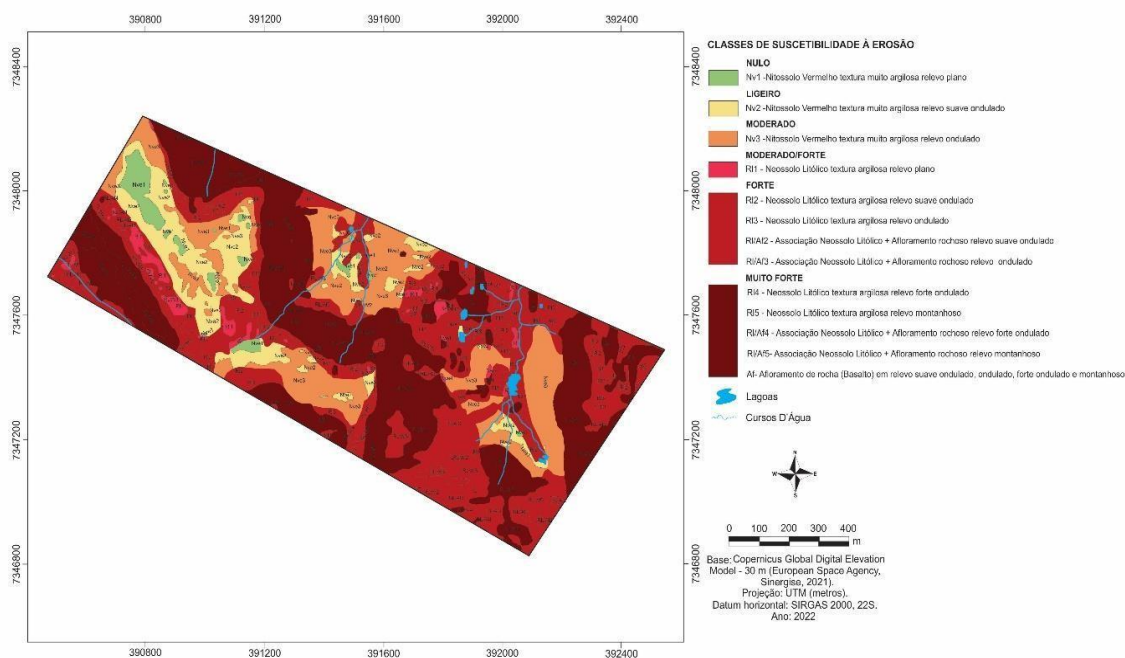
Em função das classes de relevo que predominam na área de estudo, (ondulado, forte ondulado e montanhoso) assim como a pequena profundidade efetiva dos Neossolos Litólicos também são as classes de solos predominantes, tornam a propriedade rural estudada muito susceptível à erosão, principalmente quando cultivados com culturas temporárias (Figura 15). Segundo Vieira (1987) a erosão nesses solos é particularmente importante, pois perdas relativamente pequenas podem representar muito considerando-se a espessura do perfil.

A partir da elaboração e discussão da carta de solo e declividade foi possível visualizar as classes de suscetibilidade à erosão (Figura 16)

As classes de solos que apresentam suscetibilidade à erosão forte e muito forte cobrem, de modo semelhante, a maior parte da área de estudo (Figura 16). Em seguida, com menor cobertura da área se encontra a classe moderado.

As classes forte, muito forte e moderado foram encontradas na maior parte área de estudo. A classe ligeiro e nulo foram encontradas nos topos dos espigões, e a classe moderado nas encostas com menor declividade. As menores áreas de cobertura foram para a classe nulo (Figura 16).

Figura 16 – Carta das classes de suscetibilidade à erosão



Fonte: Autoria própria (2022).

Segundo Merten (1994) o fato de determinado solo apresentar maior ou menor suscetibilidade a erosão, também depende da associação na qual ele está inserido. Na área de estudo o Neossolo Litólico está associado com declividades elevadas e ao afloramento de rochas, os quais tendem a acelerar o escoamento superficial, favorecendo a erosão. Por esse motivo o mesmo autor afirma que esta associação complexa, normalmente é encontrada com frequência, em áreas mais movimentadas, dessa forma esses solos devem ser mantidos intactos para se conseguir manter a estabilidade natural do sistema.

Silva e Oliveira (2015) realizaram um estudo da suscetibilidade e potencial à erosão laminar no município de São Miguel do Araguaia em Goiás e concluíram que cada solo tem seu grau de erosão, podendo ter um alto ou baixo potencial erosivo, mas depende do modo como o mesmo está sendo utilizado. No caso, o uso utilizando maquinarias em solos rasos e com impedimentos a mecanização leva a processos erosivos.

Barbosa (2011) em seus estudos verificou a influência das atividades antrópicas no aumento da suscetibilidade e no potencial erosivo na bacia hidrográfica do córrego Açaizal, localizada no oeste do estado do Maranhão. O autor concluiu que a retirada da vegetação natural e a introdução de pastagens tem contribuído para o agravamento dos processos erosivos e que medidas de conservação devem ser tomadas com urgência para minimizar a erosão dentro da bacia hidrográfica. Pode-se verificar que a predominância da classe de relevo é semelhante a encontrada na área de estudo, o que requer medidas de conservação para seu uso, não fosse a utilização do cultivo em áreas com declividade superior a 20%.

Calderano Filho *et al.* (2014) verificou em seus estudos que os Neossolos Litólicos são as classes de solos mais suscetíveis à erosão devido a associação de declividades mais acentuadas, menor profundidade efetiva dos solos e ineficiência da cobertura vegetal.

Santos (2015) avaliou a suscetibilidade e potencial à erosão laminar, levando em consideração a declividade, uso e ocupação das terras, entre outros. Foram identificadas apenas 2 classes de erodibilidade sendo os Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos e Quartzarênicos classificados como classe I (extremamente suscetível) situados em terrenos indicados para preservação ou reflorestamento, pois possuem maiores declividades entre 12 e 75% o que combinado a solos de erodibilidade 1, propiciaria uma maior lixiviação e arraste de partículas e consequente empobrecimento e erosão dos solos. A maioria dos solos encontrados na área de estudo deveria ser utilizada para reflorestamento ou preservação permanente.

Ao analisar a carta de impedimento à mecanização (Figura 17) é possível observar que a maior parte da área apresenta impedimento a mecanização forte e

muito forte, ou seja, em áreas onde a mecanização não deve ser utilizada, conforme foi observado durante os levantamentos realizados na área de estudo (Figura 18).

As classes de impedimento, nulo, ligeiro e moderado foram encontradas respectivamente nas classes de relevo plano, suave ondulado e ondulado onde predomina os Nitossolos Vermelhos e são utilizados para o desenvolvimento da agricultura mecanizada.

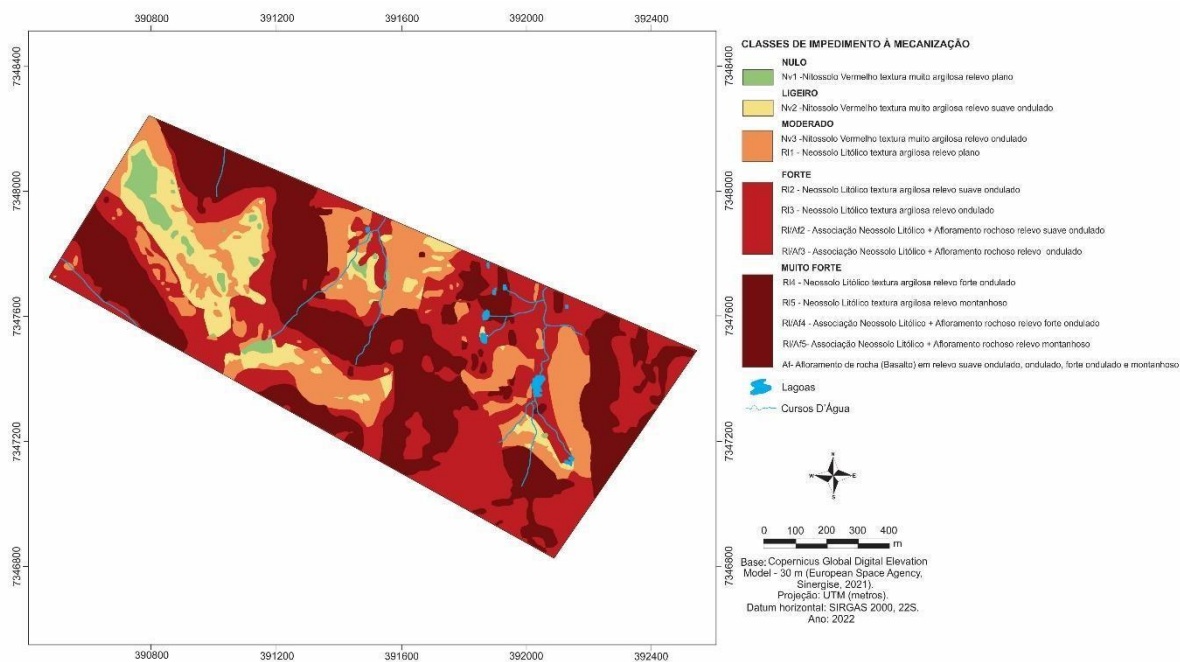
E nas classes forte e muito forte são encontrados os Neossolos Litólicos e Neossolos Litólicos + associação com afloramento rochoso, no predomínio de classes de relevo suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso.

Os Neossolos Litólicos, apresentam muitas limitações ao uso, se não fosse pelos aspectos sociais, referido pelo Vieira (1987), a maioria das áreas de ocorrência desses solos deveria ser utilizada para silvicultura ou mantida como reserva de preservação permanente, por essas áreas não ter aptidão agrícola. A declividade associada a pedregosidade e afloramento rochoso são impedimentos visíveis a mecanização da área.

Devido aos aspectos do relevo, profundidade do perfil e pedregosidade, os Neossolos Litólicos, integra-se numa classe inapta à mecanização. Segundo Vieira (1987) a mecanização com tração animal é viável em algumas áreas, sobretudo naquelas unidades em que a pedregosidade superficial é pequena e não existem inclusões de afloramentos rochosos.

Vieira (1987) destaca que essa classe de solo, predominam nas pequenas propriedades agrícolas, com um grande contingente populacional que vive e depende do que esses solos produzem, o que os torna solos importantes do ponto de vista econômico e social.

Figura 17 – Carta das classes de impedimento à mecanização



Fonte: Autoria própria (2022).

Barbosa Neto, Araújo e Araújo Filho (2010) em seus estudos na Bacia do rio Natuba no estado do Pernambuco observando a declividade, susceptibilidade a erosão e impedimento a mecanização, concluíram que 1,4% da área da bacia possui relevo plano o que representa impedimento à mecanização agrícola nulo e muito baixo risco de erosão; 17,5% da área da bacia apresenta relevo suave ondulado o que representa um impedimento ligeiro à mecanização e pouca susceptibilidade à erosão; 29,8% da área apresenta um relevo moderadamente ondulado, o que representa impedimento à mecanização e susceptibilidade à erosão moderados; 28% da área possui um relevo ondulado o que representa um impedimento forte à mecanização e susceptibilidade à erosão também forte; 17,3% da área apresenta um relevo forte ondulado o que representa um impedimento muito forte à mecanização e alto grau de susceptibilidade à erosão; e 6% da área apresenta relevo montanhoso a escarpado o que representa um impedimento extremamente forte para mecanização e severa susceptibilidade à erosão. A maior parte da área de estudo utilizada para agricultura possui relevo ondulado, o que segundo os autores apresenta forte impedimento à mecanização e forte susceptibilidade à erosão.

Figura 18 - Vista parcial da paisagem da área de estudo



Fonte: Acervo próprio (2022).

O perfil geoambiental representa uma amostragem das principais características do meio físico e socioeconômico ao longo da propriedade rural analisada. Esse corte permite interpretar e sintetizar de forma integrada todas as informações levantadas conforme é mostrado na Figura 19.

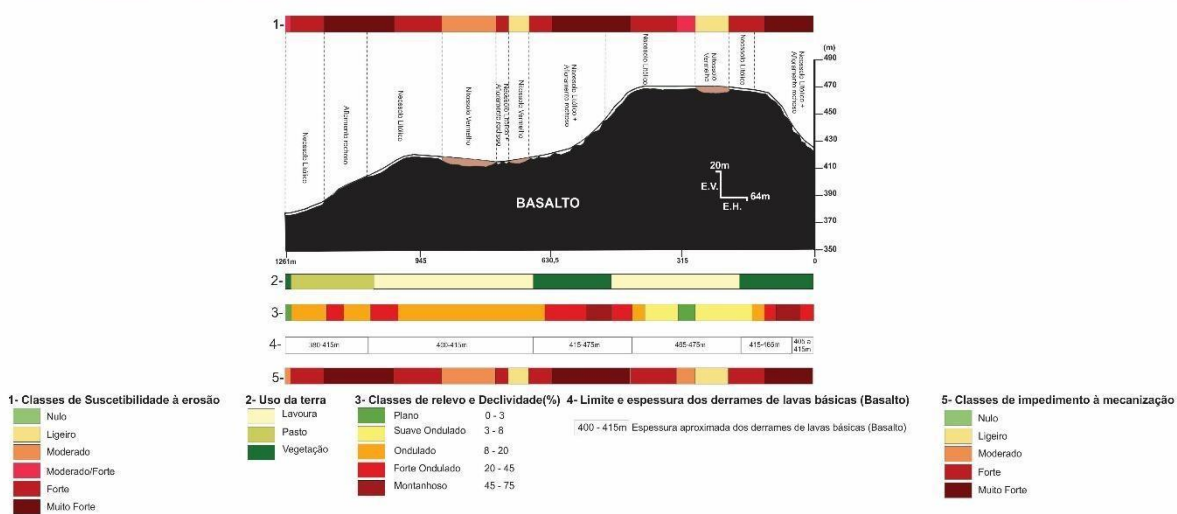
Com relação ao uso da terra pode-se analisar que as lavouras se encontram predominantemente sobre os Nitossolos, seguidos dos Neossolos Litólicos, ambos em relevos que podem variar de planos, suave ondulados e ondulados e muitas vezes até forte ondulados. Nas localidades onde os derrames foram mais espessos chegando a 60m, de espessura (formando um enorme degrau) predominou vegetação nativa e as classes de relevos do tipo forte ondulado e montanhoso onde os Neossolos Litólicos estão associados com afloramentos rochosos. Esse setor é o que apresenta os maiores impedimentos à mecanização e a maior suscetibilidade à erosão, em ambos os casos foram classificados como forte e muito forte, conforme mostra a Figura 18.

Observando as classes de impedimento à mecanização, verifica-se que nas áreas de cultivo a presença muito pequena da classe Ligeiro. As classes moderado, forte e muito forte predominam na área de cultivo, ou seja, em grande parte da área há problemas para o desenvolvimento das lavouras mecanizadas por problemas de impedimento à mecanização.

As pastagens se encontram sobre Neossolos Litólicos e Neossolos Litólicos associados com afloramentos rochosos. A classe de relevo predominante nesse tipo de uso da terra é o ondulado (entre 8 e 20% de declividade), seguido pelo forte ondulado (entre 20 e 45% de declividade). Nessas áreas aproveitadas para pastagens o impedimento a mecanização foi classificado como muito forte a forte na quase totalidade da área assim como a suscetibilidade à erosão.

Resende e Lani (2000) verificaram que alguns atributos dos solos que podem limitar o uso de máquinas agrícolas são a presença de pedras e calhaus; afloramentos de rochas; baixa profundidade efetiva; solo muito argiloso e com argila de atividade alta; transição abrupta, propiciando baixa permeabilidade, bem como, o caráter solódico.

Figura 19 – Perfil geoambiental da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2022).

Curcio *et al.* (2021) verificou que os Neossolos Litólicos do planalto de Cascavel-PR, apesar de possuir alta saturação por bases (denominados como eutróficos), o que os tornariam aptos para o uso, na verdade são inaptos devido às expressivas declividades e as pequenas espessuras efetiva o que os proporcionam elevada suscetibilidade à erosão, recomendando esses solos exclusivamente para a preservação ambiental. Segundo o mesmo autor ainda algumas características como a presença de pedregosidade e não raramente, rochosidade (maior que 100 cm), que estabelecem forte restrição à mecanização agrícola, além de disponibilizar menores quantidades de água para as plantas. Esta condição associada às pequenas espessuras indica esses solos para preservação da vegetação.

5. CONCLUSÃO

Foram observados diferentes características na área de estudo concluindo-se que embora sejam solos que possuam alta fertilidade natural, há um grande problema com forte impedimento à mecanização e a suscetibilidade à erosão.

Com relação às condições das classes de relevo e declividade, além das características físicas dos solos (pequena profundidade efetiva) verificou-se, que grande parte da propriedade rural apresenta suscetibilidade à erosão, forte e muito forte, não sendo recomendado o cultivo por elevado risco à erosão.

Nas áreas com a presença de Neossolos Litólicos e Neossolos Litólicos associados com afloramento rochoso, são os locais mais sujeitos ao encharcamento nos períodos chuvosos devido à pouca capacidade de armazenamento de água, assim como a baixa produção de forragem no período da seca (outono/inverno) devido à baixa capacidade de retenção de água e a manutenção das pastagens verdes, para alimentação dos animais, além do risco de fogo, principalmente após a ocorrência de geadas.

Devido às características dos Neossolos Litólicos e Neossolos Litólicos associados com afloramento rochoso de apresentar baixa capacidade de armazenagem de água, além de se situarem em relevos muito íngreme facilita a rápida drenagem dos solos possibilitando que os cursos d'água existentes na propriedade sejam temporários e tenham fluxo de água apenas no período das chuvas (setembro a março), e fiquem secos no período que vai de abril e agosto.

A análise conjunta das características do meio físico permitiu concluir que grande parte da propriedade não apresenta potencial para o desenvolvimento de cultivos anuais e restrição significativa para a pecuária, recomendando-se que se destine a mesma principalmente para a silvicultura e/ou preservação permanente.

REFERÊNCIAS

- AHMED, C. R. M. **Fatores que Influenciam a Erodibilidade nos Solos do Município de Campos dos Goytacazes-RJ sob uma Análise Multicritério**. 2009. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campo dos Goytacazes. 2009.
- BARBOSA, R. S. Análise da susceptibilidade e da potencialidade à erosão laminar da bacia hidrográfica do riacho Açaizal em Senador La Rocque-MA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2011. p. 1471-1478.
- BARBOSA NETO, M. V.; ARAÚJO, M. S. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Carta de Declividade como Ferramenta de Análise para Aptidão Agrícola e Conservação dos Solos: o Caso da Bacia do Rio Natuba, Pernambuco. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8., 2010, Recife. **Resumos...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010. p. 15.
- BERTOL, I. *et al.* Propriedades Físicas do Solo sob Preparo Convencional e Semeadura Direta em Rotação e Sucessão de Culturas, Comparadas às do Campo Nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 155-163, 2004.
- BERTOLINI, D. *et al.* Tecnologias Disponíveis para Controlar o Escorrimento Superficial do Solo. In: LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M.I. **Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solo e Água**. Campinas: Centro de Comunicação Rural, 1994. p. 346-423.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.L. **Conservação do Solo**. 5ª Ed. São Paulo: Editora Ícone, 2005. 392 p.
- BIGARELLA J.J. Erosão superficial. In: Bigarella J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora UFSC, 2003. 492 p.
- BORGHI, W. A. **Caracterização e Avaliação da Mata Ciliar na Estação Ecológica do Caiuá**. 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.
- CALDERANO FILHO, B. *et al.* Suscetibilidade dos Solos à Erosão na Área de Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos (MG). **Revista Geonorte**, v.10, n.10, p.670-675, 2014.
- CAMPOS, G. M.; JESUS, I. S.; NUNES, F. M. S. Textura do solo: importância para análise granulométrica. In: Congresso Internacional da Diversidade do Seminário, 2., 2017, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2017. p. 1-6.
- CARVALHO, A. P. Solos do Arenito Caiuá. In: PEREIRA, V. P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Eds.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: UNESP, 1992. p. 39-50.

CARVALHO, A. P. *et al.* **Critérios para Distinção de Classes de Solos e de Fases de Unidades de Mapeamento: Normas em Uso pelo SNLCS.** 19ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1988. 67 p.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. **Uso e Manejo de Solos de Baixa Aptidão Agrícola.** Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1999. 221 p.

CAVALCANTE, A. J. B. D. **Impactos nos Processos Morfológicos do Baixo Curso do Rio São Francisco, Decorrentes da Construção de Barragens.** 2011. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Instituto Alberto Luiz Coimbra, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011.

CHAVES, D. A. **Solos e aptidão agrícola das terras nas seções comunais do Mapou, Colline dês Chaines e Pichon – Haiti.** 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2010.

CORRÊA, C. V.; MANTOAN, L. P. B. Revista Campos & Negócios. **Condicionamento das propriedades biológicas do solo melhora resultados na agricultura.** 2018. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/condicionamento-das-propriedades-biologicas-do-solo-melhora-resultados-na-agricultura-2/>. Acesso em: 03 mai. 2022.

CURCIO, G. R. *et al.* **Levantamento semidetalhado e aptidão agrícola dos solos dos aldeamentos indígenas Tekoha Añetete e Tekoha Itamarã, Diamante d'Oeste, Paraná.** Colombo: Embrapa Florestas, 2021. 254 p.

DUARTE, M. L. *et al.* Determinação da Erodibilidade do Solo por Meio de Dois Métodos Indiretos em uma Bacia Hidrográfica na Região Sul do Estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 329-341, abr./jun. 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Carta de solos do Estado do Paraná. Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná. Escala 1:250.000, folha SF.22-Y-D - MIR – 496.** 2008. Disponível em: http://roneiandre.dominiotemporario.com/doc/PR_250_f496.pdf. Acesso em: 04 mai. 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agência de Informação Tecnológica.** 2019. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 04 mai. 2022.

FIDALSKI, J. Sistema de terraceamento agrícola proposto para a região noroeste do Paraná. **Acta Scientiarum.** v. 20, n. 3, p.313-316, 1998.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente.** 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 190 p.

GUERRA, A. J. T. *et al.* Erosão e Conservação de Solos no Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 37, n. 1, p.81-91, 2014.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de Manejo de Solo e Perdas de Nutrientes e Matéria Orgânica por Erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo (Online)**, v. 23, n. 1, p. 145-154, 1999.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas Climáticas do Paraná. Londrina, 2000. CD-ROM.

IAT – Instituto de Águas e Terras. **Mapa de solos do Paraná**. 2008. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_solos.pdf. Acesso em: 23 abr. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Paraná: Cidades**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/fenix/panorama>. Acesso em 24 abr. 2022.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico: Município de Fenix-PR**. 2022. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=86950>. Acesso em: 24 abr. 2022.

LIMA, L. C. M. *et al.* Práticas de manejo e conservação do solo: Percepção de agricultores da Região Semiárida pernambucana. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 148-153, 2016.

LIMA, V. C. **Fundamentos de Pedologia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001. 343 p.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. **Conhecendo os Principais Solos do Paraná**: Abordagem para Professores do Ensino Fundamental e Médio. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 26 p.

LOPES, A. S. **Solos sob “Cerrado”**: Características, Propriedades e Manejo. 2ª Ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 162 p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2001. 220 p.

MEDINA, J. **Conservação do Solo: Conheça 10 Benefícios dessa Prática!** 2022. Disponível em: <https://agropos.com.br/conservacao-do-solo/#:~:text=Aumento%20da%20produtividade%20das%20lavouras,Redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20solos%20erodidos>. Acesso em: 04 mai. 2022.

MENDES, W. Relação entre os Graus de Limitação do Uso do Solo por Suscetibilidade à Erosão e às Unidades de Mapeamento de Solo. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 445-476, 1982.

MERTEN, G. H. **Manejo de Solos de Baixa Aptidão Agrícola no Centro-sul do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1994. 112 p.

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição Florística e Fenologia das Espécies Zoocóricas de Remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 15, n. 1, p. 89-113, 2001.

MINEROPAR – Minerais do Paraná SA. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria da Indústria, do Comércio e do Turismo, 2001. 125 p.

OLEYNIK, J. *et al.* **Análises de Solo**: Tabelas para Transformação de Resultados Analíticos e Interpretação de Resultados. 5ª Ed. Curitiba: EMATER, 1998. 64 p.

OLIVEIRA, J.B. **Pedologia Aplicada**. 4ª Ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592 p.

OSAKI, F. **Microbacias**: Práticas de Conservação de Solos. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, 1993. 603 p.

PEREIRA, N. **Regiões de Altitudes Elevadas são Favoráveis ao Cultivo de Grãos**. 2017. Disponível em: <https://sistemafaeg.com.br/faeg/noticias/noticias/regioes-de-altitudes-elevadas-sao-favoraveis-ao-cultivo-de-graos>. Acesso em: 27 set. 2022.

PETREIRE, V. G.; CUNHA, T. J. F. **Cultivo da Videira: Manejo e Conservação de Solos**. 2010. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/manejo.html. Acesso em: 04 mai. 2022.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

PRUSKI, F. F. **Conservação do Solo e Água**: Práticas Mecânicas para o Controle da Erosão Hídrica. Viçosa: UFV, 2009. 279 p.

RAIJ, B. V. **Avaliação da Fertilidade do Solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato – Instituto internacional da Potassa, 1981. 142 p.

REICHERT, J. M. *et al.* Compactação do Solo em Sistemas Agropecuários e Florestais: Identificação, Efeitos, Limites Críticos e Mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo – Volume V**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 49-134.

RESENDE, M.; LANI, J. L. Reflexões sobre o Uso dos Solos Brasileiros. In: ALVAREZ, V. H. *et al.* (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo – Volume II**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 593-644.

RODERJAN, C. C. *et al.* As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, v. 24, n. 1, p. 75-42, 2002.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 235-248.

RUBIRA, F. G. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espacos livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 45, p.134-150, 2016.

SANTOS, S. A. Análise de suscetibilidade e potencial à erosão laminar da Área de Preservação Ambiental das Nascentes do Rio Vermelho. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2015. p. 7246-7251.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. P. C. **Árvore do Conhecimento. Solos Tropicais**. 2019. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html. Acesso em: 13 mai. 2021.

SILVA, G. G.; OLIVEIRA, L. N. Análise da suscetibilidade e potencial à erosão laminar no município de São Miguel do Araguaia – GO. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2015. p. 6511-6518.

SOARES, J. L. N.; ESPÍNDOLA, C. R.; CASTRO, S. S. Alteração Física e Morfológica em Solos Cultivados sob Sistema Tradicional de Manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 6, p. 1005-1014, 2005.

SOARES, M. R. G. J.; SOUZA, J. L. M.; JERSZURKI, D. Caracterização do Meio Físico e Formas de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Pequeno – Paraná. **RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 21, p. 165-184, 2011.

SOUZA, L. S.; BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. Solo: manejo e conservação. In: FERREIRA, C. F. *et al.* (Eds.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2015. p.277-330.

STEFANOSKI, D. C. *et al.* Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1301-1309, 2013.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3ª Ed. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.

TEIXEIRA, S. **Depois de chover, o que acontece com a água que cai sobre o solo**. 2022. Disponível em:

<https://www.cpt.com.br/dicas-cursos-cpt/depois-de-chover-o-que-acontece-com-a-agua-que-cai-sobre-o-solo>. Acesso em: 04 mai. 2022.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1997. 247 p.

VIEIRA, M. J. **Solos de baixa aptidão agrícola**: opções e uso de técnicas de manejo e conservação (Circular nº 51). Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1987. 68 p.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Cambissolos: definição e características gerais. 2006. Disponível em:

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_8_2212200611538.html. Acesso em: 02 abr. 2022.