

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

JOÃO PEDRO LUPATINI

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MORFOLÓGICA DE ÁREAS
AGRÍCOLAS DA CRATERA DE IMPACTO DE VISTA ALEGRE-PR
POR MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

JOÃO PEDRO LUPATINI

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MORFOLÓGICA DE ÁREAS
AGRÍCOLAS DA CRATERA DE IMPACTO DE VISTA ALEGRE-PR
POR MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

JOÃO PEDRO LUPATINI

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MORFOLÓGICA DE ÁREAS
AGRÍCOLAS DA CRATERA DE IMPACTO DE VISTA ALEGRE-PR
POR MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos

PATO BRANCO

2018

Lupatini, João Pedro

Caracterização física e morfológica de áreas agrícolas da cratera de impacto de Vista Alegre-PR por Modelo Digital de Elevação / João Pedro Lupatini.

Pato Branco. UTFPR, 2018

46 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2018.

Bibliografia: f. 42 – 44

1. Agronomia. 2. Crateras. 3. Mapas de relevo I. Campos, José Ricardo da Rocha orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. III Título.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MORFOLÓGICA DE ÁREAS AGRÍCOLAS DA CRATERA DE IMPACTO DE VISTA ALEGRE-PR POR MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

por

JOÃO PEDRO LUPATINI

Monografia apresentada às 08 horas 20 min. do dia 03 de dezembro de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jorge Jamhour
UTFPR Câmpus Pato Branco

Prof. Dr. Francisco Aldiel Lima
UTFPR Câmpus Pato Branco

Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos
UTFPR Câmpus Pato Branco
Orientador

Prof. Dr. Jorge Jamhour
Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho a minha família que nunca mediu esforços para que a conclusão desta etapa fosse possível, apoiando-me em todos os momentos para que a formação como Engenheiro Agrônomo se tornasse uma realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus pelo dom da vida e por toda saúde que possuo, além de ser meu alicerce nos momentos de fraqueza.

Aos meus pais Valmir Antonio Lupatini e Denise Gasparetto Lupatini que nunca mediram esforços pelas realizações dos meus sonhos e que estiveram sempre ao meu lado para a finalização do curso.

Ao meu irmão Vitor Manoel Lupatini, que mesmo sendo mais novo é um exemplo para mim e que sempre será meu braço direito e meu porto seguro.

A todos os amigos que estiveram comigo desde antes da faculdade e aqueles que fiz durante o curso, todos tiveram uma participação especial na realização desta etapa.

Ao meu orientador Prof.Dr. José Ricardo da Rocha Campos, pela orientação e esforços aplicados na elaboração deste trabalho.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus de Pato Branco e aos professores do curso de Agronomia pela transmissão de conhecimentos e experiências durante toda a graduação.

“O destino sussurra ao guerreiro: Você não pode suportar a tempestade. O guerreiro sussurra de volta: Eu sou a tempestade.”

(Autor Desconhecido)

RESUMO

LUPATINI, João Pedro. Caracterização física e morfológica de áreas agrícolas da cratera de impacto de Vista Alegre-PR por Modelo Digital de Elevação. 46 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A superfície terrestre passa por constantes transformações que proporcionam grandes alterações em seu relevo. Além de eventos naturais, os impactos de corpos celestes contribuem para tais alterações, formando estruturas de importância no âmbito econômico. A caracterização de áreas permite a mensuração do potencial que determinada área possui, bem como a identificação possíveis áreas de risco, impactos ambientais, auxiliando na tomada de decisão para a melhor otimização de recursos. A utilização de modelos digitais de elevação vem sendo cada vez mais difundida nos estudos de áreas ambientais, dando suporte para a classificação de paisagens. Como área de estudo foi selecionada a região da Cratera de Vista Alegre no estado do Paraná, aonde foram utilizados modelos digitais de elevação de resolução de 30 m, que foram processadas no software QGIS gerando assim um mapa de declividade. Foram realizadas análises químicas de perfis topográficos em seis pontos determinados dentro da região da cratera. Os mapas combinados com os resultados das análises em campo resultaram na caracterização física e morfológica das áreas agrícola situadas dentro da cratera de Vista Alegre.

Palavras-chave: Relevo. Crateras. Mapas.

ABSTRACT

LUPATINI, João Pedro. Physical and morphological characterization of agricultural areas of the Vista Alegre-PR impact crater by Digital Elevation Model
46 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology. Pato Branco, 2018.

The terrestrial surface goes through constant transformations that give great alterations in its relief. In addition to natural events, the impacts of celestial bodies contribute to such changes, forming structures of importance in the economic sphere. The characterization of areas allows the measurement of the potential that a certain area possesses, as well as the identification of possible areas of risk, environmental impacts, assisting in decision making for the best optimization of resources. The use of digital elevation models has been increasingly disseminated in studies of environmental areas, supporting the classification of landscapes. As a study area, the Vista Alegre Crater region was selected in the state of Paraná, where 30 m digital elevation resolution models were used, which were processed in the QGIS software, thus generating a slope map. Chemical analyzes of topographic profiles were carried out at six points determined within the crater region. The maps combined with the results of the field analyzes resulted in the physical and morphological characterization of the agricultural areas located within the Vista Alegre crater.

Keywords: Relief. Craters. Maps.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa de Declividade, cratera de Vista Alegre – PR..... | 26 |
| Figura 2 – Mapa de fluxo acumulado, cratera de Vista Alegre – PR..... | 29 |
| Figura 3 – Mapa de direção de fluxo, cratera de Vista Alegre – PR..... | 30 |
| Figura 4 – Pontos de amostragem, cratera de Vista Alegre – PR..... | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 — Cálculo das áreas de declividade e suas contribuições no relevo..... | 27 |
| Tabela 2 — Perfis e horizontes de solos da Cratera de Vista Alegre – PR..... | 33 |
| Tabela 3 – Resultado das análises químicas..... | 35 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2 OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1 GERAL..... | 15 |
| 2.2 ESPECÍFICOS..... | 15 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 16 |
| 3.1 CRATERA DE VISTA ALEGRE-PR..... | 16 |
| 3.2 USO DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO PARA ESTUDO DE PAISAGENS..... | 18 |
| 3.3 INFLUÊNCIA DO RELEVO NAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO..... | 20 |
| 3.4 SOLOS DESENVOLVIDOS DE BASALTO..... | 22 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 24 |
| 4.1 PROCESSAMENTO DOS MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO..... | 24 |
| 4.2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS..... | 24 |
| 4.3 ANÁLISES QUÍMICAS..... | 24 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 26 |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA..... | 26 |
| 5.2 REDE DE DRENAGEM..... | 28 |
| 5.3 CARACTERIZAÇÃO Física e química dos SOLOS..... | 30 |
| 6 CONCLUSÕES..... | 38 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 39 |

1 INTRODUÇÃO

A Terra passa por transformações desde a sua origem, as quais vêm alterando constantemente sua conformidade topográfica e a distribuição dos materiais oriundos dessas transformações. A utilização do princípio do uniformitarismo, o qual consiste em supor que processos geológicos atuem em ciclos, sendo que os que ocorrem no presente ocorreram também no passado, é a explicação mais utilizada para evolução das estruturas geográficas e das alterações que estas sofrem. Entretanto, impactos de corpos celestes como os meteoritos também veem a atuar como modeladores da superfície terrestre (FERREIRA, 2017).

O impacto destes corpos gera estruturas características que podem ser descritas como uma depressão circular com bordas proeminentes e leve soerguimento em sua parte central, podendo vir a ser identificadas através de imagens de satélites Fernandez et. al. (2013). Porém o registro destas estruturas em nosso planeta ainda é pequeno devido aos diversos processos de erosão, movimento de placas tectônicas e deposição de sedimentos, os quais fazem com que suas características morfológicas sejam alteradas, dificultando assim o seu reconhecimento (FERREIRA, 2017).

Grande parte destas estruturas foram identificadas em terrenos considerados geologicamente estáveis da América do Norte, Europa e Austrália Fernandez et al. (2013). No Brasil são registradas apenas seis estruturas de impacto. A baixa quantidade de identificações pode ser relacionada a menor quantidade de pesquisa e recursos empregados nesta área, além do território brasileiro ser composto por antigos terrenos cristalinos e bacias sedimentares que foram expostos a intensos processos erosivos que mascararam a presença destas crateras (FERREIRA, 2017).

Dentre estas estruturas identificadas no território nacional, encontra-se a de Vista Alegre, localizada no município de Coronel Vivida no Sudoeste do Estado do Paraná, a qual foi identificada por pesquisadores da Unicamp no ano de 2004 (FERNANDEZ et al., 2013).

A caracterização de tais estruturas envolvem questões de âmbito econômico, já que estas podem servir de depósitos de recursos minerais e de origens fósseis Kazuo-Vieira (2009).

A cratera de Vista Alegre possui uma característica em particular, já que nela consolidou-se uma importante área agrícola, setor que é amplamente difundido pela região (HUNSDORFER, 2017).

Caracterizar áreas a partir de dados morfométricos nos permite melhorar nossa compreensão acerca da potencialidade natural nelas presente, possibilitando a identificação de áreas de risco, impactos ambientais, interferência antrópica, gerando dados que possam auxiliar na tomada de decisão de projetos que façam uso dos recursos físicos presentes na região, fazendo com que sejam adotadas práticas de manejo mais adequadas (BENATTI et al., 2015).

Os modelos digitais de elevação (MDEs) veem sendo cada vez mais demandados em diversos estudos da área ambiental Chagas et al. (2010). As diferentes variáveis que podem ser obtidas a partir do uso de tais ferramentas, nos dão suporte e possibilidades de classificações multivariadas da paisagem, reduzindo assim a demanda de trabalho manual e a parcialidade que podem estar envolvidas nessas atividades (VALERIANO, CARVALHO JUNIOR, 2003).

No Brasil, a principal fonte para geração de tais modelos ainda são as curvas de nível e a rede hidrográficas oriundas de cartas topográficas geradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Porém tais cartas possuem escalas que não são adequadas para estudos que exigem um nível de detalhamento mais elevado, fazendo com que a utilização de Modelos Digitais de Elevação (MDEs), obtidos de sensores orbitais, se torne cada vez mais frequente, além de nos trazer diversas vantagens quando comparadas a outras fontes de dados como a ampla área de cobertura a nível mundial, melhor resolução, além do baixo custo de processamento (CHAGAS et al., 2010).

Os dados utilizados são gerados a partir de imagens de radar da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), lançada pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) no ano de 2000 tendo como objetivo a realização de levantamentos altimétricos da superfície terrestre com base em um sistema de radares. No Brasil essas informações são disponibilizadas pela Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e permite a elaboração de produtos cartográficos capazes de representar as diferentes formas de relevo presentes na área de estudo a partir de pontos contados, curvas de níveis, mapas hipsométricos e de clinografia, ou seja, de elevação e declividade respectivamente e um modelo digital do terreno (DIAS, 2015).

De acordo com Dias (2015) o uso do mapa hipsométrico possibilita a mensuração das diversas altitudes presentes no relevo e a possibilidade de representá-las em um plano. Enquanto mapas clinográficos representam a distribuição espacial dos diferentes graus de inclinação presentes na superfície, nos mostrando a diferença de altitude entre dois pontos no terreno. Por fim o modelo digital do terreno (MDT) proporciona uma melhor percepção das relações altimétricas da superfície a partir da personificação tridimensional da área de estudo, sendo gerado com base em modelos matemáticos computacionais de distribuição de um fenômeno espacial que ocorre em uma região da superfície terrestre. A combinação dos elementos citados nos permite a elaboração de um modelo digital de elevação.

A partir destes modelos podemos identificar a distribuição dos principais meios de alteração natural do relevo, como processos hidrológicos, erosivos e a radiação solar (VALERIANO, CARVALHO JUNIOR, 2003).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a influência do impacto de corpos celestes como promotores de alterações no relevo, interpretando sua atuação nas características morfométricas do relevo e a sua influência na aptidão agrícola dos solos na cratera, considerando seu interior, suas bordas e áreas adjacentes.

2.2 ESPECÍFICOS

Analisar a partir de Modelos Digitais de Elevação de 30 m, disponibilizados em 2014 pela NASA, as principais alterações no relevo proporcionadas pelo impacto do asteroide no distrito de Vista Alegre.

Elaborar o mapa de declividade da região da cratera de Vista Alegre e região no entorno, assim como os mapas de fluxo acumulado e direção de fluxo do interior da zona de impacto. Estudar as transformações do relevo sob uma perspectiva de aptidão agrícola das terras.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CRATERA DE VISTA ALEGRE-PR

Crateras meteoríticas representam um fenômeno geológico frequente ao longo da história geológica da Terra, sendo mais comum nos primórdios da formação do nosso planeta. Porém, tais eventos mostram-se pouco aparentes, o que pode ser explicado pela grande ocorrência de atividades na superfície terrestre, fazendo com que estas estruturas sejam gradativamente extintas, diferentemente do que ocorre em outros corpos celestes como a Lua, que possui sua superfície coberta por crateras devido à ausência destas ações modificadoras. Assim, tais ocorrências são raras na Terra, tendo-se conhecimento de cerca de 180 desses acontecimentos denominados também como astroblemas, termo utilizado para crateras em avançado estágio de erosão, representando praticamente a totalidade das crateras meteoríticas terrestres conhecidas (CRÓSTA, A.P. et al. 2011).

De acordo com Kazuo-Vieira (2009), são poucas as crateras encontradas no Brasil que corroboram com eventos de impacto, sendo elas o Domo de Araguinha entre os estados de Goiás e Mato Grosso, Serra da Cangalha no Tocantins, Riachão no Maranhão, Vargeão em Santa Catarina e Vista Alegre no estado do Paraná. Além destas Crosta et al. (2011) registra a existência de uma cratera em Cerro Jarau no Rio Grande do Sul e a presença de outro astroblema em Colonia – São Paulo que ainda necessita ter sua natureza comprovada.

A cratera de Vista Alegre localizada em Coronel Vivida – Paraná originou-se há cerca de 115 milhões de anos, período compreendido na Era Mesozoica correspondendo entre 252 e 66 de milhões de anos atrás. Durante esta fase, grande parte do sul brasileiro encontrava-se sob domínio de clima desértico, originando a região do Paleodeserto Botucatu. Durante este período, diversos eventos geológicos ocorreram no Sul do Brasil, sendo o principal deles a separação da América do Sul do continente Africano resultando em falhas tanto paralelas como transversais ao rifteamento em ambas as regiões gerando grandes derrames basálticos, também conhecidos como trapp da Bacia do Paraná cobrindo assim o deserto Botucatu. Tal processo intercalou porções de rochas areníticas com as

oriundas do basalto do derramamento possibilitando a visualização de cinco derrames distintos em suas bordas (HUNDSDORFER, 2017).

Sua evidenciação se deu a partir da observação de imagens orbitais de sensoriamento remoto, onde ficou perceptível uma anomalia geomorfológica de disposição circular com um diâmetro total de 9,5 km, que a campo evidenciou a presença de brechas de impacto e outras características típicas destes fenômenos Crosta, et. al. (2011). Segundo Fernandez et al. (2013) a cratera é circundada por serras que constituem sua borda, ocorrendo um desnível topográfico entre elas e o centro de aproximadamente 300 m. Estes limites são bem definidos em praticamente todo perímetro da cratera, porém, as bordas sul e sudoeste foram removidas pela ação erosiva do Rio Chopim. O mapeamento geológico do local apresentou três litotipos distintos, sendo eles, basaltos intactos e fraturados da Formação Serra Geral, brechas polimíticas de impacto e pacotes sedimentares subjacentes a Formação Serra Geral (FERREIRA, 2017).

Segundo Crosta et al. (2011) a morfologia encontrada na Cratera de Vista Alegre difere-se notavelmente da região de seu entorno, já que seu interior é uma área topograficamente rebaixada com colinas suaves e desníveis inferiores a 50 m, diferentemente de seus arredores que apresentam relevo irregular, com desníveis que podem chegar até a 200 m entre os topos e os vales.

A região é drenada pelo Rio Chopim que corta a cratera em seu extremo oeste. O restante da área é drenada por seus afluentes, os córregos Quieto e Lambedor, além do Mirim que é responsável pela drenagem ao norte da área. A saliência central do terreno atua como o divisor de águas entre as bacias Fernandez et al. (2013). O padrão de drenagem em seu interior é do tipo radial dendrítico e centrípeto, originando-se das escarpas das bordas internas ao interior e posteriormente seguindo a oeste, desaguando no Rio Chopim, já a área externa da cratera apresenta drenagem do tipo dendrítica (CRÓSTA, A.P. et al., 2011).

Conforme Fernandez et al. (2013) na região predomina o clima Cfb úmido de acordo com a classificação de Koppen, que refere-se ao clima temperado, com temperaturas médias inferiores as 18 °C no inverno e de 22 °C no verão, não possuindo estação seca definida.

A ocupação do solo na região resultou em uma destruição quase total da floresta ombrófila mista visando a utilização do terreno para a agricultura, a qual é consolidada e de grande importância para o município ocasionando também a construção do distrito de Vista Alegre localizado em seu interior (HUNDSDORFER, 2017).

3.2 USO DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO PARA ESTUDO DE PAISAGENS

Ao longo da história o homem sempre demonstrou interesse na observação da paisagem e as mais diversas formas que o relevo pode apresentar. Tal interesse está diretamente ligado ao seu estabelecimento e evolução. Dessa forma os mapas antecedem a escrita, devido à necessidade do homem em representar e estudar os eventos que transcorriam no ambiente que se localizavam. A partir disso podemos concluir que o interesse em compreender determinada área utilizando sua localização, distribuição e conformação dos fenômenos atuantes sobre ela está ligada aos primórdios da história humana. Além desse contexto histórico, atualmente a crescente preocupação se dá com eventos futuros, assim, buscamos prever a ocorrência de fenômenos e buscar os melhores métodos para que seja mantido o equilíbrio destes acontecimentos (MAGALHAES; RODRIGUES, 2010).

O levantamento de recursos naturais através de fotografias aéreas vem exercendo um papel de extrema importância, tendo as técnicas fotogramétricas como pioneiras na geração de modelos topográficos (fotorrestituição), interpretação e classificação de terrenos. Não alterando os princípios inicialmente abordados pelas técnicas pioneiras, foi possível substituir a fotorrestituição pelo estudo de representações digitais topográficas, normalmente na forma de Modelos Digitais de Elevação – MDE. Outro expoente foi a fotopedologia aplicada ao levantamento de solos Muñoz (2009). Este último segundo Correa et al. (2015) baseia-se na análise de elementos e padrões da superfície através de aerofotolevantamentos permitindo observar os limites e contatos dos solos presentes na área de estudo.

Um MDE pode ser caracterizado como a representação quantitativa digital da variação contínua do relevo sobre o espaço. Estes são um produto da SRTM, também denominada Missão Topográfica de Radar Transportado que possui sensores de visada vertical e lateral, capazes de apresentar altitudes representando o terreno em três dimensões espaciais, sendo elas latitude, longitude e altitude, simbolizadas por X, Y e Z (CARVALHO; BAYER, 2008).

O projeto Shuttle Radar Topography Mission ou SRTM, foi um projeto realizado pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) e a National Imagery and Mapping Agency (NIMA), ambas ligadas ao departamento de defesa dos Estados Unidos em conjunto com as agências europeias Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) e a Agenzia Spaziale Italiana (ASI). O sistema foi lançado no ano 2000 a bordo do Space Shuttle Endeavor a uma altitude de 223 km e com inclinação orbital de 57°, coletando dados durante os dias 11 e 22 de fevereiro. Durante esse período completaram-se 176 órbitas, sendo 159 aproveitadas na missão. O sistema projetado para a operação contava com dois *single-pass radar interferometer* para captura de dados interferométricos, correspondentes as bandas C e X, para obtenção do MDE da superfície terrestre entre as latitudes 60°N e 56°S. As informações da banda C foram processadas pelas NASA e cobrem uma área de 119 milhões de km², enquanto isso a DLR processou os dados da banda X, a qual cobriu uma área de 58 milhões de km², originando os SRTM-1 e SRTM-3 respectivamente (MUÑOZ, 2009).

Segundo Carvalho; Bayer (2008) os dados são processados de acordo com a NIMA, de modo que erros primários gerados no radar como *speckle* e *spike* sejam eliminados. Assim SRTM-1 gera modelos com *pixels* de 1 *arc-second*, correspondendo a aproximadamente 30 m de resolução e SRTM-2 gerando dados com *pixels* de 3 *arc-seconds* e 90 m de resolução, resultando em imagens cada dia mais utilizadas para estudos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos, entre outros, isso ocorre devido à possibilidade de observações tanto quantitativas como qualitativas do relevo, resultando na confecção de mapas hipsométricos, clinográficos e perfis topográficos.

3.3 INFLUÊNCIA DO RELEVO NAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO

Os solos de uma paisagem são fruto de uma história que inicia-se pela sua gênese e estende-se até o presente, resultado da atuação de elementos como o material de origem, clima, relevo, tempo e organismos, associados a outros fatores como adição, remoção, translocação e transformação. O relevo constitui em um fator fundamental para a evolução do solo, já que este influencia na quantidade de água vinculada ao solo, fazendo que as reações químicas sejam aceleradas, aumentando assim o intemperismo e promovendo o deslocamento de materiais em solução, formando assim diferentes tipos de solo, nas diversas condições impostas pelo relevo (GHIDIN et al., 2006).

O estudo das propriedades e características da relação solo-relevo possui fundamental importância para que boas práticas de manejo possam ser adotadas, visando uma maior sustentabilidade do meio ambiente e um aumento na capacidade produtiva de alimentos. Fatores-chaves como erosão, contaminação do lençol freático, baixos índices de produtividade, são processos que podem ser atenuados e até mesmo evitados a partir da utilização de ferramentas tecnológicas capazes de reduzir o desacordo entre o conhecimento tido sobre o solo e o manejo a ser adotado sobre ele (ARRUDA; DEMATTÊ; CHAGAS, 2013).

De acordo com Campos et al. (2008) as mudanças na forma do relevo tem papel crucial nos processos erosivos e na conformação dos solos em determinada área. Fatores que são ligados diretamente ao grau de declividade e a curvatura do terreno, porém, atividades antropofágicas e processos geomórficos, vem atuando diretamente na alteração da paisagem e conseqüentemente nos impactos causados pela erosão. Estes últimos podem ser definidos como cotas da superfície que possuem limites geográficos estabelecidos, sendo formados por um ou mais fatores, resultando em áreas deposicionais ou erosionais, ou até mesmo ambas. Assim espaços geomórficos mais velhos e estáveis tendem a ser encontrados em topos tendo influências deposicionais, enquanto ambientes mais novos encontram-se em áreas mais declivosas e variáveis, fruto de influências erosionais.

A erosão pode ser explicada como o processo de remoção e deslocamento de partículas do solo de um local a outro pela atuação de agentes erosivos como a água. Este processo pode ser dividido em duas partes considerando sua intensidade definindo-se então a erosão geológica, também chamada de natural que possui processo curso lento e contínuo, e a acelerada, onde são observados fatores antropogênicos atuando sobre ela. Na zona intertropical a atuação da água através das chuvas corresponde ao principal agente erosivo, a partir do impacto de pingos de chuva sobre o solo e o escoamento superficial (LIMA, 2003).

Segundo Bertol et al. (2007) a erosão ocasionada pela água no solo constitui no principal meio de deslocamento de nutrientes das lavouras, manifestando-se de forma diferente de acordo com a área aonde ela atua. A textura dos sedimentos transportados influencia diretamente na sua velocidade em que são deslocados e sedimentados no fluxo. Dessa forma, partículas menores como a argila e a matéria orgânica permanecem por maior tempo em suspensão no fluxo d'água, fazendo com que grandes quantidades de sedimentos, incluindo nutrientes, sejam translocados pela erosão hídrica.

O conhecimento das formas que compõe o relevo e atuam no escoamento da água é indispensável para que possamos compreender e dimensionar a erosão e a variação das características do solo, fatores que podem afetar diretamente a produtividade das culturas agrícolas. O entendimento da variação espacial das propriedades granulométricas é uma ferramenta indispensável para que possa ser aumentada a eficiência do uso de insumos e conseqüentemente a produtividade, reduzindo também os riscos de problemas ambientais. Outro aspecto a ser observado é a espessura do solo, que pode atuar na dinâmica da água e podendo ser afetada não somente pelos processos naturais de alteração do relevo, mas também por atividades agrícolas, ocorrendo assim variações ao longo do terreno. Ao associarmos os processos erosivos com as formas do relevo, temos informações relevantes para que em cada área o manejo seja realizado de forma específica e eficiente (SANCHEZ et al., 2009).

3.4 SOLOS DESENVOLVIDOS DE BASALTO

As lavas basálticas são oriundas do manto da Terra, a partir de fusão parcial, gerando líquidos que alçados através dos mantos astenosférico e litosférico, estabelecem-se em câmaras magmáticas localizadas no interior da crosta terrestre, até sua ascensão a superfície. O líquido gerado é resultado da atuação de diversos processos, incluindo o tipo de manto que ao ser fusionado originou determinada categoria de magma. Ao que tudo indica, o magma basáltico é fruto de mantos astenosféricos abaixo da litosfera (HARTMANN, 2014).

De acordo com Gonçalves; Carneiro (2007) a extrusão do magma pode ocorrer de duas formas, sendo elas, explosivas ou não-explosivas. A primeira é proporcionada por magmas com alto conteúdo de gases e de alta viscosidade, característica que pode ser encontrada em magmas andesíticos e riolíticos. Já as não-explosivas (derrames) são originadas por magmas com baixa concentração de gases e viscosidade, condição encontrada nos magmas basálticos.

Segundo Schiavon; Redondo; Yoshida (2007) o magma oriundo desses derrames é constituído principalmente por óxidos de silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, potássio e sódio, que ao ser resfriado e posteriormente solidificado, dá origem ao basalto, que é formado basicamente por silício, alumínio e ferro sob a forma de piroxênios, plagioclásios e magnetita.

A Bacia do Paraná contempla uma área de aproximadamente 1.400.000 km², abrangendo territórios do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, sendo uma vasta extensão de sedimentação paleozoica-mesozoica. O registro estratigráfico da bacia constitui-se sobretudo em cinco sucessões deposicionais ocorridas, entre os períodos Ordoviciano e Cretáceo, compreendidos entre 440 e 65 milhões de anos atrás. Os derrames basálticos ocorridos no começo do Cretáceo resultaram na ocultação dos preenchimentos sedimentares de características siliciclástico da Bacia do Paraná. Estes derrames são considerados um dos maiores eventos vulcânicos de caráter básico, registrando espessuras totais de até 2000 m de rocha basáltica da Formação Serra Geral sobre os sedimentos da Bacia do Paraná (REIS et al., 2014).

Segundo Hartmann (2014), o Grupo Serra Geral é responsável por uma área de 917.000 km² da porção sudeste da América do Sul. As rochas vulcânicas correspondem a 95% da formação e são caracterizadas por basalto, andesito basáltico e andesito, enquanto os outros 5% são representados por riolito e riolito.

A sequência de derrames basálticos ocorridos no Terceiro Planalto Paranaense, recebe o nome de Formação Serra Geral. Sua ocorrência no estado do Paraná é de aproximadamente 109.000 km², com espessuras que podem chegar a 1.500 m (MANASSES et al., 2011).

De acordo com Araújo et al. (2014), o material de origem possui grande relevância na formação do solo por ser a base sobre o qual os processos pedogenéticos como transformação, remoção, translocação e adição atuam acompanhados dos demais fatores formadores, direcionando o sistema para uma condição de equilíbrio particular para cada pedoambiente. Assim, em solos autóctones, desenvolvidos a partir da litologia a baixo deles, atributos como textura, mineralogia e complexo sortivo tendem a ter maior dependência do material de origem, do que de outros fatores. Porém, a influência da litologia em características químicas tende a diminuir com o tempo, principalmente em áreas de clima tropical úmido, aumentando assim a frequência de solos altamente intemperizados e homogêneos.

Segundo Vendrame et al. (2016), solos formados em ambientes de intensa intemperização química, sofrem dessilificação, processo de perda de sílica e também ferralitização resultando no aumento das concentrações de ferro e alumínio, além de apresentarem textura variando de argilosa a muito argilosa. De acordo com Araújo et al. (2014) estes solos são amplamente difundidos no território brasileiro, tendo como principal exemplo os Latossolos, que além da presença de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, ainda apresentam em sua composição caulinita e quartzo, fator influenciado pelo clima quente e úmido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Coronel Vivida no sudoeste do estado do Paraná nas coordenadas 25°52'30"S e 52°37'30"W.

A cratera é popularmente conhecida como Cratera de Vista Alegre. Trata-se de uma cratera de impacto formada a cerca de 115 milhões de anos com cerca de 9,5 km de diâmetro, apresentando relevo suave com formas colineares em sua parte interna e bordas escarpadas com afloramentos de basalto.

4.1 PROCESSAMENTO DOS MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO

No presente estudo, serão utilizados os Modelos Digitais de Elevação com resolução espacial de 30 m, geradas pela NASA e disponibilizadas recentemente pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S.G.S. – United States of Geological Survey). As imagens utilizadas foram tanto da região da cratera, quanto de regiões adjacentes, para proporcionar uma comparação entre elas.

Os dados obtidos tiveram seu processamento feito no software QGIS, onde originaram-se mapas de declividade, fluxo acumulado e direção de fluxo.

4.2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS

Foram selecionados seis perfis representativos em locais pré-definidos nas imagens. Cada perfil de solo selecionado foi descrito e deles retiradas amostras de cada um dos seus horizontes, totalizando assim quinze coletas de solo, segundo metodologia sugerida por (SANTOS et al., 2013).

4.3 ANÁLISES QUÍMICAS

As quinze amostras coletadas a campo foram enviadas ao laboratório de solos da UTFPR – Campus Pato Branco, onde realizou-se sua secagem em estufa, destorroamento e passagem em peneira de 100 mesh.

As análises químicas ocorreram de acordo com (RAIJ et al., 1987) e (EMBRAPA, 1997) no laboratório de química do solo da UTFPR – Campus Pato Branco. Aonde determinaram-se o: pH em CaCl_2 , e pH SMP; a matéria orgânica pelo método colorimétrico; o fósforo analisado pelo Mehlich-1; os cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , e Al^{3+}) extraídos por $\text{KCl } 1 \text{ mol.L}^{-1}$; acidez potencial (H+Al) analisada pelo método do tampão SMP.

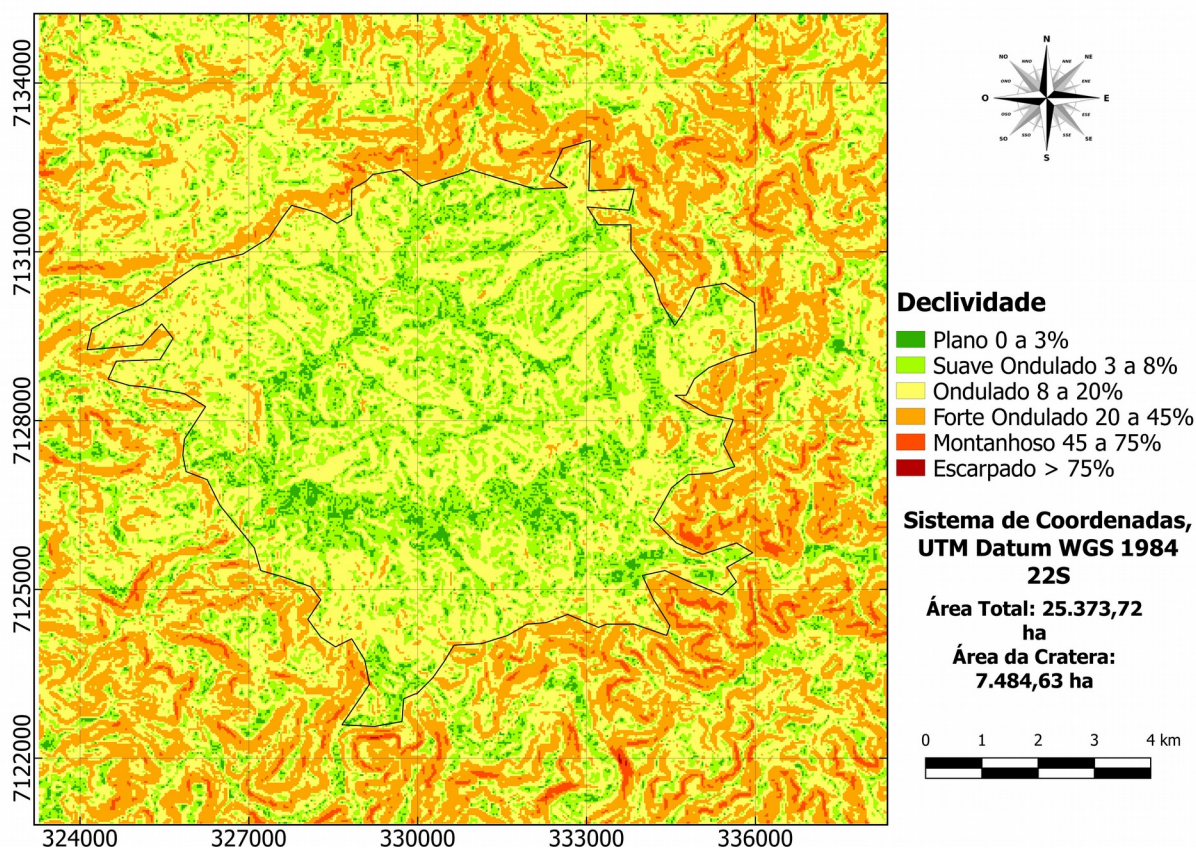
A partir destes resultados obteve-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions total (T), a saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA

Dos 878,5 ha da área de estudo classificada como de relevo plano (0 a 3,0% de declividade) (Figura 1), 531,8 ha, cerca de 60,5%, foram observados na parte interna da cratera, sendo os outros 39,5 % ou 346,7 ha ocorreram na parte externa da cratera. Considerando que áreas de relevo plano não apresentam limitação em termos de mecanização e são mais resistentes a processos erosivos, podemos considerar que, sob o ponto de vista agrícola, o impacto do asteroide contribuiu positivamente com a região.

Figura 1 – Mapa de Declividade, cratera de Vista Alegre – PR.



Em relação a área com relevo suave ondulado (3 a 8% de declividade) (Figura 1), foi observado que dos 4.434,1 ha incluídos nesta classe, cerca de 56,4 % ou seja 2.270,4 ha estiveram dentro da cratera, enquanto 43,4% (2.083,7 ha) (Tabela 1) estiveram na área externa, corroborando os resultados para as áreas com

relevo plano que sugere que, sob o ponto de vista agrícola, o impacto do asteroide foi benéfico para a região. É importante destacar que, áreas com relevo suave ondulado (3 a 8% de declividade) apresenta limitação moderada em termos de manejo do solo e maquinário.

Tabela 1 — Cálculo das áreas de declividade e suas contribuições no relevo.

| Relevo | Região da Cratera | Região Adjacente | Região da cratera | Região Adjacente |
|----------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | (ha) | (ha) | (%) | (%) |
| Plano | 531,8 | 346,7 | 60,5 | 39,5 |
| Suave Ondulado | 2.270,4 | 2.083,7 | 56,6 | 43,4 |
| Ondulado | 4049,10 | 8722,27 | 31,7 | 68,3 |
| Forte Ondulado | 183,06 | 6251,83 | 2,8 | 97,2 |
| Montanhoso | 0,18 | 482,41 | 0,00071 | 100 |
| Escarpado | 0 | 2,19 | 0,0 | 100 |
| Total | 7.484,63 | 17889,09 | | |

As áreas de relevo ondulado (8 a 20% de declividade) (Figura 1) , observou-se que dos 12.771,37 ha contidos nesta classe, em torno de 31,7% (4049,10 ha) encontram-se no interior da cratera, ao passo que 68,3% (8.722,27 ha) (Tabela 1) localizam-se na área externa, mostrando ainda que atuação do impacto continua agindo de forma positiva para a aptidão agrícola da região, porém já sem causar grandes distinções com os locais externos (FILHO, et al. 2007).

Com relação aos locais de relevo forte ondulado (20 a 45% de declividade) (Figura 1), é verificado que dos 6434,89 ha inclusos nesta classe, cerca de 2,8% (183,06 ha) estão localizados dentro da cratera, ao passo que 97,2% (6251,83 ha) (Tabela 1) estão situados na área externa, mostrando que o impacto do asteroide foi favorável ao desenvolvimento da agricultura no interior da cratera, já que em relevos com tais características o manejo do solo e a mecanização tornam-se quase que impraticáveis (FILHO, et al. 2007).

O relevo montanhoso (45 a 75% de declividade) totaliza 482,59 ha, sendo que no interior da cratera é responsável por 0,18 ha o que não caracteriza nenhuma influência (0%) no relevo do local. Já na área externa este é responsável por 482,41 ha (100%), o que faz com que estas regiões sejam inaptas a agricultura.

Por fim relevos escarpados (>75% de declividade) correspondendo a 2,19 ha são encontrados em sua totalidade nas regiões adjacentes a cratera impossibilitando qualquer tipo de prática agrícola (FILHO, et al. 2007).

Segundo Filho et al. (2007), correspondem a áreas favoráveis a produção agrícola aquelas que apresentam declividades suaves já que são compostas por solos agricultáveis como profundidade e permeabilidades adequadas, propiciando um bom desenvolvimento radicular, sendo encontrados nessas regiões Latossolos e Cambissolos. Já áreas consideradas planas incluem terrenos de maior umidade e normalmente margeando canais de drenagem, são locais aonde devido a pequena inclinação do relevo deve-se ter cautela quando ao seu encharcamento e contaminação de corpos d'água com resíduos de agroquímicos.

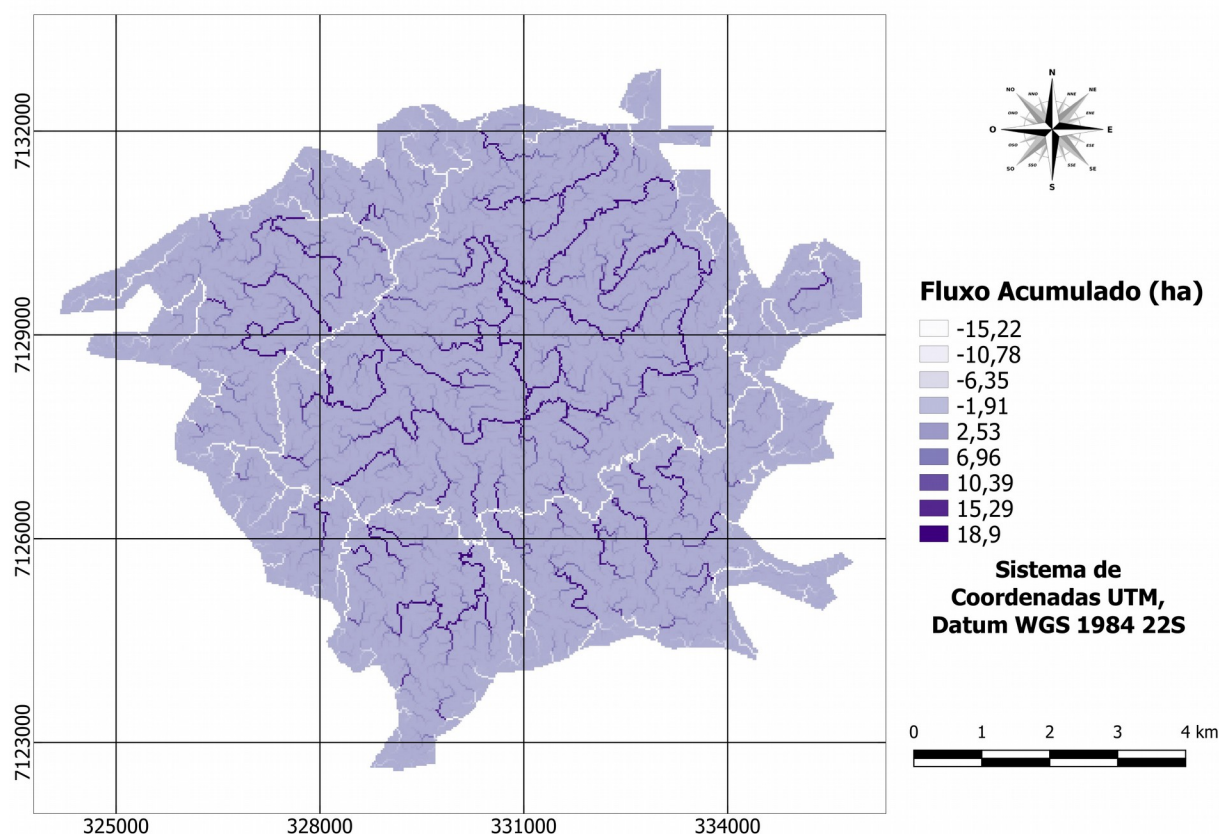
5.2 REDE DE DRENAGEM

O fluxo acumulado é um parâmetro que mostra o nível de confluência do escoamento, representando a rede hidrográfica do local, onde cada pixel recebe um valor de acordo com o número de pixels que contribuem para que água o alcance, além disso, nos mostra atributos como a conexão com divisores de água a montante e a curvatura horizontal aonde são observadas a confluência e divergência das linhas de fluxo (SOBRINHO et al., 2010).

No primeiro caso (Figura 2) conseguimos identificar que a região central é onde ocorre o maior conversão de áreas (pixels) para determinado ponto fazendo com que a água tenha um maior acúmulo em certo local. Entretanto a região central da cratera apresenta um fluxo de direção indeterminada isso sugere que a drenagem no local exibe uma conformação "caótica", que de acordo com Ramirez (2014), retrata uma disposição discordante e descontínua levantando um arranjo desordenado, demonstrando que a região foi impactada por uma alta energia

que interrompeu sua continuidade. Mesmo que tal evento tenha ocorrido a mais de 100 milhões de anos, observa-se que os processos hidrológicos não conseguiram esculpir o relevo suficientemente de forma que a área da cratera apresentasse a mesma configuração de áreas adjacentes que são do tipo dendrítica. Este arranjo de acordo com Zanata (2011), assemelha-se a estrutura de uma árvore.

Figura 2 – Mapa de fluxo acumulado, cratera de Vista Alegre – PR.

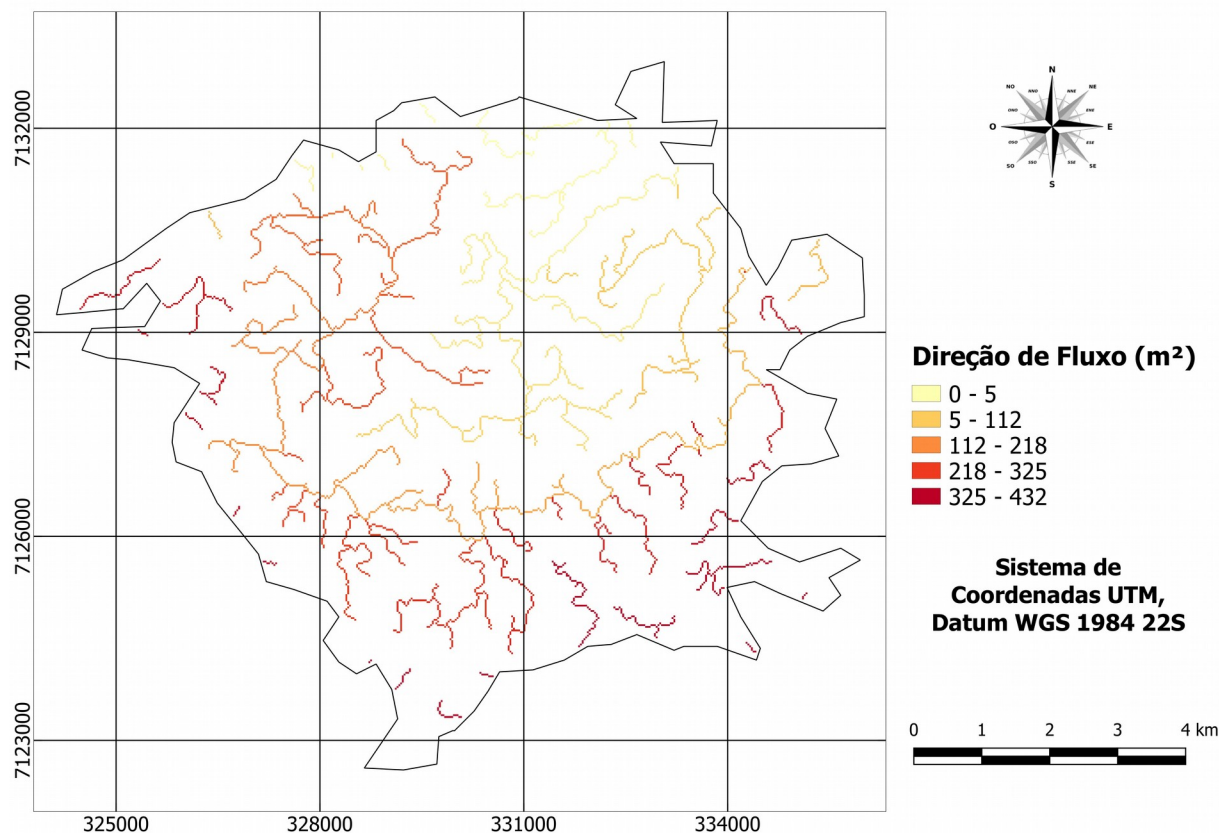


É importante destacar que áreas identificadas com números negativos (Figura 2) são áreas que, por serem planas, o software não consegue definir a real direção do fluxo de água. Entretanto, é possível observar que o predomínio de áreas com tais características são coincidentes com os córregos de dentro da cratera.

Já o mapa de direção de fluxo (Figura 3) nos mostra a tendência de movimento da água na superfície do local até que ocorra a formação de um canal de drenagem, ou seja, uma área que drena uma faixa entre 325 e 432 m², tende a ter uma vazão consideravelmente maior do que uma área que drena uma faixa entre 0 e 5 m², considerando que a taxa de infiltração de água no solo seja semelhantes em toda a área. Neste caso, as regiões mais externas tendem a apresentar drenagens

com maior volume de água do que as áreas mais centrais, o que pode ser explicado pelo leve soerguimento deste local em relação as demais localidades dentro da cratera.

Figura 3 – Mapa de direção de fluxo, cratera de Vista Alegre – PR.



A direção de fluxo estabelece a relações hidrológicas entre diferentes pontos dentro de uma bacia hidrográfica, sendo necessária uma continuidade topológica para que ocorra uma drenagem funcional no local (SOBRINHO et al., 2010).

5.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DOS SOLOS

Em todos os perfis analisados ocorreram predominantemente cores avermelhadas. Em geral, os perfis apresentaram cores no matiz 2,5 YR em todos os horizontes, com exceção do perfil 3 onde ocorreu o predomínio de cores no matiz 10R. Outras exceções podem ser encontradas no perfil 1 com a presença no horizonte C de uma coloração GLEY e no perfil 6 onde o horizonte A apresenta

coloração 10R. A coloração vermelha do solo esta relacionada ao material de origem encontrado nos solos da região, já que estes são desenvolvidos a partir do basalto e apresentam elevados teores de óxidos de ferro.

O perfil 1, classificado como NEOSSOLOS REOGLÍTICOS Eutróficos típicos são encontrados fragmentos de rocha em grande quantidade, mostrando que o solo do local apresenta um menor desenvolvimento quando relacionado aos outros perfis analisados, diferentemente do que é citado em literaturas aonde as regiões de topo de morros tendem a apresentar Latossolos .

Em relação ao teor de argila, de maneira geral, todos os solos apresentam características semelhantes, sendo muito argilosos, mas com estrutura variando de muito pequena e granular, a blocos pequenos e médios; a consistência macia quando secos, friáveis quando úmidos e muito plástico e muito pegajoso quando molhado, o que evidencia o elevado potencial agrícola dos solos. As transições entre os horizontes foram, em geral, clara e gradual e a porosidade varia desde muito pequena a média.

O perfil 2, classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico também apresentou textura muito argilosa; estrutura forte e muito pequena; muito friável, muito plástico e muito pegajoso, evidenciando a forte influência do basalto na textura e as boas características agrícolas em relação a consistência do solo. Os Nitossolos são uma classe definida por um horizonte B com bom desenvolvimento e presença de cerosidade (SiBCS, 2018).

O perfil 3 foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, com textura muito argilosa, estrutura variando de muito pequena e granular, muito plástico e muito pegajoso. Tais características contribuem para uma área de grande aptidão agrícola.

Segundo Sibcs (2018), os latossolos são fortemente intemperizados e evoluídos com praticamente nenhuma presença de materiais primários ou secundários que são mais suscetíveis ao intemperismo, em geral apresentam boa drenagem e são profundos, com suas transições ocorrendo de forma difusas ou graduais.

No perfil 4 foi observado um CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, o que pode ser explicado pelo local estar situado no centro da cratera que apresenta-

se como uma área de várzea. Outro fator encontrado neste perfil é a presença de erosão superficial mesmo se tratando de um relevo plano. Conforme o Sibcs (2018), são solos que apresentam grande heterogeneidade do material de origem, relevo e clima, fazendo com que suas características sejam muito variáveis, assim são solos que podem apresentar-se com boas condições de drenagem ou não, rasos ou profundos e de cores variando desde brunas a vermelhas escuras, com alta ou baixa saturação por bases.

O perfil 5 apresenta novamente o LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico bem desenvolvido, o que o diferencia do perfil 3 são suas transições nos horizontes BA e B, ocorrendo de forma plana e difusa. Isso pode ser explicado pelo fato da região encontrar-se em uma área de relevo mais suave.

O perfil 6 é onde localiza-se o ponto de impacto região da cratera sendo caracterizado pela presença de saprólitos, ou seja, ocorre a transição entre solo e rocha e mostra-se um terreno pouco afetado por processos transformadores, fazendo com que sejam encontradas muitas características da rocha matriz. Sendo assim caracterizado como um Neossolo Regolítico Eutrófico típico.

Os solos encontrados em uma região refletem a interação de diversos fatores como o material de origem, clima e relevo que combinados geram alterações morfológicas, químicas e mineralógicas no local. O relevo atua como um promotor de alteração devido à dinâmica da água atuando sobre ele e suas sequências topográficas, assim, solos de locais mais declivosos tendem a ser menos intemperizados do que os de regiões mais altas Ghidin et al. (2006). Porém isso não é identificado na área da cratera, que de acordo com Crosta et al. (2011) os locais escarpados da borda mostram diversas exposições dos derrames basálticos, diferentemente da superfície central na qual é pouco comum a presença de afloramentos rochosos.

A figura 4 mostra os locais onde foram descritos os perfis de solo e as respectivas amostragens para análises químicas.

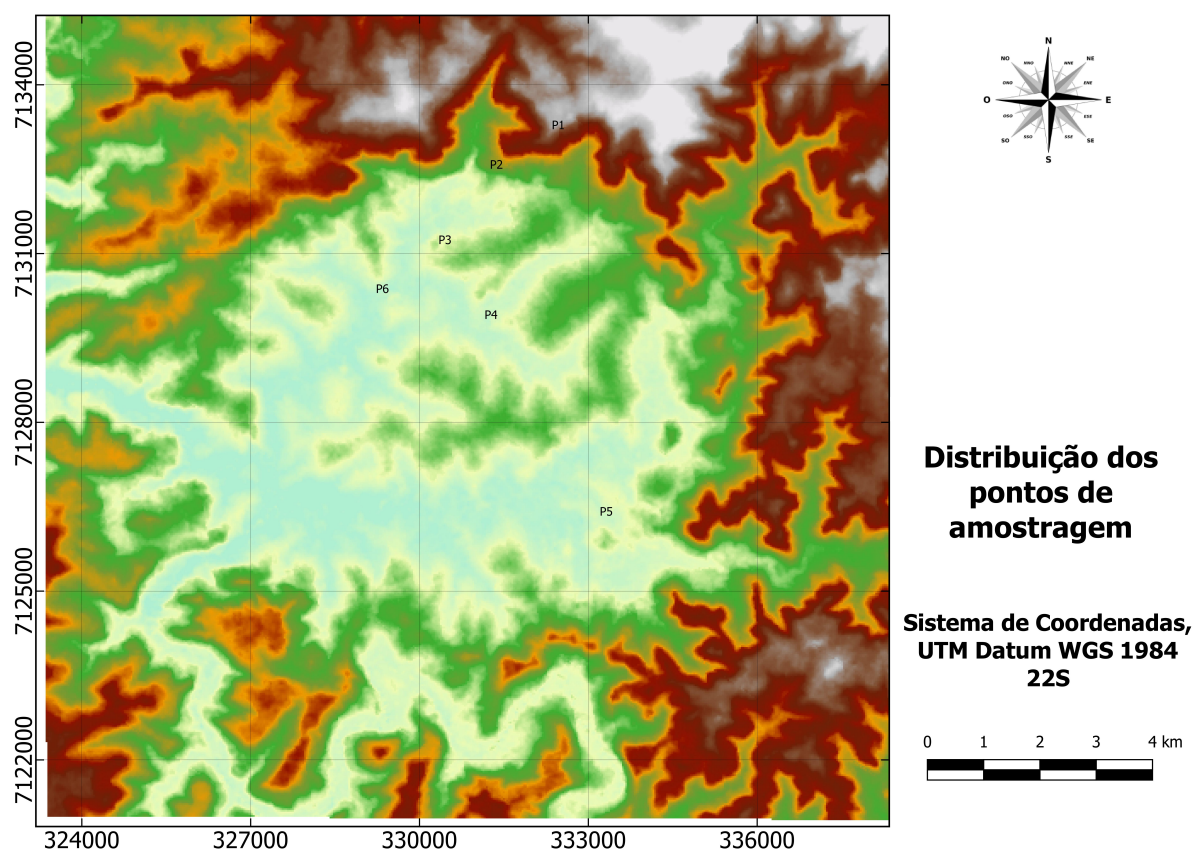
No trabalho realizado os horizontes A encontrados nos perfis são os que apresentam os valores mais altos de MO segundo o Sibcs/Nepar (2017), encontram-se nas faixas de interpretação de médio a muito alto, fator que pode ser explicado pela adoção do plantio direto nas áreas da cratera.

Tabela 2 — Perfis e horizontes de solos da Cratera de Vista Alegre – PR.

| Hzt | Prof. (cm) | Cor (úmido) | Textura | Estrutura | Consistência | | | Transição | Poros |
|---|---------------|--------------|---------|-----------|--------------|-------|---------|-----------|-------|
| | | | | | Seca | Úmida | Molhada | | |
| P1 – NEOSSOLO REGOLÍTICO EUTRÓFICO típico – 0332351 E; 7133201 W. Alt- 729m. | | | | | | | | | |
| A | 0-20 | 2,5 YR 2,5/4 | MA | 2 Mp/G | M | F | Mp/Mpj | C | Mp/M |
| AC | 20-35 | 2,5 YR 2,5/4 | A | 1 Mp/G | M | F | Pl/Pj | C | Mp/M |
| C | 35-45 | GLE Y 6/5G | A | 1 Mp/G | M | F | Pl/Pj | C | Mp/M |
| R | 45+ | - | | | | F | | C | |
| Obs: Fragmentos de rocha frequentes no Hzt A; Hzt AC com presença de raízes finas e médias; Hzt C material alterado de basalto, com mosqueados frequentes; Regolito. | | | | | | | | | |
| P2 – NITOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO típico - 0331252 E; 7132498 W; Alt- 551m. | | | | | | | | | |
| A1 | 0-22 | 2,5 YR 2,5/3 | MA | 3 Mp/G | M | F | Mp/Mpj | C | PM |
| A2 | 22-70 | 2,5 YR ¾ | MA | 3 Mp/G | M | F | Mp/Mpj | C | PM |
| BC | 70-150 | 2,5 YR 3/3 | MA | 3 Mp/G/Pr | Ld | F | Mp/Mpj | G | PM |
| Obs: Área de terço inferior de meia encosta com presença de eucaliptos; relevo ondulado; basalto; não rochosa e pedregosidade ligeira; Hzt BC com presença de cerosidade comum e abundante. | | | | | | | | | |
| P3 – LATOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO típico – 0330338 E; 7131159 W. Alt - 496m | | | | | | | | | |
| A | 0-20 | 10R 3/3 | MA | Mp/G | Ld | F | Mp/Mpj | G | PM |
| AB | 20-40 | 10R 3/3 | MA | Mp/G | M | F | Mp/Mpj | G | PM |
| BA | 40-80 | 10R ¾ | MA | Mp/G | M | F | Mp/Mpj | G | PM |
| Bw | 80> | 10R ¾ | MA | Mp/G | M | F | Mp/Mpj | G | PM |
| Obs: área de lavoura; Hzt A bem drenado, porém com presença de ligeira erosão laminar. | | | | | | | | | |
| P4 – CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos – 0331156 E; 7129828 W. Alt- 479m. | | | | | | | | | |
| A1 | 0-50 | 2,5 YR 3/3 | MA | Mp/M/G | M | F | Mp/Mpj | P/G | PM |
| Ab | 50-100 | 2,5 YR 3/2 | MA | 3 P/M/G | M | F | Mp/Mpj | P/G | PM |
| Obs: área de várzea com presença de bambu; Hzt A com sinais de erosão, observando-se a presença de raízes de finas a grossas; relevo plano; basalto; área de lavoura ao lado. | | | | | | | | | |
| P5 – LATOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO típico – 0333203 E; 7126332 W. Alt- 478m. | | | | | | | | | |
| A | 0-12 | 2,5 YR ¾ | MA | B/P/M | D | F | Mp/Mpj | C | PM |
| AB | 12-60 | 2,5 YR 3/3 | MA | B/P | M | MF | Mp/Mpj | G | PM |
| BA | 60-110 | 2,5 YR 3/3 | MA | Mp/B/G | M | MF | Mp/Mpj | P/D | PM |
| B | 110+ | 2,5 YR 2,5/3 | MA | Mp/B/G | M | MF | Mp/Mpj | P/D | PM |
| Obs: relevo suave; basalto; terço inferior da meia-encosta. | | | | | | | | | |
| P6 – PONTO DE ENTRADA DA CRATERA/ NEOSSOLO REGOLÍTICO EUTRÓFICO típico – 0329226 E; 7130290 W. Alt- 436m. | | | | | | | | | |
| A | 0-12 | 2,5 YR 3/3 | A | 2 B/G | M | MF | Pl/Pj | G | PM |
| AC | 12-50 | 2,5 YR 3/3 | A | L | M | MF | Pl/Pj | G | PM |
| R | 50+ | 2,5 YR 3/3 | A | L | M | MF | | G | |
| Obs: Hzt A com presença frequente de saprolitos e mosqueados; Hzt AC de basalto com estrutura laminar e sinais de deformação | | | | | | | | | |

Estrutura: 1- fraca; 2- moderada; 3- forte; B- blocos; Pr- prismática; L- laminar; M- média; Mp- muito pequena P- pequena; G- granular. **Textura:** A- argila; MA- muito argilosa. **Consistência:** M- macia; Ld- ligeiramente dura; F- friável; MF- muito friável; Mp- muito plástica; Mpj- muito pegajosa; Pl- plástica; Pj- pegajosa. **Transição:** C- clara; G- gradual; D-difusa; P-plana. **Poros:** P-pequenos; M- médios; Mp- muito pequenos.

Figura 4 – Pontos de amostragem, cratera de Vista Alegre – PR.



O pH analisado em todos os perfis variou de 4,6 a 5,9 que são considerados valores de médio a muito alto, sendo que os valores recomendados pelo Scbs/Nepar (2017) para que se atinja as máximas produtividades estejam na faixa de 5 a 5,0. Tais valores podem ser explicados pelo fato da alta atividade agrícola no local, fazendo com que ocorra um grande uso de corretivos de solo como o gesso e principalmente o calcário.

Na análise dos sete perfis de acordo com Sbc/Nepar (2017) é observado que os níveis de Al encontram-se com valores muito baixos e baixos (Tabela 3). Isso está relacionado diretamente com uso intensivo de corretivos de solo que proporcionam uma elevação no pH, bem como a redução e neutralização dos níveis de Al no solo, aumentando assim a capacidade de desenvolvimento radicular nestas áreas. Segundo Miguel et al. (2010), a solubilidade deste é intensificada com valores de pH abaixo de 5,5 e superior a 7,5 resultando e situações de toxidez iônica, fato que é solucionado com a utilização de calcário para as regiões mais superficiais do solo já que é um produto de baixa solubilidade e para

as camadas subsuperficiais é recomendada a adoção do gesso agrícola de maior solubilidade e que atua apenas neutralizando os níveis de alumínio no solo.

Em relação a saturação por alumínio (m%) em praticamente todos os perfis seus valores encontram-se na faixa do muito baixo S_{bcs}/Nepar (2017). Isso mostra que a CTC do solo recebe pouca ou nenhuma participação do Al em seus espaços. Entretanto alguns horizontes apresentam níveis elevados deste fator, com valores de 12,5 % e 43,50%, indicando uma grande influência do elemento na CTC do solo nestas camadas mais profundas como BA e Bw. Para que esse problema fosse solucionado seria indicado a utilização do gesso agrícola.

Tabela 3 – Resultado das análises químicas.

| Horizonte | MO g/dm ³ | pH CaCl ² | SMP | P mg.dm ⁻³ | Al | H+Al | Ca | Mg | K | SB | V % | M |
|--|-------------------------|-------------------------|------|--------------------------|------|------|-------|------|------|-------|--------|-------|
| | | | | | | | | | | | | |
| P1 – NEOSSOLO REGOLÍTICO EUTRÓFICO típico – 0332351 E; 7133201 W. Alt- 729m. | | | | | | | | | | | | |
| A | 42,89 | 5,90 | 6,50 | 71,51 | 0,00 | 3,42 | 14,90 | 3,70 | 0,93 | 19,53 | 85,10 | 0,00 |
| P2 --NITOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO típico - 0331252 E; 7132498 W; Alt- 551m. | | | | | | | | | | | | |
| A | 24,12 | 4,70 | 6,10 | 0,10 | 0,15 | 4,61 | 4,70 | 1,40 | 0,13 | 6,23 | 57,47 | 2,35 |
| A2 | 20,10 | 4,90 | 6,10 | 1,26 | 0,05 | 4,61 | 5,10 | 2,00 | 0,15 | 7,25 | 61,13 | 0,68 |
| Bt | 10,72 | 5,30 | 6,30 | 1,26 | 0,00 | 3,97 | 5,90 | 2,70 | 0,05 | 6,65 | 68,54 | 0,00 |
| P3 – LATOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO típico – 0330338 E; 7131159 W. Alt - 496m | | | | | | | | | | | | |
| A | 37,53 | 5,70 | 6,50 | 33,36 | 0,00 | 3,42 | 6,30 | 1,60 | 0,35 | 8,25 | 70,69 | 0,00 |
| AB | 20,10 | 4,80 | 6,10 | 3,61 | 0,07 | 4,61 | 2,50 | 0,70 | 0,18 | 3,38 | 42,30 | 2,03 |
| BA | 5,36 | 4,60 | 6,10 | 0,10 | 0,25 | 4,61 | 0,90 | 0,60 | 0,25 | 1,75 | 27,52 | 12,50 |
| Bw | 9,38 | 4,70 | 6,00 | 1,26 | 0,15 | 4,96 | 1,20 | 0,70 | 0,15 | 2,05 | 29,24 | 6,82 |
| P4 – CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos – 0331156 E; 7129828 W. Alt- 479m. | | | | | | | | | | | | |
| A | 33,51 | 4,90 | 6,10 | 2,43 | 0,05 | 4,61 | 3,70 | 3,20 | 0,08 | 6,98 | 60,22 | 0,71 |
| A2 | 24,12 | 5,40 | 6,50 | 1,26 | 0,00 | 3,42 | 4,60 | 2,20 | 0,05 | 6,85 | 66,70 | 0,00 |
| P5 – LATOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO típico – 0333203 E; 7126332 W. Alt- 478m. | | | | | | | | | | | | |
| A | 48,25 | 5,90 | 6,60 | 9,73 | 0,00 | 3,18 | 6,10 | 3,80 | 0,43 | 10,33 | 76,46 | 0,00 |
| AB | 21,44 | 5,40 | 6,50 | 0,10 | 0,00 | 3,42 | 3,00 | 2,00 | 0,10 | 5,10 | 59,86 | 0,00 |
| BA | 12,06 | 4,60 | 6,00 | 0,10 | 0,23 | 4,96 | 1,20 | 1,70 | 0,08 | 2,98 | 37,53 | 7,17 |
| Bw | 16,08 | 4,30 | 5,80 | 1,26 | 0,77 | 5,76 | 0,30 | 0,60 | 0,10 | 1,00 | 14,79 | 43,50 |
| P6 – PONTO DE ENTRADA DA CRATERA/ NEOSSOLO REGOLÍTICO EUTRÓFICO típico – 0329226 E; 7130290 W. Alt- 4 | | | | | | | | | | | | |
| A | 18,76 | 5,00 | 6,30 | 4,81 | 0,00 | 3,97 | 1,50 | 0,40 | 0,25 | 2,15 | 35,13 | 0,00 |

A acidez potencial apresentou valores considerados médios de acordo com Potafos (1998) variando entre 2,5 a 4,96 cmolc/dm^3 (Tabela 3), ocorrendo apenas uma exceção com o horizonte Bw do quinto perfil aonde é observado o valor de 5,76 cmolc/dm^3 o que é considerado alto. Esses valores podem ser explicados pela MO orgânica em níveis elevados o que favorece a liberação de H^+ no solo.

A saturação por bases (V%) possui um papel revelador quanto a fertilidade do solo, sendo utilizada como nomenclatura destes. Assim solos com V% acima de 50% são denominados eutróficos (férteis) e valores menores que 50% são caracterizados como distróficos (baixa fertilidade), assim a maioria das culturas responderam positivamente quando posicionadas em solos com V% entre 50 e 80% Ronquim (2010). Ao observarmos a (Tabela 3) identificamos que a grande maioria dos perfis em seus horizontes superficiais apresentam V% variando entre médio e muito alto de acordo com SbcS/Nepar (2017), porém ocorrendo uma redução dos valores em alguns horizontes mais subsuperficiais como nos perfis 3 e 5, resultando em uma fertilidade reduzida nestas camadas.

Em relação a Soma de Bases (SB) a qual é resultado da soma de cálcio, magnésio e potássio em suas formas trocáveis, indica o número de cargas negativas dos coloides ocupadas por bases). E as encontradas nas análises situam-se entre 1,00 e 19,53 cmolc/dm^3 (Tabela 2) valores considerados entre baixo e alto (RONQUIM, 2010).

Os teores de P obtidos apresentam variação que vai de 0,10 a 71,51 mg/dm^3 , ou seja, estão entre níveis muito baixos a valores não recomendados segundo SbcS/Nepar (2017). O valor mais alto encontrado situa-se no perfil 1 (Tabela 3), que é um solo moderadamente intemperizado. Os elevados teores deste elemento neste perfil podem estar associado a presença deste nutriente em sua forma orgânica ou mineral fracamente adsorvidas aos minerais secundários, diferentemente do que ocorre nos demais solos aonde as formas predominantes são inorgânicas ligadas a fração mineral o que dificulta a sua mobilidade para as camadas inferiores do solo (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

Os teores de potássio encontram-se todos em valores que variam desde baixo até muito alto (Tabela 3) SbcS/Nepar (2017). Em áreas onde ocorra a adoção do sistema de plantio direto vem sendo observada um acúmulo do nutriente

nas camadas mais superficiais do solo devido a aplicação anual de fertilizantes fosfatados, que disponibiliza fósforo orgânico a partir da degradação dos resíduos vegetais presentes na superfície, diminuindo o contato deste com componentes inorgânicos de alta fixação de P como óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio que auxiliam na sua lixiviação Pereira (2009). Já os menores teores de potássio normalmente encontram-se ligados as perdas por lixiviação por ser um elemento mais solúvel (POTAFOS, 1998).

A avaliação da fertilidade é fundamental para que possamos fazer adoção do manejo mais adequado para que ocorra a manutenção ou recuperação da produtividade do solo do local (RONQUIM, 2008).

6 CONCLUSÕES

Os Mapas de Elevação Digital são uma importante ferramenta para modelagem de superfícies, promovendo uma caracterização detalhada da região de interesse, fornecendo informações que nos auxiliam na tomada de decisão. O relevo da região da cratera é totalmente distinto das áreas encontradas ao seu redor, ocorrendo no local um maior predomínio de superfícies planas e suave onduladas em seu interior, fazendo com que o local seja um importante polo agrícola, já que tais características favoreçam o manejo do solo, que ao observarmos os resultados obtidos com a descrição de perfis e análises químicas, que em grande parte da área os solos são bem desenvolvidos e apresentam boas condições de fertilidade.

O impacto do asteroide atuou de forma positiva na modelagem da superfície da cratera, fazendo com que ocorresse um maior desenvolvimento de áreas de declividade plana e suave ondulada, qualidades que são buscadas para um melhor desenvolvimento da agricultura. Outro fator influenciado pelo impacto é a rede de drenagem da região, que tende a ter um maior acúmulo de água em seu centro, enquanto nas suas áreas mais periféricas ocorre uma maior formação de canais com fluxos de água mais elevados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho foi possível observar que, a tecnologia é uma importante ferramenta para o estudo de áreas, para que seja possível uma melhor compreensão local de estudo. Esse conhecimento é fundamental para tomadas de decisões que implicaram diretamente no manejo e melhor otimização de recursos, visando tanto a produtividade como uma melhor interação com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 46–57, fev. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000100005&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 18 nov. 2018.

ARAUJO, M. A.; PEDROSO, A. V.; AMARAL, D. C.; ZINN, Y. L. Paragênese mineral de solos desenvolvidos de diferentes litologias na região sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 11–25, dez. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000601513&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 6 maio. 2018.

ARRUDA, G. P. de; DEMATTÊ, J. A. M.; CHAGAS, C. da S. Mapeamento digital de solos por redes neurais artificiais com base na relação solo-paisagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 327–338, abr. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832013000200004&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 3 maio. 2018.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 781–792, ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000400018&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 4 maio. 2018.

CALDERANO FILHO, B.; GUERRA, A. J. T.; PALMIERI (IN MEMORIAN), F.; ARGENTO, M. S. F.; CORREIA, J. R.; RAMALHO FILHO, A. Aptidão agroecológica de terras: Proposta de avaliação em paisagens rurais montanhosas ocupadas por pequenos agricultores na Serra do Mar. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 24, n. 1, p. 39–75, 2007. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/viewFile/8638/4830>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M. de; BARBIERI, D. M. Variação espacial da perda de solo por erosão em diferentes superfícies geomórficas. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2485–2492, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n9/a11v38n9.pdf>> %5Cn<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782008000900011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 4 maio. 2018.

CARVALHO, T. M.; BAYER, M. Utilização dos produtos da “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 1, p. 35–41, 2008. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/99>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

CHAGAS, C. S.; FERNANDES FILHO, E. I.; ROCHA, M. F.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; SOUZA NETO, N. C. Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 218–226, fev. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000200014&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 23 mar. 2018.

CORRÊA, E. A.; MORAES, I. C.; PEREIRA, L. H.; PINTO, S. dos A. F. Fotopedologia e sistemas de informação geográfica integrados na caracterização e mapeamento de solos. **Botetim de Geografia**, v. 33, n. 3, p. 153–167, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v33i3.24474>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

CORRÊA, J. Mineralogia e Gênese das Principais Classes de Solos de Encostas Basálticas do Estado de. p. 141, 2003. Disponível em: <http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/822/janaina_correa_jaime_antonio_d_e_almeida_06_0.pdf>.

CRÓSTA, A. P.; FURUIE, R. de A.; SCHRANK, A.; VIEIRA, C. K.; SCHRANK, A. Impacto meteorítico em derrames vulcânicos da Formação Serra Geral, Bacia do Paraná. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E. . (Ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília, DF: CPRM, 2013. p. 332.

DAINESE, R. C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado ao Estudo Temporal do Uso da Terra e na Comparação entre Classificação Não-Supervisionada e Análise Visual**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2001. Disponível em: <<http://www.acervodigital.unesp.br/handle/123456789/48309>>.

DIAS, E. R. Geração de Modelo Digital de Elevação utilizando dados do SRTM como subsídio ao planejamento e gestão territorial do município de Lucena / PB. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 45, p. 151–159, 2016.

DORTZBACH, D. **Caracterização dos Solos e Avaliação da Aptidão Agrícola das Regiões Produtoras de Vinhos Finos de**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

FERNANDEZ, O. V. Q.; TIZ, G. J.; JESUS, K. A. de; NACKE, S. M. M. Caracterização Morfométrica da Rede de Drenagem Associada à Cratera de Impacto de Vista Alegre, Município de Coronel Vivida, Sudoeste do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 2, p. 157–169, 2013.

FERREIRA, J. C. **Modelagem gravimétrica 3D das estruturas de impacto de Vargeão-SC e Vista Alegre-PR**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2017.

GHIDIN, A. A.; MELO, V. de F.; LIMA, V. C.; LIMA, J. M. J. C. Topossequências de latossolos originados de rochas basálticas no Paraná. I – Mineralogia da Fração Argila. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 293–306, mar. 2006. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0923181113003617>>. Acesso em: 6 maio. 2018.

GOMES, D. F. **Uso de Imagens Sentinel-2 Na Identificação de Áreas com Infestação do Capim-Annoni-2 no Complexo Eólico Cerro Chato, Santana do Livramento, RS**. 2017. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2017.

HARTMANN, L. A. A história natural do Grupo Serra Geral desde o Cretáceo até o Recente. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 173–182, 31 out. 2014. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaenatura/article/view/13236>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

HUNSDORFER, M. A. R. **Cratera de Impacto de Vista Alegre (Coronel Vivida, PR) e seu Conteúdo Geocientífico como Educação Não Formal**. 2017. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território - Área de Concentração: Gestão do Território: Sociedade e Natureza) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

LUIZ, S.; SANTOS, A. R. S.; BRENNER, T. L. Geração de modelo digital de elevação a partir de imagens reference stereo do satélite IKONOS. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...2007**.

MAGALHÃES, C. S.; RODRIGUES, S. C. Utilização de modelos digitais de elevação (MDEs) como ferramenta na realização e validação de mapeamentos geomorfológicos. **Caderno de Geografia**, v. 20, n. 34, p. 44–57, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/1724>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

MANASSES, F.; DA ROSA FILHO, E.; HINDI, E. C.; BITTENCOURT, A. V. Estudo hidrogeológico da Formação Serra Geral na região sudoeste do estado do Paraná Hydrogeological study on the Serra Geral Formation in southwestern Paraná State. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 64–65, p. 59–67, 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/13558>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

MIGUEL, P. S. B.; GOMES, F. T.; ROCHA, W. S. D. da; MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A. de; OLIVEIRA, A. V. de. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos,

bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, v. 24, p. 13–29, 2010. Disponível em: <<https://seer.cesjf.br/index.php/cesRevista/article/view/661/519>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

MUNOZ, V. A. **Análise geomorfométrica de dados SRTM aplicada ao estudo das relações solo-relevo**. 2009. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São José dos Campos, 2009.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; ANDRES, J.; PASA, V.; MARINHO, F. R. Características geológicas da Formação Serra Geral na área drenada pelo rio Marrecas (SW PR): Fundamentos para a análise geomorfológica. **Geografia**, v. 17, n. 2, p. 49–65, 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/2353>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

PEREIRA, H. S. Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados. p. 43–46, 2009.

PINHEIRO, H. S. K.; CHAGAS, C. da S.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; ANJOS, L. H. C. dos. Modelos de elevação para obtenção de atributos topográficos utilizados em mapeamento digital de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1384–1394, set. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2012000900024&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 6 maio. 2018.

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (PPI). **Manual internacional de fertilidade do solo (Tradução e adaptação do original em inglês International Soil Fertility Manual)**. 2, e. ed. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1998.

RAMIREZ, A. F. A. **Análise sísmo-estratigráfica na seção rifte da Bacia de Santos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, RS, 2014.

REIS, G. S.; MIZUSAKI, A. M.; ROISENBERG, A.; RUBERT, R. R. Formação Serra Geral (Cretáceo da Bacia do Paraná): um análogo para os reservatórios ígneo-básicos da margem continental brasileira. **Pesquisas em Geociências**, v. 41, n. 2, p. 155–168, 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/igeo/pesquisas/41-2.html>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8), 2010.

SANCHEZ, R. B.; JÚNIOR, J. M.; DE SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T.; FILHO, M. V. M. Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 1095–1103, 2009.

SANTOS, D. R. dos; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 576–586, abr. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000200049&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 18 nov. 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.A. LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHIAVON, M. A.; REDONDO, S. U. A.; YOSHIDA, I. V. P. Caracterização térmica e morfológica de fibras contínuas de basalto. **Cerâmica**, v. 53, n. 326, p. 212–217, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132007000200017>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

TESKE, R.; GIASSON, E.; BAGATINI, T. Comparação do uso de modelos digitais de elevação em mapeamento digital de solos em Dois Irmãos, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1367–1376, out. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832014000500002&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 5 maio. 2018.

VALERIANO, M. de M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. de. Geoprocessamento de Modelos Digitais de Elevação para Mapeamento da Curvatura Horizontal em Microbacias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 1, p. 17–29, 2003.

VENDRAME, P. R. S.; FELIX, J. C.; BRITO, O. R.; GUIMARÃES, M. de F.; BECQUER, T.; MARCHÃO, R. L. Identificação de solos a partir de Espectroscopia de Infravermelho Próximo. In: FERTBIO, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: 2016.

ZANATA, M.; PISSARRA, T. C. T.; ARRAES, C. L.; RODRIGUES, F. M.; CAMPOS, S. Influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1062–1067, out. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011001000009&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 18 nov. 2018.