



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

SUZANA ALVES CÂNDIDO

**MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA RAMPA DE VOO LIVRE EM ESPAÇO
TURÍSTICO NO MUNICÍPIO DE PATU-RN**

CARAÚBAS

2022

SUZANA ALVES CÂNDIDO

**MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA RAMPA DE VOO LIVRE EM ESPAÇO
TURÍSTICO NO MUNICÍPIO DE PATU-RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. André Moreira de
Oliveira - UFERSA

CARAÚBAS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C217m Cândia, Suzana Alves.
Manejo e conservação do solo da rampa de voo
livre em espaço turístico no município de Patu-RN /
Suzana Alves Cândia. - 2022.
68 f. : il.

Orientador: André Moreira de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2022.

1. Degradação.. 2. Erosão.. 3. Recuperação.. 4.
Práticas conservacionistas.. 5. Turismo.. I.
Oliveira, André Moreira de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

SUZANA ALVES CÂNDIDO

**MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA RAMPA DE VOO LIVRE EM
ESPAÇO TURÍSTICO NO MUNICÍPIO DE PATU-RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 14 de junho de 2022.

BANCA EXAMINADORA

ANDRE MOREIRA DE
OLIVEIRA: [REDACTED] Assinado de forma digital por ANDRE
MOREIRA DE OLIVEIRA: [REDACTED]
Dados: 2022.06.15 08:26:23 -03'00'

André Moreira de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente

EDNA LUCIA DA
ROCHA LINHARES: [REDACTED] Digitally signed by EDNA LUCIA DA ROCHA
LINHARES: [REDACTED]
DN: cn=EDNA LUCIA DA ROCHA LINHARES,
ou=UFERSA - Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, o=ICPEdu, c=BR
Reason: I am the author of this document
Location: UFERSA
Date: 2022.06.15 10:17:05
Font Reader Version: 10.0.0

Edna Lucia da Rocha Linhares, Profa. Dra. (UFERSA)

Membro Examinador

Rokátia Lorrany
Nogueira Marinho: [REDACTED] Assinado de forma digital por
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho
Dados: 2022.06.15 11:14:16 -03'00'

Rokátia Lorrany Nogueira Marinho, Profa. Esp. (UFERSA)

Membro Examinador

A Deus e aos meus pais. Aos meus pais por todo o cuidado, dedicação e amor; eles são meus exemplos de fé e de perseverança, independentemente de qualquer circunstância.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero registrar de todo coração o meu agradecimento a Deus, por ter me concedido o dom da vida, por me proporcionar força, coragem e saúde para enfrentar e superar as dificuldades da vida e realizar os meus sonhos, honrando sempre a minha fé e concedendo o melhor para mim.

Agradeço aos meus pais, Eriene Alves Cândido e José Arrilton Cândido, que sempre me apoiaram em todos os momentos, acreditaram no meu potencial e sempre me incentivaram na busca pelos meus sonhos; sempre sem medirem esforços para me verem bem e feliz. Sem eles nada disso seria possível, obrigada por tudo, por todo o cuidado, carinho, amor e dedicação.

A minha irmã, Sara Alves Cândido, por todo o companheirismo, apoio e incentivo ao longo de toda a minha vida, sem você toda essa caminhada seria muito mais difícil, obrigada por tudo.

Aos meus avós, Corina Alves Maia, Rita Cristina da Silva e Adaauto Sinfrônio, que sempre me ajudaram e me apoiaram ao longo de toda a minha caminhada, agradeço por todo o amor, cuidado e dedicação.

A minha grande amiga que a vida acadêmica me presenteou, Maria Eduarda da Conceição Silva, por todo o apoio, incentivo e parceria em todos os momentos, muito obrigada por tudo.

Aos meus amigos, Maria Eduarda Carvalho, Victor Mota, Everton Santiago, Victor Renan, Vitória Dias, Ezequias Amorim, Ivania e Ademar Farias, aos meus tios e tias, a todos os servidores que fazem parte da UFERSA Campus Caraúbas, e a todos os meus familiares e amigos que fizeram parte da minha vida durante a minha jornada acadêmica, agradeço a companhia e ajuda de cada um, pois foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu orientador, André Moreira de Oliveira, por ter me ajudado, incentivado e acreditado no meu potencial, como também por ter desempenhado sua função com dedicação, companheirismo e amizade, muito obrigada por tudo.

A banca examinadora composta por, Edna Lucia da Rocha Linhares e Rokátia Lorrany Nogueira Marinho, pela disponibilidade, dedicação e por todas as considerações agregadas ao meu trabalho, o meu muito obrigada.

E a todos os meus professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram progredir e apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação acadêmico e profissional ao longo do curso.

Ó profundidade das riquezas, tanto da sabedoria, como da ciência de Deus! Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis os seus caminhos! Por que quem compreendeu a mente do Senhor? Ou quem foi seu conselheiro? Ou quem lhe deu primeiro a ele, para que lhe seja recompensado? Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém.

Romanos 11:33-36

RESUMO

O uso do solo é um fator imprescindível para a vida humana, ante as inúmeras necessidades de subsistência. Junto a isso, apesar da essencialidade dos solos, estes de forma geral, durante anos vem sofrendo diversos problemas desencadeados pelo inadequado uso e manejo, como também devido à falta de preservação e conservação dos solos e do meio ambiente como um todo. Tais problemas tem sido amplamente cruciais para a origem e o desenvolvimento de processos de degradação, o que consequentemente influencia em todo o contexto da vida humana. Diante disso, o presente trabalho foi realizado com a finalidade de estudar a degradação do solo na rampa de voo livre, espaço turístico localizado na Serra do município de Patu, no estado do Rio Grande do Norte (RN). Com esse objetivo, realizou-se um estudo de caso, no qual foram analisadas as características físico-químicas do solo da rampa de voo livre e as características topográficas da superfície do local. Assim como, foram realizadas pesquisas bibliográficas e análise em campo, para o registro e verificação das condições físicas da área do espaço turístico. Por meio disso, com base nas análises realizadas, constatou-se que a rampa de voo livre de Patu-RN, apresenta um solo predominantemente classificado como *Argissolo Vermelho Amarelo*, o qual apresentou propriedades reduzidas de seus elementos potencialmente nutritivos, indicando assim um solo pouco fértil. Verificou-se que o terreno apresenta uma superfície de relevo ondulado e fortemente ondulado, observou-se ainda a realização de práticas e manejos do solo do local de forma inadequada, propiciando problemas de degradação e o desenvolvimento de processos erosivos. Assim, é essencial que sejam implementadas o quanto antes práticas e manejos de recuperação, de preservação e de conservação do solo da rampa de voo, objetivando com isso um local ambientalmente adequado para o desenvolvimento do turismo do município.

Palavras-chave: Degradação. Erosão. Recuperação. Práticas conservacionistas. Turismo.

ABSTRACT

Soil use is a fundamental factor for human life due to the numerous subsistence needs. However, despite being essential, soils in general, for years, have suffered several problems triggered by the inappropriate use and management along with the lack of preservation and conservation, both soils and the environment as a whole. Such problems have been crucial for the origin and development of degradation processes, which consequently influence the entire context of human life. That said, the present work aims to study the soil degradation of the free flight ramp of Patu, a municipality in the Brazilian state Rio Grande do Norte (RN). For this purpose, a case study was conducted, in which the physicochemical characteristics of the soil and the topographic characteristics of the surface were analyzed. Moreover, bibliographic research and field analysis were realized to register and verify the physical conditions of the touristic space. Based on the analyses, it was found that the free flight ramp of Patu-RN presents a soil predominantly classified as Red Yellow Argisol, which presented reduced properties of its potentially nutritive elements, thus indicating a poorly fertile soil. In addition, the land demonstrates a surface of undulating and strongly undulating relief, it was also observed the inappropriate realization of practices and soil management of the area, which provides degradation and the development of erosive processes. Thus, practices and management of recovery, preservation, and conservation of the ramp soil must be implemented as soon as possible, aiming at an environmentally suitable place for the tourism expansion in the municipality.

Keywords: Degradation. Erosion. Recovery. Conservation practices. Tourism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico pluviométrico anual de Patu-RN em 2021	29
Figura 2 – Mapa de localização nacional e estadual do município de Patu-RN	31
Figura 3 – Vista aérea da localização do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN	32
Figura 4 – Demarcação da estrada de acesso ao espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN	32
Figura 5 – Primeira tenda do espaço turístico (a); Pista de decolagem (b), com a superfície do solo totalmente desprotegida, na rampa de voo livre de Patu-RN.....	33
Figura 6 – Nova tenda construída em 2011 no espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN.....	34
Figura 7 – Demarcação aproximada da área do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN.....	36
Figura 8 – Visualização de outro ângulo da área aproximada do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN	36
Figura 9 – Demarcação ilustrativa da parte 1 e parte 2 dos terrenos da coleta de dados	37
Figura 10 – Caminhamento de demarcação e referência (a); Piquetes de madeira cravados no terreno formando o caminhamento (b); Tripé topográfico com nível óptico instalado (c); Régua graduada de alumínio com 3 m (d).....	38
Figura 11 – Parte 1 do terreno (a) – (local de apoio e estacionamento); Parte 2 do terreno (b-c) – (local/pista de decolagem); Equipamentos utilizados (trenas, piquetes, tripé) (d-e).....	39
Figura 12 – Demarcação ilustrativa dos pontos de coleta das amostras de solo na Parte 2 do terreno na rampa de voo livre e Patu/RN	40
Figura 13 – Coletas na camada de 0-20 cm (a); Coletas na camada de 20-40 cm (b).....	41
Figura 14 – Registro da análise do solo pelo método da sedimentação	41
Figura 15 – Registro da total remoção da cobertura vegetal e exposição do solo da pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu/RN	53
Figura 16 – Realização do manejo do solo no mesmo sentido da inclinação do terreno da rampa de voo livre de Patu/RN.....	54
Figura 17 – Registros aéreos do terreno em 2017, 2018 e 2019 respectivamente	54
Figura 18 – Exposição de camada rochosa na pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu/RN	55

Figura 19 – Tipos de processos erosivos observados na rampa de voo livre de Patu/RN: laminar (a), em sulcos (b), em ravinas (c) e voçorocas (d)	55
Figura 20 – Representação do intervalo ideal para o pH dos solos	58
Figura 21 – Rampa de voo livre em: Quixadá-CE (a); Extrema-MG (b) e São José do Barreiro-SP (c).....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Inclinação da Parte 1 analisada do terreno da rampa de voo livre de Patu-RN.....	47
Quadro 2 – Inclinação da Parte 2 analisada do terreno da rampa de voo livre de Patu-RN.....	47
Quadro 3 – Registros da manutenção realizada no espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN	48
Quadro 4 – Imagens aéreas das alterações em alguns períodos de tempo realizadas no terreno da rampa de voo livre de Patu/RN.....	49
Quadro 5 – Registros da ocorrência de processos erosivos no local de apoio e estacionamento da rampa de voo livre de Patu/RN.....	50
Quadro 6 – Registros da ocorrência de processos erosivos no local/pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu/RN.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frações granulométricas predominantes no solo da rampa de voo livre de Patu-RN	43
Tabela 2 – Resultados da análise química do solo da rampa de voo livre de Patu-RN.....	44
Tabela 3 – Dados topográficos do nivelamento geométrico para a obtenção da inclinação do terreno da rampa de voo livre de Patu/RN	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral.....	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1 O solo	19
3.1.1 Definição	19
3.1.2 Origem.....	20
3.1.3 Classificação.....	21
3.2 Uso e importância do solo	23
3.3 Degradação do solo	24
3.3.1 Definição	24
3.3.2 Fatores que causam e/ou possibilitam a degradação do solo.....	25
3.3.3 Tipos de degradação do solo	26
3.4 Conservação e manejo do solo	27
3.4.1 Definição	27
3.4.1 Práticas conservacionistas	28
3.5 Caracterização climática, geológica e hidrológica do município de realização da pesquisa – Patu/RN.....	29
4 METODOLOGIA.....	31
4.1 Caracterização da área de estudo	31
4.2 Caracterização da pesquisa	35
4.3 Coleta, análise e sistematização dos dados	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.1 Caracterização físico-química do solo da rampa de voo livre de Patu-RN.....	43
5.2 Caracterização da declividade no terço da pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu-RN	46
5.3 Possíveis causas da ocorrência de processos erosivos e consequente degradação do solo da rampa de voo livre de Patu-RN	48
5.4 Análise dos dados coletados	52
5.5 Proposição de possíveis manejos e práticas de recuperação e de conservação do espaço turístico.....	56

5.6 Contribuição de um local fisicamente e ambientalmente adequado para o desenvolvimento do turismo da região	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

Diante do crescente desenvolvimento populacional, das frequentes mudanças no modo de vida humano e dos constantes avanços tecnológicos; de imediato parece até intuitivo dizer que a humanidade tem avançado na mesma proporção, no intuito de estabelecer uma harmonia com o ambiente terrestre em que vive. No entanto quando este aspecto de harmonia entre o meio ambiente e o ser humano é analisado de forma um pouco mais detalhada, não é exatamente isto que de fato tem ocorrido; ou melhor, não é necessário algo tão detalhado para se perceber tal desequilíbrio ambiental recorrente nos dias atuais. Apenas ao citar como exemplo as repentinas mudanças climáticas de temperaturas vivenciadas atualmente, torna-se suficientemente perceptível os sinais de desgaste e de desequilíbrio que o planeta tem enfrentado.

É evidente a completa dependência do ser humano com relação aos recursos naturais do meio ambiente, por meio do qual o homem retira e desfruta dos primordiais elementos de sua subsistência como o ar, a água e os alimentos, onde também o ser humano estabelece e desenvolve suas edificações e moradias. Assim, pode-se observar que o meio ambiente é um sistema complexo e dinâmico, o qual é capaz de proporcionar os mais diversos meios para a sobrevivência humana, desde as superfícies físicas da crosta terrestre para o suporte de suas edificações, até a hidrosfera e atmosfera para o subsídio de água e oxigênio respectivamente.

Com isso, é importante destacar ainda, que o ser humano além dos elementos primordiais de subsistência, possuem outras necessidades diversas; para alcançarem uma qualidade de vida com um melhor bem-estar, necessitam desfrutar de momentos que proporcionem harmonia e prazer emocional entre os requisitos sociais, econômicos e de entretenimento. A partir daí surgem os mais diversos hábitos inclusos no modo de vida humano, com os quais o ser humano busca um melhor bem-estar, como por exemplo: o lazer, o esporte, as aventuras, as viagens em busca de conhecer de novos lugares, entre outros; proporcionado com isso o surgimento do conhecido termo nomeado de turismo.

De acordo com Padilla (1997) o turismo consiste no “fenômeno social de deslocamento voluntário e temporário de indivíduos que, fundamentalmente por motivos de recreação, [...] saem de seu local de residência habitual para outro, gerando múltiplas inter-relações de importância social, econômica e cultural”. Dessa forma, tais hábitos turísticos e de entretenimento, também envolvem e estão ligados de forma direta ou indireta com o contato e o vínculo com o meio ambiente e com a natureza, evidenciando mais uma vez a dependência dos indivíduos com relação aos recursos ambientais.

Com tanto, as paisagens naturais têm sido primordiais para o progresso do turismo nacional, proporcionando também um consequente desenvolvimento econômico local. Diversas atividades turísticas têm se desenvolvido a cada dia por proporcionar um contato direto com a natureza, seja em praias, fazendas, serras, campos, florestas, entre outros. No entanto, estas atividades por mais simples que sejam, causam alterações de forma direta ou indireta no meio ambiente, seja devido a necessidade de implementar edificações, adaptar ambientes, e/ou por ações incorretas dos indivíduos, como também por falta de conservação e cuidado com o ambiente de forma geral.

Em vista disso, a atividade turística relacionada ao turismo de aventura de voo livre na Serra de Patu, localizada no município de Patu no estado do Rio Grande do Norte (RN), mais especificamente a prática do esporte radical de aventura das modalidades do voo de asa delta e parapente (Paraglider), tem demonstrado durante anos uma notória potencialidade para a expansão e desenvolvimento do turismo no município. Após a constatação por praticantes do voo livre, das condições favoráveis proporcionada na Serra de Patu para a prática do esporte de aventura, por volta de 1995 realizou-se a criação da rampa de voo livre.

A princípio a rampa de voo foi elaborada de forma simples, com o compromisso do setor público de realizar melhorias adequadas posteriormente ao ambiente do espaço turístico. Dessa forma, de início realizou-se apenas a construção de uma tenda de madeira e a limpeza da área que seria usada como local de apoio e pista de decolagem, onde removeu-se a vegetação nativa de uma certa parte do terreno, deixando a superfície do solo do terreno totalmente descoberta e exposta as intempéries climáticas.

Passados os anos, o espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN, ganhou alcance e reconhecimento mundial, passando a receber anualmente diversos pilotos para a prática do voo livre, como também inúmeros turistas atraídos pela paisagem e contato com ambiente natural proporcionado pelo espaço turístico. No entanto, apesar das belas paisagens e das condições climáticas favoráveis para a prática do voo livre, a superfície do solo do espaço turístico desde sua fundação tem enfrentado condições precárias para manter o seu adequado equilíbrio físico e estrutural.

Diante disto, o presente trabalho visa apresentar a atual situação de degradação em que se encontra a superfície do solo do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN, com o objetivo de evidenciar a importância e a necessidade do cuidado adequado com o manejo do solo do local diante da degradação deste, desencadeada há vários anos, visando com isso uma melhor qualidade física e ambiental do espaço turístico, como também o consequente auxílio para o desenvolvimento e expansão do turismo local.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a degradação do solo na rampa de voo livre, espaço turístico do município de Patu/RN.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o tipo de solo predominante na área da rampa de voo livre;
- Apresentar a declividade predominante no terreno da pista de decolagem da rampa de voo livre;
- Identificar as possíveis causas da ocorrência de processos erosivos e consequente degradação do solo da rampa de voo livre;
- Propor possíveis manejos e práticas de recuperação e de conservação do espaço turístico de acordo com as características físicas e topográficas do solo da rampa de voo livre;
- Enfatizar a importância do cuidado e preservação do solo;
- Evidenciar a contribuição para o desenvolvimento do turismo da região.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O solo

3.1.1 Definição

Desde os primórdios o uso do solo foi evidentemente crucial para a sobrevivência e desenvolvimento das populações. Ao possibilitar, a locomoção de um lugar para outro, a estalagem e moradia de famílias próximo a margens de rios, o cultivo de alimentos, a confecção de peças ornamentais, entre outros; o solo, mesmo antes de possuir uma definição específica para o homem, teve importante participação na vida humana e ambiental (LEPSCH, 2010, p. 11-14).

Ao longo de muitos anos a definição do termo “solo” foi elaborada, com diversas adequações e aperfeiçoamentos devido incontáveis pesquisas e descobertas realizadas durante décadas. Um dos grandes marcos no estudo do solo se deu por volta de 1880, quando o grande cientista conhecido como o pai da pedologia¹ Vasily V. Dokouchaev, “reconheceu o solo como um corpo dinâmico e naturalmente organizado que podia ser estudado por si só,” (LEPSCH, 2010, p. 16); destacando ainda, o solo como um corpo resultante “de uma complexa interação de inúmeros fatores genéticos: clima, organismos e topografia, os quais, agindo durante certo período de tempo sobre o material de origem, produziam o solo” (IBGE, 2015, p. 35).

O solo pode ser utilizado e observado por óticas e finalidades diversas, dependendo de cada ramo de estudo, podendo com isso, apresentar variadas conceituações (SANTOS NETO, 2018, p. 2). Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 6502 – Rochas e Solos – Terminologia (1995, p. 18), o solo é definido como: “Material proveniente da decomposição das rochas pela ação de agentes físicos ou químicos, podendo ou não conter matéria orgânica.”

De acordo com Santos (2018, p. 27), o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), descreve que o solo é definido como:

Uma coleção de corpos naturais, composto por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que

¹“Parte da Ciência do Solo que trata da origem, morfologia, mapeamento e classificação do solo” (LEPSCH, 2011, p. 22).

ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (SANTOS, 2018, p. 27).

Com isso, as conceituações descritas nos dois parágrafos anteriores, serão as consideradas para os fins que se fizerem necessário quando referir-se ao termo “solo” no presente trabalho.

3.1.2 Origem

O solo consiste em um material natural resultante da ação do intemperismo atuante nas rochas durante longos períodos, devido a isso as rochas são comumente conhecidas como o material parental de origem dos solos e/ou rocha mãe de determinado solo. A formação das rochas é um processo longo, bastante complexo e dinâmico, as quais são compostas por minerais com características físicas e químicas bem definidas. Os minerais constituintes das rochas dispõem de diversos elementos químicos como oxigênio, ferro, silício, alumínio, entre outros; os quais, serão responsáveis por conferir características específicas aos solos (WICANDER e MONROE, 2009, p. 17-22).

Após a formação das rochas, estas ficam propensas a ação do intemperismo² juntamente com as ações climáticas, fenômenos primordiais na formação dos solos. Assim, o intemperismo, seja ele do tipo físico e/ou químico agirá fortemente para fragmentar as rochas e modificá-las acarretando com isso na formação dos solos, os quais são compostos por fragmentos de diversos tamanhos e com características distintas que dependem das condições de sua formação (WICANDER e MONROE, 2009, p. 122-142).

É importante destacar, que além dos fatores atmosféricos, a formação dos solos sofre influência de variadas ações de organismos vivos como, plantas, animais e fungos, como também do relevo da superfície/região; esta influência é destacada por Popp (2017, p. 72) como a “responsável pela introdução de matéria orgânica que dá origem aos processos bioquímicos mais complexos, necessários à formação do solo.” Dessa forma, com a ação do intemperismo físico e/ou químico influenciado e acelerado por diversos fatores, originam-se os mais diversos tipos de solos encontrados na superfície terrestre, os quais apresentam

² “Conjunto de modificações mecânicas, físicas e químicas que uma rocha sofre quando em contato com os agentes atmosféricos” (POPP, 2017, p. 72).

múltiplos materiais agregados como areia, silte argila, matéria orgânica, cascalhos e fluidos (POPP, 2017, p. 69 – 73; WICANDER e MONROE, 2009, p. 122-142).

3.1.3 Classificação

Popp (2017, p. 79-81) destaca, que no decorrer da formação dos solos ocorre o desenvolvimento de camadas compostas pelo aglomerado de partículas de solo, as quais são responsáveis pela caracterização dos perfis dos solos; cada perfil é definido considerando-se a porção desde a superfície terrestre em contato com a atmosfera até a rocha original. Estas camadas são nomeadas de horizontes os quais são divididos em horizonte A, B, C e D; um solo poderá apresentar todos os horizontes ou não, a depender do processo de desenvolvimento do solo de cada região, como também de seu estado de conservação e/ou de degradação. Para a adequada caracterização das camadas de um solo, são necessárias análises levando em consideração parâmetros e propriedades pré-estabelecidos (BRADY e RAY, 2013, p. 65).

No Brasil, os solos possuem critérios de análises e classificações regidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Este possui suas publicações coordenadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que em conjunto com diversas instituições e pesquisadores que atuam na área de gênese, morfologia e classificação de solos, buscam caracterizar de forma adequada e eficiente os diversos tipos de solos existentes no território brasileiro, conforme parâmetros bem definidos. O SiBCS descreve as propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas que cada solo possui, estas são primordiais para a classificação dos solos e para o seu estudo em geral, permitindo a distinção entre um tipo de solo para outro, como também auxiliando nas diversas pesquisas desenvolvidas nacionalmente. Algumas das classes que os solos possuem são: *Argilossolo*, *Cambissolo*, *Chernossolos*, *Espodossolos*, *Gleissolos*, *Organossolos*, entre outras (SANTOS et al., 2018, p. 25-26).

Algumas das características morfológicas dos solos comumente observadas são: cor, textura, estrutura, consistência, porosidade, coesão, entre outras. A cor de um solo consiste em uma característica que permite a identificação de alguns constituintes como matéria orgânica, tipos de óxido de ferro, entre outros. A textura possui considerável influência no comportamento físico-hídrico e químico de um solo, a qual é “expressa pela proporção dos componentes granulométricos da fase mineral do solo, areia, silte e argila.” O padrão seguido para a classificação granulométrica dos solos, nacionalmente para as frações finas são: Argila

(< 0,002 mm), Silte (0,002 - 0,05 mm), Areia fina (0,05 - 0,2 mm) e Areia grossa (0,2 - 2 mm); para as frações mais grosseiras são: Cascalho (2 - 20 mm), Calhau (20 - 200 mm) e Matacão (> 200 mm) (EMBRAPA SOLOS, 2017).

Quanto a estrutura que um solo possui, esta consiste no “arranjo estabelecido pela ligação das partículas primárias do solo entre si por substâncias diversas encontradas no solo, como matéria orgânica, óxidos de ferro e alumínio, carbonatos, sílica, etc.” Esta propriedade é também responsável em contribuir com o desenvolvimento de plantas, no armazenamento, disponibilidade de água e nutrientes e resistência à erosão. Já a consistência é a característica responsável por distinguir propriedade de adesão e coesão das partículas do solo, estas podem variar em função da textura, matéria orgânica e mineralogia. Entre as propriedades, descritas, integram-se outras também fundamentais, a depender de cada finalidade de estudo e classificação necessária (EMBRAPA SOLOS, 2017).

Para um estudo ainda mais detalhado do solo de uma determinada região, além das diversas propriedades morfológicas possíveis de serem analisadas, é essencial levar-se em consideração as características do relevo da área estudada. Assim, para a caracterização do relevo foram definidas algumas classes, estas distinguem cada superfície, proporcionando informações e auxiliando nos estudos com diversas finalidades, principalmente para os diagnósticos de suscetibilidade a erosão dos solos (SANTOS et al., 2018, p. 294).

Com isso, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), apresenta as seguintes classes para um relevo, utilizadas para a caracterização dos solos nacionalmente:

- Plano – superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0% a 3%.
- Suave ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros [...], apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3% a 8%.
- Ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8% a 20%.
- Forte ondulado – superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de altitudes relativas de 50 m a 100 m e de 100 m a 200 m, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20% a 45%.
- Montanhoso – superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas [...], apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de 45% a 75%. [...] (SANTOS et al., 2018, p. 294-295).

Dessa forma, Santos et al. (2018, p. 294) ressalta que por meio da classe de relevo de uma determinada área, torna-se possível a identificação de características como: condições de declividade, comprimento de encostas, configuração superficial dos terrenos, entre outras.

3.2 Uso e importância do solo

O solo é evidentemente essencial para a vida humana e ambiental, ele é utilizado de inúmeras formas desde os primórdios quando ainda nem existia a sua definição exata, como já mencionado no subtópico 3.1.1 – Definição, do presente trabalho. Seja para o uso agrícola objetivando a produção de alimentos para a sobrevivência humana e animal, seja para a concepção e suporte de edificações, entre outras aplicações, o solo é vastamente explorado, muitas das vezes de forma desordenada e inadequada resultando em problemáticas que afetam de forma global o funcionamento dinâmico da terra (BRADY e RAY, 2013, p. 1-2).

Na área agrônômica e ambiental o solo é o principal suporte para as culturas dando origem aos campos agrícolas; para as árvores originando as florestas, serrados e campos de características distintas, formando assim habitats para as mais diversas espécies da fauna e da flora. Além de suporte, o solo é o principal provedor de nutrientes e de água para a vegetação, o qual, dependerá do desenvolvimento, estado físico, químico e biológico, e das condições degradantes que cada tipo de solo então sujeitas (ANDREOLI, ANDREOLI e JUSTI, 2014).

No contexto hídrico, o solo é um dos elementos constituintes das bacias hidrográficas, o qual possui inúmeras funções, entre elas: a função de armazenamento de água quando esta infiltra-se por meio dos poros que compõem o solo, dando origem e/ou abastecendo os lençóis freáticos subterrâneos; a função de superfície de transporte para o escoamento das águas, constituindo assim os afluentes que escoam até os rios principais até chegar a sua foz; a função de suporte e de barreiras limitantes para os rios, lagos e barragens; entre outras funções (PIMENTEL, 2015, p. 159-178).

Pimentel (2015, p. 166) destaca ainda que a presença da água nos solos citada anteriormente, é também determinante para o estudo dos fatores que causam interferência na estrutura e na estabilidade dos solos, as quais tem sido cada vez mais analisados nos dias atuais, na busca de soluções para inúmeros problemas nos solos e hídricos desencadeados ao longo do tempo, como consequência do uso e ocupação dos solos e ações antrópicas inadequadas.

No âmbito da engenharia civil os solos mais uma vez recebem inúmeras aplicações, são utilizados como suporte para as edificações, suporte e construção de rodovias, estradas e de barragens, são utilizados também como matéria prima para a confecção de diversos

materiais da construção civil, entre outras utilidades. Tal utilidade dos solos tem acarretado em consequências diversas em sua estrutura, estabilidade e em seu comportamento dinâmico (LEPSCH, 2010, p. 10-11).

Diante das breves aplicações citadas, como também no dia a dia, é notório o avanço do uso e ocupação dos solos. Brady e Ray (2013, p. 1-2) destaca em sua publicação a realidade enfrentada atualmente, em que diante do considerável aumento populacional, a demanda por bens, alimentos, matéria prima, produções agrícolas, edificações, áreas edificáveis, entre outros, tem também aumentado gradativamente. Com isso, os resultados das ações antrópicas em conjunto com as intempéries climáticas, tem afetado diretamente os elementos constituintes dos solos como também toda sua estabilidade e estrutura física, o que tem se tornado cada vez mais evidentes e preocupantes.

O problema ambiental enfrentado atualmente devido as ações humanas, não se dá apenas pelo simples uso dos solos, mas sim pelo uso de forma desordenada e sem os devidos cuidados para preservá-los, tendo em vista a tão grande importância deste recurso natural não renovável. Devido a isso, muitos pesquisadores durante anos têm procurado apresentar métodos e técnicas que visam o uso e a conservação adequada dos solos, com o objetivo de ampliar o conhecimento e conscientização da humanidade para a utilização de práticas que afetem o mínimo possível o meio ambiente. Em resultado, o uso desordenado dos solos tem proporcionado o aumento da sua suscetibilidade a degradação, motivando a necessidade em atentar-se para este problema que afeta de forma direta todo o meio ambiente (LEPSCH, 2010, p. 182-183).

3.3 Degradação do solo

3.3.1 Definição

Diante dos avanços dos problemas ambientais enfrentados durante décadas, a degradação dos solos está entre um dos mais recorrentes, a qual é desencadeada devido a inúmeros fatores, entre eles estão as ações antrópicas como também as ações dos fenômenos naturais como a ação das águas e do vento. De acordo com Albuquerque (2015, p. 26), a degradação de um solo consiste na “redução da qualidade do solo e de sua produtividade devido a causas naturais ou induzidas pelo homem, com perda de sustentabilidade e redução da capacidade do solo em produzir em um determinado sistema agropecuário”.

Num contexto mais geral de meio ambiente, Stein (2017, p. 18) destaca, que a expressão degradação ambiental se refere aos impactos “negativos ou adversos causados ao

ambiente em decorrência, principalmente, da intervenção do homem”. Entre alguns exemplos de tais intervenções estão os desmatamentos, as queimadas, a degradação do solo e erosão devido ao mau uso e aplicação de manejos inadequados para determinadas condições de solos, a desertificação, o descarte incorreto de resíduos sólidos, os modelos de agricultura não sustentável, a mineração, entre outros.

No art. 1º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001 de 1986, é estabelecido o critério de impacto ambiental, o qual está diretamente ligado aos problemas de recorrência de degradação dos solos, nesta:

Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Diante disso, diversos pesquisadores buscam entender os fatores que desencadeiam a degradação dos solos, objetivando a elaboração de métodos que proporcionem o uso do solo em conjunto com técnicas para a sua devida conservação (PEREIRA, TÔSTO e ROMEIRO, 2019, p. 930).

3.3.2 Fatores que causam e/ou possibilitam a degradação do solo

De acordo com Guerra (2018, p. 25-26) a degradação do solo pode ser causada por diversos fatores, os quais podem atuar de forma direta ou indireta. O autor destaca ainda que entre os fatores de degradação do solo mais comuns estão: processos de desmatamento, uso do solo de forma desordenada para fins agrícolas e/ou para fins pastoris, uso excessivo da vegetação, remoção da cobertura vegetal de uma superfície para diversos fins como cultivo e construção de edificações, utilização excessiva e incorreta de máquinas, entrada excessiva de água e/ou drenagem insuficiente no solo, uso expressivo de fertilização ácida, deposição de resíduos domésticos e/ou industriais, entre outros.

Conforme Guerra (2018, p. 26) a degradação dos solos é composta por processos bastante complexos os quais “incluem a erosão (tanto pela água como pelo vento) a expansão das condições ligadas aos desertos (chamada desertificação), os movimentos de massa, a contaminação dos solos como por exemplo a acidificação e a salinização”. Brito e Almeida (2013, p. 6-7), ressaltam que “a erosão, a compactação e o aumento da salinidade do solo são os maiores problemas relacionados com o manejo inadequado” dos solos. Os autores

destacam ainda que problemas de degradação do solo como erosão é bastante frequente e possuem ligação direta com as propriedades dos solos devido a fatores como textura, estrutura e permeabilidade; matéria orgânica presente no solo; declive, comprimento de rampa e forma de encosta do relevo.

3.3.3 Tipos de degradação do solo

Como descrito nos parágrafos anteriores, a degradação dos solos pode ocorrer de diversas formas, entretanto alguns tipos são mais recorrentes como o desmatamento, a compactação do solo, a salinização, a erosão, entre outros. O desmatamento/remoção da cobertura vegetal do solo provoca grande alteração no equilíbrio natural existente entre água-solo-vegetação, em consequência a isto ocorre uma fragilização na estrutura dos solos, tornando-o mais vulnerável e propício ao avanço dos processos degradantes (MAFRA, 2014, p. 308).

A compactação do solo, consiste no adensamento das partículas que compõem os solos, devido estas sofrerem a ação de pressões inadequadas, provocando assim, a quebra das partículas, a diminuição do volume do solo e a diminuição adequada da infiltração de água nas camadas de solo. A ocorrência da compactação do solo pode ser desencadeada em virtude da passagem de máquinas pesadas sobre a superfície do solo e/ou devido ao pisoteio de animais. Machado e Favaretto (2006) destacam que “por afetar a densidade, porosidade do solo, infiltração e drenagem de água, a compactação do solo favorece o escoamento superficial da água, portanto, facilita a ocorrência de erosão hídrica” (BRITO e ALMEIDA, 2013, p. 8-9).

A salinização de acordo com Lepsch (2011, p. 414) consiste no “acúmulo de excesso de sais no solo, sobretudo próximo à superfície”; sua ocorrência se dá geralmente quando a “maior parte da água recebida pelo solo se evapora em vez de se infiltrar”. O autor ressalta que “o aumento dos sais solúveis em um solo eleva o seu potencial osmótico e, por isso as plantas têm dificuldade de absorção de água e nutrientes o que provoca a redução do seu crescimento”. Assim, a salinização provoca uma desestabilização na estrutura dos solos, afetando sua porosidade, sua capacidade de infiltração, como também alterando a disposição de nutrientes no solo (LEPSCH, 2011, p. 415).

De acordo com Brito e Almeida (2013, p. 8-9) a erosão consiste no “processo de arrastamento das partículas do solo devido à ação do vento (erosão eólica) e da água (erosão hídrica)”. Bertoni e Lombardi Neto (2017, p. 50) destacam que a erosão é provocada devido a

“forças ativas, como as características da chuva, a declividade e comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água, e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal”.

O processo erosivo ocorre naturalmente, como por exemplo pela ação do *splash* conhecido como erosão por salpicamento, a qual é provocada pelo impacto das gotas de chuva as quais ao atingirem o solo podem provocar a ruptura dos agregados, a dispersão das partículas, como também provocar certa compactação ou selagem das partículas, causando com isso a diminuição da porosidade do solo e consequente aumento do escoamento superficial, aumentando assim a suscetibilidade da ocorrência dos processos erosivos, (GUERRA, 2014, p. 18).

Brito e Almeida (2013, p. 10) descrevem que os processos erosivos ocorrem de forma geral, basicamente em três etapas, são elas:

- 1ª) Desagregação: pela ação dos ventos e das chuvas, as partículas do solo são soltas da superfície, o que ocorre com maior facilidade em terrenos descobertos.
- 2ª) Transporte: as partículas desagregadas são arrastadas, principalmente pela água que não se infiltra no solo e escorre superficialmente (enxurrada).
- 3ª) Deposição: as partículas desagregadas são depositadas nas partes mais baixas da paisagem (vales e leitos dos rios), o que ocasiona o assoreamento.

Com isso, sucedendo as etapas descritas em um determinado solo, constata-se a ocorrência de processos erosivos, os quais terão intensidades de desenvolvimento distintos, dependendo das condições e características do solo, estas poderão apresentar-se em forma laminar, em forma de sulcos e em forma de voçorocas (BRITO E ALMEIDA, 2013, p. 9-12). Com todo, Lepsch (2011, p. 410) ressalta que, sempre que um solo estiver desprovido de uma vegetação e/ou cobertura superficial adequada, ele estará sujeito a diversos fatores que tendem a degradá-lo seja de forma imediata (mais rápida) ou de forma gradativa.

3.4 Conservação e manejo do solo

3.4.1 Definição

Diante de diversos problemas enfrentados pelos solos, causados devido a ações antrópicas em conjunto com fatores naturais, ao longo dos anos pesquisadores tem procurado meios de minimizar a ocorrência da degradação dos solos. Assim, Bertoni e Lombardi Neto (2017, p. 104) descrevem que diversos problemas enfrentados pelos solos devido a sua degradação, mais especificamente pela erosão, podem ser minimizados e até controlados, por

meio de “técnicas utilizadas para aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças do processo erosivo”, onde a utilização e aplicação dessas técnicas são denominadas de práticas conservacionistas.

Lepsch (2011, p. 425) descreve que as práticas conservacionistas primordialmente evitam o impacto da água da chuva no solo, seguido da realização previa do controle do seu escoamento, evitando-se enxurradas, perdas de massas de solo, auxiliando na adequada infiltração da água no solo, como também no adequado escoamento superficial quando o solo se encontrar completamente saturado. É assim, que o desenvolvimento e aplicação de práticas conservacionistas visam diminuir e/ou evitar a ocorrência da degradação dos solos, tais práticas conservacionistas são divididas em três categorias são elas: as práticas vegetativas, edáficas e mecânicas (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2017, p. 104).

3.4.2 Práticas conservacionistas

As práticas conservacionistas da classe vegetativa, consistem nas práticas que utilizam a vegetação para defender o solo contra a erosão. A densidade de cobertura vegetal é primordial para a proteção do solo, esta preserva a integridade do solo contra os efeitos erosivos; quanto mais densa uma vegetação maior será a interceptação da água chuva, amortecendo assim o impacto das gotas de água no solo, como também mais seguro o solo estará pela vegetação evitando-se o transporte de grandes massas de solo. Algumas práticas conservacionistas da classe vegetativa são: o florestamento e reflorestamento, a formação e o manejo adequado de pastagens, as plantas de cobertura, o controle e alternância de capinas, entre outras, (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2017, p. 104-121; LEPSCH 2011, p. 428).

Quanto as práticas conservacionistas da classe edáficas, estas consistem nas práticas com as quais efetuando-se modificações no sistema de cultivo, auxiliam tanto no controle de erosão, como também melhoram e/ou mantem a fertilidade do solo. Além da importância da preservação dos solos contra a erosão, é de suma importância que em conjunto sejam visionados a harmonia com relação aos fatores nutritivos do solo, pois são eles os elementos primordiais para a germinação e para o desenvolvimento adequado da vegetação nos solos. Algumas práticas conservacionistas da classe edáfica são: o controle do fogo/queimadas, a adubação verde, a adubação química, a adubação orgânica, entre outras, (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2017, p. 122-126).

Por fim, as práticas conservacionistas da classe mecânicas, as quais consistem nas práticas em que são utilizadas ferramentas e/ou máquinas, com o objetivo de realizar

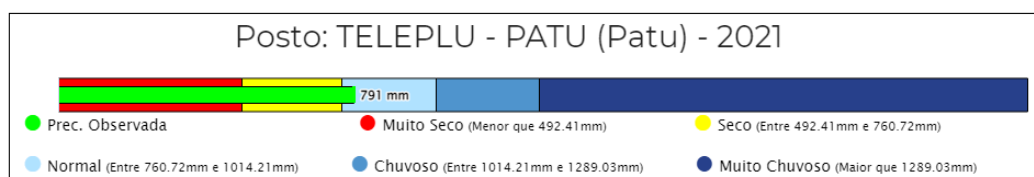
adaptações na superfície do solo. Estas adaptações visam a criação de barreiras que realizem uma redução na velocidade do escoamento das águas e que proporcionem uma melhor infiltração de água nos solos. As adaptações realizadas na superfície do solo, causam alterações no relevo, objetivando a correção de declives muito acentuados, como por exemplo a implantação/construção de canais em curvas de nível. Dessa forma, algumas práticas conservacionistas da classe mecânicas são: a distribuição racional dos caminhos seguindo a topografia do terreno, o cultivo em contorno, o terraceamento, canais escoadouros, entre outros, (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2017, p. 127-178; LEPSCH, 2011, p. 427).

3.5 Caracterização climática, geológica e hidrológica do município de realização da pesquisa – Patu/RN

De acordo com Lepsch (2010, p. 193), os fatores do clima como a distribuição, a quantidade e a intensidade de chuvas, as condições de vento e temperatura, assim como as características topográficas, geológicas e hidrográficas de uma determinada região, são cruciais para auxiliar na interpretação dos problemas de degradação do solo de uma determinada área. Dessa forma, diante do objetivo geral do presente trabalho, é essencial a identificação e o registro das características da região, para proporcionar com isso, uma melhor identificação dos problemas de degradação do solo do local, como também auxiliar na tomada de decisões para a proposição de possíveis soluções de recuperação e conservação do solo.

De acordo com Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA (2008, p. 7), o município de Patu-RN dispõe de um clima semiárido - tropical chuvoso. No ano de 2021 registrou-se uma precipitação média anual de 791.0 mm, com um desvio percentual de 13.5 %, conforme os dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN – EMPARN (2021), (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico pluviométrico anual de Patu-RN em 2021



Fonte: Adaptado pela autora de (EMPARN, 2021)

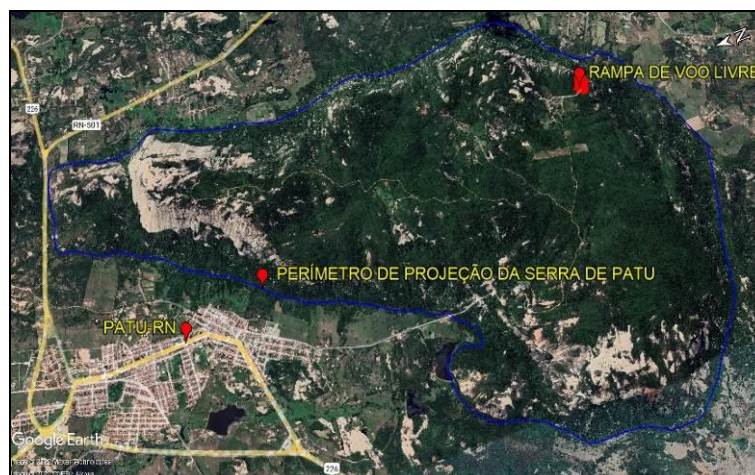
O período chuvoso no município ocorre geralmente entre os meses de dezembro a julho, apresentando uma maior intensidade e frequência de chuvas no mês de abril; já o mês de setembro destaca-se como o mês menos chuvoso no município. Nos registros das médias de temperaturas anuais, os meses de setembro a dezembro destacam-se como os meses mais quentes do ano, sobressaindo-se o mês de novembro como o mais quente com máxima de 38 °C e mínima de 23 °C, em média. Quanto as épocas anuais mais frias registradas no município destacam-se os meses de março a junho, sobressaindo-se o mês de junho como o mais frio com máxima de 20 °C e mínima de 33 °C, em média (WEATHER SPARK, 2016).

De acordo com os registros e análises do site *Weather Spark* (2016), Patu-RN apresenta velocidades de ventos com significativas variações sazonais ao longo do ano. Os meses de junho a janeiro são os que apresentam as maiores velocidades de vento no município, registrando médias de vento acima de 16,1 km/h, destacando-se o mês de outubro com registros de velocidade em média de 21,4 km/h. Os meses de fevereiro a maio registram menores velocidade de vento durante o ano, destacando-se o mês de abril como o mais calmo com uma média de 10,9 km/h de velocidade.

Quanto as características geológicas, o município detém uma predominância de terrenos compostos por granitos finos a grosseiros, granitos pórfiros e granodioritos, de coloração cinza, cinza claro e róseo, pertencentes ao Embasamento Cristalino com Idade do Pré-Cambriano indiviso. Já o solo de maior predominância no município é o tipo Podzólico Vermelho Amarelo - Eutrófico, apresentando uma textura média, alta fertilidade, um relevo suave ondulado e acentuadamente drenado. Possuindo um bioma exclusivamente brasileiro a Caatinga, o município dispõe de uma formação vegetal predominantemente Caatinga Hiperxerófila apresentando diversas espécies, destacando-se uma abundância de cactáceas e plantas de pequeno porte (IDEMA, 2008, p. 8).

Com tudo, quanto as características hidrológicas, o município de Patu-RN está inserido e pertence a bacia Hidrográfica do rio Apodi – Mossoró. É importante destacar que o município não dispõe de mananciais hídricos com qualidade e vazão adequada para o abastecimento de água da cidade, ficando com o Sistema Adutor Médio Oeste a responsável pelo abastecimento de água do município (IDEMA, 2008, p. 9-10).

Figura 3 – Vista aérea da localização do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN



Fonte: Adaptado pela autora do *Google Earth* (2019)

O acesso até o espaço turístico é proporcionado por uma única estrada (Figura 4), a qual possibilita diversas formas de mobilidade, aproximadamente os 3 km iniciais do trajeto iniciado a partir da cidade é realizado em estrada pavimentada, seguindo em estrada vicinal até a rampa de voo (MOURA, 2013, p. 36).

Figura 4 – Demarcação da estrada de acesso ao espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN



Fonte: Adaptado pela autora do *Google Earth* (2019)

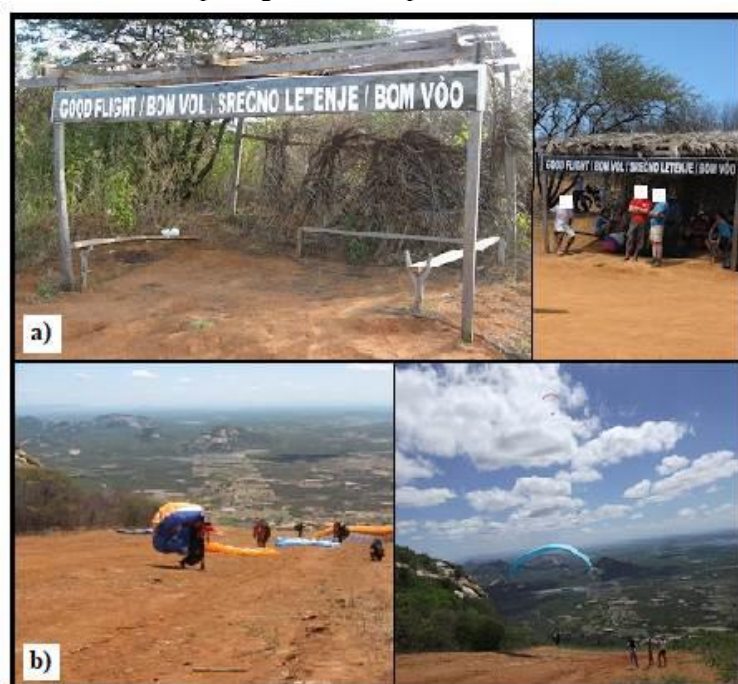
O espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN, também denominado popularmente de rampa de voo livre João Ismar de Moura, teve sua origem por volta do ano 1995 e ganhou uma maior expansão e reconhecimento por volta dos anos 2000 e 2003, quando praticantes do esporte radical de aventura mais especificamente das modalidades do voo de asa delta e parapente (Paraglider) começaram a explorar e a realizar voos de teste na

Serra de Patu-RN. Após diversos testes os pilotos constataram ótimas condições climáticas de vento para a prática do voo livre (DUTRA, 2018).

A partir deste momento, com a notícia do grande potencial de expansão do voo livre no município, o senhor João Ismar de Moura dono das terras nas quais foram realizados os testes de voo, cedeu parte de um dos seus terrenos para que a prefeitura do município realizasse a construção da rampa de voo livre para a prática do esporte, proporcionando com isso o surgimento de grandes oportunidades socioeconômicas e turísticas para a cidade (MOURA, 2013, p. 35-43).

Com isso, realizou-se a limpeza do terreno retirando parte da vegetação nativa da área cedida, para o preparo da pista de decolagem, como também para a execução de uma tenda para abrigar os pilotos e turistas que visitassem o local. De início tudo foi realizado de forma simples e rustica visando posteriormente a execução de projetos para a melhoria do espaço turístico. Como apresentado na Figura 5, no início a tenda foi preparada em estrutura de madeira com cobertura de material vegetal (palha), já a pista de decolagem ficou com sua superfície composta apenas pelo solo natural do terreno (MOURA, 2013, p. 35-43 e OLHAR CRÍTICO, 2009).

Figura 5 – Primeira tenda do espaço turístico (a); Pista de decolagem (b), com a superfície do solo totalmente desprotegida, na rampa de voo livre de Patu-RN



Fonte: Adaptado pela autora de Maia (2011a)

Passados os anos, a rampa de voo livre de Patu tornou-se cada vez mais conhecida nacional e mundialmente, atraindo vários pilotos para a prática do esporte como forma de lazer e aventura, como também para as competições de quebra de recordes mundiais. De igual modo ao longo dos anos ocorreu o aumento de visitas a rampa de voo, por parte dos turistas, os quais ficam maravilhados com a paisagem proporcionada pela natureza ao local (MAIA, 2011 e OLHAR CRÍTICO, 2009).

De acordo com Maia (2011b), em novembro de 2011 foi realizada a construção de uma nova tenda para abrigar os pilotos e turistas, na ocasião a estrutura foi executada em madeira com cobertura em telhas ecológicas (Figura 6), a qual é utilizada até hoje. Para contornar os desgastes resultantes das chuvas, todos os anos são realizadas manutenções paliativas na pista de decolagem após os períodos de chuva, no entanto devido a forma de manejo e reparo realizado na pista, a superfície desta apresenta-se ao fim da manutenção com o solo totalmente exposto sem qualquer tipo de proteção, resultando consequentemente em novos problemas nos anos seguintes (MOURA, 2013, p. 41).

Figura 6 – Nova tenda construída em 2011 no espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN



Fonte: Adaptado pela autora de Maia (2011b)

Apesar do atrativo turístico e do reconhecimento mundial da potencialidade esportiva da rampa de voo livre de Patu-RN, até o ano de publicação do presente trabalho, os componentes da estrutura física de todo o espaço turístico (toda a área reservada para o voo livre), não receberam as melhorias adequadas para o porte da área, para as condições topográficas e climáticas do local, além das medidas realizadas todos os anos após o período de chuvas. De acordo com o site Patu cidade linda (2019), existe um projeto elaborado de um complexo turístico, o qual contará com: mirante, rampa de voo livre, asa delta e urbanização.

É importante destacar que o presente trabalho não tem a finalidade de dificultar e/ou barrar a utilização do espaço turístico, e sim de salientar a importância e a necessidade do

cuidado adequado com o manejo do solo do local diante da degradação deste, desencadeada há vários anos, visando com isso uma melhor qualidade física e ambiental para o espaço turístico.

4.2 Caracterização da pesquisa

Para o desenvolvimento do presente trabalho, inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico para a fundamentação e definição teórica dos assuntos abordados, auxiliando assim na análise, no diagnóstico dos problemas e na condução das proposições de soluções e dos métodos mais adequados a serem implementados para a conservação do solo da área estudada. Posteriormente, efetuou-se um estudo de caso com o objetivo de se obter informações e características do local estudado.

Dessa forma, realizou-se diversas pesquisas para o levantamento de dados bibliográficos e fotográficos das condições da infraestrutura do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN, referentes ao período de utilização do espaço turístico desde o ano de criação da rampa de voo até o ano de elaboração da pesquisa, destinando uma maior atenção para as condições do solo da rampa de voo. Além dos dados fotográficos obtidos por meio da pesquisa bibliográfica, foram realizadas visitas ao local estudado para a realização de registros fotográficos recentes.

Em continuidade ao estudo de caso, realizou-se uma visita a rampa de voo livre para a execução dos procedimentos de coleta dos dados topográficos e coleta das amostras do solo da área estudada, para a posterior análise laboratorial e processamento dos dados. Todas as etapas realizadas no estudo de caso foram fundamentais, para o alcance dos objetivos propostos no presente trabalho; possibilitando a descrição de características físicas do tipo de solo e condições topográficas da área estudada, a identificação dos métodos de manejo do solo utilizados nas etapas de manutenção da rampa de voo e a constatação da incidência de degradação do solo e ocorrência de processos erosivos no local.

Com isso, a classificação do presente trabalho configura-se como uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso, de natureza descritiva com uma abordagem qualitativa, no qual é descrito algumas características físicas e topográficas, assim como a situação de degradação do solo do local estudado; apresentando também uma abordagem explicativa para a proposição dos possíveis métodos a serem implementados visando a solução dos problemas observados e a conservação do solo do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN.

4.3 Coleta, análise e sistematização dos dados

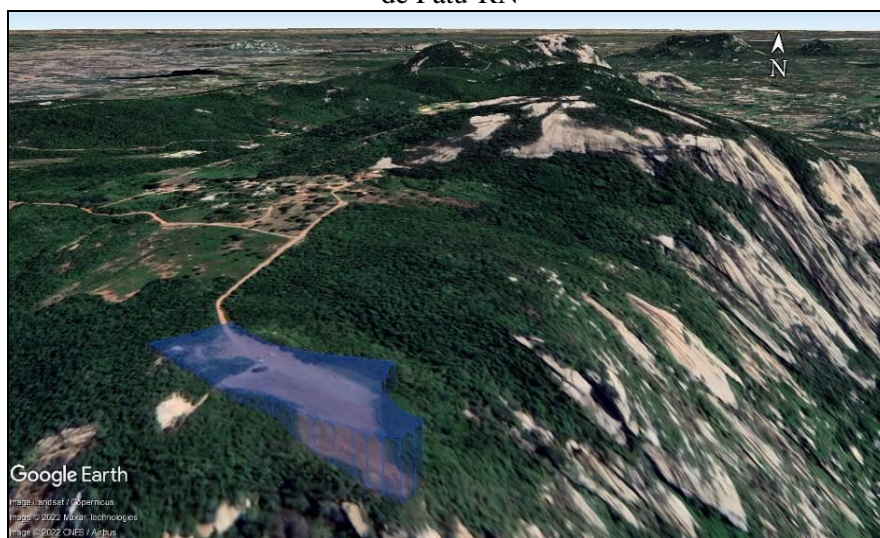
Com o auxílio da ferramenta computacional *Google Earth* a qual proporciona vistas aéreas de diversos ângulos de várias localidades geográficas do mundo, realizou-se uma demarcação aproximada de toda a área do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN como apresentado na Figura 7, obtendo-se para um perímetro de aproximadamente 550 metros uma área de 12.684 m². Na Figura 8 é apresentado uma visualização de outro ângulo da área do espaço turístico para um melhor reconhecimento do local estudado.

Figura 7 - Demarcação aproximada da área do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN



Fonte: Adaptado pela autora do *Google Earth* (2019)

Figura 8 - Visualização de outro ângulo da área aproximada do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN



Fonte: Adaptado pela autora do *Google Earth* (2019)

Com isso, na visita ao espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN para a coleta dos dados topográficos das amostras de solo, inicialmente realizou-se uma observação de toda a área do espaço turístico, para o melhor reconhecimento do local e para a delimitação de uma área específica para a coleta dos dados. Dessa forma, foram delimitadas e escolhidas duas áreas específicas possuindo um formato de superfície retangular para a coleta dos dados topográficos e das amostras de solo, as quais foram nomeadas de: Parte 1 do terreno - (local de apoio e estacionamento) e Parte 2 do terreno - (local/pista de decolagem), conforme representado na Figura 9.

Figura 9 – Demarcação ilustrativa da parte 1 e parte 2 dos terrenos da coleta de dados



Fonte: Adaptado pela autora do *Google Earth* (2019)

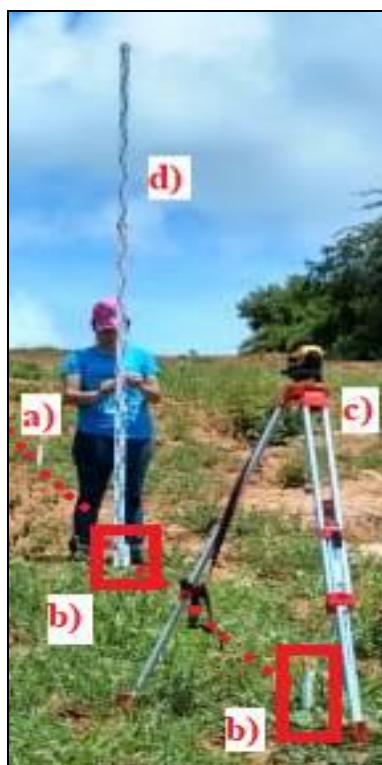
A partir da escolha das duas partes do terreno para a coleta de dados realizou-se a demarcação do terreno com piquetes de madeira formando um retângulo com uma largura fixa de 25 metros para as duas partes do terreno, posteriormente realizou-se as medições dos comprimentos dos dois terrenos com o auxílio de uma trena métrica. A primeira parte do terreno – (local de apoio e estacionamento) apresentou 25 metros de largura e 39,5 metros de comprimento; a Segunda parte do terreno – (local/pista de decolagem) apresentou 25 metros de largura e 68 metros de comprimento.

Em seguida realizou-se a coleta dos dados topográficos dos dois terrenos; como já apresentado na fundamentação teórica do presente trabalho uma das informações essenciais para a análise, diagnóstico e proposição de possíveis soluções para os problemas observados com relação aos objetivos da pesquisa em questão, é a declividade/inclinação que o terreno possui. Assim, realizou-se para a coleta de dados da pesquisa em questão o levantamento

topográfico do tipo nivelamento geométrico, onde foram seguidas as recomendações estabelecidas na NBR 13133:2021 – Execução de levantamento topográfico – Procedimento.

A coleta dos dados topográficos teve início na Parte 1 do terreno – (local de apoio e estacionamento) e posteriormente foram coletados os dados da Parte 2 do terreno (local/pista de decolagem). Para isso, realizou-se a demarcação do caminhamento a ser analisado com piquetes de madeira cravados no solo os quais possuíam aproximadamente de 15 – 30 cm, e a medição da distância entre cada um com o auxílio de uma trena. Feito isso, utilizou-se dos seguintes equipamentos: tripé topográfico, nível óptico, régua graduada de alumínio com 3 metros e trena métrica de 5 metros, para a coleta dos dados das diferenças de níveis entre os pontos demarcados no terreno, como apresentado na Figura 10. Todos os dados e medidas da Parte 1 e 2 do terreno foram anotadas na caderneta de campo para a posterior análise e sistematização dos dados.

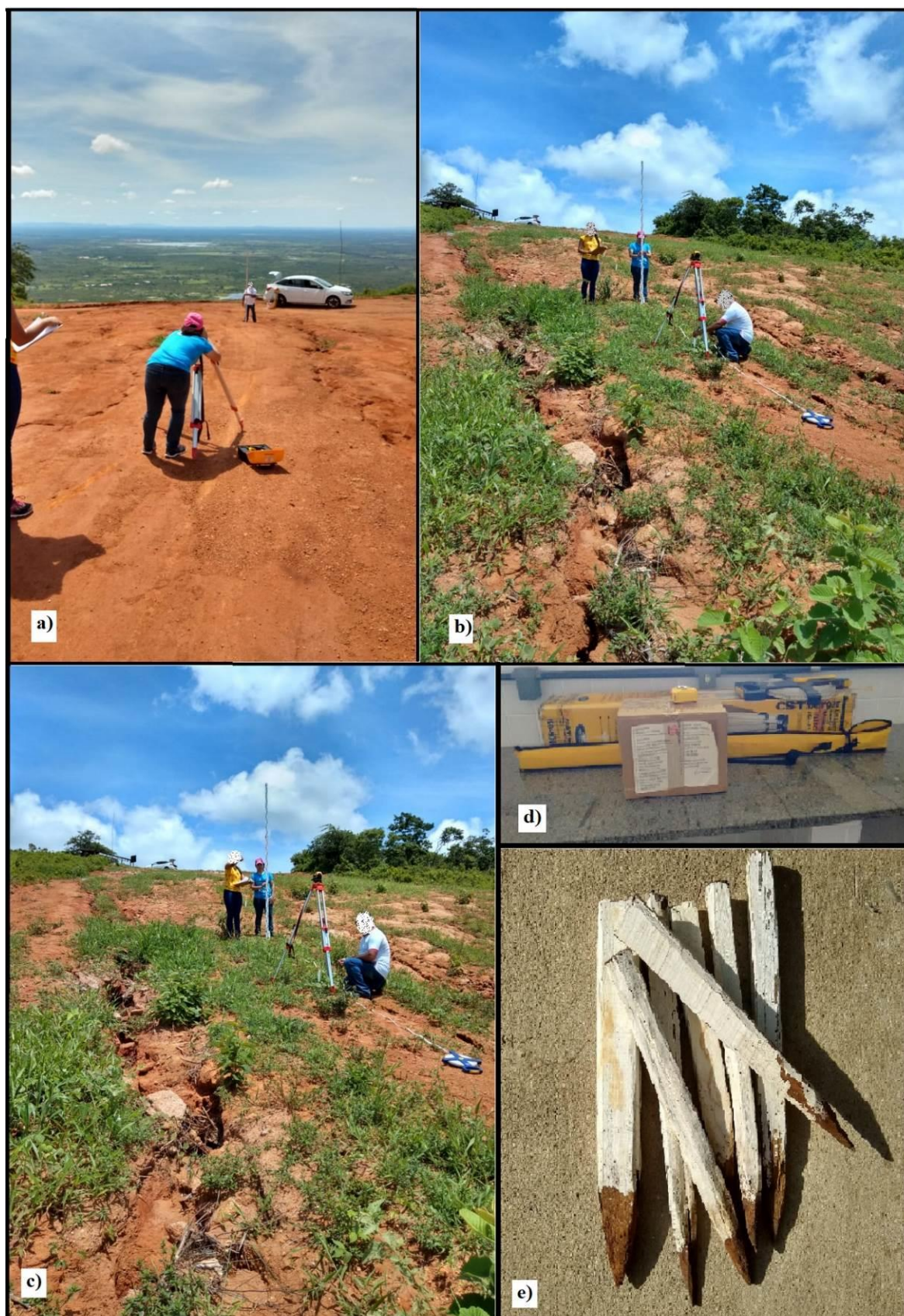
Figura 10 – Caminhamento de demarcação e referência (a); Piquetes de madeira cravados no terreno formando o caminhamento (b); Tripé topográfico com nível óptico instalado (c); Régua graduada de alumínio com 3 m (d)



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Na Figura 11 a seguir são apresentados os registros fotográficos do levantamento topográfico da Parte 1 e da Parte 2 do terreno como também os equipamentos utilizados.

Figura 11 – Parte 1 do terreno (a) – (local de apoio e estacionamento); Parte 2 do terreno (b-c) – (local/pista de decolagem); Equipamentos utilizados (trenas, piquetes, tripé) (d-e)



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Tendo finalizado a coleta dos dados topográficos, realizou-se a coleta das amostras de solo na pista de decolagem em três pontos distintos como apresentado na Figura 12, para a posterior realização da análise laboratorial das propriedades físicas; optou-se por realizar a coleta das amostras apenas na Parte 2 do terreno, devido ser o local que apresentava uma maior declividade e uma maior incidência de processos erosivos. Com isso, iniciou-se a coleta pelo ponto 1, seguindo para o ponto 2 e posteriormente para o ponto 3, em cada ponto foram coletados solos nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm.

Figura 12 – Demarcação ilustrativa dos pontos de coleta das amostras de solo na Parte 2 do terreno na rampa de voo livre e Patu/RN



Fonte: Adaptado pela autora do *Google Earth* (2019)

Para a coleta das amostras de solo utilizou-se um trado do tipo holandês, onde os solos coletados nos três pontos foram colocados em um balde plástico para o desmanche dos torrões para a posterior homogeneização do solo. Feito isso, realizou-se o acondicionamento das amostras de solo em sacos plásticos, possuindo aproximadamente 500 gramas, para então serem encaminhadas para o laboratório afim de serem realizadas análises físico-químicas. A amostragem de coleta de solo realizada na pesquisa em questão foi do tipo Amostra Composta, na qual realiza-se a coleta de solo de locais distintos e não apenas de um único ponto. Na Figura 13 são apresentados registros fotográficos da coleta das amostras de solo na Parte 2 do terreno – (local/pista de decolagem).

Figura 13 – Coletas na camada de 0-20 cm (a); Coletas na camada de 20-40 cm (b)



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Após a coleta e acondicionamento as amostras de solo foram conduzidas para a análise física e química, a qual foi realizada no Laboratório de Análise de Solo Água e Planta – LASAP, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Campus Mossoró, onde foram seguidos os métodos recomendados e descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (TEIXEIRA et al., 2017, p. 21-27). Na Figura 14 é apresentado um dos registros da análise das amostras para a respectiva classificação do tipo de solo predominante na rampa de voo livre como também para fins da avaliação da fertilidade do solo, mais especificamente na pista de decolagem – Parte 2 do terreno.

Figura 14 – Registro da análise do solo pelo método da sedimentação



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

É importante destacar diante do período de cuidados, prevenção e distanciamento social recomendado e vivenciado nos tempos atuais, de realização e publicação da presente pesquisa devido a pandemia do COVID-19 que, para a realização das etapas e atividades da pesquisa em questão, as quais se fizeram necessário ser de forma presencial, foram respeitadas as normas de biossegurança estabelecidas pela instituição no Plano de Biossegurança da UFRSA em Tempos de Pandemia, o qual determina medidas de proteção e prevenção como, a higienização das mãos e de equipamentos, o uso obrigatório de mascarar, a utilização de álcool em gel e líquido 70%, o distanciamento mínimo entre pessoas de 1,5 m, entre outros.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização físico-química do solo da rampa de voo livre de Patu-RN

Com base nas análises físico-químicas realizadas conforme os métodos recomendados e descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo, foram obtidos os seguintes dados para a caracterização do solo da rampa de voo livre de Patu-RN. Na Tabela 1 são apresentadas as frações granulométricas predominantes nas camadas de solo a 20 cm e a 40 cm de profundidade, possibilitando assim a classificação do tipo de solo predominante no local.

Tabela 1 – Frações granulométricas predominantes no solo da rampa de voo livre de Patu-RN

Frações granulométricas (kg/kg)			
Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila
0-20	0,66	0,26	0,08
20-40	0,65	0,13	0,21

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Baseado nas especificações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), e observando-se as frações granulométricas obtidas das amostras conforme apresentado na Tabela 1, verificou-se a predominância de 66% de areia, 26% de silte e 8% de argila nas amostras a profundidade de 0 a 20 cm. Já nas amostras a profundidade de 20 a 40 cm observou-se a predominância de 65% de areia, 13% de silte e 21% de argila. Diante dos resultados, torna-se perceptível a repentina variação na porcentagem da fração de argila, a qual passou de uma predominância de 8% nas camadas mais superficiais, para 21% nas camadas subsuperficiais. Dessa forma, ante das características e propriedades observadas, a rampa de voo livre de Patu-RN apresenta um solo predominantemente classificado como *Argissolo Vermelho Amarelo*, conforme os critérios de classificação regidos pelo SiBCS.

Os solos classificados como *Argissolo* apresentam particularmente a característica de mudança em sua textura de forma abrupta entre os horizontes A e B. Com isso, as camadas de solo superficiais apresentam maiores índices granulométricos de areia, e as camadas mais profundas possuem altos teores de partículas de argila. Estas camadas mais profundas com argila são compostas por inúmeros microporos e possuem uma camada de solo mais adensada (B textural), as quais contém uma predominância de maiores cargas de interação elétrica (SANTOS et al., 2018, p. 82).

As camadas de solo argilosas também apresentam particularmente um comportamento de infiltração mais lento, resultando assim na rápida saturação da camada superficial e consequentemente na formação acelerada do escoamento das águas de chuva. Tal escoamento das águas também conhecido como enxurradas, são um dos principais responsáveis por realizar o arraste/remoção das camadas superficiais de solo e desencadear os processos erosivos (DIONISIO, 2010, p. 20).

Assim, com base nas características predominantes dos solos classificados como *Argissolos*, torna-se notório o elevado potencial de erodibilidade que o solo da rampa de voo livre de Patu-RN apresenta, devido a maior predominância granulométrica de areia nas camadas superficiais, as quais não possuem cargas de interação elétrica, ficando assim propícias a serem levadas pelas enxurradas provocadas pelas chuvas, como também pelas elevadas velocidades dos ventos.

Além do estudo dos fatores físicos texturais do solo da rampa de voo livre, realizou-se a análise dos fatores químicos do solo do espaço turístico. Na Tabela 2 são apresentados os índices dos componentes químicos identificados nas amostras de solo, possibilitando com isso a verificação das condições de fertilidade e os nutrientes que o solo da rampa de voo livre dispõe.

Tabela 2 – Resultados da análise química do solo da rampa de voo livre de Patu-RN

Resultados da análise química para fins de avaliação da fertilidade do solo			
Componentes identificados	Amostra 1 (0-20)	Amostra 2 (20-40)	Média
pH (água)	4,90	4,89	4,9
CE (dS/m)	0,71	0,54	0,625
P (mg/dm ³)	7,6	6,7	7,15
K ⁺ (mg/dm ³)	42,1	44,1	43,1
Na ⁺ (mg/dm ³)	16,8	17,8	17,3
Ca ²⁺ (cmol/dm ³)	0,90	0,50	0,7
Mg ²⁺ (cmol/dm ³)	0,50	0,80	0,65
Al ³⁺ (cmol/dm ³)	0,65	0,65	0,65
(H+Al) (cmol/dm ³)	3,30	3,96	3,63
SB (cmol/dm ³)	1,58	1,49	1,54
t (cmol/dm ³)	2,23	2,14	2,19
CTC (cmol/dm ³)	4,88	5,45	5,17
V (%)	32	27	29,5
m (%)	29	30	29,5
PST (%)	2	1	1,5

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Diante dos resultados apresentados na Tabela 2, observou-se por meio da análise química que o solo da rampa de voo livre possui atualmente características de um solo ácido, apresentando um pH (potencial hidrogeniônico) numa faixa média de 4,9 (em água). Apresenta uma condutividade elétrica (CE) em média de 0,625 dS/m sendo considerada de baixa intensidade. Verificou-se também, índices em média dos seguintes elementos químicos os quais compõem o solo do local estudado: 7,15 mg/dm³ de fósforo (P); 43,1 mg/dm³ de potássio (K⁺); 17,3 mg/dm³ de sódio (Na⁺); 0,7 cmol_c/dm³ de cálcio (Ca²⁺); 0,65 cmol_c/dm³ de magnésio (Mg²⁺) e 0,65 cmol_c/dm³ de alumínio (Al³⁺).

Diante disso, constatou-se com base nos índices dos elementos identificados, que o solo do local estudado apresenta em média: uma acidez potencial (H+Al) de 3,63 cmol_c/dm³; uma soma de bases trocáveis (SB) de 1,54 cmol_c/dm³; um total de cargas negativas (t) de 2,19 cmol_c/dm³; uma capacidade de troca catiônica (CTC) de 5,17 cmol_c/dm³; uma percentagem por saturação de bases (V) de 29,5%; um grau de saturação de alumínio (m) de 29,5% e um percentual de sódio trocável de 1,5%.

O solo do local estudado além de um pH ácido, apresentou um elevado grau de saturação de alumínio (m), isto é, em uma proporção de 100% de solo, o alumínio está ocupando aproximadamente 30% do espaço que deveria ser ocupado por elementos essenciais como cálcio, magnésio, fósforo, potássio, entre outros; justificando assim a verificação dos baixos índices destes elementos.

Esta deficiência do potencial nutritivo do solo estudado, é ressaltado por meio da percentagem por saturação de bases (V), a qual apresentou uma ocupação por nutrientes férteis de aproximadamente 30%, evidenciando mais uma vez a deficiência destes, pois, quanto maior o índice de percentagem por saturação de bases (V) maiores são os índices de fertilidade do solo. É importante destacar que a presença elevada de alumínio no solo, ocasiona características de toxicidade ao solo resultando assim, na sua consequente fragilização nutritiva, necessitando com isso da aplicação de métodos de correção elementar, para restaurar as características adequadas do solo (LIMA et al, 2007, p. 16).

Com base nestes resultados, torna-se possível observar que o solo do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN encontra-se em condições físico-químicas consideravelmente fragilizadas, ou seja, estes possuem considerável deficiência em sua composição com relação aos índices de seus elementos essenciais, os quais são primordiais para o adequado e perfeito desenvolvimento do solo e dos componentes que necessitam deste, como por exemplo a vegetação, os microrganismos, entre outros.

5.2 Caracterização da declividade no terço da pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu-RN

Diante dos dados coletados por meio do levantamento topográfico (Tipo -Nivelamento geométrico), conforme apresentado na Tabela 3, foram obtidas as inclinações para a Parte 1 do terreno (Quadro 1), e para a Parte 2 do terreno (Quadro 2), do espaço turístico da rampa de voo livre.

Tabela 3 – Dados topográficos do nivelamento geométrico para a obtenção da inclinação do terreno da rampa de voo livre de Patu/RN

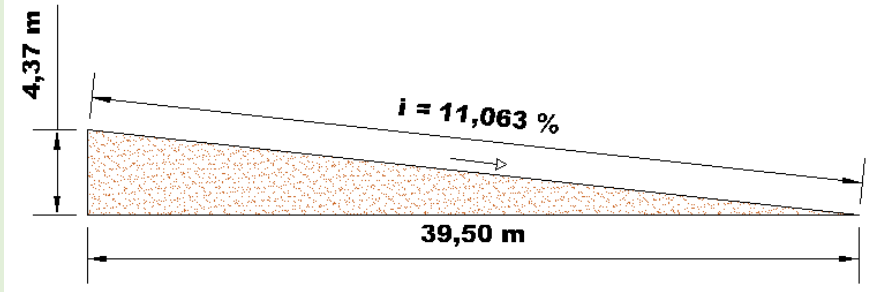
Local	Estaca	Ré (m)	Visada vante - mudança (m)	Distancias (m)	Declividade (m)
Parte 1 do terreno (local de apoio e estacionamento)	1	0,03	-	16,00	2,86
	2	-	2,89	16,00	2,86
	3	1,51	-	7,50	1,51
Parte 2 do terreno (local/pista de decolagem)	1	0,1	-	3,80	2,75
	2	-	2,85	7,00	2,75
	3	0	-	5,10	2,93
	4	-	2,93	6,30	2,93
	5	0	-	5,00	2,97
	6	-	2,97	7,70	2,97
	7	0,03	-	5,00	2,95
	8	-	2,89	5,80	2,95
	9	0	-	4,80	2,97
	10	-	2,97	6,10	2,97
	11	0,36	-	3,80	2,25
	12	-	2,61	5,40	2,25

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

- Inclinação da Parte 1 do terreno - (local de apoio e estacionamento)

O terreno 1 (local de apoio e estacionamento) apresentou conforme os dados coletados, uma altura de 4,37 metros e um comprimento de 39,5 metros, obtendo-se uma inclinação de 11,063 % no terreno, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Inclinação da Parte 1 analisada do terreno da rampa de voo livre de Patu-RN

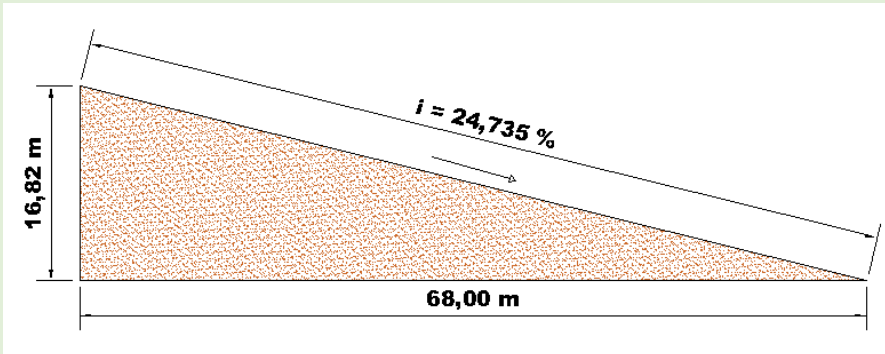
Representação geométrica	Cálculo da inclinação
h – altura do terreno (m) = 4,37 metros c – comprimento do terreno (m) = 39,5 metros i – inclinação do terreno (%) 	$i = \left(\frac{h}{c} \right) \times 100$ $i = \left(\frac{4,37}{39,5} \right) \times 100$ $i = 11,063 \%$

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

- Inclinação da Parte 2 do terreno - (local/pista de decolagem)

O terreno 2 (local/pista de decolagem) apresentou conforme os dados coletados, uma altura de 16,82 metros e um comprimento de 68,00 metros, obtendo-se uma inclinação de 24,735 % no terreno, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Inclinação da Parte 2 analisada do terreno da rampa de voo livre de Patu-RN

Representação geométrica	Cálculo da inclinação
h – altura do terreno (m) = 16,82 metros c – comprimento do terreno (m) = 68,00 metros i – inclinação do terreno (%) 	$i = \left(\frac{h}{c} \right) \times 100$ $i = \left(\frac{16,82}{68,00} \right) \times 100$ $i = 24,735 \%$

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

5.3 Possíveis causas da ocorrência de processos erosivos e consequente degradação do solo da rampa de voo livre de Patu-RN

De acordo com as pesquisas realizadas constatou-se que o espaço turístico recebe anualmente após os períodos chuvosos os quais ocorrem aproximadamente entre os meses de dezembro e de julho, uma manutenção paliativa na superfície do terreno, onde esta é realizada de forma mecanizada. Os registros apresentados no Quadro 3, são referentes a última manutenção realizada no mês de setembro do ano de 2021, onde no mês de outubro do mesmo ano realizou-se no espaço turístico mais uma temporada de voos recebendo diversos pilotos e turistas de várias regiões do Brasil.

Quadro 3 – Registros da manutenção realizada no espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN



Fonte: Elaborado pela autora (2022); imagens de Oeste em pauta (2021)

Com o auxílio da ferramenta computacional *Google Earth*, a qual apresenta um banco de dados com alguns registros de imagens históricas via satélite, tornou-se possível analisar e observar a ocorrência de alterações nitidamente visíveis na superfície do terreno do espaço turístico, durante o período de alguns anos conforme é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Imagens aéreas das alterações em alguns períodos de tempo realizadas no terreno da rampa de voo livre de Patu/RN

	
a) Ano de 2009 mês - setembro	b) Ano 2013 mês - julho
	
c) Ano 2015 mês - janeiro	d) Ano 2016 mês - março
	
e) Ano 2017 mês - outubro	f) Ano 2018 - dezembro
	
g) Ano 2019 mês - maio	h) Ano 2019 mês - dezembro

Fonte: Elaborado pela autora (2022); imagens do *Google Earth*

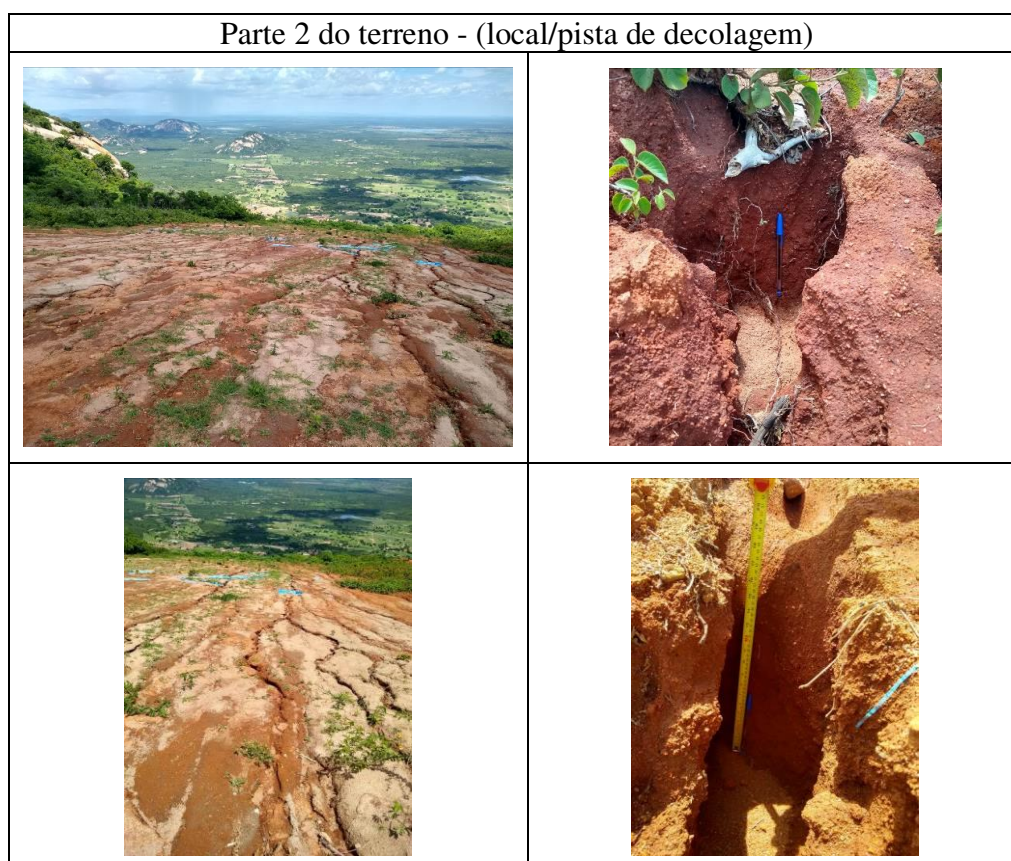
Por meio de visitas ao espaço turístico da rampa de voo, foram obtidos registros e a constatação da ocorrência de processos erosivos, na superfície do terreno, conforme apresentados no Quadro 5 e 6, respectivamente.

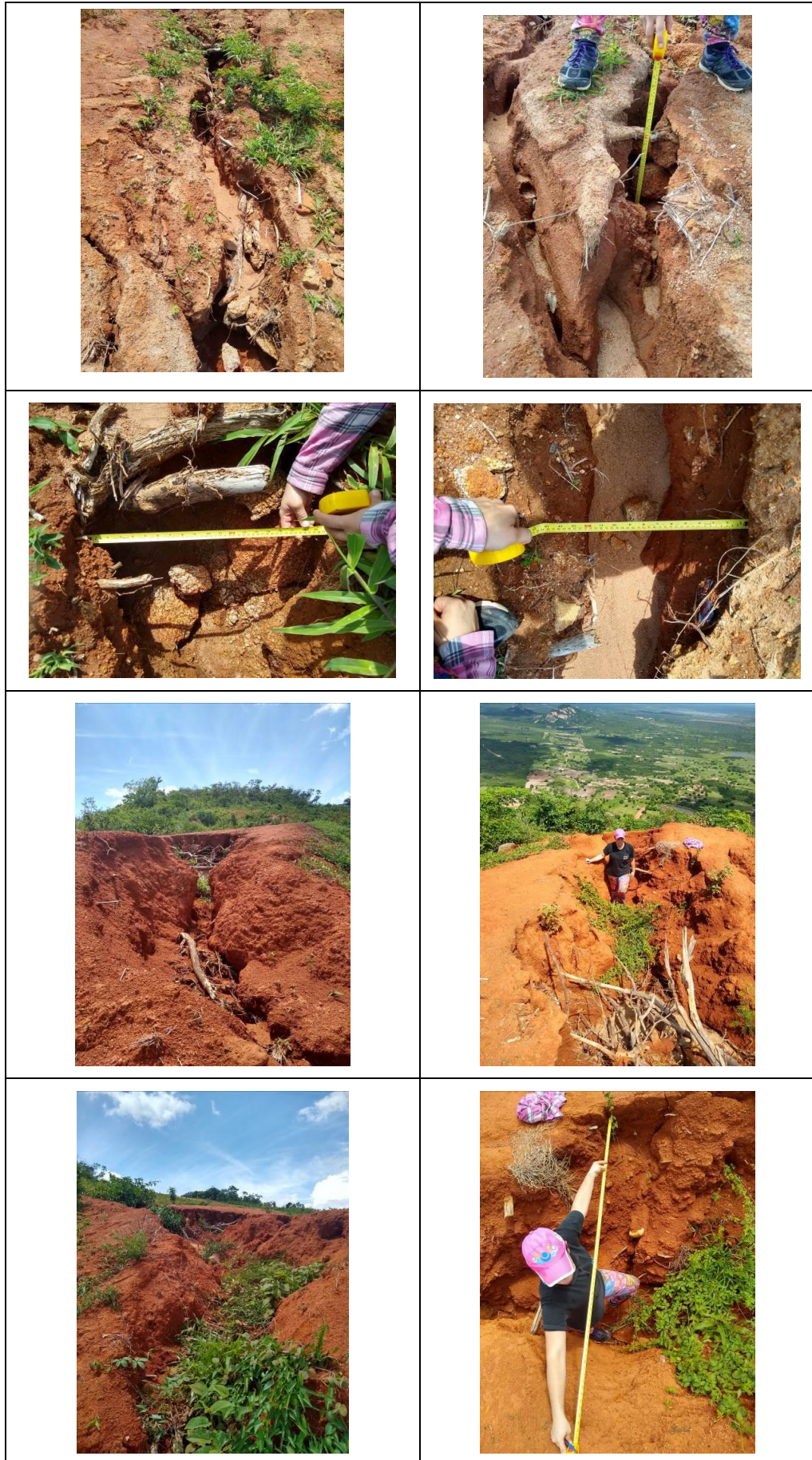
Quadro 5 – Registros da ocorrência de processos erosivos no local de apoio e estacionamento da rampa de voo livre de Patu/RN



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Quadro 6 – Registros da ocorrência de processos erosivos no local/pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu/RN





Fonte: Elaborado pela autora (2022)

5.4 Análise dos dados coletados

Diante dos dados obtidos e apresentados nos três subtópicos anteriores, constatou-se que o espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN, apresenta um solo predominantemente classificado como *Argissolo Vermelho Amarelo*, de acordo com suas propriedades físico-químicas analisadas em laboratório, conforme os critérios de classificações regidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Os resultados indicaram ainda, elevadas condições de fragilidade no potencial nutritivo do solo, evidenciando assim a necessidade da implementação de métodos com a finalidade de corrigir e recuperar as condições físico-químicas adequadas para o desenvolvimento e conservação do solo do local estudado.

Além das características físico-químicas do solo, observou-se que a superfície do terreno na área do local de apoio e estacionamento possui uma inclinação de 11,063 %, sendo classificado de acordo com o SiBCS como um relevo Ondulado apresentando declive moderado entre 8% a 20%. Já a superfície do terreno na área da pista de decolagem possui uma inclinação de 24,735 %, classificando-se conforme o SiBCS como um relevo Forte Ondulado, apresentando um declive forte entre 20% a 45%, (SANTOS et al. 2018, p. 294-295).

Assim, diante dos índices de inclinação do terreno do espaço turístico, torna-se possível constatar que estes contribuem para a suscetibilidade a erosão do solo do local. A declividade do terreno, o comprimento da vertente e a rugosidade da superfície, são alguns dos fatores de principal influência em proporcionar a um determinado solo a suscetibilidade de processos de degradação e de processos erosivos, devido ao volume e a velocidade do escoamento superficial em uma superfície, depender diretamente da razão entre a capacidade de infiltração do solo, da intensidade da precipitação, do período de duração da chuva e da declividade do terreno (CARVALHO, 2000, p. 13).

Dessa forma, tais índices de declividade do terreno atrelados a outros diversos fatores, como as características texturais do solo, o grau de proteção/cobertura existente, entre outros; intensificam ainda mais a vulnerabilidade dos solos em resistir aos processos de degradação. Com isso, além dos consideráveis índices de declividade no terreno da rampa de voo livre, constatou-se a prática de manejos de forma inadequada para as condições físicas e topográficas do espaço turístico, os quais tem contribuído para o avanço dos processos de desgaste e erosão do solo do local. De início, constata-se a realização de manutenções paliativas e manejos do solo apenas uma vez no ano após os períodos chuvosos, ou seja,

durante vários meses do ano o solo do espaço turístico fica desprovido de manutenções e de cuidados adequados.

Outro fator observado trata-se da total remoção da cobertura vegetal da superfície do terreno, deixando o solo totalmente desprotegido e propício aos desgastes e degradação devidos as intempéries climáticas (Figura 15). Mais especificamente o desgaste provocado pelas ações das chuvas, as quais provocam o desprendimento e o arraste de partículas e massas de solo, desde a etapa inicial das chuvas com o impacto das gotas de água no solo, até o posterior arraste devido as enxurradas do escoamento superficial, desencadeando com isso variados níveis de processos erosivos na superfície do solo.

Figura 15 – Registro da total remoção da cobertura vegetal e exposição do solo da pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu/RN



Fonte: Adaptado pela autora de Maia (2017)

Constatou-se ainda, conforme apresentado no subtópico 5.3 e Quadro 3, a utilização de maquinários pesados na realização das manutenções do terreno, com os quais são realizados o manejo do solo na direção da inclinação do terreno (Figura 16). Além disso, constatou-se que nas manutenções não são realizadas a elaboração de nenhuma barreira física na pista de decolagem para minimizar a velocidade do escoamento das águas da chuva, facilitando ainda mais o desenvolvimento dos processos erosivos na superfície do terreno.

Figura 16 – Realização do manejo do solo no mesmo sentido da inclinação do terreno da rampa de voo livre de Patu/RN



Fonte: Adaptada pela autora de Oeste em pauta (2021)

Observou-se ainda conforme apresentado no subtópico 5.3 no Quadro 4, consideráveis alterações na paisagem vegetativa do espaço turístico da rampa de voo livre com o passar dos anos. Especificamente no intervalo de tempo das imagens do ano de 2017 e de 2018, nota-se a considerável remoção de vegetação nativa do ambiente, repetindo-se no ano de 2019, no qual ocorre novamente a remoção de uma parcela considerável da camada vegetativa do terreno. (Figura 17)

Figura 17 – Registros aéreos do terreno em 2017, 2018 e 2019 respectivamente



Fonte: Google Earth (2019)

Outros fatores observados, desencadeados pelo uso inadequado de máquinas pesadas no manejo do solo, em conjunto com o escoamento superficial das águas provenientes das precipitações, é a possível remoção de camadas férteis da superfície do terreno, chegando até a atingir e expor as camadas rochosas do terreno (Figura 18). A gradativa compactação do

solo provocando com isso certa dificuldade de infiltração da água para as camadas mais internas, contribuindo consequentemente com a intensificação dos processos erosivos e das perdas fertilidade do solo, como também dificultando a emergência e o desenvolvimento de cobertura vegetal.

Figura 18 – Exposição de camada rochosa na pista de decolagem da rampa de voo livre de Patu/RN



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Em vista disso, ainda no subtópico 5.3 no Quadro 5 e 6 respectivamente são apresentados registros da verificação da ocorrência de diversos processos erosivos ao longo de toda a superfície do terreno do espaço turístico, tanto na área de apoio e estacionamento como na pista de decolagem; verificando-se a ocorrência de processos erosivos do tipo: laminar, em sulcos, em ravinas e voçorocas (Figura 19).

Figura 19 – Tipos de processos erosivos observados na rampa de voo livre de Patu/RN: laminar (a), em sulcos (b), em ravinas (c) e voçorocas (d)



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Tais processos erosivos geralmente se desenvolvem de forma gradativa; no caso da análise em questão, inicialmente em toda a parte da superfície do terreno observado, desenvolveram-se erosões em forma laminar, devido ao escoamento superficial difuso das águas das chuvas. Dessa forma, esse escoamento tem sido também, responsável por provocar progressivamente a extração de camadas de solos, que em resultado a isso, quase toda a área da rampa de voo já não possui o horizonte A do solo, ou seja, a camada mais superficial e fértil do solo.

Por consequência, com a ausência da camada do horizonte A, em diversas áreas encontra-se a presença apenas do horizonte B, o qual apresenta solos com características mais densas interferindo diretamente no desenvolvimento de espécies de vegetação. Por outro lado, diante dos processos degradantes que o solo do local estudado tem sofrido, esta camada mais densa composta caracteristicamente por uma granulometria argilosa como apresentado no subtópico 5.1, tem auxiliado na conservação de algumas camadas de solo, devido as cargas de interação elétrica das argilas.

Nas áreas em que o solo já apresenta apenas o horizonte B, foram constatadas a ocorrência do avanço dos processos erosivos, nos quais verificou-se processos erosivos do tipo em sulco e em ravinas. Além disso, em alguns pontos do terreno verificou-se a ocorrência do processo erosivo de maior grau, o qual consiste na formação de voçorocas. Com tudo, torna-se evidente a gradativa intensificação dos processos de degradação do solo e o consequente aumento das perdas de solos da superfície do terreno.

É importante destacar, que a presente pesquisa não possui a finalidade de quantificação numérica dos potenciais degradantes recorrente no espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN. E sim de evidenciar a ocorrência e progressão da degradação do solo do local, com a finalidade de destacar a importância e a necessidade da implementação de métodos que minimizem a tal degradação, proporcionando assim melhorias e benefícios tanto para o ambiente como para os pilotos e turistas que utilizam e visitam o espaço turístico.

5.5 Proposição de possíveis manejos e práticas de recuperação e de conservação do espaço turístico

Diante das análises e constatações realizadas, é notório a necessidade da implementação imediata de manejos e de práticas de forma adequada para as condições físicas e topográficas do solo do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN. Posto isso, é importante propor primordialmente que seja evitado ao máximo a execução dos manejos e

técnicas utilizadas atualmente, ou seja, é essencial que seja evitado a utilização de maquinários pesados no manejo do solo do local.

O tráfego de máquinas pesadas no manejo e preparo do solo provoca consequências diretas nas características e propriedades dos solos principalmente no fator porosidade, resultando com isso numa maior compactação das partículas de solo, interferindo assim na sua capacidade de infiltração e gerando um desequilíbrio estrutural do solo. Visto que, além da compactação causada por meio da pressão exercida com o peso das máquinas, ocorre também a posterior compactação devido a força das gotas de água da chuva (RODRIGUES, 2014, p. 20-27). É importante também adotar-se a realização de manutenções do solo periodicamente, e não somente após os períodos chuvosos, pois com isso torna-se mais favorável a observação e a diligente reparação de danos que surgirem na superfície do terreno.

No estudo realizado por Inácio (2005, p. 24-25), a autora descreve o comportamento das perdas, da desagregação do solo e o desenvolvimento de enxurradas que desencadeiam os processos erosivos, aliados a cobertura e a declividade do terreno. Neste estudo, a autora conclui que “houve aumento das perdas com o aumento dos valores das classes de declividade do terreno, sendo que estas foram maiores no tratamento sem cobertura do que no com cobertura”.

Com base, neste estudo é possível perceber a importância da cobertura do solo seja ela vegetal ou não, sendo mais importante ainda em se tratar de terrenos que apresentem consideráveis declividades. Assim, a implementação de uma cobertura vegetal no solo do espaço turístico da rampa de voo livre, proporcionará uma adequada proteção ao solo, como também auxiliará na conservação do solo do local, inibindo os processos erosivos devido a ação das chuvas. Além disso, proporcionará uma paisagem ainda mais bela e um ambiente cada vez mais agradável para receber os pilotos e turistas que visitam o local.

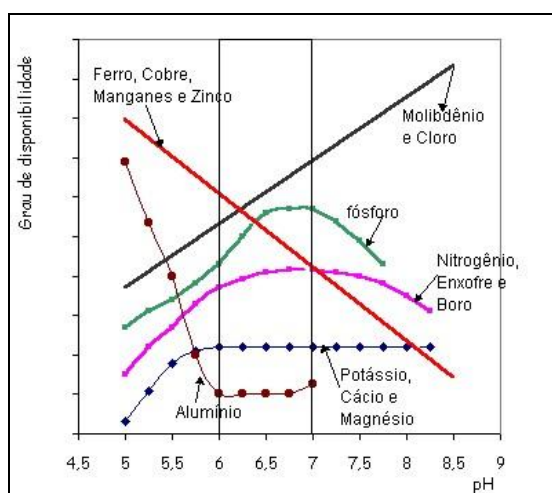
Para isso, diante dos índices físico-químicos observados na presente pesquisa, como a constatação de que a rampa de voo livre apresenta um solo ácido, com elevado grau de saturação de alumínio e com baixos índices da percentagem por saturação de bases, significando com isso, que este dispõe de uma considerável deficiência de fertilidade para o desenvolvimento de vegetação, o que evidencia a extrema necessidade de cuidados e de recuperação das condições de fertilidade do solo da área em estudo.

Godoy e Villas Bôas (2003, p. 10) destaca que um solo para ser considerado adequado para a germinação e desenvolvimento de vegetação deve apresentar um pH (em água) entre 6 a 7, dispor de índices de percentagem por saturação de bases em média de 50%, preferivelmente devem apresentar índices mínimos de saturação de alumínio, dispor de

índices orgânicos consideráveis, como também apresentar significativos graus nutritivos de: fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, entre outros.

Assim, com base na análise realizada das condições do solo estudado, com o objetivo de atingir melhores condições físico-químicas para o solo da rampa de voo livre e proporcionar condições adequadas para a implementação e o desenvolvimento de camadas vegetativas, propõe-se a implementação da prática de recuperação e de conservação do tipo edáfica, mais especificamente a calagem. Esta, consiste na técnica em que se realiza a aplicação no solo de corretivos de acidez como por exemplo o calcário, objetivando corrigir a acidez do solo, regulando o pH entre uma faixa de equilíbrio adequado para os demais elementos constituintes deste, consequentemente regulando os índices de saturação de bases, e os níveis de saturação de alumínio como apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Representação do intervalo ideal para o pH dos solos



Fonte: Soares (2020)

Com isso, a realização de procedimentos como estes auxiliam potencialmente na recuperação da fertilidade do solo e na conservação deste, contribuindo assim com o aumento dos nutrientes e proporcionando adequadas condições para a emergência e para a sobrevivência das camadas vegetativas.

No Brasil encontra-se diversos exemplos de rampas de voo livre providas de adequadas instalações físicas e ambientes com estruturas bem conservadas. A exemplo tem-se a rampa de voo livre em Quixadá no estado do Ceará, na qual o solo possui cobertura em grama sintética, proporcionando tanto a proteção do solo como também ressaltando a paisagem do ambiente (Figura 21 - a). No estado de Minas Gerais onde localiza-se a rampa de voo livre de Extrema a qual possui sua estrutura de cobertura do solo em madeira, material

com alto grau de eficiência para a proteção da superfície do solo (Figura 21 - b). E no estado de São Paulo a rampa de voo livre do município de São José do Barreiro a qual possui uma cobertura do solo em vegetação natural – gramínea, concedendo uma proteção natural ao solo contra as intempéries e agregando a paisagem do local (Figura 21 - c).

Figura 21 – Rampa de voo livre em: Quixadá-CE (a); Extrema-MG (b) e São José do Barreiro-SP (c)



Fonte: (MONOLITOS POST, 2022; ASCOM, 2016 e CORREA, 2018)

Ainda com relação aos tipos de coberturas vegetais para o uso em solos degradados, mais especificamente no uso de gramíneas, Carvalho (2000, p. 13) em seu estudo destaca que as gramíneas desempenham um importante papel no processo de estabilização dos solos, pois suas raízes formam um emaranhado que desempenha uma importante função do ponto de vista físico, protegendo os agregados que constituem o solo. O autor destaca ainda que as gramíneas podem atuar de forma indireta na recuperação dos solos tanto pelo processo de “exsudação quanto pelo que acontece após a decomposição, pois elas fornecem materiais orgânicos estabilizantes e deposições de carbono abaixo da superfície, materiais estes de maior importância para a manutenção da estrutura do solo”.

Outra técnica além da calagem, também possível de ser aplicada para a recuperação e conservação da fertilidade do solo do espaço turístico, contribuindo para uma germinação adequada de camadas vegetativas como as gramíneas é a adubação, a qual apresenta desempenho eficiente na elevação dos índices nutritivos dos solos. Vale destacar que após os procedimentos da implementação de camadas de coberturas vegetativas, é importante e fundamental que sejam adotadas técnicas de manejo como a capina/roço de forma minimamente invasiva, para que a vegetação e o solo não sofram severos impactos causando o desequilíbrio da estrutura solo-vegetação.

Outra, prática importante é a realização da implementação de sistemas de drenagem de águas pluviais em pontos estratégicos do espaço turístico, principalmente visando planos futuros da possível realização e execução de projetos que provam a impermeabilização de

alguma área como por exemplo a construção de um estacionamento. Como também a implantação de reservatórios de água, com o objetivo de suprir as demandas nos períodos que não ocorrem precipitação, para a realização de procedimentos como irrigação, visando os cuidados e manejos da possível camada de vegetação implementada no espaço turístico.

Com tanto, todos os procedimentos de práticas e manejos sugeridos contribuirão de forma positiva para a recuperação e conservação do solo do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN. Sendo essencial que tais procedimentos de manutenção e cuidados sejam realizados constantemente, conferindo ao ambiente e ao solo adequadas condições.

5.6 Contribuição de um local fisicamente e ambientalmente adequado para o desenvolvimento do turismo da região

Em vista da significativa funcionalidade e utilização do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN, a qual é conhecida mundialmente e proporciona favoráveis condições para a prática do esporte de aventura como apresentado em tópicos anteriores, é perceptível a importância deste ambiente para o desenvolvimento do turismo no município. Padilla (1997) descreve que o turismo consiste no “fenômeno social de deslocamento voluntário e temporário de indivíduos que, fundamentalmente por motivos de recreação, descanso, cultura ou saúde, saem de seu local de residência habitual para outro, gerando múltiplas inter-relações de importância social, econômica e cultural”.

Com isso, é perceptível que o turismo é capaz de gerar diversos impactos na vida humana, tanto na vida das pessoas que viajam, como na vida dos indivíduos que residem nos locais de destino dos turistas, proporcionando com isso, a origem de um ciclo social, cultural, ambiental e econômico. O turismo tem apresentado grande expansão mundialmente, o qual está diretamente ligado com a busca das pessoas em estar em um contato mais próximo com a natureza. Com base nisso, Marujo e Santos (2012, p. 40) descreve que “a paisagem constitui a primeira exigência do contato do turista com o lugar visitado e, portanto, ela está no centro da atratividade dos lugares para o turismo”.

Almeida e Abranja (2009, p. 29) destacam que “o turismo em harmonia com o ambiente contribui para o melhoramento da qualidade ambiental geral das áreas naturais, auxilia a consciencializar ambientalmente as pessoas [...], e reúne condições para a prática do turismo sustentável”. Diante disso, Medeiros (2013, p. 199) ressalta que uma atividade turística sendo ela “realizada em ambientes naturais, é preciso elaborar planos e projetos com

muita cautela, organização e em um âmbito multidisciplinar, pois estes abarcam diversas esferas do conhecimento”.

Posto isso, torna-se perceptível que, diante do potencial turístico que a rampa de voo livre apresenta, em conjunto com a implementação de planos e métodos ambientais, sociais e econômicos, resultará em avanços positivos para o desenvolvimento do município. Dessa forma, investimentos no manejo e em práticas adequadas de conservação do solo do espaço turístico da rampa de voo livre da cidade de Patu-RN, proporcionará uma paisagem e um ambiente ainda mais agradável para os turistas e pilotos que frequentam o local.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que o solo da rampa de voo livre de Patu-RN, encontra-se em situação de vulnerabilidade e com potenciais índices de degradação. Apresentando um solo predominantemente do tipo *Argissolo Vermelho Amarelo*, o qual encontra-se disposto em uma área de superfície com declividade ondulada e fortemente ondulada, possuindo uma elevada fragilidade em seus elementos potencialmente nutritivos, resultando assim em um solo ácido e pouco fértil.

Verificou-se ainda, a ocorrência de diversos processos erosivos na superfície do terreno do espaço turístico, desencadeados devido a fatores texturais do solo e de declividade acentuada; porém acelerados devido à realização de práticas e manejos do solo de forma inadequada.

Contudo, torna-se essencial que sejam extintos o tráfego e os manejos do solo com máquinas pesadas, entivando o arraste de camadas superficiais do solo, como também o efeito da compactação neste. Observou-se ainda consideráveis mudanças na paisagem devido a remoção de partes da vegetação nativa, o que em conjunto com outros fatores acarreta em avanços nos processos de degradação do ambiente.

Com base nisso, torna-se evidente a necessidade da implementação de práticas e de métodos de recuperação e conservação do solo da rampa de voo livre. Assim, ante aos problemas observados e das características físicas do local, recomenda-se a implementação de práticas e manejos do solo como a calagem, a adubação, o cobrimento da superfície com camada vegetal e/ou outro tipo de cobertura, como também a realização de manutenção da vegetação com a prática da capina; as quais possuem resultados eficientes na recuperação de áreas degradadas e são viáveis fisicamente para a utilização no local estudado.

Assim, em consequência da implementação de boas práticas e manejos de recuperação e conservação do solo e do ambiente do espaço turístico da rampa de voo livre de Patu-RN, resultará em um local fisicamente e ambientalmente adequado e mais agradável, tanto para a prática do esporte de aventura, como para os turistas que visitam o local, os quais encontraram uma paisagem ainda mais bela, um ambiente conservado e sem degradação.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Jackson Adriano et al. Fragilidade de solos: uma análise conceitual, ocorrência e importância agrícola para o Brasil. In: CASTRO, Selma Simões de. et al. **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Brasília/DF: Embrapa, 2015. p. 25-50. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1039217/solos-frageis-caracterizacao-manejo-e-sustentabilidade>>. Acesso: 29 jun. 2022.
- ALMEIDA, Isabel e ABRANJA, Nuno. Turismo e sustentabilidade. **Cogitur - Journal of Tourism Studies**, Edições Universitárias Lusófonas, v. 2, nº 2, p. 15-31, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10437/1874>>. Acesso em: 24 mai. 2022.
- ANDREOLI, Cleverson V.; ANDREOLI, Fabiana de Nadai e JUSTI, Jorge Junior. **Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental**. Complexidade: redes e conexões do ser sustentável. 1ª ed. Curitiba: SENAR/PR. 2014. p. 511-530. Disponível em: <https://www.academia.edu/40273207/FORMA%C3%87%C3%83O_E_CHARACTER%C3%8DSTICAS_DOS_SOLOS_PARA_O_ENTEDIMENTO_DE_SUA_IMPORT%C3%82NCIA_AGR%C3%8DCOLA_E_AMBIENTAL?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- ASCOM, Prefeitura de Extrema. Prefeitura de Extrema revitaliza Rampa de Voo Livre Sul. **Jornal O Registro Sul de Minas**. Minas Gerais, 25 de abril de 2016. Disponível em: <<http://orsm.com.br/prefeitura-de-extrema-revitaliza-rampa-de-voo-livre-sul/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Rochas e Solos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1995.
- _____. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2021.
- BERTONI, José e LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. 10ª ed. São Paulo: Ícone, 2017. ISBN 978-85-274-0980-3.
- BRADY, Nyle C. e RAY R. Weil. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. p. 666. ISBN 978-85-65837-79-8.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília: CONAMA, 1986. Disponível em: <<http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2022.
- BRITO, Laila.; ALMEIDA, Angela Billar de. de. **Manejo ecológico do solo e práticas conservacionistas**. São Paulo, 2013. p. 41. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/unesp/141119>. Acesso em 14 mai. 2022.

CARVALHO, Sylvio Romero de et al. **Recuperação de áreas degradadas através da introdução de gramíneas forrageiras e leguminosas arbóreas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa; n. 18). ISSN 1517-5219. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/338081>>. Acesso em: 21 mai. 2022.

CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MÉDIAS EM PATU NO ANO TODO. **Weather Spark**, 2016. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/31205/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Patu-Brasil-durante-o-ano#Sections-BestTime>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CORREA, Alessandro. Rampa de voo livre. **São José do Barreiro, SP Serra da Bocaina**. São Paulo, 02 de maio de 2018. Disponível em: <<https://barreirosurismo.com.br/atrativos/rampa-de-voo-livre/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

DAVI DE SÁ. Patu – Rampa de Patu – RN. **Guia 4 Ventos Brasil**, 2015. Disponível em: <<https://guia4ventos.com.br/patu-rampa-de-patu-rn/>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

DIONISIO, Hamilton Antonio Ferreira. Erosão hídrica: Suscetibilidade do solo. **Revista Eletrônica Thesis**. São Paulo, ano VII, n. 13, p. 15-25, 1º semestre, 2010. Disponível em: <http://www.cantareira.br/thesis2/ed_13/2_hidrica.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2022.

DUTRA, Aluísio. História de Acidentes na Serra de Patu. **A folha Patuense**, Patu-RN, 19 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<http://aluisiodutra.blogspot.com/2018/02/historia-de-acidentes-na-serra-de-patu.html>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Propriedades do solo**. Embrapa Solos, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/propriedades-do-solo>>. Acesso em: 2 mar. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RN – EMPARN. **Gráfico pluviométrico (Quantis Anual) - Posto: TELEPLU – PATU (Patu) – 2021**. Disponível em: <<http://meteorologia.emparn.rn.gov.br/graficos>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

GOOGLE. *Google Earth*. 2019.

GODOY, Leandro José Grava de; e BÔAS, Roberto Lyra Villas. Nutrição de gramados. **I Simpósio sobre Gramados - Produção, implantação e manutenção**. 29 e 30 de agosto de 2003. Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2003. p. 48. Disponível em: <http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/nutricaoogramados_godoy_villasboas.pdf>. Acesso em:

GUERRA, Antonio José Teixeira. Degradação dos solos – Conceitos e temas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira e JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Degradação dos solos no Brasil**. [recurso eletrônico] 1ª ed. Rio de Janeiro: Difel, 2018. ISBN 978-85-286-2364-2. Disponível em: <[google.com.br/books/edition/Degradação_dos_solos_no_Brasil/Oa5mDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover](https://books.google.com.br/books/edition/Degradação_dos_solos_no_Brasil/Oa5mDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover)> Acesso em: 13 mai. 2022.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Início do processo erosivo. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da e BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. **Erosão e conservação dos solos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2014. p. 340. ISBN 978-85-286-0738-3.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/patu/panorama>. Acesso em: 19 fev. 2022.

_____. **Manual técnico de pedologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2015. 430 p. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 4). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2022.

IGNARRA, Luiz Renato. **Fundamentos do turismo**. (livro eletrônico) 3ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning; Rio de Janeiro: Editora Senac, 2013. 3Mb; ePUB. ISBN 978-85-221-1608-9. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=QXH1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=o+solo+e+turismo+&ots=5sohROs0dr&sig=QX65QqG8hCfeB222vp__Y0YsqOk#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 16 mai. 2022.

INÁCIO, Euzelina dos Santos Borges. **Erosão do solo e dimensionamento de faixa ciliar em sistemas de uso do solo na região sul da Bahia**. 2005. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Agronomia, Recife – PE, 2005. Disponível em: <http://santaines.ufpe.br/pgs/portal/bak/files/dissertacoes/2005/Euzelina.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2022.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. **Perfil do Seu Município: Patu**. v.10 p.1-22, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013921.PDF>. Acesso em: 19 fev. de 2022.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. p. 216. ISBN: 978-85-7975-008-3.

_____. **19 Lições de pedologia**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 442. ISBN 978-85-7975-029-8.

LIMA, Rosiane de Lourdes Silva de; et al. Crescimento da mamoneira em solo com alto teor de alumínio na presença e ausência de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, nº 1, p. 15-21, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rosiane-Lima-2/publication/255658989_CRESCIMENTO_DA_MAMONEIRA_EM_SOLO_COM_ALTO_TEOR_DE_ALUMINIO_NA_PRESENCA_E_AUSENCIA_DE_MATERIA_ORGANICA/links/5403746d0cf23d9765a5ce08/CRESCIMENTO-DA-MAMONEIRA-EM-SOLO-COM-ALTO-TEOR-DE-ALUMINIO-NA-PRESENCA-E-AUSENCIA-DE-MATERIA-ORGANICA.pdf. Acesso em: 30 mai. 2022.

MAFRA, Neusa Maria Costa. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da e BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. **Erosão e conservação dos solos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2014. p. 340. ISBN 978-85-286-0738-3.

MAIA, Rubinaldo. Patu... Paraíso do vôo livre! **Patu cidade turística**, Patu-RN, 28 de setembro de 2011a. Disponível em: <<http://www.patucidadeturistica.com/2011/09/patu-paraíso-do-voo-livre.html>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

MAIA, Rubinaldo. Patu se consolida como um dos principais pontos de voo livre do mundo. **Patu cidade linda**, Patu-RN, 11 de novembro de 2017. Disponível em: <<https://patu.rn.gov.br/patu-se-consolida-como-um-dos-principais-pontos-de-voo-livre-do-mundo/>>. Acesso em: 21 mai. 2022.

_____. Prefeitura dar continuidade ao processo de revitalização da rampa de vôo livre. **Patu cidade turística**, Patu-RN, 8 de novembro de 2011b. Disponível em: <<http://www.patucidadeturistica.com/2011/11/prefeitura-dar-continuidade-ao-processo.html>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

MARUJO, Noémi e SANTOS, Norberto. Turismo, Turistas e Paisagem. **Investigaciones Turísticas**, nº 4, p. 35-44, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10174/7678>>. Acesso em: 24 mai. 2022.

MEDEIROS, Lindenberg da Câmara. Turismo e sustentabilidade ambiental: referências para o desenvolvimento de um turismo sustentável. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, nº 2, p. 197 – 234, 17 de junho de 2013. Disponível em: <<https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/181>>. Acesso em: 24 de mai. 2022.

MONOLITOS POST. Quixadá: Rampa de voo livre no santuário recebe grama sintética personalizada e deve atrair novos visitantes. **Monólitos Post - O Ceará se informa aqui!** Ceará-CE, 09 de fevereiro de 2022. Disponível em: <<https://www.monolitospost.com/2022/02/09/quixada-rampa-de-voo-livre-no-santuário-recebe-grama-sintetica-personalizada-e-deve-atrair-novos-visitantes/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

MOURA, Rafael Alves de. **Turismo de aventura: um estudo sobre a prática do vôo livre no município de Patu/RN**. 2013. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Turismo), Universidade Federal do Rio Grande Do Norte, Natal – RN, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/37538>>. Acesso em: 19 fev. 2022.

PADILLA, Óscar de la Torre. **El turismo: fenómeno social**. 2ª ed. México: Fondo de Cultura Económica, 1997.

PATU TURISMO. Confira o que Patu tem para oferecer ao turismo. **Patu cidade linda**, Patu-RN, 18 de mai. de 2017. Disponível em: <<https://patu.rn.gov.br/patu-turismo/>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

PATU TURISMO. Projeto de complexo turístico. **Patu cidade linda**, Patu-RN, 18 de junho de 2019. Disponível em: <<https://patu.rn.gov.br/patu-turismo/>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

PATU - VOO LIVRE. **Olhar crítico**, Patu-RN, 10 de novembro de 2009. Disponível em: <<https://olharcriticopatublogspot.com/search?q=voo+livre>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

PEREIRA, Lauro Charlet; TÔSTO, Sergio Gomes e ROMEIRO Ademar Ribeiro. Uso das terras: perdas de solo por erosão e valoração econômica. In: SEABRA, G. (Org.). **Terra: mudanças climáticas e biodiversidade**. Ituiutaba: Barlavento, 2019. p. 929-943. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1110638>>. Acesso em: 12 mai. 2022.

PIMENTEL, Luciene da. Hidrologia: engenharia e meio ambiente. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. ISBN 978-85-352-7734-0

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. p. 324. ISBN 978-85-216-3430-0.

RAMPA DE VOO LIVRE EM PATU PASSA POR MANUTENÇÃO PARA TEMPORADA 2021. **Oeste em pauta**, Patu-RN, 21 de setembro de 2021. Disponível em: <<https://oesteempauta.com.br/rapa-de-voo-livre-de-patu-passa-por-manutencao-para-temporada-2021/>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

RODRIGUES, Lidyane Prado. **Efeito da compactação do solo por máquinas pesadas**. 2014. 51 p. Dissertação (Especialista em Gestão Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2014. Disponível em: < <https://hdl.handle.net/1884/50676>>. Acesso em: 24 de mai. 2022.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018. p. 356. ISBN 978-85-7035-800-4. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs>>. Acesso em: 6 jan. 2022.

SANTOS NETO, Pedro Murrieta. **Mecânica dos solos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 367.

SILVA, Micarla Alves da. **Análise fitofisionômica da cobertura vegetal da Serra do Lima, Patu-RN**. 2020. 82 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró – RN, 2020. Disponível em: <https://www.uern.br/controladepaginas/ppgeo-dissertacoes/arquivos/3645dissertaa%E2%80%A1a%C6%92o_micarla_alves_da_silva_atualizado._pdf.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2022.

SOARES, Bruno Lima. Interpretação de análise de solo para milho. **Sementes Biomatrix**, 12 de agosto de 2020. Disponível: <<https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fertilidade/interpretacao-de-analise-de-solo-para-milho/>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

STEIN, Ronei Tiago et al. **Recuperação de áreas degradadas**. Revisão técnica: Vanessa de Souza Machado. Porto Alegre: SAGAH, 2017. p. 337. ISBN 978-85-9502-137-2

TEIXEIRA, Paulo César et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. p. 574. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca>>

de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>. Acesso em: 19 abr. 2022.

WICANDER, Reed. e MONROE, James. S. **Fundamentos de geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. p. 492. ISBN 978-85-221-0637-0.