



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**INVESTIGAÇÃO EXPLORATÓRIA SOBRE OS VALORES GEOCIENTÍFICOS DO
METEORITO DE SANTA FILOMENA DE PERNAMBUCO - BRASIL, COMO
GEOPATRIMÔNIO E PARA O ASTROGEOTURISMO**

JESUS EDUARDO GUERRA SARMIENTO

Foz do Iguaçu
2023



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**INVESTIGAÇÃO EXPLORATÓRIA SOBRE OS VALORES GEOCIENTÍFICOS DO
METEORITO DE SANTA FILOMENA DE PERNAMBUCO - BRASIL, COMO
GEOPATRIMÔNIO E PARA O ASTROGEOLOGIA**

JESUS EDUARDO GUERRA SARMIENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Hermes José Schmitz
Co-orientador: Prof. Dr. Bruno L. Nascimento Dias

Foz do Iguaçu
2023

JESUS EDUARDO GUERRA SARMIENTO

**INVESTIGAÇÃO EXPLORATÓRIA SOBRE OS VALORES DO METEORITO DE
SANTA FILOMENA DE PERNAMBUCO - BRASIL, COMO GEOPATRIMÔNIO E PARA
O ASTROGEOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Hermes José Schmitz
UNILA

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Leonardo do Nascimento Dias
UFPR

Coorientador: Prof. Dr. Fernando César Vieira Zanella

Prof. Ma. Natália Augusta Rothmann Eschiletti
UEPG

Foz do Iguaçu, 03 de Novembro de 2023.

Dedico este trabalho a todas as pessoas que me apoiaram e acompanharam na experiência universitária.

AGRADECIMENTOS

De maneira especial agradeço ao Projeto Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, por dar a possibilidade de viver esta experiência, porque sou parte de uma família única e me fez enxergar a realidade Latino-americana e caribenha além do que ela é conhecida. Agradeço a LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA por ser o pai na construção da UNILA, pela luta política constante e ser consciente da realidade social do Brasil e trabalhar em prol de melhorar suas condições da população a cada dia.

Em primeiro lugar agradeço a minha família desde a Colômbia, pelo apoio financeiro, moral e anímico, ao estar longe de casa e vocês são fonte da minha inspiração. Em especial a minha mãe Dionícia, a meus irmãos, Ingris Erika, Mercedes, Mabel, Dianis, Marcos, Ana, Bladi, Wilmer, enfim a todos, assim como a Eddie, David e Janeth e todos(as) meus queridos sobrinhos(as), assim como tios (as) e demais familiares. E a todos aqueles que têm influenciado meu percurso desde que deixei aquela terra Caribenha.

Seguidamente ao meu professor orientador Hermes José, não só pela constante orientação, assim por acreditar neste trabalho, brindando seu apoio, pela sua amizade e pelo exemplo de profissional que ele é, sem mencionar a tranquilidade que imprime e respeito pelo feito como cientista. Também agradeço ao Bruno Dias, por ter aberto essa janela que hoje está impressa neste trabalho, e brindar seu conhecimento para aprofundar no conhecimento da Astrobiologia e Ciências da Terra.

A meus professores de Biologia e da UNILA, muito obrigado pelo empenho e dedicação na formação de tantas pessoas, das quais faço parte. Obrigado a Cleto, Elaine, Nuno, Michel, Zanella, etc. Aos professores da banca pelas orientações e aos colegas de curso com os quais compartilhei e experimentei tantos momentos incríveis.

Agradeço a todas aquelas pessoas que fizeram e fazem parte da minha vida durante a minha passagem pelo Brasil e por outras latitudes da grande casa “América Latina/Abya Yala”, menção especial a minha família o Kaburé Maracatu e grupos de estudo que tive a honra de participar. Um merecido “gracias” a todos os docentes, técnicos, terceirizados e funcionários que fazem parte da UNILA, são o coração da instituição e merecem meu respeito pelo compromisso dado para a comunidade em geral.

Somos parte do mundo. As coisas fora de nós formam conosco a mesma essência. E como se fossem partículas de poeira que se juntam em algum momento do tempo para convivemos e trocamos sentimentos e partilharmos afetos. O paneiro é uma imagem do universo, uma teia que une as diferentes partes em um único projeto de existência. Temos de ser os jardineiros desse jardim chamado vida e a única forma de honrar a vida é não abrir mão do nascimento que tivemos. Fazer bem-feito é tomar parte nisso tudo, pois revela cuidado e carinho com as coisas ao nosso redor.

Daniel Munduruku

SARMIENTO, Jesus Eduardo Guerra. **INVESTIGAÇÃO EXPLORATÓRIA SOBRE OS VALORES DO METEORITO DE SANTA FILOMENA DE PERNAMBUCO - BRASIL, COMO GEOPATRIMÔNIO E PARA O ASTROGEOTURISMO. 2023**

RESUMO

No mundo a queda de meteoritos tem sido registrada a partir de registros de civilizações antigas como egípcios, romanos, chineses, entre outros e é um acontecimento que desperta curiosidade e expectativa, ao ser um situação única e que até o século XVIII deixou de ser associado a eventos místicos e ser explicado pelas ciências astronômicas e a posteriori ter relevância pelas evidências associadas às transformações vivenciadas na história natural da terra. O presente trabalho é uma proposta direcionada a buscar e investigar informações e orientações dos valores da geodiversidade associados ao evento da chuva de meteoritos acontecida em agosto de 2020 na Cidade de Santa Filomena em Pernambuco e suas potencialidades para o desenvolvimento do Astrogeoturismo. A análise dos valores foi realizada a partir dos fragmentos coletados do meteorito de Santa Filomena que são reconhecidos como geopatrimônio Brasileiro e encontra-se no Museu Nacional no Rio de Janeiro. A metodologia foi desenvolvida a partir de uma análise bibliográfica para os valores, a partir do patrimônio geológico, geodiversidade, geoconservação, geoturismo, astronomia, astrogeologia, astroturismo, geoturismo espacial e celestial, dando prioridade aqueles focalizados no território Brasileiro e procurando construir uma justificativa científica e estruturada, que fosse capaz de abordar as particularidades do local de queda do meteorito de Santa Filomena. Esta pesquisa se justifica, pois rochas de origem extraterrestres, possuem informações sobre o sistema solar, ao permitir conhecer e estudar as características interplanetárias e sua influência na formação do planeta terra, inclusive, além do interesse em parte da sociedade na busca do ócio ou satisfação em poder aprender e compreender os elementos geológicos celestiais e seus similares no planeta, tanto na paisagem geográfica, como dos elementos presentes em coleções provenientes do espaço a partir do geoturismo. Conclui-se que os fragmentos do meteorito são catalogados de tipo Condrito Ordinário H5-6, como característica do valor científico e discriminando os demais valores associados ao patrimônio geológico material e imaterial, o que permite uma orientação para a aplicação prática de estratégias com foco no astrogeoturismo local.

Palavras-chave: patrimônio geológico; geoturismo; astroturismo; turismo espacial; turismo celestial.

SARMIENTO, Jesus Eduardo Guerra. **INVESTIGACIÓN EXPLORATÓRIA SOBRE LOS VALORES DEL METEORITO DE SANTA FILOMENA DE PERNAMBUCO - BRASIL, COMO GEOPATRIMONIO Y PARA EL ASTROGEOTURISMO. 2023**

RESUMEN

En el mundo la caída de meteoritos ha sido registrada a partir de registros de civilizaciones antiguas, como egipcios, romanos, chinos, entre otros, y es un acontecimiento que despierta curiosidad y fascinación al ser una situación única, y que que hasta el siglo XVIII dejó de ser relacionado a eventos místicos y ser explicado por las ciencias astronómicas, y posteriormente pasó a tener una relevancia por las evidencias asociadas a las transformaciones experimentadas en la historia natural de la Tierra. Este trabajo es una propuesta orientada a buscar e investigar informaciones y orientaciones de los valores de la geodiversidad asociados al evento de la lluvia de meteoritos ocurrida en agosto del 2020 en la ciudad de Santa Filomena en Pernambuco, y su potencial para el desarrollo del Astrogeoturismo. Los valores se analizaron a partir de fragmentos recogidos en el meteorito de Santa Filomena, que son reconocidos como geopatrimonio brasileño y se conservan en el Museo Nacional de Río de Janeiro. La metodología se desarrolló a partir de un análisis bibliográfico de los valores, basado en el patrimonio geológico, la geodiversidad, la geoconservación, el geoturismo, la astronomía, la astrogeología, el astroturismo, el geoturismo espacial y celeste, priorizando aquellos centrados en el territorio brasileño y buscando construir una justificación científica y estructurada que pudiera abordar las particularidades del lugar de caída del meteorito de Santa Filomena. Esta investigación se justifica por el hecho de que las rocas de origen extraterrestre contienen información sobre el sistema solar, posibilitando el conocimiento y estudio de las características interplanetarias y su influencia en la formación del planeta Tierra, así como el interés por parte de la sociedad en la búsqueda de ocio o satisfacción en poder conocer y comprender los elementos geológicos celestes y sus similitudes en el planeta, tanto en el paisaje geográfico como en los elementos presentes en las colecciones procedentes del espacio a través del geoturismo. Se concluye que los fragmentos meteoríticos son catalogados del tipo Condrita Ordinaria H5-6, así como característica de valor científico y seleccionando los demás valores asociados al patrimonio geológico material e inmaterial, lo que permite orientar la aplicación práctica de estrategias enfocadas al astrogeoturismo local.

Palabras clave: patrimonio geológico; geoturismo; astrotourismo; Turismo espacial; Turismo celestial.

SARMIENTO, Jesus Eduardo Guerra. **EXPLORATORY RESEARCH ABOUT THE VALUES OF THE SANTA FILOMENA METEORITE IN PERNAMBUCO - BRAZIL, AS A GEOHERITAGE AND FOR ASTROGEOTOURISM. 2023**

ABSTRACT

Meteorite falls have been recorded around the world by ancient civilizations such as the Egyptians, Romans and Chinese, among others, and it is an event that arouses curiosity and expectation, as it is a unique event that until the 18th century ceased to be associated with mystical events and was explained by astronomical sciences and later became relevant due to the evidence associated with the transformations experienced in the earth's natural history. This work is a proposal aimed at seeking and investigating information and guidance on the geodiversity values associated with the meteor shower event that took place in August 2020 in the city of Santa Filomena in Pernambuco and its potential for the development of Astrogeotourism. The values were analyzed using fragments collected from the Santa Filomena meteorite, which are recognized like of Brazil's geopatrimony and are kept at the National Museum in Rio de Janeiro. The methodology was developed on the basis of a bibliographic analysis of the values, based on geological heritage, geodiversity, geoconservation, geotourism, astronomy, astrogeology, astrotourism, space and celestial geotourism, giving priority to those focused on Brazilian territory and seeking to build a scientific and structured justification that would be able to address the particularities of the Santa Filomena meteorite fall site. This research is justified by the fact that rocks of extraterrestrial origin contain information about the solar system, making it possible to learn about and study interplanetary characteristics and their influence on the formation of planet Earth, as well as the interest on the part of society in the search for leisure or satisfaction in being able to learn about and understand celestial geological elements and their similarities on the planet, both in the geographical landscape and the elements present in collections from space through geotourism. It is concluded that the meteorite fragments are listed of the Ordinary Chondrite H5-6 type, as a characteristic of the scientific value and discriminating the other values associated with the material and immaterial geological heritage, which allows guidance for the practical application of strategies focused on local *astrogeotourism*.

Key words: *geoheritage; geotourism; astrotourism; space tourism; celestial tourism.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Enquadramento conceitual da geodiversidade e biodiversidade tendo em conta o âmbito da diversidade natural.	20
Figura 2 – Composição química média das rochas da crosta terrestre (% em peso) (Press & Siever, 1998).	27
Figura 3 – Recorte dos Geoparks ou Geoparques Mundias da UNESCO	37
Figura 4 – Paineis do GeoHereditas instalado no litoral norte de São Paulo	41
Figura 5 – Mapa de queda do MSF no Município de Santa Filomena, PE, BR.	47
Figura 6 – Mapa de Localização do Município de Santa Filomena, PE, BR	52
Figura 7 – Fragmento do meteorito de Santa Filomena de 2, 821 kg resgatado	55
Figura 8 – Promoção do “ENCONTRO DE FILOASTRONOMIA” pela prefeitura de Santa Filomena.	55
Figura 9 – Tatuagem no braço de um morador de Santa Filomena	57
Figura 10 – Representação estética e artística pela Pintura, da chuva de meteoritos de Santa Filomena	57
Figura 11 – Formas de valorização da geodiversidade: Venda de fragmentos do MSF.	60
Figura 12 – Mapa mundial apresentando os locais poluídos pela luminosidade de Lugares Internacionais de Céus Escuros (DarkSky).	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BRAMON	Brazilian Meteor Observation Network
CPRM	Serviço Geológico Brasileiro
DRM	Departamento de Recursos Minerais (Rio de Janeiro)
EUA	Estados Unidos de América
GEOSSIT	Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade
GGN	Global Geoparks Network
IAT	Instituto Água e Terra
IF-SMA	Instituto Florestal - Secretaria de Meio Ambiente (Governança de São Paulo)
MSF	Meteorito de Santa Filomena
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNILA	Universidade Federal da Integração Latino-Americana
UNWTO	World Tourism Organization
UFRJ	Universidade Federal de Rio de Janeiro
REG	European Geoparks Network
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SSI	Sites of Special Scientific Interest

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA	3
AGRADECIMENTOS	5
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
SUMÁRIO	12
1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1.1 Geodiversidade.....	19
3.1.2 Geoconservação.....	32
3.1.3 Geoturismo.....	39
3.1.3 Astrogeoturismo.....	43
4. OBJETIVOS	46
4.1. OBJETIVO GERAL.....	46
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	46
5. MATERIAIS E MÉTODOS	47
5.1. MATERIAIS.....	47
5.2. MÉTODOS.....	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
6.1. RESULTADOS.....	51
6.1.1. Levantamento Bibliográfico.....	51
6.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	52
6.2.1. Localização e acesso ao município de Santa Filomena.....	52
6.2.2. Aspectos Socioeconômicos.....	53
6.3. VALORES GEOCIENTÍFICOS DO METEORITO DE SANTA FILOMENA.....	53
6.3.1. Valor Intrínseco.....	54
6.3.2. Valor Cultural.....	55
6.3.3. Valor Estético.....	56
6.3.4. Valor Econômico.....	58
6.3.5. Valor Funcional.....	60
6.3.6. Valor Científico.....	61
6.3.7. Valor Educativo.....	63
6.4. DISCUSSÃO.....	65
7. CONCLUSÃO	71
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICES	80

APÊNDICE A – CATEGORIZAÇÃO DA QUEDA E ACHADO DE METEORITOS.....	80
APÊNDICE B - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS DIVERSOS ORÍGENES DOS METEORITOS.....	82
ANEXOS	85
ANEXO 1 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DAS ÁREAS TEMÁTICAS DE GEOCONSERVAÇÃO, GEOTURISMO, GEODIVERSIDADE E ASTRONOMIA.....	85
ANEXO 2 - REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO DE SITES, BLOGS E LIVES.....	90

1 INTRODUÇÃO

Os Meteoritos são objetos que têm apresentado grande interesse e curiosidade para a humanidade ao serem eventos de grande frequência na Terra. Desde algumas sociedades como os gregos e egípcios há mais de 3000 mil anos, tem sido mencionado seu risco e sua queda no céu, sendo mencionado nos registros históricos como em papiros. No século XIX iniciou o estudo científico dos meteoritos a partir da publicação do físico alemão Ernst Florenz Friedrich Chladni, acerca da origem das rochas de natureza extraterrestres (MARVIN, 1996). As investigações dos eventos de meteoritos têm tomado novo rumo com o aparecimento de satélites, câmeras e diversos elementos que tem permitido captar os momentos específicos da chegada deste visitantes a nosso planeta.

Os meteoróides são corpos ou fragmentos de rochas que provêm um corpo sólido natural como a lua, planetas, cometas, ou asteroides, e que por perturbações orbitais na passagem próxima à terra ingressam na atmosfera. O forte atrito durante o ingresso dos meteoroides nas camadas mais altas da atmosfera da Terra e a alta velocidade transformam a energia cinética devido à colisão com os átomos do ar e a subsequente fusão, evaporação e ionização progressiva do material e produz uma fase luminosa visível chamada meteoro (PEÑA-ASENSIO *et al.*, 2023). Durante a passagem pelas camadas gasosas da terra, quase todos os fragmentos do meteoro ou estrela-cadente se consomem antes de atingir o solo, em uma altura de 100 a 50 quilômetros (CANIATO, 2010). Caso algum fragmento do meteoro supere a atmosfera terrestre até chegar ao solo, este é denominado então de meteorito, tornando-se em um elemento da geodiversidade da terra.

Além dos fenômenos naturais de meteoros e estrelas cadentes com ampla distribuição ao acaso nos céus, sucedem também as chuvas de meteoros, de maneira periódica anual, pela entrada de pequenos fragmentos em regiões determinadas do céu. Isso deve-se ao fato de a Terra cruzar a órbita de cometas que perderam pequenos fragmentos de suas cabeleiras ou caudas ao longo da sua própria órbita durante sua viagem estelar (CANIATO, 2010). A possibilidade de testemunhar um meteoro, estrela cadente ou chuvas de meteoros é um momento único e até hoje ao olhar o céu, atribui-se alguma forma de magia ou crença e encanto, esperando ser atendido a nossos pedidos e desejos.

A humanidade tem dado um valor aos diversos elementos que compõem

a natureza e o patrimônio geológico, ou seja, uma utilidade como bem de uso e herança, como alguns registros de pontas de flechas feitas na idade de bronze, por volta de 800 a 900 a.c. (HOFMANN *et al.*, 2023), e descobertos no século XIX por arqueólogos, e que foram fabricados de um ferro de origem extraterrestre. Os meteoritos mais antigos preservados caíram em 19 de maio de 861 no Japão, e o meteorito de Ensisheim na Itália com queda no 7 de novembro de 1492 e que foram associados e utilizados como elementos religiosos (ZUCOLOTTO, 2014), tornando-os em elementos constitutivos da realidade material e imaterial da humanidade, ao dar um sentido e função ao mundo natural.

Na atualidade os meteoritos são objetos de grande relevância, sendo estudados para determinar dados físico-químicos relevantes na evolução petrográfica, geoquímica e geocronológica, e na formação do sistema solar. Em algumas destas rochas são fonte de informação dos processos de acreção na nebulosa primordial que originou o sistema solar (COSTA, 2020), e têm sido identificados em suas estruturas grãos pré-solares (mais antigos que o Sol), fornecendo informação relevante da configuração do universo (NASCIMENTO-DIAS, 2018; VILLAÇA, 2018), e aumentando o conhecimento das ciências planetárias. Estas rochas também são objeto de investigações na busca de rastros e evidências de formas de vida a partir do estudo da astrobiologia.

Essas rochas extraterrestres podem ser usadas para calcular a órbita e trajetória de outros corpos no sistema solar, assim como para determinar a idade do planeta Terra e do sistema solar (PATTERSON, 1956). Ao estudar sua composição de rocha e metal, podemos conhecer os câmbios ao ingressar na atmosfera, permitindo aperfeiçoar dados e informações da rochas-mãe como sobre a evolução mesma do universo e seus confins. A categorização dos meteoritos está relacionada a uma série de regras estabelecidas na *The Meteoritical Society* (Sociedade Meteorítica), determinados em relação a sua queda e achado (APÊNDICE A). A queda refere-se a qualquer meteorito que tenha sido captado por humano ou registrado (câmeras, satélites, etc.) e os achados relacionados àqueles encontrados sem conhecer ou ter certeza do momento da sua queda. Os nomes do meteorito estão relacionados ao lugar da sua queda ou onde são encontrados (*THE METEORITICAL SOCIETY*, 2023).

Os critérios adotados na classificação dos meteoritos variam de acordo com cada autor, pelo qual utilizou-se a composição primária para a análise e classificação dos meteoritos em relação a sua origem proposta de Krot *et al.* (2005). Onde os meteoritos são divididos nos tipo: rochoso ou aerolitos (maiormente composto por

silicatos), metálicos ou sideritos (compuesto com ligeiramente por ferro-níquel) e mistos ou sideritos (com proporções similares de silicato e ferro-níquel).

Os meteoritos sideritos apresentam origem de núcleos de corpos diferenciados e os sideritos são forjados a partir da transição do núcleo a manto no mesmo corpo, ou seja advém de episódios de fusão, levando ao processo ou não de diferenciação planetária. Os aerolitos classificados como acondritos, quando sofrem diferenciação planetária e como condritos ao serem indiferenciados (NASCIMENTO-DIAS, 2018). A divisão de Krot *et al.* (2005) é para os tipos condritos e os não condritos. Os condritos possuem glóbulos esféricos ou elipsoidais de minerais chamados de côndrulos que dão o nome e os quais são divididos em grupos Carbonaceos, Ordinarios, Enstatita, Rumiruitos e Kakangaritos, e é detectável a presença de carbono na sua composição química. Por exemplo os Ordinários apresentam ferro na composição (massa total) e é o critério para definir os grupos: H (High) com 25 % a 30 %; L (Low) com 20% a 35%; e LL (Low-Low) com 19% a 20%, para cada meteorito analisado.

A periodicidade desses pequenos remanescentes espaciais é tão grande e constante, que a vida na Terra como a conhecemos não seria possível sem a atmosfera terrestre, que atua como uma estrutura de proteção para a vida no planeta, pelo fato de que ao longo da história, a superfície de nosso planeta foi atingida por vários destes visitantes de maior massa, como evidenciado por crateras de impacto (astroblemas) em várias partes do mundo (CANATO, 2010). A grande cratera do Arizona “*Meteor Crater*” (cratera do meteoro) é uma evidência de um desses impactos, com um buraco em forma de bacia com mais de 1 quilômetro de diâmetro e cerca de 200 metros de profundidade (CANATO, 2010). O Brasil possui sete cicatrizes desses impactos (Araguinha, Colônia, Riachão, Santa Marta, Serra de Cangalha, Vargeão e Vista Alegre) (*THE METEORITICAL SOCIETY*, 2023).

Na atualidade tem surgido uma preocupação pela proteção do patrimônio geológico e conservação da geodiversidade, com elementos como os meteoritos e os astroblemas, que são as evidências de suas quedas na paisagem geológica, mantendo informação da origem e evolução da Terra (SÁNCHEZ e BRILHA, 2016). As crateras de impacto, além de possuírem valor científico, apresentam uma série de valores associados, que podem constituir uma base para um uso sustentável, para educação, recreação e atividades econômicas como o turismo em um contexto local, regional e internacional. Autores como Sánchez e Brilha (2016) defendem a importância do estudo e o papel dos astroblemas para o ambiente terrestre e a evolução da vida:

O impacto de corpos extraterrestres é exatamente um desses fenômenos que têm contribuído grandemente com grandes mudanças na superfície da Terra, nos sistemas que suportam a vida e, conseqüentemente, na vida mesma. Daí que estruturas de impacto são elementos geológicos e geomorfológicos com elevada importância científica (SÁNCHEZ e BRILHA, 2016. p. 826).

A geoconservação do patrimônio geológico, e os componentes da natureza abiótica, incluindo os elementos e coleções geológicas, de meteoritos, paleontológicas, etc, em museus, observatórios astronômicos, e entre outros, por que constituem o patrimônio cultural e imaterial tanto *ex situ* e *in situ* Hose (2020). A caracterização da geodiversidade, se constitui em uma ferramenta que permite a promoção, inventário, quantificação e identificação, além de identificar sua vulnerabilidade, proteção legal, divulgação, conservação e manutenção (BRILHA, 2005).

No Brasil a história de estudos na área meteorítica iniciou com o meteorito Bendegó com mais de 5 toneladas e achado em 1784, ainda na época que era debatida a origem destas rochas. Hoje sabemos que é um corpo extraterrestre e seus restos fazem parte do acervo do Museu Nacional do Rio de Janeiro (ZUCOLOTTI, 2014). O Bendegó, componente do patrimônio geológico brasileiro, tem se tornado um dos atrativos do Museu e um foco para a pesquisa no campo das ciências planetárias e para a divulgação científica.

A queda do Meteorito de Santa Filomena, na cidade de Santa Filomena em Pernambuco em 2020, é um evento que necessita ser estudado e compreendido para atividades além das científicas, ao ser um episódio com características únicas nesta região. O meteorito de Santa Filomena foi catalogado como um Condrito H5-6, com a mesma idade de formação do sistema solar, de 4,6 bilhões de anos. O MSF é um “fóssil” do sistema solar, que faz parte do acervo do Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Rio de Janeiro a partir do 13 de abril do 2023, com um fragmento de 2,8 kg e catalogado como parte do geopatrimônio nacional (FERREIRA, 2023).

Portanto, além do valor científico do meteorito de Santa Filomena, existem outros valores que podem ser ligados, tais como valor intrínseco; valor cultural; valor estético; valor econômico (GRAY, 2004), sendo avaliados e explicitando suas relações com o exemplar em questão. Deste modo o objetivo desta pesquisa é identificar os valores do patrimônio geológico relacionados ao meteorito de Santa Filomena e como meio de alavancar estratégias para a prática do astrogeoturismo, a partir da configuração de patrimônio material e imaterial, para a região de Santa Filomena.

2 JUSTIFICATIVA

Tem sido observado com curiosidade as evidências de impactos de meteoritos na terra a partir de investigações, por suas causas e consequências na transformação do ambiente com as evidências em crateras de impactos (ou astroblemas) ou restos de rochas espaciais. Estes eventos têm sido documentados na terra nos últimos anos, permitindo-nos conhecer informações e novidades da via láctea, em especial sobre a formação da terra, contribuindo ao estudo da conservação e proteção dos fragmentos para estudos científicos, assim como dos lugares onde ocorrem estes episódios, por serem testemunhos particulares e únicos. Pelo qual em América Latina se faz necessário estabelecer condições e parâmetros que possam contribuir a una astro geoconservação das evidências espaciais e de lugares que apresentam características especiais para implementar o astrogeoturismo, devido à ausência de informação científica, de políticas e investigações de cómo implementar estratégias para su protección e aproveitamento sustentável, associado a suas condições ambientais e socioculturais de cada región. Neste caso é fazer do meteorito de Santa Filomena um aporte na matéria, aportando na solução de lacunas e ignorância acerca das estratégias de conservação e seus valores associados ao património geológico. O objetivo do trabalho é determinar a partir dos atributos da queda da chuva de meteoros de Santa Filomena, seus valores de importância para a geodiversidade, academia, ciência e sociedade, aportando dados do geopatrimônio associados e a implementação de actividades do geoturismo, que sejam possíveis para a cidade sobre as bases do desenvolvimento sustentável. E espera-se como meta de estudo poder aportar dados relevantes para preservação e análise do geopatrimônio, que permitam encaminhar a futuro outras investigações e inclusive servir de base para o desenvolvimento de estratégias de conservação e subsidiar opções de manejo e avaliação por parte da população e comunidade científica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1.1 Geodiversidade

O termo geodiversidade apareceu em 1942, em um texto do geógrafo argentino Federico Alberto Daus, empregada como sinônimo da diversidade geográfica, referida como apresentações socioculturais e os aspectos naturais que constituem a paisagem (SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007). O termo inicialmente foi conhecido a aspectos geográficos e dissociado da dos aspectos abiótico, este panorama mudou posteriormente e hoje o mesmo tem a temática restrita a elementos abióticos da natureza. Alguns autores relacionam esta mudança na forma de se pensar a geodiversidade com a Conferência da Organização das Nações Unidas em 1992, realizada no Rio de Janeiro, em um ambiente ambientalista, ele surge como configuração das ciências da terra e desenvolvido por muitos autores até ser sistematizado e unificado (MEIRA e MORAIS, 2017).

Posteriormente, o conceito de geodiversidade passa a ser utilizado, após a realização da Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, realizada em 1993 no Reino Unido, para a conservação de geótopos na Europa, e não sendo este termo considerado tanto quanto o termo de biodiversidade (GRAY, 2004; BRILHA, 2005). O conceito monograficamente toma forma com seu par em inglês (*Geodiversity*) e o livro "*Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*" (GRAY, 2004), o qual concatena o caminho de seu desenvolvimento, e realizando uma definição baseada na proposta da *Australian Heritage Commission* (2003), como "Geodiversidade: a gama natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (paisagens, processos) e solos. Incluindo sua formação, relação, propriedades, interpretações e sistemas" (GRAY, 2004. p. 8).

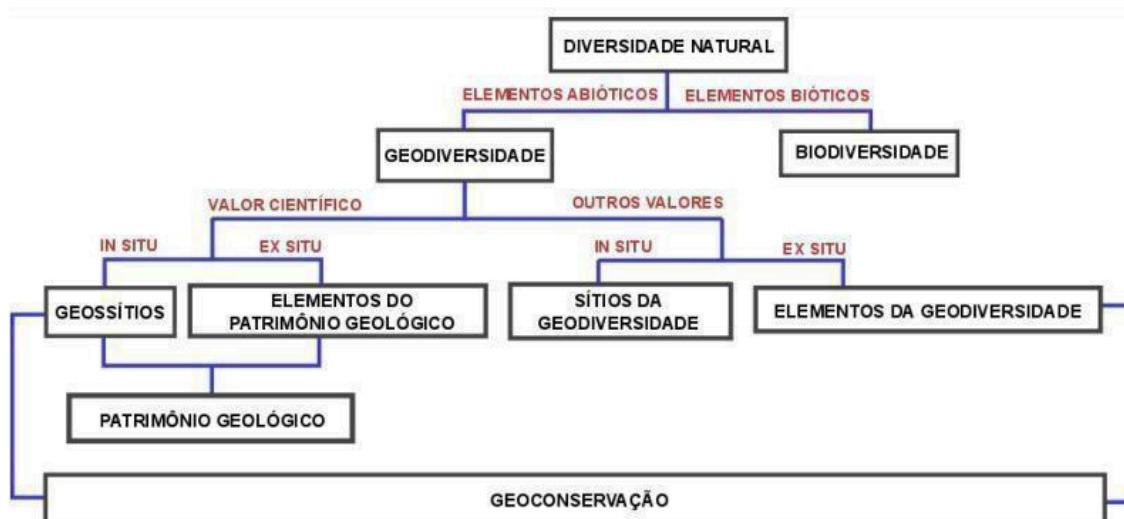
De acordo com Meira e Morais (2017) o termo geodiversidade também tem apresentado diferentes definições e algumas são mais abrangentes, tomando em consideração todos os componentes do meio físico incluindo o papel antrópico. Assim para Carcavilla et al. (2008), o conceito de geodiversidade toma uma linha no qual se constitui em um sumário das partes da paisagem, considerando as partes e os processos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, edáficos, climatológicos e algumas ações antrópicas, como definido por Serrano e Ruiz-Flaño (2007). Para estes autores a geodiversidade é:

[...] “la variabilidad de la naturaleza abiótica, incluyendo los elementos litológicos, tectónicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos y los procesos físicos sobre la superficie terrestre y los mares y océanos, junto a sistemas generados por procesos naturales, endógenos y exógenos y antrópicos, que comprende la diversidad de partículas, elementos y lugares”. (SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007. p. 82)

Por outro lado, Meira e Morais (2017) manifestam que a definição de geodiversidade deve ser restrita à diversidade geológica de uma determinada área. A definição de geodiversidade tem sido revisada até poder integrar os processos de formação dos elementos geológicos e seus constituintes geomorfológicos. De acordo com Brilha (2005), o conceito base é aquele que dá um caráter restrito de análise aos elementos abióticos da natureza. Este conceito é proposto pela *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido, com uma definição para este termo, compreendendo a geodiversidade como uma “variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra” (BRILHA, 2005).

De acordo com Brilha (2005), a geodiversidade integra os elementos abióticos, que incluem os minerais, o relevo, as rochas e os fósseis, além da formação de novos elementos naturais e base dos elementos vivos. Deste modo, a biodiversidade e a geodiversidade têm uma relação mútua, pois esta última atua como substrato das plantas e de outros organismos da natureza, como animais, enquanto as árvores, por exemplo, absorvem minerais e água pelas raízes no solo, que são fornecidas pelos elementos abióticos presentes no solo (Figura 1). Além disso, características na distribuição de minerais e tipo de substrato determinam o crescimento de algumas espécies vegetais.

Figura 1. Enquadramento conceitual da geodiversidade e biodiversidade tendo em conta o âmbito da diversidade natural.



Fonte: Brilha (2016).

A geodiversidade é formada pelos elementos abióticos e a biodiversidade pelos elementos bióticos e, juntas, constituem a diversidade natural. Assim, o conceito de geodiversidade é um complemento ao conceito de biodiversidade. Ainda que o conceito de geodiversidade tenha menor apelo na sociedade e na academia que o conceito de biodiversidade, em parte ao amplo consenso da proteção dos elementos de relevância biológica, atrelados à conservação das espécies e sua pauta pelos ambientalistas nos órgãos públicos e privados (MEIRA e MORAIS, 2017). A conservação, se deve pelo impacto antrópico e o papel nas mudanças ocasionadas no ambiente e nas demais espécies de maneira direta e indireta. Impactando na diversidade genética e na paisagem como patrimônio ou herencia dos processos e transformações acontecidos na terra. Passando por duas vertentes biológicas e abióticas, e que uma consciência ambiental completa e efetiva deve passar pelo entendimento e conservação desses campos complementares (MEIRA e MORAIS, 2017). Neste sentido inclui-se as partes da geodiversidade ao tornar-se alvos de crescente interesse para a academia.

Deste modo, torna-se mais relevante o papel das Ciências da Terra para o estudo e a conservação dos elementos da geodiversidade em uma área específica, considerando-se o fato de que tais elementos apresentam um conjunto de diversos valores associados de acordo com Gray (2004).. A compreensão desses valores reforça o pensamento ambiental, que conduz à preservação dos elementos abióticos da paisagem, ao ter sua conotação relevantemente concebida em diferentes contextos (históricos, cultural, educativo, etc) (MEIRA e MORAIS, 2017).

De acordo com Carcavilla *et al.* (2008), este conjunto de elementos geológicos que se destacam por seu valor científico, cultural ou educativo e formam a geodiversidade são entendidos como Patrimônio Geológico. O patrimônio geológico não

se define nas diferentes classes de geodiversidade, nem na análise da variedade, frequência e distribuição das mesmas, mas ainda, sim toma parte na valoração da qualidade e interesse (CARCAVILLA *et al.*, 2008). Os mesmos autores ressaltam a distinção entre os dois conceitos, afirmando que “o estudo do Patrimônio Geológico é independente da geodiversidade, ainda que ambos apresentem certa relação” (CARCAVILLA *et al.*, 2008. p.3). A relação da geodiversidade e do Patrimônio Geológico está na variedade e no número de lugares de interesse geológico, mas não no valor que os mesmos apresentem de maneira intrínseca.

A gênese da ideia de patrimônio geológico advém da discussão sobre o patrimônio natural na Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural da Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura (UNESCO), realizada em 1972 em Digne, na França (Declaração Internacional de Digne sobre os Direitos à Memória da Terra.). Na ocasião, desenvolveu-se o conceito de Patrimônio Natural, tendo em vista que elementos naturais com relevância excepcional estavam em ameaça pelas práticas humanas e seus modos socioculturais e econômicos de consumo. A definição no artigo 2 considera o “Patrimônio Natural”:

“(...) os monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas ou por grupos de tais formações com valor universal excepcional do ponto de vista estético ou científico; As formações geológicas e fisiográficas e as zonas estritamente delimitadas que constituem habitat de espécies animais e vegetais ameaçadas, com valor universal excepcional do ponto de vista da ciência ou da conservação; Os locais de interesse naturais ou zonas naturais estritamente delimitadas, com valor universal excepcional do ponto de vista a ciência, conservação ou beleza natural.” (UNESCO, 2004. p. 2).

Esse conceito de Patrimônio natural vem da vertente da conservação biológica, entretanto, seus elementos constitutivos integram tanto a biodiversidade como a geodiversidade. De acordo com Meira e Morais (2017), isto deve-se à criação de diversas leis e áreas de proteção no mundo com o intuito de salvaguardar as espécies vegetais animais, pelo qual o equivalente abiótico é o Patrimônio Geológico. O papel secundário do Patrimônio Geológico na época se deveu em grande parte à ausência de medidas e estudos específicos que tratassem da sua importância, em relação à sua contraparte biológica. Ainda assim, buscou-se que *“conservação e/ou proteção necessária para gerações futuras possam usufruir de suas singularidades”* (MEIRA e MORAIS, 2017. p. 134).

Uma terminologia utilizada para designar o Patrimônio Geológico é o Geopatrimônio/Geopatrimónio, que surge como necessidade de ampliar as restrições do termo “geológico” em um sentido maior. De acordo com Meira e Morais (2017), o conceito de geopatrimônio é mais amplo, relacionado com a definição de sítios geológicos ou geossítios (e suas subdivisões), que poderiam aportar maior visibilidade ao elemento abordado. De acordo com Rodrigues (2009 *apud* VIEIRA, 2018) o geopatrimónio designa o conjunto de elementos da geodiversidade que apresentam um valor patrimonial excepcional (representativos da geodiversidade da Terra), motivo pelo qual devem ser conservados. O geopatrimónio abarca tipologias como o patrimônio geológico, geomorfológico, e hidrológico ou o pedológico (SILVA et al., *apud* VIEIRA, 2018), que apresentam características próprias, definidas e distintas, os quais devem ser alvos de estratégias de geoconservação, assim como práticas geoeducativas, geoturísticas e geoambientais.

O conceito de Geossítio passa a se constituir, portanto, em conceito fundamental para as abordagens e estudos do Patrimônio Geológico. Brilha (2005) trata o geossítio como “ocorrências que constituem o que habitualmente se designa por Patrimônio Geológico”. O mesmo autor define geossítio como:

[...] ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer em resultado da ação de processos naturais quer devido à inventariação humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro. (BRILHA, 2005. p. 52).

Os geossítios “registram os eventos históricos acontecidos na Terra, de milhares, milhões ou bilhões de anos e que são evidenciados nos afloramentos de rochas, minerais, fósseis, elementos da paisagem como serras, montanhas, picos, vales, e coleções de museus de geociências ou de história natural” de acordo com Nascimento *et al.* (2008) (NASCIMENTO *et al.*, 2015. p. 3). Sua relevância está associada a uma série de atributos específicos e distintivos (GRAY, 2004; BRILHA, 2005), como os valores intrínsecos, culturais, estéticos, econômicos, funcionais, científicos e educativos da geodiversidade.

Portanto, alguns autores referem-se a alguns elementos da geodiversidade como subtipos de *geoheritage* determinados pelo notável valor científico, apresentando uma relevância nacional ou internacional. Os subtipos de *geoheritage* podem se relacionar a características geomorfológicas (formas de relevo e paisagem),

elementos petrológicos (rochas), mineralógicos (minerais), paleontológicos (fósseis), estratigráficos (sequências sedimentares), estruturais (dobras, falhas e outros), hidrogeológicos (águas superficiais e subterrâneas) ou patrimônio pedológico (solos) (BRILHA, 2005; MANSUR *et al.*, 2013).

Para Brilha (2016), a geodiversidade *in situ* e *ex situ* é dividida em dois grandes grupos: (i) sítios com valor científico e (ii) sítios com outros valores. A ideia vinculada do patrimônio geológico ou *geoheritage* é constituída por geossítios ou sítios geológicos com relevância científica, com lugares que apresentem evidências de eventos representativos da história da vida na Terra. De acordo com Meira e Moraes (2016) deve-se ao fato do valor científico configurar o valor menos subjetivo no processo avaliativo, para a seleção de sítios potenciais para o Patrimônio Geológico. O Patrimônio Geológico refere-se a ocorrências localizadas *in situ* (no campo) denominados “geossítios” ou *geoheritage* (inglês) com alto valor científico e *ex situ* como elementos da geodiversidade que foram retirados da sua área natural e mantêm valor científico, como por exemplo minerais, rochas terrestres e extraterrestres em coleções de museus, centros de investigação, entre outros elementos.

Os elementos da geodiversidade têm determinado a evolução das populações humanas, favorecidas pela disponibilidade de alimentos, água, fatores climáticos favoráveis, assim como de cavernas e grutas utilizadas como sítios de assentamento. Esta relevância pode ser evidenciada pelos primeiros instrumentos Olduvaienses feitos pelo gênero *Homo* por lascamento de pedra encontrados em Hadar e Gona na Etiópia com datação de 2,3 a 2,6 milhões de anos. A relevância dos elementos da geodiversidade para determinar mudanças nos hábitos e cultura desses antigos seres humanos tem continuado na espécie *Homo sapiens* e em sua adaptação a diferentes contextos geográficos (FREEMAN e HERRON, 2009). De acordo com Brilha (2016), na atualidade a dependência da geodiversidade é ainda notável, considerando que parte dos elementos químicos necessários para a agricultura, a construção e a indústria provém das rochas e seus minerais, assim como a celulose para o papel, borracha, tinta, vidro, combustíveis fósseis para energia, entre outros.

Autores como Tansley (1935), fazem menção na diversidade natural com os elementos vivos (bióticos) e não vivos (abióticos) fazendo parte de um sistema interdependente, e complementado por Gordon e Barron (2013) ao dizer que esses complementos constituem uma interação como unidade funcional ou ecossistema e seus serviços associados. A geodiversidade providência no ecossistema de maneira direta e indireta os benefícios para as sociedades e suas gerações futuras, na resiliência e capacidade de adaptação da biodiversidade e suporte dos serviços ecossistêmicos críticos. Os benefícios estão associados aos elementos da geodiversidade, tornando

necessária a preservação e manejo como recurso de uso e como elemento essencial da funcionalidade do sistema natural a partir de uma série de serviços, de regulação, provisionamento, culturais e suporte (GORDON e BARRON, 2013). Por exemplo, nos serviços de provisionamento encontramos a água fresca, recursos minerais e materiais de construção e energias renováveis. Outros serviços são a regulação climática, regulação de doenças, de perigos da erosão e riscos naturais, valores educacionais e capital de conhecimento, recriação, suporte para habitats, formação de solos, entre outros.

A água é uma representação de um recurso essencial para a biodiversidade e que é providenciado pelas características associadas à geodiversidade. Ou seja, a água é um reflexo da geodiversidade, ao expressar as características físico-químicas que se manifestam organolepticamente no sabor, cor, presença de gás, temperatura, entre outras (BRILHA, 2005), devido à sua passagem por rochas, com distintos componentes e elementos químicos tanto na superfície como no subterrâneo, adquirindo assim qualidades dependentes da geodiversidade. De acordo com Brilha (2005), não por acaso as Nações Unidas dedicaram a década de 2005 - 2015 ao tema “Água para a Vida”, ao ser a água um património hidrogeológico a conservar para as gerações futuras, principalmente a água doce.

Outro aspecto relevante incorpora a estética e a perspectiva emocional – projeção visível de uma teia de relações naturais e socioculturais no tempo e no espaço e que condicionam a forma de organização sistêmica de uns elementos em relação aos outros, para dar uma interpretação e valoração (VIEIRA *et al.*, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2015). A partir da interpretação humana encontramos que, cada parte do planeta apresenta uma geodiversidade própria, o que dá a ela a sua singularidade (LICCARDO *et al.*, 2008; JORGE e GUERRA, 2016) –, isto porque, de acordo com Brilha (2016), a Terra apresenta uma geodiversidade múltipla com sítios reconhecidos como Patrimônio Mundial Natural da UNESCO, como o Grand Canyon e os vulcões do Havaí nos EUA, a Calçada dos Gigantes na Irlanda do Norte, as grutas de Škocjan na Eslovénia, os vulcões de Kamchatka na Rússia, os fósseis de Messel Pit na Alemanha, os glaciares da Argentina entre outros. Todos esses lugares representam lugares diversos ecologicamente e funcionalmente distintos em latitude e altitude, assim como em seus elementos constitutivos.

Para autores como Brilha (2005) e Gray (2004) existe uma necessidade de conservação dos recursos naturais pela relação assimétrica do homem com a natureza. Esta relação é desequilibrada, pelo desejo imensurável, constante e descontrolado do homem em poder utilizar até esgotar os recursos naturais, ocasionando impactos ambientais, ecológicos e desregulamento dos serviços ecossistêmicos, cada vez mais perceptíveis nos fenômenos meteorológicos extremos como secas, inundações,

ondas de calor, entre outros, pela queima de combustíveis fósseis, desmatamento e poluição, levando à necessidade do debate sobre os impactos e ações humanas na produção ou maior susceptibilidade a desastres humanos. Por exemplo, nos primeiros quatro anos do século, morreram mais de 400 mil pessoas em eventos como sismos, maremotos, vulcões, inundações e deslizamentos de terras (BRILHA, 2005).

Neste sentido, a geodiversidade, mesmo que não esteja associada a nenhuma espécie de vida, é importante na manutenção das diversas espécies da biodiversidade (GORDON & BARRON, 2013). Para autores como Brilha (2005) e Gray (2004), a geodiversidade vai estar sujeita a diversas ameaças naturais e antrópicas, pelo qual é necessário identificá-las para poder conservar. O sentido de conservar está direcionado a nossa interpretação de uso e características impregnadas na geodiversidade, adotadas a grande escala como montanhas, formações rochosas, feições geomorfológicas, entre outras, e a escala microscópica, como minerais (JORGE e GUERRA, 2016).

Neste sentido os minerais são as bases constitutivas e estruturais responsáveis pela geodiversidade. São um pouco mais de 90 elementos químicos conhecidos no universo e organizados desde o século XIX na tabela periódica de Mendeleiev, correspondendo a o silício, o ferro, o chumbo, o magnésio, o alumínio, o carbono, etc (BRILHA, 2005). Estes minerais e suas formas consolidadas têm sido utilizados pela sociedade humana com diferentes aproveitamentos, culturais, estéticos, científicos, entre outros.

Os minerais são definidos por uma composição química e estrutura (ou geometria) e são formados a partir da ligação dos elementos químicos entre si, formando moléculas e fornecendo variados tipos de substâncias, além dos constituintes elementares das rochas (EMMANUEL, RAFÉLIS e PASCO, 2014). São considerados como substâncias naturais, uma vez que ocorrem na natureza sem que haja intercessão humana. Ou seja, os minerais constituem os elementos encontrados na natureza.

Os minerais são agrupados em classes, por sua principal característica química (elemento ou grupo químico), sendo que os minerais que contêm silício (Si) representam perto do 95% da crosta terrestre (EMMANUEL, RAFÉLIS e PASCO, 2014). As rochas (endógenas ou exógenas) são formadas por minerais agregados, exclusivamente oito minerais básicos (Figura 2). Alguns destes minerais podem ser reconhecidos a olho nu ou com lupa quando em proporções suficientes, enquanto outros só podem ser observados com microscópios como o polarizante ou técnicas laboratoriais devido a seus pequenos tamanhos (BRILHA, 2005). Atualmente, conhecem-se mais de 4000 minerais, ainda que duas ou três dezenas se encontrem nas rochas da crosta terrestre (WENK e BULAKH, 2004 *apud* BRILHA, 2005).

Figura 2. Composição química média das rochas da crosta terrestre (% em peso) (Press & Siever, 1998).

Oxigênio	46%
Siício	28%
Alumínio	8%
Ferro	6%
Magnésio	4%
Cálcio	2,4%
Potássio	2,3%
Sódio	2,1%
Outros	<1%

Fonte: Tomado de (Press & Siever, 1998 *apud* Brilha, 2005).

O Património Geológico integra todos os elementos notáveis que constituem a geodiversidade e seus elementos constitutivos como os minerais (BRILHA, 2005). Os minerais são formados em condições ambientais variadas, resultando da cristalização de uma solução (ou magma) na crosta terrestre, ou pela intervenção de um organismo vivo no processo de biomineralização (esqueletos, dentes etc.) na superfície (EMMANUEL, RAFÉLIS e PASCO, 2014). Os minerais são os constituintes estruturais dos diferentes tipos de rochas, sejam magmáticas, metamórficas ou sedimentares. Estas rochas são classificadas pela composição química, estruturas cristalinas, em que cada mineral exibe e propriedades físicas como: dureza, clivagem, cor, cor do traço, brilho ou fluorescência, hábito, densidade e fratura.

Depois de formadas as rochas são sujeitas a forças tectônicas, gerando desdobramentos e fraturas. Os locais onde atuam tais forças são alvos privilegiados para a atuação dos agentes atmosféricos, alterando as rochas e formando diferentes tipos de paisagens geológicas (BRILHA, 2005; BRILHA 2016). Estes processos alteram as rochas superficiais, a diferentes velocidades e intensidades, o que também se aplica a seus minerais constitutivos, os quais ao ser desestabilizados transformam em novos minerais, na atuação de agentes atmosférico como o clima, temperatura e vento, que influencia no processo de intemperismo, contribuindo na formação das paisagens naturais e consequentemente na geodiversidade.

A água em estado líquido é um dos fatores de alteração das rochas

terrestres. O clima úmido ou seco, juntamente com a temperatura, influenciam no intemperismo dos diferentes tipos de rochas. Em climas quentes como nos países equatoriais, a intensa umidade e as temperaturas elevadas são “agressivas” para rochas e minerais. Para Gray (2004) e Brilha (2005) a alteração de rochas e minerais forma uma série de massa rochosa que por processos fluviais, glaciais ou outros formam depósitos sedimentares, consolidados ou não, que moldam os contornos da paisagem natural e são elementos da geodiversidade.

Os solos são o resultado da deposição dos sedimentos, resultantes dos agentes do intemperismo. Os solos caracterizam-se pela presença de matéria orgânica, e lugar de substrato para a biodiversidade, de forma interdependente como apontado por Tansley (1935). Deste modo, que o solo é a ponte perfeita entre a geo e a biodiversidade (BRILHA, 2005). Os solos, os relevos e a ação climática dão formato às paisagens naturais e determinam a biodiversidade. Estas paisagens também determinam o desenvolvimentos das atividades humanas.

No campo dos meteoritos, cobra relevância o estudo das características químicas e mineralógicas das amostras, o que permite deslindar a história geológica e idade dos planetas, a origem do sistema solar e a possível existência de vida em outros planetas (KLEIN e DUTROW, 2012). Estes estudos têm auxiliado a determinar uma idade aproximada da Terra de 4,6 bilhões de anos, nos elementos químicos (e seus isótopos) para a idade geológica (geocronologia) realizado em rochas terrestres, meteoritos e fósseis (BRILHA, 2005; KLEIN e DUTROW, 2012), o que tem permitido realizar uma reconstituição da longa vida de nosso planeta e a história natural, além da análise da reconfigurações das rochas, a evolução geológica, com as evidências aparecimento, desenvolvimento e extinção de diversas formas de vida. Também no que diz respeito às características geológicas do planeta Terra, estas não são imutáveis, e os processos acontecem de maneira lenta ainda que não pareça, como na evidência de como os continentes americano e europeu afastam-se nos padrões geológicos numa velocidade média de 2-3 cm por ano (BRILHA, 2005).

A ameaça à geodiversidade nos últimos anos, decorre da preocupação crescente nas Ciências da Terra e seus impactos negativos nas Ciências da Natureza, ao poder acelerar a extinção de animais e vegetais (BRILHA, 2005; GORDON e BARRON, 2013). Pelo qual tem se apelado na conservação da biodiversidade em políticas públicas e convenções científicas por instituições públicas e privadas, cientistas, entre outros, sendo necessário realizar o mesmo debate analítico e os motivos pertinentes à conservação da geodiversidade de maneira multidisciplinar (GORDON e BARRON, 2013; BRILHA, 2016), realizando os estudos e medidas necessárias para preservar os elementos da geodiversidade, sem afetar o desenvolvimento econômico e social.

As medidas para a proteção e conservação de um local ou elemento da geodiversidade, são associadas a interesses econômico, cultural, turístico, sentimental ou outro. Pelo qual o MSF tem quais valores?. Planeamento a responder. Por fim, utilizando as propostas de Gray (2004), cientistas das ciências da terra utilizam-se dos valores intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo, para poder destacar e justificar a importância de conservar a geodiversidade. E considerando a valoração da geocientífica realizada por Brilha (2005, 2016), com foco na identificação de elementos de interesse geológico e sua importância para a geoconservação.

- Valor intrínseco

A geodiversidade pode ser recriada sob nossa noção interpretativa do papel que a natureza toma sem sua essencialidade, recriada sob nossos preceitos, ou expressa em seu status real, do qual seus fenômenos e elementos abióticos compartilham uma estrutura rizomática. De acordo com Brilha (2005) e Nascimento *et al.* (2015), é um valor que pode resultar subjetivo e de difícil quantificação, ao poder ser relacionado com perspectivas filosóficas e religiosas específicas de cada sociedade, assim como da cultura para poder interpretar seus fundamentos e rol na natureza, existindo um frente que apoia a subordinação geral ao capricho e necessidade dos homens, assim como um verso que pauta o reconhecimento real que as formas diversas têm e nós como humanos as integramos e representamos parte dessa natureza global.

- Valor cultural

Quando o entorno físico influencia no desenvolvimento cultural, social e religioso, de forma marcante ou distinguível pelo homem, podemos identificar o valor cultural na geodiversidade. Por exemplo, o Rio Paraná que percorre o Brasil, Paraguai e Argentina obtém seu nome do Guarani Pará (Parecido) + anã (mar), pois no contexto de sua cosmovisão ou geomitologia (GRAY, 2004; BRILHA, 2005), quando tal rio foi conhecido pelas pessoas, este foi percebido como tão grande que só poderia ser comparado com o mar. Além disso, entre as fronteiras da Argentina (cidade de Puerto Iguazu) e Brasil (cidade de Foz do Iguaçu), estão as conhecidas Cataratas do Iguaçu, que de acordo com a mesma cosmovisão foi formada pela fúria de um deus que, ao ver sua amada consagrada escapar com outra pessoa, formou das entranhas da terra esse belo monumento natural.

No ramo da arqueologia (FREEMAN e HERRON, 2009) existem evidências na evolução do homem a respeito do uso de pedras para o lascamento e construção de ferramentas primitivas, que dependia das condições do entorno onde o material fonte podia ser encontrado e isto provavelmente foi determinante para os

assentamentos humanos iniciais. No caso de características geológicas que se tornem marca de reconhecimento de um local ou área, pode-se citar como exemplo a cidade de Lourinhã em Portugal, que por seus fósseis é chamada de a capital dos Dinossauros (BRILHA, 2005).

O MSF toma seu nome do local de queda, porém o acontecimento fez que a cidade tornasse conhecida tanto nacional como internacionalmente, esse é um fato que não vai mudar, ou seja se tornou em um local distinguido pela queda das rochas extraterrestres “marca de identificação”. Da mesma forma, os recursos geológicos podem providenciar condições de exploração, por exemplo a presença de argilas em alguns locais em Portugal favoreceu o desenvolvimento da elaboração de cerâmica (BRILHA, 2005).

- Valor estético

Considerado um valor de difícil quantificação e categorização da sua grandeza, passa também por uma difícil interpretação (BRILHA, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2015). Afirmar que um local é mais lindo que outro depende de uma série de apreciações e identificações daquilo que cada pessoa acha considerar e como essas atividade de lazer e observação de paisagens naturais permite vislumbrar a estética de cada sítio. Deve-se considerar a falta de informação dos visitantes ou da população local sob os elementos da geodiversidade, embora sua relação seja mais identificada pela associação com biodiversidade, mas não a distinção de seus recursos. A observação e interação da paisagem pelas pessoas em parte da geodiversidade pode ser evidenciada em atividades de “geoturismo”, como lazer a partir de trilhas, tours, etc, e da influência relevante na produção artística como filmes, cartazes, livros, quadros que aproveitam e dotam de algum sentido a o patrimônio natural, incluindo a geodiversidade.

O valor estético da geodiversidade é mais ligado a uma interpretação pessoal, não sendo possível mensurar a grandeza e beleza das paisagens naturais, enquanto a maioria das pessoas tem como lazer a observação das paisagens naturais, fica claro e indiscutível que diante do olhar de cada pessoa uma paisagem se torna mais deslumbrantes que outra, o que torna notável o valor estético de cada paisagem. Embora as pessoas não tenham o conhecimento sobre geodiversidade muitas vezes elas realizam viagens, excursões, passeios, que vislumbram paisagens associadas a aspectos geológicos, onde naturalmente estão associados geodiversidade com biodiversidade. A geodiversidade serve também de inspiração para pintores, compositores, poetas, fotógrafos entre outros, vindo assim ao longo do tempo enriquecendo a produção artística (MANSUR *et al.*, 2013).

- Valor econômico

O ser humano atribui algum valor a elementos físicos em base a ser considerado como um bem ou prestação de um serviço atribuído ao recurso utilizado a partir dos elementos presentes na geodiversidade, ou qual tem aumentado pelo uso constante de elementos tecnológicos que requerem estes elementos. Podemos deparar-nos com aqueles recursos que nos permitem a produção de distintas formas de energia, com a exploração de combustíveis, como gás, petróleo, carvão e urânio, assim como outras fontes de produção energética como energia geotérmica, solar, eólica, construção de barragens e o aproveitamento das ondas e marés no mar. Além disso, encontramos o uso das matérias primas como as minas, pedreiras, e extração de areia dos leitos dos rios, o uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, entre outros. Rochas e alguns minerais também são aproveitados como adorno pessoal em jóias, como pulseiras, correntes, relógios, anéis, utensílios, entre outros, assim como a decoração ou arte, com o aproveitamento para esculturas, bolas de cristais, lâmpadas, mesas, quadros feitos com materiais da geodiversidade entre outros (BRILHA, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2015).

- Valor funcional

Gray (2004) introduziu o conceito de valor funcional, reconhecendo que se trata de uma ideia normalmente não aplicável à Conservação da Natureza, sob duas perspectivas: I - Valor *in situ*, que é utilitário para o homem (local original); II - Como substrato para a sustentação dos sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre. O valor utilitário diz o papel como suporte de atividades humanas, como construções (para construir infraestrutura, como carreteras, barragem e cidade), e no armazenamento de substâncias como o Carbono em solos e turfeiras, o papel do solo na agricultura e produção florestal. E o segundo diz a respeito de distribuição de plantas e animais em locais de implantação e desenvolvimento determinados pela geodiversidade, como por exemplo, o solo como substrato para a existência de populações de abutres e outras espécies rupícolas nas arribas escarpadas, que foi determinado pela presença do Rio Águeda no Parque Natural do Douro Internacional em Portugal (BRILHA, 2005). Cabe mencionar que ao cair na terra o meteorito ora MSF faz parte da geodiversidade.

- Valor científico e educativo

Os valores educativos e científicos podem ser reconhecidos na geodiversidade. A geodiversidade apresenta um valor científico inegável no estudo das ciências da terra, e deve ser aproveitado para divulgar seu papel relevante nos ecossistemas terrestres ou seja para nosso bem-estar de um modo fundamental e

aplicado. No âmbito aplicado, pode ser uma ferramenta para identificar locais potencialmente perigosos para atividades humanas (como vulcanismo, erosão, terremotos, enchentes, etc) e para a realização de monitoramento de seus impactos, assim como dos potenciais impactos de nossas atividades econômicas e industriais nos perigos mencionados. Neste caso, nos permite melhorar o relacionamento da espécie humana com a geodiversidade (BRILHA, 2005). No âmbito fundamental pode ser aproveitada de modo que permita desvendar e interpretar os segredos do longo desenvolvimento da Terra.

O valor educacional pode ser identificado em atividades de educação formal e informal. Quanto à educação formal das ciências da terra, pode ser aplicado no ensino médio, fundamental, etc., que permita um discernimento do amplo espectro reconhecido nos elementos da geodiversidade, em atividades como saídas de campo, áreas naturais, museus, coleções, entre outros. O âmbito da educação informal é voltado para o público em geral, onde atividades como trilhas, entre outras, podem contribuir no discernimento e papel da geodiversidade. O valor educacional será bem sucedido na medida que permita ter um contato com a geodiversidade, que ajude na sua conscientização e valorização (BRILHA, 2005, NASCIMENTO *et al.*, 2015).

3.1.2 Geoconservação

A geoconservação tem por objetivo a conservação e manutenção do patrimônio geológico, assim como de componentes de natureza abiótica, incluindo os elementos e coleções geológicas, geomorfológicas, junto com materiais, documentos e patrimônio cultural associado, tendo os geossítios *in situ* e *ex situ* como foco central. De acordo com Brilha (2005), a geoconservação trata-se de um conceito, que busca a conservação e gestão do ambiente natural de maneira sustentável, assim como processos geológicos, geomorfológicos e de solo, além de outros processos naturais a ele associados. Autores como Sadry (2020), apontam que o termo deve abarcar além do conhecimento da base geológica terrestre e incluir aquilo que está além da Terra no espaço. A geoconservação é definida por Sadry (2020) como:

“A conservação dinâmica e proteção de todos os componentes de natureza abiótica e para além do espaço da Terra junto com as coleções geológicas e geomorfológicas, assim como climatológicas e astronômicas, materiais e documentos e o patrimônio cultural que lhe é associado (SADRY, 2020. p. 503)”

De acordo com (NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015) autores como Sharples (2002) interpretaram a proteção da geodiversidade como estando relacionada aos “*processos e feições geológicas (Substrato), geomorfológicas (Paisagem) e de solos, garantindo a manutenção da história de sua evolução em termos de velocidade e magnitude*”. Estes mesmos autores consideram como necessário o desenvolvimento de atividades, técnicas e medidas da conservação da geodiversidade, relacionadas à proteção do patrimônio geológico, alcançando desde as ações de levantamento básico até as práticas de gestão.

O conceito de geoconservação surge como ideia a partir do século XX. Na literatura podemos encontrar a proposta de conservação de elementos abióticos em investigações e iniciativas precoces no Reino Unido como caso do *National Parks and access to the Countryside Act* de 1949, no Reino Unido, dando origem ao aparecimento dos *Sites of Special Scientific Interest (SSSI's)*, ou na *Australian Natural Heritage Charter*, em 1996, que incluía já a geodiversidade e sua conservação na estratégia global de conservação da natureza (GRAY, 2004; GRAY 2013, *apud* VIEIRA, 2018). Na Europa a Caverna de Baumann na Alemanha em 1668 também foi objeto de proteção com ações específicas para um sítio natural. Outro marco foi a criação do Parque Nacional de Yellowstone, em 1872, como primeiro parque natural dos Estados Unidos pelo presidente Ulysses S. Grant, pelas originalidades geológicas, relacionadas com o vulcanismo, iniciando os princípios inerentes da história das Unidades de Conservação no mundo (NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015; VIEIRA, 2018).

Portanto, o conceito de geoconservação já tem um uso na Europa desde a metade do Século XX, na França com a Lei de proteção dos Monumentos Naturais de 1930 (promoveu a proteção de cavernas e locais geomorfológicos); no Reino Unido o Comitê de Investigação de Recursos Naturais (NRIC), que desenvolveu um inventário de 390 locais com patrimônios geológicos, posteriormente em 1945 foram listados sítios de Relevância Geológica, classificados em categorias que vão desde paisagens notáveis até afloramentos de excepcional importância geológica e em 1977 surge um marco na política de Geoconservação britânica com o “*The Geological Conservation Review (GCR)*”, para o fortalecimento científico na identificação de locais de importância geológica e geomorfológica, denominados “*SSI - Sites of Special Scientific Interest*”; na Alemanha em 1990 a criação do Geoparque *Gerolstein* (atualmente *Vulcanifel*); na Nova Zelândia iniciou-se em 1980 pelo Departamento de Conservação o inventário de 2500 locais de interesse científico; em Portugal, em 2005 o inventário do património Geológico, a partir do projeto “Património Geológico e Geoconservação” na Universidade do Minho;

na Austrália as estratégias de conservação e desenvolvimento na Tasmânia denominadas “Estratégias de Conservação da Natureza” (MANSUR, 2010; JORGE e GUERRA, 2016).

As informações trazidas apontam a crescente preocupação que surgiu a partir do início do Século XX, onde as determinações de proteção eram relativas a uma visão de proteção ambiental, incluindo de maneira prática um papel mínimo da Geodiversidade. Para autores como Gray (2004) e Brilha (2005) isto deve-se à necessidade de uma abordagem integrada da natureza, onde a conexão do meio Biótico e abiótico não era distinguível até então, inclusive nas normas e legislações feitas até então. Isto mudou com o desenvolvimento das Ciências da Terra e a necessidade de preservar características da diversidade com relevância científica inicialmente, na forma de como o patrimônio é uma testemunha do passado geológico do planeta e sua evolução, como fatores relevantes a conservar, além das características intrínsecas de seus componentes e as valorações e interpretações culturais que os humanos têm desenvolvido, em distintas partes do mundo com seu entorno.

No Brasil, a partir de 1998, é criada a SIGEP - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos, que tem trabalhado desde então na implementação de um banco de dados nacional de geossítios e de um modelo unificado para a inventariação (NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015). Esta comissão publicou três volumes com os sítios geológicos e sua divulgação, assim como a proteção, fornecendo uma descrição, catalogação e como realizar as novas propostas de geossítios. Com o qual foram identificadas mais de 100 ocorrências de geossítios. Atualmente a SIGEP segue em atividade, mas com o cadastro de novas propostas suspensas e em análise para a retomada de atividade.

A CPRM - Serviço Geológico Brasileiro, criado em 1969 como empresa privada para assuntos minerais e geológicos, torna-se instituição pública em 1994, com funções de inventariar o Serviço geológico nacional - devendo organizá-lo e mantê-lo, com a participação dos cientistas (NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015). Neste sentido têm sido desenvolvidas pesquisas desde o início dos anos 2000, que tem o intuito de unificar o inventário nacional, como a metodologia proposta para o CPRM (LIMA, 2008). O modelo de inventário nacional desenvolvido pela CPRM é o GEOSSIT, uma plataforma digital (<https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitioselaborada>), para ser alimentada e consultada pela internet por instituições, cientistas e pessoas do comum. O programa GEOSSIT é para cadastro de sítios geológicos ou lugares (*in situ*) e elementos geológicos móveis (materiais *ex situ*), com relevância científica, incluindo inventário e entrada de dados e cálculo automático para quantificação do valor dos sítios (NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015).

No Brasil encontramos uma série de iniciativas do geoturismo como por exemplo os Caminhos Geológicos, voltado para a divulgação das geociências no estado do Rio de Janeiro (JORGE e GUERRA, 2016). Foi desenvolvido pelo Departamento de Recursos Minerais do Rio de Janeiro (DRM/RJ) no ano 2001, com apoio de universidades e prefeituras, com o objetivo de desvendar de maneira científica os sítios de interesse geológico ou monumentos do estado, considerando tipos de Patrimônios Geológicos como sedimentares, geomorfológicos, Tectônicos, Paleontológicos, Arqueológicos, Petrológico/Mineralógico, Geoambiental e hidrogeológicos (águas superficiais e subterrâneas). De acordo com Nascimento *et al.* (2008) o projeto Caminhos Geológicos é pioneiro na temática da divulgação do conhecimento geológico no Brasil, com a instalação de 63 painéis com informações geológicas dos monumentos em mais de 22 municípios.

Posteriormente, no ano 2003 foi criado o programa Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná, pela empresa Minerais do Paraná S.A (Mineropar), hoje com suas atribuições vinculadas ao IAT - Instituto Água e Terra (<https://www.iat.pr.gov.br/>). O programa apresentava o objetivo de incorporar uma valorização desses monumentos geológicos aos roteiros do turismo ecológico, a partir da divulgação geológica (NASCIMENTO, *et al.*, 2008; JORGE e GUERRA, 2016), visando à transformação dos pontos com características notáveis (afloramentos, paisagens, minas) em produtos turísticos. Deste modo, foram criados por pesquisadores e instituições uma série de propostas e metodologias para aprimorar a identificação e avaliação da geodiversidade no Brasil, e fazendo uso das iniciativas internacionais e com potencial de serem aplicadas no país.

O projeto Monumentos Geológicos do Estado de São Paulo, foi criado em 2006, pelo Instituto Geológico (IG-SMA), UNESP e IF-SMA, com o objetivo de divulgar os geossítios do estado, fomentando práticas educacionais e turísticas (NASCIMENTO *et al.*, 2010 *apud* JORGE e GUERRA, 2016). O projeto opera em ações responsáveis pela divulgação dos geossítios do estado, fomentando ações educativas e turísticas de acordo com as estratégias desenvolvidas pelo SIGEP e programas internacionais como Progeo (The European Association for the Conservation of the Geological Heritage), GEOTOPES entre outros. Em São Paulo, na USP, encontramos o projeto GeoHeritage - Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico, que procura realizar ações a partir do ensino e popularização de ciências, o geoturismo, e ordenamento do território (<https://geohereditas.igc.usp.br/>). De acordo com Jorge e Guerra (2016) o programa tem contribuído em roteiros Geoturísticos no Litoral de São Paulo, Areias do Litoral de São Paulo, Geoturismo Urbano e Interpretação Geológica de Trilhas.

A partir dos anos 1990 a Divisão de Ciências da Terra da UNESCO promoveu a criação de geoparques (*Geopark*), até que no ano 2004 foi criada a Rede Global de Geoparques – RGG (*Global Network of National Geoparks - GNN*), com sede em Pequim, como proposta emanada de um grupo de trabalho integrando representantes de diversas instituições internacionais (BRILHA, 2005). Previamente, em 1996, durante o 30º Congresso Internacional de Geologia na China surgiu uma Iniciativa na Europa, que culminou com a criação da Rede Europeia de Geoparques - REG, no ano 2000, por quatro membros: Réserve Géologique de Haute Provence (França), The Petrified Forest of Lesvos (Grécia), Geopark Gerolstein/Vulkaneifel (Alemanha) e Maestrazgo Cultural Park (Espanha).

A REG, no 2004, estava composta por 17 geoparques e junto com oito Geoparques Chineses criaram a RGG (BRILHA, 2005). A RGG como projeto pretende promover a conservação de um ambiente e fomentar a educação em Geociências e o desenvolvimento econômico sustentável local (Zouros, 2004, *apud* BRILHA 2005). No site da UNESCO Brasil (<https://www.unesco.org/pt/fieldoffice/brasil/expertise/natural-sciences-earth-sciences-global-geoparks>), os Geoparques são definidos como:

[...] “áreas geográficas únicas y unificadas, en las que se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional, a través de un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible. Los geoparques aúnan su patrimonio geológico con el legado natural y cultural del área, con el fin de concienciar a la sociedad de los principales desafíos a los que se enfrenta, como el uso sostenible de los recursos de los que disponemos, la reducción de los efectos del cambio climático y la disminución de los riesgos vinculados a los desastres naturales.” (UNESCO, 2023).

Para um local se tornar um Geoparque, este deve ser uma área delimitada, estabelecida com características geológicas relevantes de interesse internacional, reconhecido com um selo de Geoparque Mundial da UNESCO desde 2015, com uma duração de 4 anos (UNESCO, 2023). O estatuto da área como Geoparque deve seguir uma série de diretrizes, que serão avaliadas e permitirão ser renovadas ou não. A Chancela do Geoparque indica que este cumpriu uma série de passos demonstrando a relevância da geodiversidade no local, e sua identificação por parte da comunidade local com seu entorno, que permita um potencial de uso de geoturismo, apoiado na educação ambiental e das geociências, em base ao desenvolvimento sustentável das populações.

Até setembro de 2023 existiam 195 Geoparques Mundiais da UNESCO em 48 Países no mundo (Figura 3).

Figura 3. Recorte dos Geoparks ou Geoparques Mundias da UNESCO.



Fonte: *UNESCO GLOBAL GEOPARKS 2023*

(<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385482>), (UNESCO 2023).

No âmbito Brasileiro, o CPRM iniciou em 2006 o projeto Geoparques no Brasil, com o intuito de identificar, descrever, georreferenciar, catalogar e divulgar locais relevantes para o geoturismo e a geoconservação, e foi proposta uma série de 30 lugares com potencialidade como futuros Geoparques (SCHOBENHAUS, 2006; NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO-NETO, 2008). As áreas com potencialidades têm aumentado no Brasil com novas investigações e a crescente preocupação por conservar elementos da geodiversidade ou geossítios, desde o início do projeto. Em 2006 o Geoparque Araripe foi o primeiro parque geológico das Américas e Caribe a ser aceito na RGG, até que em 2021 foram certificados o Geoparque Seridó e o Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul e em 2023 os Geoparque Quarta Colônia e Geoparque Caçapava. Outras áreas potenciais são candidatas a se tornar Geoparques no Brasil, como o aspirante a Geoparque Uberaba no Município de Uberaba Minas Gerais (<https://www.geoparqueuberaba.com.br/>).

No contexto regional no Latinoamericano e Caribenho, a partir do 2008 acontece o “Encuentro Andino Para la protección del patrimonio Geológico, Minero e Paleontológico” celebrado em Loja no Equador e o “Primer Congreso Latinoamericano y sobre Iniciativas en Geoturismo”, assim como a criação da “Red Latinoamericana y del Caribe para la protección y Defensa del Patrimonio Geológico, Minero-Metalúrgico y Paleontológico” em 2009 em Asunción, Nueva Esparta, na Venezuela. Posteriormente,

foram realizados outros fóruns, encontros e congressos na região com a pauta do patrimônio geológico e sua preservação. Assim, cientistas e instituições da região reconheceram a necessidade de criar uma rede Regional de Organização, para a promoção e cooperação entre os membros da Rede Mundial de Geoparques (GGN). Foi nesse contexto que foi fundada no ano de 2017 a Rede de Geoparques da América Latina e Caribe (Rede GeoLAC), por quatro geoparques latinoamericanos: o Geoparque Grutas del Palacio (Uruguai); Geoparques Comarca Minera Hidalgo e Mixteca Alta (México); Geoparque Araripe (Brasil) (PRIETO, CORTEZ e SCHILLING, 2016). Até setembro de 2023 a Rede contava com 12 membros de toda América Latina (Instagram: <https://www.instagram.com/redgeolac/> - Facebook: <http://www.redgeolac.org/index.html>).

A modalidade de geoparques no Brasil integra o patrimônio geológico, biodiversidade e sustentabilidade - diferencia-se das propostas de Unidades de Conservação, tal como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) que apresenta desde sua concepção um foco mais voltado à preservação da biodiversidade (OLIVEIRA et al, 2013; JORGE e GUERRA, 2016). Além disso, o geoparque não necessariamente deve se situar em áreas públicas, permitindo também a presença e envolvimento de comunidades. Entretanto, o SNUC também fornece um enquadramento para o patrimônio geológico com a figura do Monumento Natural, em uma das categorias de manejo (Federal; Estadual; Municipal) (MANSUR, 2010; JORGE e GUERRA, 2016). O Geoparque enquadra-se como uma estratégia de cunho nacional para a elaboração de políticas na conservação da natureza, ordenamento territorial, educação, pesquisa e envolvimento do setor privado, assim como para contribuir na proteção de áreas vulneráveis e de risco de degradação ambiental e na proteção de populações locais (JORGE e GUERRA, 2016).

O movimento de geoparques procura preservar áreas geográficas com características únicas e unificadas, que carregam uma herança do patrimônio geológico da região, patrimônio natural e cultural da área, onde locais e paisagens sejam relevantes internacionalmente, fortalecendo a identificação das comunidades locais com a área. Devem ser sítios gerenciados de forma planejada, com um conceito holístico para a proteção, educação e desenvolvimento sustentável de seus recursos presentes, nas temáticas voltadas ao desenvolvimento de atividades econômicas das comunidades, geoturísticas e de divulgação do geopatrimônio. Além disso, a conservação dos recursos da terra de maneira sustentável, mitiga os efeitos das mudanças climáticas e reduzem os riscos relacionados a desastres naturais nas comunidades.

Alguns instrumentos e recursos podem contribuir com a conservação da geodiversidade, sendo: inventário, quantificação, classificação, vulnerabilidade, conservação, proteção, valorização, divulgação e monitoramento. Estes mecanismos

demonstram a importância de definir um local e a seleção de geossítios para se realizar um inventário de geodiversidade, tornando possível a identificação do patrimônio, e possibilitando um suporte para a geoconservação e o geoturismo (BRILHA, 2016; CARCAVILLA *et al.*, 2011). A caracterização e conhecimento científico é proposta por Brilha (2016) determinando ferramentas que permitam a partir de sua promoção e execução, com procedimento, inventário, quantificação, e identificação da sua vulnerabilidade, proteção legal, divulgação, conservação e manutenção.

Cabe salientar que as estratégias de geoconservação procuram abarcar os sítios geológicos e da geodiversidade tanto *in situ* como *ex situ*. Os critérios são propostos a partir de uma série de diversos passos subsequentes: inventário, avaliação quantitativa, conservação, interpretação e promoção, e finalmente monitoramento do sítio (BRILHA, 2005; BRILHA, 2015). De acordo com Lima *et al.* (2010), o inventário tem uma série de passos que devem ser aplicados ao objetivo de estudo claramente definido, considerando quatro questões: o tema, o valor, a escala e o uso. A valorização do MSF permite aunar propostas de geoconservação, e o desenvolvimento de iniciativas voltadas para a promoção da geodiversidade e educação ambiental.

3.1.3 Geoturismo

O geoturismo é uma labor de promoção da paisagem e da geologia junto a sua história de reconhecimento e proteção, inter-relacionado a uma comunidade que reconhece valores de interesse particulares na área, e que pode ser aproveitado por visitantes como um estímulo intelectual, educacional ou de ócio importante. De acordo com Hose (2020), o geoturismo deve ser apontado como uma atividade intrínseca a características geológicas, com um movimento holístico que considera atributos do patrimônio geológico e seus processos associados de formação e funcionamento. Estas ações são potencializadas quando se aplica um desenvolvimento na sociedade de práticas de sensibilização diante do patrimônio geológico e dá geoconservação sustentável, para eixos ambientais, socioculturais e econômicos (BRILHA, 2005. p. 117-118). A geoconservação deve garantir atividades e medidas de proteção da geodiversidade e biodiversidade de seu entorno. No século XXI, atividades relacionadas com o turismo (geoturismo) representam um nicho potencial para estes sítios, pelos atributos e representação dos atributos sócio culturais de algumas localidades.

A partir do século XII na Europa já os peregrinos eram conhecidos, devido a que transitavam de um lugar a outro por motivações religiosas, laborais ou outras. Posteriormente, surge o turista no século XVIII, como pessoas que iam por lazer, religião, negócio ou por outros motivos a um lugar diferente do seu lugar de residência, formando

posteriormente o turismo como atividade com potencial econômico, inicialmente culta, até tornar-se um movimento de massas na metade do século XX (HOSE, 2020). O turismo é definido pela Organização Mundial do Turismo (UNWTO) da UNESCO (<https://www.unwto.org/>), como “atividade dos visitantes” e Visitante como:

“(…) persona que viaja a un destino principal distinto al de su entorno habitual, por una duración inferior a un año, con cualquier finalidad principal (ocio, negocios u otro motivo personal) que no sea la de ser empleado por una entidad residente en el país o lugar visitado. Un visitante (interno, receptor o emisor) se clasifica como turista (o visitante que pernocta), o como visitante del día (o excursionista) en caso contrario.”(UNWTO - UNESCO, 2023)

A partir de 1980 o turismo passou a se reformular, para atrair novos consumidores, pela geração de diferentes necessidades e afinidades. Ao diversificar o turismo moderno, não só como destino a um lugar, buscando o turismo de experiência ou experimentação, de um modo objetivado na inserção de novos nichos (turismo ecológico, turismo cultural, turismo de aventura, etc) (MEIRA e MORAIS, 2016; HOSE, 2020). Gerando um contexto para a gênese de uma prática turística, o geoturismo, é pesquisado em diferentes países com uma amplitude de perspectivas. Neste sentido não pode ser considerado um modismo, ao estar em documentos oficiais da UNESCO como na Declaração de Arouca em 2011, leis e normatividades em diversos países (JORGE e GUERRA, 2016).

Antes de sua consolidação, o conceito de Geoturismo foi definido pela *National Geographic Society* (2001) como sendo voltada a uma interligação composta pelo ambiente abiótico, biótico e componentes culturais de uma localidade, mancomunado com o bem estar dos seus cidadãos (BRILHA, 2005). A Declaração de Arouca em Portugal (2011), define-o como “turismo que sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, património e o bem-estar de seus residentes” (ASSOCIAÇÃO GEOPARQUE AROUCA - AGA, 2011). A definição inicial na literatura aborda o geoturismo por sua vertente geológica, ligada ao património geológico e reforçada neste sentido posteriormente (HOSE, 1995, 2000 *apud* HOSE, 2022; DOWLING e NEWSOME, 2006; MOREIRA 2008, 2014 *apud* JORGE e GUERRA, 2016). Nascimento *et al.* (2008) relacionam o conceito à geologia e geomorfologia como componentes centrais e principais na aplicação do turismo. Ao ser uma atividade que permita apreciar as paisagens, compreendendo os processos geológicos e geomorfológicos, responsáveis na

evolução e formação de cada área (Nascimento *et al.*, 2008; JORGE e GUERRA, 2016). Deste modo, observamos a conjugação de essa atividade holística até sua concepção mais aceita (Hose, 2022).

O Geoturismo é uma atividade que permite reconhecer e interpretar elementos da geodiversidade ajudando na sua proteção e conservação, tanto em áreas urbanas como naturais, pautada no desenvolvimento sustentável dos locais (Hose, 2020). Sua prática urbana abarca desde a influência da geomorfologia na formação e estabelecimento de centros urbanos, a partir dos recursos hidrogeológicos, geográficos, geológicos, entre outros, assim como elementos da geodiversidade utilizados, como pedras na construção das casas, ruas ou edificações, e seus riscos potenciais. Além do aproveitamento de sítios presentes, edificações antigas e monumentos em zonas urbanas, como pedreiras e áreas transformadas em parques municipais (JORGE e GUERRA, 2016). Geoturismo aplicado em contextos urbanos, espera interpretar e relacionar seus a geodiversidade como base do entorno construído, desde as rochas que suportam as edificações como seus materiais de construção e se relaciona com conceitos geológicos ao histórico sociocultural e arquitetônico.

O geoturismo em áreas rurais pode alavancar estratégias para o desenvolvimento econômico de áreas rurais, através dos geoparques, como inovação e proteção dos Recursos naturais e Patrimônios geológicos (FARSANI *et al.*, 2011; JORGE e GUERRA, 2016). Nesta abordagem, a prática do geoturismo procura fazer uma conexão entre a história das pessoas com o entorno da geodiversidade e biodiversidade presente, por meio de trilhas, visitas guiadas, painéis interpretativos, entre outras estratégias. Um exemplo são os painéis interpretativos do litoral de São Paulo, realizados pelo projeto GeoHereditas, contando a história da paisagem local (Figura 3). Os Geoparques ou áreas protegidas são fundamentais ao ser locais em que a natureza se encontra minimamente preservada, permitindo atividades como trilhas ou visitas guiadas.

Figura 4. Painéis do GeoHereditas instalado no litoral norte de São Paulo. (<https://geohereditas.igc.usp.br/home/atuacao/geoturismo/geoturismo-areas-naturais/>).



Fonte: GeoHereditas - Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo (GeoHereditas 2023).

Cabe destacar que o geoturismo é uma atividade que ao ser praticada em áreas naturais e urbanas, ou seja em diferentes sítios, além de não ser dependente das estações climáticas nesses locais, são um nicho potencial para o desenvolvimento econômico (HOSE, 2020). O geoturismo permite relacionar aspectos espaciais ou extraterrestres com o ambiente geológico - ao permitir associar atividades de contemplação dos fenômenos celestes, através da observação - olho nu ou uso de telescópios - assim como de tecnologias de simuladores de realidade virtual que permitam “experimentar ou vivenciar”, estar presente em um área ou ambiente espacial (por exemplo ambientes que simulam microgravidade (SADRY, 2020).

Para Sadry (2020) o geoturismo é baseado no conhecimento, integrando de maneira interdisciplinar a conservação e a interpretação da natureza biótica e seus atributos, considerando a relação cultural com o geossítio. O autor acrescenta que os objetos astronômicos são geo objetos (objetos geológicos espaciais e planetários), por serem de natureza abiótica no universo, são recursos subyacentes do geoturismo celestial e geoturismo espacial. Hose (2020) destaca que atividades como viagens para fora da órbita terrestre em um foguete, avião ou nave espacial são parte desse astroturismo. Assim, o geoturismo diversifica o nicho de relação das ciências da terra, da astronomia, entre outras, a partir da interpretação do geopatrimônio tanto de maneira *in situ* como *ex situ*.

Para Hose (2020), o geoturismo deve apresentar mecanismos de informação, como instalações e serviços interpretativos dos elementos da geodiversidade, compreendendo a sua conservação através da apreciação, aprendizagem e de pesquisas

para sensibilizar as atuais e futuras gerações. Deste modo, pode ser utilizado como ferramenta para promover a geoconservação, a partir do uso conjunto da biodiversidade, realizando uma abordagem de interação destes sistemas e seus processos no tempo geológico (JORGE e GUERRA, 2016). Nesta perspectiva, a educação ambiental é uma estratégia para a conservação da geodiversidade por meios interpretativos. Para Hose (2012 *apud* 2020), o geoturismo inter-relaciona a geoconservação, geo-história e geo-interpretação, por meio de iniciativas como trilhas auto guiadas, excursões, roteiros, painéis interpretativos, jogos, palestras, atividades lúdicas, material impresso e audiovisual, websites entre outras atividades interpretativas para áreas com potencial Turístico e sua diversificação, como ações que incentivam a o reconhecimento de Unidades de Conservação (JORGE e GUERRA 2016; NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015).

3.1.3 Astrogeoturismo

Para Hose (2020) o geoturismo não deve ser apontado como uma atividade intrínseca a características geológicas, esta precisa ser compreendida de holisticamente considerando as propriedades do patrimônio geológico e processos associados de formação e funcionamento, potencializando a educação ambiental, o patrimônio natural e cultural (BRILHA, 2005), assim como fenômenos astronômicos (SADRY, 2020). O mesmo autor identifica que o interesse humano pelas observações e fenômenos astronômicos desde a antiguidade, possibilitem que as observações sejam um recurso a ser explorado pelo turismo numa ampla gama de atividades.

Neste sentido, o astrogeoturismo é uma subcategoria do geoturismo que incentiva a preservação de elementos extraterrestre como meteoritos, para *“contribuir com a conservação desses materiais de forma mais efetiva, assim como do patrimônio geológico, com a aplicação de atividades sustentáveis e socioeconômicas”* (SARMIENTO, SCHMITZ e NASCIMENTO, 2023). Espera-se que associe conceitos que abarcam fenômenos relacionados com a astronomia e que são recursos do geoturismo como o astroturismo, geoturismo celestial e geoturismo espacial. Chen et al. (2015 *apud* SADRY, 2020) destaca que os recursos turísticos universais, astronômicos, climatológicos, meteorológicos e estelares, são recursos do “turismo das ciências da terra”.

De acordo com Weaver e Lawton (2014 *apud* SADRY, 2020), o turismo espacial é um tipo de turismo, em que o turista viaja em avião ou nave espacial a locais com alta altitude (até 20 km), para experimentar os efeitos suborbitais (por exemplo, microgravidade ou observar a curvatura da terra). Este tipo de atividade foi iniciado em

2001 com a viagem ao espaço do multimilionário Dennis Tito na cápsula Soyuz da Rússia. Esse novo turismo de aventura, representa uma mudança filosófica de nosso papel no universo desconhecido, na Terra e além dela, assim como de nossa relação com os outros seres e o com tempo (TOIVONEN, 2017 *apud* SADRY, 2020). Neste sentido, a interpretação dos recursos astronômicos e atmosféricos são essenciais para sua execução e compreensão no campo do geoturismo.

Para Chen et al. (2015 *apud* SADRY, 2020), o turismo espacial está dividido em turismo terrestre, astroturismo e turismo atmosférico que se divide no geoturismo espacial e geoturismo celestial, com recursos meteorológicos, climatológicos e ar limpo (relacionado com a poluição do ar, por contaminantes industriais e luzes). Para Sadry (2020) o geoturismo espacial, geoturismo celestial e astroturismo são categorias do Geoturismo, determinando uma série de fronteiras. Ainda assim é perceptível um vazio no momento das delimitações de maneira teórica e prática que o astrogeoturismo pode abarcar de modo geral.

O geoturismo celestial está relacionado com atividades de observação e contemplação de estrelas, planetas, a Lua, chuva de meteoros, cometas, nebulosa, galáxias, auroras boreais e austrais, assim como nuvens, arco-íris, eclipse solar e lunar, raios do sol, pôr do sol e amanhecer, o sol da meia noite e paisagens de nuvens, entre outros. Suas práticas podem ser desenvolvidas em geoparques, geossítios celestiais e parques nacionais, estaduais assim como em áreas urbanas em cidades livres de poluição, que permita a contemplação durante os céus noturnos e também para actividades no céu diurno (SADRY, 2020). Neste sentido, requer uma abordagem apoiado no património geológico e os recursos do universo, os quais também são nosso patrimônio (SADRY, 2020).

O geoturismo espacial está relacionado a práticas de contemplação em ambientes terrestres (geopaisagens) como geossítios primários, com características similares a ambientes extraterrestres (por exemplo, análogos a lua ou marte), em locais como o Geossítio do Vale da Lua (Atacama, Chile), Montanhas Marcianas e Vale das Estrelas (Ilha de Qeshm, Irã), Salar de Uyuni (Potosí, Bolívia), entre outros; e geossítios secundários como planetários, biografias de astro e geocientistas, investigações, publicações, notas, diários, correspondências, artes, coleções, entre outros (SADRY, 2020), que são foco do *geoheritage* (patrimônio geológico espacial e planetário) (HOSE, 2006; SADRY, 2020), representados em locais específicos, como o centro espacial *Kennedy Space Centre (USA)* e ambientes no específicos como ambientes de jogos virtuais, filmes relacionados com viagens ao espaço, tour de eclipses, atrações e locais de lançamento espaciais (Toivonen, 2017 *apud* SADRY, 2020).

O astroturismo inicialmente foi definido Fayos-Sola e Marín (*apud*,

Fayos-Sola et al, 2014, *apud* SADRY, 2020) como uma “atividades de ócio de viajeros que pagam para voar no espaço por recreação” a “turismo que utiliza os recurso naturais dos céus noturnos não contaminados”, assim como os conhecimento científico para o desenvolvimento atividades de apreciação do universo (astronômicas), culturais ou ambientais (SADRY, 2020). O astroturismo permite abordar temas de interesse social do século XXI, acerca de como o progresso e desenvolvimento podem ser respondidos cientificamente a partir de uma abordagem sustentável. A contextualização geológica de nosso lugar no universo e esquemas da vida, permitem que seja considerado um subsegmento do geoturismo (HOSE, 2006; SADRY, 2020), com enfoque na contemplação ou experimentação dos recursos astronômicos.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como propósito apresentar as características associadas ao meteorito de Santa Filomena, além de desenvolver as diferentes interpretações de análise dos valores fundamentados nos conceitos de património geológico, e inserir as propriedades relacionadas de como essas rocha extraterrestre podem promover actividades de astrogeoturismo.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

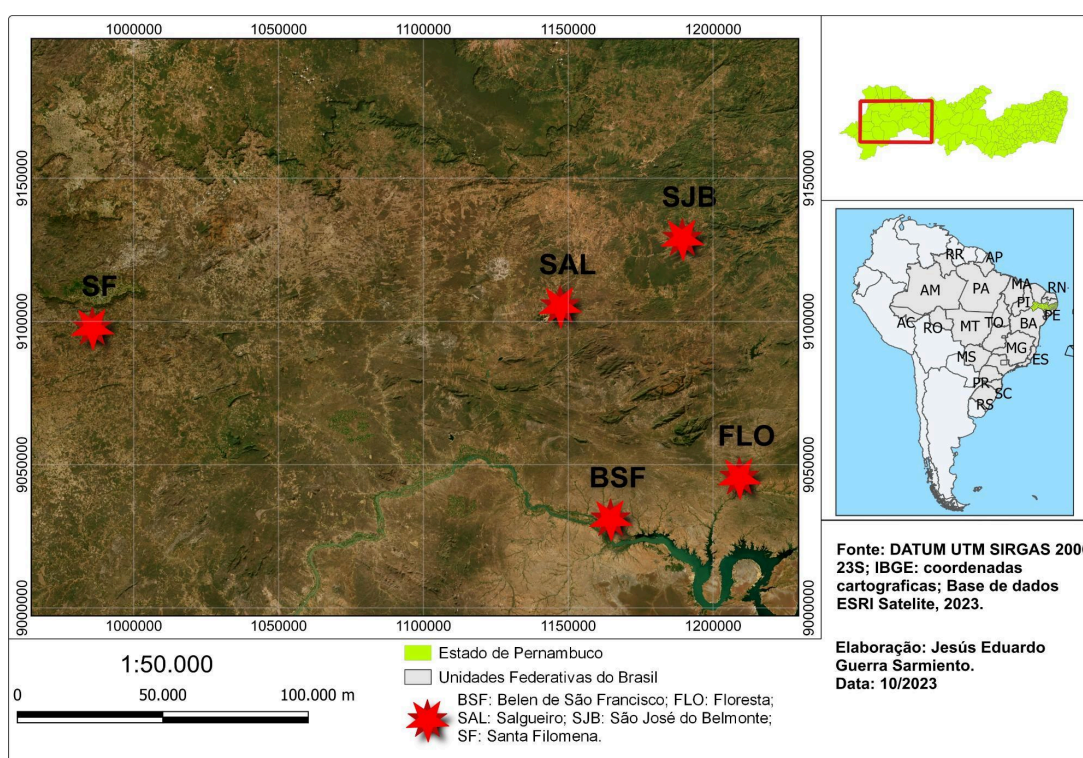
- Realizar uma coleta de informações bibliográficas acerca do meteorito de Santa Filomena;
- Elaborar uma descrição dos possíveis e diferentes valores que podem identificar o meteorito de Santa Filomena como patrimônio geológico;
- Encontrar atributos no Meteorito de Santa Filomena para o desenvolvimento de iniciativas relacionadas ao geoturismo que permitam estabelecer o Astrogeoturismo.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

No dia 19 de agosto de 2020, quatro câmeras da empresa de previsão do tempo "Clima ao vivo" registraram uma imensa bola flamejante “rasgando” o céu da região oeste de Pernambuco, sendo visto por 4 cidades: Floresta, Salgueiro, Belém de São Francisco e São José do Belmonte. O ingresso do bólido na atmosfera foi observado pelo satélite GOES-16, o que gerou as medidas que possibilitaram cruzar as informações obtidas pelas quatro câmaras, com os dados do satélite (Figura 5).

Figura 5. Mapa de queda do MSF no Município de Santa Filomena, PE, BR.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Esse processo foi desenvolvido pela Rede Brasileira de Observação de Meteoros (BRAMON), que realizou a triangulação dos dados de vídeo do bólido e efetuou o cálculo da órbita de entrada na atmosfera e sua possível região de queda. Esses cálculos foram desenvolvidos por Jim Goodall e auxiliaram a tomar decisões assertivas

para realizar o resgate dos fragmentos deste corpo celeste que foi observado em diversas regiões, tal como já mencionado anteriormente.

Segundo os dados analisados, o meteoróide ingressou na atmosfera terrestre com uma velocidade aproximada de 15,36 km/s, em uma inclinação de 43,1° (em relação ao solo) percorrendo 61,3 km em 4". Com base nessas informações atribui-se como local de queda a cidade de Santa Filomena. A maioria dos fragmentos, em peso, foram recuperados pela população local e entre eles destaca-se uma massa de 38,2 kg, que foi encontrada na fronteira entre os estados de Pernambuco e Piauí, a cerca de 7 km do município de Santa Filomena.

O meteorito Santa Filomena, ao que consta, é um Condrito Ordinário H5-6. O espécime é composto de litologia de cor cinza médio e mostra alguns côndrulos dispersos, que possuem um diâmetro médio de 0,5 mm. Eles se encontram, em geral, esmaecidos e texturalmente equilibrados, inseridos na matriz fundamentalmente recristalizada. O fragmento de 38,2 kg atualmente faz parte da coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro, assim como outros fragmentos de menores dimensões.

5.2 MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória com uma abordagem qualitativa, descritiva e teórica, a partir de um levantamento de informações referentes ao meteorito de Santa Filomena como patrimônio geológico e para o astrogeoturismo. No procedimento para a coleta de dados, foram utilizadas fontes secundárias, ou seja, trabalhos de outros autores. O motivo da escolha desta metodologia deve-se à possibilidade de identificar os componentes e diretrizes que constituem os valores (educativo, cultural, intrínseco, científico, estético, econômico e funcional) propostos por Gray (2004) e acrescentados por Brilha (2005), e ser associados ao meteorito, assim como os recursos e estratégias do geoturismo que possam ser aproveitados, a partir das perspectivas que existem na literatura em diferentes referências. Para o desenvolvimento da atividade metodológica foram realizadas em quatro etapas.

- Levantamento de documentos como livros e artigos científicos
- Seleção e fichamento dos materiais
- Agrupamentos e classificações dos elementos de investigação
- Interpretação e análise da informação compilada por temas

A investigação foi realizada a partir de um levantamento bibliográfico de trabalhos científicos - livros e artigos, relacionados às áreas de geologia, patrimônio geológico (Inventariação, conservação e preservação), Turismo (geoturismo) e astronomia (queda de meteoritos). Todo o levantamento documental foi realizado por meio dos principais bancos de dados científicos como “Periódicos CAPES”, “Google Acadêmico”, “ResearchGate”, “Science.gov”, “Scientific Eletronic Library Online (SciELO)” e os dados do boletim 109 da “The Meteoritical Society”. Adicionalmente, alguns materiais de investigação avaliados foram obtidos a partir da referência no final de artigos ou livros, banco de dados de instituições públicas, sites ou blogs, e outros por meio da busca direta com os autores.

Na segunda etapa desenvolveu-se a seleção dos materiais coletados, a partir dos documentos científicos levantados. A seleção e posterior triagem foi desenvolvida por critérios de inclusão e exclusão. Nos critérios de inclusão foram utilizadas as palavras-chaves como: “Patrimônio geológico”, “geoconservação”, “meteorito de Santa Filomena”, “astroturismo”, “geodiversidade”, “geoturismo”, “astrogeologia”, “queda de meteoritos no Brasil”, “astronomia”, “geoturismo espacial” e “geoturismo celestial”, nos idiomas inglês, espanhol e português. Foi dada preferência de inclusão a trabalhos com ênfase no território brasileiro. O processo baseado na exclusão foi realizado com o intuito de identificar obras ou artigos repetidos, bem como conteúdos fora do escopo da pesquisa desenvolvida, realizando nesta última análise a elegibilidade a partir da leitura do resumo e sua relação funcional com o tema, descartando do resultado final, a seleção de livros e artigos que não fossem condizentes com os interesses da pesquisa.

Na terceira parte metodológica os trabalhos foram agrupados em 4 áreas temáticas de abordagem: (1) Geopatrimônio, incluindo as expressões Patrimônio Geológico e geodiversidade; (2) Geoturismo incluindo, as expressões geoturismo, astroturismo, geoturismo espacial e geoturismo celestial; (3) Astronomia com as expressões astronomia, astrogeologia, queda de meteoritos no Brasil e meteorito de Santa Filomena; e por último (4) Geoconservação. Para a sistematização de cada área temática foi feita uma tabela de excel em anexo ao trabalho com base nos critérios de inclusão. Este processo buscou simplificar por cada área de abordagem, a comparação entre as diferentes perspectivas dos autores correlacionadas com os termos e conceitos. Assim foi possível fazer uma construção de um conteúdo histórico, que permite fazer análises comparativas das referências secundárias. Os principais autores que contribuíram para o desenvolvimento do arcabouço teórico foram Murra Gay, José Brilha, Bahram Nekouie Sadry e Thomas Hose.

Na quarta e última fase da estrutura compilou-se a informação referente a cada uma das quatro áreas temáticas, na qual se reconheceram e foram recolhidos dados de diversos autores. Após essa compilação, foi feito um registro, sistematização e apreciação para cada eixo, para facilitar a interação entre os conteúdos e ainda contribuir para o desenvolvimento e discussão abrangente, evitando entrar em discussões e mal entendidos encontrados em alguns trabalhos.

A sistematização dos trabalhos foi definida para abordagens específicas de análise em três eixos de trabalhos, com o intuito de atingir o escopo e tendências do estado da arte da pesquisa, de maneira organizada e clara, pelo qual o primeiro arcabouço foi denominado como “os valores geocientíficos”; o segundo como o “astrogeoturismo”; e o terceiro como “um método de identificação e avaliação” para o meteorito de Santa Filomena (MSF). O uso do material científico-teórico compilado das áreas temáticas foi abordado da seguinte maneira, para “os valores geocientíficos do MSF” incluiu as áreas de geopatrimônio, geoconservação e astronomia; para o “astroturismo” o uso das áreas de geoturismo e geopatrimônio; por último para o “procedimento de identificação e avaliação para o MSF” foram utilizadas as áreas de Geoconservação e de geopatrimônio. Ao reconhecer os elementos do conteúdo empregado, e assim poder elaborar cada abordagem analítica, e em alguns casos podem ser utilizadas as mesmas temáticas para cada eixo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 RESULTADOS

6.1.1 Levantamento Bibliográfico

Foram identificadas 42 produções científicas nas quatro áreas temáticas, as quais só 37 resultaram funcionais para a análise dos valores geocientíficos (Anexo 1). Cinco produções científicas datam dos anos 2003 a 2013, e as outras vinte e cinco dos anos 2014 a 2023. O número de trabalhos acadêmicos encontrados por eixos foi: Geoconservação (10); Geoturismo (3); Astronomia (20); Geodiversidade (4). Além disso, foi utilizado um referencial terciário complementar de jornais, blogs e lives apresentado no Anexo 2. Para Silva *et al.* (2023), os estudos de geodiversidade e temáticas correlatas (geopatrimônio, patrimônio geológico, patrimônio geomorfológico, geoconservação, geoturismo e geoparques) no território Brasileiro e internacional, são temas que apesar de ser recentes na literatura, tem alcançado relevância e popularização nas duas últimas décadas.

Os resultados que serão apresentados a seguir possuem o intuito de contribuir com a captação de elementos que podem ser associados ao desenvolvimento socioeconômico (turismo) e fomentar atividades baseadas no geoturismo que permitam aplicar ações voltadas ao Astroturismo. É importante lembrar que todo o processo foi realizado a partir da metodologia aplicada por Brilha (2016) e com base nos critérios que definem os valores aplicados por Gray (2004), expostos ao longo do marco teórico - valores intrínseco, econômico, cultural, estético, funcional, científico e educativo da geodiversidade. Para ilustrar as considerações feitas anteriormente a todos os conceitos de valores distintos mencionados, tomar-se-ão aqui as principais características relevantes associadas aos fragmentos na queda do meteorito de Santa Filomena em Pernambuco.

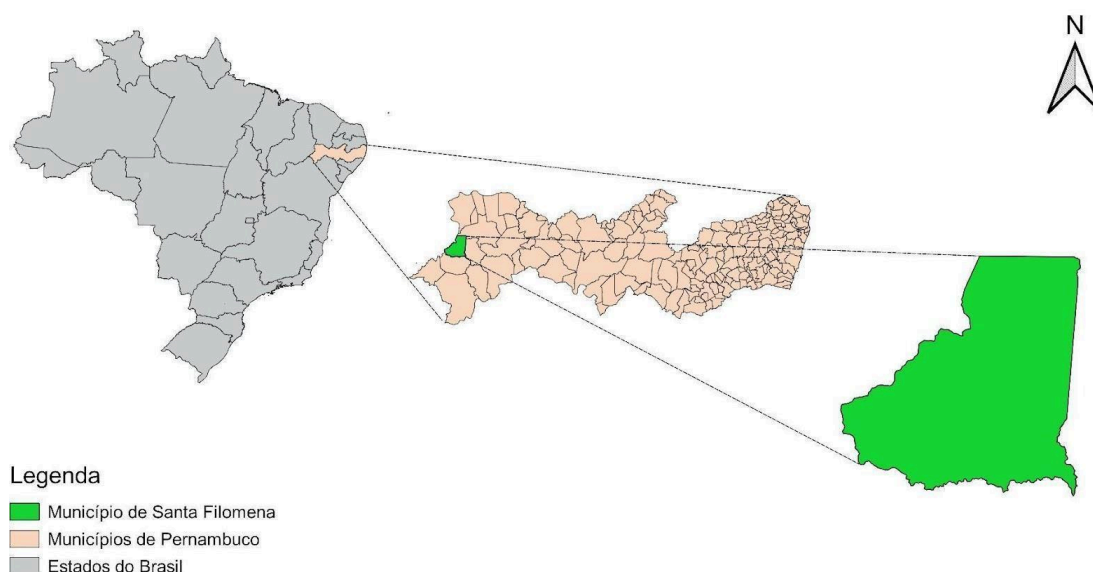
6.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

6.2.1 Localização e acesso ao município de Santa Filomena

Localizada no nordeste do Brasil na mesorregião do sertão e microrregião araripina no estado de Pernambuco (Figura, 6), a 625 metros de altitude, com latitude de 8°, 9', 48" sul e uma longitude de 40°, 36', 59" oeste. A área municipal compreende 1.005 km², com uma população estimada em 14.644 pessoas (IBGE, 2021). O município conta com 4 distritos, sendo o de Socorro, de Campo Santo, de Poço Comprido e de Livramento. O gentílico dos habitantes do município são filomenenses. Conta com uma densidade demográfica de 13,30 habitantes por km² (IBGE, 2010).

Figura 6. Mapa de Localização do Município de Santa Filomena, PE, BR.

LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA FILOMENA, PERNAMBUCO, BRASIL



Elaboração cartográfica: Jesus Eduardo Guerra Sarmiento (2023).
 Fontes: Unidades Federativas e Limites municipais (IBGE, 2022). Sistemas de Coordenadas Geográficas, datum SIRGAS 2000.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

O Município limita-se com Betânia do Piauí, Santa Cruz e Diomedes, distando 717,5 km da capital do estado, Recife, cujo acesso terrestre é feito pela BR-232; PE-007 (PMSF, 2023). Entre outras capitais de estado, Santa Filomena está mais próxima de Fortaleza (Ceará), a 545 km, e Salvador (Bahia), a 583 km. O município vizinho mais próximo é Betânia do Piauí a 19,7 km. Os aeroportos regionais mais próximos são o Aeroporto de Petrolina (Pernambuco) a 133,8 km e o Aeroporto de Picos (Piauí), a 158,4

6.2.2 Aspectos Socioeconômicos

O Município foi criado em 29 de setembro de 1995, pela lei estadual número 11.263, desmembrado do município de Ouricuri PERNAMBUCO (Estado). O Índice de Desenvolvimento Humano - (IDH 0,500 a 0,599) (IBGE, 2010). De acordo com o censo de 2021 a população residente é de 14,644. Com uma densidade de 13,30 habitantes por km², conta com 1,2 km² de área urbanizada (IBGE, 2019) e o restante é rural. O município conta com um PIB *per capita* de R\$ 7.514,70 (IBGE, 2020). Para 2020, de acordo com (IBGE) a taxa de pessoas ocupadas era 5,9% da população total, com salário médio mensal de 1,7 salários mínimos.

O município conta com um total de 15 escolas de ensino fundamental e 2 de ensino médio (IBGE, 2020), com uma taxa de escolaridade de 97 % na população de 6 a 14 anos (IBGE, 2010). O Município está inserido no bioma da Caatinga e conta com esgotamento sanitário adequado de 8,6%, arborização das vias públicas de 73,6% e urbanização de vias públicas de 26,4% (IBGE, 2010).

6.3 VALORES GEOCIÊNCIAS DO METEORITO DE SANTA FILOMENA

O meteorito de Santa Filomena faz parte de uma das cinco quedas confirmadas no Brasil entre 1869 até 2022, de acordo com a Sociedade Meteorítica Internacional. Vale destacar que este exemplar é um dos que possui maior peso e foi classificado como Condrito Ordinário H5-6 (Quadro 1) (TOSI, *et al.*, 2023). De acordo com Tosi *et al.* (2023) a queda permitiu determinar atributos de relevância científica, como sua queda, trajetória, idade, procedência, massa e composição. O MSF tornou-se uma marca “identificação” para os moradores, devido a que aparecimento foi o fator que permitiu que tenha se espalhado o nome dessa pequena cidade Pernambucana pelo mundo. Esses fatos serão abordados a partir dos procedimentos que fazem parte das estratégias da geodiversidade (BRILHA, 2005), como são seus valores associados (GRAY, 2004; BRILHA, 2005).

QUADRO 1. Meteoritos com queda e achados no Brasil de 1869 a 2022.

Nome	Ano	Massa (Kg)	Estado	Classificação
Buritizal	1967	0,21	São Paulo	Condrito Ordinário (LL3.2)
Porangaba	2015	0,97	São Paulo	Condrito Ordinário (L4)
Serra Pelada	2017	12	Pará	Acondrita HED (Eucrita)
Três Irmãos	2017	0,89	Bahia	Condrito Ordinário (L6)
Santa Filomena	2020	80	Pernambuco	Condrito Ordinário (H5-6)

Fonte: Adaptado de “*The Meteoritical Society*” (<https://meteoritical.org/>), 2021.

6.3.1 Valor Intrínseco

O primeiro componente avaliado apresenta uma subjetividade de acordo com diversos autores em termos qualitativos ou quantitativos, para estabelecer sua magnitude e importância, devido ao fato divergente que pode ser atribuído ou empregado de uma sociedade para outra. Esta subjetividade está longe de ser adequada, ao rigor da interpretação como exemplar/geopatrimônio, ou seja com características próprias e pelo tanto não há nenhuma subjetividade no “ser”. Assim com a interpretação do valor intrínseco, os outros valores procedem a ser interpretados, sendo portanto suas características constitutivas (químicas/físicas e históricas) de um exemplar o que possibilita atribuições para a valorização subsequente.

A partir do evento da queda do meteorito na cidade de Santa Filomena - PE, e das amostras coletadas realizou-se a valorização. De acordo com Tosi *et al.* (2023) se estima que a queda produz cerca de 300 fragmentos, das quais uma rocha de 38,2 kg foi resgatada, e um fragmento de 2,81 kg (Figura 7) é parte do acervo da coleção de meteoritos brasileiros do Museu Nacional na Cidade do Rio de Janeiro - RJ. A amostra do acervo possui um valor intrínseco, ao se tratar de uma rocha extraterrestre que caiu na Terra e - ainda mais especificamente, no Brasil. Por consequência, tem características intrínsecas do ponto de vista cronológico/histórico, considerando que sua composição é forjada por constituintes datados da época da formação do sistema solar e que é próprio desse exemplar.

Figura 7. Fragmento do meteorito de Santa Filomena de 2,821 kg resgatado.



Fonte: Tosi *et al.* (2023).

6.3.2 Valor Cultural

No aspecto sociocultural local, de acordo com o Jornal G1 (2021): “a Câmara de Vereadores de Santa Filomena instituiu o 19 de agosto como o Dia do Meteorito”. Além disso, no dia 10 de dezembro de 2020 uma resolução no âmbito local foi aprovada na Assembleia Legislativa de Pernambuco, em que foi deferida ao Município de Santa Filomena o Título de “Capital dos Meteoritos”. Deve-se salientar que dado o reconhecimento particular deste evento, a prefeitura da cidade decidiu organizar com outras entidades o “ENCONTRO FILOASTRONOMIA, 1 ano da queda do meteorito em Santa Filomena - PE” (Figura 8). A ocorrência tem o intuito de dar um valor histórico e científico e viabilizar uma correlação no âmbito econômico, com o fomento do turismo.

Figura 8. Promoção do “ENCONTRO DE FILOASTRONOMIA” pela prefeitura de Santa Filomena.

MUSEU DE CIÊNCIA RICARDO FERREIRA

ENCONTRO FILOASTRONOMIA

1 ano da queda do meteorito em Santa Filomena - PE

Dia: 19.08 (Quinta-feira) Das 9 às 18h

Museu Ricardo Ferreira

Promoção:

Apoio:

MUSEU DE CIÊNCIA RICARDO FERREIRA

PREFEITURA DE SANTA FILOMENA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO

ESPAÇO CIÊNCIA

FACEPE

OBK

CNPq

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

PÁTRIA AMADA BRASIL

Fonte: @prefeituradesantafilomenape. Prefeitura de Santa Filomena, 2021. Disponível em: <<https://www.instagram.com/prefeituradesantafilomenape/>> . Acesso em: 13 mar. 2023

6.3.3 Valor Estético

O meteorito de Santa Filomena, por ser uma rocha extraterrestre, gera um enaltecimento, exaltação e admiração que aqui já foram justificados os motivos de todas essas expressões e reconhecimentos. Mas, como exprimir essas sensações? A arte é uma maneira que os seres humanos desenvolvem para explicar a realidade e também aspectos meramente imaginários no individual e coletivo. As expressões artísticas são vistas através de teatro, cinema, quadros, estátuas e tantas obras que impõem uma essência cultural, mas também estética.

Nesse sentido, de acordo com o jornal G1 (2021), um dos moradores do município de Santa Filomena buscou representar e exprimir toda sua admiração enaltecendo - como uma lembrança especial - sua valoração sobre o meteorito, tatuando-se no braço uma representação artística da queda do meteorito Santa Filomena (Figura 9). Esta grandiosidade dada ao material rochoso radica na interpretação prévia

da arte, como o cinema e pintura que predetermina a análise do indivíduo (CASTRO *et al.*, 2012), principalmente ao tratar de algo que vem do espaço.

FIGURA 9 - Tatuagem no braço de um morador de Santa Filomena



Fonte: G1 Petrolina. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2021/08/19/ate-agora-nao-saiu-do-papel-diz-morador-de-santa-filomena-sobre-implantacao-de-projetos-apos-um-ano-da-chuva-de-meteoritos.ghm>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

A interpretação artística é um eixo de expressão do ser humano e parte do legado histórico de sua visão dos acontecimentos que ocorrem na Terra e com os seus organismos (MEDEIROS, 2003). As tatuagens são meios de representações estéticas-artísticas, tal como pinturas (Figura 10), apresentada no Jornal da Folha de São Paulo, por uma das cientistas que foi na procura dos fragmentos (ANDRADE, 2021), vídeos como do Meteoritos Brasil “Meteoritos brasileiros: Santa Filomena” (link:<https://www.youtube.com/watch?v=cRHeRKSuxW4>), as fotografias dos moradores e caçadores de meteoros na mídia e redes sociais, entre outras expressões são manifestações e representações do suscitado evento, e podem ser consideradas reconhecimento estético ou valores estéticos associados ao meteorito Santa Filomena. Ao se tratar de algo que vem do espaço se gera um sem fim de emoções e outra expressão gerada foi um forró intitulado “*Vou pra Santa Filomena*”, com uma letra que relata o evento da queda e um amor prometido no sertão, pelo artista Nicolau Araújo: <https://www.youtube.com/watch?v=-GR8ykWvltc>.

FIGURA 10 - Representação estética e artística pela Pintura, da chuva de meteoritos de Santa Filomena



Fonte: Andrade, D. Folha de São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/blogs/ciencia-fundamental/2021/12/a-fantastica-chuva-de-meteoritos-em-santa-filomena.shtml>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

A relevância de coletar um fragmento de uma amostra de meteorito tem um significado quase único para qualquer pessoa, ao ser um evento inusual. A representação dos meios de comunicação e a relevância científica tem implicações na magnificência e interpretação dos moradores de Santa Filomena, como dos curiosos do fenômeno e os temas associados à astronomia.

Os exemplares do Museu Nacional têm implicações para o geopatrimônio e na abordagem futura dada ao local *in situ*, em seu reconhecimento e valor estético. Por consequência, além de atividades científicas e artísticas, pode ser aproveitado o cenário local nordestino intrínseco, por moradores e visitantes como cenário natural, procurando integrar os principais aspectos da biodiversidade-geodiversidade, que podem complementar e/ou reforçar o horizonte estético/criativo do local para a implementação do geoturismo, com atividades correlatas, como por exemplo observação do céu, de elementos da paisagem, ou realização de trilhas para identificação de flora e fauna do local.

6.3.4 Valor Econômico

A possibilidade de coletar um fragmento de uma rocha proveniente de fora da Terra é um evento único para a maioria das pessoas - se não para qualquer pessoa, pois é um acontecimento extremamente casual. Ora, isso se deve ao fato de que

os meteoritos possuem sua gênese a partir de um processo bastante incomum, e a “captura” de um corpo celeste rochoso, metálico ou misto a partir da ação do campo gravitacional terrestre, sucede quando estes passam muito próximo da órbita da Terra. Além disso, esses corpos precisam sobreviver à passagem pela atmosfera e ao impacto gerado pela colisão com a superfície do planeta. Por fim, esses materiais precisam ser “resgatados” e identificados, ao possuir evidências de eventos relevantes para a história geológica do universo (CARVALHO, RIOS e SANTOS, 2010). Todo esse processo não é fácil de ocorrer e, por isso, quando acontece e fragmentos são coletados, dependendo de sua raridade e composição, apresentam uma relevância econômica (BRILHA, 2005) e podem valer mais que “seu peso em ouro”.

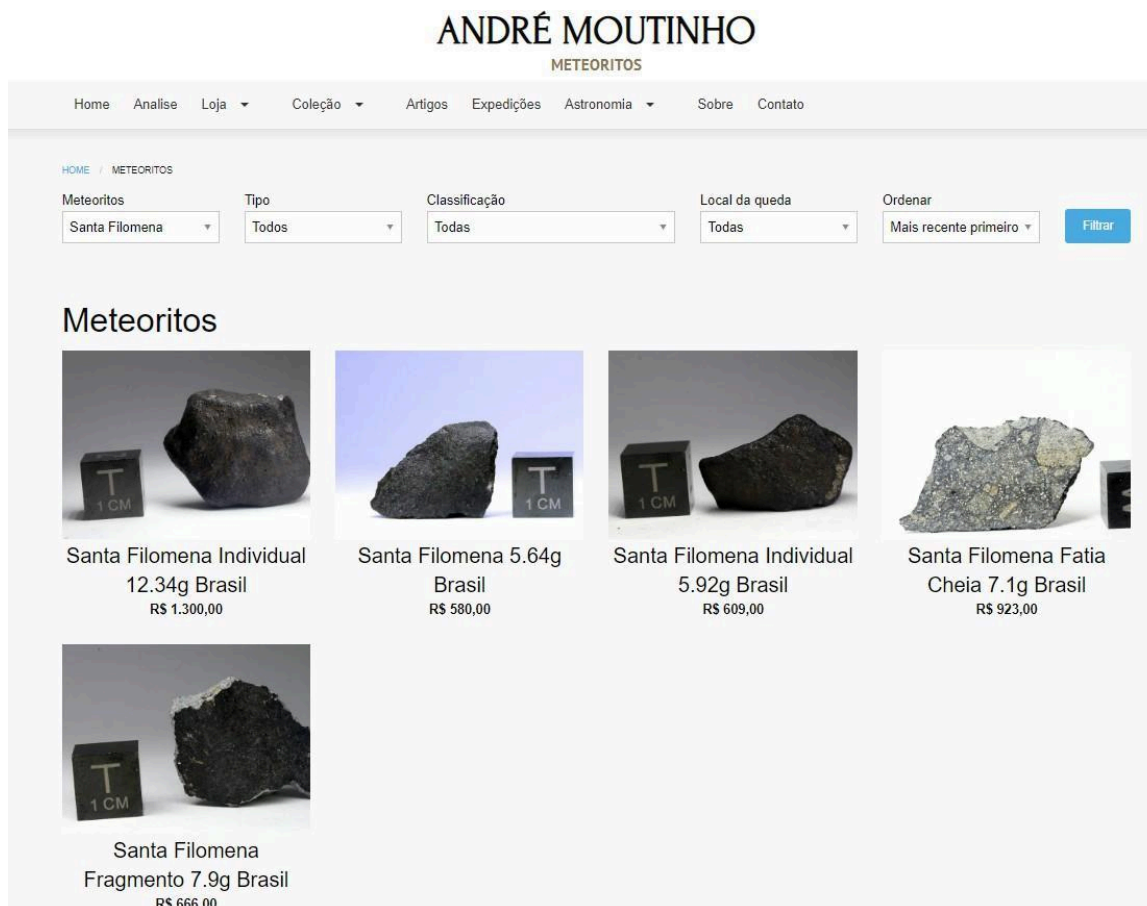
Como relatado por um professor da UFPE, ao jornal G1 (MODELI e ORTEGA, 2020) “Meteorito é uma coisa rara, é uma jóia, um diamante da ciência. Vale dinheiro”, comparando-o com uma jóia, que teria o interesse para cientistas e público em geral. Tudo exposto sendo considerado, não é incomum pensar nas possíveis implicações e interpretações que as pessoas podem fazer desses eventos. Hoje em dia, inclusive, devido à divulgação desses eventos naturais por meios de comunicação como televisão e redes sociais, a interpretação desse evento - em especial - por moradores de Santa Filomena, foi ainda mais amplificada. Toda a disseminação de informação propagada quase que de modo instantânea pelas mídias e redes sociais sobre o acontecimento, gerou uma grande repercussão tanto nacional quanto internacional. Esse processo fez com que muitas pessoas fossem até ao município de Santa Filomena para procurar e comprar fragmentos do meteorito.

Cabe aqui dizer que a propagação em diversos meios de comunicação fez com que a pequena cidade de Santa Filomena em Pernambuco, passasse de um local desconhecido no cenário nacional para uma região de grande interesse “da noite para o dia”. Como relatado por um morador: “Foi uma loucura. A notícia se espalhou e começou a vir gente dos Estados Unidos, do Uruguai, da Colômbia” (CAVALCANTE, 2020). Entre os visitantes havia caçadores de meteoritos, especialistas em astronomia e cientistas internacionais, mas também grupos de pesquisadores brasileiros, como o grupo das “Meteoríticas”. Este último, inclusive, foi responsável por explicar às pessoas da pequena cidade de Santa Filomena as causas e importância científica do fenômeno.

Na nota do jornal G1, dias depois do evento, moradores relataram que isso possibilitou um ingresso econômico importante, a partir da venda de gramas do material aos visitantes, e uma das cientistas que estava na caça dos meteoritos manifestou-se dizendo que: “...estamos trabalhando em cooperação. Tem o interesse econômico, mas se não estivéssemos aqui e se a população não estivesse buscando os

meteoritos para vender, eles ficariam perdidos no mato” (MODELLI e ORTEGA 2020). Além disso, é possível encontrar fragmentos à venda disponíveis do meteorito de Santa Filomena na internet (Figura 11), como uma das formas de atribuição e valorização da geodiversidade.

FIGURA 11 - Formas de valorização da geodiversidade: Venda de fragmentos do MSF.



Fonte: ANDRÉ MOUTINHO, 2023. Disponível em:

<http://www.meteorito.com.br/loja/meteoritos/venda?meteorite_slug=santa-filomena&meteorite_type_slug=&meteorite_classification_slug=&meteorite_localization_slug=&ordenation=id-DESC&filter=>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

6.3.5 Valor Funcional

O valor funcional pode ser relacionado tanto *in situ* quanto *ex situ*. Em relação ao aporte *in situ* o meteorito Santa Filomena, como já mencionado, pode ter grande impacto para a sociedade local ao ser o local de aprovação e divulgação da queda (GATTACCECA *et al.*, 2021; TOSI *et al.*, 2023), o que pode contribuir para a geração de um turismo sustentável. Vale destacar, que ainda que os fragmentos do meteorito Santa Filomena tenham sido comercializados por moradores à caçadores e cientistas de meteoritos, o aspecto local ao se popularizar não deixará de ser o foco presente na história deste município pernambucano.

Por outro lado, no que concerne os aspectos *ex situ* este exemplar pode ser “explorado” cientificamente, por meio de técnicas instrumentais tradicionais, que

forneceram informações sobre a composição química e mineralógica desta rocha extraterrestre (LESQUEVES *et al.*, 2021; TOSI *et al.*, 2023). Desse modo, o valor funcional *ex situ*, pode ser visto por intermédio de evidências de eventos relevantes para a história geológica do universo que são obtidos cientificamente e que, posteriormente, podem ser direcionados para construção educacional, logo uma agregação funcional de dados para o valor educacional (CARVALHO, RIOS & SANTOS, 2010; CRISÓSTOMO *et al.*, 2020).

Por fim, para a condição *ex situ*, é necessário pensar em desenvolver meios de proteção e conservação desses materiais extraterrestres que caem em território nacional, pois eles podem promover atividades de pesquisas científicas e educacionais. Acompanhada à popularização da ciência e conservação, é possível exibir amostras/elementos relacionados ao estudo do material, ao ter uma relevância como processo natural atual e fenômeno sociocultural para ações de lazer, motivo de viagem para o geoturista (NASCIMENTO *et al.*, 2015; CRISÓSTOMO *et al.*, 2020).

6.3.6 Valor Científico

A partir dos fragmentos encontrados da queda do meteorito por parte dos cidadãos do município pernambucano, caçadores e pesquisadores, foi possível ter acesso a amostras para serem desenvolvidas atividades científicas. Dito de outra maneira, os exemplares recolhidos em Santa Filomena após serem direcionados a instituições de pesquisas e universidades, como fins, para sua identificação e/ou desenvolvimento de pesquisas científicas (GATTACCECA *et al.*, 2021). A classificação a partir das técnicas de microscópio óptico, microsonda eletrônica, fluorescência de raios X, entre outras como Condrito Ordinário (LESQUEVES *et al.*, 2021). Pertencente ao grupo químico H, pelas quantidades de Co em kamacita e falalita nas olivinas (RUBIN, 1990 *apud* LESQUEVES *et al.*, 2021; TOSI *et al.*, 2023), de minerais extraterrestres com textura e química de tipos petrográficos 5 e 6 de Van Schmus & Wood (1967 *apud* LESQUEVES *et al.*, 2021). De acordo com Bischoff *et al.* (2006 *apud* LESQUEVES, *et al.*, 2021) classificado como uma brecha genômica, com seu estágio de choque S4, resultante de colisões no seu corpo parental e com intemperismo terrestre W0, pela recuperação dos fragmentos após a queda e sem signos de meteorização terrestre, según Wlotzka (1993 *apud* TOSI *et al.*, 2023).

A classificação do MSF como Condrito Ordinário H5-6 S4 W0 configura de fato seu valor científico, a partir da sua composição química e mineralógica desta rocha extraterrestre. Esses aspectos da gênese, físico-químicos e geomorfológicos conforme Brilha (2005) possuem efeitos aplicados nos componentes da geodiversidade e para alguns autores podem ser vinculados ao campo da meteorítica (Brilha, 2005).

Conhecer a composição física e química, a trajetória, a dinâmica de queda, área de dispersão e a possibilidade de novos impactos, são todos aspectos importantes para atividades de pesquisas científicas na Astronomia, Geologia, Química, Física entre diversas outras áreas da ciência (GATTACCECA *et al.*, 2021; TOSI *et al.*, 2023). Afinal, o evento da queda de um meteorito projeta a possibilidade de se obter dados que permitam investigar e buscar ter uma maior compreensão da origem e evolução da matéria do Sistema Solar e até do próprio Universo (COSTA, 2020).

É importante realçar que a Terra é bombardeada diariamente por toneladas de materiais cósmicos proveniente de detritos de asteroides, cometas, meteoros e poeira espacial. Porém, a maioria chega à superfície em dimensões por volta de micrômetros, ou seja, são particulados ou também chamados de micrometeoritos (HUNDSDORFER, 2017). A queda de meteoritos tem sua probabilidade voltada a um aspectos que é inversamente proporcional às suas dimensões, tomadas por tamanho, densidade e volume. Dito de outra maneira, quanto maior e mais destrutivo, mais raro é o evento. Assim, como também são raros os meteoritos planetários, ou seja, oriundos da Lua e de Marte - os únicos reconhecidos atualmente como parte que foi arrancada ou de uma lua ou de um planeta do Sistema Solar.

Desse modo, ter amostras que possam contribuir com o estudo, permitir conhecer e estimar informações sobre a formação e evolução dos corpos celestes presentes no Sistema Solar, é inestimável para a ciência. Afinal, são *“objetos que estão repletos de informações sobre o núcleo e manto dos corpos celestes de nosso Sistema Solar, sendo esta a importância de seu estudo analítico”* (COSTA, 2020). A investigação e posterior explicação dessa chuva de meteoritos permite elucidar suas implicações tanto astronômicas quanto para a geologia.

A importância dos fragmentos recolhidos é destacada na nota do jornal G1 pelo pesquisador Gabriel Gonzales Silva "Este meteorito é do tipo condrito. É um dos primeiros minerais que se formou no Sistema Solar, antes da Terra. É como se fosse um 'resto de construção' do sistema. Ele pode contar para a gente um pouco da pré-história desta formação do nosso Sistema Solar" (MODELLI e ORTEGA, 2020). Por fim, tal como na notícia (MODELLI e ORTEGA, 2020), a queda de meteoritos, o resgate e o recolhimento dessas amostras tem consequências científicas importantes, pois são os melhores marcadores cronológicos do universo ao ser possível seu estudo.

Outro aspecto a se ressaltar na investigação e posterior estudo da chuva de meteoritos de Santa Filomena são suas implicações na atmosfera terrestres, e na geologia da superfície. Muitos impactos de bólidos que atingem a Terra geram uma transferência de energia cinética (velocidade) suficiente para produzir uma explosão e formar uma cratera ou cratera de impacto, modificando a geomorfologia, pela

transferência (produto da energia e da massa), do bólido ou meteorito (quando o corpo atinge a atmosfera) (HUNSDORFER 2017). Estes impactos têm ocasionado mudanças climáticas e eventos catastróficos de extinção na vida terrestre e hoje são evidências das transformações geológicas ocorridas e compõem a geodiversidade (CARVALHO, RIOS e SANTOS, 2010). A queda e achado de meteoritos, e suas consequências, além de serem marcadores cronológicos do universo, tem influência nos eventos evolutivos do patrimônio natural terrestre, além de avaliar seus riscos e potencialidades para a espécie humana.

6.3.7 Valor Educativo

O reconhecimento, interpretação e estudo do sucedido no dia 19 de agosto de 2020 em Santa Filomena, é um testemunho exógeno das características astronômicas e astrológicas do universo (COSTA, 2020), e são evidências que permitem explicar a formação e evolução endógena da geomorfologia terrestre (MEDEIROS, 2003). Estes fragmentos, resgatados após a queda do meteorito de Santa Filomena, deveriam passar a compor e fazer parte do patrimônio geológico nacional, mas esse ainda é um aspecto em desenvolvimento e progresso lento no cenário Braileiro. As informações provenientes desse material podem auxiliar para o desenvolvimento estudantil local, ou seja, tem valor educativo ou educacional relevante. Dito de outro modo, os conteúdos do evento local, provenientes da queda do meteorito, podem ser utilizados tanto pela educação formal em Ciências da Terra de maneira contextualizada e interdisciplinar, quanto através da educação informal ao público em geral, visando as qualidades e potencialidades deste material (BRILHA, 2005; CRISÓSTOMO *et al.*, 2020). Este é um meio para inserir, por exemplo, a prática de educação patrimonial no programa de conteúdo curricular.

Na educação formal: “O patrimônio geológico com atributos exclusivos deve ser conservado como uma condição ética e moral do ser humano, para a investigação e divulgação da ciência, e pode ser aplicado na “preservação do meio ambiente e sua exploração de forma sustentável” (COSTA, 2020). A oportunidade de entender a importância das propriedades de um local ou amostra da geodiversidade, que outorgue informação acerca dos processos físicos e químicos de sua constituição, e a aplicabilidade para o desenvolvimento de tecnologia, deve ser aproveitada. Os meteoritos são vestígios extraterrestres que brindam dados e permitem compreender a evolução do sistema solar e da Terra, que podem ser aplicados no contexto de alfabetização científica no currículo escolar nas Ciências da Terra e na educação formal do ensino fundamental e médio em temas como, “*a formação da Terra, a formação do sistema Terra-Lua, os vestígios de queda de meteoritos em diversos locais do planeta, evidências físicas de*

impactos de meteoritos, eventos astronômicos, entre outros” (COSTA, 2020, p.12).

Para a educação informal, deve-se buscar democratizar o acesso e a disponibilidade da informação ao público geral, procurando explicar a importância da conservação da geodiversidade, por meio de uma natureza facilitada e com relevância social e precauções para que o conteúdo a ser divulgado obedeça aos mais rígidos critérios científicos, simplificando conceitos sem cair no “simplismo” (HUNSDORFER, 2017). Neste aspecto, vem a relevância do exemplo do geoturismo desenvolvido e aplicado no cerro do Jarau em Rio Grande do Sul, que procura oferecer conhecimentos geológicos para um público não especializado, permitindo uma interpretação coerente e apropriada (SÁNCHEZ e GARCIA, 2013). Para o município de Santa Filomena, há potencial para a abordagem de astrogeoturismo, para incentivar o conhecimento do patrimônio natural, astrogeologia e astronomia, por meio de conteúdos pertencentes tanto à geologia quanto à astronomia. Basicamente, essas iniciativas poderiam ser desenvolvidas a partir do uso de cartazes, excursões aos lugares onde quedas foram reportadas, um site informativo, um local com amostras e a elaboração de vídeos com relatos dos testemunhos da queda e achados.

A educação ao público em geral da relevância da conservação do patrimônio natural envolve um trabalho multidisciplinar de ciências, como geografia, geologia, astronomia, climatologia entre outras (MANSUR, 2010) e pode colaborar no desenvolvimento, através de programas de educação ambiental que visem à conservação desses recursos e geração de emprego (MEDEIROS, 2003). Assim a educação patrimonial voltada para os aspectos ambientais também pode ser favorável a ações atreladas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS, da Organização das Nações Unidas, como: Erradicação da pobreza; Educação de qualidade; Trabalho decente e crescimento econômico; Da vida terrestre (ONU, 2023).

6.4 DISCUSSÃO

A queda do MSF na cidade de Santa Filomena torna a região em um potencial “Geossítio” de interesse (BRILHA, 2016), e é relevante para as ciências astronômicas (SADRY, 2020). O MSF é parte do patrimônio geológico *in situ*, e seus fragmentos no Museu Nacional são elementos do geopatrimônio *ex situ*, com um valor científico relevante (BRILHA, 2016). O MSF possui valores associados além do científico, tais como valor cultural, valor intrínseco, valor econômico, valor educativo, valor funcional e valor estético (GRAY, 2004; BRILHA, 2005 e 2016). Além disso, é possível concatenar a importância da preservação do MSF, integrando a geodiversidade e astronomia, com seu potencial turístico.

O levantamento bibliográfico permitiu realizar um aprofundamento de maneira científica nos conceitos da geodiversidade, geoconservação, geoturismo e astronomia, possibilitando uma associação com o MSF. Foi evidenciado que o estudo de rochas extraterrestres no território Brasileiro é uma fonte para a identificação da geodiversidade, o geopatrimônio e sua geoconservação, neste caso, para orientar os fenômenos como o MSF a ser considerados e integrados nas análises futuras dentro das geociências no território nacional.

O referencial teórico para o MSF evidenciou que a literatura encontrada e correlatos das ciências da terra no território Brasileiro e Internacional, são temas recentes, que tem aumentado nas três últimas décadas de maneira exponencial, evidenciado em documentos e trabalhos acadêmicos (TCCs, teses e dissertações), assim como jornais, revistas científicas e documentos de instituições públicas. Essas publicações se devem em parte, pela realização de eventos como simpósios, colóquios, encontros, entre outros de carácter regionais, nacionais e internacionais, por parte de cientistas, representantes de entidades públicas e público em geral que investigam ou tem algum interesse (SILVA *et al*, 2011; MEIRA e MORAIS; JORGE e GUERRA, 2016; VIEIRA, 2018; HOSE, 2020).

Trabalhos da geodiversidade, incluindo a astronomia, a partir de um envolvimento holístico são pouco explorados. Em parte por uma compreensão limitada da geodiversidade em si, devido a que suas limitações e usos passam por uma avaliação e quantificação de sua complexidade, com o uso de metodologias e arcabouços mais relacionados com a geologia (BORDA, 2011 *apud* JORGE e GUERRA; SADRY, 2020). De fato, uma ausência na percepção dos elementos e recursos da *geoheritage*, leva a abordagens equivocadas. O MSF é uma aproximação na abordagem e interpretação de sua valorização geocientífica atrelado ao patrimônio geológico nas Ciências da Terra.

A relevância e popularização nos estudos da geodiversidade e afins passa por uma preocupação na conservação e preservação do patrimônio, associados a

sua perda e degradação acelerada, principalmente por ações antrópicas (GRAY, 2004; BRILHA, 2005; CRISÓSTOMO *et al.*, 2020; HOSE, 2020; SADRY, 2020). A relevância científica dos fragmentos do MSF é por sua conformação de materiais primitivos e características físico-químicas, revelam informações do local de formação, assim como da história do sistema solar (CRISÓSTOMO *et al.*, 2020; COSTA, 2020; TOSI *et al.*, 2023).

Como nosso Universo e seus constituintes são parte de nosso patrimônio, o MSF deve ser abordado a partir da geodiversidade, como parte do patrimônio geológico, e contar com uma estratégia de preservação, potenciando-las no contexto da geopromoção (VIEIRA, 2018; CRISÓSTOMO *et al.*, 2020). Fragmentos resgatados do MSF como um exemplar de 38,2 kg fará parte do acervo de meteoritos do Museu Nacional vinculado à Universidade do Rio de Janeiro, no Rio de Janeiro, tornando se parte dos planos de cuidado e preservação para divulgação e popularização da ciência no país, no âmbito das ciências da terra, astronomia, astrobiologia, entre outras abordagens relacionadas.

Todo patrimônio geológico faz parte da geodiversidade, mas nem toda geodiversidade é considerada um patrimônio geológico (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO-NETO, 2008). A inventariação, avaliação e quantificação para locais de queda e achado de meteoritos como possíveis “geossítios” deve ser considerada, assim como justificada pelos cientistas das Ciências da Terra. A categoria de Astroblema é utilizada para geossítios, de acordo com Sánchez e Brilha (2016) o MSF não ingressa nesta classe, ao não ter formado cratera maior a 1 km de diâmetro, ainda assim este tema não é o alvo central da presente investigação. Entretanto, no site do CPRM - Serviço Geológico Brasileiro, o local de achado do Bendegó atualmente está em avaliação como futuro geossítio. Ainda assim, para locais de queda e achado de meteoritos como áreas de interesse “geossítios” deve ser considerado a futuro, seu entorno rural ou urbano, área de “campos de dispersão” em km^2 (georreferenciados) e a quantidade de fragmentos, assim como sua massa total, sua classificação, condições metamórficas, entre outras.

Ainda que a cidade carece de um local adequado com fragmentos do MSF como um museu ou similar, não deixa de ser um atrativo para a cidade de Santa Filomena e o entorno do sertão tanto para o público amante da astronomia como para o público em geral. A localidade pode impulsionar o desenvolvimento de um turismo com bases sustentáveis, que favorece a preservação do patrimônio natural e fortalece a identidade local e regional. Assim, o sertão Pernambucano é cenário de um ambiente que pode ser potencialmente benéfico pelas condições climáticas favoráveis à observação

astronômica e do céu noturno, além de aproveitar o patrimônio cultural e a biodiversidade presente.

Além disso, o Município de Santa Filomena como local testemunha, viabiliza práticas geoeducativas ou de sensibilização ambiental e geoturísticas (direcionadas a uma rentabilização da economia local de maneira sustentável), a partir do geoturismo o que permite a promoção e divulgação do MSF assim como sua geodiversidade (BRILHA, 2005; NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO-NETO, 2008; VIEIRA, 2018; HOSE, 2002 *apud*, HOSE, 2020). Neste sentido as práticas do geoturismo associadas com a astronomia, como o geoturismo espacial, geoturismo celestial e Astroturismo (SADRY, 2020), podem ser aproveitadas.

Para o geoturismo celestial, o céu é um recurso para práticas de observação e contemplação de aspectos celestiais (SADRY, 2020). Seu desenvolvimento requer uma interpretação daquilo que estamos enxergando, tanto na terra ou aspectos físicos próximos, como aqueles do exterior e que requerem uma informação básica do fenômeno apreciado, para ver o céu suas condições devem permitir observar o firmamento, como as paisagens noturnas que permitem observar estrelas. A geodiversidade local e seus aspectos permitem enriquecer nossa experiência contemplativa, pelo qual o MSF é uma ferramenta que aprimora a interpretação daquilo que podemos olhar no firmamento, devido a que essas rochas vem do espaço e sua chegada na Terra gera um fenômeno celeste como a chuva de meteoros. Neste sentido, a cidade de Santa Filomena é privilegiada, por ter este episódio da chegada desses visitantes extraterrestres, e apresentar um “apego” com a comunidade local, gerando laços de relação cultural, que podem ser abordados sob práticas de turismo.

O geoturismo espacial está circunscrito a atividades de experimentar em geopaisagens ou locais com características similares a astros como marte ou satélites naturais como a lua, além de locais de desenvolvimento de investigação espacial, de lançamentos de foguetes, etc, assim como planetários e o aproveitamento de ferramentas digitais como jogos e filmes relacionados ao tema (SADRY, 2020), com eixo no estudo e compreensão da natureza, nos sistemas físicos e dinâmicos que a governam, associado à astronomia, no sentido de associar as paisagens que reconhecemos nas missões espaciais, para locais homólogos na terra. A queda do MSF cumpre no papel uma forma de aproveitar o espaço físico da Cidade de Santa Filomena e seus arredores para realizar expedições de busca de meteoritos nos locais que tenham pousado, e que além da forma da geodiversidade permita vislumbrar as condições climáticas do entorno, o qual é favorecido pelas características do sertão, acompanhado da interpretação do conhecimento astronômico e geológico que possa ser aproveitado.

serem desenvolvidas, se não se tiver o cuidado algumas podem que sejam as mesmas. Neste caso, o conceito de astrogeoturismo pode ser uma maneira de atribuir uma forma de englobar essas divergências e de maneira ampla abordar uma integridade ao aproveitamento de fenômenos astronômicos na geodiversidade ora como característica descritiva chave, o aproveitamento dos fenômenos e elementos do cosmo, tanto físicos como interpretativos. A possibilidade de relacionar o evento da queda do MSF com o local é fundamental por meio do conhecimento científico, que permita ao geoturista uma visão profunda ao poder contemplar e reconhecer esses materiais que até pouco tempo vagavam pelo espaço e os quais são testemunhas de processos da origem do sistema solar. Estas atividades podem ser aplicadas em áreas naturais como urbanas. Os fenômenos astronômicos são recursos do geoturismo (SADRY, 2020), que pode ser aproveitado para a relacioná-los com o entorno natural e sociocultural da região (GRAY, 2004; BRILHA, 2005; JORGE e GUERRA, 2016).

As práticas do Geoturismo, ora astrogeoturismo, podem abarcar o geopatrimônio *in situ* e *ex situ*, assim eventos e fenômenos do espaço, apoiando-se nos recursos investigativos, arqueológicos, tecnológicos e instrumentos para observação espacial, entre outros, que permitam apreciar a Terra e além dela, ou seja diretamente fazem uso dos recursos de natureza biótica, processos climatológicos e astronômicos, para interpretação de seus elementos e processos, e sua relação com a biodiversidade e o imaginário sociocultural (astroarqueologia, ufologia e temas correlatos), para a geração de renda econômica de comunidades locais de maneira sustentável, planejada e fazendo uso da educação ambiental. Quanto a viagens orbitais, se requer mais cautela, já que a atividade não é sustentável e, além disso, o astrogeoturismo deve procurar uma democratização e acessibilidade nas práticas do geoturismo.

Um fator a se levar em consideração é que as práticas do geoturismo devem trabalhar para mitigar as problemáticas ambientais, gerar emprego e reduzir a pobreza, assim como o uso eficiente dos recursos, entre outras iniciativas que são associadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estas podem contribuir, direta ou indiretamente nas metas dos objetivos 8 (Trabalho decente e crescimento econômico) a partir das atividades que possam ser promovidas na cidade de Santa Filomena; no objetivo 12 (de produção e consumo sustentável), as práticas relacionadas à contemplação e reconhecimento do entorno e o espaço não requerem o uso excessivo de recursos e sua dependência de produtos é baixa se aproveitados eficientemente. Os objetivos 14 (vida submarina) e 15 (vida de ecossistemas terrestres), são recursos no desenvolvimento do astroturismo que devem ser preservados, conservados e diminuir sua pressão sobre sua exploração, por serem importantes na manutenção de ciclagem ambiente (as florestas e oceanos), por exemplo são elementos

retroativos na liberação de oxigênio e auxiliam a diminuição da contaminação do ar, contribuindo a ter céus em boas condições para apreciar os fenômenos que nele podem ser observado, principalmente em países desenvolvidos.

O MSF pode servir para aplicar também uma educação formal e informal utilizando os recursos de natureza da Caatinga, da geodiversidade, do evento climáticos e astronômicos para a comunidade local e visitantes, com informações que fazem ao turista discernimento sobre o universo em si, as galáxias, estrelas e planetas, revelando sua origem e desenvolvimento, assim como sua reconfiguração, componentes, órbitas de planetas, cometas, etc, e sua influência na dinâmica anual de variabilidade no clima da Terra (sazonalidade), marés e fenômenos como aurora boreal e aurora austral entre outros, tanto para os estudantes de ensino locais e da região, como para os visitantes e turistas.

Por fim, ressalta-se a necessidade da geoconservação, e os benefícios futuros que ela pode trazer, para a comunidade científica como para a comunidade local. A queda do MSF foi reportada pela BRAMON à International Meteor Organization no dia 02 de novembro de 2020. No dia 3 de setembro a “Sociedade Brasileira de Geoquímica” - SGBq (2020) reconheceu a queda do meteorito de Santa Filomena como patrimônio histórico, cultural e científico. A SGBq alerta ao direito à preservação dos fragmentos do MSF para a população e realizando um chamado aos poderes legislativos públicos e científicos, municipais, estaduais e federais a estas rochas parte dos bens naturais e a necessidade de poder conservar em prol da nação. Naquela data, os meteoritos ainda apresentavam um vazio legal, o que permitiu que muitos fragmentos fossem levados sem um controle e registro adequado.

O MSF teve grande repercussão na sociedade e na mídia nacional, em relação à necessidade de proteção e tombamento de meteoritos no território Brasileiro, pois o evento atraiu pessoas do país e de outros países para aquela cidade à procura e compra de fragmentos com fins científicos e comerciais. No dia 3 de setembro o deputado federal ALEX SANTANA apresentou a PL/4471 na Câmara dos Deputados (2020), que “Dispõe sobre a propriedade de meteorito que atinge o solo brasileiro”. Este PL aprofundou o debate do tratamento dado aos fragmentos de rochas extraterrestres no Brasil, estabelecendo até então uma regulação futura para a propriedade e comércio para os meteoritos com queda e achados no território nacional.

7 CONCLUSÃO

Com a queda do MSF, a cidade de Santa Filomena é pode ser considerada um “potencial” geossítio de interesse para as Ciências da Terra e a Astronomia. Os fragmentos do MSF são elementos do patrimônio geológico que devem ser conservados, sob as ferramentas de valorização e estratégias de geoconservação, e deve ser explorado seu potencial educativo e turístico, aplicando práticas de sustentabilidade ambiental para o desenvolvimento da comunidade local. O MSF ao ser considerado parte do patrimônio geológico Brasileiro nos permite considerá-lo ou estabelecer-lo como um componente de procedência exógena na taxonomia dos elementos da geodiversidade e dentro dos elementos ex-situ que podemos conservar junto com os endógenos da formação terrestre e que possui potencial para a divulgação científica das ciências da terra e astronômicas.

Um fator positivo para a proteção do MSF é o nível relativamente desenvolvido de conscientização da comunidade local acerca da origem das rochas extraterrestres, bem como de sua importância científica e singularidade. A cidade de Santa Filomena foi nomeada pela Resolução da Alepe nº 1.717 “Capital dos Meteoritos”, em função da divulgação midiática da história da chuva de meteoritos e da origem dos fragmentos gerados.

Esta iniciativa também está relacionada com a identificação da comunidade local que experimentou aquele dia dito episódio, representado no imaginário coletivo e sua apropriação como observado em expressões artísticas como tatuagens, música, curtas-metragens, entre outros, além das histórias relatadas por pessoas dos locais atingidos pelos fragmentos e caçadores de meteoritos. Estas experiências e iniciativas são significativas e fonte de inspiração para a realização de estudos futuros em temáticas correlatas e outras que veem um potencial de análise para a academia, para entidades públicas e suas políticas e para a outras áreas da sociedade.

O MSF tem um potencial transformador para relacionar a sociedade e o patrimônio natural. É importante aproveitar a conscientização sobre a importância de conservar as rochas extraterrestres do MSF como Geopatrimônio, para a sociedade de maneira geral. Que o astrogeoturismo permita a implantação de medidas de visibilidade dos aspectos relevantes para a prática do turismo, podem passar a existir na região do município de Santa Filomena (PE). A contemplação e interpretação da geodiversidade local no MSF pode ser realizada, com atividades como artesanatos, uso de elementos digitais (jogos e relacionados com a inteligência artificial) e audiovisuais, tours ou trilhas

para a coleta de meteoritos, implantação de painéis interpretativos em locais com quedas evidenciadas, amostras de fragmentos (local) e similares, assim como a implementação de atividades a céu aberto na noite como no dia para observação de pôr do sol, amanhecer, halo solar, lunar, e elementos do firmamento.

Os projetos voltados para o astrogeoturismo no município de Santa Filomena devem envolver uma interpretação das características e fenômenos associados, com uma conscientização e sua proteção, a partir da história geológica do sertão e dos componentes da Caatinga, procurar que o turista possa contemplar a paisagem, elementos e processos físicos associados no planeta como fora dele, entrando em questionamentos da vida mesma e o tempo, para explicar a importância do patrimônio natural, assim como dos recursos de patrimônio cultural, natural e histórico, exemplificando a evolução dessas relações e a importância de ser preservada para as gerações futuras, são ações que podem ser desenvolvidas com o MSF. Assim, reforça-se a sustentabilidade, respeitando a autenticidade sociocultural, assegurando atividades econômicas a longo prazo e fazendo uso de maneira otimizada dos recursos naturais do entorno Pernambucano.

O MSF é uma das cinco quedas registradas no Brasil até 2023, notificada na Sociedade Meteorítica Internacional. De fato, os fragmentos do MSF representam um valor científico relevante, com 4,6 bilhões de anos, brindando informação da formação da gênese e evolução do universo, incluindo nosso planeta. Além disso, são exemplo das possíveis causas e consequência que os meteoritos podem ter em nosso planeta, na natureza e sua interpretação sociocultural na história da humanidade, e assim poder alavancar atividades que garantam sua preservação e seu uso por parte de estudantes, cientistas ou visitantes.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Por fim, como recomendações para ações e trabalhos futuros relacionados ao Meteorito de Santa Filomena, sugere-se:
- A realização de um trabalho de Campo envolvendo um mapeamento do maior número de fragmentos possíveis na área de queda, acompanhado de evidência comprovável.
- Análise da cratera gerada pelo maior fragmento de 38,2 kg do MSF que auxilie na determinação de pesquisa e a relevância como cicatriz do evento de queda.
- A construção de uma réplica do maior fragmento para exposição na Cidade de Santa Filomena como por exemplo os modelos da biblioteca virtual de astro materiais em 3D da NASA (ASTROMATERIALS 3D: <https://ares.jsc.nasa.gov/astromaterials3d/>), além de apresentar como evidência dos eventos acontecidos no dia 19 de agosto de 2020 e que permita ser um sítio referência para turistas, visitantes e interessados, contendo informações básicas do tipo de meteorito, idade, etc.
- Por fim, recomenda-se que as iniciativas voltadas para a astronomia sejam levadas em consideração para Geoparques Mundiais da UNESCO no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. A fantástica chuva de meteoritos em Santa Filomena. **FOLHA DE SÃO PAULO**, São Paulo, 29 dez. 2021. BLOG + CIÊNCIA FUNDAMENTAL. disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/blogs/ciencia-fundamental/2021/12/a-fantastica-chuva-de-meteoritos-em-santa-filomena.shtml>>. Acesso em: 12 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO GEOPARQUE AROUCA - AGA. **DECLARAÇÃO DE AROUCA**. Arouca (Arouca Geopark, Portugal), 12 de novembro de 2011. Disponível em: <<http://aroucageopark.pt/pt/documentacao/>>. Acesso em: 12 sep. 2023.

BRILHA, J. B. R. **Património Geológico e Geoconservação**: A Conservação da Natureza na sua vertente Geológica. *Palimage Editores*, Braga, 2005.

_____. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p.119-134, jun. 2016.

CANIATO, R. **(RE)DESCOBRINDO A ASTRONOMIA**. Campinas (SP): Editora Átomo, 2010.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J.J.; e LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**, n. 10, 2008. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria, p. 1299-1303, 2008. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8752716>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

CARCAVILLA, L. U.; RIBAS, Á. B.; VALSERO, J. J. D.; ORÚS, A. H. Geoturismo: concepto y perspectivas en España, Girona: **Enseñanza de las ciencias de la tierra**, v. 19 (1), p. 81-94, 2011. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4043019>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CARVALHO, W. P.; RIOS, D. C.; SANTOS, I. P. L. A história da meteorítica. In: CARVALHO, W. P. **O Meteorito Bendegó**: História, Mineralogia e Classificação Química. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Geologia, Área: Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral)-Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Anexo 3.4, p. 197-209, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/21488>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CASTRO, A. R. S. F.; GRECO, P. D.; MANSUR, K.; PEREIRA, E. M. R.; DIOGO, M. C.; CARVALHO, I. S. A MUSEOGRAFIA COMO FERRAMENTA PARA ADIVULGAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS: A EXPERIÊNCIA DO MUSEU DA GEODIVERSIDADE (MGEO IGEO/UFRJ). **Para aprender com a Terra: memórias e notícias de Geociências no espaço lusófono**, p. 185-193, 2012. Disponível em: <<https://www.museu.igeo.ufrj.br/publicacoes/>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CAVALCANTE, D. A caça aos meteoritos que revirou a vida em Santa Filomena, no Sertão de PE. **DIÁRIO DE PERNAMBUCO (PE)**, Pernambuco, 03 sep. 2020. INTERIOR. Disponível em: <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2020/09/a-caca-aos-meteoritos-que-revirou-a-vida-em-santa-filomena-no-sertao.html>>. Acesso em: 12 jan. 2022.

COSTA, K. C. P. **Astrogeologia**: planetologia comparada e meteorítica em práticas interdisciplinares para o ensino médio. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização

em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020. Disponível em: <<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25276>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CRISÓSTOMO, R. P. F.; MIDON, R. S.; LIMA, J. P. de.; MELO, É. G. S.; MIRANDA, A. C. S. **METEORITOS DE SANTA FILOMENA: INVESTIGAÇÃO E FOMENTO DA CULTURA CIENTÍFICA ATRAVÉS DE UMA ATIVIDADE DE POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA**. CONEDU - VII Congresso nacional de Educação, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/68863>> Acesso em: 11 mar. 2023.

DIAS, Bruno Leonardo do Nascimento. **Análise de meteoritos por técnicas não destrutivas com aplicações para astrobiologia**. 140 f, 2018. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.bdtd.uerj.br:8443/handle/1/12963>>. Acesso em: 10 mar. 2023

DOWLING, R. K., & NEWSOME, D. Geotourism's Issues and Challenges. In Ross K. Dowling & David Newsome (Eds.), **Geotourism**. Oxford; Burlington: Elsevier Butterworth-Heinemann, p. 242-254, 2006.

EMMANUEL, L.; RAFÉLIS, M.; PASCO, A. **82 resumos geológicos**, 1ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

FARSANI, N. T.; COELHO, C. O. A.; COSTA, C. M. M. Geotourism and Geoparks as Novel Strategies for Socio-economic Development in Rural Areas. **International Journal of Tourism Research**, v. 13, p. 68-81, 2011.

FERREIRA, F. E. Museu Nacional apresenta meteorito Santa Filomena. EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO: **AGÊNCIA BRASIL**, Rio de Janeiro, 14 de abril. 2023. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-04/museu-nacional-apresenta-meteorito-santa-filomena>>. Acesso em: 10 mai. 2023.

FREEMAN, S.; HERRON, J. C. **Análise Evolutiva**, 4ª edição. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

GORDON, J. E.; BARRON, H. F. The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland. Scottish: **Journal of Geology**, v. 49(1). p. 41-58, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/265736243_The_role_of_geodiversity_in_delivering_ecosystem_services_and_benefits_in_Scotland#:~:text=The%20contributions%20of%20geodiversity%20to,for%20tourism%2C%20recreation%20and%20inspiration.>. Acesso em: 26 jun. 2023.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester, England: John Wiley and Sons, p. 434, 2004.

GATTACCECA, J.; MCCUBIN, F. M.; GROSSMAN, J.; BOUVIER, A.; BULLOCK, H. C. A.; DEBAILLE, V.D'ORAZIO, M.; KOMATSU, M.; MIAO, B.; SCHRADER, D. L. The Meteoritical Bulletin, **Meteoritics & Planetary Science**, No. 109, v. 56 (8), p.1626-1630, 19 jul. 2021.

HOFMANN, B. A.; SCHREYER, S. B.; BISWAS, S.; GERCHOW, L.; WIEBE, D.; SCHUMANN, M.; LINDEMANN.; GARCÍA, D. G.; LANARI, P.; GFELLER, F.; VIGO, C.; DAS, D.; HOTZ, F.; SCHOELER, K. V.; NINOMIYA, K.; NIIKURA, M.; RITJOHO, N.; AMATO, A. An arrowhead made of meteoritic iron from the late Bronze Age settlement of

Mörigen, Switzerland and its possible source. **Journal of Archaeological Science**, vol. 157, p. 105827, sep. 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440323001073?via%3Dihub>>. Acesso em: 01 oct. 2023.

HOSE, T. A. Geotourism and Interpretation. In **Geotourism**; Dowling, R. K.; Newsome, D., Edt. Elsevier/Heinemann: Oxford, pp 221–241, 2006.

HOSE, T., A. Historical Viewpoints on the Geotourism Concept in the 21st Century. In: SADRY, B. N. **THE GEOTOURISM INDUSTRY IN THE 21ST CENTURY: The Origin, Principles, and Futuristic Approach**. Burlington: *Editora Apple Academic Press, Inc.*, 2020. p. 23-82.

HUNSDORFER, M. A. R. **Cratera de impacto de Vista Alegre (Coronel Vivida, PR) e seu conteúdo geocientífico como educação não formal**. f. 102. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: < <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2344>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. Rio de Janeiro: **Espaço Aberto**. v. 6, n. 1, p. 151-174, jun. 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5241>>. Acesso em: 15 Jun. 2023.

KLEIN, C.; DUTROW, B. INTRODUÇÃO; e PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MINERAIS In: KLEIN, C e DUTROW, B. **Manual de Ciências dos minerais**. 23. ed. - Porto Alegre: Bookman, p. 27-62, 2012.

KROT, A. N.; KEIL, K. GOODRICH, C. A.; SCOTT, R. D.; WEISSBERG, N. K. Classification of meteorites. In: DAVIS, A. M. (Ed.). **Meteorites, comets and planets: Treatise on geochemistry**. [S. l.]: Elsevier-Pergamon, p. 84-128, 2005.

LESQUEVES, L. N. C.; TOSI, A. A.; ANDRADE, D. P. P. ANÁLISE QUÍMICA, MINERALÓGICA E PETROGRÁFICA DO NOVO METEORITO BRASILEIRO SANTA FILOMENA. In: **Anais da XLII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural**. Rio de Janeiro(RJ), UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/jgmictac/316203-ANALISE-QUIMICA-MINERALOGICA-E-PETROGRAFICA-DO-NOVO-METEORITO-BRASILEIRO-SANTA-FILOMENA>. Acesso em: 28/03/2023

LICCARDO, A.; PIEKARZ, G. F.; SALAMUNI, E. **Geoturismo em Curitiba**. Curitiba: MINEROPAR, p. 122, 2008.

LIMA, F. F. **Proposta Metodológica para a Inventariação do Património Geológico Brasileiro**. **Dissertação** (Mestrado em Património Geológico e Geoconservação) - Universidade do Minho, Portugal, p. 34 - 51, 2008. Disponível em: <<http://www.dct.uminho.pt/index/index.html>> . Acesso em: 28 de Agosto, 2023.

LIMA, F. F.; BRILHA, J. B.; SALAMUNI, E. Inventorying Geological Heritage in Large Territories: A Methodological Proposal Applied to Brazil. **Geoheritage**, v. 2. p. 91-99, mar/jun. 2010. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/11740>>. Acesso em: 20 May. 2023.

MANSUR, K. L. ORDENAMENTO TERRITORIAL E GEOCONSERVAÇÃO: ANÁLISE DAS NORMAS LEGAIS APLICÁVEIS NO BRASIL E UM CASO DE ESTUDO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. São Paulo: **Geociências**, v. 29, n. 2, p. 237-249, mar/mai. 2010. Disponível em:

<<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/3995>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

MANSUR, K. L.; PONCIANO, L. C. M. O. P.; CASTRO, A. R. S. F.; CARVALHO, I. S. Conservação e Restauro do Patrimônio Geológico E Sua Relevância Para a Geoconservação. CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E SUA RELEVÂNCIA PARA A GEOCONSERVAÇÃO. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 137-155, 2013. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/31871>>. Acesso em: 10 oct. 2023.

MARVIN, U. B. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756–1827) and the origins of modern meteorite research. **Meteoritics & Planetary Science**, v. 31, p. 545 – 588, sep. 1996. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1945-5100.1996.tb02031.x>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MEDEIROS, W. D. A. **Sítios geológicos e geomorfológicos dos municípios de Acari, Carnaúba dos Dantas e Currais Novos, região seridó do Rio Grande do Norte** 2003. 154 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais; Recursos Hídricos; Meio Ambiente)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/16791>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

MEIRA, S. A.; DE MORAIS, J. O. OS CONCEITOS DE GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO: ABORDAGENS SOBRE O PAPEL DA GEOGRAFIA NO ESTUDO DA TEMÁTICA. **Boletim de Geografia**, v. 34, n. 3, p. 129-147, 02 maio. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/29481>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

METEORITOS BRASIL. **Meteoritos brasileiros: Santa Filomena. Meteoritos Brasil**, 2020. Youtube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cRHeRKSuxW4>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

MODELLI, L.; ORTEGA, R. Pesquisadores e caçadores internacionais disputam meteoritos após chuva de pedras no sertão pernambucano. **G1. Ciência e Saúde**, 30 ago. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia>. Acesso em: 28 set. 2020.

NASCIMENTO, M.A.L.; RUCHKYS, Ú.A.; MANTESSO NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 88, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328020273_Geodiversidade_Geoconservacao_e_Geoturismo_trinomio_importante_para_a_protecao_patrimonio_geologico>. Acesso em: 10 agosto 2022.

NASCIMENTO, M. A. L. do.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. BASES CONCEITUAIS PARA ENTENDER GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, GEOCONSERVAÇÃO E GEOTURISMO. Teresina: **Revista Equador**, v. 4, n. 3, p. 48-69, ago. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280925520_>. Acesso em: 18 ago. 2022.

OLIVEIRA, C. N.; IMBERNON, R. A. L.; GONÇALVES, P. W.; BRILHA, J. B. R. Geoparques: uma proposta de educação ambiental. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 9, Águas de Lindóia. p. 1-8, 2013.

Organização das Nações Unidas. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**

(ODS). 2015. Disponível em:

<<https://www.cepal.org/pt-br/topicos/agenda-2030-o-desenvolvimento-sustentavel/objetivo-s-desarrollo-sostenible-ods>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

PATTERSON, C. Age of meteorites and the earth. Stanford: **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 10 (4), p. 230-237, oct. 1956.

PEÑA-ASENCIO, E., TRIGO-RODRIGUEZ, J. M., RIMOLA, A., CORRETGÉ-GILART, M., e KOSCHNY, D. **Identifying meteorite droppers among the population of bright 'sporadic' bolides imaged by the Spanish Meteor Network during the spring of 2022**. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, v. 3, ed. 4, p.1-10, jan. 2023. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2301.03515> >. Acesso em: 14 jun. 2023.

PERNAMBUCO (Estado). A Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco.

Resolução da Alepe nº 1.717. Disponível em:

<<https://legis.alepe.pe.gov.br/pesquisaAvancada.aspx>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

PERNAMBUCO (Estado). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação de Pernambuco. **ESPAÇO CIÊNCIA e UFRPE querem transformar a cidade de Santa Filomena em um polo de popularização da Astronomia**. Espaço Ciência, 25 set. 2020. Disponível em:

<<http://www.espacociencia.pe.gov.br/>>. Acesso em: 29 set. 2020.

PRIETO, P. J. L.; CORTEZ, J. L. P.; SCHILLING, M. E. Presentación. In: PRIETO, P. J. L.; CORTEZ, J. L. P., & SCHILLING, M. E. **Patrimonio geológico y su conservación en América Latina: Situación y Perspectivas nacionales**. Ed. 1. Cidade do México: Instituto de Geografía, p. 9-14, 2016

SADRY, B. N. Space and Celestial Geotourism. In: SADRY, B. N (ed.). **THE GEOTOURISM INDUSTRY IN THE 21ST CENTURY: The Origin, Principles, and Futuristic Approach**. Burlington: *Editora Apple Academic Press, Inc.*, 2020. p. 481-506.

SÁNCHEZ, J. P.; GARCIA, M. G. M. A CRATERA DE IMPACTO DO CERRO DO JARAU-RS, BRASIL: UMA ABORDAGEM GEOTURÍSTICA. **Geonomos**, V. 21(2), 102-110 f, 2013. Disponível em:

<<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11745>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SÁNCHEZ, J. P.; BRILHA, J. B. Terrestrial impact structures as geoheritage: an assessment method of their scientific value and its application to Brazil. **Academia Brasileira de Ciências**, v. 89 (2), p. 825-834, Abr./Jun. 2017. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/45913?mode=full>>. Acesso em: 07 mar. 2023.

SARMIENTO, J. E. G.; SCHMITZ, H. J.; DIAS, B. L. N. INVESTIGAÇÃO EXPLORATÓRIA SOBRE OS VALORES DO METEORITO DE SANTA FILOMENA DE PERNAMBUCO - BRASIL, PARA O GEOTURISMO E COMO GEOPATRIMÔNIO. In: Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, n. 4, Santa Maria, RS, 2023. **Anais do IVº Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação** [livro eletrônico], Santa Maria: Arco Editores, p. 253-256, 2023.

SCHOBENHAUS, Carlos. **Projeto Geoparques: proposta**. Brasília: CPRM, 2006. 9 p., mapa, 2006.

SERRANO, E. C.; FLAÑO-RUIZ, P; **Geodiversidad: concepto, evaluación y**

aplicación territorial el caso de Tierras Caracena (Soria). Boletín de la A.G.E. N.º 45, p. 79-98, 2007. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2519782>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation.** Hobart, Austrália: Tasmanian Parks & Wildlife Service, sep. 2002. Disponível em: <<https://nre.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SILVA, H. V. M. D.; AQUINO, C. M. S. D.; DUQUE, M. L.; SOUSA, A. R. D. ESTUDOS APLICADOS SOBRE GEODIVERSIDADE, GEOPATRIMÔNIO, GEOCONSERVAÇÃO E GEOTURISMO NO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 30-49, fev. 2023. Disponível em: <<http://rhet.uvanet.br/index.php/rhet/article/view/513>>. Acesso em: 28 sept. 2023.

TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 284-307, Jul. 1935. Disponível em: <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1930070>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

TOSI, A.; ZUCOLOTTO, M. E.; ANDRADE, D. P.; WINTER, O. C.; MOURÃO, D. C.; SFAIR, R.; ZIEGLER, K.; PEREZ, P. D.; SUAREZ, S.; ORNELLAS, I. D.; ZURITA, M.; MENDES, J. C.; KELLNER, A. W.; WOLFF, W. The Santa Filomena meteorite shower: Trajectory, classification, and opaque phases as indicators of metamorphic conditions. **Meteoritics and Planetary Science**, v. 58, n. 5, p. 621-642, May. 2023. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/249858>> Acesso em: 28 Jun. 2023.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura. **DECLARAÇÃO DE AROUCA. Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural.** Paris, 1972. UNESDOC (Biblioteca Digital), 2004. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000133369_por>. Acesso em: 13 Jan. 2023.

_____. **Los Geoparques Mundiales de la UNESCO.** Disponível em: <<https://www.unesco.org/es/igpp/geoparks/about>>. Acesso em: 20 Jun. 2023.

VIEIRA, António. Reflexões acerca da construção de uma estratégia de conservação geopatrimonial. In: VIEIRA, A.; FIGUEIRÓ, A.; CUNHA, L.; STEINKE, V. (Ed.). **Geoatrimónio.** Geoconhecimento, Geoconservação e Geoturismo: experiências em Portugal e na América Latina. Guimarães: CEGOT-UMinho, cap. 1, p. 25-40, 2018.

VILLAÇA, Caio Vidaurre Nassif. **Classificação e interpretação de meteoritos condritos ordinários e o eucrito Serra Pelada.** 2018. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 19-31, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11422/6619>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth. Breve histórico dos meteoritos brasileiros. In: MATSUURA, O. T. (Org). **História da Astronomia no Brasil (2013).** v 1. Recife: Companhia Editora de Pernambuco (Cepe). Cap. 11, pp. 356 - 390, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CATEGORIZAÇÃO DA QUEDA E ACHADO DE METEORITOS

Os meteoritos identificados são registrados pela *The Meteoritical Society*, e estes recebem o nome do lugar em onde caíram ou foram encontrados. São classificados tomando em consideração vários critérios podendo ser estes sua origem, a composição, a textura entre outras características; actualmente a classificação parte principalmente da proposta de Krot *et al.* (2014), quien conforme os grupos dependendo da sua origem e o histórico de formação com a justificativa de relacioná los com possíveis corpos parentais.

Os meteoritos são categorizados por sua queda e achados. Quando um meteorito atinge o solo da terra e este é presenciado por humanos, ou captado por dispositivos (câmeras, radares, satélites, etc.), é chamado como queda. Subsequentemente quando algum meteorito é encontrado sem presenciar sua queda é tradicionalmente chamado achado (AGEE et al, 2015). Além disso as quedas devem cumprir duas condições necessárias, a primeira que o evento tenha sido documentado por meio de um registro (fotográficos, vídeos, etc.) e a segunda que tenha recuperação de algum fragmentos do meteoritos, relacionados com o evento da queda. Essas condições procuram evitar incertidumbres e gerar credibilidade ao serem documentadas, e providenciam evidências diretas ao golpear o solo ou penetrar no teto de alguma casa ou local que conecte com o evento da queda. Para um Meteorito ser aprovado pelo comunidade científica ele deve ser submetido ao The Meteorite Nomenclature Committee (NomCom) o comitê de nomenclatura de meteoritos e publicados no The Meteorical Bulletin (O Boletim Meteorítico), o qual anuncia as quedas desde 1957, eventos anteriores são suportados pelos registros ou documentados pelas comunidades.

No final de 2014 um novo sistema de categorização para quedas e achados foi adotado. O novo sistema tem 5 categorias que permitem determinar que um meteorito é uma queda observada. Das cinco categorias duas determinan quedas estão sujeitas das regras de nomenclatura para quedas do Nomcom:

- Quedas confirmadas: Onde a queda do meteorito foi bem documentada com testemunhas visuais ou instrumentos e as coletas ocorrem após o evento.

- Queda provável: Quando um meteorito é achado, mas existindo dúvidas acerca se o meteorito está relacionado com o fenômeno ou sobre a natureza do fenômeno em si mesmo.

As seguintes são três categorias que compreendem que NomCom determinam os achados, e são sujeitos às regras da nomenclatura para quedas.

- Achado, Possível queda: Meteorito com a informação que relaciona ao evento de queda, pero com evidências insuficientes para ser aceito ao serem elementos duvidosos acerca do evento em si mesmo.
- Achado, dúvidas do achado: Meteorito sometido com informações do evento de queda, pero com alto grau de dúvidas acerca se o meteorito está conectado com ou eventou ou acerca da observação em si mesmo.
- Achado: Meteorito que não tem apresentado nenhuma prova ou as provas não são credíveis acerca das circunstâncias da sua queda.

A outra classificação atribuída a estes materiais está relacionada à sua composição primária, quer dizer à concentração de ferro e silicatos. Assim os meteoritos serão classificados em três tipos; os rochosos ou aerolitos, os quais estão compostos principalmente por silicatos, os metálicos ou sideritos, aqueles compostos por ferro e níquel, e os mixtos ou sideritos, que estão formados por silicato, ferro e níquel em proporções equivalentes. (Figura A1). Estes últimos teriam passado por processos de diferenciação, ou seja, a fusão.

Sim a classificação se baseia principalmente na sua origem, pode-se inferir que os sideritos provienen de núcleos de corpos diferenciados e os siderólitos surgem de uma transição existente entre o núcleo e o manto do mesmo corpo. Os aerolitos o rochosos podem ou não haber pasado por este processo por lo que se classificam como acondritas sim pasan pela diferenciação planetária e condritos quando não o fazem, é decir quando são indiferenciados, assim según Krot *et al.* (2014), estos se classificarem em condritos e não condritos.

APÊNDICE B - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS DIVERSOS ORIGENES DOS METEORITOS.

Os critérios que se adotam na classificação dos meteoritos podem variar segundo cada autor. Em este trabalho, a proposta de Krot *et al.* (2005) que se mostra nas Tabelas TA1, TA2 e TA3. Fonte: NASCIMENTO-DIAS, 2018. Os meteoritos condritos, podem se subdividir em grupos menores, tais como Carbonáceos, Ordinários, Enstatita, Rumirutitos e Kakangaritos. Ressaltando que, na maioria desses condritos, é detectável a presença de carbono em sua composição química.

- **Carbonáceos:** apresentam oito grupos CI, CM, CO, CV, CK, CR, CB e CH, sendo a primeira letra (C) referente a carbonáceo e a segunda representa o nome do meteorito típico que dá nome ao grupo. (I) Ivuna; (M) Mighei; (O) Ornans; (V) Vigarano; (K) Karoonda; (R) Renazzo; (B) Bencubbin e (H) ALH85005.
- **Ordinários:** o conteúdo de ferro total nesses meteoritos é usado como critério para sua subdivisão em três grupos: H (High), de 25% a 30%; L (Low), de 20% a 25%; e LL (Low-Low) de 19% a 20% de ferro em massa do total da massa da amostra do meteorito analisado.
- **Enstatitos:** como os ordinários, os enstatitos são subdivididos segundo o teor de ferro. O EH (High), com aproximadamente 30% de ferro e o EL (Low) com 25% ou menos.
- Os semelhantes ao meteorito **Rumuruti**.
- Os semelhantes ao meteorito **Kakangari**.

Tabla TA1 - Organização de diferentes classes, clã e grupos de meteoritos condrita.

Classe	Clã	Grupo	Queda	Total
Condritos	Enstatita	CI	5	10
		CM	15	446
		CR	3	140
		CO	6	322
		CV	7	224
		CK	2	214
		CH	0	21
	Ordinários	CB	1	10
		H	353	16615

		L	476	20592
		LL	83	5443
	Enstatita	EH	9	168
		EL	8	106
	R	-	1	19
	K	-	1	2

O total refere-se ao número absoluto de quedas que se observaram. Fonte adaptada: Krot et al. (2014).

Tabla TA2 - Organização de diferentes classes, clãs e grupos de Acondritas, Sideritas e Siderólitos.

Classe	Clã	Grupo	Queda	Total
Acondritos e outros meteoritos ígneos	Acondritos primitivos	-	1	60
	Acapulcoitos	Lodranitos	1	38
		Winoaitos	1	24
	Acondritos diferenciados	Angritos	1	20
		Aubritos	9	68
		Brachnitos	0	27
		Ureilitos	6	307
	Meteoritos Hed	Eucritos	34	617
		Howarditos	166	222
		Diogenitos	11	243
Classe	Clã	Grupo	Queda	Total
Siderálitos (Metálicos e Rochosos)	Palasitos	Grupo Principal	3	48
		Eagle Station	0	3
		Otros	0	41
		Mesosideritos		175
	IAB	-	10	257

Sideritos (Metálicos)	IC	-	0	12
	IIAB	-	6	117
	IIC	-	0	8
	IID	-	3	21
	IIE	-	2	22
	IIF	-	1	6
	IIG	-	0	6
	IIIAB	-	11	289
	IIIE	-	0	15
	IIIF	-	0	9
	IVA	-	4	74
	IVB	-	0	13
	Não agrupados	-	4	113
	Não classificados	-	7	97

Tabla TA3 - Organização de diferentes classes, clãs e grupos de meteoritos planetários

Classe	Ciã	Grupo	Queda	Total
Planetários	Marcianos	Shergotitos	3	87
		Nakhlitos	1	13
		Chassignitos	1	2
		Ortopiroxenitos	0	1
	Lunares	Breccias	0	30
		Basaltos	-	4
		Gabbros	-	5

O total refere-se ao número absoluto de quedas que se observaram.

Fonte adaptada: Krot et. al. (2014).

ANEXOS

ANEXO 1 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS EIXOS/ÁREAS TEMÁTICAS DE GEOCONSERVAÇÃO, GEOTURISMO, GEODIVERSIDADE E ASTRONOMIA.

Título do artigo	Autor	Idioma	Área temática	Limite geográfico
Resolução da Alege nº 1.717	A Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco (2020)	Portugues	Astronomia	Brasil
Perspectivas para a pesquisa e a atuação em geoconservação na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) com foco nas áreas menos desenvolvidas do Brasil meridional	BORDA (2014)	Portugues	Geoconservação	Brasil
Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul	BORBA (2011)	Portugues	Geoconservação	Brasil
Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico	CARCAVILLA, DURÁN e LÓPEZ-MARTÍNEZ (2008).	Portugues	Geodiversidade	Brasil
Geoturismo: concepto y perspectivas en España	CARCAVILLA et al. (2011)	Espanhol	Geoturismo	Europa
A história da meteorítica.	CARVALHO et al. (2010)	Portugues	Astronomia	Brasil
A MUSEOGRAFIA COMO FERRAMENTA PARA A DIVULGAÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS: A EXPERIÊNCIA	CASTRO et al.(2012)	Portugues	Geodiversidade	Brasil

DO MUSEU DA GEODIVERSIDADE (MGEO – IGEO/UFRJ)				
Astrogeologia: planetologia comparada e meteorítica em práticas interdisciplinares para o ensino médio	COSTA (2020)	Portugues	Astronomia	Brasil
METEORITOS DE SANTA FILOMENA: INVESTIGAÇÃO E FOMENTO DA CULTURA CIENTÍFICA ATRAVÉS DE UMA ATIVIDADE DE POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA	CRISÓSTOMO et al. (2020)	Portugues	Astronomia	Brasil
OS CAMINHOS PARA A DEFINIÇÃO DO DIREITO DE PROPRIEDADE SOBRE METEORITOS NO BRASIL	DOS SANTOS et al. (2020)	Portugues	Astronomia	Brasil
The Meteorical Bulleting, No 109.	GATTACCECA et al. (2021)	Portugues	Astronomia	Brasil
Cratera de impacto de vista alegre (coronel vivida, pr) e seu conteúdo geocientífico como educação não formal	HUNSDORFER M (2017)	Portugues	Astronomia	Brasil
PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD: BASES PARA SU DEFINICIÓN EN LA ZONA ANDINA DE COLOMBIA: CASO SANTA FE DE ANTIOQUIA	JARAMILLO-ZAPATA et al. (2014)	Espanhol	Geoconservação	Colômbia
Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos	JORGE e GUERRA (2016)	Portugues	Geoconservação	Brasil
ENTRE O CÉU E A TELA: CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS PARA JOVENS DA ERA DIGITAL EM	LEÃO (2022)	Portugues	Astronomia	Brasil

PERNAMBUCO				
ANÁLISE QUÍMICA, MINERALÓGICA E PETROGRÁFICA DO NOVO METEORITO BRASILEIRO SANTA FILOMENA	LESQUEVES et al. (2021)	Portugues	Astronomia	Brasil
ORDENAMENTO TERRITORIAL E GEOCONSERVAÇÃO: ANÁLISE DAS NORMAS LEGAIS APLICÁVEIS NO BRASIL E UM CASO DE ESTUDO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	MANSUR (2010)	Portugues	Geoconser vação	Brasil
Sítios geológicos e geomorfológicos dos municípios de Acari, Carnaúba dos Dantas e Currais Novos, região seridó do Rio Grande do Norte	MEDEIROS (2003)	Portugues	Geodiversi dade	Brasil
OS CONCEITOS DE GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO: ABORDAGENS SOBRE O PAPEL DA GEOGRAFIA NO ESTUDO DA TEMÁTICA	MEIRA & MORAIS (2016)	Portugues	Geodiversi dade	Brasil
Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção patrimônio geológico	NASCIMENTO et al. (2008)	Portugues	Geoconser vação	Brasil
BASES CONCEITUAIS PARA ENTENDER GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, GEOCONSERVAÇÃO E GEOTURISMO	NASCIMENTO et al. (2015)	Portugues	Geoconser vação	Brasil
Vou pra Santa Filomena	NICOLAU (2020)	Portugues	Geoconser vação	Brasil

Uma abordagem sobre eventos da astronomia em Pernambuco: uma proposta de sequência didática para o ensino médio	OLIVEIRA (2022)	Portugues	Astronomia	Brasil
Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil	Organização das Nações Unida - ONU	Inglês/Espanhol e Portugues	Geoconservação	Mundial
Identifying meteorite droppers among the population of bright 'sporadic' bolides imaged by the Spanish Meteor Network during the spring of 2022	PEÑA-ASENCIO et al. (2022)	Ingles	Astronomia	Brasil
Terrestrial impact structures as geoheritage: an assessment method of their scientific value and its application to Brazil	SÁNCHEZ & BRILHA (2016)	English	Geoconservação	Brasil
A CRATERA DE IMPACTO DO CERRO DO JARAU-RS, BRASIL: UMA ABORDAGEM GEOTURÍSTICA	SÁNCHEZ & GARCIA (2013)	Portugues	Astronomia	Brasil
Modelagem da geodiversidade e identidade como suporte para roteiros geoturísticos: estudo de caso no Geoparque Morro do Chapéu, Bahia	SILVA (2016)	Portugues	Geoturismo	Brasil
Potencialidades do Geoturismo para a Criação de uma Nova Segmentação Turística no Brasil	SILVA (2021)	Portugues	Geoturismo	Brasil
ESTUDOS APLICADOS SOBRE GEODIVERSIDADE, GEOPATRIMÔNIO, GEOCONSERVAÇÃO E GEOTURISMO NO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL.	SILVA (2022)	Portugues	Geodiversidade	Brasil
A popularização da ciência no semiárido brasileiro: desafios e possibilidades para promoção e apropriação do conhecimento	SILVA & OLIVEIRA (2022)	Portugues	Astronomia	Brasil

científico-tecnológico				
A história da astronomia em Pernambuco e no nordeste do Brasil: a linha do tempo em forma de cordel	SOUZA (2022)	Portugues	Astronomia	Brasil
Santa Filomena	THE METEORUCAL SOCIETY - INTERNATIONAL SOCIETY FOR METEORITICS AND PLANETRY SCIENCE (2020)	Portugues	Astronomia	Brasil
The Santa Filomena meteorite shower: Trajectory, classification, and opaque phases as indicators of metamorphic conditions.	TOSI et al. (2023)	Inglês	Astronomia	Brasil
Classificação e interpretação de meteoritos condritos ordinários e o eucrito Serra Pelada.	VILLAÇA (2018)	Portugues	Astronomia	Brasil
Breve histórico dos meteoritos brasileiros. In: MATSUURA, Oscar T. (ed). História da Astronomia no Brasil	ZUCOLOTTO (2013)	Portugues	Astronomia	Brasil
O Meteorito De Santa Filomena (PE): Uma Rocha Nordestina E Brasileira.	Ramsés Capilla - SGBq - Sociedade Brasileira de Geoquímica (2020)	Portugues	Astronomia	Brasil

Fonte: Elaboração própria (2023).

ANEXO 2 - REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO DE SITES, BLOGS E LIVES

Titulo da Noticia	Autor	Links	Ano de publicação
UFRPE contribui para a instituição da Semana do Meteorito no município de Santa Filomena	Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE	https://www.ufrpe.br/br/content/ufrpe-contribui-p-a-ra-institui%C3%A7%C3%A3o-da-semana-do-meteorito-no-munic%C3%A4pio-de-santa-filomena	2020
Pesquisadores e 'caçadores' internacionais disputam meteoritos após chuva de pedras no sertão pernambucano	Laís Modelli e Rodrigo Ortega, G1.Globo	https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/08/30/pesquisadores-e-caçadores-internacionais-disputam-meteoritos-apos-chuva-de-pedras-no-sertao-pernambucano.ghtml	2020
Meteorito de 38,2 kg que caiu na divisa entre Pernambuco e Piauí ainda não foi vendido	Emerson Rocha, G1 Petrolina	https://www.ufrpe.br/br/content/g1-petrolina-meteorito-de-382-kg-que-caiu-na-divisa-entre-pernambuco-e-piau%C3%AD-ainda-n%C3%A3o-foi	2020
Deputado quer que meteoritos caídos no Brasil sejam da União	Amazonas Actual AC	https://amazonasatual.com.br/deputado-quer-que-meteoritos-caidos-no-brasil-sejam-de-propriedade-da-uniao/	2020
A caça aos meteoritos que revirou a vida em Santa Filomena, no Sertão de PE	Diogo Cavalcante: Diario de Pernambuco - DP	https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vi-daurbana/2020/09/a-caca-aos-meteoritos-que-revirou-a-vida-em-santa-filomena-no-sertao.html	2020
"Até agora não saiu do papel", diz morador de Santa Filomena sobre implantação de projetos após um ano da chuva de	G1.Globo: G1 Petrolina	https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2021/08/19/ate-agora-nao-saiu-do-papel-diz-morador-de-santa-filomena-sob	2021

meteoritos		re-implantacao-de-projetos-apos-um-ano-da-chuva-de-meteoritos.ghtml	
A fantástica chuva de meteoritos em Santa Filomena	Diana Andrade: Folha de SP	https://www1.folha.uol.com.br/blogs/ciencia-fundamental/2021/12/a-fantastica-chuva-de-meteoritos-em-santa-filomena.shtml	2021
Santa Filomena luta por seu meteorito	Diego Cavalcante - DIARIO DE PERNAMBUCO	http://www.impresso.diariodepernambuco.com.br/noticia/cadernos/vidaurbana/2020/09/santa-filomena-luta-por-seu-meteorito.html	2020
EXPEDIÇÃO: METEORITOS DE SANTA FILOMENA-PE BATE- PAPO COM AS METEORÍTICAS	Ana Beatriz de Mello - Observatorio do Valongo	https://ov.ufrj.br/sidereus-nuncius-expedicao-meteoritos-de-santa-filomena-pe/	2020
Espaço Ciência e UFRPE querem transformar a cidade de Santa Filomena em um polo de popularização da Astronomia	ESPACO CIENCIA	http://www.espacociencia.pe.gov.br/?p=17005	2021
Meteoritos brasileiros: Santa Filomena. Meteoritos Brasil	Meteoritos Brasil	https://www.youtube.com/watch?v=cRHeRKSuxW4	2020
Live - Chuva de Meteoritos em Santa Filomena, PE	Bramon Brazilian Meteor Observation Network	https://www.youtube.com/watch?v=osizwwEZkOE&t=3594s	2020
CHUVA DE METEOROS GERA CAÇA AO TESOURO NO SERTÃO DE PERNAMBUCO	Autor: Reinaldo Zaruvni	https://www.megacurioso.com.br/ciencia/115948-chuva-de-meteoros-gera-caca-ao-tesouro-no-sertao-de-pernambuco.htm	2020
Comemoração do dia do Cinema Pernambucano	Prefeitura de Santa Filomena, Pernambuco	https://www.instagram.com/p/CPxl1Grp5Lx/?hl=es	2021

Meteoríticas estão em Santa Filomena/PE para Analisar Novo Meteorito	www.meteoritos.com.br . Autor: Felipe Abrahão	https://www.meteoritos.com.br/meteoriticas-esta-em-santa-filomena-pe-para-analisar-novo-meteorito/	2020
--	--	---	------

Fonte: Elaboração própria (2023).