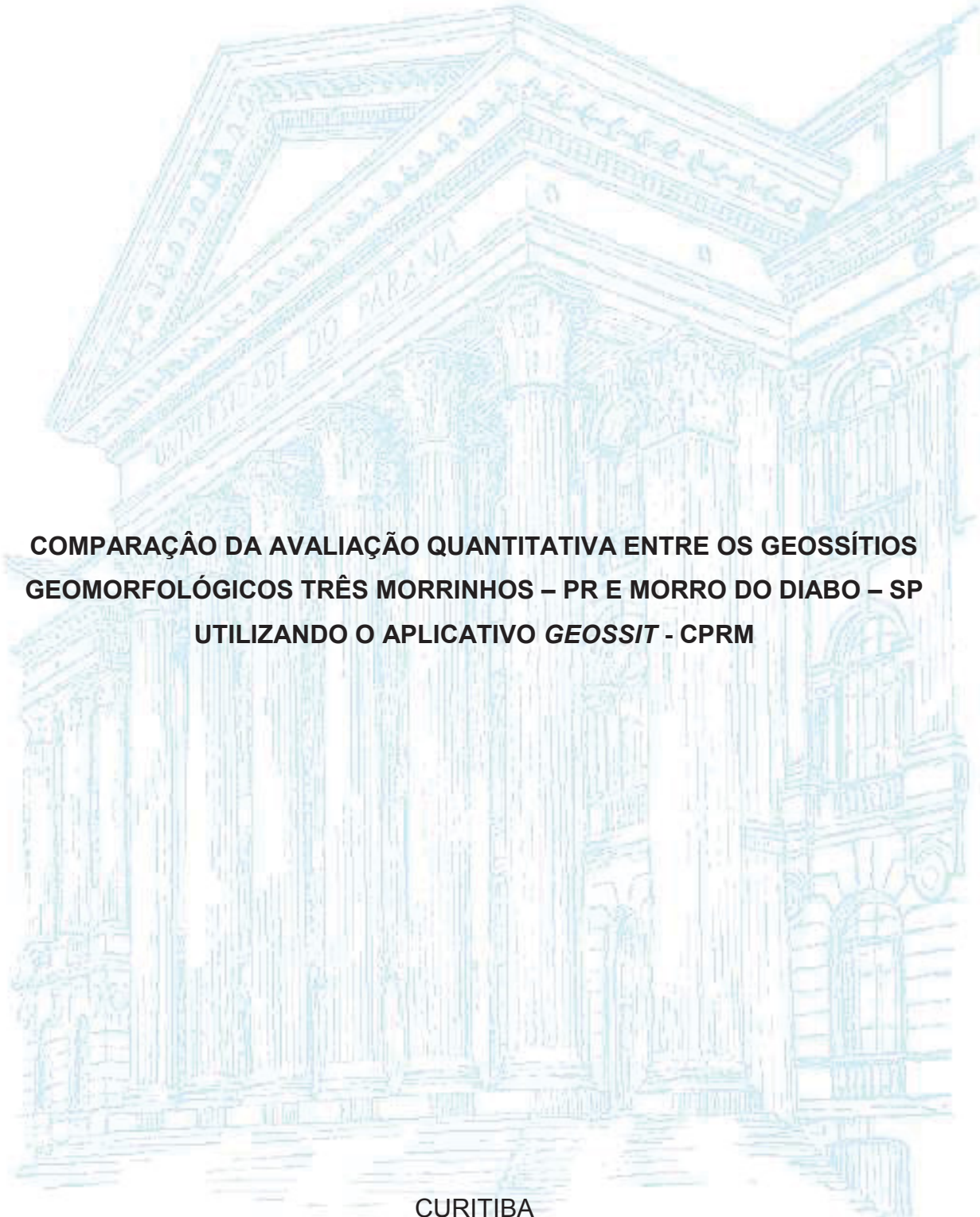


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA CAROLINE BORATO XAVIER



**COMPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE OS GEOSSÍTIOS
GEOMORFOLÓGICOS TRÊS MORRINHOS – PR E MORRO DO DIABO – SP
UTILIZANDO O APLICATIVO *GEOSSIT* - CPRM**

CURITIBA

2018

FERNANDA CAROLINE BORATO XAVIER

**COMPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE OS GEOSSÍTIOS
GEOMORFOLÓGICOS TRÊS MORRINHOS – PR E MORRO DO DIABO – SP
UTILIZANDO O APLICATIVO *GEOSSIT* - CPRM**

Trabalho final apresentado à
Especialização em Análise Ambiental
pertencente ao Departamento de
Geografia da Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo José
Cordeiro Santos

CURITIBA

2018

RESUMO

A sociedade não reconhece a promoção e a proteção dos valores geológicos com a mesma importância que valores biológicos e culturais. A conservação de sítios geológicos acontece pontualmente, não como estratégia articulada, sendo colocada em segundo plano nas políticas de conservação da natureza e valorizada apenas pela extração de seus recursos. No entanto notam-se crescentes esforços internacionais e nacionais para que o patrimônio geológico não seja perdido. Com esse intuito dois geossítios geomorfológicos, Três Morrinhos – PR e Morro do Diabo – SP, que possuem a mesma gênese, porém localizados em estados diferentes e sob formas de proteção distintas, foram quantificados utilizando o aplicativo *GEOSSIT* desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil. Após a quantificação ambos obtiveram valor científico de 280 pontos. Em relação aos valores educativos e turísticos o geossítio Três Morrinhos obteve 310 e 280 pontos respectivamente, enquanto que o geossítio Morro do Diabo obteve valores de 340 e 310 pontos. O risco de degradação tanto para os Três Morrinhos quanto para o Morro do Diabo é baixo, com 150 e 130 pontos respectivamente, indicando que são necessárias medidas de proteção somente a médio e longo prazo.

Palavras-chave: Geoconservação, patrimônio geológico, geossítios, inventário.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização dos geossítios	3
Figura 2 - Arenito silicificado do geossítio Três Morrinhos – PR	4
Figura 3 - Fotomicrografia de seção delgada	4
Figura 4 - Estratificação cruzada de médio porte no geossítio Moro do Diabo – SP.....	5
Figura 5 - Seção-tipo da Formação Rio Paraná	6
Figura 6 - Modelo de evolução geomorfológica regional	7
Figura 7 - Sítio Três Morrinhos.....	14
Figura 8 - Sítio Morro do Diabo	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios e pesos para determinar o valor científico	9
Tabela 2 - Critérios e pesos para determinação do uso educativo e turístico	10
Tabela 3 - Critérios e pesos para determinar o risco de degradação.....	12
Tabela 4 - Resultado do valor científico para o geossítio Três Morrinhos.....	15
Tabela 5 - Resultado do valor científico para o geossítio Morro do Diabo	18
Tabela 6 - Resultado do potencial uso educativo e turístico para o geossítio Três Morrinhos.....	20
Tabela 7 - Resultado do potencial uso educativo e turístico para o geossítio Morro do Diabo	21
Tabela 8 - Resultado risco de degradação para o geossítio Três Morrinhos	23
Tabela 9 - Resultado risco de degradação para o geossítio Morro do Diabo	24
Tabela 10 - Resumo dos valores obtidos por cada geossítio.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	2
3	GEOLOGIA	3
4	MÉTODO.....	8
4.1	Revisão bibliográfica	8
4.2	Trabalho de campo para avaliação qualitativa e quantitativa	8
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
6	CONCLUSÕES	25
7	AGRADECIMENTOS	27
8	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

As questões relacionadas ao trinômio geodiversidade, patrimônio geológico, e geoconservação surgiram na Europa no final da década de 80 e estão associadas à preservação da natureza.

A diversidade dos elementos geológicos ou geodiversidade, segundo a *Royal Society for Nature Conservation*, compreende a variedade de ambientes, 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 (Gray, 2004).

O patrimônio geológico é constituído por locais de interesse geológico identificados como essenciais para demonstração dos aspectos e estágios-chave no desenvolvimento geológico de uma região (Wimbledon, 1996). Constitui um bem natural de valor geológico excepcional, cuja preservação é o objeto fundamental da geoconservação (Carcavilla, 2012). O patrimônio geológico é parte da riqueza natural do nosso planeta. Sua destruição resulta em perda, quase sempre irreversível, da Memória da Terra, deixando as gerações futuras sem a possibilidade do conhecimento direto de sua evolução e história (Carcavilla *et al.*, 2014).

O desenvolvimento de uma estratégia de geoconservação tem início e apoia-se fundamentalmente no inventário do patrimônio geológico do território, isto é, do conjunto de geossítios que correspondem às ocorrências da geodiversidade de valor excepcional (Brilha, 2006; Brilha *et al.*, 2010).

A análise quantitativa de geossítios faz parte do processo de inventariação do patrimônio geológico de uma região, sendo essenciais em qualquer estratégia de geoconservação e no estabelecimento de prioridades no gerenciamento dos sítios (Brilha, 2016). Além disso, contribui para o aumento do interesse da opinião pública acerca de medidas necessárias à geoconservação e pode ser utilizado para auxiliar no ordenamento territorial, aperfeiçoar a gestão de recursos geológicos e possibilitar o uso sustentável destes recursos (Reverte & Garcia, 2016).

Devido a sua importância aumentaram os esforços que instituições internacionais tais como IUGS (*International Union of Geological Sciences*) e

UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), estão despendendo ao tema.

No Brasil, a primeira ação sistemática de cadastro de sítios de interesse da geodiversidade ocorreu no final da década de 90 e deve-se à Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), cujos resultados foram publicados em três volumes (Schobenhau *et al.*, 2002; Winge *et al.*, 2009; Winge *et al.*, 2013). Devido a sua importância o geossítio Três Morrinhos encontra-se cadastrado no volume III, geossítio número 058 do SIGEP.

Algumas outras iniciativas como o Projeto Caminhos Geológicos, implementado pelo Departamento de Pesquisa de Recursos Minerais do Rio de Janeiro (DNPM – RJ) em 2001 e o Conselho Estadual de Monumentos Geológicos do Estado de São Paulo, criado pela Secretaria do Meio Ambiente do estado em 2009, auxiliaram na promoção da geoconservação. No Paraná destaca-se o projeto Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná desenvolvido pela MINEROPAR (Serviço Geológico do Paraná) de 2003 a 2011 que implementou painéis interpretativos em sítios de interesse mais conhecidos do estado.

Apesar de alguns estados estarem desenvolvendo inventários do patrimônio geológico de seus territórios, apenas o estado de São Paulo (Garcia *et al.*, 2017) possui um inventário sistemático, sendo o geossítio Morro do Diabo classificado com um dos principais representantes da categoria geológica Bacia Bauru.

Este trabalho tem como objetivo comparar qualitativamente e quantitativamente os sítios geomorfológicos Três Morrinhos, localizado no estado do Paraná, e Morro do Diabo, localizado no estado de São Paulo, no que diz respeito aos seus valores científicos, educativos, turísticos e risco de degradação.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O geossítio Três Morrinhos (Figura 1), também conhecido como Morro Três Irmãos, localiza-se no município de Terra Rica, noroeste do Paraná (coordenadas 22°47'31"S e 52°39'38"W). O sítio dista-se cerca de 560 km de Curitiba e faz divisa entre os estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do

Sul. Constitui elevação alongada, anômala no relevo regional do Terceiro Planalto Paranaense. Destaca-se na monótona paisagem de colinas amplas com topos em torno de 430 metros de altitude. O morro oeste, mais alto, tem altitude de 639 metros acima do nível do mar, com desnível entre base e topo de cerca de 210 metros (Fernandes & Coimbra, 2000; Fernandes, 2004). O local foi transformado em Parque Municipal Três Morrinhos em 2003 e em 2008 recebeu um portal de entrada com centro de educação ambiental (Fernandes *et al.*, 2013).

O geossítio Morro do Diabo localiza-se no Pontal do Paranapanema, município de Teodoro Sampaio, extremo oeste do estado de São Paulo (coordenadas 22°37'15"S 55°10'18"W), distando aproximadamente 660 km da capital paulista. Possui elevações que chegam até 600 metros acima do nível do mar e, assim como o geossítio Três Morrinhos, faz divisa com municípios paranaenses, paulistas e mato-grossenses. Encontra-se inserido no Parque Estadual Morro do Diabo, criado no final da década de 80. Possui uma grande diversidade de flora e fauna associada.

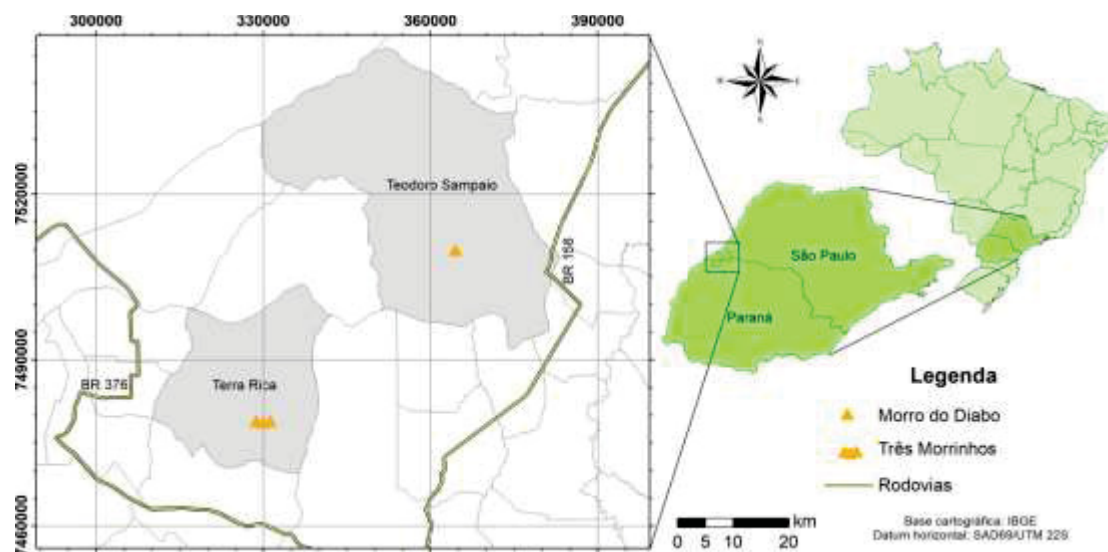


Figura 1 - Mapa de localização dos geossítios Três Morrinhos localizado em Terra Rica no estado do Paraná e Morro do Diabo localizado no município de Teodoro Sampaio, São Paulo.

3 GEOLOGIA

Ambos geossítios são constituídos por arenitos silicificados (Figura 2) formados por areia muito fina a média, são bem selecionados, com predomínio

de grãos de quartzo monocristalino, elevado grau de arredondamento e esfericidade. Estas características texturais podem ser observadas devido ao prévio revestimento peculiar dos grãos por película de óxidos/hidróxidos de ferro, que assinala o contorno detrítico original, anterior à silicificação (Figura 3). O crescimento secundário de sílica reveste e preenche poros, modificando a constituição e, sobretudo, a resistência da rocha.



Figura 2 - Arenito silicificado formado por areia muito fina a média, bem selecionado, com predomínio de grãos de quartzo pertencente ao geossítio Três Morrinhos – PR. Foto: Kimberlym Vieira.

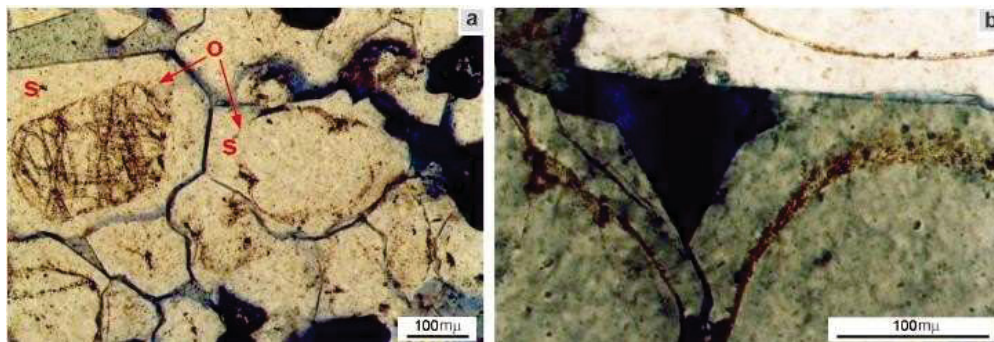


Figura 3 - Fotomicrografia de seção delgada, com polarizadores cruzados. A) Quartzarenito silicificado, exibindo contornos detríticos originais (de grãos arredondados), demarcados por película de óxidos/hidróxidos de ferro (o), com crescimento sintaxial de quartzo/sílica (s); B) Revestimento por crescimento secundário de sílica; o poro aparece em azul escuro. Ambas da Fm. Rio Paraná, Três Morrinhos, Terra Rica (Fernandes *et al.*, 2013).

Exibem estratificação cruzada de médio à grande porte (Figura 4), com sets de até 10 m de altura, limitados por superfícies de truncamento de 2ª ordem de baixa inclinação, algumas vezes com estratos submétricos de lamitos

arenosos maciços intercalados. Os arenitos são bem selecionados por lâmina ou estrato, com pouca matriz siltoargilosa (Fernandes & Coimbra, 2000).



Figura 4 - Estratificação cruzada de médio porte que ocorre no geossítio Moro do Diabo – SP. Foto: Luiz Fernandes.

Os arenitos pertencem a Formação Rio Paraná (Figura 5) e foram originalmente acumulados no interior de um grande deserto arenoso no interior da bacia intracontinental denominada Bauru. A história desta bacia tem início ao redor de 90 milhões de anos atrás, quando se formou no centro-sul da Plataforma Sul-americana, após a ruptura do continente Gondwana. A acumulação de sedimentos na bacia, sobretudo arenosos, ocorreu em clima semi-árido quente.

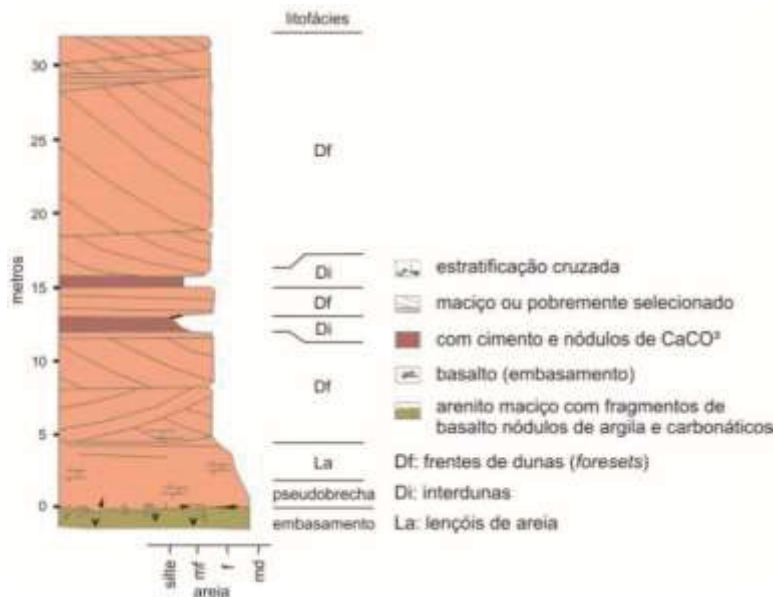


Figura 5 - Seção-tipo da Formação Rio Paraná, com as principais características da unidade, tipos de depósito e contexto deposicional (Fernandes *et al.*, 2013).

Na sua atual porção meridional, região onde se localizam os geossítios, formou-se o Deserto Caiuá, composto por grandes complexos de dunas (Figura 6A) contornadas por amplas planícies arenosas marginais. As dunas migravam preferencialmente rumo a sudoeste/oeste, acumulando depósitos arenosos de algumas centenas de metros de espessura. A ascensão de fluidos hidrotermais, direcionada por zonas fraturadas do embasamento basáltico da bacia, cimentou com sílica estreitas faixas dos depósitos arenosos (Figura 6B), conferindo-lhes maior resistência à erosão posterior, que aos arenitos adjacentes. Essa diferença implicou maior rebaixamento por desgaste erosivo da paisagem regional nas áreas sem silicificação. Por outro lado, morros sustentados por arenitos silicificados foram se destacando gradativamente na paisagem (Figura 6C; D e E) até chegar a sua configuração atual (Figura 6F) (Fernandes *et al.*, 2013). Outros pequenos morros que ocorrem na região também são explicados através deste modelo interpretativo.

Na evolução regional do relevo a erosão removeu principalmente os arenitos não silicificados. Os topos dos Três Morrinhos e Morro do Diabo constituem, portanto, cota mínima da superfície de aplainamento Sul-americana, elaborada entre Cretáceo Superior e Paleógeno. A preservação de espessuras originais anômalas de arenitos eólicos neocretáceos, assim como a sustentação de cotas reliquias da evolução do relevo no intervalo Ks-T

justificam sua importância como importante sítio geológico e geomorfológico brasileiro (Fernandes *et al.*, 2013).

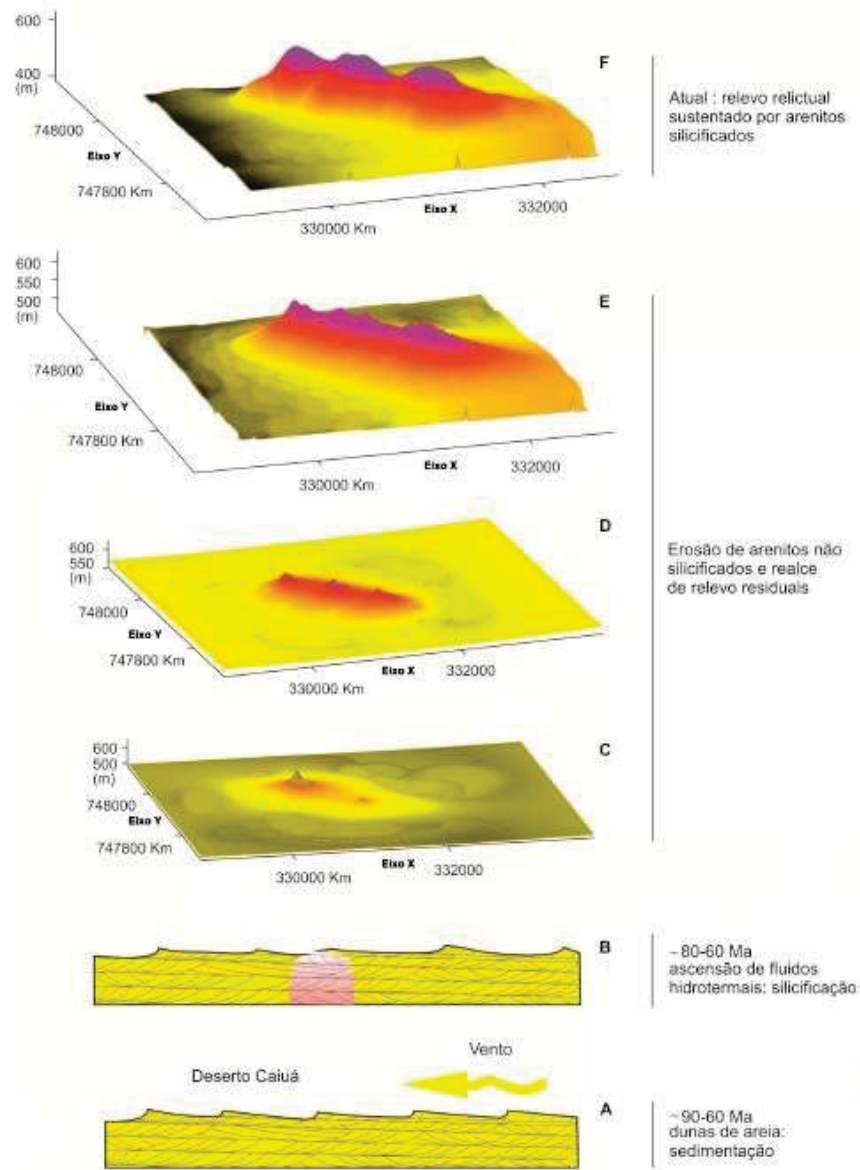


Figura 6 - Modelo de evolução geomorfológica regional para os Três Morrinhos e Morro do Diabo. C, D, E e F foram geradas com o método de Seppömen, que permite a reconstrução de paleossuperfícies por meio de pontos de maior cota altimétrica, de forma irregular por quadrantes. Com aumento da área do quadrante tem-se nivelamento dos topos e assim a reconstrução das paleossuperfícies. Aplicações em geologia foram apresentadas por (Motoki *et al.*, 2008) e em geomorfologia por (Couto *et al.*, 2012) por meio de geoprocessamento. (Fernandes *et al.*, 2013).

4 MÉTODO

O processo de avaliação qualitativa e quantitativa dos geossítios Três Morrinhos – PR e Morro do Diabo – SP deu-se através das seguintes etapas:

4.1 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica foi focada no contexto geológico em que ambos os sítios encontram-se inseridos (Grupo Caiuá, Formação Rio Paraná), além de publicações e mapas sobre a região e sobre os geossítios. As informações foram obtidas em consultas ao acervo de entidades públicas tais como Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) e Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP).

4.2 Trabalho de campo para avaliação qualitativa e quantitativa

Nesta etapa foi utilizado o aplicativo *GEOSSIT* (ROCHA *et al.*, 2016), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil. O aplicativo foi desenvolvido com base nos métodos de Brilha (2005), Garcia-Cortés & Carcavilla (2009) e Brilha (2016).

Na descrição qualitativa dos geossítios os seguintes aspectos foram descritos: localização geográfica, propriedade pública, proteção legal, acessibilidade, fragilidade e vulnerabilidade, descrição geológica, recursos notáveis que justifiquem a escolha do geossítio e eventuais limitações ao uso.

O valor científico dos geossítios foi avaliado nos seguintes aspectos:

- Representatividade: capacidade de ilustrar um processo e/ou produto geológico de forma mais complexa e expressiva possível;
- Local-tipo: se o local de interesse é uma área de exposição que constitui uma parte essencial do estabelecimento de uma unidade estratigráfica formal;
- Conhecimento científico: expresso pela quantidade de produção científica publicada referente ao geossítio, assim como seu potencial para futuros estudos e interpretações;
- Integridade: relacionado ao atual estado de conservação do geossítio levando em consideração processos naturais e ações antrópicas;

- Diversidade geológica: número de diferentes tipos de elementos de geodiversidade presentes no mesmo sítio;
- Raridade: quantidade de geossítios na área de estudo com aspectos similares;
- Limitações de uso: presença ou ausência de barreiras físicas e/ou necessidade de autorização para trabalhos de campo.

A seguir o peso dos itens analisados para determinar o valor científico dos geossítios (Tabela 1):

Tabela 1 - Critérios e pesos avaliados para determinar o valor científico dos geossítios segundo *GEOSSIT* (ROCHA *et al.*, 2016) adaptado de Brilha (2016).

Critério	Peso
1. Representatividade	30%
2. Local-tipo	20%
3. Conhecimento científico	5%
4. Integridade	15%
5. Diversidade geológica	5%
6. Raridade	15%
7. Limitações ao uso	10%
Total	100%

Um local de interesse geológico é considerado geossítio de relevância nacional quando, durante a avaliação por este aplicativo, seu valor científico é igual ou maior que 200 e de relevância internacional quando este valor for igual ou maior que 300.

Já para classificação do potencial uso educacional e turístico dos geossítios foram avaliados os seguintes aspectos:

- Vulnerabilidade: possibilidade de deteriorização dos elementos primários e/ou secundários por atividade antrópica;
- Acessibilidade: condições de acesso ao sítio em termos de dificuldade e tempo gasto a pé para estudantes e turistas;
- Limitações de uso: presença ou ausência de barreiras físicas e/ou necessidade de autorização para estudantes e turistas;
- Segurança: relacionado às condições de visita, tendo risco mínimo de consideração para os visitantes;

- Logística: presença ou ausência de restaurantes e alojamentos nas proximidades do geossítio;
- Densidade populacional: número de habitantes por km² no município onde se localiza o geossítio;
- Associação com outros valores: valores ecológicos e/ou culturais próximos ao geossítio;
- Beleza cênica: associado à beleza visual do geossítio;
- Singularidade: ocorrência de aspectos únicos e raros;
- Condições de observação: observação dos elementos é feita em boas condições;
- Potencial didático: relacionado à capacidade de uma área geológica ser facilmente compreendida por estudantes de diferentes níveis educacionais (nível primário, ensino médio e ensino superior);
- Diversidade geológica: número de diferentes tipos de elementos da geodiversidade presentes no mesmo sítio;
- Potencial interpretativo: relacionado à capacidade de uma área geológica ser facilmente compreendida pelos leigos;
- Potencial para divulgação: necessidade ou não de conhecimento geológico para entender os elementos geológicos do sítio;
- Nível econômico: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região onde se encontra o sítio;
- Proximidade a zonas recreativas: distância do sítio a zonas recreativas ou atrações turísticas.

A seguir apresenta-se o peso dos itens analisados para determinar o potencial uso educativo e turístico dos geossítios (Tabela 2):

Tabela 2 - Critérios e pesos utilizados para determinação do uso educativo e turístico dos geossítios segundo *GEOSSIT* (ROCHA *et al.*, 2016) adaptado de Brilha (2016).

Critério	Educativo	Turístico
	Peso	Peso
1. Vulnerabilidade	10%	10%
2. Acessibilidade	10%	10%
3. Limitações ao uso	5%	5%
4. Segurança	10%	10%
5. Logística	5%	5%

6. Densidade populacional	5%	5%
7. Associação com outros valores	5%	5%
8. Beleza cênica	5%	15%
9. Singularidade	5%	10%
10. Condições de observação	10%	5%
11. Potencial didático	20%	
12. Diversidade geológica	10%	
13. Potencial para divulgação		10%
14. Nível econômico		5%
15. Proximidade a zonas recreativas		5%
Total	100%	100%

Os itens potencial didático e diversidade geológica não são pontuados no uso turístico, pois não são relevantes para o tema, o mesmo acontece com os tópicos potencial para divulgação, nível econômico e proximidade a zonas recreativas quando se trata de uso educativo.

Quanto ao risco de degradação foram avaliados os seguintes aspectos:

- Deterioração de elementos geológicos: reflete a possibilidade de perda de elementos geológicos no sítio como consequência de (i) sua fragilidade, ou seja, suas características intrínsecas (tamanho do elemento geológico, facilidade de obtenção de amostras, resistência da rocha, etc.) e ações naturais (susceptibilidade à erosão, intensidade de agentes erosionais, etc.) e (ii) vulnerabilidade a ações antrópicas (turismo, agricultura, desenvolvimento urbano, vandalismo, etc);
- Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação: mineração, instalações industriais, áreas recreativas, estradas, áreas urbanas etc.;
- Proteção legal: relacionado à localização do sítio em uma área com qualquer tipo de proteção legal (direta ou indireta). O controle de acesso refere-se à existência de obstáculos, como restrições do proprietário, cercas, necessidade de pagar entrada, entre outras;
- Acessibilidade: reflete as condições de acesso ao site para o público em geral (não considerando pessoas com deficiência). Um sítio com fácil acesso é mais provável que seja danificado por uso indevido dos visitantes do que um com difícil acesso;

- Densidade da população: revela o número de pessoas que vivem perto do site e que podem causar potencial deterioração do site devido ao uso inadequado (vandalismo, roubo etc.).

A seguir o peso dos itens analisados para determinar o risco de degradação dos geossítios (Tabela 3):

Tabela 3 - Critérios e pesos avaliados para determinar o risco de degradação dos geossítios segundo *GEOSSIT* (ROCHA *et al.*, 2016) adaptado de Brilha (2016).

Critério	Peso
1. Deterioração de elementos geológicos	35%
2. Proximidades a áreas com potencial para causar degradação	20%
3. Proteção legal	20%
4. Acessibilidade	15%
5. Densidade populacional	10%
Total	100%

Segundo Brilha (2016) o risco de degradação pode ser classificado em três níveis: baixo, com valores entre 0 a 200, médio, com valores entre 200 a 300 e alto, com valores entre 300 a 400.

Cada um desses critérios é subdividido em outros parâmetros e é avaliado de 0 (zero) a 4 (quatro) pontos levando em consideração o peso (porcentagem) de cada parâmetro, que totalizam 100%, podendo então o geossítio obter notas de 0 (zero) a 400 (quatrocentos) pontos. Um local de interesse geológico é considerado geossítio de relevância nacional quando, durante a avaliação seu valor científico é igual ou maior que 200 e de relevância internacional quando este valor for igual ou maior que 300.

O aplicativo também calculou a prioridade de proteção dos geossítios através da fórmula:

$$I_g = (I_c + I_d + I_t)/3$$

Onde: I_g é o interesse global; I_c é o interesse científico, I_d é o interesse didático, I_t é o interesse turístico. Caso o valor resulte entre 0 a 300 a prioridade de proteção é a longo prazo, se o valor resultar entre 300 e 550 a prioridade de proteção é a médio prazo, caso o valor resulte entre 550 a 750 a prioridade de proteção é a curto prazo, já se a equação resultar em um valor entre 750 a 800 a prioridade de proteção é urgente (Garcia-Cortés & Carcavilla, 2009).

O aplicativo *GEOSSIT* calculou esses parâmetros e expressou o valor científico, os potenciais usos turístico e educativo, o risco de degradação e a prioridade de proteção dos geossítios Três Morrinhos -PR e Morro do Diabo-SP.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O geossítio Três Morrinhos (Figura 7 A) possui uma trilha de chão batido, que por vezes apresenta paralelepípedos e lajes de concreto, que leva até o topo onde há algumas antenas de comunicação (Figura 7B). O geossítio é muito utilizado por turistas para fazer trilhas e saltos de parapente (Figura 7C), além de possuir uma bela vista de seu cume (Figura 7D). Possui um centro de educação ambiental (Figura 7E) que durante a visita de campo encontrava-se fechado. Não há placa sobre a geologia do local, há apenas um painel alertando sobre as proibições no local (Figura 7F). No entanto há banheiros e um local para os visitantes beberem água.



Figura 7 - Sítio Três Morrinhos. A) Entrada do geossítio Três Morrinhos – PR. Há uma trilha de terra, que em algumas partes possui paralelepípedos, que leva até o topo do morro. Foto: Fernando Sedor. B) Detalhe para as antenas telefônicas localizadas no topo do geossítio. Foto: Kimberlym Vieira; C) Salto de parapente realizado no geossítio. Foto: Isa Lanziani; D) Vista do cume do geossítio. Foto: Kimberlym Vieira; E) Entrada do centro de educação ambiental atualmente fechado para visitação. Foto: Luiz Fernandes; F) Painel com informações para visitantes. Foto: Luiz Fernandes.

A tabela 4 apresenta a pontuação obtida em cada item do valor científico analisado para o geossítio Três Morrinhos.

Tabela 4 - Resultado do valor científico para o geossítio Três Morrinhos após quantificação utilizando o *GEOSST* (ROCHA et al., 2016) adaptado de Brilha (2016).

Valor Científico		
Item	Resposta	Peso Valor
1. Representatividade	O local de interesse é o melhor exemplo, atualmente conhecido, na área de trabalho, para ilustrar elementos ou processos, relacionados com a área temática em questão	30% 4
2. Conhecimento científico	Existem artigos sobre o local de interesse em livro, em revistas científicas internacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	5% 4
3. Integridade	O local de interesse não está muito bem preservado, mas os principais elementos geológicos ainda estão preservados	15% 2
4. Diversidade geológica	Local de interesse com 3 ou 4 tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica	5% 2
5. Raridade	O local de interesse é a única ocorrência deste tipo na área de estudo	15% 4
6. Limitações ao uso	Não existem limitações (necessidade de autorização, barreiras físicas, etc.) para realizar amostragem ou trabalho de campo	10% 4
7. Local-tipo	Não se aplica	20% 0
Valor Científico		100% 280

Na análise quantitativa do geossítio Três Morrinhos os itens que não obtiveram nota máxima foram: integridade, pois o local necessita de melhorias na infraestrutura e na diversidade geológica, pois apenas 4 (quatro) elementos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica (geomorfologia, processo de silicificação, depósitos eólicos e estruturas) estão presentes no arenito. O item local-tipo não se aplica, pois o lugar não é uma exposição de referência de unidade litoestratigráfica formal, logo não confere-se nota para este item. No cálculo da soma ponderada de notas o geossítio Três Morrinhos obteve como valor científico de 280 pontos, o que o classifica de relevância nacional.

O geossítio Morro do Diabo (Figura 8A) possui um portal de sinalização na estrada para orientar os visitantes sobre a entrada no Parque (Figura 8B), além de um pequeno portal com entrada controlada (Figura 8C), possui um centro de visitantes bem estruturado (Figura 8D), com auditório com capacidade para 70 (setenta) pessoas e uma sala destinada ao Projeto Criança Ecológica. O sítio conta ainda com um museu natural com animais taxidermizados (mamíferos, aves, répteis), animais conservados, esqueletos, maquetes e painéis informativos (Figura 8E), além de uma hospedaria com capacidade para 40 (quarenta) pessoas (Figura 8F). Há um painel explicativo sobre a geologia da área (Figura 8G), além de estrutura com bancos e corrimões ao longo do trajeto de subida do morro (Figura 8H).

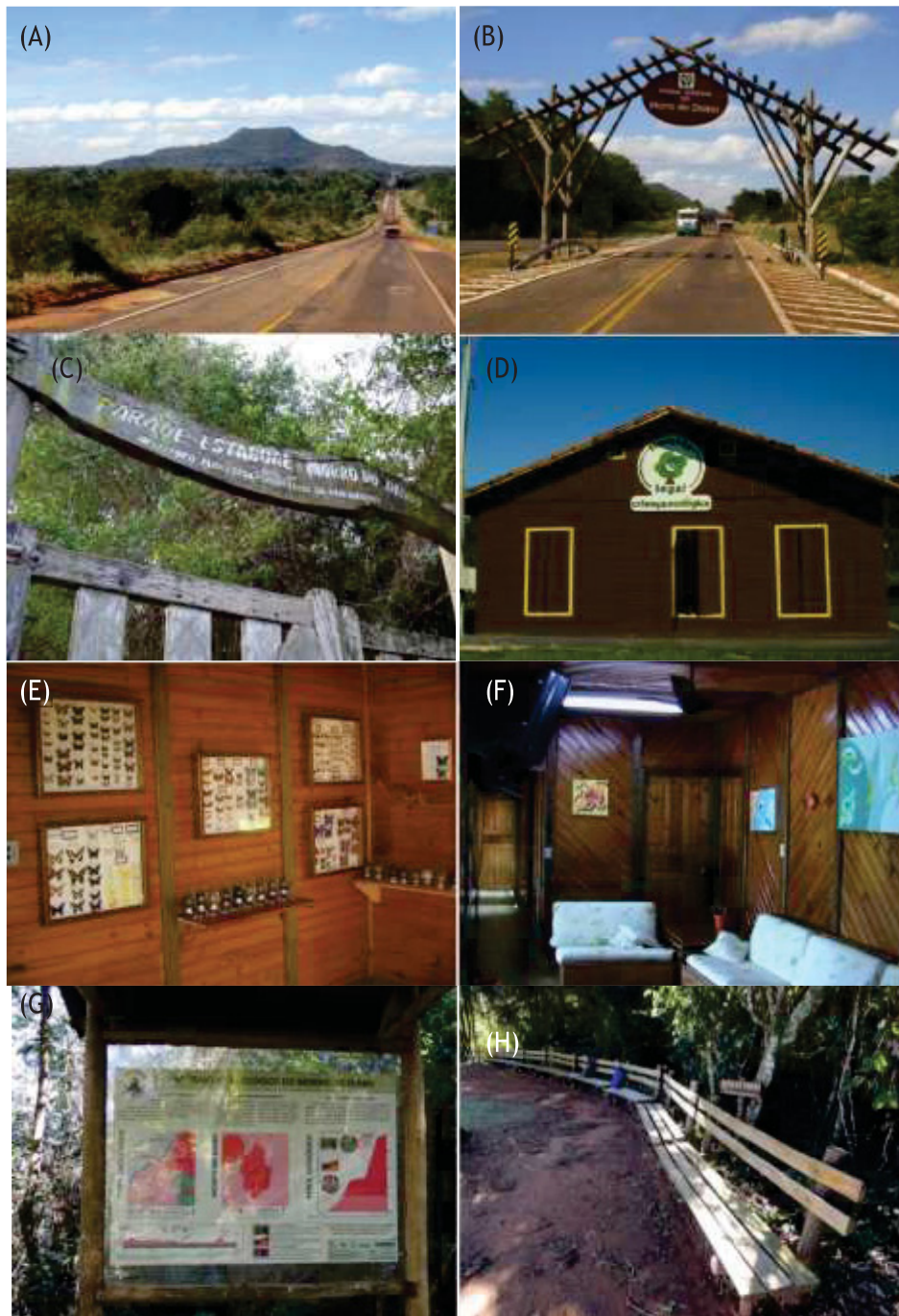


Figura 8 - Sítio Morro do Diabo. A) Vista oeste do geossítio Morro do Diabo através da rodovia SP-613. Foto: Luiz Fernandes; B) Portal na rodovia SP-613 indicando a entrada no Parque Estadual Morro do Diabo. Foto: Luiz Fernandes; C) Pequeno portal na entrada do geossítio, que limita a visitação. Foto: Luiz Fernandes; D) Centro de visitantes localizado na entrada do Parque Estadual Morro do Diabo. Foto: <http://pemorrododiabo.blogspot.com.br/>; E) Museu natural com espécies de animais que habitam na região do Parque. Foto: <http://pemorrododiabo.blogspot.com.br/>; F) Sala de estar dentro da hospedaria localizada no Parque Estadual. Foto: <http://pemorrododiabo.blogspot.com.br/>; G) Painel explicativo sobre a geologia da área. Foto: Luiz Fernandes; H) Parte da infraestrutura ao longo da subida do Morro. Foto: Luiz Fernandes.

A tabela 5 apresenta a pontuação obtida em cada item do valor científico analisado para o geossítio Morro do Diabo.

Tabela 5 - Resultado do valor científico para o geossítio Morro do Diabo após quantificação utilizando o *GEOSS/IT* (ROCHA *et al.*, 2016) adaptado de Brilha (2016).

Valor Científico		
Item	Resposta	Peso Valor
1. Representatividade	O local de interesse é o melhor exemplo, atualmente conhecido, na área de trabalho, para ilustrar elementos ou processos, relacionados com a área temática em questão	30% 4
2. Conhecimento científico	Existem artigos sobre o local de interesse em revistas científicas nacionais, diretamente relacionados com a categoria temática em questão	5% 2
3. Integridade	Os principais elementos geológicos estão muito bem preservados	15% 4
4. Diversidade geológica	Local de interesse com 3 ou 4 tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica	5% 2
5. Raridade	O local de interesse é a única ocorrência deste tipo na área de estudo	15% 4
6. Limitações ao uso	É possível fazer amostragem ou trabalho de campo depois de ultrapassar as limitações existentes	10% 2
7. Local-tipo	Não se aplica	20% 0
Valor Científico		100% 280

Na análise quantitativa do valor científico o geossítio Morro do Diabo obteve a mesma pontuação do geossítio Três Morrinhos exceto nos itens: conhecimento científico, pois não há livros publicados sobre o geossítio, apenas artigos em revistas nacionais; no item integridade o sítio Morro do Diabo obteve pontuação maior do que o sítio Três Morrinhos (nota 4), pois os principais elementos geológicos estão muito bem preservados e no quesito limitações ao uso, o sítio de São Paulo nota inferior do que o geossítio parananense, pois existe a necessidade de autorização para entrada no geossítio. Apesar dessas diferenças o geossítio Morro do Diabo também obteve valor científico de 280 e relevância nacional.

A seguir as tabelas 6 e 7 com as pontuações dos itens analisados para o potencial uso educativo e turístico do geossítio Três Morrinhos e Morro do Diabo.

Tabela 6 - Resultado do potencial uso educativo e turístico para o geossítio Três Morrinhos após quantificação utilizando o GEOSSIT (ROCHA *et al.*, 2016) adaptado de Brilha (2016).

Potencial Uso Educativo e Turístico

Item	Resposta	Peso VE	Peso VT	Valor
Vulnerabilidade	Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos por atividade antrópica	10	10	2
Acessibilidade	Local de interesse localizado a menos de 500 m de uma estrada asfaltada	10	10	3
Limitações ao uso	O local de interesse não tem limitações para ser usado por estudantes e turistas	5	5	4
Segurança	Local de interesse sem infraestrutura de segurança (vedações, escadas, corrimões, etc.) mas com rede de comunicações móveis e situado a menos de 50 km de serviços de socorro	10	10	2
Logística	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km do local de interesse	5	5	4
Densidade populacional	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	5	5	1
Associação com outros valores	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10 km do local de interesse	5	5	4
Beleza cênica	Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos	5	15	2
Singularidade	Ocorrência de aspectos únicos e raros no estado	5	10	3
Condições de observação	A observação de todos os elementos geológicos é feita em boas condições	10	5	4
Potencial didático	Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	20	0	4
Diversidade geológica	Ocorrem 3 ou 4 tipos de elementos da geodiversidade	10	0	3
Potencial para divulgação	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	0	10	4
Nível econômico	Local de interesse localizado num município com IDH idêntico ao se verifica no estado	0	5	2
Proximidade a zonas recreativas	Local de interesse localizado a menos de 10 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	0	5	3
Valor Educativo		100%	100%	310
Valor Turístico				280

Tabela 7 - Resultado do potencial uso educativo e turístico para o geossítio Morro do Diabo após quantificação utilizando o *GEOSSIT* (ROCHA et al., 2016) adaptado de Brilha (2016).

Potencial Uso Educativo e Turístico

Item	Resposta	Peso VE	Peso VT	Valor
Vulnerabilidade	Os elementos geológicos do local de interesse não apresentam possibilidade de deterioração por atividades antrópicas	10	10	4
Acessibilidade	Local de interesse localizado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada com local para estacionamento de veículos	10	10	4
Limitações ao uso	local de interesse pode ser usado por estudantes e turistas, mas só depois de ultrapassar certas limitações (autorização, barreiras físicas, marés, inundações, etc.)	5	5	2
Segurança	Local de interesse com infraestrutura de segurança (vedações, escadas, corrimões, etc.), rede de comunicações móveis e situado a menos de 25 km de serviços de socorro	10	10	3
Logística	Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km do local de interesse	5	5	4
Densidade populacional	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	5	5	1
Associação com outros valores	Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10 km do local de interesse	5	5	4
Beleza cênica	Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos	5	15	2
Singularidade	Ocorrência de aspectos únicos e raros no estado	5	10	3
Condições de observação	A observação de todos os elementos geológicos é feita em boas condições	10	5	4
Potencial didático	Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	20	0	4
Diversidade geológica	Ocorrem 3 ou 4 tipos de elementos da geodiversidade	10	0	3
Potencial para divulgação	Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público	0	10	4
Nível econômico	Local de interesse localizado num município com IDH inferior ao se verifica no estado	0	5	1
Proximidade a zonas recreativas	Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atrações turísticas	0	5	4
	Valor Educativo	100%	100%	340
	Valor Turístico			310

A análise do potencial uso turístico e educativo do Morro do Diabo foi similar ao sítio Três Morrinhos nos seguintes itens: logística, densidade populacional, associação com outros valores, beleza cênica, singularidade, condições de observação, potencial didático, diversidade geológica e potencial para divulgação. Apresentou menor pontuação nos aspectos: nível econômico (1 ponto), pois o IDH do município de Teodoro Sampaio é menor do que o do estado de São Paulo e no item limitações ao uso (2 pontos), pois o geossítio necessita de autorização para ser visitado.

Os itens que obtiveram maior pontuação comparado ao Três Morrinhos com nota 4 foram: acessibilidade, pois o Morro do Diabo está localizado a menos de 100 metros de uma estrada asfaltada; vulnerabilidade, já que por estar em uma área com restrições a visitas há menores riscos de haver deteriorização por atividade antrópica e proximidade a zonas recreativas, já que o geossítio está localizado dentro de um Parque que possui zona recreativa e turística. O item segurança também obteve maior pontuação (3 pontos) comparado ao geossítio paranaense, porque há corrimões ao longo do geossítio. Com isso o geossítio Morro do Diabo obteve como valor educativo 340 pontos e como uso turístico 310 pontos; já o geossítio Três Morrinhos obteve valores inferiores, tanto no uso educativo com 310 pontos e no uso turístico com 280 pontos. Os valores mais reduzidos do que os obtidos no geossítio Morro do Diabo devem-se principalmente a menor infraestrutura e falta de controle de acesso no geossítio paranaense.

A seguir as tabelas 8 e 9 com as pontuações dos itens analisados para o risco de degradação do geossítio Três Morrinhos e Morro do Diabo.

Tabela 8 - Resultado risco de degradação para o geossítio Três Morrinhos após quantificação utilizando o GEOSS/IT (ROCHA *et al.*, 2016) adaptado de Brilha (2016).

Risco de degradação		
Item	Resposta	Peso Valor
Deterioração de elementos geológicos	Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	35% 1
Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	Local de interesse situado a mais de 1000 m de área/atividade com potencial para causar degradação	20% 1
Proteção legal	Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	20% 2
Acessibilidade	Local de interesse localizado a menos de 500 m de uma estrada asfaltada	15% 3
Densidade populacional	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	10% 1
Risco de Degradação		100% 150

Tabela 9 - Resultado risco de degradação para o geossítio Morro do Diabo após quantificação utilizando o GEOSSIT (ROCHA et al., 2016) adaptado de Brilha (2016).

Risco de degradação		
Item	Resposta	Peso Valor
Deterioração de elementos geológicos	Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	35% 1
Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	Local de interesse situado a mais de 1000 m de área/atividade com potencial para causar degradação	20% 1
Proteção legal	Local de interesse situado numa área com proteção legal e com controle de acesso	20% 1
Acessibilidade	Local de interesse localizado a menos de 500 m de uma estrada asfaltada	15% 3
Densidade populacional	Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes por km ²	10% 1
Risco de Degradação		100% 130

Os geossítios obtiveram a mesma pontuação nos itens deterioração de elementos geológicos, proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação, acessibilidade e densidade populacional, no entanto o geossítio Morro do Diabo por possuir controle de acesso dos seus visitantes obteve menor valor no item proteção legal acarretando no valor final do risco de degradação. Ambos possuem baixo risco de degradação. O geossítio Três Morrinhos obteve risco de degradação de 150 pontos, com urgência de proteção global a médio prazo. Já o geossítio Morro do Diabo apresentou risco de degradação de 130 pontos e exige medidas de proteção apenas a longo prazo. A síntese da quantificação dos sítios é apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 - Resumo dos valores obtidos por cada geossítio após quantificação pelo aplicativo *GEOSSIT*.

	Três Morrinhos	Morro do Diabo
Valor científico	280	280
Valor educativo	310	340
Valor turístico	280	310
Risco de degradação	150	130

6 CONCLUSÕES

A quantificação dos geossítios utilizando o aplicativo *GEOSSIT* os classificou como de relevância nacional. Os sítios geomorfológicos apresentaram valor científico de 280 pontos, com relevância nacional, quase atingindo o valor mínimo para ser considerado internacional. Isso é explicado pelo fato de que os geossítios em seus estados não serem apenas únicos, mas também contem uma elevada diversidade de elementos da geodiversidade que são os melhores exemplos para ilustrar diversos processos como: o registro do deserto Caiuá, a silicificação hidrotermal e a superfície de aplainamento Sul-americana.

O geossítio paranaense obteve valor turístico de 280 pontos e educativo de 310 pontos. O risco de degradação é baixo (150 pontos em 400 pontos), sendo necessárias medidas de proteção a médio prazo. Isso é reflexo da grande resistência dos arenitos, além da intensa silicificação que agrega resistência

em relação aos demais afloramentos da mesma unidade, e sem esse atributo o risco de degradação seria mais elevado.

O geossítio Morro do Diabo – SP apresentou valores educativos e turísticos maiores que seu correlato, com 340 e 310 pontos respectivamente. Essa diferença de valores deve-se a acessibilidade, com a presença de estrada asfaltada próxima ao geossítio, a menor vulnerabilidade devido à restrição a visitação e maior segurança para estudantes e turistas com a presença de corrimões ao longo do percurso de subida ao morro. O risco de degradação do sítio geomorfológico Três Morrinhos também é baixo (130 pontos em 400 pontos), sendo a principal diferença entre os geossítios o controle de acesso a visitantes e turistas que há no sítio paulista. Como consequência as medidas de proteção resultantes da aplicação do *GEOSSIT* são de longo prazo.

Tanto o geossítio Três Morrinhos quanto o Morro do Diabo possuem potencial geoturístico que pode ser explorado com a realização de atividades que permitam o desenvolvimento sustentável das regiões, realizadas em âmbito municipal e estadual, promovendo melhorias nas condições socioambientais por meio do turismo aliado à divulgação da geodiversidade, que em ambos os casos está associada a fauna e flora locais.

Os geossítios podem aumentar sua pontuação nos itens analisados caso alguns tópicos como publicações em revistas internacionais, melhoria da infraestrutura do local, controle de acesso sejam implementadas, além de instalação de painéis interpretativos e folhetos para ajudar a despertar o interesse dos turistas, da própria população e das escolas em conhecer a história geológica da região. As quantificações devem ser revistas periodicamente justamente devido a essas melhorias ou retrocessos que podem ocorrer no próprio geossítio ou ao seu redor.

Para a gestão e conservação desses geossítios é de extrema importância a conscientização da população para que atividades antrópicas não resultem em degradação do patrimônio geológico. A falta de legislação ambiental que proteja o patrimônio é um problema que nosso país enfrenta deixando grande parte do nosso patrimônio geológico vulnerável. No entanto como os geossítios estão inclusos em parques a conservação da geodiversidade é facilitada. Espera-se que os inventários e a quantificação de geossítios auxiliem nas políticas de planejamento de território e ações de gestão ambiental.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Fernandes e a graduanda em Geologia Kimberlym Vieira pela aquisição de dados, discussão e fotografias dos geossítios.

8 REFERÊNCIAS

BRILHA J. 2005. Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Palimage Editores, Braga, 190p.

BRILHA J. 2006. Proposta metodológica para uma estratégia de geoconservação. Livro de resumos do VII Congresso Nacional de Geologia. Estremoz, p. 925-927.

BRILHA J., ALCALA L., ALMEIDA A., ARAÚJO A., AZEREDO A., AZEVEDO M.R., BARRIGA F., BRUM DA SILVEIRA A., CABRAL J., CACHÃO M., CAETANO P., COBUS A., COKE C., COUTO H., CRISPIM J., CUNHA P.P., DIAS R., DUARTE L.V., D'RIA A., FALÉ P., FERREIRA N., FERREIRA SOARES A., FONSECA P., GALOPIM DE CARVALHO A., GONÇALVES R., GRANJA H., HENRIQUES M.H., KULLBERG J.C., KULLBERG M.C., LEGOINHA P., LIMA A., LIMA E., LOPES L., MADEIRA J., MARQUES J.F., MARTINS A., MARTINS R., MATOS J., MEDINA J., MIRANDA R., MONTEIRO C., MOREIRA M., MOURA D., NETO CARVALHO C., NORONHA F., NUNES J.C., OLIVEIRA J.T., PAIS J., PENA DOS REIS R., PEREIRA D., PEREIRA P., PEREIRA Z., PIÇARRA J., PIMENTEL N., PINTO DE JESUS A., PRADA S., PREGO A., RAMALHO L., RAMALHO M., RAMALHO R., RELVAS J., RIBEIRO A., RIBEIRO M.A., ROCHA R., SÁ A., SANTOS V., SANT'OVAIA H., SEQUEIRA A., SOUSA M., TERRINHA P., VALLE AGUADO B., VAZ N. 2010.

O inventário nacional do património geológico: abordagem metodológica e resultados. e-Terra, v.18, n. 1, p. 1-4.

BRILHA J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, v. 8, n.2, p. 119-134.

CARCAVILLA, L.C. 2012. Geoconservación. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 126p.

CARCAVILLA, L.C.; DELVENE, G.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; GARCÍA CORTÉS, A.; LOZANO, G.; RÁBANO, I.; SÁNCHEZ, A.; VEGAS, J. 2014. Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 21p.

COUTO, E.V.; FORTES, E.; SORDI, M.V.; MARQUES, A.J.; CAMOLEZI, B.A. 2012. Seppômen Maps For Geomorphic Developments Analysis: The Case Of Paraná Plateau Border, Faxinal, State Of Paraná, Brazil. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 34, n. 1, p. 71-78.

FERNANDES, L.A & COIMBRA, A.M. 2000. The Late Cretaceous Caiuá Desert (Bauru Basin, Brazil). *In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS*, 31., Rio de Janeiro (Brasil). *Abstracts*, (cd-rom, General Symposia, 3.6).

FERNANDES, L.A. 2004. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. *In*: Boletim Paranaense de Geociências. 55:53-66. 1 mapa anexo.

FERNADES, L. A.; COUTO, E. V.; SANTOS, L. J. C. Três Morrinhos, Terra Rica, PR. Arenitos silicificados de dunas do Deserto Caiuá testemunham nível de superfície de aplainamento K-T. *In*: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Edits.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2013, v 3, p. 68-83.

GARCÍA-CORTÉS, A. & CARCAVILLA, L.U. 2009. Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interes geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 61p.

GARCIA, M.G.M.; BRILHA, J.; LIMA, F. F.; VARGAS, J.C.; PÉREZ-AGUILAR, A.; ALVES, A.; CAMPANHA, G.A.C.; DULEBA, W.; FALEIROS, F.M.; FERNANDES, L.A.; FIERZ, M.S.M.; GARCIA, M.J.; JANASI, V.A.; MARTINS, L.; RAPOSO, M.I.B.; RICARDI-BRANCO, F.; ROSS, J.L.S.; SALLUM FILHO, W.; SOUZA, C.R.G.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; DE BRITO NEVES, B.B.; CAMPOS NETO, M.C.; CHRISTOFOLETTI, S.R.; HENRIQUE-PINTO, R.; LOBO, H.A.S.; MACHADO, R. , PASSARELLI, C.R.; PERINOTTO, J.A.J.; RIBEIRO, R. R.; SHIMADA, H. 2017. The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. *Geoheritage*, p. 1-20.

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

MOTOKI, A.; PETRAKIS, G.H.; SICHEL, S.E.; CARDOSO, C.E.; MELO, R.C.; SOARES, R.S.; MOTOKI, K.F. 2008. Origem dos relevos do maciço sienítico do Mendanha, RJ, com base nas análises geomorfológicas e sua relação com a hipótese do vulcão de nova Iguaçu. *Geociências*, v.27, n.1, p. 97-113.

PARQUE ESTADUAL MORRO DO DIABO. Disponível em:
<<http://pemorrododiabo.blogspot.com.br>> Acesso em: 25 jan. 2018.

REVERTE, F.C.& GARCIA, M.G.M. 2016. O Patrimônio de São Sebastião – SP: Inventário e uso potencial de geossítios com valor científico, São Paulo, UNESP, v 35, n 4, 495-511.

ROCHA, A.J.D.; LIMA, E.; SCHOBENHAUS, C. 2016. Aplicativo Geossit – Nova Versão. *In*: 48 Congresso Brasileiro de Geologia. Anais do 48 Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre – RS.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERTBORN, M.L.C. 2002. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília, 554p.

WIMBLEDON, W.A.P. 1996. Geosites - A new conservation initiative. Episodes, v.19, n. 3, p.87-88.

WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; QUEIROZ, E.T.; BERBERT-BORN, M.; CAMPOS, D.A. (eds.). 2009. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: CPRM, 2: 515p.

WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E.T. (eds.). 2013. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: CPRM, 3: 332p.