ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/322197194

Diagnóstico do risco de degradação dos geossítios de interesse paleontológico em geossítios da Quarta Colônia (RS)

Article *in* OKARA Geografia em debate · September 2017

DOI: 10.22478/ufpb.1982-3878.2017v11n2.35577

CITATIONS
0

READS
545

2 authors:

Djulia Regina Ziemann
Universidade Federal de Santa Maria
28 PUBLICATIONS **7** CITATIONS
SEE PROFILE

Adriano Figueiró
Universidade Federal de Santa Maria
53 PUBLICATIONS **75** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Djulia Regina Ziemann on 02 January 2018.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

DIAGNÓSTICO DO RISCO DE DEGRADAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS DE INTERESSE PALEONTOLÓGICO EM GEOSSÍTIOS DA QUARTA COLÔNIA (RS)

Djulia Regina Ziemann
Universidade Federal de Santa Maria

Adriano Severo Figueiró
Universidade Federal de Santa Maria

Resumo

Os fósseis da região da Quarta Colônia na Mesorregião Centro-Oriental Rio-Grandense, têm sua importância reconhecida internacionalmente por tratarem-se de um registro bem preservado do Período Triássico. Todavia, o estado de abandono e os danos causados em muitos geossítios de interesse paleontológico são motivos de preocupação, pois há um alto risco de destruição do geopatrimônio, o que poderá impedir que os fósseis venham a estar disponíveis para pesquisas e desta forma de contarem a história pretérita daquele territótio. Neste sentido, o presente trabalho analisa a atual situação destes geossítios que fazem parte do projeto Geoparque Quarta Colônia, definindo uma proposta de quantificação do risco de degradação e propondo medidas de intervenção primárias. A partir da pesquisa realizada, constatou-se que a maioria dos geossítios possui risco de degradação médio e alto, o que pode ser considerado como indicativo quanto à necessidade imediata de medidas de proteção para que as pesquisas nestes locais possam ter continuidade.

Palavras-chave: Patrimônio Paleontológico. Risco de Degradação. Projeto Geoparque Quarta Colônia.

DIAGNOSIS OF THE DEGRADATION RISK OF GEOSITES OF PALEONTOLOGICAL INTEREST IN GEOSITES IN THE QUARTA COLÔNIA (RS)

Abstract

The fossils of the region of the Quarta Colônia in the Central-Eastern Meso-region of Rio Grande do Sul are of international importance because they are a well preserved record of the Triassic Period. However, the state of abandonment and damage caused in many geodesites of paleontological interest are cause for concern, as there is a high risk of destruction of the geopatrimony, which may prevent the fossils from being available for research and this way of telling the Past history of that territory. In this sense, the present work analyzes the current situation of these geosites that are part of the Geopark Quarta Colônia project,

defining a proposal to quantify the risk of degradation and proposing primary intervention measures. From the research carried out, it was verified that most of the geosites have a risk of medium and high degradation, which can be considered as indicative of the immediate need for protection measures so that the research in these sites can continue.

Keywords: Paleontological Heritage. Risk of Degradation. Quarta Colônia Geopark Project

INTRODUÇÃO

O território do projeto Geoparque Quarta Colônia está localizado na Mesorregião Centro-Oriental Rio-Grandense, envolvendo nove municípios (Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, São João do Polêsine e Silveira Martins) na transição entre as áreas sedimentares rebaixadas da Depressão periférica Sul-Riograndense e as escarpas vulcânicas do Planalto Meridional Brasileiro (Figura 1).

Quanto à composição geológica, esta área compreende as bordas da Bacia do Paraná, cuja formação iniciou ao final do Paleozóico, mas que evoluiu no Rio Grande do Sul do Período Permiano ao Cretáceo (MILANI, 1997). Nas áreas mais baixas predominam os depósitos colúvio-aluvionares e as rochas sedimentares Triássicas da Formação Santa Maria (arenitos, siltitos e argilitos fossilíferos); estratigraficamente acima, estão os arenitos eólicos da Formação Botucatu ZERFASS *et al*, 2003) e, compondo as porções mais elevadas, os basaltos da Formação Serra Geral, registro de um dos mais volumosos eventos ígneos da história do planeta.

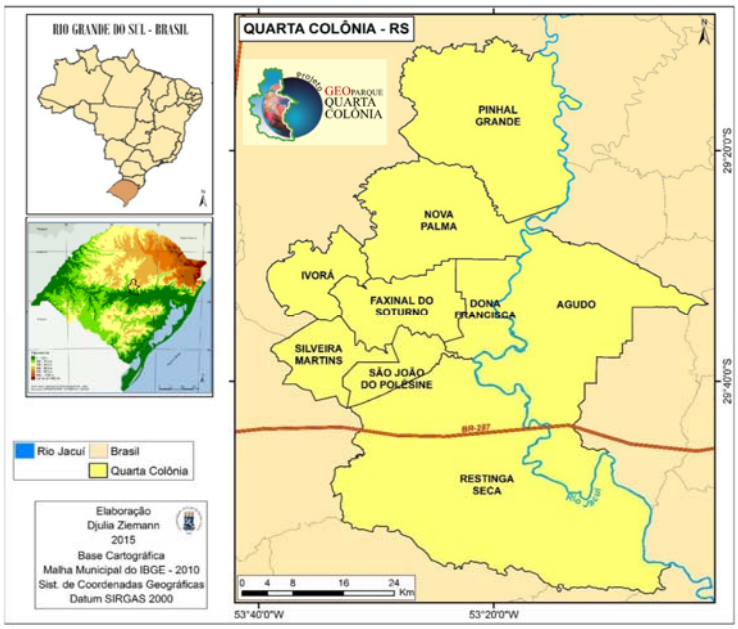

Figura 1- Mapa de localização do projeto Geoparque Quarta Colônia dentro do estado do Rio Grande do Sul

Quanto ao registro fossilífero, esta região guarda fósseis datados do Período Triássico, bem preservados e de importância internacional, dentre os quais destacam-se: dinossauros que estão entre os mais antigos já descritos (COLBERT, 1970; LANGER *et al*., 1999; CABREIRA *et al*., 2011); microcinodontes derivados, estritamente relacionados à origem dos mamíferos (BONAPARTE *et al*., 2001; 2003); taxa únicos da região (e.g. FERIGOLO; LANGER, 2007; FRANÇA *et al*., 2011; ROBERTO-DA-SILVA *et al*., 2014); bem como uma rica fauna composta por diversos grupos taxonômicos (LANGER *et al*., 2007), além de delicados registros de flores, troncos e ramos de coníferas (e.g. BARBONI; DUTRA, 2013) e rastros e pegadas de vários icnogêneros (SILVA *et al*., *2*012).

Este consórcio de nove municípios, cuja gestão está a cargo do Consórcio de Desenvolvimento Sustentável da Quarta Colônia (CONDESUS), deu início à construção de uma proposta de geoparque a partir de 2008, com o inventário geopatrimonial realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (GODOY *et al*, 2012), inventário este que foi reavaliado e ampliado a partir do ano de 2015 (ZIEMANN, 2016).

Durante a revisão do inventário foi possível observar que muitos dos geossítios de interesse paleontológico e de grande relevância científica estão em situação de degradação, sendo que dois geossítios localizados na área urbana do município de Agudo foram completamente destruídos devido a construção de imóveis. Em um destes geossítios foi feita a coleta de um fóssil até hoje reconhecido como o único exemplar da espécie, o *Sacissaurus agudoensis,* que recebeu este nome como referência ao município onde foi coletado.

O outro geossítio, no mesmo município, foi identificado durante o processo de preparação do terreno para receber a fundação de uma residência e dali foram retirados, em uma única coleta, diversos materiais relacionados a cinodontes traversodontídeos; todavia, as obras de construção foram realizadas sem a supervisão de um profissional habilitado, e hoje o geossítio não encontra-se mais disponível para a pesquisa.

A destruição dos geossítios fossilíferos não tem respeitado sequer o Plano Diretor destes municípios. No caso do município de Agudo, a Lei dispõe claramente sobre o incentivo à preservação do patrimônio paleontológico, ao menos em dois de seus artigos:

> **Art. 22.** As Políticas Públicas Municipais a serem implementadas para a obtenção da estruturação regional deverão: I - fortalecer atividades relacionadas à paleontologia na região da Quarta Colônia, como forma de aproveitar o potencial do Município nesta área bem como assegurar o andamento do Projeto “Parques Paleontológicos da Quarta Colônia”;

> **Art. 36.** Para a efetivação da Política Municipal de Turismo, deverá ser elaborado e implementado um Plano de Desenvolvimento Turístico, o qual deverá conter, no mínimo:
>
> II – indicação das áreas que deverão ser prioritariamente convertidas em Zonas Especiais de Interesse Turístico (ZEIT), Zonas Especiais de Interesse Cultural (ZEIC), Zonas Especiais de Interesse Paleontológico (ZEIP) e Zonas Especiais de Interesse de Lazer (ZEIL);
>
> VIII - incentivo à preservação do patrimônio cultural, natural e paleontológico. (PD, Prefeitura Municipal de Agudo, 2011).

O mesmo se repete para outros municípios da Quarta Colônia, onde diversos geossítios de valor paleontológico têm sido parcialmente destruídos ou estão em franco processo de degradação.

Outro caso comum na região são os geossítios com grande infestação de espécies invasoras como o *Pinnus sp*, que prejudicam a integridade dos locais, devido às suas raízes pivotantes que podem destruir os fósseis ainda no sedimento. Este caso já resultou em várias denúncias ao Ministério Público com a intenção de recuperar estas áreas e torná-las adequadas à pesquisa novamente.

Definindo conceitos acerca do Risco de Degradação

Quando se discutem questões relacionadas aos processos de degradação, é bastante comum encontrar-se uma grande polissemia conceitual e terminológica, o que, por vezes, causa dificuldades na interpretação e comparação dos resultados de diferentes pesquisas. Assim, para este trabalho, optou-se pelo uso das definições apresentadas por García-Ortiz *et al* (2014), esquematizadas na figura 2.

Segundo estas autoras, o conceito de sensibilidade de um geossítio refere-se a um termo mais amplo que envolve um conjunto de características próprias daquela estrutura natural capazes de potencializar a sua destruição frente à ação de mecanismos externos, sejam eles de origem natural ou antrópica. Neste caso, a dimensão (quanto menor a área, maior sua sensibilidade à degradação) e a litologia (relacionada à resistência erosiva) do geossítios referem-se aos dois principais critérios envolvidos na maior ou menor sensibilidade da área. Este conceito de sensibilidade, por sua vez, abrange dois outros conceitos que estão a ele subordinados, o de fragilidade e o de vulnerabilidade.

A Fragilidade é aqui definida como uma forma de sensibilidade ligada à possibilidade de um desgaste natural acelerado do geossítio, seja em função das dinâmicas naturais intensas (erosão, intemperização, colonização vegetal e/ou animal) que se processam na área, seja em função das características intrínsecas

do geossítio em oferecer baixa resistência à degradação. O desgaste acelerado, neste caso, é entendido por Fuertes Gutiérrez *et al* (2013) como aquele passível de ser identificado e medido dentro de uma escala humana de tempo, ao invés do lento desgaste natural que se processa em uma escala geológica mais ampla.

Já a vulnerabilidade, por sua vez, é definida por García-Ortiz *et al* (2014) como uma forma de sensibilidade ligada à possibilidade de geração de danos ou destruição de um geossítio por fatores externos às dinâmicas naturais ordinárias da área, sejam eles decorrentes da perturbação antrópica, sejam de dinâmicas naturais excepcionais controladas por condicionantes de escalas superiores.

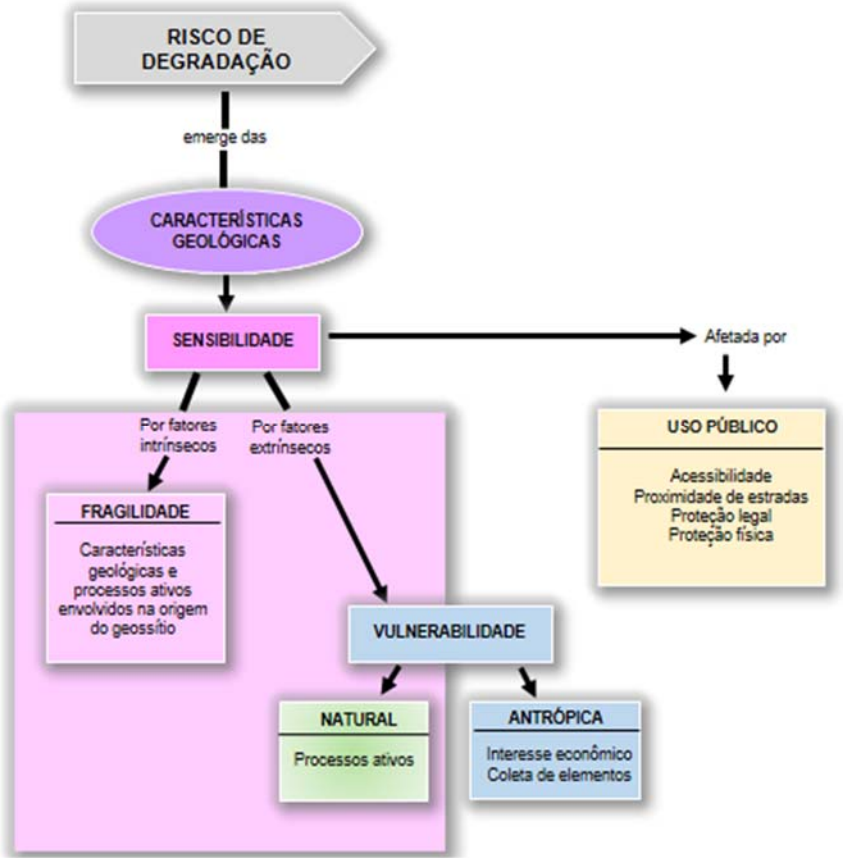

Figura 2 – Diagrama dos parâmetros envolvidos para estimar o risco de degradação de um geossítio.

Fonte: García-Ortiz *et al* (2014).

METODOLOGIA

Os procedimentos realizados durante esta pesquisa podem ser elencados em um conjunto de etapas: (1) revisão dos geossítios de valor paleontológico inventariados (GODOY et al., 2012); (2) levantamento bibliográfico de publicações acerca de cada geossítio e de seu conteúdo fossilífero; (3) trabalho de campo a fim de se observar a

atual situação dos geossítios já inventariados, bem como de novos geossítios que ainda não foram elencados no inventário, mas que correspondem a locais onde já ocorreu a coleta de fósseis e a publicação de trabalhos na área; (4) construção dos indicadores e elaboração do diagnóstico do risco de degradação a partir da interpretação dos dados obtidos em trabalho de campo.

Foram analisados e georreferenciados, no total, quinze geossítios com interesse paleontológico/científico, sendo doze deles já existentes no inventário e três correspondentes a novos geossítios (Figura 3).

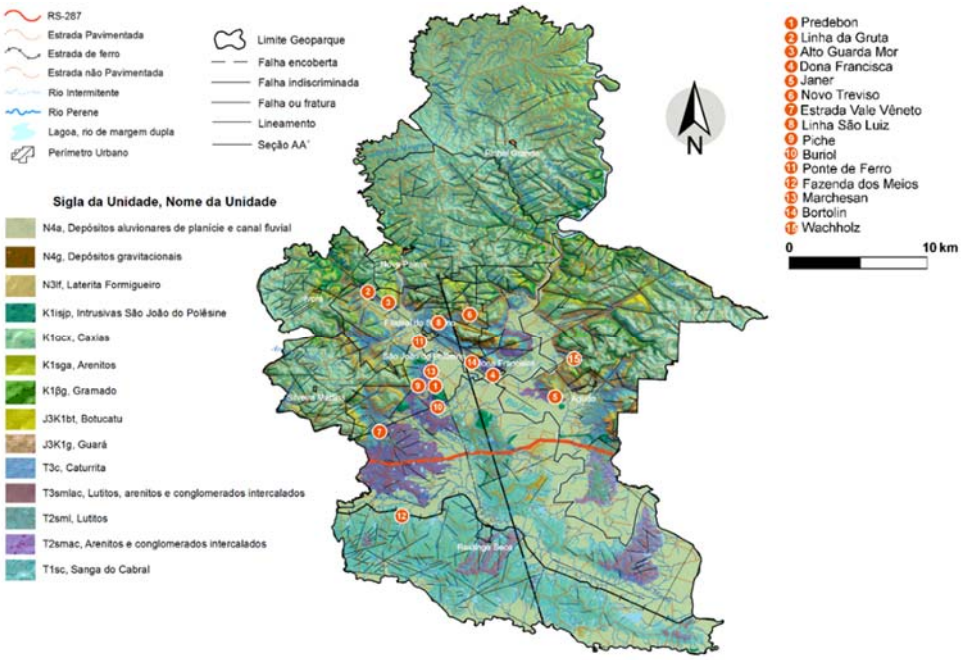

Figura 3 – Mapa geológico simplificado do Projeto Geoparque Quarta Colônia, com destaque para os Geossítios de interesse paleontológico, numerados de 1 a 15.
Fonte: modificado de Godoy et al. (2012).

Caracterização geral dos geossítios de valor paleontológico

A seguir são elencados e brevemente descritos os quinze geossítios de interesse paleontológico da região da Quarta Colônia, analisados neste trabalho.

1. Predebon(Latitude: 29º38’27,8’’S Longitude: 53º26’49,3’’W): Este geossítio está localizado em corte de terreno de área privada e às margens da RS 149. As rochas correspondem à unidade geológica Lutitos, arenitos e conglomerados intercalados (Formação Santa Maria -Triássico Superior). O local possibilita a observação de associações de fácies sedimentares relacionadas a depósitos de corpos lacustres temporários e canais fluviais efêmeros (GODOY et al. 2012).

Neste geossítio já foram identificados icnofósseis de bioturbações (icnogênero

Skolithos), além de pegadas atribuídas a dinossauros, esfenodontes e cinodontes (SILVA et al., 2008). Além dos icnofósseis já foram coletados no local restos osteológicos atribuídos a Rincossauros, mas que ainda estão em estudo.

O local foi anteriormente ponto de retirada de argila e hoje, por tratar-se de uma propriedade privada, o dono deposita cascas de arroz provenientes da atividade agrícola realizada na propriedade. Com o acúmulo destas camadas ocorre uma maior incidência de vegetação que cobre o sedimento, prejudicando a prospecção e coleta de fósseis neste geossítio (Figura 4).

Figura 4 – Visão geral do geossítio Predebon.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

2.Linha da Gruta(Latitude: 9º31’17’’S Longitude: 53º31’44,4’’W)**:** Localiza-se em estrada vicinal na RS 348 no interior do município de Faxinal do Soturno, a 13 km do perímetro urbano. Trata-se de corte de estrada com exposições rochosas em ambos os lados da pista, com aproximadamente 300m de extensão e 10m de altura. Estas rochas correspondem à Formação Caturrita, datada do Triássico Superior. Observa-se neste local um conjunto de fácies sedimentares formadas por arenitos e siltitos, por vezes lutitos, relacionados a canais fluviais e corpos lacustres (GODOY et al., 2012). Neste geossítio já foram coletados materiais relacionados a dinossauros, mas ainda não foram publicados.

Verifica-se no local que a vegetação rasteira e a invasora Pinnus sp. estão propagando-se na área (Figura 5). Quanto a acessibilidade pode-se considerar como boa, o que aumenta a sua vulnerabilidade, uma vez que o geossítio encontra-se em área facilmente acessível por carro ou ônibus, sem cercas para proteger, facilitando coletas indiscriminadas.

Figura 5 – Visão geral do geossítio Linha da Gruta, às margens da RS 348.
Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

3. Alto Guarda Mor (Latitude: 29º33'10,1''S Longitude: 53º31'27,8''W): O geossítio localiza-se no distrito de Sítio Alto, no interior do município de Faxinal do Soturno, a 14 Km do perímetro urbano. Este geossítio corresponde a Formação Caturrita, datada do Triássico Superior. Os afloramentos estão em propriedade privada e possuem cerca de 40m de extensão e 3m de altura, formados por arenitos e pelitos associados a paleocanais fluviais e corpos lacustres. No local já foram coletados restos osteológicos atribuídos a um dicinodonte, mas ainda não foram publicados (GODOY et al. 2012).

O geossítio possui excesso de vegetação rasteira que cobre boa parte de área, além de espécies invasoras como Pinnus sp. e eucaliptos. Parte do afloramento vem sendo utilizado para depósito de restos de poda de árvores e lixo (Figura 6). A acessibilidade é boa e não há nenhum meio de proteção como cercas ou placas de aviso, o que aumenta o grau de vulnerabilidade do geossítio.

Figura 6 – Deposição de lixo e restos de poda de árvores no geossítio Alto Guarda Mor. Perceba-se a densidade de espécies invasoras, que ameaçam a preservação do geopatrimônio do local
Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

4.Dona Francisca (Latitude: 29º37'36,1''S Longitude: 53º22'0,7''W): O geossítio Dona Francisca localiza-se no Km 49 da RS 348, a 300m do perímetro urbano. Trata-se de um afloramento rochoso de beira de morro, em propriedade particular, também conhecido popularmente como "afloramento do posto", pois está situado aos fundos de um posto de combustíveis; alguns trabalhos referem-se ao geossítio como "Sítio Fogliarine", devido ao sobrenome do proprietário da área.

Quanto à área deste afloramento, estima-se que possua 2 ha, com barrancos de 3 a 7 m de altura. O geossítio corresponde a Formação Santa Maria, membro Passo das Tropas, datada do Triássico Médio, e a unidade geológica lutitos com fácies sedimentares relacionadas a corpos lacustres (GODOY et al. 2012). Neste local já foram coletados fósseis de Cinodontes não-mamalianos como *Protheriodon estudiantie Massetognathus ochagaviae*; Dicinodontes, representados por *Dinodontosaurus* (LANGER et al., 2007); além de grandes vertebrados carnívoros como *Decuriasuchus quartacolonia* (FRANÇA, FERIGOLO; LANGER, 2011) e *Prestosuchus chiniquensis* (MASTRANTONIO et al., 2013).

Atualmente, as coletas neste local estão prejudicadas devido ao acúmulo de sedimentos e vegetação no terreno, além de que a exposição do gepatrimônio em uma área plana e de processos erosivos lentos (Figura 7) ocorre com menos intensidade do que em outras áreas.

Figura 7 – Visão geral do Geossítio Dona Francisca.
Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

5. Janer (Latitude 29º 39' 12,5''S Longitude 53º 17' 50,7''W): Este geossítio está localizado em beira de açude, em propriedade particular, na localidade de Várzea de Agudo, a 5 Km do perímetro urbano. Está localizado as margens da RS 348 e para se chegar até o local deve-se percorrer o trajeto de 500m dentro da propriedade. O acesso dá-se somente com autorização dos proprietários e o local é cercado. O afloramento é um corte de terreno, com grandes ravinas e

corresponde a Formação Santa Maria, membro Alemoa, datado do Triássico Superior e possibilita a visualização do contato geológico com a Formação Caturrita, geocronológicamente mais recente (Figura 8).

No local já foram coletados diversos fósseis, como cinodontes (Oliveira *et al*., 2010), rincossauros e dinossauros (CABREIRA *et al*., 2011).

Figura 8 – Visão geral do Geossítio Janer.
Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

6. Novo Treviso (Latitude: 29º31'43,0''S Longitude: 53º24'7,1''W): O geossítio situa-se em uma propriedade privada na área urbana da localidade de Novo Treviso, no município de Faxinal do Soturno. O acesso dá-se pela RS 149 e, após, por estrada vicinal até o ponto. Este geossítio, em forma de lajedos, compreende fácies sedimentares fluviais da unidade geológica Guará, datada do Juro Cretáceo (GODOY et al., 2012). O local guarda feições de pegadas fósseis atribuídas a dinossauros herbívoros, os Saurópodes (SILVA *et al*., 2012). Esses icnofósseis são estruturas entendidas como feições ocasionadas pela erosão diferencial entre as pegadas e a rocha, chamadas de "dinoturbações" pelos autores e foram preservadas em uma trilha de aproximadamente 100 metros de extensão. Hoje as "dinoturbações" encontram-se cobertas por areia e brita (Figura 9) e estão no acesso principal para a entrada do ginásio construído naquela localidade. Assim, considera-se que este geossítio está sob grande risco de erosão pois automóveis, pessoas e animais transitam livremente sobre as pegadas, provocando o atrito dos materiais depositados com a superfície.

Figura 9 – Geossítio Novo Treviso, trilha com "dinoturbações" recobertas de areia e brita.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

7. Estrada Vale Vêneto (Latitude: 29º41'37,2''S Longitude: 53º29'48,3''W): Este geossítio constitui um trajeto de 6Km às margens da RS 149 em estrada vicinal, de chão batido e rocha exposta, que dá acesso à localidade turística de Vale Vêneto.O geossítio corresponde à unidade geológica Caturrita, datada do Triássico Superior, sendo formada por arenitos e pelitos associados a depósitos de paleocanais fluviais e corpos lacustres (GODOY et al. 2012).

Nesse trajeto de fácil acesso, são identificados alguns exemplares de troncos fósseis em boas condições de preservação nas margens da estrada (Figura 10a) e alguns em seu leito (Figura 10b). A ameaça de destruição deste geossítio é constante, devido a facilidade para a coleta não científica dos troncos, o que vem ocorrendo frequentemente. Além disso, a grande quantidade de vegetação presente nos barrancos impede a visualização dos troncos e diminui seu potencial turístico.

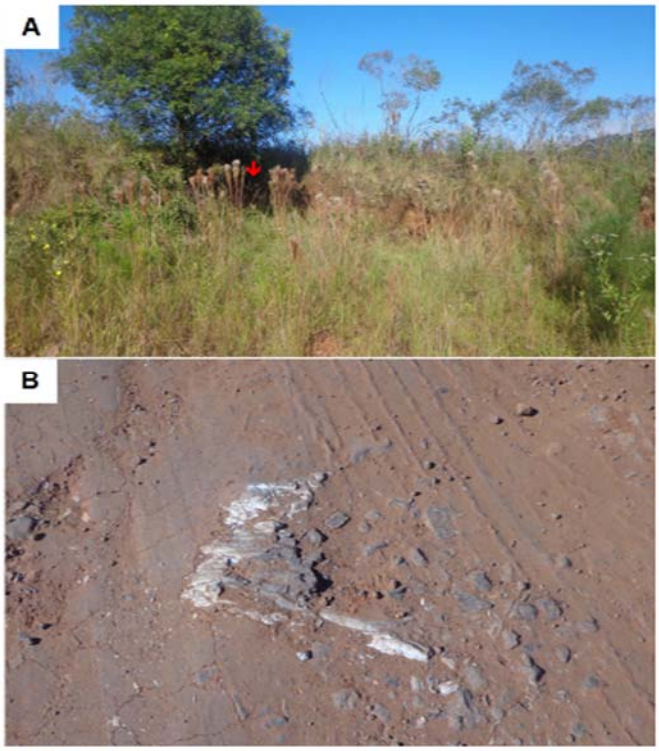

Figura 10 – Troncos fósseis no Geossítio Estrada Vale Vêneto. a) Barranco com troncos fósseis (indicados pela seta) coberto por vegetação; b) Tronco fóssil exposto na estrada.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

8. Linha São Luiz (Latitude: 29º33'28,8''SLongitude: 53º26'53,6''W): Este geossítio encontra-se em um terreno particular, na localidade de Linha São Luiz, no município de Faxinal do Soturno, a 1,1 Km do perímetro urbano. O acesso dá-se pela RS 149 até a cidade de Faxinal do Soturno e, após, por estrada vicinal

Trata-se de uma área de 2 hectares com um conjunto de afloramentos rochosos com pavimentos irregulares, ravinas e barrancos de beira de morro, com até 12 m de altura. O afloramento apresenta arenitos e pelitos intercalados associados a corpos lacustres e corresponde à unidade geológica Caturrita, datada do Triássico Superior (GODOY et al. 2012). O conjunto de afloramentos rochosos guarda importantes e variados registros de cinodontes e esfenodontes (BONAPARTE; SUES, 2006), procolofonídeos (CISNEROS; SCHULTZ, 2003), peixes (MALABARBA, 2002) e um dos registros pós-cranianos de dinossauro mais completos do Brasil (BONAPARTE *et al*., 2007). Além disso, ocorrem conchostráceos (ROHN; DUTRA; CABRAL, 2014) e icnofósseis de pegadas de dinossauros terópodes atribuídas, por Silva *et al*. (2012), ao icnogênero *Eubrontes*. Boa parte do afloramento está coberta por árvores exóticas do gênero *Pinus sp.*, além de vegetação nativa (Figura 11), problema registrado desde 2011. Foram realizadas denúncias ao Ministério Público (BORBA, SOUZA; NEVES, 2011) mas, até o momento, a Prefeitura Municipal não realizou a remoção das árvores. A presença desta espécie invasora prejudica as coletas e também os fósseis, pois o *Pinus*

sp. possui raiz pivotante, com risco de danificar os materiais antes mesmo de serem retirados do solo.

Figura 11 – Infestação de *Pinnus sp*. no Geossítio Linha São Luiz.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

9. Piche (Latitude: 29º39'13,2''S Longitude: 53º27'39,9''W): Este geossítio encontra-se em uma propriedade privada, e está situado às margens da RS 149, no município de São João do Polêsine, a 4,8 Km do perímetro urbano.

Trata-se de um afloramento rochoso onde pode-se visualizar a desconformidade do assentamento da unidade Caturrita, datada do Triássico Superior, sobre a Formação Santa Maria, também do Triássico Superior (Figura 12) (ZERFASS, 2007; GODOY *et al*., 2012). No local foram identificadas bioturbações (*skolithos* - icnofósseis de inverterbrados) e materiais osteológicos relacionados a tetrápodes.

A área do afloramento corresponde a 50 m de extensão e 15 m de altura. As condições de observação são boas. Já quanto ao acesso, as condições podem ser consideradas como médias, pois o afloramento está a 30 m da área pavimentada da RS 149, e atualmente há uma lavoura de soja em frente a este geossítio, que dificulta o acesso até as proximidades.

Figura 12 – Limite de formações (LF) entre a Formação Santa Maria (Fm SM) e Caturrita (Fm Cat) no geossítio Piche.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

10. Buriol (Latitude: 29º39'36,4''S e Longitude: 53º26'13,9''W): O Geossítio Buriol compreende um conjunto de afloramentos em terreno particular, no interior do município de São João do Polêsine. O geossítio é formado por cortes de terreno com até 3m de altura. O acesso é feito através da estrada RS149, sendo que para a entrada na propriedade deve-se solicitar autorização na Fazenda Buriol. Para acessar o geossítio é necessário percorrer aproximadamente 2,3 Km a pé, em estrada precária, para chegar à área dos afloramentos que ficam localizados junto a dois grandes açudes.

O geossítio corresponde à unidade geológica Lutitos, arenitos e conglomerados intercalados da Formação Santa Maria, membro Alemoa. Apresenta basicamente uma associação de depósitos sedimentares relacionados a paleocanais fluviais e corpos lacustres (GODOY et al., 2012) (Figura 13).

O local é utilizado para prospecção e coleta de fósseis pelo CAPPA (Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica da UFSM) e universidades com estudos ligados a paleontologia. Salienta-se a importância da sinalização e medidas de gestão para monitorar o geossítio, a fim de garantir a conservação do mesmo.

Quanto à acessibilidade, esta pode ser considerada como ruim, porém as condições de observação podem ser consideradas como boas. Considerando-se os pontos levantados, este local apresenta interesse científico alto, devido aos trabalhos relacionados à área e o interesse didático, turístico e econômico podem ser considerados como baixos.

Figura 13 – Visão geral do Geosítio Buriol.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

11. Ponte de Ferro (Latitude: 29º34'58,4''S e Longitude: 53º27'52,8''W): O geossítio Ponte de Ferro está situado junto à antiga ponte de ferro, às margens do rio Soturno, distante 1,6 Km do perímetro urbano de Faxinal do Soturno. Trata-se de um geossítio que corresponde à Unidade geológica Caturrita. De acordo com o relatório técnico emitido pela CPRM, elaborado por Godoy *et al.* (2012), neste local poderiam ser encontrados "ótimos exemplares de troncos fósseis distribuídos ao longo do geossítio" (p. 449). Contudo, após trabalho de campo realizado em março de 2015, não foram encontrados exemplares de troncos fósseis no local. Existe a possibilidade de coleta amadora e indiscriminada, pois o local é de fácil acesso ou, devido às cheias do rio, os troncos podem ter sido carregados pela ação da água (Figura 14).

As condições de observação são ruins, pois os barrancos estão cobertos por grande quantidade de vegetação.

Figura14 – Visão geral do Geossítio Ponte de Ferro às margens do Rio Soturno.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

12. Fazenda dos Meios (Latitude: 29º48’31,1’’S e Longitude: 53º28’46,6’’W): O geossítio Fazenda dos Meios está localizado em terreno particular no interior do município de Restinga Seca. O acesso para a visitação é realizado por estrada não pavimentada, partindo-se da localidade de Arroio do Só em direção à cidade de Restinga Seca; o local fica a 10Km da sede do município.

O geossítio compreende um conjunto de afloramentos que correspondem à unidade geológica Sanga do Cabral, datada do Triássico Inferior e apresenta associação de depósitos sedimentares relacionados a paleocanais fluviais, corpos lacustres temporários e campos de dunas eólicas (GODOY *et al*., 2012) (Figura 15).

No geossítio ainda não foram coletados exemplares de materiais fósseis; contudo, como o local apresenta fácies sedimentares onde comumente são localizados fósseis, as prospecções continuam sendo realizadas neste geossítio.

Figura 15 – Feições do geossítio Fazenda dos Meios.

Fonte: Godoy *et al*, 2012.

13. Marchesan (Latitude: 29º37'51,17''S Longitude: 53º27'0,30''W): O geossítio Marchesan está situado em uma propriedade privada às margens da RS 149, no município de São João do Polêsine, a 1 Km do perímetro urbano. O acesso dá-se pela RS 149 e, após, por 200m em estrada vicinal. Trata-se de um afloramento com rochas pertencentes à Formação Santa Maria, resultante de um corte no terreno para a construção de um açude. Durante anos o local foi utilizado apenas para a retirada de material para a fabricação de cerâmica (figura 16). Contudo em 2014 após uma vistoria de paleontólogos, foram encontrados fósseis no local; até o momento já foram coletados cerca de quatro espécimes de Rincossauros e um Herrerasaurídeo. Devido à recente descoberta e coleta do materiais, estão em fase de preparação e estudo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), dois Rincossauros, e no CAPPA-UFSM estão depositados três Rincossauros e o Herrerasaurídeo.

Levando-se em conta os dados expostos, considera-se que o geossítio apresenta um elevado interesse científico devido à raridade do material encontrado, pois até o momento no Rio Grande do Sul há apenas um Herrerasaurídeo descrito, o Stauricossauro, coletado em Santa Maria, este que é o único dinossauro estritamente carnívoro do Estado, além de ser o mais antigo (COLBERT, 1970).

Enfatiza-se que a retirada de material para a fabricação de cerâmica é prejudicial para a conservação do geossítio, pois se não for feito monitoramento constante possivelmente irá ocorrer a degradação de fósseis.

Figura 16 – Cava de argila no geossítio Marchesan.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

14. Bortolin (Latitude: 29º39'12,5''S e Longitude: 53º17'50,7''W): Este geossítio está localizado em propriedade privada no município de Dona Francisca, as margens da RS 348, a 1,5 Km da sede. Para acessar o local, deve-se percorrer 250 m a pé em estrada vicinal a partir da entrada da propriedade, sendo que o acesso dá-se somente com autorização dos proprietários.

Trata-se de um afloramento rochoso na beira de um açude com paredões com aproximadamente 5m (Figura 17), onde já foram coletados restos de dicinodontes de gênero Dinodontossaurus, que ainda estão em estudo. Devido a esta descoberta, o geossítio é considerado da idade Triássico Médio; neste local também foram coletados restos fossilíferos atribuídos a cinodontes traversodontídeos e arcossaurus, que estão em estudo.

Figura 17 – Visão geral do Geossítio Bortolin.

Fonte: trabalho de campo, março de 2015.

15. Wachholz (Latitude: 29º 36' 46,42''S Longitude: 53º 15' 54,06''W): O Geossítio Wachholz está situado em propriedade privada na localidade de Linha das Flores, no município de Agudo, a 13 Km do perímetro urbano em estrada vicinal. O local constitui-se de corte de terreno que corresponde à Formação Santa Maria, membro Alemoa (Figura 18) e o acesso dá-se somente com autorização dos proprietários. Neste local já foram coletados fósseis de quatro dinossauros herbívoros praticamente completos e articulados (MÜLLER *et al*., 2015).

Figura 18 – Visão geral do Geossítio Wachholz.

Fonte: Acervo pessoal de Sérgio Dias da Silva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação preliminar da situação de vulnerabilidade dos geossítios analisados baseou-se no trabalho de Siqueira *et al.* (2011), a partir do qual foram definidos onze critérios de avaliação, capazes de estimar o grau de vulnerabilidade dos geossítios da Quarta Colônia (quadro 1).

Os critérios serviram como base para os cálculos de valoração do risco de degradação dos geossítios de interesse paleontológico, sendo que cada critério foi avaliado a partir de uma lógica *Fuzzy*, onde é possível definir parâmetros quantificáveis para variações qualitativas que se estabelecem dentro de cada critério.

Com base nisso, cada critério recebeu uma nota de 0 a 3, sendo 0 a inaplicabilidade daquele critério às condições do geossítio e 3 a máxima importância do critério dentro do risco de degradação do geossítio. Ao final, realizou-se um somatório das notas

atribuídas em todos os critérios, a fim de elaborar o gráfico do risco de degradação de cada geossítio.

Quadro 1 – Critérios e parâmetros para o diagnóstico do risco de degradação de geossítios da Quarta Colônia/RS.

RISCO DE DEGRADAÇÃO		0	1	2	3
Área de extração de argila	Refere-se a locais com extração de argila onde o risco de degradação é eminente	Não se aplica	Extração desativada	Extração desativada, mas com possibilidade de utilização	Extração ativa
Infestação por espécie florestal invasora	Corresponde a áreas onde espécies florestais invasoras prejudicam a coleta e prospecção de fósseis	Não se aplica	Área pouco infestada	Área moderadamente infestada	Área altamente infestada
Deposição de materiais (lixo, cascas de arroz...)	Relacionado a deposição de materiais em geossítios, o que pode ocasionar a degradação	Não se aplica	Deposição em pequena área	Deposição em área moderada	Deposição contínua e significativa em grande parte da área
Área com cobertura vegetal excessiva	Refere-se a locais com grande quantidade de vegetação, o que prejudica a conservação do local	Não se aplica	Área com início da propagação da vegetação	Área com pontos aleatórios apresentando cobertura vegetal	Área com grande quantidade de vegetação rasteira cobrindo o geossítio
Localizado em leito de rio	Geossítios localizados em leito de rio estão a mercê das cheias	Não se aplica	Localizado em área moderadamente próxima a um rio	Localizado em área próxima a um rio, com risco de ser atingida em caso de cheia	Localizado às margens de um rio
Localizado em área onde não ocorre erosão natural do terreno	A erosão natural contribui com a prospecção de fósseis, caso não ocorra erosão, muitas camadas ficam acumuladas e isso dificulta a pesquisa	Não se aplica	Área com início do acúmulo de camadas depositadas	Área com acumulo pontual de camadas cobertas por vegetação	Área com várias camadas acumuladas e início da infestação por vegetação
Localizado em área com trânsito frequente de pessoas	Locais com trânsito frequente de pessoas são mais propensos a sofrerem algum tipo de degradação	Não se aplica	Localizado em área com baixo fluxo de pessoas	Localizado em área com fluxo moderado de pessoas	Localizado em área de grande fluxo de pessoas, mesmo que esporadicamente
Localizado em área de difícil acesso	Geossítios com condições mais restritas de acesso são menos propensos a sofrerem algum tipo de degradação	Não se aplica	Localizado em propriedade privada com controle de entrada e saída, com difícil acesso	Localizado em propriedade privada com condições de acesso moderadas	Localizado em propriedade privada com condições de facilitadas de acesso
Área com acesso facilitado a partir da estrada	As condições de acesso são decisivas quanto a conservação dos geossítios, pois quanto mais fácil de se acessar, consequentemente maior as chances do local sofrer coletas indiscriminadas e outros tipos de degradação	Não se aplica	Geossítio localizado em propriedade privada, acessível somente a pé	Geossítio localizado a menos de 500m de estrada acessível por carro	Geossítio localizado a menos de 100m de estrada acessível por ônibus
Relevância científica baseada em publicações, prospecções e coletas frequentes	Geossítios explorados constantemente são alvos de publicações e em consequência maior é a necessidade de conservá-lo	Não se aplica	Geossítio com coletas realizadas nos últimos 3 anos com pouca ou nenhuma publicação em periódicos	Geossítio com coletas realizadas nos últimos 2 anos, com pelo menos uma publicação em revista nacional	Geossítio com coletas realizadas nos último ano, com pelo menos uma publicação em revista internacional
Sinalização quanto a localização e importância do geossítio	A sinalização é um indicativo da importância do local e a necessidade de conservação	Não se aplica	Geossítio com sinalização	Geossítio com pelo menos um meio de sinalização que indique localização ou importância	Geossítio sem sinalização alguma

Fonte: os autores.

Para a avaliação do risco de degradação foram utilizados os critérios pré-estabelecidos, onde os parâmetros variam de zero a três pontos para os onze critérios definidos para esta pesquisa, de acordo com a realidade de cada local. Assim, com base na distribuição normal das notas atribuídas aos quinze geossítios, foi estabelecido que para o risco de degradação ser baixo, os valores deveriam ser iguais ou menores que quinze (15), para a risco de degradação médio, os valores ficariam entre dezesseis (16) e vinte e dois (22)

e, para que o risco de degradação fosse considerado alto, os valores devem ser maiores ou iguais a vinte e três (23).

Observa-se no gráfico da figura 19 que, dos quinze geossítios analisados, sete possuem risco de degradação considerado como baixo, sendo estes os geossítios que encontram-se em propriedades privadas, alguns deles com um controle de entrada e saída e com condições de acesso pouco favoráveis, devido à distância para se chegar ao local.

Apesar disso, seis geossítios foram avaliados com risco de degradação médio. Estes geossítios já apresentam algum nível de deterioração devido à falta de manutenção, especialmente no caso de infestação por espécie invasora ou deposição de materiais como lixo, cascas de arroz e outros, além de serem locais com acesso facilitado, como margens de estradas ou locais muito próximos.

Na avaliação dois geossítios apresentaram alto risco de degradação, pois estão com um grau considerável de deterioração devido a deposição de materiais, além de um deles ser uma área potencial à reativação como cava de argila.

Com base em García-Ortiz; Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2014), os geossítios de interesse paleontológico podem ser considerados vulneráveis por fatores antrópicos como exploração econômica, coleta indiscriminada e especulação imobiliária. Podem ser considerados como vulneráveis por fatores naturais como clima e são frágeis pelo tamanho, por serem compostos de arenitos e argilitos friáveis.

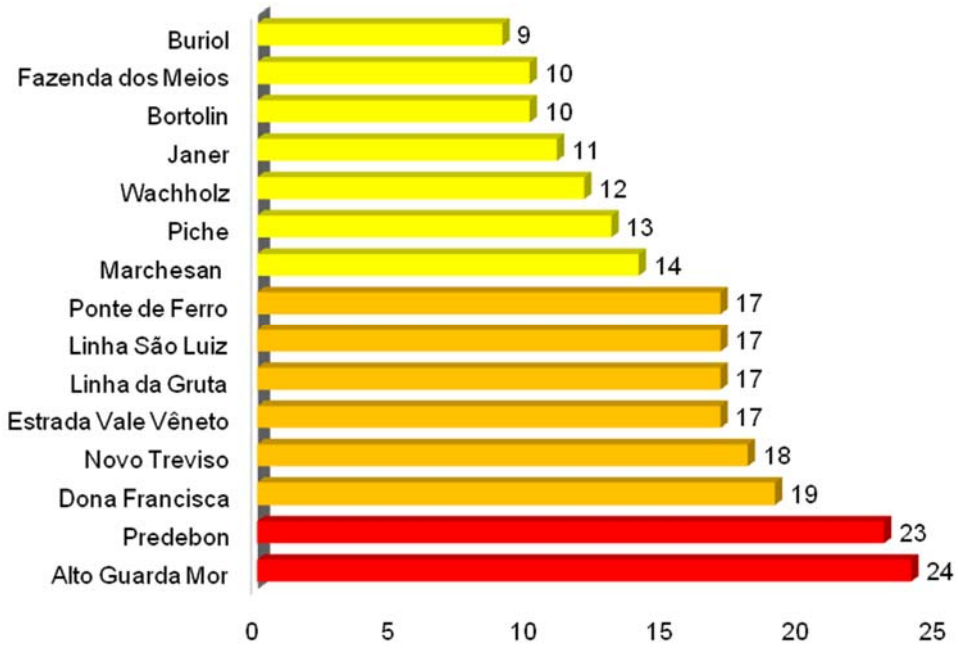

Figura 19 – Gráfico do risco de degradação dos geossítios com interesse paleontológico para a região da Quarta Colônia/RS. A cor vermelha representa geossítios com alto risco de degradação, a cor laranja representa geossítios com risco de degradação médio e a cor amarela representa geossítios com risco de degradação baixo.

Fonte: elaboração dos autores.

Diante destes resultados, destaca-se a necessidade de que os geossítios com baixo risco de degradação possam ser conservados na condição em que se encontram, ao passo de que aqueles considerados como de risco médio à degradação possam ter o seu processo de manejo aprimorado pelos proprietários e/ou gestores do território do Geoparque, a fim de reduzir a intensidade dos fatores que os vulnerabilizam, antes que o risco de degradação destes geossítios se ampliem. Ao mesmo tempo, urge que uma ação imediata seja desencadeada sobre os dois geossítios considerados como de maior risco de degradação, a fim de que a possibilidade de perda do geopatrimônio envolvido não se efetive em curto espaço de tempo.

Estas ações devem ser direcionadas fundamentalmente à supressão da vegetação, especialmente no que se refere às espécies invasoras, e cercamento e sinalização das áreas, a fim de impedir a perda do patrimônio em função de coletas não autorizadas ou outras formas de uso que coloquem em risco o valor científico destes geossítios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os geossítios de interesse paleontológico inseridos na região da Quarta Colônia, estão consideravelmente ameaçados devido à falta de uma manejo adequado para estes locais, seja para a retirada de espécies invasoras, a remoção do excesso de vegetação ou o excesso de sedimentos que dificulta a prospecção e coleta dos materiais, além da falta de sinalização para que a população saiba o conteúdo geopatrimonial ali existente e atribua a sua devida importância, já que ações no sentido de divulgação científicas são, ainda, insuficientes neste território. As pesquisas científicas ligadas ao geopatrimônio fossilífero da Quarta Colônia são prejudicadas por estes fatores, além de existir a possibilidade da perda total de geossítios, como já ocorreu com dois importantes geossítios da região anteriormente citados.

Desta forma, ressalta-se a importância da conservação de tais locais, além de maior atenção das autoridades municipais, pois cabe a eles o papel de auxiliar na proteção de tais locais, para que os importantes fósseis da Quarta Colônia possam continuar exercendo seu papel de responder a questões ligadas ao passado geológico daquela região e do planeta Terra.

REFERÊNCIAS

AGUDO. Prefeitura Municipal. Lei Complementar nº 01/2010 de janeiro de 2010. Estabelece os Princípios, Diretrizes, Políticas, Programas, Projetos e outros instrumentos do desenvolvimento municipal e dá outras providências. Agudo, jan. 2010.

BARBONI, R.; DUTRA, T. L. New “flower” and leaves of bennettitales from Southern and their implication in the age of the lower Mesozoic deposits. Amenghiniana, v.50, p.14-32, 2013.

BONAPARTE, J. F.; BREA, G.; SCHULTZ, C. L.; MARTINELLI, A. G. A new specimen of Guaibasaurus candelariensis (basal Saurischia) from the Late Triassic Caturrita Formation of southern Brazil. Historical Biology, v.19, p.73–82, 2007.

BONAPARTE, J. F.; FERIGOLO, J.; RIBEIRO, A. M. A primitive Late Triassic 'ictidosaur' from Rio Grande do Sul, Brazil. Palaeontology, v.44, p. 623-635, 2001.

BONAPARTE, J. F.; MARTINELLI, A.; SCHULTZ, C. L.; RUBERT, R. The sister groups of mamals: small cynodonts from the Late Triassic of Southern Brazil, Revista Brasileira de Paleontologia, v.5, p. 5-27, 2003.

BONAPARTE, J. F.; SUES, H. D. A new species of Clevosaurus (Lepidosauria: Rhyncocephalia) from the Uper Triassic of Rio Grande do Sul, Brazil. Paleontology, v.9, p.917-923, 2006.

BORBA, A. W.; SOUZA, L. F.; NEVES, E. Z. Relatório de vistoria: patrimônio cultural-sítios paleontológicos. Porto Alegre: Ministério Público do Rio Grande do Sul, 2011. 12 p. (Relatório de vistoria n. 1190/2011).

CABREIRA, S. F.; SCHULTZ, C. L.; BITTENCOURT, J. S.; SOARES, M. B.; FORTIER, D. C.; SILVA, L. R.; LANGER, M. C. New stem-sauropodomorph (Dinosauria, Saurischia) from the Triassic of Brazil. Naturwissenschaften, v.98, p.1035–1046, 2011.

CISNEROS, J. C.; SCHULTZ, C. L. Soturnia caliodon n. g. n sp., a procolophonid reptile from Upper Triassic of southern Brazil. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, v.227, p. 365-380, 2003.

COLBERT, E. H. A saurischian dinosaur from the Triassic of Brazil. American Museum Novitates, v.2405, p.1-39, 1970.

FERIGOLO, J.; LANGER, M. C. A late Triassic dinosauriform from south Brazil and the origin of the ornithischian predentary bone. Historical Biology, v.19, p. 23–33, 2007.

FRANÇA, M. A. G.; FERIGOLO, J.; LANGER, M. C. Associated skeletons of a new middle Triassic "Rauisuchia" from Brazil. Naturwissenschaften, v.98, p. 389–395, 2011.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E.; GARCÍA ORTIZ, E. Propuesta de términos en castellano sobre conceptos relacionados con el riesgo de degradación del patrimonio geológico. In: VEGAS, J.; SALAZAR, A.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; MARCHÁN, C. (Eds.) Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. Cuadernos del Museo Geominero, vol. 15. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 195–206, 2013.

GARCÍA-ORTIZ, E.; FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: fragility and natural vulnerability, a case study.Proceedings of the Geologists' Association, v. 125, 2014.

GODOY, M. M.; BINOTTO, R. B.; SILVA, R. C. da; ZERFASS, H. Geoparques/propostas: Quarta Colônia (RS). In: SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da (Org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p. 417-456.

LANGER, M. C.; ABDALA, F.; RICHTER, M.; BENTON, M.J.A sauropodomorph dinosaur from the Upper Triassic (Carnian) of Southern Brazil.Comptes Rendus de

l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Terre et des Plan`etes329, 511–517, 1999.

LANGER, M. C.; RIBEIRO, A. M.; SCHULTZ, C. L.; FERIGOLO, J.The continental tetrapod-bearing Triassic of South Brazil. BullNMMus Nat HistSci. 41, 201–218, 2007.

MALABARBA, M. C. Peixes. In: DA ROSA, A. (Org.). Vertebrados fósseis de Santa Maria e região. Santa Maria: Pallotti, 2009.p.37-48.

MASTRANTONIO, B. M.; SCHULTZ, C. L.; DESOJO, J. B.; GARCIA, J. B. The braincase of *Prestosuchus chiniquensis* (Archosauria: Suchia). Geological Society, v.379, p.425-440. 2013.

MILANI, E. J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Tese (Doutorado em Geociências) - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

MÜLLER, R. T; DA ROSA, A. A. S.; SILVA, L. R.; AIRES, A. S. S.; PACHECO, C. P.; PAVANATTO, A. E. B.; SILVA, S. D. Wachholz, a new exquisite dinosaur-bearing fossiliferous site from the Upper Triassic of southern Brazil. Journal of South American Earth Sciences, v.61, p. 120-128, 2015.

OLIVEIRA, T. V. de; SOARES, M. B.; SCHULTZ, C. L. *Trucidocynodon riograndensis* gen. nov. et sp. nov.(Eucynodontia), a new cynodont from the Brazilian Upper Triassic (Santa Maria Formation). Zootaxa, v. 2382, p. 1-71, 2010.

RHON, R.; DUTRA, T. L.; CABRAL, M. V. B. Conchostraceos como evidência de níveis jurássicos na Formação Caturrita, Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brasil. Geol. USP, v.14, p.4-13, 2014.

ROBERTO-DA-SILVA, L.; DESOJO, J. B.; CABREIRA, S. F.; AIRES, A. S. S.; MÜLLER, R. T.; PACHECO, C. P.; DIAS-DA-SILVA, S. A new aetosaurfromthe Upper Triassic of the Santa Maria Formation, southern Brasil. Zootaxa, v.3764, p.240–278, 2014.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da (Org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

SILVA, R. C.; BARBONI, R.; DUTRA, T.; GODOY, M. M.; BINOTTO, R. B. Footprints of large theropod dinosaurs and implications on the age of Triassic biotas from Southern Brazil. Journal of South American Earth Sciences, v.39 p.16-23, 2012.

SILVA, R. C.; CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. Pegadas de dinossauros do Triássico (Formação Santa Maria) do Brasil. Ameghiniana, v.45, n.4, p. 783-790, 2008.

SIQUEIRA, L. M. P. et al. Sítios paleontológicos do Rio do Peixe: georreferenciamento, diagnóstico de vulnerabilidade e medidas de proteção. Anuário do Instituto de Geociências, v.34, p.09-21, 2011.

ZERFASS, H. Geologia da Folha de Agudo, SH.22-V-C-V, escala 1:100.000. Serviço Geológico do Brasil-CPRM, CD-ROM, 2007.

ZERFASS, H., LAVINA, E.L., SCHULTZ, C.L., GARCIA, A.G.V., FACCINI, U.F.; CHEMALE Jr., F. Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. Sedimentary Geology, vol.161, p. 85-105, 2003.

ZIEMANN, D. R. Estratégias de geoconservação para a proposta do Geoparque Quarta Colônia – RS. Dissertação (Mestrado em Geografia). Santa Maria: UFSM, 2016.

Contato com o autor: Djulia Regina Ziemann <djuliaziemann@gmail.com>
Recebido em: 04/08/2017
Aprovado em: 16/09/2017

View publication stats