

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul

André Weissheimer de Borba

Pesquisas em Geociências, 38 (1): 3-13, jan./abr., 2011.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/23832>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan./abr., 2011.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul

André Weissheimer de BORBA

Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, Divisão de Assessoramento Técnico, Unidade de Assessoramento Ambiental (UAA/DAT/MPRS), Rua Gen. Andrade Neves, 106, 10^º Andar, CEP: 90010-210, Centro, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: awborba@mp.rs.gov.br.

Recebido em 07/2010. Aceito para publicação em 04/2011.
Versão online publicada em 17/10/2011 (www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br)

Resumo - O presente trabalho apresenta uma revisão dos conceitos de geodiversidade, geopatrimônio e outros relacionados às estratégias de geoconservação e gestão de geoparques. Essas estratégias atualmente aproximam os geocientistas das questões da conservação da natureza, do ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável de comunidades rurais. São analisadas, de forma crítica, as diferentes abordagens e métodos de avaliação da geodiversidade e do geopatrimônio. Ao final, é apresentado um breve panorama da geodiversidade do Rio Grande do Sul, com a sugestão de alguns contextos nos quais seria importante a adoção de estratégias de geoconservação ou a implantação de geoparques. O objetivo desta revisão, além de marcar premissas para uma linha de pesquisa que se inicia, é disseminar os conceitos e práticas relacionados ao assunto aos geocientistas do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave - Geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação, geoparques, Rio Grande do Sul.

Abstract - GEODIVERSITY AND GEOHERITAGE AS A BASIS FOR GEOCONSERVATION STRATEGIES: CONCEPTS, APPROACHES, ASSESSMENT METHODS, AND APPLICABILITY TO THE CONTEXT OF THE RIO GRANDE DO SUL STATE. This paper presents a review of geodiversity, geoheritage, and other concepts related to geoconservation practices and geopark management. Such strategies bring the geoscientists near to the issues of nature conservation, territorial management, and sustainable development in rural areas. The different approaches and methods for assessing geodiversity and geoheritage are critically analyzed. Finally, a brief scenario of the geodiversity of Rio Grande do Sul is presented, pointing out some contexts in which geoconservation and/or geopark establishment could be important. The present review aims to mark some starting points for a research on the subject, as well as for spreading these concepts and practices to the geoscientists of the Rio Grande do Sul State.

Keywords - Geodiversity, geoheritage, geoconservation, geoparks, Rio Grande do Sul State.

1. Introdução

Os movimentos de conservação da natureza sempre tiveram uma clara ênfase na proteção da biodiversidade (Myers *et al.*, 2000). As iniciativas governamentais de implantação de unidades de conservação (parques, reservas, etc.), em todas as partes do mundo, quase sempre tiveram como objetivo fundamental a proteção da flora e da fauna. Como consequência, feições geológicas e geomorfológicas importantes têm sido conservadas apenas de forma indireta. É necessário lembrar, no entanto, que a natureza é composta por duas porções fortemente conectadas, interdependentes e, na prática, inseparáveis (Brilha, 2002): as frações biótica e abiótica. Essa última é composta por rochas, fósseis, minerais, formas de relevo e paisa-

gens, além dos processos ativos de vulcanismo, hidrotermalismo, intemperismo, formação de solo, erosão, transporte e sedimentação. A manutenção da integridade e da funcionalidade desses sistemas terrestres (ou geossistemas) é fundamental para a qualidade de vida das sociedades e determinante para o equilíbrio dos ecossistemas e para a própria vida na Terra (Santucci, 2005; Gray, 2005). Por isso, entende-se hoje em dia que os esforços no sentido da conservação da natureza devam ser planejados e executados de forma integrada, utilizando-se, além dos conceitos relacionados às biociências, também o conhecimento geocientífico (Brilha, 2002).

Nas últimas duas décadas, os conceitos de geodiversidade e geopatrimônio (Stanley, 2000; Gray, 2004; Koslowski, 2004; Rodrigues & Fonseca,

2008) surgiram para aproximar os geocientistas das questões da conservação da natureza, do ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável das comunidades rurais. Tais conceitos, atualmente, em diversas partes do mundo, formam a base para as estratégias reunidas sob a designação de geoconservação (Sharples, 2002): preservação e valorização da porção abiótica da natureza. A geoconservação envolve: proteção legal das feições geológicas e geomorfológicas de destaque em unidades de conservação; valorização da geodiversidade e do geopatrimônio junto às comunidades locais; educação geocientífica de crianças, jovens e adultos; e ainda geoturismo consciente, qualificado e sustentável, trazendo recursos externos e movimentando a economia local (Brilha, 2005). Uma das estratégias mais bem sucedidas, nesse sentido, tem sido o estabelecimento de geoparques, através de redes de cooperação continentais e de uma rede global (*Global Geoparks Network, GGN*), sob os auspícios da UNESCO. Os geoparques reconhecidos e certificados pela GGN constituem territórios dotados de um geopatrimônio singular e que instituem uma estrutura de gestão voltada ao desenvolvimento sustentável e à geoconservação (Zouros, 2004; McKeever & Zouros, 2005).

O conceito de geodiversidade, entretanto, é amplo e abrangente, permitindo diferentes interpretações e abordagens. Instituições ou profissionais ligados aos setores da exploração e pesquisa mineral têm utilizado o termo para designar a diversidade de materiais geológicos existentes em determinada área, com foco em suas aplicações e limitações ao uso (*e.g.* CPRM, 2009). A abordagem citada acima ainda vê os recursos da geodiversidade prioritariamente em sua vertente econômica, como “recursos minerais e energéticos”. No entanto, a geodiversidade possui uma série de valores que vão muito além dessa visão voltada à exploração (Gray, 2005; Brilha, 2005): valores intrínsecos ou de existência; valores culturais, como a influência da paisagem sobre as tradições, folclore e lendas; valores estéticos, relacionados à contemplação, inspiração artística ou prática de esportes de aventura na natureza; valores funcionais, inclusive como substrato indispensável para os ecossistemas e biomas terrestres e marinhos; e valores científico-educacionais, relacionados à definição da evolução geológica das áreas e à formação de novos profissionais de geociências. Muitos desses valores, quando bem explorados, com ética e respeito à natureza, têm o potencial de gerar benefícios huma-

nos, sociais e ambientais muito maiores que a exploração econômica das mesmas áreas.

Avaliar e quantificar a geodiversidade de um território não constituem tarefas simples (Grandgirard, 1999), e as metodologias utilizadas para esse fim podem empregar o estabelecimento de arcabouços geológicos de consenso entre especialistas (García-Cortés *et al.*, 2001; Brilha *et al.*, 2005), o uso de algoritmos matemáticos (Serrano-Cañadas & Ruiz-Flaño, 2007), a confecção de mapas e avaliações comparativas com outras áreas (Panizza, 2009). Realizar um inventário do geopatrimônio de uma região ou de um país também é uma atividade complexa, envolvendo principalmente consulta a especialistas mediante listas de critérios previamente estabelecidos (Bruschi, 2007; Lima *et al.*, 2010). Após a definição dos elementos e feições dignos de conservação, ou seja, do geopatrimônio, as estratégias para sua proteção e divulgação também são diversificadas e dependem da situação de cada afloramento, paisagem ou sistema geomorfológico ativo (Gray, 2008). Considerando-se todas essas variáveis e no sentido de iniciar uma linha de pesquisa voltada à temática da geoconservação, os objetivos deste trabalho são: (1) revisar, de forma abrangente, os conceitos e abordagens disponíveis na literatura especializada para os termos geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação, marcando algumas premissas para a pesquisa; (2) apresentar, de maneira crítica, os métodos de avaliação da geodiversidade e de definição do geopatrimônio de áreas mais ou menos extensas; e (3) discutir brevemente a aplicabilidade desses conceitos e estratégias ao contexto geológico do Rio Grande do Sul. Objetiva-se, dessa forma, disseminar os conceitos e metodologias aqui revisados a um público especializado e diretamente envolvido, no presente ou no futuro, com a definição do geopatrimônio do Rio Grande do Sul e com as estratégias para sua conservação: os próprios geocientistas rio-grandenses.

2. Geodiversidade: conceito e métodos de avaliação

O conceito de geodiversidade foi introduzido, ainda nos anos 1990 (Sharples, 1993), no sentido de estabelecer uma analogia com o termo biodiversidade, para salientar o fato de que a natureza é composta por duas frações, biótica e abiótica, profundamente conectadas e interdependentes. A ori-

gem do termo geodiversidade está ligada a um momento histórico posterior à Conferência da ONU do Rio de Janeiro, em 1992, durante as discussões sobre as maneiras adequadas de se atingir o desenvolvimento sustentável (Sharples, 2002; Hjort & Luoto, 2010). Em sua própria origem, percebe-se um viés conservacionista para o assunto. O termo geodiversidade constitui, segundo Gray (2004; 2008), uma abreviação de “diversidade geológica e geomorfológica”. Com foco nos processos de formação e evolução terrestre, Stanley (2000) definiu geodiversidade como “a variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que produzem paisagens, rochas, minerais, solos e outros depósitos superficiais formadores do arcabouço que sustenta a vida na Terra”. Gray (2004), por sua vez, focalizou os produtos geológicos e definiu geodiversidade como “a variedade (ou diversidade) natural de feições ou elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo ou processos ativos) e de solo, incluindo suas associações, relações, propriedades, interpretações e sistemas”. Hoje, conforme sustentado por Gray (2008), a larga aceitação e o uso teórico e prático do termo geodiversidade já lhe outorgam o *status* de um novo paradigma no âmbito das geociências.

A geodiversidade que se observa atualmente na superfície da Terra é o resultado de toda a evolução do planeta, desde suas origens como um corpo notadamente homogêneo e de composição condrítica (Rollinson, 2007). As principais causas para o surgimento e o progressivo aumento da geodiversidade foram a tectônica de placas, a diferenciação (variação) climática no tempo e no espaço, bem como a evolução dos seres vivos e seus grandes eventos de extinção, geradores do registro fóssil (Gray, 2008). Fazendo uma analogia aos *hotspots* (ou pontos críticos) de biodiversidade (Myers *et al.*, 2000), foram propostos quatro ambientes nos quais há uma concentração maior de elementos da geodiversidade, e que seriam os candidatos a “*hotspots* de geodiversidade” (Gray, 2008): (a) áreas com evolução geológica longa e complexa; (b) margens de placas, especialmente limites convergentes; (c) áreas de topografia acidentada, como montanhas ou cânions; e (d) zonas costeiras, onde processos terrestres e marinhos ativos compartilham uma mesma área da superfície do planeta.

Uma abordagem um pouco diferente para o termo geodiversidade foi apresentada por Koslowski (2004), que o conceitua como “a varie-

dade natural da superfície da Terra, em seus aspectos geológicos, geomorfológicos, de solos e águas superficiais, bem como outros sistemas resultantes de processos naturais ou atividades humanas”. Essa visão, de acordo com Serrano Cañadas & Ruiz Flaño (2007), é mais ampla e integradora, cobrindo toda a diversidade de partículas, elementos e sítios que materializam a variabilidade da natureza abiótica. Serrano Cañadas & Ruiz Flaño (2007) inclusive acrescentam ainda ao conceito de geodiversidade “elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e topográficos, além de processos físicos na superfície da Terra, nos mares e nos oceanos”. A inclusão do termo “atividades humanas” por Koslowski (2004) poderia, segundo J. Brilha (comun. pessoal, 2009), ensejar uma indesejável superposição com o patrimônio cultural construído pela humanidade. Embora isso realmente possa ocorrer, compreende-se que os “(...) sistemas resultantes de (...) atividades humanas”, para Koslowski (2004), não seriam sítios edificadas pelo homem, mas sim as mudanças antropogênicas que têm promovido, sobretudo a partir do século XIX, a recirculação e concentração de elementos tóxicos ou radioativos previamente imobilizados nas rochas. Ainda assim, prefere-se, para fins desta pesquisa, adotar as proposições formuladas por Stanley (2000) e Gray (2004), mais gerais e, portanto, menos suscetíveis a polêmicas improdutivas sobre eventual sobreposição com o patrimônio cultural da humanidade.

A abordagem mais direta para avaliação da geodiversidade parte das definições do termo, elaboradas tanto por Gray (2004) quanto por Koslowski (2004) ou Serrano Cañadas & Ruiz Flaño (2007). Considera-se, de acordo com essa linha de pensamento, que a geodiversidade deva englobar toda a variedade de feições, contextos e domínios geológicos e geomorfológicos existentes em um território. Essa filosofia tem sido aplicada em larga escala na Europa, no âmbito dos projetos da IUGS e UNESCO (*Geosites Project*), em especial na Espanha (García-Cortés *et al.*, 2001) e em Portugal (Brilha *et al.*, 2005). De acordo com esse sistema de avaliação, um conjunto de especialistas relaciona e descreve os arcabouços (*frameworks*) geológicos que caracterizam os territórios de seus países ou regiões.

Uma tentativa de quantificação de parâmetros de geodiversidade foi apresentada por Serrano Cañadas & Ruiz Flaño (2007), que aplicaram sua metodologia a algumas áreas na Espanha. Através de uma abordagem notadamente geográfi-

ca centrada nos elementos da geomorfologia e na topografia dos terrenos, os autores citados propuseram um algoritmo matemático ($Gd = Eg \times R / \ln S$) para medir um índice de geodiversidade (Gd). O algoritmo multiplica o número de elementos físicos identificados no terreno (Eg) pelo coeficiente de rugosidade (R) do mesmo, e divide o produto pelo logaritmo natural da área (lnS), medida em km^2 . Os elementos físicos a serem identificados no terreno referem-se a aspectos de litologia, estruturas, morfoestruturas, formas de relevo de erosão e acumulação, estados da água, elementos hidrológicos e classes de solos. A contagem desses elementos, evidentemente, irá depender do nível de detalhamento e do conhecimento do pesquisador sobre uma grande variedade de processos e tipos de rochas e estruturas. O coeficiente de rugosidade é determinado a partir de mapas de declividades e modelos numéricos do terreno. Essa abordagem espacial da geodiversidade, sempre com foco maior na geomorfologia, foi utilizada por Hjort & Luoto (2010) para estudar uma área de 285 km^2 no norte da Finlândia. Os autores dividiram a área em uma grade com quadrados de 500 metros de lado e realizaram a contagem dos elementos da geodiversidade (apresentados em tabelas) através de levantamentos de campo, fotografias aéreas e informações da bibliografia. Naquela área geologicamente muito homogênea, dominada por substrato metamórfico e processos glaciais e periglaciais ativos, as áreas de topografia irregular e alto coeficiente de rugosidade revelaram, como esperado, os maiores valores de geodiversidade (Hjort & Luoto, 2010).

Uma visão completamente diferente é defendida por Panizza (2009). O autor critica a avaliação da geodiversidade mediante índices, fórmulas matemáticas e tratamentos estatísticos, dizendo que tal trabalho estabelece “um fim em si mesmo”. Para ele, uma abordagem matemática não gera documentação original, mas apenas uma maneira diferente de indicar os objetos geológicos e geomorfológicos, função que os mapas temáticos (geológicos, geomorfológicos, estruturais, etc.) já desempenham de maneira satisfatória. Para Panizza (2009), a geodiversidade não pode ser tratada apenas como “complexidade geológica”. Pelo contrário, a avaliação da geodiversidade deve referir-se a uma peculiaridade que torne aquela área realmente diversa (ou seja, geodiversa) de outras áreas, sejam próximas ou distantes. Ou seja, Panizza (2009) interpreta a geodiversidade, na verdade, como a “(geo)singularidade” apresentada

por certa região. Aquele autor introduz alguns conceitos novos, sobretudo os de geodiversidade intrínseca e extrínseca. A geodiversidade intrínseca se refere à diversidade de feições geológicas internas a uma determinada área, e a extrínseca a comparações daquela área com outras regiões, no sentido de se verificar a real singularidade (geodiversidade) daquela feição ou conjunto de feições. Defende, ainda, que a análise da geodiversidade seja uma “avaliação crítica e específica das feições geomorfológicas (ou geológicas) de um território, fazendo comparações extrínsecas e intrínsecas, levando em conta a escala, os propósitos da pesquisa e o nível de qualidade científica” (Panizza, 2009).

3. Geopatrimônio: definição, abordagens e inventário

Sabe-se que a economia e o progresso das sociedades, tanto no passado quanto no presente, têm sua base na utilização e transformação de bens minerais e energéticos, ou seja, de recursos da geodiversidade. Dessa forma, na busca do desenvolvimento sustentável, deve-se estabelecer um equilíbrio entre o consumo e a proteção destes recursos naturais. Assim, torna-se necessário definir, dentre os elementos da geodiversidade, quais merecem uma atenção especial no sentido de sua conservação. Nessa linha, surge o conceito de “patrimônio geológico” ou “geopatrimônio” (do inglês, *geological heritage* ou *geoheritage*). O geopatrimônio foi definido por Eberhardt (1997 *apud* Sharples, 2002) como sendo constituído por “aqueles componentes da geodiversidade importantes para a humanidade por razões outras que não a extração de recursos, e cuja preservação é desejável para as atuais e futuras gerações”. Cada um desses componentes tem sido chamado de “lugar de interesse geológico” (LIG, García-Cortés & Carcavilla Urquí, 2009) ou apenas “geossítio” (Brilha, 2005), do inglês *geosite*: ocorrência ou afloramento (natural ou artificial) de um ou mais elementos da geodiversidade, bem delimitado geograficamente, que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro (Brilha, 2005). Quando o elemento considerado é uma forma de relevo, uma paisagem ou um processo geomorfológico ativo, alguns pesquisadores da área da geomorfologia utilizam o termo geomorfossítio, do inglês *geomorphosite* (Panizza, 2001; 2009; Reynard & Coratza, 2007). Neste trabalho,

não serão feitas distinções entre elementos geológicos e geomorfológicos, uma vez que todos são produtos da evolução dos sistemas terrestres. Assim, será utilizado o termo geossítio para designar tanto elementos geológicos quanto geomorfológicos de elevado valor. Um geossítio, conforme defendido por Pereira *et al.* (2007), pode ser também um local específico de onde se obtém a melhor visualização de uma paisagem ou forma de relevo específica, constituindo um “local panorâmico” ou “miradouro”.

Assim, o geopatrimônio consiste no conjunto dos geossítios de um determinado território (país, estado, município, unidade de conservação), ou seja, daqueles locais que melhor representam a geodiversidade de uma dada região. Consideram-se, para efeitos desta pesquisa e de futuras publicações, os termos “patrimônio geológico” e “geopatrimônio” como sinônimos. Para efeitos de divulgação à sociedade, no sentido de atingir um público leigo ou com pouco conhecimento geocientífico, o termo geopatrimônio parece mais adequado, devido à maior facilidade de assimilação do prefixo “geo” pelo público em geral. A adoção do termo “patrimônio geológico” (*geological heritage*, e.g. Brilha, 2002; 2005; Pena dos Reis & Henriques, 2009) poderia parecer restritiva, ou seja, referir-se somente a feições geológicas, do substrato rochoso, e não a feições geomorfológicas ou a processos ativos (Sharples, 2002; Rodrigues & Fonseca, 2008). Ao mesmo tempo, designar todos os tipos de geossítios (geológicos, geomorfológicos, paleontológicos, sedimentológicos, hidrológicos, entre outros) como pertencentes ao “patrimônio geológico” poderia sugerir uma “reserva de mercado” para os profissionais de geologia, suscitando reações negativas de outros profissionais (Rodrigues & Fonseca, 2008). Isso não auxiliaria na necessária e desejável integração dos conhecimentos adquiridos por geógrafos, geomorfólogos, cartógrafos, paleontólogos, hidrólogos, agrônomos, biólogos e demais profissionais da área ambiental na definição dos geossítios merecedores de proteção especial. Assim, preferiu-se utilizar, neste trabalho, o termo geopatrimônio para designar a herança outorgada a esta e às futuras gerações pela evolução do planeta Terra, a qual é digna de valorização e conservação.

Consideram-se ameaças ao geopatrimônio quaisquer processos, naturais (mudanças climáticas, subida do nível dos mares, etc.) ou induzidos por atividades humanas, que coloquem em risco a

existência, a integridade, a funcionalidade, a acessibilidade ou a simples visualização de um elemento, processo ou feição importante da geodiversidade (Brilha, 2005). Essa feição pode ser um mineral raro, uma assembléia fossilífera singular ou diagnóstica de um período geológico, uma seção-tipo de unidade estratigráfica ou uma forma de relevo típica de certo processo geomorfológico, entre outras. Entre as principais ameaças antrópicas estão a mineração predatória ou desprovida de critérios técnicos e a construção de grandes obras de infra-estrutura, como barragens, hidrelétricas e rodovias, entre outras. Ainda compõem o conjunto de ameaças as operações de florestamento e desflorestamento, relacionadas à silvicultura, a disposição de resíduos sólidos urbanos ou industriais, a ocupação e urbanização acelerada de áreas litorâneas, as atividades recreativas e turísticas acompanhadas de vandalismo e depredação, além do desconhecimento, por parte da sociedade e dos gestores públicos e privados, sobre a importância da fração abiótica da natureza e de seus locais mais representativos (Brilha, 2005). Conforme corretamente salientado por Gray (2004), a ignorância é a principal ameaça à geodiversidade e ao geopatrimônio.

Uma abordagem interessante para o geopatrimônio foi proposta por Pena dos Reis & Henriques (2009), com base na justificativa de que a sua definição é uma questão social, onde atuam pessoas com diferentes habilidades, percepções e capacidades de compreensão dos conceitos geológicos. Para eles, deve-se buscar um equilíbrio entre a visão especializada dos geocientistas e aquela leiga, da sociedade, para que se atinja uma conservação do geopatrimônio com o pleno apoio da população e das autoridades. Os autores citados prepararam um gráfico que apresenta, no eixo vertical, o grau de relevância (*relevance grade*) atribuído a um determinado elemento geológico pelos geocientistas e, no eixo horizontal, a perceptividade abstrata (*abstract perceptiveness*), que mede a importância daquele local para a sociedade leiga. Pela distribuição dos dois parâmetros subjetivos no gráfico, os conteúdos geológicos podem ser classificados como indicativos, iconográficos, simbólicos, documentais, cênicos, conceituais ou universais (Pena dos Reis & Henriques, 2009).

Segundo Pena dos Reis & Henriques (2009), os conteúdos geológicos indicativos possuem relevância apenas local, mas exibem clara relação entre os processos geológicos e seu registro. São aqueles

locais, segundo os autores, que aparecem em livros didáticos como exemplos de feições específicas, tais como tipos de estratificações sedimentares ou (em uma perspectiva europeia) pavimentos glaciais estriados. Já os conteúdos iconográficos também são de relevância apenas local, mas registram eventos catastróficos, instantâneos ou exóticos, como crateras de meteoros ou trilhas de pegadas de dinossauros. Por sua vez, os conteúdos simbólicos possuem grau de relevância apenas local, mas situam-se em locais muito frequentados por motivos outros que não os geológicos, podendo constituir “cartões-postais” e até mesmo símbolos de países, sociedades ou culturas. Os conteúdos documentais, muito valorizados pela comunidade geocientífica, já possuem um valor regional, e resultam de profundo conhecimento sobre fenômenos geológicos importantes. Os conteúdos cênicos também possuem uma relevância regional, mas com alta função recreativa e aspecto paisagístico importante, como em muitos parques nacionais em todo o mundo (Cataratas do Iguaçu, *Grand Canyon*, etc.). São aqueles cuja conservação recebe o maior apoio por parte da sociedade e dos agentes públicos. Por fim, os conteúdos conceituais possuem importância global, como ocorrências geológicas singulares, constituindo um referencial teórico para a geologia enquanto ciência (Pena dos Reis & Henriques, 2009). Os autores reservaram um conteúdo universal para ocorrências geológicas de singular importância científica e grande significado para toda a humanidade.

Na prática, a montagem de inventários de geossítios deve ser precedida da definição dos arca-bouços geológicos que caracterizam o território, por equipes de especialistas na geologia regional da área (e.g. Bruschi *et al.*, 2007; Lima, 2008; Lima *et al.*, 2010). A partir dessa definição inicial dos arca-bouços e dos geossítios que melhor os exemplificam, os locais são avaliados, também por equipes de especialistas, em função dos seguintes critérios: abundância ou raridade; qualidade do conteúdo e utilidade como modelo para processos; idade e grau de conhecimento científico sobre a ocorrência; associação com outros conteúdos (culturais, arqueológicos, históricos e/ou ecológicos); possíveis atividades a serem desenvolvidas no local (científicas, didáticas, recreativas, esportivas e/ou turísticas); proximidade de populações, condições de observação e acessibilidade; e, por fim, condições socioeconômicas do entorno, grau de ameaça e estado de conservação do geossítio (e.g. Bruschi,

2007; Lima, 2008; Lima *et al.*, 2010).

4. Estratégias de geoconservação

A geoconservação foi primeiramente definida por Sharples (2002) como “a conservação da geodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e (geo) patrimoniais”. As estratégias de geoconservação envolvem a efetiva proteção dos geossítios, a conscientização da população e autoridades locais, a “geoeducação” de crianças, jovens e adultos, bem como o estímulo ao turismo sustentável e a valorização das atividades, costumes e produtos locais. Os meios para a proteção dos geossítios dependem do tipo de afloramento ou ocorrência a ser considerado. Em pesquisa sobre geoconservação na Grã-Bretanha, Prosser *et al.* (2006) reconhecem a existência de três tipos principais de geossítios: (1) os geossítios de afloramento ou exposição (*exposure sites*), que apenas expõem unidades com boa continuidade em subsuperfície e que necessitam apenas manutenção periódica para conservar a exposição adequadamente visível e acessível; (2) geossítios finitos (*finite sites*), onde a ocorrência é restrita àquele local, nos quais a remoção de material deve ser controlada ou proibida; e (3) geossítios de integridade (*integrity sites*), geralmente de cunho geomorfológico, nos quais devem ser mantidas a dinâmica dos processos ou a integridade das formas de relevo (Prosser *et al.*, 2006).

Gray (2008) lista doze métodos (ou práticas) de geoconservação, cada um com aplicabilidade a certos tipos de conteúdos de geodiversidade e geopatrimônio. O primeiro método é a manutenção de um elemento da geodiversidade (ou, pelo menos, sua localização) em segredo (*secrecy*), como nos casos de camadas fossilíferas raras ou de espeleotemas (cavernas) com ocorrência de minerais frágeis. Sinalização (*signage*) ou barreiras físicas (*physical restraint*) para restrição de acesso podem ser importantes tanto em locais onde a natureza é frágil, como em cavernas ou dunas, quanto em sítios onde os processos geológicos possam trazer riscos aos visitantes, como em locais de concentração de gêiseres. O soterramento (*reburial*) é uma prática mais incomum, mas pode ser útil em locais onde o estudo de alguns tipos de fósseis não tenha sido ainda completado. Ainda com relação aos conteúdos paleontológicos, a escavação e envio do material para museus (*excavation/curation*), para estudos e exposição ao público, já é uma prática

usual entre os pesquisadores e instituições responsáveis.

Permissões e licenças (*permitting/licensing*) são meios comuns de restringir o acesso de visitantes e pesquisadores a locais com espaço físico limitado. Outro método importante, ainda que de maior custo, é a supervisão (*supervision*) através de vigilância estática ou móvel, vigilância espontânea pelos moradores locais, revistas nas saídas dos geossítios ou parques, e ainda câmeras de segurança interna. Uma importante forma de geoconservação é a aquisição de áreas de terra portadoras de elementos do geopatrimônio por instituições engajadas na proteção do meio ambiente, mecanismo que a literatura de língua inglesa chama de “*benevolent ownership*” (Gray, 2008).

Evidentemente, a legislação do município, estado ou país, bem como suas políticas públicas específicas (*legislation/policy*), devem buscar, para aquelas áreas merecedoras de proteção especial, uma figura legal que permita sua conservação frente às ameaças. A gestão (ou manejo) do geossítio envolve restauração de elementos naturais, como a sinuosidade de canais fluviais retificados, bem como o monitoramento das condições físicas do local. Por fim, e talvez esta seja uma das práticas mais importantes e permanentes da geoconservação, a educação se aplica a todos os tipos de geossítios. A educação para a importância do geopatrimônio envolve não apenas os currículos das faculdades e do ensino formal, mas também programas de televisão, artigos em revistas, páginas da internet, trilhas geológicas guiadas ou com folhetos explicativos, e ainda cursos de treinamento sobre os conceitos básicos de geoconservação para políticos, técnicos, professores e gestores locais (Gray, 2008). Após legalmente protegidos e com as estratégias de manejo definidas, os geossítios e seu significado geocientífico podem ser divulgados, mediante adaptação da linguagem científica aos diferentes públicos-alvo. As estratégias colocadas em prática devem passar por monitoramento e, periodicamente, por reavaliação de sua efetividade (Brilha, 2005).

Uma das estratégias mais modernas e bem-sucedidas de proteção e promoção do geopatrimônio é o estabelecimento de geoparques (Zouros, 2004; McKeever & Zouros, 2005). Um geoparque consiste em um território habitado (município ou consórcio de municípios, por exemplo), possuidor de geossítios de qualidade com alto valor científico, educativo, estético ou turístico, e uma estrutura de

gestão que permita o desenvolvimento sustentável das comunidades através do seu envolvimento na proteção e valorização do geopatrimônio (Zouros, 2004; McKeever & Zouros, 2005). Essa estrutura de gestão pode envolver o poder público, as universidades e escolas da região, as entidades responsáveis pelo turismo e meio ambiente, além de organizações sociais não-governamentais (ONGs, OSCIPs) e outras instituições públicas e privadas. Geoparques não constituem novas unidades de conservação, mas preferencialmente devem possuir, dentro de seus territórios, áreas legalmente protegidas.

Como parte importante da estratégia de geoconservação, um geoparque deve promover a educação geoambiental das crianças, dos estudantes e de toda a população local, bem como de seus visitantes (Brilha, 2005). O geoturismo, definido como um turismo sustentável (Buckley, 2003) onde os atrativos principais são as paisagens e as feições geológicas de destaque (Joyce, 2007), também é uma atividade importante em geoparques. Adicionalmente, esses territórios podem possuir atrativos culturais, históricos, arqueológicos ou ecológicos significativos, para potencializar a divulgação e a visitação, buscando públicos mais diversificados. Os primeiros geoparques europeus foram implantados em áreas rurais da Grécia, Espanha, França e Alemanha, regiões possuidoras de geopatrimônio destacado, com alto potencial cultural e ambiental. Essas áreas, entretanto, enfrentavam atrasos no desenvolvimento econômico (para padrões europeus), além de altas taxas de desemprego, envelhecimento da população e emigração (êxodo rural) para outras regiões dos respectivos países (Zouros, 2004).

A partir da criação dos primeiros geoparques na Europa, foram estabelecidas redes de cooperação entre esses territórios, apoiadas pela UNESCO (órgão das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura). Além de terem a tarefa de disseminar as ideias e práticas relacionadas à geoconservação, tais redes promovem a avaliação e certificação de novos territórios que se candidatem a obter esse reconhecimento internacional. Hoje, como exemplo, a rede europeia de geoparques (*European Geoparks Network, EGN*, www.europeangeoparks.org, Zouros, 2004) possui mais de quarenta territórios certificados, os quais permanentemente trocam experiências práticas sobre como administrar e conservar o geopatrimônio e sobre como promover a educação geoambien-

tal e o geoturismo (Zouros, 2004; McKeever & Zouros, 2005).

Fora do continente europeu, a certificação de um território como geoparque (*geopark*) é feita por uma rede global (*Global Geoparks Network, GGN*) ou por redes continentais/regionais, sob os auspícios da UNESCO, mediante uma série de critérios científicos e administrativos, sendo esse território reavaliado a cada quatro anos. Antes da eventual submissão de candidatura, o território deve possuir um inventário de seu geopatrimônio, uma entidade gestora em funcionamento, com um orçamento estável, e ações já implementadas de conservação em sentido amplo (proteção de sítios, educação e turismo). No Brasil, até o presente momento, o único território certificado pela *GGN* é o *Geopark Araripe* (www.geoparkararipe.org), que reúne uma série de municípios no Estado do Ceará, detentores de um geopatrimônio singular do ponto de vista paleontológico. Há planos para a candidatura de novos geoparques brasileiros à *GGN*, principalmente no âmbito do “programa geoparques” da CPRM, e outras iniciativas de responsabilidade de entidades estaduais.

5. Aplicabilidade ao contexto geológico do Rio Grande do Sul

O panorama geológico e geomorfológico do Rio Grande do Sul é bastante diversificado, e registra uma evolução geológica de 2,5 bilhões de anos, repleta de significativas mudanças tectônicas e ambientais. O Escudo Sul-rio-grandense, por sua longa história evolutiva e pela diversidade de ambientes formativos (Chemale Jr., 2000), pode ser considerado um “*hotspot* de geodiversidade” (Gray, 2008), merecendo estudos aprofundados de sua geodiversidade e inventários abrangentes de seu geopatrimônio. Algumas de suas exposições são únicas no sul do Brasil, constituindo bons exemplos de geodiversidade extrínseca (*sensu* Panizza, 2009). A associação ofiolítica de arco magmático juvenil neoproterozóico do Cerro Mantiqueiras, por exemplo, é a “maior sequência de rochas ultramáficas do sul do Brasil”, segundo Hartmann & Remus (2000). Estruturas tectônicas de escala crustal, como a zona de cisalhamento Dorsal de Canguçu, apresentam uma grande diversidade de feições de deformação e graus metamórficos, granitóides sin-transcorrentes e uma longa história de reativações durante o Fanerozóico (Hartmann *et*

al., 2000), além de marcada expressividade em termos geomorfológicos. Áreas como a da Pedra do Segredo, das Guaritas e da Pedra Pintada, nos domínios da Bacia do Camaquã (Borba, 2006), registram de forma singular e completa os processos vulcânicos e sedimentares do panorama semidesértico do interior do Gondwana no Paleozóico inferior. Os conjuntos de cerros que constituem suas exposições (as “guaritas”) sugerem, ainda, climas mais secos atuantes durante o Quaternário e constituem, em termos paisagísticos, uma das “maravilhas” turísticas (pouco exploradas, no entanto) do Rio Grande do Sul. A área das Guaritas do Camaquã foi, recentemente, incluída na lista SIGEP (Sítios geológicos e paleobiológicos do Brasil, www.unb.br/ig/sigep/sitio076), através do trabalho de Paim *et al.* (2010).

Nos domínios das rochas sedimentares da Bacia do Paraná, no Rio Grande do Sul, também há registros singulares ou de grande importância para o entendimento da evolução climática regional ao longo do Fanerozóico. Os registros vão desde pavimentos estriados de origem glacial na região de Cachoeira do Sul (Tomazelli & Soliani Jr., 1982) até as grandes exposições das paleodunas desérticas da Formação Botucatu, seja em Santa Cruz do Sul, Taquara ou Santo Antônio da Patrulha. A sucessão triássica, aflorante na região em torno de Santa Maria, possui um conteúdo fossilífero de grande geodiversidade extrínseca em termos de Brasil, tanto na fauna de tetrápodes e dinossauros, quanto na ocorrência da floresta petrificada de coníferas em Mata e São Pedro do Sul (Scherer *et al.*, 2000). Além disso, os aspectos geomorfológicos da “*cuesta* do Haedo”, com seus cerros tabulares e seus extensos areais, constituem testemunhos dos climas mais frios e secos do Pleistoceno e Holoceno inferior (Suertegaray & Dias, 2009). No nordeste do Rio Grande do Sul, os cânions da região de Cambará do Sul, por sua forte declividade e controle estrutural, constituem também uma geodiversidade única em termos de Brasil e uma paisagem muito valorizada pelos turistas.

A planície costeira do Rio Grande do Sul, como registro completo das flutuações do nível do mar nos últimos 400 mil anos, também constitui um elemento singular da geodiversidade sul-rio-grandense. Com 33 mil km², é a mais extensa planície litorânea arenosa da costa brasileira (Tomazelli & Villwock, 2000). A região é rica em processos geomórficos sedimentares ativos, incluindo extensos campos de dunas em Cidreira e Itapeva

(Tomazelli *et al.*, 2008), um colar de lagos e lagunas costeiras muito rasas, deltas lagunares na desembocadura dos principais rios e canais da região, além de furnas e falésias na região de Torres, onde há exposições de arenitos, basaltos e peperitos (Petry, 2006).

A rica geodiversidade do Rio Grande do Sul, exemplificada acima em linhas gerais, sofre com diversas ameaças de origem antrópica: (a) a crescente urbanização do litoral norte, caracterizada por um significativo consumo de recursos ambientais em nome de uma ocupação apenas sazonal; (b) os extensos empreendimentos de silvicultura na metade sul do Rio Grande do Sul, tanto no Escudo Sul-rio-grandense quanto nos domínios da Bacia do Paraná, que ocultam formas de relevo e paisagens importantes; (c) mineração irregular ou sem um efetivo controle de areia e agregados para a construção civil nos principais cursos d'água e no litoral; (d) construção de barragens para geração de energia, sobretudo no rio Uruguai, e para abastecimento da agricultura irrigada na metade sul (arroyos Jaguari e Taquarembó, por exemplo); (e) a escassez de áreas legalmente protegidas e a falta de conhecimento, por parte das populações e das autoridades, sobre a importância da geodiversidade; e (f) a situação de fraco desenvolvimento econômico e humano de inúmeras regiões, especialmente nos domínios mais orientais do Escudo Sul-rio-grandense (Santana da Boa Vista, Canguçu, Pinheiro Machado, Encruzilhada do Sul, entre muitos outros municípios), e especialmente na área da educação.

Dessa forma, o panorama do Rio Grande do Sul possui todas as características para a aplicação, mediante as necessárias adaptações, das estratégias de geoconservação hoje em desenvolvimento em diversas regiões do planeta: rica e variada geodiversidade, aspectos interessantes de cultura e biodiversidade, uma série de ameaças e uma população que necessita de educação e maior valorização dos produtos e características locais. O primeiro passo, nesse sentido de aplicação prática, consiste em divulgar a importância do geopatrimônio e da geoconservação aos próprios geocientistas e estudantes, bem como incentivá-los a se engajar mais ativamente em entidades ou organismos de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável. É fundamental que tais profissionais engajados levem o conhecimento geocientífico e os conceitos aqui abordados a agências ou associações de desenvolvimento municipais ou regionais, a orga-

nizações da sociedade civil (ONGs e OSCIPs) e a órgãos estatais, entidades que poderiam no futuro constituir ou integrar os organismos de gestão de eventuais geoparques. Do ponto de vista científico, também é necessário que instituições como a CPRM, assim como universidades, pesquisadores ou grupos de pesquisa independentes realizem inventários do geopatrimônio em suas regiões de interesse, no sentido de subsidiar futuras iniciativas de proteção. Algumas áreas prioritárias, dentro do contexto geológico do Rio Grande do Sul, encontram-se listadas acima. Além disso, são fundamentais estudos sobre as melhores maneiras de adaptar a linguagem geocientífica aos diferentes públicos-alvo, tornando possível a disseminação de conceitos relacionados à geologia entre professores e alunos do ensino fundamental e médio, das áreas de ciências e geografia, bem como uma conscientização da sociedade e dos gestores públicos em geral.

6. Considerações finais

Este trabalho propôs-se a revisar, de maneira abrangente, os conceitos relacionados às estratégias de geoconservação, sobretudo aqueles de geodiversidade e geopatrimônio. Esses conceitos, atualmente, aproximam o conhecimento geocientífico das questões da proteção do meio ambiente, do ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável. Buscou-se também apresentar as abordagens e métodos de avaliação da geodiversidade, e as práticas e estratégias visando à geoconservação dos geossítios dotados de singularidade. A revisão efetuada neste trabalho servirá como base para uma linha de pesquisa na área da geoconservação, iniciada pelo autor em 2010, integrando investigação geocientífica e preservação do meio ambiente. Também neste trabalho, foram apresentados, de maneira breve, alguns locais (entre muitos outros) de significativa geodiversidade no Rio Grande do Sul, aos quais poderiam ser direcionados projetos de inventariação do geopatrimônio e, futuramente, de geoconservação. O contexto geológico do Rio Grande do Sul constitui, sem dúvida, um terreno fértil para a difusão e o aperfeiçoamento dos conceitos de geodiversidade e geopatrimônio, bem como para a adoção, com as adaptações necessárias, das estratégias de geoconservação e geoparques. Dessa forma, espera-se ter contribuído para a divulgação dessas ideias e para a criação, entre os

geocientistas, de uma cultura de utilização racional e diversificada dos recursos da geodiversidade, visando ao desenvolvimento sustentável e à conservação da natureza em todas as suas dimensões.

Agradecimentos - O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ2), referente ao processo 307579/2009-3, que contemplou o projeto “*Geodiversidade e patrimônio geológico da região de Caçapava do Sul (Rio Grande do Sul, Brasil): potencial para a geoconservação, o geoturismo, a educação ambiental e o desenvolvimento sustentável*”. Reconhece, também, o apoio dos pesquisadores Ana Maria Pimentel Mizusaki (UFRGS, Porto Alegre), Delia del Pilar Montecinos de Almeida (Unipampa, Caçapava do Sul), Fábio de Lima Noronha (FEPAM-SEMA, Porto Alegre) e José Bernardo Rodrigues Brilha (Universidade do Minho, Braga, Portugal) durante as fases de formatação e submissão do projeto ao CNPq. O autor agradece, ainda, aos coordenadores da Unidade de Assessoramento Ambiental, Letícia Ayres Ramos, e da Divisão de Assessoramento Técnico, Renan Behling, pela oportunidade singular de integrar serviço público e pesquisa científica no âmbito do órgão técnico de meio ambiente do Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. A todos os colegas de UAA-DAT-MPRS, pela constante troca de experiências e conceitos sobre meio ambiente, cultura e sociedade, e em especial a Luiz Fernando de Souza, Paulo Roberto Porto, Ana Carla Petry e Tanisia Ávila, parceiros nas próximas fases deste projeto. Este texto tornou-se melhor e menos cansativo após a cuidadosa revisão efetuada por Cristina Guimarães de Borba, com seu talento e compreensão. As contribuições de três revisores anônimos e dos editores de *Pesquisas em Geociências* Laurindo Guasselli e Cesar Leandro Schultz foram essenciais para melhorar a qualidade do trabalho.

Referências

- Borba, A.W. 2006. *Evolução geológica da “Bacia do Camaquã” (Neoproterozóico e Paleozóico inferior do Escudo Sul-rio-grandense, RS, Brasil): uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotópica*. Porto Alegre. 110p. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Brilha, J. 2002. Geoconservation and protected areas. *Environmental conservation*, 29 (3): 273-276.
- Brilha, J. 2005. *Património geológico e geoconservação*. Palimage Editores, Braga.
- Brilha, J., Andrade, C., Azeredo, A., Barriga, F.J.A.S., Cachão, M., Couto, H., Cunha, P.P., Crispim, J.A., Dantas, P., Duarte, L.V., Freitas, L.C., Granja, H.M., Henriques, M.H., Henriques, P., Lopes, L., Madeira, J., Matos, J.M.X., Noronha, F., Pais, J., Piçarra, J., Ramalho, M.M., Relvas, J.M.R.S., Ribeiro, A., Santos, A., Santos, V.F. & Terrinha, P. 2005. Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterization. *Episodes*, 28 (3): 177-186.
- Bruschi, V.M. 2007. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Santander. 264 p. Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria, España.
- Buckley, R. 2003. Environmental inputs and outputs in ecotourism: geotourism with a positive triple bottom line? *Journal of Ecotourism*, 2 (1): 76-82.
- Chemale Jr., F. 2000. Evolução geológica do Escudo Sul-rio-grandense. In: Holz, M. & De Ros, L.F. (Eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*, Edições CIGO/UFRGS, p. 14-52.
- CPRM. Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais. 2009. *Mapa geodiversidade do Rio Grande do Sul*. SGM-TM, CPRM, Brasília.
- García-Cortés, A., Carcavilla-Urquí, L. 2009. *Documento metodológico para la elaboración del inventario Español de lugares de interés geológico*. Instituto Geológico y Minero de España, IGME, 61 p.
- García-Cortés, A., Rábano, I., Locutura, J., Bellido, F., Fernández-Gianotti, J., Martín-Serrano, A., Quesada, C., Barnolas, A. & Durán, J.J. 2001. First Spanish contribution to the Geosites Project: list of the geological frameworks established by consensus. *Episodes*, 24 (2): 79-92.
- Grandgirard, V. 1999. L'évaluation des géotopes (The evaluation of geotopes). *Geologica Insubrica*, 4 (1): 1-16.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Wiley, Chichester.
- Gray, M. 2005. Geodiversity and geoconservation: what, why, and how? *The George Wright Forum*, 22 (3): 4-12.
- Gray, M. 2008. Geodiversity: developing the paradigm. *Proceedings of the Geologists' Association*, 119: 287-298.
- Hartmann, L.A. & Remus, M.V.D. 2000. Origem e evolução das rochas ultramáficas do Rio Grande do Sul desde o Arqueano até o Cambriano. In: Holz, M. & De Ros, L.F. (Eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*, Edições CIGO/UFRGS, p. 53-78.
- Hartmann, L.A., Porcher, C.C. & Remus, M.V.D. 2000. Evo-

- lução das rochas metamórficas do Rio Grande do Sul. In: Holz, M. & De Ros, L.F. (Eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*, Edições CIGO/UFRGS, p. 79-118.
- Hjort, J. & Luoto, M. 2010. Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. *Geomorphology*, 115: 109-116.
- Joyce, B. 2007. Geotourism, geosites, and geoparks: working together in Australia. *TAG - The Geological Society of Australia Newsletter*, 144: 26-29.
- Kosłowski, S. 2004. Geodiversity: the concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52: 833-837.
- Lima, F.F. 2008. *Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico brasileiro*. 91p. Braga, Portugal. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- Lima, F.F., Brilha, J.B. & Salamuni, E. 2010. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage*, DOI 10.1007/s12371-010-0014-9 (publicado online em 22 de agosto de 2010).
- McKeever, P.J. & Zouros, N. 2005. Geoparks: celebrating Earth heritage, sustaining local communities. *Episodes*, 28 (4): 274-278.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Paim, P.S.G., Fallgatter, C. & Siveira, A.S. 2010. Guaritas do Camaquã, RS: exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico. In: Winge, M., Schobbenhaus, C., Souza, C.B.G., Fernandes, A.C.S., Berbert-Born, M., Sallun-Filho, W. & Queiroz, E.T. (Eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil* (Publicado na internet em 30/8/2010 no sítio www.unb.br/ig/sigep/sitio076/sitio076.pdf).
- Panizza, M. 2001. Geomorphosites: concepts, methods, and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46: 4-5.
- Panizza, M. 2009. The geomorphodiversity of the Dolomites (Italy): a key of geoheritage assessment. *Geoheritage*, 1: 33-42.
- Pena dos Reis, R. & Henriques, M.H. 2009. Approaching an integrated qualification and evaluation system for geological heritage. *Geoheritage*, 1: 1-10.
- Pereira, P., Pereira, D.I. & Caetano-Alves, M.I.C. 2007. Avaliação do patrimônio geomorfológico: proposta de metodologia. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos V, APGeom*. 235-247.
- Petry, K. 2006. *Feições de interação vulcano-sedimentares: seu uso como indicadores de contemporaneidade no magmatismo Rodeio Velho (Meso-Ordoviciano) e no vulcanismo Serra Geral (Cretáceo inferior)*. São Leopoldo. 88p. Dissertação de Mestrado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Prosser, C., Murphy, M. & Larwood, J. 2006. *Geological conservation: a guide to good practice*. English Nature, 145 p.
- Reynard, E. & Coratza, P. 2007. Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. *Geographica Helvetica*, 62 (3): 138-139.
- Rodrigues, M.L. & Fonseca, A. 2008. A valorização do geopatrimônio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. In: COLÓQUIO IBÉRICO DE ESTUDOS RURAIS (CIER), 7, Coimbra, Portugal.
- Rollinson, H. 2007. *Early Earth Systems: a geochemical approach*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Santucci, V. 2005. Historical perspectives on biodiversity and geodiversity. *The George Wright Forum*, 22 (3): 29-34.
- Scherer, C.M.S., Faccini, U.F. & Lavina, E.L. 2000. Arcabouço estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: Holz, M. & De Ros, L.F. (Eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*, Edições CIGO/UFRGS, p. 335-354.
- Serrano Cañadas, E. & Ruiz-Flaño, P. 2007. Geodiversity: concept, assessment and territorial application – the case of Tiermes-Caracena (Soria). *Boletín de la A.G.E.* 45: 389-393.
- Sharples, C. 1993. *A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes*. Forestry Commission, Tasmania.
- Sharples, C. 2002. *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks and Wildlife Service, electronic publication, 81p.
- Stanley, M. 2000. Geodiversity. *Earth Heritage*, 14: 15-18.
- Suertegaray, D.M.A. & Silva, L.A.P. 2009. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In: Pillar, V.P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.A. (Eds.) *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. MMA, Brasília, DF, Cap. 3, p. 42-59.
- Tomazelli, L.J. & Soliani Jr, E. 1982. Evidências de atividade glacial no Paleozóico superior do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, BA, *Anais...* 4: 1378-1389.
- Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. 2000. O Cenozóico do Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira. In: Holz, M. & De Ros, L.F. (Eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*, Edições CIGO/UFRGS, p. 375-406.
- Tomazelli, L.J., Dillenburg, S.R., Barboza, E.G. & Rosa, M.L.C.C. 2008. Geomorfologia e potencial de preservação dos campos de dunas transgressivos de Cidreira e Itapeva, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 35 (2): 47-55.
- Zouros, N. 2004. The European Geoparks Network: geological heritage protection and local development. *Episodes*, 27 (3): 165-171.