

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**GEOCONSERVAÇÃO EM GRANDES CIDADES E PROPOSIÇÃO DOS  
ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: CONTRIBUIÇÕES  
METODOLÓGICAS PARA VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES  
GEOLÓGICAS**

RODRIGO CYBIS FONTANA

ORIENTADORA - Ana Maria Pimentel Mizusaki

CO-ORIENTADOR - Rualdo Menegat

Porto Alegre, 2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**GEOCONSERVAÇÃO EM GRANDES CIDADES E PROPOSIÇÃO DOS  
ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: CONTRIBUIÇÕES  
METODOLÓGICAS PARA VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES  
GEOLÓGICAS**

RODRIGO CYBIS FONTANA

ORIENTADORA - Ana Maria Pimentel Mizusaki

CO-ORIENTADOR - Rualdo Menegat

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. André Weissheimer de Borba – Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM

Prof. Dr. Edinei Koester – Instituto de Geociências - UFRGS

Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza – Instituto de Geociências - UFRGS

Dissertação de Mestrado apresentada como  
requisito parcial para a obtenção do Título  
de Mestre em Ciências.

Porto Alegre, 2015

# UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**Reitor:** Carlos Alexandre Netto

**Vice-Reitor:** Rui Vicente Oppermann

## INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Diretor:** André Sampaio Mexias

**Vice-Diretor:** Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Fontana, Rodrigo Cybis

Geoconservação em grandes cidades e proposição dos Itinerários Geológicos de Porto Alegre: contribuições metodológicas para valoração integrada de unidades geológicas. / Rodrigo Cybis Fontana. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2015.  
[109 f.] il.

Dissertação (Mestrado).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2015.

Orientador(es): Ana Maria Pimentel Mizusaki  
Coorientador(es): Rualdo Menegat

1. Geodiversidade 2. Geossítio urbano 3. Educação ambiental urbana 4. Gestão ambiental urbana I. Título.

CDU 55

---

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Veleida Ana Blank

CRB 10/571

*À Porto Alegre com sua geodiversidade: que seja revisitada e  
resignificada pelos cidadãos e cidadãs que são ela.*

## AGRADECIMENTOS

Tenho a liberdade e o compromisso de agradecer a duas instituições e a duas pessoas. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo *substrato* financeiro imprescindível; à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em especial ao Instituto de Geociências (IGEO) e ao Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGGeo), pelo *estrato* científico e estrutural, gratuito e de qualidade; à Prof. Dr. Ana Maria Pimentel Mizusaki, pesquisadora renomada nas áreas da geologia histórica e geocronologia, pela *superfície* que possibilitou a continuidade da presente pesquisa mesmo tão distante das áreas de concentração do PPGGeo da UFRGS; ao completar, ao Prof. Dr. Rualdo Menegat, cientista e amigo, pelas renovadas admirações por sua habilidade de ser vanguardista na pesquisa científica, sem abandonar as complexidades de realizá-las no plano real; também, pela proposição de visita ao *hiper-estrato* das idéias – *fonte, expressão e solo* das (cons)ciências.

Aos amigos e à família, essa que sempre está contemplada na definição de amigos, uma letra dos importantes compositores brasileiros Milton Nascimento e Fernando Brant

*O que foi feito amigo  
De tudo que a gente sonhou  
O que foi feito da vida  
O que foi feito do amor  
Quisera encontrar  
Aquele verso menino  
Que escrevi há tantos anos atrás*

*Falo assim sem saudade  
Falo assim por saber  
Se muito vale o já feito  
Mais vale o que será  
E o que foi feito  
É preciso conhecer  
Para melhor prosseguir*

*Falo assim sem tristeza  
Falo por acreditar  
Que é cobrando o que fomos  
Que nós iremos crescer  
Outros outubros virão  
Outras manhãs plenas de sol e de luz*

(O QUE FOI FEITO DEVERÁ, 1978)

## SUMÁRIO

### AGRADECIMENTOS

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE QUADROS

<b>APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO INTRODUTÓRIO .....</b>	<b>4</b>
<b>GEODIVERSIDADE: O OLHAR PARA A GEOSFERA.....</b>	<b>4</b>
O SÉCULO XX E OS NOVOS DILEMAS DO SÉCULO XXI.....	4
O SÉCULO XXI E OS NOVOS DILEMAS DAS GEOCIÊNCIAS .....	7
OS CONCEITOS DE GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO .....	11
AS METODOLOGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO PÓS 1990 .....	18
<b>GEOCONSERVAÇÃO: O OLHAR PARA A CIDADE? .....</b>	<b>22</b>
<b>ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: OS TEMAS DA</b>	
<b>GEODIVERSIDADE INSERIDOS NA CIDADE .....</b>	<b>26</b>
PORTO ALEGRE: O ENCONTRO DE PAISAGENS NUM ATLAS AMBIENTAL .....	26
ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS: A PROPOSTA PARA PORTO ALEGRE.....	30
<b>REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO INTRODUTÓRIO .....</b>	<b>33</b>
<b>ARTIGO SUBMETIDO .....</b>	<b>1</b>
CARTA DE SUBMISSÃO .....	1
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
A GEODIVERSIDADE E A GEOCONSERVAÇÃO PÓS 1990 .....	4
AS METODOLOGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO PÓS 1990.....	7
AS INICIATIVAS PARA A GEOCONSERVAÇÃO URBANA .....	8
<b>ÁREA DE ESTUDO E OBJETIVO .....</b>	<b>10</b>
PORTO ALEGRE COMO ENCONTRO DE PAISAGENS .....	10
ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE COMO OBJETIVO.....	11
<b>METODOLOGIA E RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS .....	11

ATLAS AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE COMO INVENTÁRIO ECOLÓGICO .....	12
INDICADORES GEOPAISAGÍSTICOS .....	12
Indicadores da história geológica .....	12
Representatividade geocronológica .....	12
Representatividade de evidências .....	13
Potencial de ocorrência de afloramentos .....	13
Indicadores da logística urbana .....	13
Mobilidade urbana .....	14
Potencial de visitação .....	14
Potencial local de difusão da informação .....	14
Indicadores da geomorfologia e da hidrologia .....	14
Domínios morfoestruturais do RS .....	15
Modelados de relevo de Porto Alegre .....	15
Unidades e feições hidrográficas significativas .....	15
Indicadores da biologia e da cultura .....	16
Unidades de paisagem construída ou natural .....	16
Amplitude da escala observacional e fruição da paisagem .....	16
Usos culturais .....	17
MATRIZ DE VALORAÇÃO INTEGRADA DAS UNIDADES GEOLÓGICAS .....	18
IDENTIFICAÇÃO DE GEOSSÍTIOS EM CONTEXTO URBANO .....	18
DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE BUSCA POR GEOSSÍTIOS .....	18
USO DE IMAGENS DE SATÉLITE E DE CAMPANHAS DE CAMPO .....	19
MAPA DE ÁREAS DE BUSCA E GEOSSÍTIOS .....	20
ESPACIALIZAÇÃO LÓGICA E LOGÍSTICA DE ITINERÁRIOS .....	20
REPRESENTAÇÃO DA HISTÓRIA GEOLÓGICA .....	20
CONDIÇÕES LOGÍSTICAS DE VISITAÇÃO .....	20
MAPA DE ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS .....	21
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXO 1: DECLARAÇÃO INTERNACIONAL DOS DIREITOS À MEMÓRIA DA TERRA .....</b>	<b>1</b>
<b>ANEXO 2: A CIDADE NOS ATLAS AMBIENTAIS .....</b>	<b>3</b>
<b>ANEXO 3: PORTO ALEGRE – O ENCONTRO DAS PAISAGENS DO CONE SUL .....</b>	<b>5</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - POPULAÇÕES URBANA E RURAL DO MUNDO, 1950–2050 (UN-DESA, 2014, P. 7). .....	4
FIGURA 2 – PORCENTAGEM URBANA E LOCALIZAÇÃO DAS AGLOMERAÇÕES URBANAS COM NO MÍNIMO 500.000 HABITANTES, 2014 (UN-DESA, 2014, P. 9).....	5
FIGURA 3 - MODELAGEM DO MUNDO PARA O CURSO PADRÃO, A QUAL ASSUME NÃO OCORREREM MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS NOS PADRÕES OBSERVADOS HISTORICAMENTE (MEADOWS <i>ET AL.</i> , 1972, P. 124.).....	5
FIGURA 4 - CAPACIDADE DE CARGA VERSUS PEGADA ECOLÓGICA (MEADOWS <i>ET AL.</i> , 2004A, P. 5).....	7
FIGURA 5 - MAPA DOS 310 GEOSSÍTIOS DEFINIDOS PELO PROGRAMA GEOSSÍTIOS DA IUGS, PARA 2015 (IUGS-GTG, 2015).....	8
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DOS 111 MEMBROS DA REDE GLOBAL DE GEOPARQUES, PARA 2015 (GGN, 2015).....	9
FIGURA 7 – OS 116 SÍTIOS PUBLICADOS PELA SIGEP, PARA 2015 (WINGE <i>ET AL.</i> , 2013, P. 13).....	10
FIGURA 8 – AS 37 PROPOSTAS DE GEOPARQUES DO BRASIL PELA CPRM, PARA 2015 (CPRM, 2015) .....	10
FIGURA 9 - O PAPEL DA GEODIVERSIDADE NA GERAÇÃO DE BENS E SERVIÇOS (GRAY, 2013, P. 147).....	13
FIGURA 10 – EXEMPLO DE PAISAGEM CULTURA BRASILEIRA, FIGURA LEGAL CRIADA PELA PORTARIA Nº 127 DE 30 DE ABRIL DE 2009 DO IPHAN.....	16
FIGURA 11 - UM SISTEMA ABERTO DE QUALIFICAÇÃO DO CONTEÚDO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO. GRAU DE RELEVÂNCIA, NO EIXO ‘X’, É O SIGNIFICADO ATRIBUÍDO AO OBJETO PELA COMUNIDADE CIENTÍFICA; PERCEPÇÃO ABSTRATA, NO EIXO ‘Y’, É O ENTENDIMENTO PÚBLICO DOS SIGNIFICADOS RELACIONADO AO USO SOCIAL DOS OBJETOS (PENA-DOS-REIS & HENRIQUES 2009, P. 8). .....	20

FIGURA 12 - URBANIZAÇÃO NA ÁSIA (UN-DESA, 2014, P. 6).....	22
FIGURA 13 - CABINES AÉREAS DE UMA DAS DUAS LINHAS SECUNDÁRIAS COMPLEMENTARES DA LINHA PRINCIPAL DO METRÔ DE MEDELLIN, NAS PARTES MAIS ÍNGREMES DA CIDADE (MINVIELLE & HERMELIN, 2011, P. 74) .....	23
FIGURA 14 - MODELO TRIDIMENSIONAL DA TECNOURBESFERA NA ESCALA DA CIDADE, IDENTIFICANDO AS PORÇÕES DE CADA ESFERA PLANETÁRIA POR ELA MODIFICADA (MENEGAT, 2008, P. 82). .....	24
FIGURA 15 - REPRESENTAÇÃO DO ATLAS DO SÉCULO XXI. O GLOBO FOI SUBSTITUÍDO POR UM IMENSO EDIFÍCIO, REPRESENTANDO A TECNOURBESFERA, E, NO LUGAR DO DEUS MITOLÓGICO, FOI COLOCADA UMA FIGURA HUMANA EXIBINDO SEU FRÁGIL ESQUELETO. ESSA FIGURA FOI DESENHADA POR GIOVANNI ALPHONSI BORELLI [1608-1681] E PUBLICADA EM SUA OBRA-PRIMA DE MOTU ANIMALIUM, ONDE ESTABELECEU OS PRINCÍPIOS DA BIOMECÂNICA (MENEGAT, 2008, P. 90). .....	25
FIGURA 16 – IMAGENS DE SATÉLITE MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DE PORTO ALEGRE EM ESCALAS GLOBAL, REGIONAL E LOCAL. EM ESCALA LOCAL REGISTRA: A CONURBAÇÃO DAS CIDADES DA REGIÃO METROPOLITANA AO NORTE DE PORTO ALEGRE, O LAGO GUAÍBA E A LAGUNA DOS PATOS (MENEGAT <i>ET AL.</i> , 2006D, PP. XIV-XVII). .....	27
FIGURA 17 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DO RS. EM VERMELHO, CRÁTON RIO DE LA PLATA E CINTURÃO DOM FELICIANO; VERDE E ROXO, BACIA DO PARANÁ; E AMARELO, BACIA DE PELOTAS (MENEGAT <i>ET AL.</i> , 2006A, P. 13).....	28
FIGURA 18 - MAPA DE RELEVO E DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS DO RIO GRANDE DO SUL (MENEGAT <i>ET AL.</i> 2006C, P. 25). .....	29
FIGURA 19 - MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS QUE ALIMENTAM O LAGO GUAÍBA (MENEGAT & KIRCHHEIM, 2006, P. 36).....	29

FIGURA 20 - MAPA FITOFISIONÔMICO DA AMÉRICA DO SUL E ROTAS MIGRATÓRIAS (PORTO & MENEGAT, 2006, P. 48). REGIÕES FITOFISIONÔMICAS DE INFLUÊNCIA EM PORTO ALEGRE: FLORESTA DA COSTA ATLÂNTICA; FLORESTA DO INTERIOR DA COSTA ATLÂNTICA; FLORESTA DO PLANALTO MERIDIONAL COM ARAUCÁRIA; SAVANA MERIDIONAL (CAMPOS); E COMPLEXO DAS RESTINGAS DA COSTA ATLÂNTICA (ANEXO 3). .....	30
FIGURA 21 - TETRAEDRO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL URBANA INTEGRADA, MOSTRANDO AS RELAÇÕES BIUNÍVOCAS ENTRE QUATRO ESFERAS QUE DEVEM SER CONSIDERADAS: DO CONHECIMENTO LOCAL DO AMBIENTE URBANO, DA EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO CULTURAL DOS CIDADÃOS; DOS PROGRAMAS DE GESTÃO SOCIOAMBIENTAL URBANA, E DO SISTEMA DE GOVERNO E FORMAS DE GESTÃO (MENEGAT, 2008, P. 88). .....	31
FIGURA 22 - EXPLICAÇÃO VISUAL DOS PASSOS DA METODOLOGIA DE DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PREFERENCIAIS DE BUSCA POR GEOSSÍTIOS.....	41
FIGURA 23 - MAPA DE ÁREAS DE BUSCA E GEOSSÍTIOS.....	42
FIGURA 24 - MAPA DOS ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE. ....	43

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - AMEAÇAS À GEODIVERSIDADE (MODIFICADO DE GRAY, 2013) .....	14
QUADRO 2 - A REPRESENTAÇÃO DOS PERÍODOS (SIC) DO TEMPO GEOLÓGICO PELOS SÍTIOS FOSSILÍFEROS CONSTANTES NA LISTA DO PATRIMÔNIO MUNDIAL - EM 2005 (DINGWALL <i>ET AL.</i> , 2005).....	20
QUADRO 3 - REPRESENTATIVIDADE GEOCRONOLÓGICA DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO À HISTÓRIA GEOLÓGICA DE PORTO ALEGRE.....	32
QUADRO 4 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR REPRESENTATIVIDADE GEOCRONOLÓGICA. ....	33
QUADRO 5 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR REPRESENTATIVIDADE DE EVIDÊNCIAS.....	33
QUADRO 6 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DE AFLORAMENTOS. ....	33
QUADRO 7 - MOBILIDADE URBANA DE PORTO ALEGRE E AS CONVENÇÕES TEMÁTICAS QUE A DEFINEM.....	34
QUADRO 8 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR MOBILIDADE URBANA. ....	34
QUADRO 9 - POTENCIAL DE VISITAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS DE PORTO ALEGRE E AS CONVENÇÕES TEMÁTICAS QUE O DEFINEM. ....	34
QUADRO 10 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR POTENCIAL DE VISITAÇÃO.....	35
QUADRO 11 - POTENCIAL LOCAL DE DIFUSÃO DA INFORMAÇÃO E AS CONVENÇÕES TEMÁTICAS QUE O DEFINEM. ....	35
QUADRO 12 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR POTENCIAL LOCAL DE DIFUSÃO DA INFORMAÇÃO.....	35
QUADRO 13 - REPRESENTATIVIDADE DAS GEOFORMAS LOCAIS COM OS DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS DO RS.....	36

QUADRO 14 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS DO RS. ....	36
QUADRO 15 - REPRESENTATIVIDADE DAS GEOFORMAS LOCAIS COM OS MODELADOS DE RELEVO DE PORTO ALEGRE.....	36
QUADRO 16 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR MODELADOS DE RELEVO DE PORTO ALEGRE.....	36
QUADRO 17 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR UNIDADES E FEIÇÕES HIDROGRÁFICAS SIGNIFICATIVAS. ....	37
QUADRO 18 - GRUPOS DE INTERESSE DAS UNIDADES DE PAISAGEM CONSTRUÍDA OU NATURAL E AS CONVENÇÕES TEMÁTICAS QUE OS DEFINEM. ....	37
QUADRO 19 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR UNIDADES DE PAISAGEM CONSTRUÍDA OU NATURAL. ....	37
QUADRO 20 - GRUPOS DE INTERESSE DE AMPLITUDE DA ESCALA OBSERVACIONAL E FRUIÇÃO DA PAISAGEM E AS CONVENÇÕES TEMÁTICAS QUE OS DEFINEM.....	37
QUADRO 21 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR AMPLITUDE DA ESCALA OBSERVACIONAL E FRUIÇÃO DA PAISAGEM. ....	38
QUADRO 22 - GRUPOS DE USOS CULTURAIS E AS CONVENÇÕES TEMÁTICAS QUE OS DEFINEM. ....	38
QUADRO 23 - ÍNDICES DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO INDICADOR USOS CULTURAIS.....	38
QUADRO 24 - MATRIZ DE VALORAÇÃO INTEGRADA DAS UNIDADES GEOLÓGICAS DE PORTO ALEGRE.....	39
QUADRO 25 - ÍNDICES GEOPAISAGÍSTICOS TOTAIS DAS UNIDADES GEOLÓGICAS DE PORTO ALEGRE.....	40

## **APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

O presente resultado escrito foi fruto, pelo menos, dos últimos sete anos de contato com os estudos e pesquisas na área da geologia. Surpreendente e revelador, o conhecimento científico geológico apresenta, de forma organizada, uma bela - e momentânea – maneira de explicar o mundo em que vivemos. Momentânea, pois jamais alcançaremos modelos infalíveis da verdade da Terra; bela e organizada, pois mesmo assim, propõe um sistema Terra complexamente caprichoso e cheio de detalhes de subsistemas interligados que explicaria – e explica até então - tal peculiar realidade momentânea; e surpreendente por ser capaz de descortinar algo que sempre esteve diante de nós, mas que mesmo assim não se percebia.

Apresentações filosóficas a parte, a dissertação que aqui segue, traz como grande área de pesquisa científica, a área da geodiversidade. Temática recente em termos de conceito, a geodiversidade tem se mostrado como área guarda-chuva dos assuntos que vinculam a geologia com o desenvolvimento sustentável e aos corolários que desse sucedem. Portanto, não obstante, tenderá a crescer em espaço, em qualidade e em representatividade nas atividades geocientíficas que recém se delineiam para o já corrente século XXI.

Os itinerários geológicos que aqui se propõem são, antes de mais nada, contextualizados pelo surgimento da grande área da geodiversidade e, em específico, da sua subárea conceituada como geoconservação. Posteriormente, é apresentada a região de Porto Alegre – área de estudo – em termos de um local de alta geodiversidade e, também, necessitada de políticas e estratégias de geoconservação. Propostos como metodologia de auxílio à culturalização ambiental das pessoas porto-alegrenses, os itinerários geológicos de Porto Alegre apresentam uma maneira de reconhecer a paisagem do município por meio de uma visão geopaisagística.

Assim sendo, se procedeu ao resumo de todo o trabalho, para começar, e, posteriormente, foram organizadas três seções internas ao capítulo introdutório, cada qual contendo um anexo que lhe diz respeito. Caminho do meio, se apresentou o artigo resultante da síntese das reflexões e pesquisas realizadas pelo autor e pelos orientadores.

## RESUMO

Os temas da geodiversidade e geoconservação emergem no século XXI como contribuições das geociências para o desenvolvimento sustentável. Precedido por duas grandes guerras mundiais no século XX, bem como pela intensa industrialização do mundo e dos impactos ambientais advindos da mesma, o século XXI é marcado pela urgência de mudança nos padrões de desenvolvimento do século passado. O gigantismo urbano, os colapsos socioambientais e a intensa ocupação da geosfera, apontam para a necessidade da culturalização dos temas relacionados à Terra, em especial, da sua conservação. Nesse cenário, o papel das geociências começa a ser rebalanceado entre suas funções tradicionais de localização e exploração dos bens da litosfera e suas possibilidades novas de atuação no desenvolvimento sustentável. Emergentes das novas áreas e papéis das geociências, são propostos os conceitos da geodiversidade – e de suas funções ecossistêmicas fundamentais para a sociedade moderna –, bem como são desenvolvidas estratégias para aplicação da conservação da Terra, a geoconservação. Embora a atenção para as peculiaridades das geoformas e para a importância da conservação dessas seja antiga, estratégias de geoconservação ganharam espaço na gestão patrimonial e ambiental apenas a partir dos anos 1990 e, desde então, metodologias vêm sendo construídas para dar suporte técnico-científico para tais ações. O objetivo do presente trabalho é apresentar contribuições metodológicas para geoconservação em ambientes urbanos, especificamente pela valoração integrada de unidades geológicas com base na análise de seis mapas temáticos do município de Porto Alegre e pela proposição de uma matriz de valoração ponderada que relaciona 12 indicadores geopaisagísticos com as 26 unidades geológicas locais. Também são propostos 13 geossítios encadeados como itinerários geológicos que permitem evidenciar a história geológica da região. Por fim, o estudo propõe os Itinerários Geológicos de Porto Alegre como tecnologia socioeducativa para auxiliar a conexão das pessoas com a paisagem onde vivem, estimulando assim, a gestão de ambientes urbanos populosos por meio de uma geoconservação cultural.

**Palavras-chave** – geodiversidade, geossítio urbano, matriz de valoração, geoeducação ambiental local, gestão ambiental urbana.

## ABSTRACT

The themes of geodiversity and geoconservation arise in the XXI century as contributions of geosciences to sustainable development. Preceded by two world wars in the XX century, as well as by the intense industrialization of the world and its environmental impacts, the XXI century is marked by the urgency of changes in the development patterns of the last century. The gigantic urban realm, the social and environmental collapses, and the intense occupation of the geosphere, point out the urgent culturalization of issues related to Earth, in particular its conservation. In this context, the role of geosciences begins to be rebalanced between their traditional functions of location and exploitation of the lithosphere goods and its new possibilities for acting on sustainable development. Emerging from the new areas and roles of geosciences, the geodiversity concept has been proposed - and its fundamental ecosystem functions for modern society -, as well as strategies have been developed for Earth conservation application, the geoconservation. Although attentions to the peculiarities of landforms and the importance of conserving it are old, geoconservation strategies gained ground in the patrimonial and environmental management only from the years 1990 and, since then, methodologies have been built to provide technical and scientific support for such actions. The objective of this paper is to present methodological contributions to geoconservation in urban environments, specifically by the integrated valuation of geological units based on the analysis of six thematic maps of Porto Alegre county and by the proposition of a weighted valuation matrix that relates 12 geolandscape indicators applied to 26 local geological units. In addition, 13 geosites are linked in terms of geological itineraries that allow reflecting regional geological history. Finally, the study proposes the Geological Itineraries of Porto Alegre as a socioeducational technology to help connect urban citizens with the landscape in which they live, thus stimulating the management of populated urban environments through a cultural geoconservation.

**Key-words** – geodiversity, urbangeosite, assessment matrix, place-based environmental geoeducation, environmental urban management.

## CAPÍTULO INTRODUTÓRIO

### GEODIVERSIDADE: O OLHAR PARA A GEOSFERA

*James Boswell's 18 August 1773 remark to his wife as he prepared to set out with Samuel Johnson on their tour through Scotland and the Hebrides: 'Madame, we do not go there as to paradise. We go to see something different from what we are accustomed to'.*

(Hose, 2008, p. 55)

### O Século XX e os Novos Dilemas do Século XXI

O século XXI registrou o marco histórico da existência de uma população urbana superior em número em relação àquela rural (Figura 1). Abrigando mais da metade das sete bilhões de pessoas do planeta, as cidades tornaram-se um fato de escala global (Figuras 2). Antecessor a esse tempo, o século XX foi marcado por duas grandes guerras mundiais e pela crescente industrialização do mundo, acompanhada das degradações ambientais advindas do modo de desenvolvimento acelerado proporcionado pelas novas fontes de energia então empreendidas. Esses fatos, em contra partida, resultaram, por exemplo, em 1945, no surgimento da *Organização das Nações Unidas* (UN, 1945), bem como de sua agência especializada, a *Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura* (UNESCO, 1945), sendo observada também a criação da *União Internacional para a Conservação da Natureza*, em 1948 (Harrison, 1978).

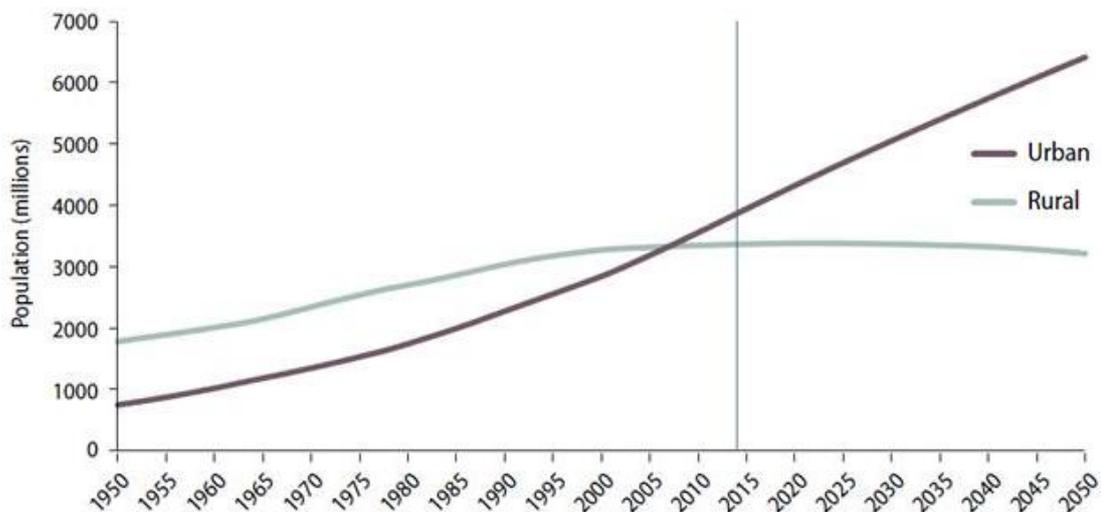


Figura 1 - Populações urbana e rural do mundo, 1950–2050 (UN-DESA, 2014, p. 7).

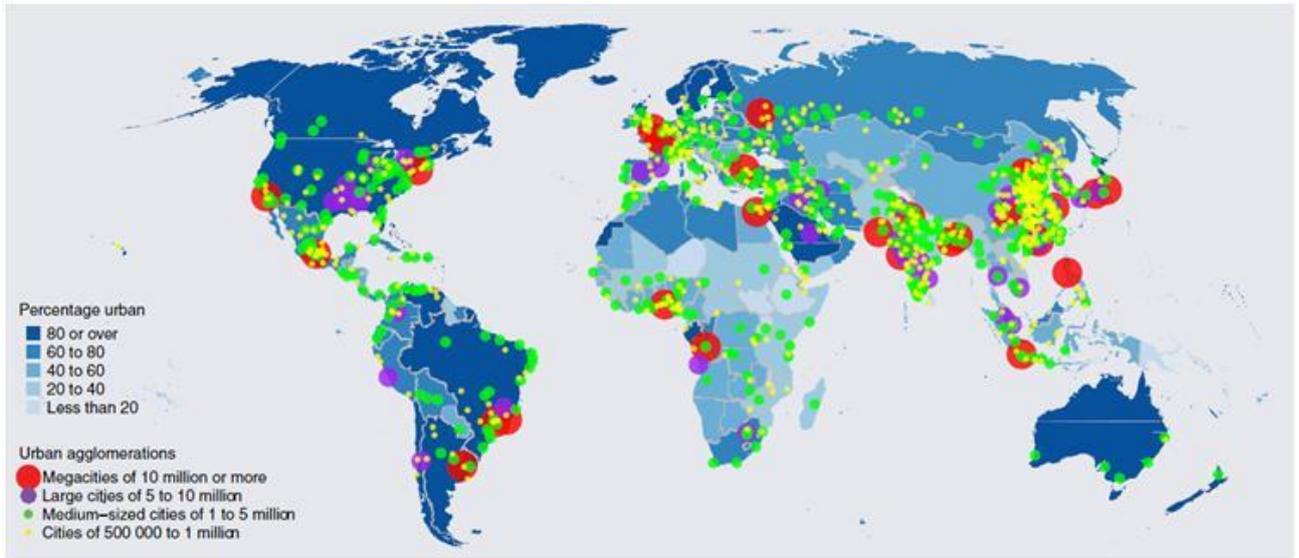


Figura 2 – Porcentagem urbana e localização das aglomerações urbanas com no mínimo 500.000 habitantes, 2014 (UN-DESA, 2014, p. 9).

Importantes discussões internacionais sobre os rumos sociais e ambientais da humanidade foram então desencadeados e os primeiros grandes relatórios científicos foram realizados em nível mundial, mostrando limites claros ao desenvolvimento nos moldes até então praticados (Meadows *et al.*, 1972). Por meio de teorias de sistemas dinâmicos e modelos computacionais realizados num dos mais respeitados centros de pesquisa científica da época – o *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* -, os limites propostos para o crescimento foram identificados com base em dados históricos medidos entre os anos de 1900 e 1970 e projetados para padrões semelhantes aos dos dados observados (Figura 3).

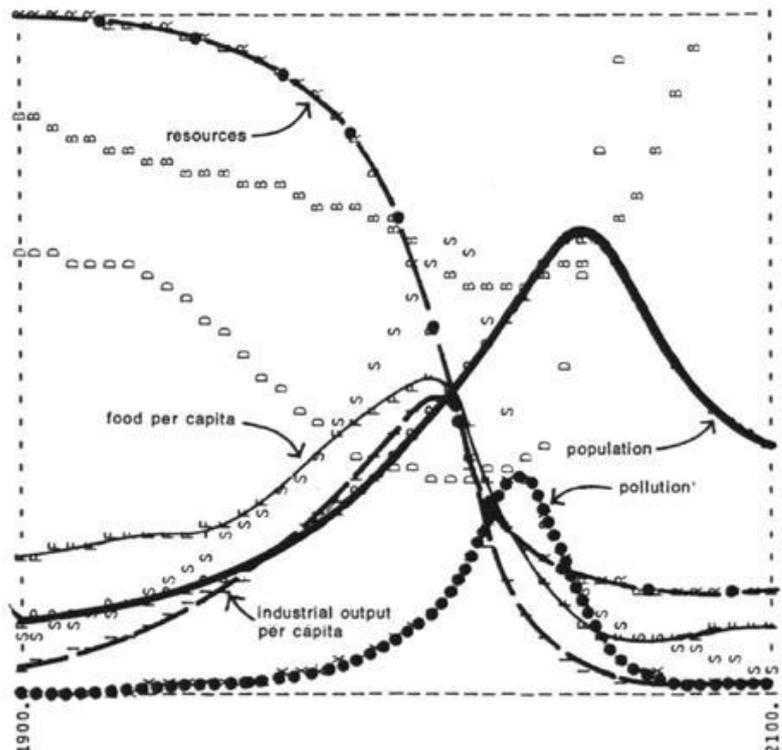


Figura 3 - Modelagem do mundo para o curso padrão, a qual assume não ocorrerem mudanças significativas nos padrões observados historicamente (Meadows *et al.*, 1972, p. 124).

Ainda que os modelos realizados tenham projetado outros onze cenários possíveis, os quais apresentaram diferentes possibilidades de mudanças estruturais sociopolíticas a fim de evitar os colapsos indicados para as primeiras décadas dos anos 2000 (ver Figura 3), o estudo como um todo foi propositalmente descreditado em prol da continuidade nos moldes desenvolvimentistas aplicados em larga escala durante a industrialização do mundo no século XX. A temática trazida desde 1972 pelos autores de *Limits to Growth* (Meadows *et al.*, 1972), vinculados ao Clube de Roma, se tornou mundialmente reconhecida apenas com o advento da publicação do Relatório Nosso Futuro Comum, ou Relatório Brundtland (WCED, 1987). Nesse relatório apresentado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (WCED) sob encomenda da Assembléia Geral das Nações Unidas, a mudança já proposta de modelo de desenvolvimento ganhou força e nome: o desenvolvimento sustentável, no qual a “*exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional harmonizam-se e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas*” (WCED, 1987, p. 57).

Desde então passou-se a existir consenso em relação aos impactos humanos no planeta e na própria estrutura social, evidenciando assim, a necessidade de mudanças socioambientais estruturais para a viabilidade da humanidade moderna. Em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92 – sediada na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, se deu então o marco das atenções internacionais para as questões ambientais, conferência que contou com a presença massiva de chefes de estado do mundo inteiro e resultou no importante documento intitulado Agenda 21 (ONU, 1993).

Avaliados novamente pela equipe de *Limits*, 20 anos e 30 anos depois (Meadows *et al.*, 1992, 2004b), os indicadores socioambientais planetários apenas pioraram (Meadows *et al.*, 2004a). Foram, então, introduzidas as noções de pegada ecológica e capacidade de carga do planeta, concluindo que a humanidade está em perigosos estados de sobrecrecimento e que havia desperdiçado a oportunidade de corrigir o curso do desenvolvimento socioeconômico e ambiental ao longo dos últimos 30 anos (Meadows *et al.*, 2004a) (Figura 4).

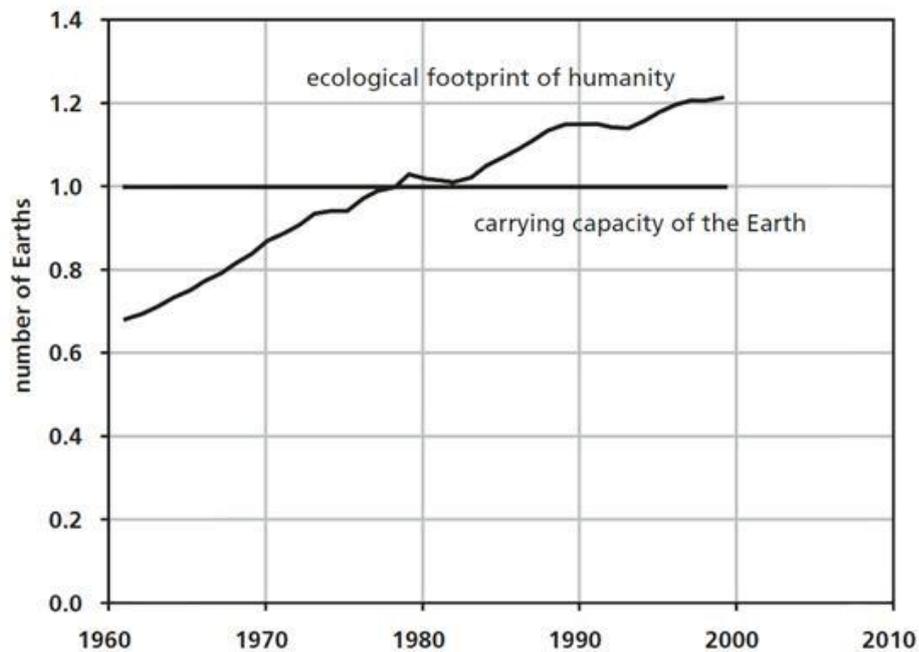


Figura 4 - Capacidade de Carga versus Pegada Ecológica (Meadows *et al.*, 2004a, p. 5).

### O Século XXI e os Novos Dilemas das Geociências

Impulsionados pela crescente escalada da urbanização (UN-DESA, 2014), as degradações ambientais evidenciadas em níveis planetários, como o aquecimento global (IPCC, 2013), e pela ética do conhecimento científico e da tecnologia (UNESCO, 2006; UNESCO-COMEST, 2013), os novos dilemas das geociências estão sendo postos. Esses dilemas se mostram principalmente na participação estratégica da comunidade geocientífica no que diz respeito às contribuições advindas dessas áreas de conhecimento para o diálogo corrente atual, no qual o sistema Terra assumiu o centro das questões da gestão ambiental e sustentável do mundo (ONU, 1993; UNEP, 2012, 2014).

Sintomaticamente, o papel das geociências, que tradicionalmente esteve vincado para o entendimento científico do mundo (Lyell, 1830; Suess, 1901; Holmes, 1944) e a exploração de bens minerais e energéticos da litosfera, tem sido reconhecido também como importante para desenvolver a cultura de cuidado da Terra. Alguns exemplos internacionais que passaram a demonstrar as mudanças das geociências e a preconizar esses novos papéis são: (a) Sítios do Patrimônio Mundial, em 1977 (UNESCO-WHC, 1972, 2013); (b) Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra, em 1991 (DD, 1991); (c) Associação Européia para a Conservação do Patrimônio Geológico, em 1993 (ProGEO, 2000); (d) Projeto Geossítios Globais da

União Internacional das Ciências Geológicas - *IUGS*, em 1995 (IUGS-GTG, 2015), atualmente com 310 geossítios (Figura 5); (e) Programa Geoparques da *UNESCO*, em 1999, desativado em 2001 (UNESCO, 1999); (f) Rede Européia de Geoparques - *EGN*, em 2000 (Zouros *et al.*, 2003), atualmente com 64 geoparques; (g) Rede Global de Geoparques - *GGN*, em 2004, sob os auspícios da *UNESCO* (UNESCO, 2004; Mc Keever & Zouros, 2005), atualmente com 111 geoparques (Figura 6); e (h) Associação Internacional de Geoética – *IAGETH* (IAGETH, 2015), em 2012, vinculada à União Internacional de Ciências Geológicas – *IUGS* – e a União Internacional de Geodésia e Geofísica – *IUGG*.



Figura 5 - Mapa dos 310 geossítios definidos pelo Programa Geossítios da IUGS, para 2015 (IUGS-GTG, 2015).

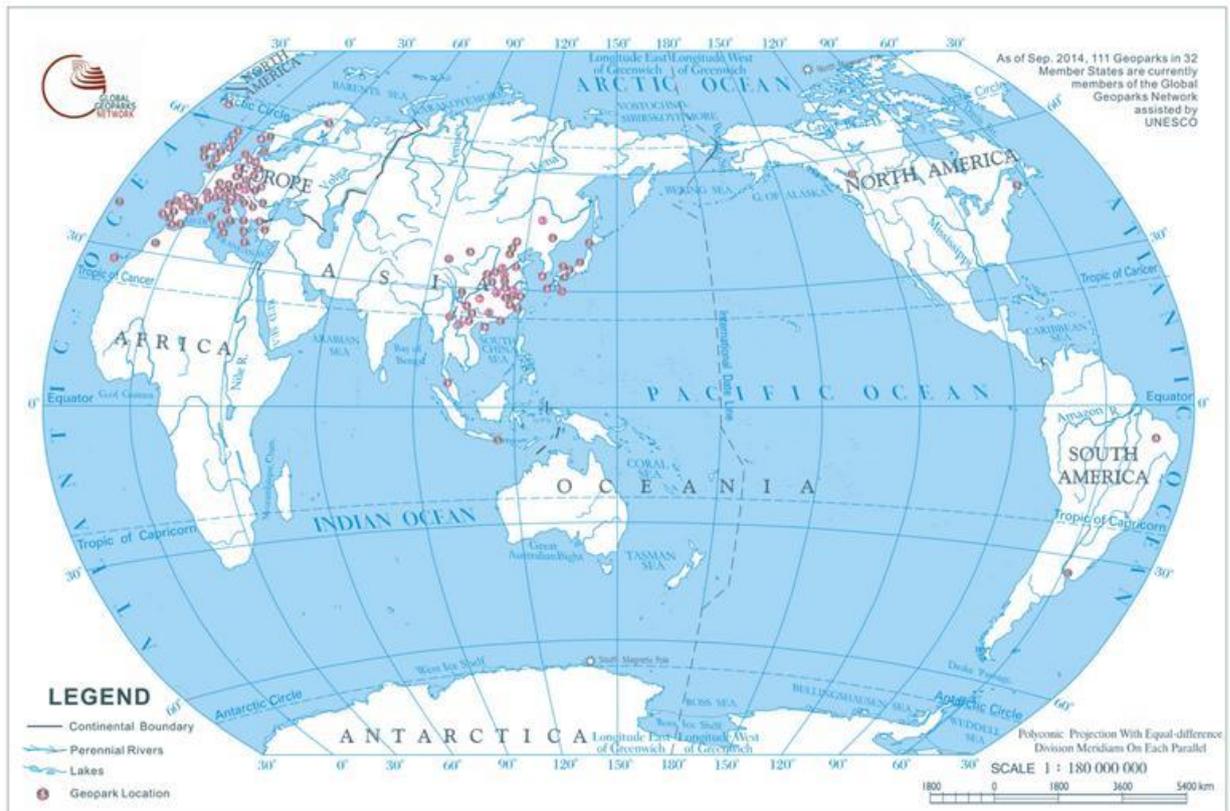


Figura 6 - Distribuição dos 111 membros da Rede Global de Geoparques, para 2015 (GGN, 2015).

Dois exemplos nacionais que demonstram a abertura das novas áreas de atuações geocientíficas são os seguintes: (a) a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP –, criada em 1997 para substituir o antigo Grupo de Trabalho Nacional em Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM – e desde então trabalhando com o principal objetivo de gerar um banco de dados dos geossítios nacionais em forma digital (SIGEP, 2015) e impressa (Schobbenhaus *et al.*, 2002; Winge *et al.*, 2009, 2013), atualmente com 116 sítios publicados (Figura 7); e (b) o Projeto Geoparques do Serviço Geológico do Brasil – CPRM –, criado em 2006 com o objetivo de realizar a identificação, levantamento, descrição, diagnóstico e divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques, bem como inventariar e quantificar os geossítios localizados nessas áreas (Schobbenhaus & Silva, 2012), atualmente com 37 propostas.

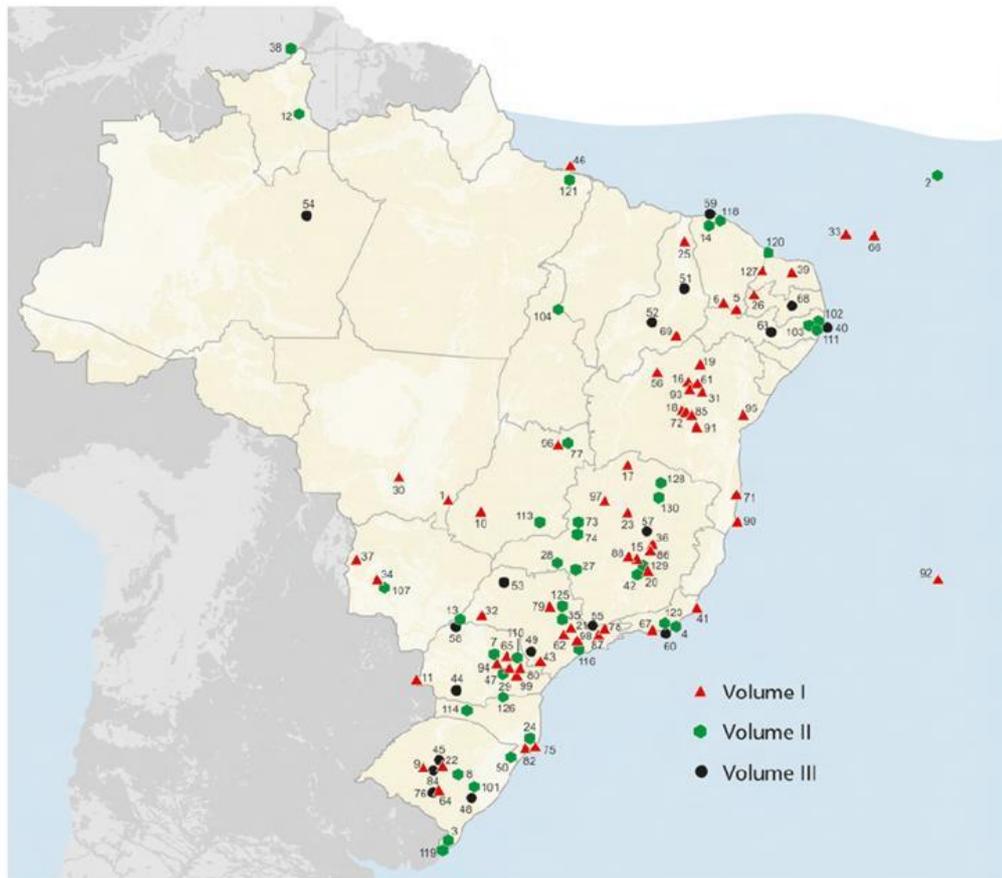


Figura 7 – Os 116 sítios publicados pela SIGEP, para 2015 (Winge *et al.*, 2013, p. 13).

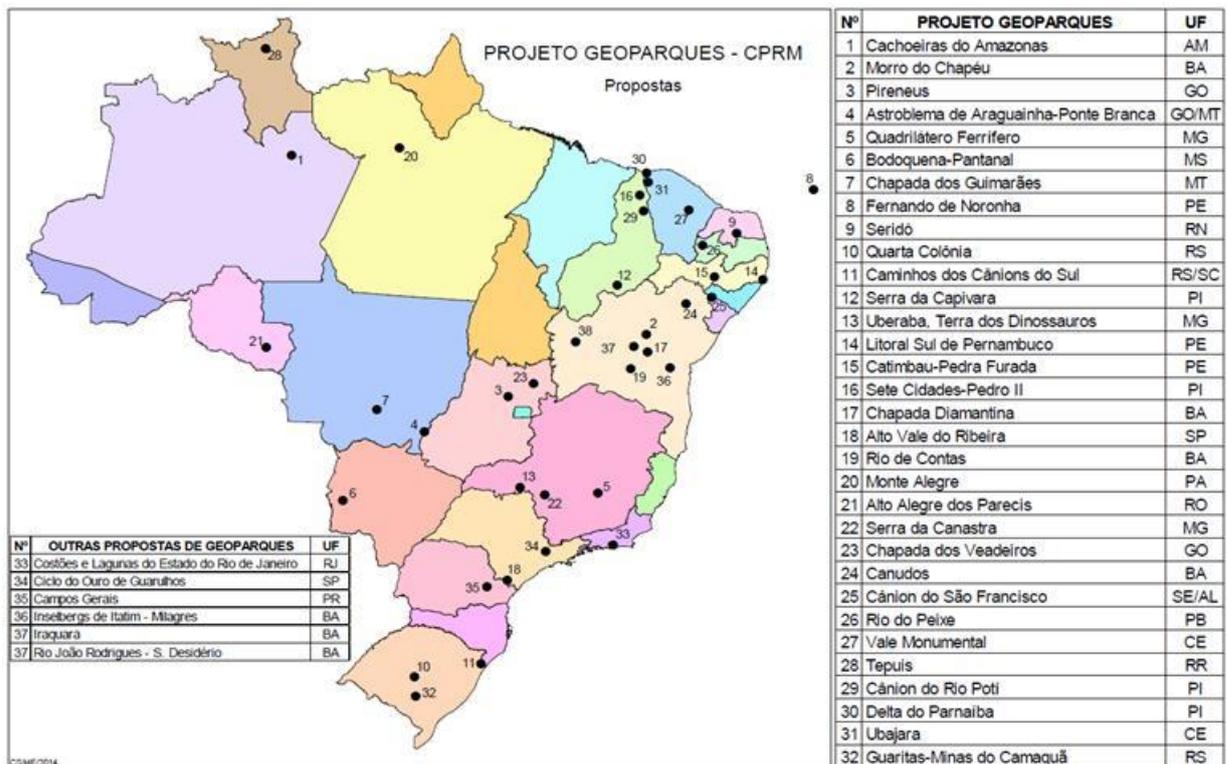


Figura 8 – As 37 propostas de geoparques do Brasil pela CPRM, para 2015 (CPRM, 2015).

## Os Conceitos de Geodiversidade e Geoconservação

Nesse cenário de atenção crescente aos temas da Terra, a literatura geocientífica tem se dedicado cada vez mais à temática da geodiversidade e geoconservação. Atribuído como país pioneiro na área, a Inglaterra, e mais amplamente, o Reino Unido, apresenta registros de políticas públicas de conservação das feições geológicas e fisiográficas desde 1949 (Wimbledon *et al.*, 1995; Prosser, 2008, 2012, 2013). Exceção também referida na literatura, a Espanha apresentou um Inventário Nacional de Lugares de Interesse Geológico iniciado em 1978 (Carcavilla *et al.*, 2009). Embora esses exemplos sejam encontrados pontualmente em momentos antigos da história, a grande expansão, conceituação e consolidação da geodiversidade e da geoconservação enquanto novos campos disciplinares datam dos anos 1990 (Sharples, 1993, 2002; Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Stanley, 2000; Baretino *et al.*, 2000). Uma das publicações concorrentes como a primeira a trazer o termo geodiversidade, a definiu como “a diversidade de feições e sistemas terrestres” (Sharples, 1993, p. 7).

Ainda que precise ser mais bem debatida e entendida (Gray, 2013), a temática da geodiversidade e seus campos geológicos de estudos correlatos (i.e., geoconservação, geopatrimônio, geoturismo, geoeducação, gestão ambiental) vêm rapidamente ganhando espaço nas atividades geocientíficas em todo o mundo (Xun & Ting, 2003; Röhling & Schmidt-Thomé, 2004; Brilha, 2005; Zouros, 2004; Burek & Prosser, 2008; Reynard *et al.*, 2009; Gordon & Barron, 2011; Henriques *et al.*, 2011; Minvielle & Hermelin, 2011; Mansur *et al.*, 2013; Palladino *et al.*, 2013; Gray, 2013; Garcia-Cortés *et al.*, 2014; Vasiljević *et al.*, 2014). O pesquisador inglês Murray Gray foi o primeiro a publicar um livro especificamente na área, chamado *Geodiversity* (Gray, 2004) já publicado em sua segunda edição (Gray, 2013), sendo autor também de artigos propondo o tema da geodiversidade como um novo paradigma geocientífico (Gray, 2008). A existência de instituições e grupos de trabalho específicos na área, bem como a recorrência do tema em encontros científicos nacionais e internacionais e a verificação de pesquisas e publicações científicas especializadas, conferem à temática da geodiversidade e geoconservação a possibilidade de tornar-se um novo paradigma geocientífico (Gray, 2008) e, por ora já tem sido anunciada como nova área geocientífica (Henriques *et al.*, 2011).

A geodiversidade está em franca construção conceitual e tem tido diferentes abordagens quanto às partes que realmente a constitui e quais as suas importâncias e ameaças. Um dos mais reconhecidos conceitos defini a geodiversidade como “*a variedade natural (diversidade) de feições geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (geoformas, topografia, processos físicos), pedológicas e hidrológicas. Isso inclui suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para a paisagem*” (Gray, 2013, p. 12). Ao comparar o conceito acima citado com a proposição antiga do mesmo autor (Gray, 2004, p. 6), é possível se observar a inclusão da temática hidrológica, mas mais importante, se observa a exclusão do termo interpretações, ou seja, o autor passa a referir-se à geodiversidade no seu sentido estritamente físico-material.

Ao relacionar-se com a biosfera, a geodiversidade “*provê a base para a vida na Terra [e] é ainda a ligação entre pessoas, paisagens e suas culturas [...]*” (Stanley, 2000, p. 15). A interface com a biosfera aponta para a discussão acerca da importância da geodiversidade e, para tanto, se apresentou uma combinação de aspectos objetivos (materiais) e subjetivos (imateriais) que passaram a ser utilizados para valorá-la. Nas primeiras conceituações, é possível encontrar e agrupar valores da geodiversidade como sendo do tipo intrínseco, cultural, estético, econômico, científico e educacional (Wilson, 1994; Bennett & Doyle, 1998). Por outro lado, esses valores foram direcionados para questões mais ecológicas e funcionais da geodiversidade (Sharples, 1993, 2002; Gray, 2004), sendo, posteriormente, apresentados em termos de serviços ecossistêmicos abióticos, a saber (Gray, 2013, p. 147): de regulação, de suporte, de provisionamento, de cultura e de conhecimento (Figura 7).

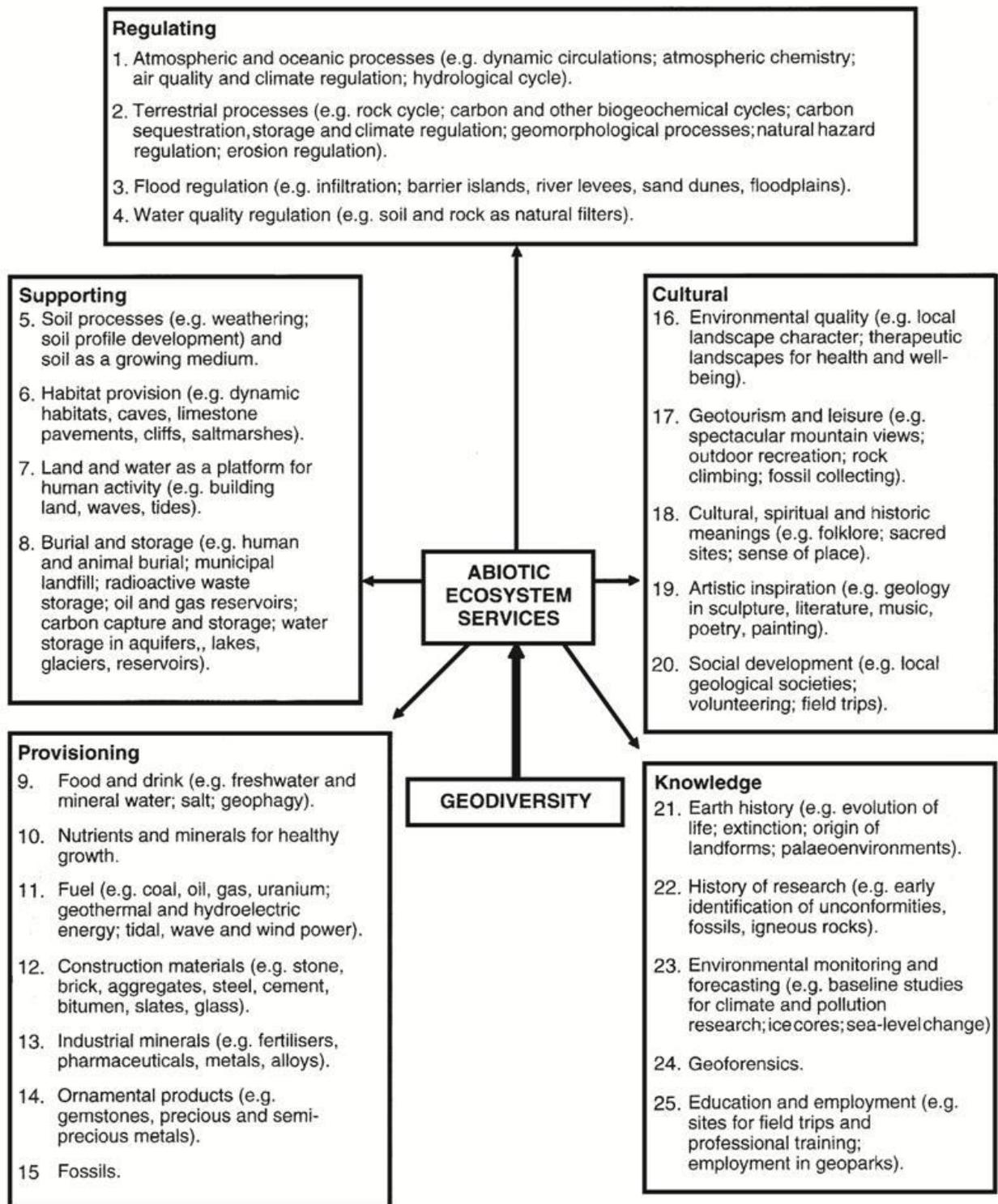


Figura 9 - O papel da geodiversidade na geração de bens e serviços (Gray, 2013, p. 147)

Como concluído pelo autor, “os valores combinados da geodiversidade são notáveis e juntos provêm à sociedade uma enorme gama de bens e serviços. Eles são absolutamente essenciais para sustentar as sociedades modernas em ambos os sentidos físicos e nos demais” (Gray, 2013, p.149). Ao reconhecerem-se os valores

fundamentais e vitais para a sociedade advindos da geodiversidade, demarcaram-se possíveis impactos e ameaças implicados, tanto em escalas locais quanto em contextos mais amplos. Normalmente subestimadas ou sequer reconhecidas, atividades que resultam em perda ou degradação da geodiversidade são abundantes, devido tanto a processos naturais quanto induzidos pelos humanos. Gray (2013, pp. 153-154) apresentou uma síntese de 14 categorias de ameaças à geodiversidade, as quais constam no Quadro 1.

Quadro 1 - Ameaças à geodiversidade (modificado de Gray, 2013)

<b>CATEGORIA DE AMEAÇA</b>
1. Extração mineral
2. Aterro e restauração de pedreira
3. Desenvolvimento territorial e expansão urbana
4. Erosão e proteção costeira
5. Manejo de rio, hidrologia e engenharia
6. Silvicultura, crescimento e remoção de vegetação
7. Agricultura
8. Outras mudanças de manejo territorial
9. Pressões recreacionais/turísticas
10. Remoção de espécimes geológicos
11. Mudanças climáticas e de nível do mar
12. Fogo
13. Atividade militar
14. Falta de informação/educação

Tem sido recorrente na literatura o apontamento da falta de informação/educação como contribuinte importante no impacto ambiental e uma vez que esses impactos podem ter caráter cumulativo e as ameaças variam conforme a sensibilidade dos sistemas e os valores outorgados pelas pessoas a esses sistemas (Gray, 2013; García-Ortiz *et al.*, 2014), é evidenciada a necessidade de estratégias de geoconservação tanto por meios legais quanto educacionais/culturais.

Porções da geodiversidade, que contêm valor e significado importantes para o registro da história da Terra, e que devem ser conservadas para o tempo presente e futuro, foram definidas como patrimônio geológico (DD, 1991). Resultante das

discussões empreendidas no 1º Simpósio Internacional sobre Proteção do Patrimônio Geológico, ocorrido em Digne-les-Bains, França, em 1991, a Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra (Anexo 1) é um importante documento que serve de base tanto ideológica quanto conceitual para a geoconservação. Na Declaração consta que

*também a Terra conserva a memória do seu passado, registrada em profundidade ou na superfície, nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, registro esse que pode ser lido e traduzido. [...] O passado da Terra não é menos importante que o passado dos seres humanos. Chegou o tempo de aprendermos a protegê-lo e protegendo-o aprenderemos a conhecer o passado da Terra, esse livro escrito antes do nosso advento e que é o patrimônio geológico (DD, 1991).*

Também referido como geopatrimônio, o patrimônio geológico tem caráter material e imaterial, sendo os geossítios a expressão palpável do mesmo e os valores atribuídos a ele, o impalpável (Delphin, 2009). Ou seja, o processo de significação cultural, a atribuição de conceito e as formas de saber e de uso tradicionais, são imaterialidades que necessitam de um bem físico, o objeto ou signo material, no caso o geossítio. Esse processo é estudado pela ciência chamada Semiótica (Eco, 1991; Peirce, 1995), a qual propôs as tríades do processo de significação em termos de Referente (objeto) – Significante (signo) – Significado (imagem mental, conteúdo, conceito). Chama-se à atenção para a existência da materialidade necessária do patrimônio geológico, mas, em especial, para a imaterialidade que o compõe também necessariamente, esfera cultural de suma importância quando se abordam questões vinculadas com a paisagem onde as pessoas se desenvolveram e de importância amplificada – e, portanto, requerendo cuidados maiores – quando se busca quantificar e valorar tais patrimônios.

Como oportunamente salientado por um dos maiores especialistas em patrimônio e paisagem do Brasil, vinculado ao Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Carlos Fernando de Moura Delphin, “a terra e seus recursos minerais são fonte de toda matéria-prima e de inspiração para qualquer produção cultural” (Delphin, 2009, p. 79). Em que pesem definições patrimoniais mais amplas (i.e., abóbada celeste), mesmo as paisagens são representadas por um conjunto de monumentos naturais que as compõem (Figura 10). No caso geopatrimonial, os geossítios são “as unidades básicas do patrimônio geológico da Terra” (Henriques et

al., 2011, p. 119), devendo ser claramente delimitados em área, sejam pequenas (i.e., afloramentos) ou sejam grandes (i.e., morro) e podendo ainda incluir museus e coleções.



Figura 10 – Exemplo de Paisagem Cultura Brasileira, figura legal criada pela portaria nº 127 de 30 de abril de 2009 do Iphan.

A conservação de exemplares da geodiversidade ocorreu tardiamente em relação àqueles da biodiversidade. Exemplo disso foi a atenção dada pela UNESCO para essas duas categorias de elementos, enquanto o Programa O Homem e a Biosfera data de 1971, o Programa Geoparques veio a existir apenas em 1999 (UNESCO, 1999). Assim também se deu com as preocupações éticas envolvendo ambas as áreas de conhecimentos, sendo o Comitê Internacional de Bioética institucionalizado em 1993 e a Associação Internacional de Geoética, apenas em 2012. Com efeito, o aquecimento global é a evidência atual (IPCC, 2013) da falta de ética que se deu na exploração e no consumo dos combustíveis fósseis da litosfera. Salvo exemplos pontuais, a geoconservação passou a ter conceitos e metodologias próprias para a gestão patrimonial e ambiental a partir dos anos 1990. Definida nas suas origens, a geoconservação *“aponta para a conservação da diversidade das feições e sistemas da Terra (‘Geodiversidade’) e para a concessão da manutenção de seus processos para que esses continuem a funcionar e evoluir na sua forma natural”* (Sharples, 1993, p. 7). O autor pioneiro nos temas da geoconservação a nível mundial, desenvolvendo seus primeiros estudos na Austrália, abordou a temática de forma extremamente ecológica e ainda salientou a importância moral da geoconservação na sua visão holística para a conservação dos processos naturais da Terra, afirmando que

*Dizer que nós devemos ter considerações morais com as coisas não vivas não implica num banimento geral para se fazer certos usos instrumentais de algumas geoformas e feições geológicas [...]. Antes disso,*

*implica dizer que embora a humanidade tenha o direito de explorar os recursos naturais para satisfazer suas legítimas necessidades e propósitos, nós não devemos fazê-lo numa medida em que a geodiversidade seja reduzida e que os processos naturais já não sejam capazes de evoluir e se desdobrar nas suas próprias maneiras (Sharples, 1993, p. 7).*

Apesar da visão pioneira que relevava mais os valores ecológicos dos geossítios, a geoconservação atual tem sido direcionada fortemente para a conservação de geossítios, preferencialmente, com valores científico-educacionais. Exemplo disso é a afirmação (Lima *et al.*, 2010, p. 92) de que, em processos de inventariação de geossítios, “o principal propósito é sempre o mesmo: o de identificar ocorrências do geopatrimônio com alta relevância científica, pedagógica ou turística”. Ou seja, tais definições apresentam um esquecimento claro dos propósitos fundadores da geoconservação como uma estratégia holística de gestão ambiental (Sharples, 1993, 2002), a qual deve levar em conta muitos dos outros valores dos geossítios, como atualmente apontado por reconhecidos autores da área (Hose, 2008; Martini, 2009; Gordon, 2011; Gordon & Baron, 2012; Gray *et al.*, 2013, Gray, 2013).

A geoconservação tem sido aplicada tanto legalmente, quanto culturalmente, sendo exemplos de áreas que podem proteger a geodiversidade, os seguintes: (a) Geossítio, Geomorfossítio, Local de interesse geológico (LIG), Sítio geológico/geomorfológico de importância regional - RIGS, Sítio de Especial Interesse Científico - SSSI; (b) Estratotipo Global de Limite - GSSP; (c) Sítio do Patrimônio Mundial; (d) Geoparque; (e) Parque Nacional/Estadual/Municipal; (f) Área/Reserva/Sítio/Monumento Natural/Ecológico; (g) Área de Proteção/Conservação/Interesse Ambiental/Natural/Marinha; (h) Rio/Rota do Patrimônio; (i) Museu e Ecomuseu; (j) Paisagem Protegida/Cultural; etc.

Embora algumas das áreas citadas protejam indiretamente a geodiversidade, têm aumentado os mecanismos legais de proteção específica do patrimônio geológico. Exemplo, são os casos das novas leis ambientais da Espanha, em 2007 (Díaz-Martínez *et al.*, 2008), e de Portugal, em 2008 (DL, 2008), as quais definem os conceitos de geossítio, patrimônio geológico e geodiversidade, e no caso espanhol, ainda trazem listas das principais unidades geológicas representativas da geodiversidade nacional e diretrizes de desenvolvimento que levem em conta tal patrimônio (Díaz-Martínez *et al.*, 2008). No caso brasileiro, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza não menciona o patrimônio geológico

propriamente dito, sendo possível conservá-lo indiretamente, em especial, dentro das categorias Parque Nacional, Monumento Natural e Reserva Particular do Patrimônio Natural (SNUC, 2000). Nascimento *et al.* (2008) fizeram uma análise dos 62 Parques Nacionais brasileiros criados pelo IBAMA até 2008, apontando que em 42 desses parques, o patrimônio geológico é um dos principais atrativos.

### **As Metodologias de Geoconservação Pós 1990**

Tem tido amplo consenso na literatura, a noção de que a geoconservação tem o propósito de conservar a geodiversidade, nomeadamente por meio de geossítios, embora ainda existam discussões quanto ao método a ser utilizado (Henriques *et al.*, 2011). Analisando as diferentes metodologias desenvolvidas para a geoconservação, Henriques *et al.*, (2011, p. 120) afirmaram que o *“uso de métodos e técnicas [...] baseados em diferentes abordagens, conduzem à uma grande variedade de regulações legais e à consequente proteção irregular do patrimônio geológico”*. A fim de unificar tendências metodológicas encontradas desde as suas origens modernas (Sharples, 1993, 2002; Wimbledon *et al.*, 1995, 2000), propôs-se a metodologia da geoconservação em termos de *“implementação de procedimentos específicos de inventariação, valoração, conservação, valorização e monitoração”* (Henriques *et al.*, 2011, p. 117).

Os procedimentos de inventariação e valoração visaram à possibilidade de conhecer grande parte da geodiversidade de uma região, hierarquizar-la para definirem-se prioridades de conservação e permitir-se a posterior comparação dos resultados desses procedimentos com os de outras localidades geologicamente distintas (Sharples, 1993; Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Brilha, 2005; Lima *et al.*, 2010). A possibilidade positivamente desejada de um inventário abrangente foi contrabalanceada pela ressalva da sua dificuldade de implementação já em suas origens. Como trazido pelo autor de uma das primeiras metodologias de geoconservação propriamente dita e embasada cientificamente,

*pode não ser possível aplicá-la [a metodologia] de uma maneira rigorosa ao longo da preparação do inventário. Isso é devido em parte às limitações de tempo, e pode inclusive resultar da evolução em curso da metodologia, mas mais importante é devido às inadequações dos dados disponíveis: 1.*

*Dados geocientíficos inadequados [...]. 2. Dados comparativos inadequados”*  
(Sharples, 1993, p. 5).

O procedimento de inventariação deve ser potencializado pela definição de objetivo claro (Lima *et al.*, 2010), o que visa, por exemplo, que os geossítios sejam selecionados dentro de um mesmo critério de seleção. Segundo Lima *et al.*, (2010), que realizaram uma análise de diversas metodologias de geoconservação e propuseram uma metodologia adaptada para grandes territórios como o Brasil,

*no sentido de definir esse objetivo [o da inventariação], quatro questões precisam ser consideradas: o tópico, o valor, a escala e o uso. O tópico é o assunto ou o tema a ser inventariado. [...] O valor pode ser científico, pedagógico, turístico, cultural, entre outros, e está intimamente relacionado com o uso [...]. A escala se refere à área geográfica em que o inventário ocorrerá [...]. Finalmente, o uso é relacionado com o propósito dos geossítios inventariados* (Lima *et al.*, 2010, p. 93).

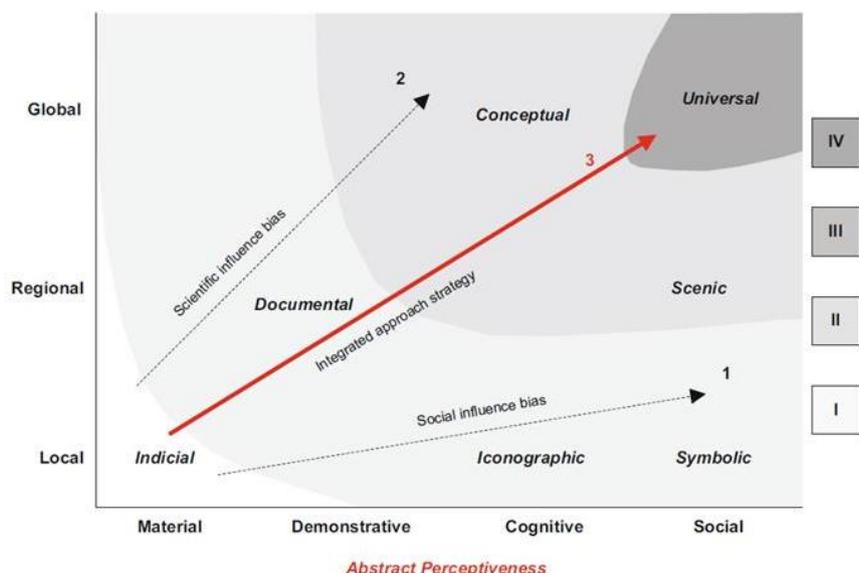
Um dos objetivos mais evidenciados atualmente nos procedimentos de inventariações tem sido o da representatividade de contextos geológicos, sendo feita, antes de mais nada, a identificação dos enquadramentos geológicos principais de uma área, a qual tem se dado por debate e consenso entre a comunidade geológica do local em questão (Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; García-Cortés *et al.*, 2001; Brilha *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2010). Definindo-se esses enquadramentos, que podem ser províncias geotectônicas, domínios morfoestruturais, unidades cronoestratigráficas, etc., se procede à identificação de geossítios capazes de representar todos os enquadramentos preestabelecidos. Uma interessante avaliação dos Sítios do Patrimônio Mundial (WHC, 2015) relacionados com o geopatrimônio foi feita por Dingwall *et al.* (2005). Nesse estudo global, os autores avaliaram a efetividade de conservação dos sítios listados no que diz respeito à representatividade fossilífera do registro da história da Terra. Ao final, evidenciaram uma ausência total de sítios representativos dos períodos Precâmbrico e Silúrico e das épocas Oligocénico e Pliocénico, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - A representação dos períodos (sic) do tempo geológico pelos sítios fossilíferos constantes na Lista do Patrimônio Mundial - em 2005 (Dingwall *et al.*, 2005).

Geological Period	Key Biological Event	World Heritage Site
Quaternary	Humans appear Ice Age	Naracoorte (Australia)
Pliocene		
Miocene		Riversleigh (Australia)
Oligocene		
Eocene		Messel Pit (Germany) Wadi Al-Hitan (Egypt)
Paleocene	First primates	
Cretaceous	Extinction of dinosaurs Origin of flowering plants	Dinosaur Park (Canada) 75m years
Jurassic	Age of dinosaurs First birds	Dorset/East Devon (U.K)
Triassic	First mammals/dinosaurs	Dorset/East Devon (U.K.) Ischigualasto-Talampaya (Argentina) Monte San Giorgio, (Switzerland)
Permian		Grand Canyon (USA)
Carboniferous	First reptiles	Mammoth Cave (USA)
Devonian	First amphibians/forests	Miguasha (Canada)
Silurian	First land plants	
Ordovician	First fishes/corals	Gros Morne (Canada)
Cambrian	First trilobites	Burgess Shale (Canada)
Precambrian	First algae/bacteria	

O procedimento de valoração de geossítios tem se dado em termos de (a) valores, (b) riscos de degradação e (c) potenciais de uso (Henriques *et al.*, 2011; Gray, 2013; García-Ortiz *et al.*, 2014). Ainda que métodos qualitativos tenham papel fundamental na marcação de premissas da geoconservação, têm-se usado métodos quantitativos (Brilha, 2005; Reynard *et al* 2007; Bruschy, 2007; Bruschy & Cendrero, 2009; Lima, 2010; Coratza *et al.*, 2011; Fassoulas *et al.*, 2011; Borba *et al.*, 2013; Garcia-Cortes *et al* 2014) como “*uma tentativa de reduzir a subjetividade que está sempre envolvida em qualquer seleção ou valoração*” (Henriques *et al.*, 2011, p. 120). Elaboradas com dados e critérios científicos, Pena-dos-Reis & Henriques (2009) salientaram a importância da integração dos vieses científico e social nas valorações, a fim de alcançar políticas de geoconservação mais efetivas (Figura 11).

Figura 11 - Um sistema aberto de qualificação do conteúdo do patrimônio geológico. Grau de Relevância, no eixo ‘x’, é o significado atribuído ao objeto pela comunidade científica; Percepção Abstrata, no eixo ‘y’, é o entendimento público dos significados relacionado ao uso social dos objetos (Pena-dos-Reis & Henriques 2009, p. 8).



Inventariação e valoração concluídas, o procedimento de conservação visou à busca por ações diretas localizadas e, principalmente, por enquadramentos legais para a proteção dos geossítios, os quais variam conforme as legislações de cada país ou das partes administrativas desses países (Brilha, 2005; Henriques *et al.*, 2011). O procedimento de valorização tratou das estratégias de implementação, divulgação, significação e uso dos geossítios (Brilha, 2005), como (a) itinerário, rota, trilha, percurso interpretativo, educativo, de observação (Burek & Hope, 2006; Whitmeyer & Mogk, 2009; Conway, 2010; Minvielle & Hermelin, 2011; Wrede & Mügge-Bartolović, 2012; Belmonte Ribas, 2013a, b; Moreira & Pinto, 2013; Ostanello *et al.*, 2013; Palladino *et al.*, 2013; Garofano, 2014; Guimarães & Mariano, 2014); (b) livros-guia de campo/livros fotográficos (Carballo & Hilário, 2010; Hilário, 2012); (c) filmes, recursos digitais, sítios eletrônicos (Gorritiberea & Hilário, 2009; Baucon & Carvalho, 2009; Magagna *et al.*, 2013; Martínez-Graña *et al.*, 2013; GGN, 2015); (d) programas educativos (Catana, 2009, 2012; Vegas *et al.*, 2012; AGA, 2013a, b, c, d; Fernández-Martínez, 2014; Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2014; Fuertes-Gutiérrez *et al.*, 2014); (e) interpretação, adaptação da linguagem, material técnico, painel interpretativo (Mansur, 2009; Pacheco, 2012; Moreira, 2012; Stewart & Nield, 2013); (f) jornais locais, revistas (EHM, 2012; Quero *et al.*, 2013; APRODERVI, 2013; GEOGARAPEN, 2013); (g) museus, ecomuseus, centros interpretativos (Jakubowski, 2004; Castro *et al.*, 2012; Reis *et al.*, 2014); etc.

Por fim, o procedimento de monitoração se propôs para fiscalização do uso dos geossítios em termos de eficácia, impacto local e acompanhamento geral das dinâmicas antrópica e natural que concernem aos geossítios (Buckley, 2003; Brilha, 2005; Nascimento *et al.*, 2007; Becker, 2008; UNESCO, 2014). Os geoparques mundiais, por exemplo, são submetidos a revisões periódicas a cada quatro anos a fim de manter padrões de qualidade em termos de “*conservação, turismo, educação, interpretação e desenvolvimento*” (UNESCO, 2014, p. 7), sendo essas condições necessárias para continuar fazendo parte da Rede Global de Geoparque sob os auspícios da UNESCO.

Embora exista consenso acerca da importância da geoconservação, divergências são observadas quanto à sua finalidade principal. Por um lado, a conservação mais voltada para geossítios com alto valor científico-educativo (Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Brilha, 2005; Dingwall *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2010) e, por outro, a busca de atenção mais às funções ecológicas desses locais (Sharples, 1993, 2002; Gray *et*

*al.*, 2013; Gray, 2013) e inclusive filosóficas (Martini, 2009). Ainda assim, as finalidades convergem novamente em um momento histórico no qual a degradação do conjunto humano-natureza é potencializada pela urbanização excessiva do mundo (UN-DESA, 2014) e pode vir a ser amenizada por meio de ambas as abordagens.



Figura 12 - Urbanização na Ásia (UN-DESA, 2014, p. 6).

### **GEOCONSERVAÇÃO: O OLHAR PARA A CIDADE?**

*UNESCO's action focuses on supporting the model of "creative cities" as laboratories for sustainable development, places where imagination, inspiration and innovation are openly and freely exchanged (UNESCO-ECOSOC, 2014, p. 2).*

A relação da geoconservação com as cidades tem sido secundária, e de maneira resumida, dir-se-á que a geoconservação tem sido focada prioritariamente para áreas rurais com altos valores de geopatrimônio, beleza natural e turístico-cultural. O processo de implementação da Rede Global de Geoparques é exemplo dessa relação, tanto em seu estágio inicial (Zouros, 2004), quanto atual. Para o caso brasileiro, basta olhar as propostas de geoparques da CPRM (Schobbenhaus & Silva, 2012) para se constatar o mesmo, e também para os sítios publicados pela SIGEP (Schobbenhaus *et al.*, 2002; Winge *et al.*, 2009, 2013). Exceção à regra, que se deu, em 2004, por iniciativa do sistema de Geoparques Nacionais da Alemanha,

é o GeoParque Nacional da Área de Ruhr, tido como o “*primeiro no mundo a ser situado em uma área urbana*” (Wrede & Mügge-Bartolović, 2012, p. 109).

Exemplos de geoconservação em áreas urbanizadas vêm ganhando espaço e, embora, se destinem, em geral, a pequenos centros populacionais, também têm se verificado exemplos aplicados em grandes cidades (Fernández-Martínez *et al.*, 2011; Minvielle & Hermelin, 2011; Carlsen & Heath, 2012; Del Lama *et al.*, 2014). A cidade de Medellín, Colômbia, com uma população aproximada de 3,5 milhões de habitantes e áreas de riscos abundantes devido ao contexto geológico-geomorfológico da Cordilheira Central Andina, apresenta um interessante projeto de geoconservação chamado de *Geometro*. Esse projeto prevê a utilização das linhas de transporte público por cabos aéreos – teleféricos – já existentes na cidade para a realização de atividades de educação ambiental embasadas nas observações panorâmicas da paisagem, dando ênfase nas questões geológico-geomorfológicas da região (Figura 13).



Figura 13 - Cabines aéreas de uma das duas linhas secundárias complementares da linha principal do Metrô de Medellín, nas partes mais íngremes da cidade (Minvielle & Hermelin, 2011, p. 74).

Marcadas frequentemente pela temática da geoeducação, as ações de geoconservação urbanas têm objetivado tal educação por meio do geoturismo (Palladino *et al.*, 2013; Wrede & Mügge-Bartolović, 2012; Del Lama *et al.*, 2014), da educação escolar formal (Catana, 2009; AGA, 2013; Fernández-Martínez, 2014; Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2014) e por meio da divulgação das geociências, ou disseminação de uma cultura para a Terra, em geral. Incluem-se aqui as mais diversas manifestações que abordem os elementos paisagísticos ou

ainda, se possível, os geopaisagísticos, as quais envolvem fotografia, pintura, escultura, teatro, dança, música, literatura, arte na paisagem, artesanato, festas, feiras, exposições, festivais, etc. Burek & Hope (2006, p. 1 e 2) ressaltaram que *“tem havido um enorme crescimento de trilhas geológicas urbanas [ , sendo] uma maneira bem sucedida para sensibilizar o público para as questões de conservação”*, em especial aproveitando-se o tempo de lazer das pessoas.

A geoconservação em cidades significa a possibilidade de sensibilização para os temas da Terra em larga escala, como é o exemplo da área administrativa da Grande Londres (Carlsen & Heath, 2012) ou da cidade de Medellín (Minvielle & Hermelin, 2011), influenciando milhões de pessoas. A pouca importância dada ao registro das cidades em alguns mapas naturalistas foi salientada por Folch i Guillén (2006, p. 192), comentando que *“as cidades aparecem neles como uma mancha suspeita, sem ter sequer presença nas legendas, como se constituíssem uma lacuna informativa e órfã de sentido”* (Anexo 2). Embora o comentário tenha se destinado a mapas de épocas antigas, pode-se dizer que ele se faz válido, em muitos casos, até os dias atuais, o que contrasta com o espaço real que os aglomerados urbanos passaram a ocupar na vida humana no século XXI (UN-DESA, 2014).

Embora proposta desde 1961, a *cidade-múndi*, ou *ecumenópolis* (Doxiadis, 1967, 1974), é atualmente uma realidade. Menegat (2008) apontou a influência atual da cidade-múndi em todas as esferas planetárias, propondo que a antiga definição de antroposfera já não mais se coloca para o caso da esfera envolvente da sociedade moderna. Desse modo, propôs a *tecnourbesfera*, definindo-a como *“a totalidade física urbana que inclui o sistema construído e as porções da litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera, por ela transformadas”* (Menegat, 2008, p. 76) (Figura 14).

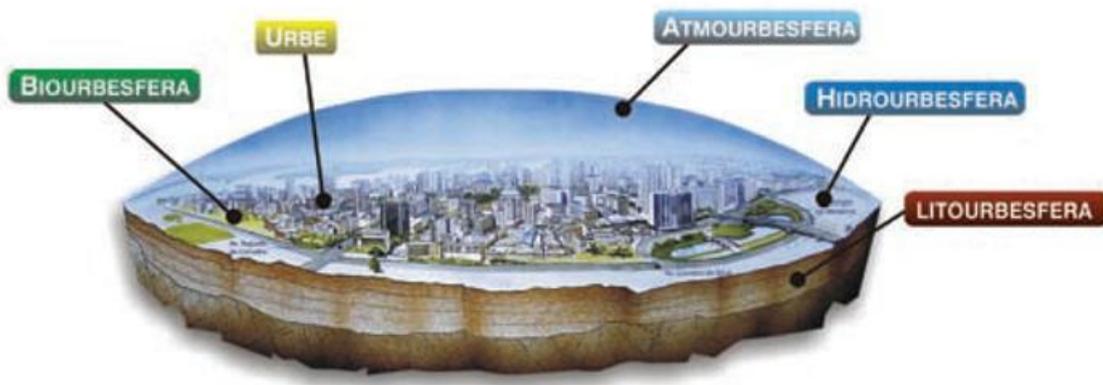


Figura 14 - Modelo tridimensional da tecnourbesfera na escala da cidade, identificando as porções de cada esfera planetária por ela modificada (Menegat, 2008, p. 82).

Em suas argumentações acerca das dificuldades de gestão desses complexos centros tecnourbanos, Menegat (2008, p. 85) apontou que “a cidade-múndi não dispõe a seus cidadãos representações adequadas para que possam ver a dimensão e a complexidade da tecnourbesfera”, e apontou ainda, a gestão urbana como provável campo de absorção significativa de profissionais das geociências no século XXI. Essas atuações se dariam principalmente em três campos, a saber: (a) planejamento urbano e redução de riscos ambientais e geológicos; (b) dimensionamento urbano multidimensional; e (c) auxílio ao entendimento do lugar da humanidade na natureza. Dando ênfase ao terceiro campo de atuação, Menegat (2008, p. 86) afirmou que

*os maiores desafios estarão colocados na geração de conhecimentos que descrevam a tecnourbesfera e ajudem a planejá-la e projetá-la de modo a diminuir [...] o impacto sobre as demais esferas planetárias. Para tanto, a produção de informação sobre a geopaisagem urbana acessível simultaneamente aos gestores, técnicos, cientistas, legisladores, juízes, empreendedores, escolares e cidadãos coloca-se como fundamental para construir uma cultura urbana capaz de apreender a complexidade atual e transmiti-la para os descendentes.*

Assim, coloca-se o entendimento das cidades e megacidades como um dos maiores desafios do século XXI (Figura 15), os quais podem ser auxiliados por mecanismos de gestão participativa (Menegat, 2002) embasados em conhecimentos técnico-científicos (Menegat *et al.*, 2006d).

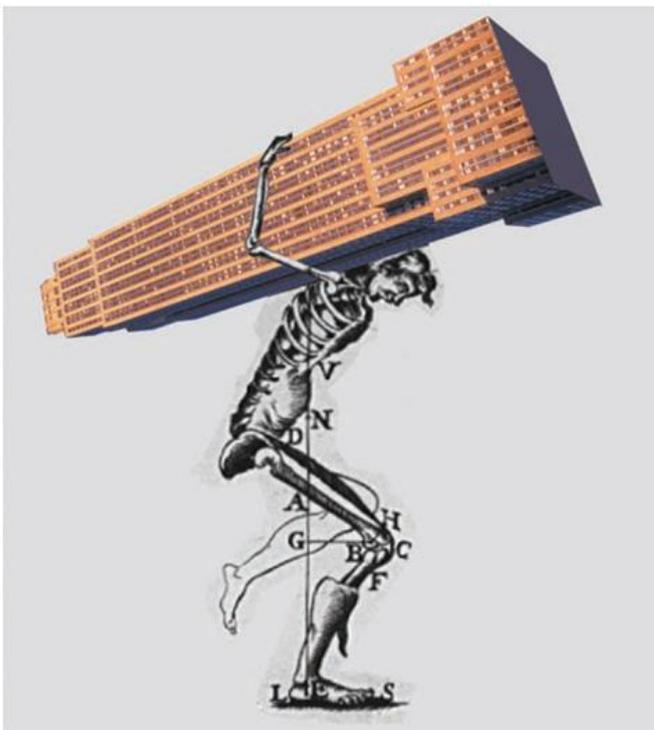


Figura 15 - Representação do Atlas do século XXI. O globo foi substituído por um imenso edifício, representando a tecnourbesfera, e, no lugar do deus mitológico, foi colocada uma figura humana exibindo seu frágil esqueleto. Essa figura foi desenhada por Giovanni Alphonso Borelli [1608-1681] e publicada em sua obra-prima *De Motu Animalium*, onde estabeleceu os princípios da biomecânica (Menegat, 2008, p. 90).

Embora o tema trazido pelo geocientista brasileiro Rualdo Menegat não esteja nomeado com o conceito de geoconservação, enxerga-se nítidas relações entre os propósitos levantados pelo pesquisador e aqueles propostos pela geoconservação na sua vertente ecossistêmica. Para além, pode-se ainda acrescentar que não só relações nítidas são traçáveis quanto se vêem contribuições profundamente holísticas e pertinentes aos novos rumos das geociências do século XXI e para o desenvolvimento sustentável. A domesticação das cidades – ou da tecnoúrbesfera – é sem dúvida um dos grandes desafios da humanidade.

### **ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: OS TEMAS DA GEODIVERSIDADE INSERIDOS NA CIDADE**

*O patrimônio, como vimos, é o resultante material e imaterial da atividade criadora contínua e conjunta do humano e da natureza. Nessa condição, ele religa concretamente o passado, o presente e o futuro. Fonte, expressão e solo da cultura viva das sociedades e das comunidades, ele é também o trampolim a partir do qual a iniciativa de desenvolvimento pode engendrar e tomar seu impulso. É finalmente um capital que convém fazer frutificar, não o esterilizando, ou ‘musealizando’, mas modelando-o e transformando-o sem cessar, utilizando-o para finalidades culturais (educação, por exemplo), sociais (identidade, confiança em si) e econômicas (o que não quer dizer lucro capitalista). O patrimônio é, antes de tudo, local, antes de ser nacional ou mundial.*

HUGUES DE VARINE (2013, p. 229)

#### **Porto Alegre: o encontro de paisagens num Atlas Ambiental**

Partindo-se de duas premissas: (1) do entendimento da “paisagem como totalidade primordial da cognição humana, na qual e com a qual foram desenvolvidos não apenas nossos instrumentos e tecnologias, nossas habitações, aldeias e cidades, mas nossos entendimentos de mundo” (Menegat, 2006, p. 18); e (2) de que “na sociedade tecnológica contemporânea, imersa e capturada pelas cidades gigantes e megalópoles da tecnoúrbesfera, nós estamos perdendo essa dimensão” (Menegat, 2009, p. 92), o presente estudo traz a hipótese de que a conexão das pessoas com a paisagem onde vivem, por meio de itinerários

geológicos, pode auxiliar na gestão ambiental local. Visando, em especial, a geoconservação em ambientes urbanos populosos, se selecionou o município de Porto Alegre (30°01'59"S; 51°13'48"W) como área de estudo (Figura 16). A capital do Estado do Rio Grande do Sul compõe, em conjunto com outros 31 municípios, a Região Metropolitana de Porto Alegre, a qual alcança uma população total de cerca de 4 milhões de habitantes, com 1,47 milhões residentes em Porto Alegre, sendo atualmente a quarta maior aglomeração urbana do Brasil (IBGE, 2013).

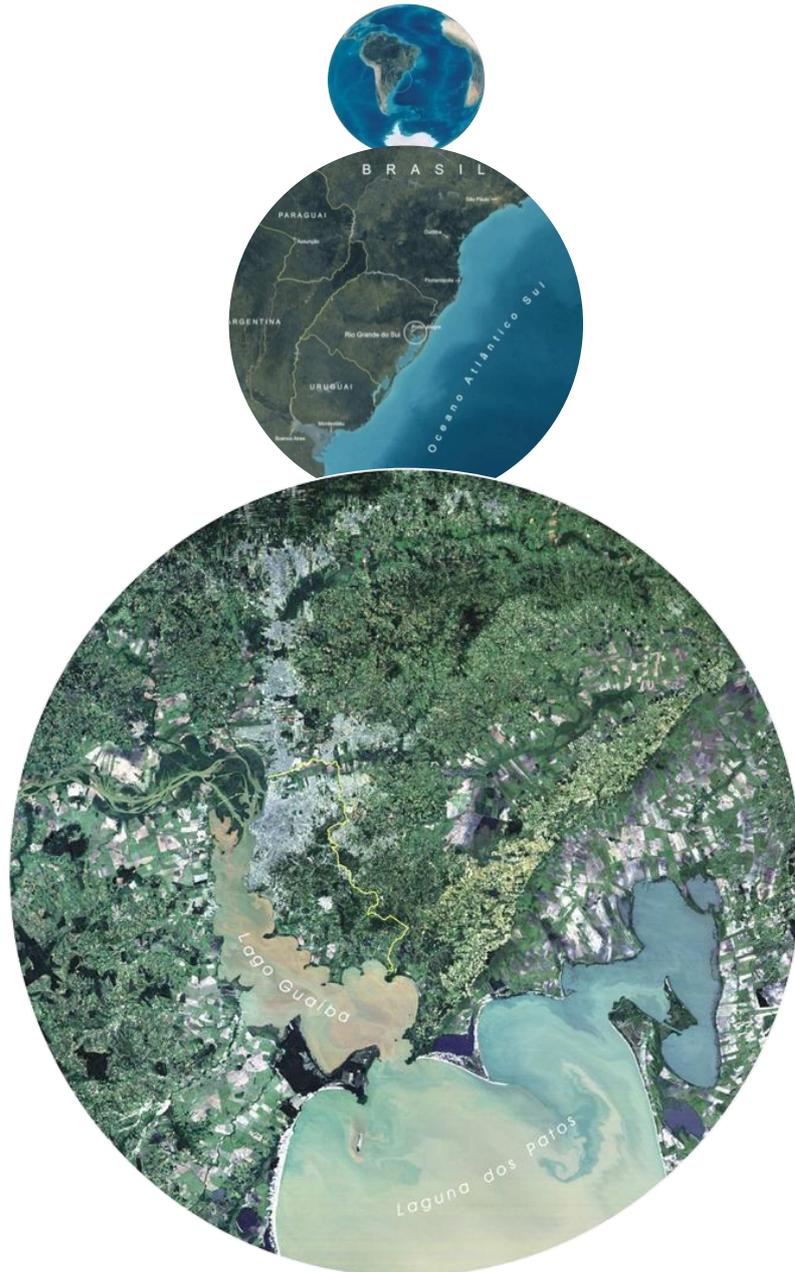


Figura 16 – Imagens de satélite mostrando a localização de Porto Alegre em escalas global, regional e local. Em escala local registra: a conurbação das cidades da Região Metropolitana ao norte de Porto Alegre, o Lago Guaíba e a Laguna dos Patos (Menegat *et al.*, 2006d, pp. XIV-XVII).

Estudos interdisciplinares realizados na região foram publicados de maneira integrada na obra Atlas Ambiental de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 2006d), obra inédita na literatura internacional e reconhecida por premiações como da ONU/Habitat, Mercocidades Solidárias, entre outras. O Atlas apresentou o município em termos de 18 capítulos organizados em três seções: sistema natural, sistema construído e gestão ambiental. Os dados e modelos científicos dessa obra sintetizaram mais de 20 anos de pesquisas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e de levantamentos técnicos da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Os coordenadores da publicação concluíram que “a região de Porto Alegre configurou-se [...] como um ecótono, isto é, uma região de interface entre grandes ecossistemas e, por isso, um importante laboratório [...] cuja História Natural pode ser narrada” (Menegat *et al.*, 2006b, p. 8) (Anexo 3).

Local de interfaces regionais de (1) unidades tectono-geológicas (Figura 17); (2) unidades morfoestruturais (Figura 18), (3) bacias hidrográficas (Figura 19); (4) regiões fitofisionômicas (Figura 20); (5) zonas climáticas; e (6) funções e concentrações urbanas, Porto Alegre apresenta diversidade ecológica única no sul do Brasil (Menegat *et al.*, 2006d).

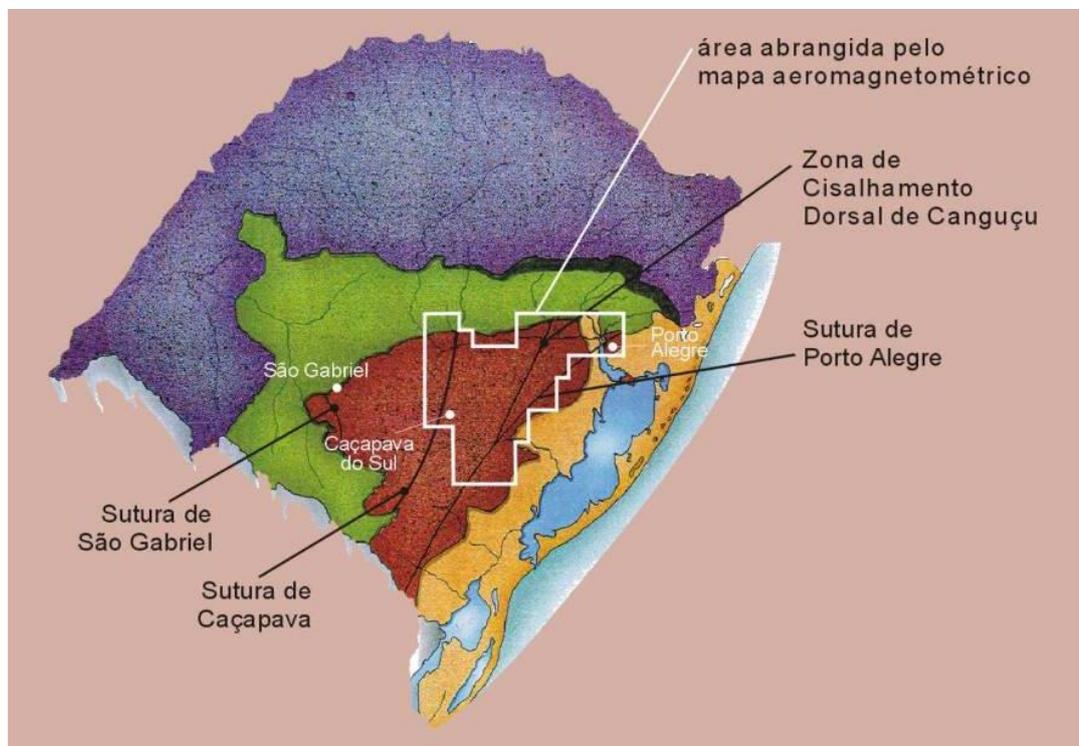


Figura 17 - Mapa geológico simplificado do RS. Em vermelho, Cráton Rio de La Plata e Cinturão Dom Feliciano; verde e roxo, Bacia do Paraná; e amarelo, Bacia de Pelotas (Menegat *et al.*, 2006a, p. 13).

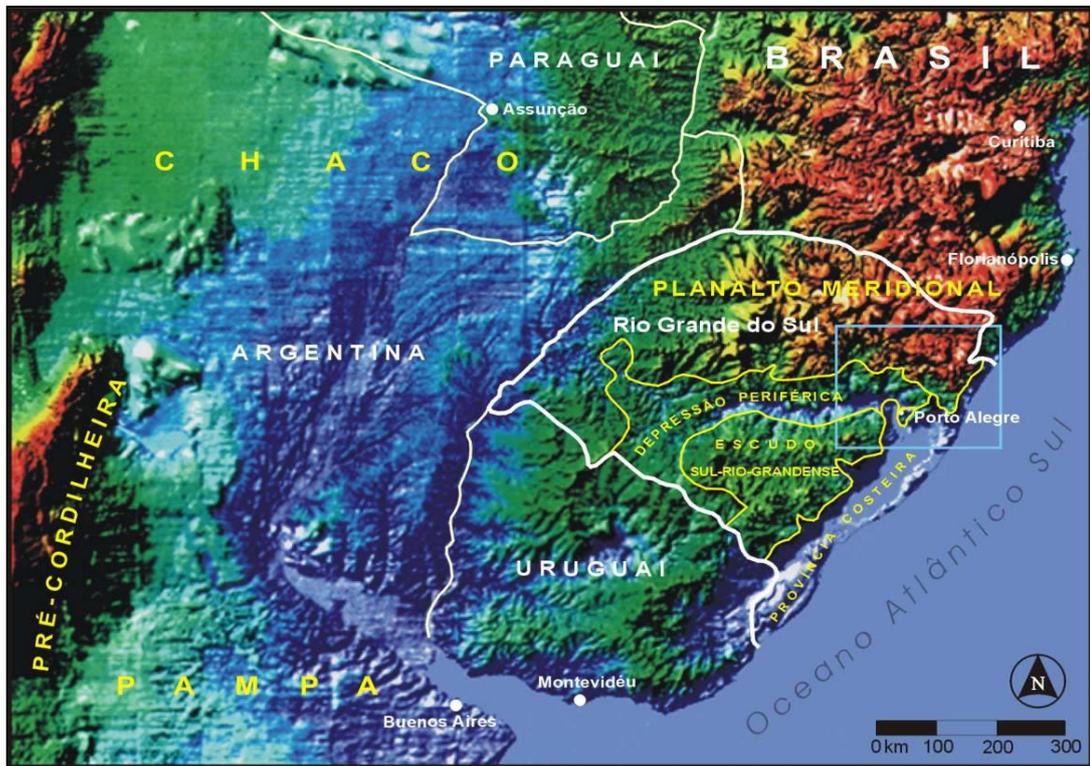


Figura 18 - Mapa de relevo e domínios morfoestruturais do Rio Grande do Sul (Menegat *et al.* 2006c, p. 25).

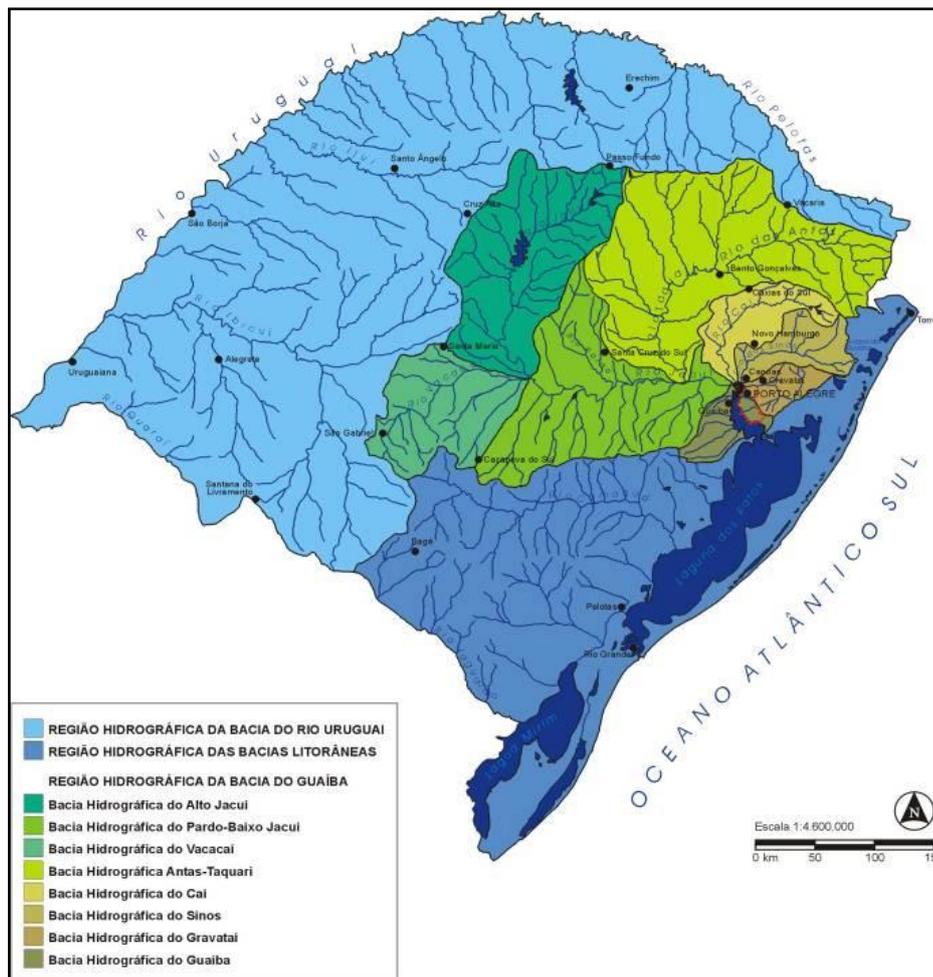


Figura 19 - Mapa das bacias hidrográficas que alimentam o Lago Guaíba (Menegat & Kirchheim, 2006, p. 36).



Figura 20 - Mapa Fitofisionômico da América do Sul e rotas migratórias (Porto & Menegat, 2006, p. 48). Regiões Fitofisionômicas de influência em Porto Alegre: Floresta da costa atlântica; Floresta do interior da costa atlântica; Floresta do Planalto Meridional com Araucária; Savana meridional (campos); e Complexo das restingas da costa atlântica (Anexo 3).

Soma-se às características ambientais peculiares da região o fato de o local ter sido visitado e descrito por naturalistas desde o século XIX (Saint-Hilaire, 1934; Avellement, 1953; Bonpland, 1978; Isabelle, 1983; Rambo, 1956). Com os desafios de gestão ambiental inerentes às grandes cidades, com as bases físicas cientificamente estudadas e com seus registros geológico, paisagístico e cultural significativos, a região de Porto Alegre constituiu-se em interessante local para pesquisas na área da geodiversidade, em especial da geoconservação urbana.

### **Itinerários Geológicos: a proposta para Porto Alegre**

A questão central desse trabalho é a de investigar a inserção dos temas da Terra na cultura urbana por meio de itinerários geológicos que auxiliem o entendimento da geopaisagem onde os cidadãos vivem. A questão assim posta recai sobre a importância da criação de mecanismos facilitadores da gestão ambiental de espaços populosos e complexos. Como proposto por Menegat (2008), o entendimento das

idades e megacidades é um dos grandes desafios da atualidade, sendo necessária uma estratégia de educação ambiental integrada que leve em conta os diferentes atores do território (Menegat, 2000, 2002, 2008). Representando essa estratégia na figura de um tetraedro, Menegat (2008, p. 88) propôs uma interrelação entre os quatro vértices conforme mostra a Figura 21.

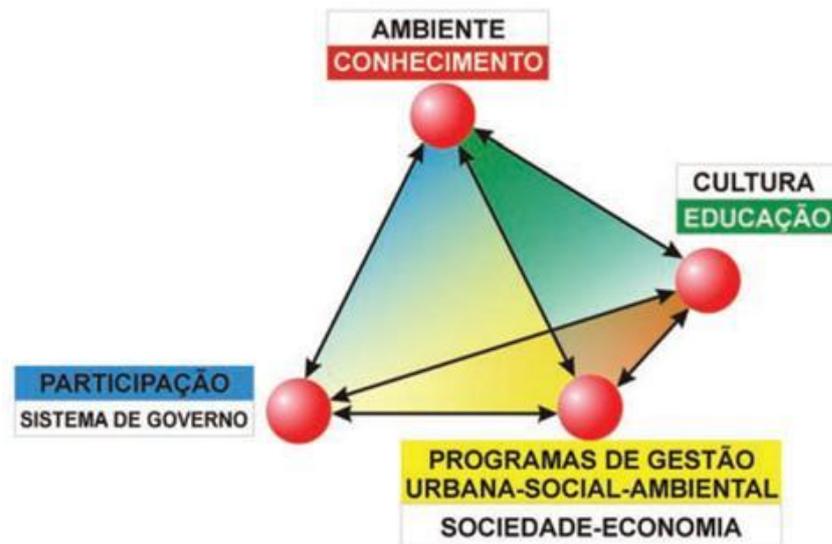


Figura 21 - Tetraedro da educação ambiental urbana integrada, mostrando as relações biunívocas entre quatro esferas que devem ser consideradas: do conhecimento local do ambiente urbano, da educação e formação cultural dos cidadãos; dos programas de gestão socioambiental urbana, e do sistema de governo e formas de gestão (Menegat, 2008, p. 88).

Assim representado, fica claro que o processo de educação e gestão é interrelacionável e que, portanto, a mudança numa esfera específica gera necessariamente mudança nas outras. O Atlas Ambiental de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 2006f), quando da sua primeira edição, em 1998, veio a contribuir de forma incisiva na esfera do conhecimento do ambiente do município. Como colocou o coordenador-geral da publicação,

*com o Atlas, técnicos, escolares, professores, gestores, governantes, empresários, organizações não-governamentais, e os cidadãos podem estabelecer referenciais conceituais comuns, melhorando a lógica e a eficiência das soluções práticas para os problemas que enfrentam [...]. Os programas de gestão ambiental podem ser entendidos em todos os recortes da vida social e urbana, saindo do hermetismo das esferas eminentemente tecnocráticas ou dos círculos eminentemente ambientalistas ou, ainda, acadêmicos (Menegat, 2008, p. 89)*

Os Itinerários Geológicos de Porto Alegre como aqui apresentados, guiados pelo problema da culturalização urbana, tendo em vista os pressupostos teóricos da geodiversidade discutidos, bem como os das características locais da área de pesquisa, são entendidos e propostos como uma estratégia socioeducativa, muito antes que turística, de auxílio à difusão e construção do conhecimento local. Para tanto, trabalhou-se com a hipótese de que itinerários geológicos em ambientes urbanos podem ilustrar a história geológica e geopaisagística da região por meio de geossítios. Sendo capazes de ilustrar a história geológica e, em seu conjunto, percorrer qualitativamente toda a geopaisagem do município, os itinerários têm características pedagógicas importantes e a possibilidade bastante grande de expor seus usuários a paisagens desconhecidas por eles até então. Para além, em se trazendo uma abordagem geológica para o itinerário, é possível que mesmo paisagens já conhecidas por uma pessoa, venham a surpreendê-la devido às novas abordagens. O conjunto dos itinerários então é uma proposição de valorização da geodiversidade local com viés educativo, que visa à possibilidade de apropriação da proposta e ao uso dela, havendo, portanto, a possível geração de cultura a partir desse processo. A gestão ambiental urbana, por sua vez, viria a ocorrer por atitude natural dos cidadãos, uma gestão de base cultural.

Objetivamente, o presente trabalho buscou compor os Itinerários Geológicos de Porto Alegre de maneira que (a) se representassem as unidades geológicas-chave do contexto geopaisagístico do município; (b) se acessassem geossítios representativos dessas unidades; e (c) se sequenciassem esses geossítios de maneira a ilustrar a história geológica local. A metodologia construída para alcançar tais objetivos se deu com base em três técnicas: (1) valoração integrada de unidades geológicas; (2) identificação de geossítios em contexto urbano; e (3) espacialização lógica e logística de itinerários geológicos. Essa metodologia é especificada no artigo que segue no corpo da presente dissertação.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO INTRODUTÓRIO

1. AGA. Associação Geoparque Arouca. 2013a. *Programas Educativos Arouca Geopark 2013/2014 – Estudo do Meio (1º Ciclo)*. Paz, A. & Rocha, D. (coord.). Arouca, 29 p.
2. AGA. Associação Geoparque Arouca. 2013b. *Programas Educativos Arouca Geopark 2013/2014 – História e Geografia de Portugal, Ciências Naturais, Educação Física (2º Ciclo)*. Paz, A. & Rocha, D. (coord.). Arouca, 30 p.
3. AGA. Associação Geoparque Arouca. 2013c. *Programas Educativos Arouca Geopark 2013/2014 – História e Geografia de Portugal, Ciências Naturais, Educação Física (3º Ciclo)*. Paz, A. & Rocha, D. (coord.). Arouca, 36 p.
4. AGA. Associação Geoparque Arouca. 2013d. *Programas Educativos Arouca Geopark 2013/2014 – Geologia, Biologia, Geografia, Turismo, Educação Física (Secundário)*. Paz, A. & Rocha, D. (coord.). Arouca, 39 p.
5. APRODERVI. Asociación para la Promoción y el Desarrollo Rural de la Comarca Villuercas Ibores Jara. 2013. *El Periódico del Geoparque Villuercas Ibores Jara – Nº1, Julio de 2013*. 24 p.
6. Ave-Lallement, R. 1953. *Viagem pelo sul do Brasil no ano de 1858*. 2ed. Rio de Janeiro: INL.
7. Baretino, D., Wimbledon, W.A.P. & Gallego, E. (Eds) 2000. *Geological Heritage: Its Conservation and Management*. ITGE, Madrid, 212 p.
8. Baucon, A. & Carvalho, C.N. 2009. *Psychedelic experiences with Geology: Geological Video Art at Boom Festival*. In: Carvalho & Rodrigues (Eds.) 2012. *New challenges with geotourism*. Idanha-a-Nova, pp. 135-139.
9. Becker, E. 2008. *Lost in the Travel Pages: The Global Industry Hiding Inside the Sunday Newspaper*. President and Fellows of Harvard College. 50 p.
10. Belmonte Ribas, A. 2013a. *Itinerarios Educativos en el Geoparque de Sobrarbe: 550 millones de años bajo tus pies (Guía del Profesor)*. Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte. Gobierno de Aragón. Geoparque de Sobrarbe. 47 p.
11. Belmonte Ribas, A. 2013b. *Itinerarios Educativos en el Geoparque de Sobrarbe: 550 millones de años bajo tus pies (Guía del Alumno)*. Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte. Gobierno de Aragón. Geoparque de Sobrarbe. 47 p.
12. Bennett, M.R. & Doyle, P. (eds) 1998. *Issues in Environmental Geology: A British Perspective*. Geological Society, London.
13. Bonpland, A. 1978. *Journal: Voyage de S. Borja a La Cierra y a Porto Alegre (1849-1850)*. Porto Alegre: Instituto de Biociências, UFRGS, 178 p.
14. Borba, A.W., Souza, L.F., Mizusaki, A.M.P., Almeida, D.P.M. & Stumpf, P.P. 2013. *Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação*

- ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil). *Pesquisas em Geociências*, 40 (3): 275-294.
15. Brilha, J. 2005. *Património geológico e geoconservação*. Palimage Editores, Viseu, 190 p.
  16. Brilha, J., Andrade, C., Azevedo, 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., Santops, V.F. & Terrinha, P. 2005. *Definition of the Portuguese frameworks with internacional relevance as an input for the European geological heritage characterization*. *Episodes*, 28 (3): p. 177-186.
  17. Bruschi, V.M. & Cendrero, A. 2009. *Direct and parametric methods for assessment of geosites and geomorphosites*. In: Reynard E, Coratza P, Regolini-Bissig G (eds) 2009. *Geomorphosites*. Verlag, München, pp 73–88.
  18. Bruschi, V.M. 2007. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Santander. 264p. Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria, España.
  19. Buckley, R. 2003. *Research Note Environmental Inputs and Outputs in Ecotourism: Geotourism with a Positive Triple Bottom Line?*. *Journal of Ecotourism* Vol. 2, No. 1, 2003.
  20. Burek, C.V. & Prosser, C.D. (eds) 2008. *The History of Geoconservation*. Geological Society, London, Special Publications, 300 p.
  21. Burek, C.V. & Hope, M. 2006. *The use of town trails in raising awareness of urban geodiversity*. IAEG2006 Paper number 609.
  22. Carballo, J. & Hilário, A. 2010. *Flysch Algorri Mendata: denboran zehar bidaiatu – un viaje a través del tiempo*. Gipuzkoako Parketxe Sarea Fundazioa – Fundación Gipuzkoako Parketxe Sarea. 271 p.
  23. Carcavilla, L., Durán, J.J., García-Cortés, A. & López-Martínez, J. 2009. *Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present, and Future*. *Geoheritage* (2009) 1:75–91.
  24. Carlsen, J. & Heath, P. 2012. *Green infrastructure and open environments - London's foundations: protecting the geodiversity of the capital, supplementary planning guidance*. London: GLA, 261 p.
  25. Castro, A. R. S. F., Greco, P. D., Mansur, K., Pereira, E. M. R., Diogo, M. C. & Carvalho, I. S. 2012. A museografia como ferramenta para a divulgação das geociências: a experiência do Museu da Geodiversidade (MGEO – IGEO/UFRJ). In: Henriques, M. H., Andrade, A. I., Quinta-Ferreira, M., Lopes, F. C., Barata, M. T., Pena dos Reis, R. & Machado, A. (coord). 2012. *Para aprender com a Terra: memórias e notícias de geociências no espaço lusófono*. Imprensa da Universidade de Coimbra. pp. 185-193.

26. Catana, M.M. 2009. *Os Programas Educativos do Geopark Naturtejo: ensinar e aprender geociências em rotas, geomonumentos, Museus e na Escola*. In: Neto de Carvalho, C. e Rodrigues, J. C. (Eds.) 2009. *Geoturismo & Desenvolvimento Local*, Idanha-a-Nova, pp. 291-307.
27. Catana, M.M. 2012. *An overview of the five years of the Naturtejo Geopark (Portugal) Educational Programmes and the next challenges*. Proceedings of 11<sup>th</sup> European Geoparks Conference, Arouca Geopark, Portugal. pp. 73-74.
28. Conway, J.S. 2010. *A Soil Trail?—A Case Study from Anglesey, Wales, UK*. *Geoheritage* (2010) 2:15–24.
29. Coratza, P., Bruschi, V.M., Piacentini, D., Saliba, D. & Soldati, M. 2011. *Recognition and Assessment of Geomorphosites in Malta at the Il-Majjistral Nature and History Park*. *Geoheritage* (2011) 3:175–185.
30. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. 2015. Sítio Eletrônico. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/>; acessado em 18 de janeiro de 2015.
31. DD. Digne Declaration, 1991. *Declaration of the Rights of the Memory of the Earth*. Proceedings of the 1st International Symposium on the Conservation of our Geological Heritage (Digne-les-Bains, 11–16 June 1991) – Mémoires de la Soc. Géol. de France, Nouvelle Série, No. 165, 1994.
32. Delhim, C.F.M. 2009. Patrimônio Cultural e Geoparque. *Geol. USP, Publ. espec.*, São Paulo, v. 5, p. 75-83, outubro 2009.
33. Díaz-Martínez, E., Guillén Mondéjar, F., Mata Perelló, J.M., Muñoz Barco, P., Nieto Albert, L.M., Pérez Lorente, F. & Santisteban Bové, C. 2008. *Nueva legislación española de protección de la Naturaleza y desarrollo rural: implicaciones para la conservación y gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad*. *Geo-Temas* 10, 2008 (ISSN: 1567-5172).
34. Dingwall, P., Weighell, T. & Badman, T. 2005. *Geological World Heritage: a global framework. A contribution to the global theme study of World Heritage Natural Sites*. Protected Area Programme, IUCN, 51 p.
35. DL. Decreto-Lei. 2008. Decreto-Lei n.º 142/2008 - de 24 de Julho. *Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional*. Diário da República, 1.ª série — N.º 142.
36. Doxiadis, C.A. & Papaioannou, J.G. 1974. *Ecumenopolis: the inevitable city of the future*. Publishing Center, Athens, Athens 368 pp.
37. Doxiadis, C.A. 1967. *The coming world-city: ecumenopolis*. In: Toynbee, A. (ed.) 1967. *Cities of destiny*. McGraw-Hill, Nova York, p.: 336-358.
38. Del Lama, E.A., Bacci, D.C., Martins, L., Garcia, M.G.M. & Dehira, L.K. 2014. *Urban Geotourism and the Old Centre of São Paulo City, Brazil*. *Geoheritage*: DOI 10.1007/s12371-014-0119-7.
39. Eco, U. 1991. *Tratado geral de semiótica*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva.

40. EHM. Earth Heritage Magazine. 2012. *The geological and landscape conservation magazine*. Issue 42. Summer 2014.
41. Fassoulas, C., Mouriki, D., Dimitriou-Nikolakis, P. & Iliopoulos, G. 2012. *Quantitative Assessment of Geotopes as an Effective Tool for Geoheritage Management*. *Geoheritage* (2012) 4:177–193.
42. Fernández-Martínez, E. 2014. *Fuentes de información para trabajar el patrimonio geológico en el aula*. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2014 (22.1), Pags. 81-84.
43. Fernández-Martínez, E., Castaño, R., García, L., Molero, J. & García-Ortiz, E. 2011. *Viejas y nuevas formas de divulgar el patrimonio paleontológico: el caso de los Fósiles Urbanos de León*. In: Fernández-Martínez, E. & Castaño de Luis, R. (eds) 2011. *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*. *Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España)*. Universidad e León; pp. 125-132.
44. Folch i Guillen, R. 2006. A cidade nos atlas ambientais. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006d. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 191-192.
45. Fuertes-Gutiérrez, I., Pérez, M., González-Villanueva, R., Arias, F., Hernández, R., Ximénez, C.J.M., Escorihuela, J., Cuevas-González, J. & García, J.M. 2014. *El valor didáctico del patrimonio geológico y el valor patrimonial de los recursos didácticos*. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (22.1), Pags. 69-80.
46. Fuertes-Gutiérrez<sup>1</sup> & Fernández-Martínez, 2014. *Inventariar para conocer, conocer para valorar - Trabajando con el patrimonio geológico en el entorno de los centros educativos*. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2014 (22.1), Pags. 38-48.
47. García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz- Martínez, E. & Vegas, J. 2014. *Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España, 64 p.
48. Garcia-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*, v. 24, no. 2, pp. 79-92.
49. García-Ortiz, E., Fuertes-Gutiérrez, I., & Fernández-Martínez, E. 2014. *Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: fragility and natural vulnerability, a case study*. *Proceedings of the Geologists' Association* 125 (2014) 463–479.
50. Garofano, M. 2014. *Geowatching, a Term for the Popularisation of Geological Heritage*. *Geoheritage*, DOI 10.1007/s12371-014-0114-z. 8 p.

51. GEOGARAPEN. Asociación para la Gestión del Geoparque de la Costa Vasca. 2013. *Geoparkea – Boletín del Geoparque de la Costa Vasca*. Número 2/Junio 2013.
52. GGN. Global Geoparks Network. 2015. Sítio eletrônico. Disponível em <http://www.globalgeopark.org/>; acessado em 10/01/2015.
53. Gordon, J.E. & Barron, H.F. 2011. *Scotland's geodiversity: development of the basis for a national framework*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 417.
54. Gordon, J.E. & Barron, H.F. 2012. *Valuing Geodiversity and Geoconservation: Developing a More Strategic Ecosystem Approach*. Geodiversity Conference Proceedings for Scottish Geographical Journal. Final revised text 22 June 2012, 22 p.
55. Gordon, J.E. 2011. *Rediscovering a Sense of Wonder: Geoheritage, Geotourism and Cultural Landscape Experiences*. *Geoheritage* (2012) 4:65–77.
56. Gorritiberea, A.J. & Hilário, A. 2009. *Flysch, Haitzen Hitza – The Whisper of the Rocks – El Susurro de las Rocas*. Alberto J. Gorritiberea/TVE/ETB. 73 min.
57. Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. England: Ed. John Wiley & Sons Ltd, 448 p.
58. Gray, M. 2013. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2ed. England: Ed. John Wiley & Sons Ltd, 495 p.
59. Gray, M., 2008. *Geodiversity: A New Paradigm for Valuing and Conserving Geoheritage*. *Geoscience Canada*, 35, 51-58.
60. Gray, M., Gordon, J.E. & Brown, E.J. 2013. *Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management*. *Proceedings of the Geologists Association* 06/2013; 124(4):659–673.
61. Guimarães, T.O. & Mariano, G. 2014. Uso de trilhas como recurso didático: abordagem interdisciplinar no ensino das geociências. *Estudos Geológicos* V.24(1), pp. 89-103.
62. Harrison, J.M. 1978. *The Roots of IUGS*. Episodes, Volume1, Number 1, March 1978, pp. 20-23.
63. Henriques, M.H., Pena dos Reis, R., Brilha, J.B.R. & Mota, T. 2011. *Geoconservation as an Emerging Geoscience*. *Geoheritage* (2011) 3:117–128.
64. Hilário, A. 2012. *El Biotpo Del Flysch – um viaje por la vida y el tiempo: guía de campo y recorridos para comprender los secretos de um biotopo muy geológico*. GPA. Berrikuntza, Landa Garapena eta Turismoko Departamendua. 244 p.

65. Holmes, A. 1944. *Principles of Physical Geology*. Edinburgh: Thomas Nelson & Sons.
66. Hose, T.A. 2008 *Towards a history of geotourism: definitions, antecedents and the future*. In: Burek, C.V. & Prosser, C.D. (eds). 2008. *The History of Geoconservation*. Geological Society, London, Special Publications, 300p., pp. 37–60.
67. IAGETH. Associação Internacional de Geoética. 2015. Sítio Eletrônico. Disponível em <http://www.icog.es/iageth/>; acessado em 17 de janeiro de 2015.
68. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Atlas do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 156 p.
69. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
70. Isabelle, A. 1983. Viagem ao Rio Grande do Sul (1833-1834). 2ed. Porto Alegre: Martins Livreiro, 165 p.
71. IUGS-GTG. União Internacional das Ciências Geológicas – Grupo de Tarefa em Geopatrimônio. 2015. Sítio eletrônico. Disponível em <http://geoheritage-iugs.mnhn.fr/>; acessado em 18 de janeiro de 2015.
72. Jakubowski, K.J. 2004. *Geological heritage and museums*. Polish Geological Institute Special Papers, 13 (2004): 21–28.
73. Lima, F.F., Brilha, J.B.R. & Salamuni, E. 2010. *Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil*. *Geoheritage*, 2: 91-99.
74. Lyell, C. 1830. *Principles of Geology, being an attempt to explain the former changes of the Earth's surface, by reference to causes now in operation*. London: John Murray.
75. Magagna, A., Ferrero, E., Giardino, M., Lozar, F. & Perotti, L. 2013. *A Selection of Geological Tours for Promoting the Italian Geological Heritage in the Secondary Schools*. *Geoheritage* DOI 10.1007/s12371-013-0087-3.
76. Mansur, K.L. 2009. Projetos Educacionais para a Popularização das Geociências e para a Geoconservação. *Geol. USP, Publ. espec.*, São Paulo, v. 5, p. 63-74.
77. Mansur, K.L., Rocha, A.J.D., Pedreira, A. (In Memoriam) , Schobbenhaus, C., Salamuni, E., Erthal, F.C., Piekarz, G., Winge, M., Nascimento, M.A.L. & Ribeiro, R.B. 2013. Iniciativas institucionais de valorização do patrimônio geológico do Brasil. *Boletim Paranaense de Geociências* 70 (2013) 02-27.

78. Martínez-Graña, A.M, Goy, J.L. & Cimarra, C.A. 2013. *A virtual tour of geological heritage: Valourising geodiversity using Google Earth and QR code*. Computers & Geosciences 61 (2013) 83–93.
79. Martini, G. 2009. *Geoparks...A Vision for the Future*. Geol. USP, Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 85-90.
80. Mc Keever, P.J. & Zouros, N. 2005. *Geoparks: celebrating Earth heritage, sustaining local communities*. Episodes, 28(4): 274-278.
81. Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. & Behrens, W. 1972. *The Limits to growth*. New York: Universe Books, 205 p.
82. Meadows, D., Meadows, D. & Randers, J. 1992. *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Chelsea Green Publishers, 300 p.
83. Meadows, D., Randers, J. & Meadows, D. 2004a. *A synopsis - Limits to growth: the 30-year update*. White River, Vt.: Chelsea Green Publishers, 24 p.
84. Meadows, D., Randers, J. & Meadows, D. 2004b. *Limits to growth: the 30-year update*. White River, Vt.: Chelsea Green Publishers, 362 p.
85. Menegat, R. & Kirchheim, R.E. 2006. Lagos, rios e arroios: as doces águas da superfície. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006d. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 35-42.
86. Menegat, R. 2000. Educação ambiental integrada: o exemplo do Atlas Ambiental de Porto Alegre. In: Krug, A. (org.) 2000. *Utopia e democracia "os inéditos viáveis" na educação cidadã*. Porto Alegre, EDUFRGS.
87. Menegat, R. 2002. *Participatory democracy and sustainable development: integrated urban environmental management in Porto Alegre, Brazil*. Environment and Urbanization 2002 14: 181-206.
88. Menegat, R. 2006. A matriz do lugar na interpretação das cidades incas de Machu Picchu e Ollantaytambo: um estudo de ecologia de paisagem e a reconstrução de processos civilizatórios. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 351 p.
89. Menegat, R. 2008. A emergência da tecnourbesfera e os novos desafios da geologia urbana. In: Machado, R. (Org). 2008. *As ciências da Terra e sua importância para a humanidade*. Curitiba: SBG, p. 76-91.
90. Menegat, R. 2009. Transcrição da Palestra Proferida em 24 de julho de 2009 - Geoparques como Laboratórios de Inteligência da Terra. *Geol. USP, Publi. Espec.*, São Paulo, v. 5, p. 91-103.
91. Menegat, R., Fernandes, L.A.D., Koester, E. & Scherer, C.M.S. 2006a. Porto Alegre antes do Homem: evolução geológica. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006d. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 11-24.

92. Menegat, R., Fernandes, L.A.D., Porto, M.L. & Carraro, C.C. 2006b. Porto Alegre: o encontro das paisagens do Cone Sul. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006d. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 7-8.
93. Menegat, R., Hasenack, H. & Carraro, C.C. 2006c. As formas da superfície: síntese do Rio Grande do Sul. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006d. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 25-34.
94. Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord) 2006d. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, 228 p.
95. Minvielle, C.A. & Hermelin, M. 2011. *Geometro or How to Discover a Valley's Geomorphology by an Integrated Transportation System in Medellin (Colombia)*. *Geoheritage* (2011) 3:73–81.
96. Moreira, J.C. & Pinto, M.C.T. 2013. O Projeto Estudo do Meio em Ponta Grossa (Paraná, Brasil) e a realização de roteiros turístico-pedagógicos voltados para os aspectos da geodiversidade. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 19, n. 4, p. 897-909.
97. Moreira, J.C. 2012. *Interpretative Panels About the Geological Heritage—a Case Study at the Iguassu Falls National Park (Brazil)*. *Geoheritage* (2012) 4:127–137.
98. Nascimento, M. & Brant, F. 1978. O Que Foi Feito Deverá. Disco *Clube da Esquina 2*. Rio de Janeiro: gravado nos estúdios EMI-ODEON.
99. Nascimento, M.A.L., Ruchkys, U.A. & Mantesso-Net, V. 2007. Geoturismo: um novo segmento do turismo no Brasil. *Global Tourism*, v. 3, Nº2, 24 p.
100. Nascimento, M.A.L., Ruchkys, U.A. & Mantesso-Neto, V. 2008. Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: Trinômio importante para a proteção do Patrimônio Geológico. *Sociedade Brasileira de Geologia*, 82 p.
101. ONU. Organização das Nações Unidas. 1993. Agenda 21: resumo. In: *Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 3 a 14 de junho de 1992. Rio de Janeiro: Centro de Informação das Nações Unidas no Brasil; São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente.
102. Ostanello, M.C.P., Danderfer, A. & Castro, P.T.A. 2013 Caracterização de Lugares de Interesse Geológico e Trilhas Geoturísticas no Parque Estadual do Itacolomi – Ouro Preto e Mariana, Minas Gerais. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 32, n.2, p.286-297.
103. Pacheco, J.L. 2012. *Interpretação do Patrimônio Geológico: uma aplicação ao geoparque Arouca*. Tese de Mestrado: Universidade do Minho, Escola de Ciências, 100 p.

104. Palladino, G., Prosser, G. & Bentivenga, M. 2013. *The Geological Itinerary of Sasso di Castalda: A Journey into the Geological History of the Southern Apennine Thrust-belt (Basilicata, Southern Italy)*. *Geoheritage* (2013) 5:47–58.
105. Pena-dos-Reis, R. & Henriques, M.H. 2009. *Approaching an Integrated Qualification and Evaluation System for Geological Heritage*. *Geoheritage* (2009) 1:1–10.
106. Peirce, C.S. 1995. *Semiótica*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva.
107. Porto, M.L. & Menegat, R. 2006. Mapa fitofisionômico da América do Sul e rotas migratórias. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006d. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 48.
108. ProGEO. European Association for the Conservation of the Geological Heritage. 2000. *Articles of Association First Adopted at Mitwitz, May 1993, Modified Madrid November 1999*. 6 p.
109. Prosser, C.D. 2008. *The history of geoconservation in England: legislative and policy milestones*. In: Burek, C.V. & Prosser, C.D. (eds). 2008. *The History of Geoconservation*. Geological Society, London, Special Publications, 300p., pp. 113-122.
110. Prosser, C., 2012. *William Archibald Macfadyen (1893–1985): the ‘father of geoconservation’?*. *Proceedings of the Geologists’ Association* 123 (2012) 182–188.
111. Prosser, C.D. 2013. *Planning for geoconservation in the 1940s: an exploration of the aspirations that shaped the first national geoconservation legislation*. *Proceedings of the Geologists Association* 124 (2013) 536–546.
112. Quero, J.M., Rivas, P., Barriuso, L., Climent, F., Gil, A., Hernández, A., López, J., Ruiz, A. & Serna, A. 2013. *La Red de Geoparques Españoles: un modelo de desarrollo sostenible vinculado a la diversidad geológica*. *Revista Quercus* 325, pp. 40-48.
113. Rambo, B. 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2 ed. Porto Alegre: Livraria Selbach. 456 p.
114. Reis, H.J., Póvoas, L., Barriga, F.J.A.S., Lopes, C., Santos, V.F., Ribeiro, B., Cascalho, J. & Pinto, A. 2014. *Science Education in a Museum: Enhancing Earth Sciences Literacy as a Way to Enhance Public Awareness of Geological*. *Geoheritage*, DOI 10.1007/s12371-014-0105-0.
115. Reynard, E., Coratza, P. & Regolini-Bissig, G. (eds) 2009. *Geomorphosites*. Verlag: München.
116. Röhling, H & Schmidt-Thomé, M. 2004. *Geoscience for the public: Geotopes and National GeoParks in Germany*. *Episodes*, Vol. 27, no. 4

117. Saint-Hilaire, A. 1934. Viagem ao Rio Grande do Sul: 1820-1821. Rio de Janeiro: Ariel, 295 p.
118. Schobbenhaus, C. & Silva, C.R. (orgs.) 2012. Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, v. 1, 748 p.
119. Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M. & Berbert-Born, M.L.C. (Edit.) 2002. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) - Brasília 2002; 554pp; ilustr.
120. Sharples, C. 1993. *A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes*. Report to The Forestry Commission, Tasmania, 31p.
121. Sharples, C. 2002. *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks and Wildlife Service, electronic publication, 81p.
122. SIGEP. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. 2015. Sítio eletrônico da Comissão. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/>; acessado em 17 de janeiro de 2015.
123. Silva, C.R. (ed) 2008. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 264 p.
124. SNUC. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 2000. Lei Nº 9.985, De 18 De Julho De 2000. 17 p.
125. Stanley, M. 2000. *Geodiversity*. In: Earth Heritage Magazine. Issue 14. Summer 2000. pp. 15-18.
126. Stewart, I. & Nield, T. 2013. *Earth stories: context and narrative in the communication of popular geosciences*. Proceedings of the Geologists' Association 124 (2013) 699–712.
127. Suess, E. 1901. *Das Antlitz der Erde* (5 vol., 1883-1901; tr. The Face of the Earth, 1904-24).
128. UN. United Nations, 1945. *Charter of the United Nations and Statute of the International Court of Justice*. San Francisco, 55p.
129. UN-DESA. United Nations - Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. (ST/ESA/SER.A/352). 27 p.
130. UNEP. United Nations Environmental Programme. 2012. *Global Environment Outlook 5 (GEO5): Environment for the future we want*. Progress Press Ltd: Valeta, Malta, 528 p.
131. UNEP. United Nations Environmental Programme. 2014. *Year Book: emerging issues in our global environment*. 68 p.

132. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1945. *Constitution of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. London, 4 p.
133. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1999. *UNESCO Geoparks Programme - A new initiative to promote a global network of geoparks safeguarding and developing selected areas having significant geological features*. Paris. 4 p.
134. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2004. *The Madonie Declaration between the Division of Earth Sciences of UNESCO and the European Geoparks Network*. October 29. 1 p.
135. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2006. *Ethics of Science and Technology: Explorations of the frontiers of science and ethics*. Paris, 158 p.
136. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2014. *Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)*. 13 p.
137. UNESCO-ECOSOC. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Economic and Social Council. 2014. *Building on an integrated approach for smart, creative sustainable cities*. Statement by Hans d'Orville, Assistant Director-General for Strategic Planning UNESCO. 6 p.
138. UNESCO-COMEST. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology. 2013. *Background for a Framework of Ethical Principles and Responsibilities for Climate Change Adaptation*. Bratislava, Eslováquia, 26 p.
139. UNESCO-WHC. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. 1972. *Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*. Paris, 16 p
140. UNESCO-WHC. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. 2013. *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention*. Paris: France. 167 p.
141. Varine, H. 2013. *As raízes do futuro: o patrimônio a serviço do desenvolvimento local*. Trad. Maria de Lourdes Pereira Horta. 1ª Reimpressão – Porto Alegre: Medianiz, 256 p.
142. Vasiljević, D.A., Marković, S.B., Hose, T.A., Ding, Z., Guo, Z., Liu, X., Smalley, I., Lukić, T. & Vujičić, M.D. 2014. *Loess-palaeosol sequences in China and Europe: Common values and geoconservation issues*. *Catena* 117 (2014) 108–118.

143. Vegas, J., Gutiérrez, I., Díez, A. 2012. “Apadrina una roca”, una iniciativa de voluntariado popular para la conservación del patrimonio geológico. Congreso Nacional del Medio Ambiente – CONAMA, 16 p.
144. WCED. World Commission on Environment and Develop. 1987. *Report of the World Commission on Environment and Develop: Our Common Future*. Nairobi: United Nations, 374 p.
145. WHC. World Heritage Convention. 2015. Sítio Eletrônico – *World Heritage List*. Disponível em <http://whc.unesco.org/en/list/>; acessado em 18 de janeiro de 2015.
146. Whitmeyer, S.J. & Mogk, D.W. 2009. *Geoscience Field Education: A Recent Resurgence*. *Eos*, Vol. 90, No. 43, pp. 385–396.
147. Wilson, C. (ed). 1994. *Earth Heritage Conservation*. Geological Society London & Open University, Milton Keynes.
148. Wimbledon, W.A.P., Ishchenko, A.A., Gerasimenko, N.P., Karis, L.O., Suominen, V., Johansson, C.E. & Freden, C. 2000. *GEOSITES - An IUGS Initiative: Science Supported By Conservation*. In: Baretino, D., Wimbledon, W.A.P. & Gallego, E. (Eds.). 2000. *Geological Heritage: its conservation and management*. Madrid: Spain. pp.69-94.
149. Wimbledon, W.A.P., Benton, M.J., Bevins, R.E., Black, G.P., Bridgland, D.R., Cleal, C.J., Cooper, R.G. & May, V.J. 1995. *The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: Part 1, ProGEO*. *Modern geology* 20:159–202.
150. Winge, M., Schobbenhaus, C., Souza, C.R.G., Fernandes, A.C.S., Queiroz, E.T., Berbert-Born, M. & Campos, D.A. (Edts.). 2009. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2009. v. 2. 515 p. il. color. ISBN 857499077-4.
151. Winge, M., Schobbenhaus, C., Souza, C.R.G., Fernandes, A.C.S., Berbert-Born, M., Salun Filho, W. & Queiroz, E.T. (Edts.). 2013. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2013. v. 3. p. il. color. ISBN 978-85-7499-198-6.
152. Wrede, V. & Mügge-Bartolović, V. 2012. *GeoRoute Ruhr—a Network of Geotrails in the Ruhr Area National GeoPark, Germany*. *Geoheritage* (2012) 4:109–114.
153. Xun, Z., & Ting, Z. 2003. *The socio-economic benefits of establishing National Geoparks in China*. *Episodes*, Vol. 26, no. 4.
154. Zouros, N., Martini G., Frey M.L. (editors). 2003. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> European Geoparks Network Meeting, European Geoparks Network -Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest*. Lesvos, Greece, 3-7 October 2001, p. 184.
155. Zouros, N. 2004. *The European Geoparks Network Geological heritage protection and local development*. *Episodes*, Vol. 27, no. 3, pp. 165-171.

**ARTIGO SUBMETIDO****Carta de submissão**

Ofc. revgeoc. 346

Rio Claro, 16 de Janeiro de 2015

Ao

**Sr. Rodrigo Cybis FONTANA**

Ilmo. Sr.,

Vimos pela presente agradecer a submissão do artigo “**GEOCOSERVAÇÃO EM GRANDES CIDADES E PROPOSIÇÃO DOS ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS PARA VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS**” de sua autoria, Rualdo MENEGAT e de Ana Maria Pimentel MIZUSAKI, que está em análise pelo corpo consultivo da Revista Geociências.

*Atenciosamente*



Marcos Aurélio Farias de Oliveira

# **GEOCONSERVAÇÃO EM GRANDES CIDADES E PROPOSIÇÃO DOS ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS PARA VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS**

**Rodrigo Cybis FONTANA <sup>1</sup>, Rualdo MENEGAT <sup>2</sup>& Ana Maria Pimentel  
MIZUSAKI <sup>2</sup>**

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Instituto de Geociências / Programa de Pós-Graduação em Geociências. Avenida Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43127 / CEP: 91509-900. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Endereço eletrônico: rodrigo.fontana@ufrgs.br

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Instituto de Geociências / Departamento de Paleontologia e Estratigrafia. Avenida Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43127 / CEP: 91509-900. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Endereços eletrônicos: rualdo.menegat@ufrgs.br; ana.mizusaki@ufrgs.br

## INTRODUÇÃO

A GEODIVERSIDADE E A GEOCONSERVAÇÃO PÓS 1990

AS METODOLOGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO PÓS 1990

AS INICIATIVAS PARA A GEOCONSERVAÇÃO URBANA

## ÁREA DE ESTUDO E OBJETIVO

PORTO ALEGRE COMO ENCONTRO DE PAISAGENS

ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE COMO OBJETIVO

## METODOLOGIA E RESULTADOS

VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS

*Atlas Ambiental de Porto Alegre como inventário ecológico*

*Indicadores geopaisagísticos*

*Matriz de valoração integrada das unidades geológicas*

IDENTIFICAÇÃO DE GEOSSÍTIOS EM CONTEXTO URBANO

*Delimitação de áreas de busca por geossítios*

*Uso de imagens de satélite e de campanhas de campo*

*Mapa de Áreas de Busca e Geossítios*

ESPACIALIZAÇÃO LÓGICA E LOGÍSTICA DE ITINERÁRIOS

*Representação da história geológica*

*Condições logísticas de visita*

*Mapa de Itinerários Geológicos*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

## REFERÊNCIAS

**RESUMO** – Os temas da geodiversidade e geoconservação emergem no século XXI como contribuições das geociências para o desenvolvimento sustentável. Provocada pelo gigantismo urbano, pelos colapsos socioambientais e pela intensa ocupação da geosfera, se faz urgente a culturalização dos temas relacionados à Terra, especialmente da sua conservação. Nesse cenário, são propostos os conceitos da geodiversidade e de suas funções ecossistêmicas, bem como desenvolvidas estratégias e metodologias para aplicação da geoconservação. Embora antigas, estratégias de geoconservação ganharam espaço na gestão patrimonial e ambiental a partir dos anos 1990 e, desde então, diferentes propostas metodológicas vêm sendo construídas para dar suporte técnico-científico para tais ações. Este trabalho apresenta contribuições metodológicas para valoração integrada de unidades geológicas a partir da análise de seis mapas temáticos do município de Porto Alegre e da proposição de uma matriz com doze indicadores geopaisagísticos aplicados às 26 unidades geológicas locais. Além disso, 13 geossítios são encadeados em termos de itinerários geológicos que permitem evidenciar a história geológica da região. Por fim, o presente estudo propõe os Itinerários Geológicos de Porto Alegre como tecnologia socioeducativa para auxiliar a conexão das pessoas com a paisagem onde vivem. Dessa forma, a geoconservação tem papel importante na gestão de ambientes urbanos populosos.

**Palavras-chave** – geodiversidade, geossítio urbano, matriz de valoração, geoeducação ambiental local, gestão urbana.

## **GEOCONSERVATION IN BIG CITIES AND PROPOSITION OF THE GEOLOGICAL ITINERARIES OF PORTO ALEGRE: METHODOLOGICAL CONTRIBUTIONS TO INTEGRATED ASSESSMENT OF GEOLOGICAL UNITS**

**ABSTRACT** - The themes of geodiversity and geoconservation arise in the XXI century as contributions of geosciences to sustainable development. Due to gigantic urban realm, social and environmental collapses, and intense occupation of the geosphere, became urgent the culturalization of issues related to Earth, especially of their conservation. In this context, the geodiversity concepts and its ecosystems functions had been proposed as well as the strategies and methodologies for applying geoconservation. Although older, geoconservation strategies gained ground in the environmental and patrimonial management only from the 1990's. Since then,

different methodological proposals had been constructed in order to provide technical and scientifically support for such actions. This paper presents methodological contributions to integrated assessment of geological units from the analysis of eight thematic maps of Porto Alegre city and from the proposition of a matrix constituted by twelve geolandscape indicators applied to 26 local geological units. In addition, 13 geosites are linked in terms of geological itineraries that allow reflecting regional geological history. Finally, this study proposes the Geological Itineraries of Porto Alegre as socioeducational technology that could help connect urban citizens with the landscape where they live. Thus, the geoconservation could play an important role in environmental management of crowded cities.

**Key-words** – geodiversity, assessment matrix, urbangeosite, place-based geoeducation, environmental urban management.

## INTRODUÇÃO

*Os mapas temáticos de caráter naturalista prescindem, às vezes, do espaço urbano. As cidades aparecem neles como uma mancha suspeita, sem ter sequer presença nas legendas, como se constituíssem uma lacuna informativa e órfã de sentido (Folch i Guillen, 2006, p. 192).*

### A GEODIVERSIDADE E A GEOCONSERVAÇÃO PÓS 1990

Em um cenário de degradações ambientais em escala planetária e de crescente atenção aos temas da Terra (Meadows *et al.*, 1972, 2002; WCED, 1987; DD, 1991; ONU, 1993; UNESCO, 1999, 2004; UNEP, 2012; IPCC, 2013), a literatura geocientífica tem se dedicado cada vez mais à temática da geodiversidade e geoconservação. Embora esses assuntos sejam encontrados pontualmente em outros momentos da história (Burek & Prosser, 2008; Carcavilla *et al.*, 2009; Henriques *et al.*, 2011; Prosser, 2012), a grande expansão, conceituação e consolidação da geodiversidade e da geoconservação enquanto novos campos disciplinares datam dos anos 1990 (Sharples, 1993, 2002; Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Stanley, 2000; Baretino *et al.*, 2000). Ainda que precisem ser mais bem debatidos e entendidos (Gray, 2013), esses campos geológicos de estudo vêm rapidamente ganhando espaço nas atividades geocientíficas em todo o mundo (Xun & Ting, 2003; Brilha, 2005; Zouros, 2004; Burek & Prosser, 2008; Silva, 2008;

Garcia-Cortés *et al.*, 2014; Reynard *et al.*, 2009; Gordon & Barron, 2011; Henriques *et al.*, 2011; Schobbenhaus & Silva 2012; Mansur *et al.*, 2013; Gray 2013). A existência de instituições e grupos de trabalho específicos na área, bem como a recorrência do tema em encontros científicos nacionais e internacionais e a verificação de pesquisas e publicações científicas especializadas, conferem à temática da geodiversidade e geoconservação a possibilidade de tornar-se um novo paradigma geocientífico (Gray, 2008) inclusive sendo anunciada por ora como nova área geocientífica (Henriques *et al.*, 2011).

O conceito de geodiversidade está em franca construção e tem tido diferentes abordagens quanto ao que realmente a constitui e quais as suas importâncias e ameaças. Um dos mais reconhecidos conceitos defini a geodiversidade como “*a variedade natural (diversidade) de feições geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (geoformas, topografia, processos físicos), pedológicas e hidrológicas. Isso inclui suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para a paisagem*” (Gray, 2013, p. 12). Ao relacionar-se com a biosfera, a geodiversidade “*provê a base para a vida na Terra [e] é ainda a ligação entre pessoas, paisagens e suas culturas [...]*” (Stanley, 2000, p. 15). A interface com a biosfera aponta para a discussão acerca da importância da geodiversidade e, para tanto, se apresentou uma combinação de aspectos objetivos (materiais) e subjetivos (imateriais) que passaram a ser utilizados para valorá-la. Nas primeiras conceituações, é possível encontrar e agrupar valores da geodiversidade como sendo do tipo intrínseco, cultural, estético, econômico, científico e educacional (Wilson, 1994; Bennett & Doyle, 1998). Por outro lado, esses valores foram direcionados para questões mais ecológicas e funcionais da geodiversidade (Sharpley, 1993; Gray, 2004), sendo, posteriormente, apresentados em termos de serviços ecossistêmicos abióticos, a saber: de provisionamento, de suporte, de regulação, de cultura e de conhecimento (Gray, 2013; Gray *et al.*, 2013).

Ao reconhecerem-se os valores fundamentais e vitais para a sociedade advindos da geodiversidade, demarcaram-se possíveis impactos e ameaças implicados, tanto em escalas locais quanto em contextos mais amplos. Normalmente subestimadas ou sequer reconhecidas, atividades que resultam em perda ou degradação da geodiversidade são abundantes, devido tanto a processos naturais quanto induzidos pelos humanos. Gray (2013) apresentou uma síntese de 14 grupos de ameaças à geodiversidade, a qual foi finalizada por aquelas advindas da falta de

informação/educação. Uma vez que os impactos podem ter caráter cumulativo e as ameaças variam conforme a sensibilidade dos sistemas e os valores outorgados a esses (Gray, 2013; García-Ortiz *et al.*, 2014), é evidenciada a necessidade de estratégias de geoconservação por meios legais e culturais. Porções da geodiversidade, que contêm valor e significado importantes para o registro da história da Terra, e que devem ser conservadas para o tempo presente e futuro, foram definidas como patrimônio geológico (DD, 1991). Também referido como geopatrimônio, esse tem caráter material e imaterial, sendo os geossítios a expressão palpável do mesmo e os valores atribuídos a ele, o impalpável (Delphin, 2009). Em que pesem definições geopatrimoniais mais amplas (i.e. paisagens), os geossítios são “*as unidades básicas do patrimônio geológico da Terra*” (Henriques *et al.*, 2011, p. 119), devendo ser claramente delimitados em área, sejam pequenas (i.e. afloramentos), sejam grandes (i.e. morro), e inclusive podendo incluir museus e coleções.

Assim como a biodiversidade foi priorizada em relação à geodiversidade (UNESCO, 1970, 1999), a conservação de exemplares da geodiversidade também ocorreu tardiamente. Com efeito, em que pesem exemplos pontuais, a geoconservação passou a ter conceitos e metodologias próprias para a gestão patrimonial e ambiental a partir dos anos 1990. Definida nas suas origens, a geoconservação “*aponta para a conservação da diversidade das feições e sistemas da Terra (‘Geodiversidade’) e para a concessão da manutenção de seus processos para que esses continuem a funcionar e evoluir na sua forma natural*” (Sharples, 1993, p. 7).

A geoconservação tem sido aplicada tanto legalmente, quanto culturalmente, sendo exemplos de áreas que podem proteger a geodiversidade: (a) Geossítios, Geomorfossítios, Locais de interesse geológico (LIGs), Sítios geológicos/geomorfológicos de importância regional - RIGS, Sítios de Especial Interesse Científico - SSS/s; (b) Pontos e Seções de Estratotipos de Limite Global - GSSPs; (c) Sítios do Patrimônio Mundial; (d) Geoparques; (e) Parques Nacionais/Estaduais/Municipais; (f) Áreas/Reservas/Sítios/Monumentos Naturais/Ecológicos; (g) Áreas de Proteção/Conservação/Interesse Ambiental/Natural/Marinha; (h) Rios/Rotas do Patrimônio; (i) Museus e Ecomuseus; (j) Paisagem Protegida/Cultural; etc. Embora muitas dessas áreas protejam indiretamente a geodiversidade, têm aumentado os mecanismos legais de proteção

específica do patrimônio geológico (Díaz-Martínez *et al.*, 2008; DL, 2008). No caso brasileiro, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza não menciona o geopatrimônio (SNUC, 2000).

### **AS METODOLOGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO PÓS 1990**

Tem tido amplo consenso na literatura, a noção de que a geoconservação tem o propósito de conservar a geodiversidade nomeadamente por meio de geossítios, embora ainda existam discussões quanto ao método a ser utilizado (Henriques *et al.*, 2011). Unificando tendências metodológicas desde as suas origens modernas (Sharples, 1993; Wimbledon *et al.*, 1995), propôs-se a metodologia da geoconservação em termos de *“implementação de procedimentos específicos de inventariação, valoração, conservação, valorização e monitoração”* (Henriques *et al.*, 2011, p. 117).

Inventariação e valoração visaram à possibilidade de conhecer grande parte da geodiversidade de uma região, hierarquizar-la para definirem-se prioridades de conservação e permitir-se a posterior comparação dos resultados desses procedimentos com os de outras localidades geologicamente distintas (Sharples, 1993; Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Brilha, 2005; Lima *et al.*, 2010). A inventariação deve ser potencializada pela definição de objetivo claro (Lima *et al.*, 2010), como o de abranger geossítios representativos dos enquadramentos geológicos principais de uma área (Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Lima *et al.*, 2010), exemplo inclusive aplicado à Terra inteira (Dingwall *et al.*, 2005).

O procedimento de valoração de geossítios tem se dado em termos de (a) valores, (b) riscos de degradação e (c) potenciais de uso (Henriques *et al.*, 2011; Gray, 2013; García-Ortiz *et al.*, 2014). Ainda que métodos qualitativos tenham papel fundamental na marcação de premissas da geoconservação, têm-se usado métodos quantitativos (Brilha, 2005; Reynard *et al.* 2007; Bruschy, 2007; Bruschy & Cendrero, 2009; Lima, 2010; Coratza *et al.* 2011; Fassoulas *et al.*, 2011; Garcia-Cortes *et al.* 2014) como *“uma tentativa de reduzir a subjetividade que está sempre envolvida em qualquer seleção ou valoração”* (Henriques *et al.*, 2011, p. 120). Elaboradas com dados e critérios científicos, Pena-dos-Reis & Henriques (2009) atentaram para a importância da integração dos vieses científico e social a fim de se alcançar políticas de geoconservação mais efetivas.

O procedimento de conservação visou à busca por ações diretas localizadas, em especial, por enquadramentos legais para a proteção dos geossítios, essas que variam conforme cada país ou parte administrativa (Brilha, 2005; Henriques *et al.*, 2011). O procedimento de valorização tratou das estratégias de implementação, divulgação, significação e uso dos geossítios (Brilha, 2005; Hose, 2008), como (a) itinerário, rota, trilha, percurso interpretativo, educativo, de observação (Burek & Hope, 2006; Conway, 2010; Minvielle & Hermelin, 2011; Fernández-Martínez *et al.*, 2011; Wrede & Mügge-Bartolović, 2012; Belmonte Ribas, 2013a, b; Palladino *et al.*, 2013; Garofano, 2014); (b) livros-guia de campo/livros fotográficos (Carballo & Hilário, 2010; Hilário, 2012); (c) filmes, recursos digitais, sítios eletrônicos (Gorritiberea & Hilário, 2009; Magagna *et al.*, 2013; Martínez-Graña & Cimarra); (d) programas educativos (Catana, 2009; Vegas *et al.*, 2012; AGA, 2013; Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2014); (e) interpretação, adaptação da linguagem, material técnico, painel interpretativo (Mansur, 2009; Moreira, 2012; Stewart & Nield, 2013); (f) jornais locais, revistas (APRODERVI, 2013; Earth Heritage, 2014); (g) museus, ecomuseus, centros interpretativos (Reis *et al.*, 2014); etc. Por fim, o procedimento de monitoração se propôs para fiscalização desse uso em termos de sua eficácia, impacto local e acompanhamento geral das dinâmicas antrópica e natural que concernem aos geossítios (Buckley, 2003; Brilha, 2005; Becker, 2008; GGN, 2014).

Embora exista consenso acerca da importância da geoconservação, divergências são observadas quanto à sua finalidade principal. Por um lado, a conservação mais voltada para geossítios com alto valor científico-educativo (Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Brilha, 2005; Dingwall *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2010) e, por outro, a busca de atenção às funções ecológicas desses locais (Sharples, 1993, 2002; Gray *et al.*, 2013; Gray, 2013) e inclusive filosóficas (Martini, 2009). Ainda assim, as finalidades convergem novamente em um momento histórico no qual a degradação do conjunto humano-natureza é potencializada pela urbanização excessiva do mundo (UN-DESA, 2014) e pode vir a ser amenizada tanto pela educação, quanto pela conservação.

### **AS INICIATIVAS PARA A GEOCONSERVAÇÃO URBANA**

A relação da geoconservação com as cidades tem sido secundária, e de maneira resumida, dir-se-á que a geoconservação tem sido focada prioritariamente para

áreas rurais e naturais de altos valores de geopatrimônio, beleza natural e turístico-cultural. O processo de implementação da Rede Global de Geoparques é exemplo dessa relação, tanto em seu estágio inicial (Zouros, 2004), quanto atual. Exceção à regra, que se deu, em 2004, por iniciativa do sistema de Geoparques Nacionais da Alemanha, é o GeoParque Nacional da Área de Ruhr, tido como o *“primeiro no mundo a ser situado em uma área urbana”* (Wrede & Mügge-Bartolović, 2012, p. 109).

Exemplos de geoconservação em áreas urbanizadas vêm ganhando espaço e, embora, se destinem, em geral, a pequenos centros populacionais, também têm se verificado exemplos aplicados a grandes cidades (Fernández-Martínez *et al.*, 2011; Minvielle & Hermelin, 2011; Carlsen & Heath, 2012; Del Lama *et al.*, 2014). Marcadas frequentemente pela temática da geoeducação, as ações de geoconservação urbana têm objetivado tal educação por meio do geoturismo (Palladino *et al.*, 2013; Wrede & Mügge-Bartolović, 2012; Del Lama *et al.*, 2014), da educação escolar formal (Catana, 2009; AGA, 2013; Fernández-Martínez, 2014; Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2014) e por meio da divulgação das geociências em geral, ou da disseminação de uma cultura para a Terra. Por fim, Burek & Hope (2006, p. 1 e 2) ainda ressaltaram que *“tem havido um enorme crescimento de trilhas geológicas urbanas [, sendo] uma maneira bem sucedida para sensibilizar o público para as questões de conservação”*.

A geoconservação em cidades significa a possibilidade de sensibilização para os temas da Terra em larga escala, como é o exemplo da área administrativa da Grande Londres (Carlsen & Heath, 2012), influenciando milhões de pessoas. A pouca importância dada ao registro das cidades em alguns mapas (Folch i Guillén, 2006) é contrastada pelo espaço que os aglomerados urbanos passaram a ocupar na vida humana no século XXI, onde mais da metade da população mundial de sete bilhões de habitantes passou a viver em cidades (UN-DESA, 2014). Embora proposta desde 1961, a *cidade-múndi*, ou *ecumenópolis* (Doxiades, 1967), é atualmente uma realidade. Menegat (2008) apontou a influência atual da cidade-múndi em todas as esferas planetárias e ressaltou que *“os maiores desafios da geologia urbana estão colocados para o entendimento das megalópolis”* (Menegat, 2008, p. 76), os quais podem ser auxiliados por mecanismos de gestão participativa (Menegat, 2002) embasados em conhecimentos técnico-científicos (Menegat *et al.*, 2006c).

## ÁREA DE ESTUDO E OBJETIVO

Partindo-se de duas premissas: (1) do entendimento da *“paisagem como totalidade primordial da cognição humana, na qual e com a qual foram desenvolvidos não apenas nossos instrumentos e tecnologias, nossas habitações, aldeias e cidades, mas nossos entendimentos de mundo”* (Menegat, 2006, p. 18); e (2) de que *“na sociedade tecnológica contemporânea, imersa e capturada pelas cidades gigantes e megalópoles da tecnourbesfera, nós estamos perdendo essa dimensão”* (Menegat, 2009, p. 92), o presente estudo traz a hipótese de que a conexão das pessoas com a paisagem onde vivem, por meio de geotinerários, pode auxiliar na gestão ambiental local. Visando, em especial, a geoconservação em ambientes urbanos populosos, se selecionou o município de Porto Alegre (30°01'59"S; 51°13'48"W) como área de estudo. A capital do Estado do Rio Grande do Sul compõe, em conjunto com outros 31 municípios, a Região Metropolitana de Porto Alegre, a qual alcança uma população total de cerca de 4 milhões de habitantes, com 1,47 milhões residentes em Porto Alegre, sendo atualmente a quarta maior aglomeração urbana do Brasil (IBGE, 2013).

### PORTO ALEGRE COMO ENCONTRO DE PAISAGENS

Estudos interdisciplinares realizados na região foram publicados de maneira integrada na obra Atlas Ambiental de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 2006c), a qual apresentou o município em termos de 18 capítulos organizados em três seções: sistema natural, sistema construído e gestão ambiental. Os dados e modelos científicos dessa obra sintetizaram mais de 20 anos de pesquisas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e de levantamentos técnicos da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Os coordenadores da publicação concluíram que *“a região de Porto Alegre configurou-se [...] como um ecótono, isto é, uma região de interface entre grandes ecossistemas e, por isso, um importante laboratório [...] cuja História Natural pode ser narrada”* (Menegat *et al.*, 2006c, p. 8).

Local de interfaces regionais de (1) unidades tectono-geológicas, (2) unidades morfoestruturais, (3) bacias hidrográficas, (4) regiões fitofisionômicas, (5) zonas climáticas e (6) funções e concentrações urbanas, Porto Alegre apresenta diversidade ecológica única no sul do Brasil (Menegat *et al.*, 2006c). Soma-se às características ambientais peculiares da região o fato de o local ter sido visitado e descrito por naturalistas desde o século XIX (Menegat *et al.*, 2006c). Com os

desafios de gestão ambiental inerentes às grandes cidades e com seus registros geológico, paisagístico e cultural significativos, a região de Porto Alegre constituiu-se em interessante local para pesquisas na área da geodiversidade, em especial da geoconservação urbana.

### **ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE COMO OBJETIVO**

A questão central desse trabalho é a de investigar a inserção dos temas da Terra na cultura urbana por meio de geoitinerários que auxiliem o entendimento da geopaisagem onde os cidadãos vivem. Guiada pelo problema e tendo em vista os pressupostos teóricos da geodiversidade e das características locais da área de pesquisa, trabalhou-se com a hipótese de que geoitinerários em ambientes urbanos podem ilustrar a história geológica e geopaisagística da região por meio de geossítios. O objetivo central do presente trabalho foi compor os geoitinerários de Porto Alegre de maneira que (a) se representasse as unidades geológicas-chave do contexto geopaisagístico do município; (b) se acessassem geossítios representativos dessas unidades; e (c) se sequenciassem esses geossítios de maneira a ilustrar a história geológica local.

### **METODOLOGIA E RESULTADOS**

Para alcançar o objetivo deste estudo, foi construída uma metodologia própria, a qual apresenta relações com as tendências gerais das metodologias de geoconservação antigas e atuais (Sharples, 1993; Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Brilha, 2005; Lima *et al.*, 2010; Henriques *et al.*, 2011), porém apresenta contribuições novas em termos de teoria, lógica e aplicação para ambientes urbanos. A metodologia foi, assim, construída por três técnicas: (1) valoração integrada de unidades geológicas; (2) identificação de geossítios em contexto urbano; e (3) espacialização lógica e logística de itinerários geológicos.

### **VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS**

Partiu-se das 26 unidades geológicas locais (Menegat *et al.*, 2006b) como células unitárias básicas da valoração. Iniciada por métodos indiretos de análise, os passos metodológicos dessa técnica foram: (1) seleção de seis mapas temáticos capazes de ilustrar relações entre a geologia, em específico, e a paisagem, em geral; (2) síntese dessas relações em termos de 12 indicadores geopaisagísticos; e (3)

proposição de uma matriz de valoração ponderada para relacionar esses 12 indicadores com as 26 unidades geológicas.

### **Atlas Ambiental de Porto Alegre como inventário ecológico**

O Atlas Ambiental de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 2006c) apresenta vasto cabedal de diagnóstico técnico-científico do meio abiótico e biótico natural do município, bem como do sistema construído. Dentre o universo de 98 mapas temáticos publicados, seis foram selecionados para fins de valoração: (1) Mapa Geológico (Menegat *et al.*, 2006b); (2) Mapa Geomorfológico (Menegat & Hasenack, 2006); (3) Mapa de drenagens: os arroios de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 2006a); (4) Mapa da vegetação natural atual (Porto & Mello, 2006); (5) Mapa do modelo espacial da cidade (Hickel *et al.*, 2006); e (6) Mapa de área verdes (Lüdke *et al.*, 2006).

### **Indicadores geopaisagísticos**

A análise dos seis mapas possibilitou a identificação de 12 indicadores geopaisagísticos relevantes para balizarem os geoitinerários de Porto Alegre. Os indicadores foram dispostos em quatro grupos com pesos de valoração de 1 a 4, os quais foram atribuídos conforme as suas importâncias para a lógica dos geoitinerários, sendo essa a de ilustrar a história geológica local. Cada uma das 26 unidades geológicas foi avaliada por índices de valoração de 1 a 5 referentes a cada um dos 12. Os grupos e os indicadores, seus pesos e os índices de valoração são os que seguem:

#### ***Indicadores da história geológica***

Em número de três, são: 1) representatividade geocronológica; 2) representatividade de evidências; e 3) potencial de ocorrência de afloramentos. O grupo recebeu peso 4 e representa em si a lógica dos geoitinerários.

#### ***Representatividade geocronológica***

Com base no Mapa Geológico (Menegat *et al.*, 2006b), cada unidade geológica correspondeu a um momento específico da história geológica, essa dividida em quatro eventos estruturadores e nove eventos menores. Resultou na relação de representatividade constante no Quadro 1.

(INSERIR QUADRO 1)

Para fins de valoração, atribuíram-se valores a partir de três por entender-se que todas as unidades geológicas representam eventos na história geológica (i.e., tempo geocronológico). O Quadro 2 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 2)

#### *Representatividade de evidências*

Com base no Mapa Geológico (Menegat *et al.*, 2006b) e no Mapa Geomorfológico (Menegat & Hasenack, 2006), foram consideradas as seguintes evidências da história geológica: (a) foliação tectônica; (b) lineação tectônica; (c) foliação magmática; (d) lineação magmática; (e) falha dúctil; (f) textura não orientada; (g) dique; (h) planície (várzea) e terraço fluviais; (i) borda de terraço fluvial; (j) marca de paleocanal distributário; (k) terraço lacustre; (l) cordão arenoso; (m) canal fluvial perene; (n) colina residual convexa; (o) crista; (p) inselbergue; (q) morro isolado; (r) vertente abrupta; (s) sela; (t) ponta; e (u) enseada.

Para fins de valoração, relacionaram-se as unidades geológicas com as evidências da história geológica consideradas. O Quadro 3 apresenta os índices de valoração resultantes dessas relações.

(INSERIR QUADRO 3)

#### *Potencial de ocorrência de afloramentos*

Com base no Mapa Geológico (Menegat *et al.*, 2006b), considerou-se o potencial de ocorrência de afloramento como proporcional à área mapeada da unidade geológica. O Quadro 4 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 4)

#### ***Indicadores da logística urbana***

Em número de três, são: 1) mobilidade urbana; 2) potencial de visitação; e 3) potencial de difusão local. O grupo recebeu peso 3 e representa critérios de viabilidade dos geotinerários, bem como da sua possível eficácia socioeducativa.

### *Mobilidade urbana*

Com base no Mapa do Modelo Espacial da Cidade (Hickel *et al.*, 2006), foram definidos dois grupos de parâmetros de mobilidade urbana. As especificações desses grupos constam no Quadro 5.

(INSERIR QUADRO 5)

Para fins de valoração, relacionaram-se os dois grupos descritos e o Quadro 6 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 6)

### *Potencial de visitação*

Com base no Mapa do Modelo Espacial da Cidade (Hickel *et al.*, 2006) e no Mapa das Áreas Verdes (Lüdke *et al.*, 2006), foram definidos três níveis de potencial de visitação e o Quadro 7 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 7)

Para fins de valoração, considerou-se que dentro do mesmo nível, o índice maior indica que a unidade geológica tem mais de uma das tipologias consideradas. O Quadro 8 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 8)

### *Potencial local de difusão da informação*

Com base no Mapa do Modelo Espacial da Cidade (Hickel *et al.*, 2006), definiram-se três níveis de potencial local de difusão da informação relacionados proporcionalmente à densidade da ocupação urbana. O Quadro 9 apresenta os três níveis definidos.

(INSERIR QUADRO 9)

Para fins de valoração, considerou-se que dentro do mesmo nível, o índice maior indica sobreposição de mais da metade da área da unidade geológica com as áreas de convenção temática consideradas. O Quadro 10 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 10)

### ***Indicadores da geomorfologia e da hidrologia***

Em número de três, são: 1) domínios morfoestruturais do RS; 2) unidades de relevo de Porto Alegre; e 3) unidades e feições hidrográficas significativas. O grupo

recebeu peso 2 e representa as relações regionais e locais do relevo, bem como do escoamento das águas.

#### *Domínios morfoestruturais do RS*

Com base no Mapa Geomorfológico (Menegat & Hasenack, 2006), foram definidas relações de representatividade das geoformas locais com os grandes domínios morfoestruturais do estado do Rio Grande do Sul (RS). O Quadro 11 apresenta essas relações.

(INSERIR QUADRO 11)

Para fins de valoração, consideraram-se as geoformas locais de acordo com suas designações toponímicas (i.e. Crista de Porto Alegre) e uma unidade geológica representa um domínio morfoestrutural quando sua área está quase ou totalmente inclusa na área da geoforma local toponimicamente designada relacionada ao domínio. Excluíram-se os índices 1 e 2 pois todas as unidades geológicas representam domínios morfoestruturais, embora possam qualitativamente não ter representatividade em uma geoforma local (i.e. diques da Formação Serra Geral). O Quadro 12 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 12)

#### *Modelados de relevo de Porto Alegre*

Com base no Mapa Geomorfológico (Menegat & Hasenack, 2006), definiram-se três modelados de relevo de Porto Alegre e relacionaram-se as geoformas locais com esses modelados. O Quadro 13 apresenta as relações.

(INSERIR QUADRO 13)

Para fins de valoração, consideraram-se as geoformas locais de acordo com sua expressão toponímica designada e uma unidade geológica representa um modelado de relevo quando sua área está predominantemente ou totalmente inclusa na área da geoforma local toponimicamente designada relacionada ao modelado. O Quadro 14 apresenta os índices de valoração resultantes.

(INSERIR QUADRO 14)

#### *Unidades e feições hidrográficas significativas*

Com base no Mapa de Drenagens: os arroios de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 2006a), relacionaram-se as unidades geológicas com as seguintes unidades e

feições hidrográficas significativas: (a) Lago Guaíba; (b) Delta do Jacuí; (c) Anel de Nascentes; e (d) curso d'água. O Quadro 15 apresenta os índices de valoração resultantes dessas relações.

(INSERIR QUADRO 15)

### ***Indicadores da biologia e da cultura***

Em número de três, são: (a) unidades de paisagem construída ou natural; (b) amplitude da escala observacional e da fruição da paisagem; e (c) usos culturais. O grupo recebeu peso 1 e representa relações entre a geopaisagem e outros elementos naturais e/ou da cultura local.

#### *Unidades de paisagem construída ou natural*

Com base no Mapa da Organização Espacial da Cidade (Hickel *et al.*, 2006) e no Mapa de Vegetação Natural Atual (Porto & Mello, 2006), definiram-se dois grupos de interesse de unidades de paisagem construída ou natural. O Quadro 16 apresenta os grupos.

(INSERIR QUADRO 16)

Para fins de valoração, relacionaram-se as unidades geológicas com dois grupos de interesse. O Quadro 17 apresenta os índices de valoração resultantes dessas relações.

(INSERIR QUADRO 17)

#### *Amplitude da escala observacional e fruição da paisagem*

Com base no Mapa da Organização Espacial da Cidade (Hickel *et al.*, 2006), no Mapa Geomorfológico (Menegat & Hasenack, 2006) e no Mapa das Áreas Verdes (Lüdke *et al.*, 2006), foram considerados dois grupos de interesse de amplitude da escala observacional e fruição da paisagem. O Quadro 18 apresenta esses grupos.

(INSERIR QUADRO 18)

Para fins de valoração, relacionaram-se as unidades geológicas com os dois grupos de interesse. O Quadro 19 apresenta os índices de valoração resultantes dessas relações.

(INSERIR QUADRO 19)

### *Usos culturais*

Com base no Mapa das Áreas Verdes (Lüdke *et al.*, 2006) e no Mapa da Organização Espacial da Cidade (Hickel *et al.*, 2006) foram propostos cinco grupos de usos culturais. O Quadro 20 apresenta esses grupos.

(INSERIR QUADRO 20)

Para fins de valoração, relacionaram-se as unidades geológicas com os cinco grupos de interesse. O Quadro 21 apresenta os índices de valoração resultantes dessas relações.

(INSERIR QUADRO 21)

Ao final, os índices de valoração atribuídos às 26 unidades geológicas foram dispostos em uma matriz denominada Matriz de Valoração Integrada das Unidades Geológicas de Porto Alegre (Quadro 22). Relacionando os índices e pesos de valoração de cada grupo de indicadores foram gerados índices geopaisagísticos totais correspondentes a cada uma das unidades geológicas (ver Quadro 23). O índice geopaisagístico total de uma unidade geológica “x” é o cálculo de média aritmética ponderada dos índices geopaisagísticos parciais dessa unidade, conforme especificado na equação 1.

$$\begin{aligned} \text{Índice Geopaisagístico Total } (x) = & \\ & \left[ \{MÉDIA(\text{índices de } A, B \text{ e } C) * 4\}x + \{MÉDIA(\text{índices de } D, E \text{ e } F) * 3\}x + \right. \\ & \left. \{MÉDIA(\text{índices de } G, H \text{ e } I) * 2\}x + \{MÉDIA(\text{índices de } J, K \text{ e } L) * 1\}x \right] / 10 \end{aligned} \quad (1)$$

Por sua vez, com base em intervalos numéricos dos índices geopaisagísticos totais, foram definidas quatro categorias de importância das unidades geológicas (ver Quadro 23), a saber: Baixa (0–1,9); Média (2–2,9); Alta (3–3,9); e Muito Alta (4–5). Em posse das categorias de importância das unidades geológicas, partiu-se para a seleção final das unidades geológicas-chave, essa que se deu com base nos seguintes critérios: (1) seleção de todas as unidades geológicas de importância geopaisagística muito alta – total de quatro; (2) seleção de uma unidade geológica representativa de cada era geocronológica – mais duas, totalizando seis; (3) dentro da Era Neoproterozoico se selecionaram mais duas unidades geológicas de maior índice geopaisagístico total a fim de contemplar todos os eventos menores da história geológica – mais duas, totalizando oito; e (4) em se observando o alto índice geopaisagístico total da unidade geológica representativa dos depósitos lacustres

atuais da Margem do Lago Guaíba (SLB IV – DL) e por uma questão qualitativa da relação dessa unidade com o Lago, se optou por incluí-la na seleção final – mais uma, totalizando nove.

Finalizando a primeira técnica da metodologia, definiram-se, então, as nove unidades geológicas-chave para compor os itinerários geológicos de Porto Alegre (ver última coluna do Quadro 22). Essas unidades geológicas-chave possuem tanto qualidades geopaisagísticas quanto capacidade de sustentar a narração da história geológica local.

### **Matriz de valoração integrada das unidades geológicas**

(INSERIR QUADRO 22)

(INSERIR QUADRO 23)

Com a definição das nove unidades geológicas-chave, essas que poderiam ser entendidas como os principais enquadramentos geológicos locais (Wimbledon *et al.*, 1995, 2000; Lima *et al.*, 2010; Henriques *et al.*, 2011), partiu-se para a próxima técnica da metodologia.

### **IDENTIFICAÇÃO DE GEOSSÍTIOS EM CONTEXTO URBANO**

Esta técnica dedutiva envolveu primeiramente métodos indiretos e, posteriormente, métodos diretos de análise, sendo composta por: (a) delimitação de áreas de busca por geossítios; e (b) uso de imagens de satélite e campanhas de campo. Como resultado final, foram definidos geossítios representativos das unidades geológicas-chave para compor os itinerários geológicos de Porto Alegre.

#### **Delimitação de áreas de busca por geossítios**

Para a delimitação de áreas de buscas por geossítios em ambientes urbanos, foram cruzadas as porções das áreas mapeadas das unidades geológicas-chave com outras áreas pertinentes. Para tanto, definiram-se como áreas de interesse de busca aquelas constantes no Mapa da Organização Espacial da Cidade (Hickel *et al.*, 2006) e no Mapa das Áreas Verdes (Lüdke *et al.*, 2006) como: (a) Centro Histórico; (b) corredor de urbanidade; (c) área predominantemente residencial do Belém Velho e do Belém Novo; (d) área de proteção ao ambiente natural; (e) área de interesse ambiental e cultural; (f) área de interesse institucional; (g) parque e unidade de conservação; (h) praça; (i) área verde particular; e (j) margem do Lago

Guaíba. Pela sobreposição e corte das áreas de coincidências entre as áreas recém citadas e aquelas das unidades geológicas-chave, se obtiveram a definição de áreas preferências de busca por geossítios (Figura 1). Esse passo metodológico dedutivo foi aplicado para toda a área do município de Porto Alegre e garantiu uma qualificação significativa da busca por geossítios.

(INSERIR FIGURA 1)

### **Uso de imagens de satélite e de campanhas de campo**

A técnica referente à investigação e levantamentos de áreas preferenciais de busca por afloramentos é uma técnica típica das atividades geológicas de campo, sendo de grande valia a sua aplicação na geoconservação em ambientes urbanos. Por meio da delimitação de áreas pouco urbanizadas e/ou vegetadas em uma imagem de satélite Landsat TM5 (INPE, 2011), composta para cor verdadeira (RGB: 3 2 1) e recortada nas dimensões do município, bem como do uso das áreas preferenciais de busca por geossítios anteriormente especificadas, se empreenderam campanhas de campo para inventariação de geossítios. Essa inventariação partiu da premissa de que os locais dos geossítios estivessem preferencialmente em áreas verdes públicas (Lüdke *et al.*,2006). Tal premissa corrobora o procedimento específico de conservação (Brilha, 2005; Henriques *et al.*, 2011), ou seja, aquele que visa mecanismos legais de proteção da geodiversidade.

Ao final, foram identificados 53 geossítios na área municipal de Porto Alegre, os quais estão inseridos em áreas preferências de dois tipos e abrangem regiões especificamente das unidades geológicas-chave (Figura 2). As áreas de busca por geossítios do tipo preferencial 1 compreendem áreas verdes públicas e áreas de interesse institucional, sendo o tipo preferencial 2 compreendido pelas demais áreas de interesse citadas no item anterior, as quais não possuem necessariamente gestão e/ou proteção legal pelo órgão público de administração local. Nesses geossítios, procedeu-se a uma documentação extremamente básica, pois o principal objetivo dessa etapa foi criar a base de dados para a posterior distribuição espacial dos geossítios, a qual se referente à próxima técnica.

## **Mapa de Áreas de Busca e Geossítios**

(INSERIR FIGURA 2)

### **ESPACIALIZAÇÃO LÓGICA E LOGÍSTICA DE ITINERÁRIOS**

A última técnica da contribuição metodológica proposta, é vinculada ao procedimento de valorização da geodiversidade (Brilha, 2005; Henrique *et al.*, 2011). Tendo como objetivo a proposição dos itinerários geológicos como tecnologia socioeducativa a fim de ilustrar a história geológica da região, partiu-se para o estudo das possibilidades de encadeamento espacial de geossítios garantindo a lógica dos itinerários e a logística de deslocamento de maneiras simultâneas.

#### **Representação da história geológica**

A espacialização embasou-se na visitação sequenciada das unidades geológicas-chave, começando por aquelas mais antigas e seguindo (i.e. subindo na estratigrafia) até alcançar o tempo atual. Essa lógica visou implementar didática ao itinerário, uma vez que previamente explicada, ela conduz toda a visitação e possibilita um maior entendimento da relação e continuidade entre os geossítios e, portanto, de compreensão da história geológica local e regional.

#### **Condições logísticas de visitação**

Em conjunto com o necessário encadeamento da história geológica, foram considerados também critérios da logística de mobilidade urbana, tempo de visitação, amplitude observacional e o já referido acesso público. Assim, levaram-se em conta os tipos de vias de acesso, as distâncias em relação ao Centro Histórico, a preferência por percorrer áreas tanto da margem do Lago Guaíba quanto dos topos de morro e a utilização preferencial de áreas verdes públicas. Pelo fato de terem sido propostos 53 geossítios e devido aos prováveis interesses distintos dos visitantes, os itinerários geológicos de Porto Alegre são uma ferramenta passível de adaptação. Assim, possibilita que sejam montados diferentes itinerários (por isso o nome no plural) que encadeiem geossítios respeitando a lógica proposta, mas com diferentes relações de tempos de duração, interesses preferenciais dos visitantes, acessibilidades dos geossítios, etc. Aqui são apresentados os itinerários geológicos de Porto Alegre no seu conjunto, formado pelo encadeamento de 13 geossítios com tempo aproximado de duração de um dia inteiro (Figura 26).

## **Mapa de Itinerários Geológicos**

(INSERIR FIGURA 3)

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o crescente impacto humano na geosfera, o qual vem sendo estudado cientificamente há mais de 40 anos, não resta dúvida de que o surgimento da temática da geodiversidade e da geoconservação tem sua justificação muito bem estabelecida. Embora tenha tardado a emergir, tais temas mostram-se como importantes contribuições para o futuro humano no planeta. Além disso, a geodiversidade e a geoconservação têm sido amplamente debatidas e progredem substancialmente em termos conceituais e metodológicos, mostrando o interesse e o empenho da comunidade geocientífica em realizar a discussão de novos papéis das geociências para o século XXI. Deve-se enfatizar a questão das funções ecossistêmicas da geodiversidade como fundamental para a evolução aprofundada da relevância com que se apresenta a temática em relação à sociedade moderna.

No sentido de fazer evoluir a prática e a teoria, um diálogo pertinente tem sido empreendido entre as diversas contribuições científicas dessa temática e na construção de procedimentos comuns e específicos. Cresce, assim, a percepção da existência de espaços estratégicos para a sociedade que podem e devem ser ocupados por profissionais das geociências, sejam na evolução dos estudos e pesquisas na área acadêmica e técnica, sejam na atuação em mecanismos políticos de gestão ambiental e territorial e sejam nas ações diretas e indiretas em prol de uma culturalização generalizada em relação aos assuntos da Terra, essas que vão desde a educação formal de base até os inúmeros mecanismos de resignificação social para a temática do ambiente. Nesse contexto, as cidades mostram-se como locais onde se colocam imperativas as necessidades de intervenção social e atuação profissional emergentes nas geociências da atualidade.

Os itinerários geológicos de Porto Alegre mostram-se como marco dos estudos nomeadamente na área da geodiversidade e geoconservação desenvolvidos nesse município. Para além, preenche a lacuna até então existente na cidade de Porto Alegre no que diz respeito a mecanismos interativos de se conhecer a geopaisagem do município, tanto turisticamente quanto educacionalmente. Metodologicamente, os itinerários aqui propostos apresentam contribuição à geoconservação em ambientes

urbanos, traçando linhas gerais em especial com relação aos indicadores de logística urbana, fundamentais para a adaptação e aprimoramento do tema primeiramente desenvolvido em zonas rurais. Inserido dentro das técnicas metodológicas atuais da geoconservação, apontam-se as seguintes questões: (a) o uso de uma base científica interdisciplinar como inventário para a pesquisa mostrou-se como algo positivo; (b) esse uso expôs os autores a temáticas diversas e, portanto, enriquecedoras; (c) dentro do possível, buscou-se trazer à luz da pesquisa a interdisciplinaridade, a qual se refletiu nos 12 indicadores geopaisagísticos propostos; (d) para além desses 12 temas, uma série de outros ficou nesse trabalho secundada, como, por exemplo: rotas e relictos da evolução urbana e dos materiais construtivos; elementos do clima urbano; atividades impactantes do sistema urbano como medidores da qualidade do ar e do ruído da cidade; serviços de saneamento e ciclo urbano da água; etc. Isso apenas demonstra a fertilidade do tema frente à complexidade urbana.

As cidades são sistemas ecológicos e sociais com fluxos de matéria e energia, são grandes processadoras de alimentos, combustíveis e matérias-primas que tendem a gerar problemas ambientais de muitas ordens conforme seus estágios de desenvolvimento. Portanto, mecanismos para conhecê-la, pensá-la e projetá-la são sempre necessários para contribuir com a sua gestão. Os itinerários geológicos de Porto Alegre foram definidos com base nas unidades geológicas-chave do município de acordo com uma lógica prescrita pela evolução geológica regional. Evidentemente, outras lógicas seriam possíveis, dependendo dos objetivos cognitivos a serem atingidos, como, por exemplo, demonstrar como a cidade cresceu ao longo do tempo em função das contingências geomorfológicas. No sentido de se proporem outras lógicas de interesse, a matriz de valoração ponderada publicada pelo presente estudo serve como base para proposições futuras que enfatizem diferentes pesos ou ainda que adicionem novos parâmetros de valoração.

As áreas verdes públicas se mostraram como fundamentais para a estruturação dos itinerários aqui propostos, pois permitem o amplo acesso à visita dos geossítios. Nesse tema em especial, se abre outra possibilidade de atuação socioprofissional que diz respeito à proposição de novas áreas de conservação, praças e parques que levem em conta a geodiversidade. Os itinerários percorrem tanto as áreas urbanas do município, quanto suas áreas ainda pouco urbanizadas e

pretendeu atentar para a diversidade geopaisagística existente em ambas as condições de urbanização. Afloramentos pequenos em praças podem, portanto ser tanto ou mais significativos para a culturalização local do que grandes áreas de afloramentos distantes do cotidiano da população. Com a possibilidade de haver mais importância no apelo do lazer e divertimento das pessoas em contato com a paisagem, questiona-se o foco eventualmente excessivo para o valor científico supostamente balizador da geoconservação. A relevância é um atributo relativo e os critérios de inventariação e valoração mostram-se assim desejadamente adaptáveis.

A crescente atenção à interdisciplinaridade, já apontada como positiva, mostra-nos que outros valores podem estar sendo investigados por outros profissionais que não apenas geocientistas. As geociências podem se colocar assim como uma possibilidade de construir a interlocução científica e, ao mesmo tempo, cidadã. Como bem afirmou o pesquisador Folch i Guillen (2006, p. 192) “*o espaço urbano é uma parte muito importante do território real, com tanto ou mais significado ecológico que os bosques ou os afloramentos geológicos*”, quase sempre inacessíveis aos cidadãos comuns.

## REFERÊNCIAS

156. AGA. Associação Geoparque Arouca. *Programas Educativos Arouca Geopark 2013/2014 – Estudo do Meio (1º Ciclo)*. Paz, A. & Rocha, D. (coord.). Arouca, 29 p. 2013
157. APRODERVI. Asociación para la Promoción y El Desarrollo Rural de la Comarca Villuercas Ibores Jara. *El Periódico del Geoparque VilluercasIboresJara – Nº1, Julio de 2013*. 24 p. 2013.
158. Baretino, D., Wimbledon, W.A.P. & Gallego, E. (Eds). *Geological Heritage: Its Conservation and Management*. ITGE, Madrid, 212 p. 2000.
159. Becker, E. *Lost in the Travel Pages: The Global Industry Hiding Inside the Sunday Newspaper*. President and Fellows of Harvard College. 50 p. 2008.
160. Belmonte Ribas, A. *Itinerarios Educativos en el Geoparque de Sobrarbe: 550 millones de años bajo tus pies (Guía del*

- Profesor). Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte. Gobierno de Aragón. Geoparque de Sobrarbe. 47 p. 2013a.
161. Belmonte Ribas, A. *Itinerarios Educativos en el Geoparque de Sobrarbe: 550 millones de años bajo tus pies (Guía del Alumno)*. Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte. Gobierno de Aragón. Geoparque de Sobrarbe. 47 p. 2013b.
162. Bennett, M.R. & Doyle, P. (eds). *Issues in Environmental Geology: A British Perspective*. Geological Society, London. 1998.
163. Brilha, J. *Património geológico e geoconservação*. Palimage Editores, Viseu, 190 p. 2005.
164. Bruschi, V.M. & Cendrero, A. *Direct and parametric methods for assessment of geosites and geomorphosites*. In: Reynard E, Coratza P, Regolini-Bissig G (eds) 2009. *Geomorphosites*. Verlag, München, pp 73–88. 2009.
165. Bruschi, V.M. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Santander. 264p. Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria, España. 2007.
166. Buckley, R. *Research Note Environmental Inputs and Outputs in Ecotourism: Geotourism with a Positive Triple Bottom Line?*. Journal of Ecotourism Vol. 2, No. 1, 2003.
167. Burek, C. V. & Prosser, C. D. (eds). *The History of Geoconservation*. Geological Society, London, Special Publications, 300 p. 2008.
168. Burek, C.V. & Hope, M. *The use of town trails in raising awareness of urban geodiversity*. IAEG2006 Paper number 609. 2006.
169. Carballo, J. & Hilário, A. *Flysch Algorri Mendata: denboran zehar bidaiatuz – un viaje a través del tiempo*. Gipuzkoako Parketxe Sarea Fundazioa – Fundación Gipuzkoako Parketxe Sarea. 271 p. 2010.
170. Carcavilla, L., Durán, J.J., García-Cortés, A. & López-Martínez, J. *Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present, and Future*. *Geoheritage* (2009) 1:75–91. 2009.

171. Carlsen, J. & Heath, P. *Green infrastructure and open environments - London's foundations: protecting the geodiversity of the capital, supplementary planning guidance*. London: GLA, 261 p. 2012.
172. Catana, M.M. Os Programas Educativos do Geopark Naturtejo: ensinar e aprender geociências em rotas, geomonumentos, museus e na escola. In: Neto de Carvalho, C. e Rodrigues, J. C. (Eds.) 2009. *Geoturismo & Desenvolvimento Local*, Idanha-a-Nova, pp. 291-307. 2009.
173. Conway, J.S. *A Soil Trail?—A Case Study from Anglesey, Wales, UK*. *Geoheritage* (2010) 2:15–24. 2010.
174. Coratza, P., Bruschi, V.M., Piacentini, D., Saliba, D. & Soldati, M. *Recognition and Assessment of Geomorphosites in Malta at the Il-Majjistral Nature and History Park*. *Geoheritage* (2011) 3:175–185. 2011.
175. DD. Digne Declaration. *Declaration of the Rights of the Memory of the Earth*. Proceedings of the 1st International Symposium on the Conservation of our Geological Heritage (Digne-les-Bains, 11–16 June 1991) – Mémoires de la Soc. Géol. de France, Nouvelle Série, No. 165, 1991.
176. Del Lama, E.A., Bacci, D.C., Martins, L., Garcia, M.G.M. & Dehira, L.K. *Urban Geotourism and the Old Centre of São Paulo City, Brazil*. *Geoheritage*: DOI 10.1007/s12371-014-0119-7. 2014.
177. Delphim, C.F.M. Patrimônio Cultural e Geoparque. *Geol. USP, Publ. espec.*, São Paulo, v. 5, p. 75-83, outubro 2009
178. Dingwall, P., Weighell, T. & Badman, T. *Geological World Heritage: a global framework. A contribution to the global theme study of World Heritage Natural Sites*. Protected Area Programme, IUCN, 51 p. 2005.
179. DL. Decreto-Lei n.º 142/2008 - de 24 de Julho. *Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional*. Diário da República, 1.ª série — N.º 142. 2008.
180. Doxiadis, C.A. *The coming world-city: ecumenopolis*. In: Toynbee, A. (ed.) 1967. *Cities of destiny*. McGraw-Hill, Nova York, p.: 336-358. 1967.
181. Earth Heritage, *Earth Heritage: the geological and landscape conservation magazine*. Issue 42, summer 2014, 35 p. 2014.

182. Fassoulas, C., Mouriki, D., Dimitriou-Nikolakis, P. & Iliopoulos, G. *Quantitative Assessment of Geotopes as an Effective Tool for Geoheritage Management*. *Geoheritage* (2012) 4:177–193. 2012.
183. Fernández-Martínez, E., Castaño, R., García, L., Molero, J. & García-Ortiz, E. *Viejas y nuevas formas de divulgar el patrimonio paleontológico: el caso de los Fósiles Urbanos de León*. In: Fernández-Martínez, E. & Castaño de Luis, R. (eds) 2011. *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*. Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España). Universidad de León; pp. 125-132. 2011.
184. Folch i Guillen, R. A cidade nos atlas ambientais. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 191-192. 2006.
185. Fuertes-Gutiérrez, I. & Fernández-Martínez, E. *Inventariar para conocer, conocer para valorar - Trabajando con el patrimonio geológico en el entorno de los centros educativos*. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2014 (22.1), Pags. 38-48. 2014.
186. García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. & Vegas, J. *Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España, 64 p. 2014.
187. 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* 125 (2014) 463–479. 2014.
188. Garofano, M. *Geowatching, a Term for the Popularisation of Geological Heritage*. *Geoheritage*, DOI 10.1007/s12371-014-0114-z. 8 p. 2014.
189. GGN. Global Geoparks Network. *Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)*. 12 p. 2014.

190. Gordon, J.E. & Barron, H.F. *Scotland's geodiversity: development of the basis for a national framework*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 417. 2011.
191. Gorritiberea, A.J. & Hilário, A. *Flysch, Haitzen Hitza – The Whisper of the Rocks – El Susurro de las Rocas*. Alberto J. Gorritiberea / TVE / ETB. 73 min. 2009.
192. Gray, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2ed. England: Ed. John Wiley & Sons Ltd, 495 p. 2013.
193. Gray, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. England: Ed. John Wiley & Sons Ltd, 448 p. 2004.
194. Gray, M., *Geodiversity: A New Paradigm for Valuing and Conserving Geoheritage*. *Geoscience Canada*, 35, 51-58. 2008.
195. Gray, M., Gordon, J.E. & Brown, E.J. *Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management*. *Proceedings of the Geologists Association* 06/2013; 124(4):659–673. 2013.
196. Henriques, M.H., Pena dos Reis, R., Brilha, J.B.R. & Mota, T. *Geoconservation as na Emerging Geoscience*. *Geoheritage* (2011) 3:117–128. 2011.
197. Hickel, H.T., Albano, M.T.F., Pavlick, I.M.B. & Bettiol, D.L L. Mapa do modelo espacial da cidade. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 108. 2006.
198. Hilário, A. *El Biotopo Del Flysch – un viaje por la vida y el tiempo: guía de campo y recorridos para comprender los secretos de un biotopo muy geológico*. GPA. Berrikuntza, Landa Garapenaeta Turismoko Departamendua. 244 p. 2012.
199. Hose, T.A. *Towards a history of geotourism: definitions, antecedents and the future*. In: BUREK, C. V. & PROSSER, C. D. (eds) *The History of Geoconservation*. Geological Society, London, Special Publications, 300, 37–60. 2008

200. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 156 p. 2013.
201. INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de satélite Landsat TM5, órbita 221, ponto 81, data 2011-10-28. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/manage.php?INDICE=L5TM22108120111028&DONTSHOW=0>. 2011.
202. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. 2013.
203. Lima, F.F., Brilha, J.B.R. & Salamuni, E. *Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil*. *Geoheritage*, 2: 91-99. 2010.
204. Lüdke, M.C., Mohr, F.V. & Menegat, R. Mapa de áreas verdes. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. p. 131. 2006.
205. Magagna, A., Ferrero, E., Giardino, M., Lozar, F. & Perotti, L. *A Selection of Geological Tours for Promoting the Italian Geological Heritage in the Secondary Schools*. *Geoheritage* DOI 10.1007/s12371-013-0087-3. 2013.
206. Mansur, K.L. Projetos Educacionais para a Popularização das Geociências e para a Geoconservação. *Geol. USP, Publ. espec.*, São Paulo, v. 5, p. 63-74. 2009.
207. Mansur, K.L., Rocha, A.J.D., Pedreira, A. (In Memoriam), Schobbenhaus, C., Salamuni, E., Erthal, F.C., Piekarz, G., Winge, M., Nascimento, M.A.L. & Ribeiro, R.B. Iniciativas institucionais de valorização do patrimônio geológico do Brasil. *Boletim Paranaense de Geociências* 70 (2013) 02-27. 2013.

208. Martínez-Graña, A.M, Goy, J.L. & Cimarra, C.A. *A virtual tour of geological heritage: Valourising geodiversity using Google Earth and QR code*. Computers & Geosciences 61 (2013) 83–93. 2013.
209. Martini, G. *Geoparks... A Vision for the Future*. Geol. USP, Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 85-90. 2009.
210. Meadows, D., Randers, J. & Meadows, D. *Limits to growth: the 30-year update*. White River, Vt.: Chelsea Green Publishers, 362 p. 2004.
211. Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. & Behrens, W. *The Limits to growth*. New York: Universe Books, 205 p. 1972.
212. Menegat, R. & Hasenack, H. Mapa geomorfológico. Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006c. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 30. 2006.
213. Menegat, R. A emergência da tecnourbesfera e os novos desafios da geologia urbana. In Machado, R. (Org). 2008. *As ciências da Terra e sua importância para a humanidade*. Curitiba: SBG, p. 76-91. 2008.
214. Menegat, R. A matriz do lugar na interpretação das cidades incas de Machu Picchu e Ollantaytambo: um estudo de ecologia de paisagem e a reconstrução de processos civilizatórios. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 351 p. 2006.
215. Menegat, R. *Participatory democracy and sustainable development: integrated urban environmental management in Porto Alegre, Brazil*. Environment and Urbanization 2002 14: 181-206. 2002.
216. Menegat, R. Transcrição da Palestra Proferida em 24 de julho de 2009 - Geoparques como Laboratórios de Inteligência da Terra. *Geol. USP, Publ. Espec.*, São Paulo, v. 5, p. 91-103. 2009.
217. Menegat, R., Carraro, C.C., Mohr, F.V. & Kirchheim, R.E. Mapa de drenagens: os arroios de Porto Alegre. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 42. 2006a.
218. Menegat, R., Koester, E., Kraemer, G., Fernandes, L.A.D., Scherer, C.M.S. & Bachi, F. Mapa Geológico. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro,

- C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 11-24. 2006b.
219. Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, 228 p. 2006c.
220. Minvielle, C.A. & Hermelin, M. *Geometro or How to Discover a Valley's Geomorphology by an Integrated Transportation System in Medellin (Colombia)*. *Geoheritage* (2011) 3:73–81. 2011.
221. Moreira, J.C. *Interpretative Panels About the Geological Heritage—a Case Study at the Iguassu Falls National Park (Brazil)*. *Geoheritage* (2012) 4:127–137. 2012.
222. ONU. Organização das Nações Unidas. Agenda 21: resumo. In: *Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento*, Rio de Janeiro, 3 a 14 de junho de 1992. Rio de Janeiro: Centro de Informação das Nações Unidas no Brasil; São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 1993.
223. Palladino, G., Prosser, G. & Bentivenga, M. *The Geological Itinerary of Sasso di Castalda: A Journey into the Geological History of the Southern Apennine Thrust-belt (Basilicata, Southern Italy)*. *Geoheritage* (2013) 5:47–58. 2013.
224. Porto, M.L. & Mello, R.S.P. Mapa de vegetação natural atual. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p.53. 2006.
225. Prosser, C. *William Archibald Macfadyen (1893–1985): the 'father of geoconservation'?*. *Proceedings of the Geologists' Association* 123 (2012) 182–188. 2012.
226. Reis, H.J., Póvoas, L., Barriga, F.J.A.S., Lopes, C., Santos, V.F., Ribeiro, B., Cascalho, J. & Pinto, A. *Science Education in a Museum: Enhancing Earth Sciences Literacy as a Way to Enhance Public Awareness of Geological*. *Geoheritage*, DOI 10.1007/s12371-014-0105-0. 2014.
227. Reynard, E., Coratza, P. & Regolini-Bissig, G. (eds). *Geomorphosites*. Verlag, München. 2009.

228. Schobbenhaus, C. & Silva, C.R. (orgs.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, v. 1, 748 p. 2012.
229. Sharples, C. *A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes*. Report to The Forestry Commission, Tasmania, 31p. 1993.
230. Sharples, C. *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks and Wildlife Service, electronic publication, 81p. 2002.
231. Silva, C.R. (ed). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 264 p. 2008.
232. SNUC. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Lei Nº 9.985, De 18 De Julho De 2000. 17 p. 2000.
233. Stewart, I. & Nield, T. *Earth stories: context and narrative in the communication of popular geosciences*. Proceedings of the Geologists' Association 124 (2013) 699–712. 2013.
234. UN-DESA. United Nations - Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights* (ST/ESA/SER.A/352). 2014.
235. UNEP. United Nations Environmental Programme. *Global Environment Outlook 5 (GEO5): Environment for the future we want*. Progress Press Ltd: Valeta, Malta, 528 p. 2012.
236. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *UNESCO Geoparks Programme - A new initiative to promote a global network of geoparks safeguarding and developing selected areas having significant geological features*, Paris. 4 p. 1999.
237. UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *The Madonie Declaration between the Division of Earth Sciences of UNESCO and the European Geoparks Network*. 2004.
238. Vegas, J., Gutiérrez, I., Díez, A. “Apadrina una roca”, una iniciativa de voluntariado popular para la conservación del patrimonio geológico. Congreso Nacional del Medio Ambiente – CONAMA, 16 p. 2012.

239. WCED. World Commission on Environment and Develop. *Report of the World Commission on Environment and Develop: Our Common Future*. Nairobi: United Nations, 374 p. 1987.
240. Wilson, C. (ed). *Earth Heritage Conservation*. Geological Society London & Open University, Milton Keynes. 1994.
241. Wimbledon, W.A.P., Benton, M.J., Bevins, R.E., Black, G.P., Bridgland, D.R., Cleal, C.J., Cooper, R.G. & May, V.J. *The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: Part 1, ProGEO*. *Modern geology* 20:159–202. 1995.
242. Wimbledon, W.A.P., Ishchenko, A.A., Gerasimenko, N.P., Karis, L.O., Suominen, V., Johansson, C.E. & Freden, C. *GEOSITES - an IUGS initiative: science supported by conservation*. In: Baretino, D., Wimbledon, W.A. & Gallego, E. (Eds.) 2000. *Geological Heritage: its conservation and management*. Madrid (Spain), pp.69-94. 2000.
243. Wrede, V. & Mügge-Bartolović, V. *GeoRoute Ruhr—a Network of Geotrails in the Ruhr Area National GeoPark, Germany*. *Geoheritage* (2012) 4:109–114. 2012.
244. Xun, Z., & Ting, Z. *The socio-economic benefits of establishing National Geoparks in China*. *Episodes*, Vol. 26, no. 4. 2003.

#### ILUSTRAÇÕES A SEREM INSERIDAS NO TEXTO:

Quadro 3 - Representatividade geocronológica das unidades geológicas em relação à História geológica de Porto Alegre.

HISTÓRIA GEOLÓGICA		Unidade geológica representativa
Evento estruturador	Evento menor	
COLISÃO DE CONTINENTES	Colisional	(a) Gnaiss Chácara das Pedras/Granodiorito Três Figueiras
	Falhamento e transcorrência	(a) Granodiorito Lomba do Sabão
	Pós-tectônico	(a) Gr Santana; (b) Gr Feijó; (c) Gr São Caetano; (d) Gr Independência; (e) Gr Saint-Hilaire; (f) Gr São Pedro; (g) Gr Restinga; (h) Gr Santo Antônio; (i) Gr Cantagalo; (j) Gr Lami; (k) Gr Pitinga; (l) Gr Passo das Pedras; (m) Riolito e Riodacito

SUPERCONTINENTE GONDWANA	Deposição parálica, Bacia do Paraná	(a) Formação Rio Bonito
FRAGMENTAÇÃO DO GONDWANA	Vulcanismo, Bacia do Paraná	(a) Formação Serra Geral
FLUTUAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NO QUATERNÁRIO	1ª Transgressão marinha	(a) SLBI – depósitos de leques aluviais; (b) SLB I – depósitos eluvionares; (c) SLB I – depósitos de dunas litorâneas
	2ª Transgressão marinha	(a) SLBII – depósitos de cordões litorâneos
	3ª Transgressão marinha	(a) SLBIII – depósitos de terraços fluviais; (b) SLBIII – depósitos lacustres
	4ª Transgressão marinha	(a) SLBIV – depósitos de planície e canal fluvial; (b) SLBIV – depósitos lacustres; (c) SLBIV – depósitos deltaicos
(* Gr = Granito; SLB = Sistema laguna-Barreira)		

Quadro 4 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador representatividade geocronológica.

ÍNDICE	CRITÉRIO DE VALORAÇÃO
5	Unidade geológica (UG) que representa com exclusividade um dos eventos estruturantes ou eventos menores da história geológica
4	UG que representa em conjunto com até mais duas UGs um dos eventos da história geológica
3	UG que representa em conjunto com mais de três UGs um dos eventos da história geológica

Quadro 5 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador representatividade de evidências.

ÍNDICE	CRITÉRIO DE VALORAÇÃO
5	Unidade geológica (UG) que representa com exclusividade duas evidências significativas da história geológica
4	UG que representa com exclusividade uma evidência significativa da história geológica
3	UG que representa com mais uma UG evidência(s) significativa(s) da história geológica
2	UG que representa com mais duas UGs evidência(s) significativa(s) da história geológica
1	UG que não representa evidência significativa da história geológica; UG com área total fora do município

Quadro 6 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador potencial de ocorrência de afloramentos.

ÍNDICE	CRITÉRIO DE VALORAÇÃO
--------	-----------------------

5	Unidade geológica (UG) com potencial muito alto de ocorrência de afloramentos (área > 25) km <sup>2</sup>
4	UG com potencial alto de ocorrência de afloramentos (7 < área ≤ 25) km <sup>2</sup>
3	UG com potencial médio de ocorrência de afloramentos por possuir (3 < área ≤ 7) km <sup>2</sup>
2	UG com potencial baixo de ocorrência de afloramentos por possuir área ≤ 3 km <sup>2</sup>
1	UG com área total fora do município

Quadro 7 - Mobilidade urbana de Porto Alegre e as convenções temáticas que a definem.

<b>MOBILIDADE URBANA DE PORTO ALEGRE</b>	
<b>Zona de deslocamento a partir do Centro Histórico</b>	<b>Convenção temática considerada para limites da zona</b>
Baixo	(a) Av. Brasil ao Norte; (b) Terceira Perimetral ao Leste; e (c) Ponta do Dionísio ao Sul
Médio	(a) Delta do Jacuí e avenida Sertório ao Norte; (b) prolongamento das avenidas Ary Tarragô e Antônio de Carvalho com limite de área intensiva ao Leste; e (c) Ponta da Serraria ao Sul
Alto	(a) Ilha da Pintada; e (b) demais áreas dos extremos Norte, Leste e Sul do município.
<b>Vias de acesso</b>	<b>Convenção temática considerada</b>
Mobilidade alta	(a) rodovia; (b) via de transporte coletivo segregado; (c) via de carga; (d) via de carga projetada; (e) via de transporte de alta capacidade
Mobilidade baixa	(a) Eixo de rua

Quadro 8 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador mobilidade urbana.

<b>ÍNDICE</b>	<b>CRITÉRIO DE VALORAÇÃO</b>
5	Unidade geológica (UG) em zona de deslocamento baixo e acessada por vias de mobilidade alta
4	UG em zona de deslocamento baixo acessada por vias de mobilidade baixa
3	UG em zonas de deslocamentos médio e/ou alto acessada por vias de mobilidade alta
2	UG em zonas de deslocamentos médio acessada por vias de mobilidade baixa
1	UG em zona de deslocamento alto acessada por vias de mobilidade baixa ou sem vias de acesso; UG com área total fora do município

Quadro 9 - Potencial de visitação das unidades geológicas de Porto Alegre e as convenções temáticas que o definem.

<b>POTENCIAL DE VISITAÇÃO</b>	<b>CONVENÇÃO TEMÁTICA CONSIDERADA</b>
Alto	Presença de área dos tipos (a) verde pública - parque; e/ou (b) verde pública - unidade de conservação; e/ou (c) margem do Guaíba com

	acesso por eixo de rua
Médio	Presença de área dos tipos (a) verde pública - praça; e/ou (b) área de interesse institucional; e/ou (c) margem do Guaíba sem acesso por eixo de rua
Baixo	Presença de área do tipo (a) verde particular; e/ou (b) ausência de áreas verdes públicas; e/ou (c) ausência de áreas de interesse institucional; e (d) UG com área total fora do município

Quadro 10 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador potencial de visitação.

ÍNDICE	CRITÉRIO DE VALORAÇÃO
5 – 4	Unidade geológica (UG) com potencial de visitação alto
3 – 2	UG com potencial de visitação médio
1	UG com potencial de visitação baixo

Quadro 11 - Potencial local de difusão da informação e as convenções temáticas que o definem.

POTENCIAL LOCAL DE DIFUSÃO DA INFORMAÇÃO	CONVENÇÃO TEMÁTICA CONSIDERADA
Alto	Áreas de ocupação intensiva do tipo (a) Centro Histórico; (b) corredor de urbanidade; e (c) área predominantemente residencial (limitadas pela via de transporte coletivo segregado da 3ª perimetral, sendo o segmento sul limitado ao norte da Ponta do Dionísio)
Médio	Excluídas as áreas predominantemente residenciais especificadas acima: (a) áreas de ocupação intensiva do tipo predominantemente residenciais
Baixo	(a) Área de ocupação rarefeita; (b) áreas especiais; e áreas de ocupação intensivas dos tipos (c) predominantemente produtiva, (d) mista e (e) corredor de produção; UG com área total fora do município

Quadro 12 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador potencial local de difusão da informação.

ÍNDICE	CRITÉRIO DE VALORAÇÃO
5 – 4	Unidade geológica (UG) com potencial de difusão local alto
3 - 2	UG com potencial de difusão local médio
1	UG com potencial de difusão local baixo

Quadro 13 - Representatividade das geoformas locais com os domínios morfoestruturais do RS.

<b>DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL DO RS</b>	<b>GEOFORMA LOCAL REPRESENTATIVA</b>
Escudo Sul-Rio-Grandense	(a) Colina residual convexa; (b) crista; (c) inselbergue; e (d) ponta
Depressão Periférica	(a) Planície (várzea) e terraço fluviais; (b) delta
Planalto Meridional	-----
Província Costeira	(a) cordão arenoso; (b) terraços lacustres; (c) morro isolado; (d) ponta; (e) enseada; e (f) planície (várzea) e terraço fluviais

Quadro 14 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador domínios morfoestruturais do RS.

<b>ÍNDICE</b>	<b>CRITÉRIO DE VALORAÇÃO</b>
5	Unidade geológica (UG) que representa exclusivamente ou em conjunto com até três UGs um domínio morfoestrutural
4	UG que representa em conjunto com outras quatro até dez UGs um domínio morfoestrutural
3	UG que representa em conjunto com mais de dez UGs um domínio morfoestrutural; UG que não representa qualitativamente uma geoforma local; UG com área total fora do município

Quadro 15 - Representatividade das geoformas locais com os modelados de relevo de Porto Alegre.

<b>MODELADO DE RELEVO DE PORTO ALEGRE</b>	<b>GEOFORMA LOCAL REPRESENTATIVA</b>
Terras Altas – modelado residual	(a) Morro isolado; (b) colina residual convexa; (c) crista; (d) inselbergue
Terras Baixas – modelado de acumulação	(a) planície (várzea) e terraço fluviais; (b) delta; (c) cordão arenoso; e (d) terraço lacustre
Pontas e Enseadas – formas da margem do Lago	(a) ponta, e (b) enseada

Quadro 16 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador modelados de relevo de Porto Alegre.

<b>ÍNDICE</b>	<b>CRITÉRIO DE VALORAÇÃO</b>
5	Unidade geológica (UG) que representa exclusivamente um modelado de relevo
4	Unidade geológica (UG) que representa em conjunto com até duas UGs um modelado de relevo
3	UG que representa em conjunto com até cinco UGs um modelado de relevo
2	UG que representa em conjunto com até dez UGs um modelado de relevo
1	UG que representa em conjunto com mais de dez UGs um modelado de relevo;

	UG com área total fora do município
--	-------------------------------------

Quadro 17 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador unidades e feições hidrográficas significativas.

<b>ÍNDICE</b>	<b>CRITÉRIO DE VALORAÇÃO</b>
5	Unidade geológica (UG) que representa qualitativamente toda uma das unidades e feições hidrográficas significativas
4	UG com área totalmente em contato com o Lago Guaíba
3	UG em contato com o Lago Guaíba e com outra unidade e feição hidrográfica significativa
2	UG em contato com o Lago Guaíba e/ou com outra unidade e feição hidrográfica significativa
1	UG que não tem contato com unidades e feições hidrográficas significativas; UG com área total fora do município

Quadro 18 - Grupos de interesse das unidades de paisagem construída ou natural e as convenções temáticas que os definem.

<b>GRUPO DE INTERESSE</b>	<b>CONVENÇÃO TEMÁTICA CONSIDERADA</b>
CONSTRUÍDO	(a) Centro Histórico; (b) corredor de urbanidade; (c) área de interesse ambiental e cultural; e (d) área predominantemente residencial (do Belém Velho e do Belém Novo)
NATURAL	(a) manchas expressivas de vegetação natural atual; (b) área de proteção ao ambiente natural; e (c) parque e unidade de conservação

Quadro 19 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador unidades de paisagem construída ou natural.

<b>ÍNDICE</b>	<b>CRITÉRIO DE VALORAÇÃO</b>
5	Unidade geológica (UG) que apresenta dois tipos de áreas referentes aos dois grupos de interesse
4	UG que apresenta mais de um tipo de área referente a um dos grupos de interesse e um tipo de área referente ao outro grupo de interesse
3	UG que apresenta um tipo de área referente a cada um dos dois grupos de interesse
2	UG que apresenta tipo(s) de área(s) referente(s) a um grupo de interesse
1	UG que não apresenta os tipos de áreas dos grupos de interesse; UG com área total fora do município

Quadro 20 - Grupos de interesse de amplitude da escala observacional e fruição da paisagem e as convenções temáticas que os definem.

<b>GRUPO DE INTERESSE</b>	<b>CONVENÇÃO TEMÁTICA CONSIDERADA</b>
DAS TERRAS ALTAS	(a) ponto de fruição da paisagem em morro; (b) crista; (c) inselbergue; (d) colina residual convexa; (e) morro isolado; e (f) ponta

DAS TERRAS BAIXAS	(a) pontes do Delta do Jacuí; e todas as áreas da margem do Lago Guaíba; (b) praça; (c) parque; (d) unidade de conservação; e (e) margem do Lago Guaíba
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quadro 21 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador amplitude da escala observacional e fruição da paisagem.

ÍNDICE	CRITÉRIO DE VALORAÇÃO
5	Unidade geológica (UG) que abrange dois locais de um dos grupos de interesse e um de outro; UG na margem do lago
4	UG que abrange dois locais, sendo um local de cada grupo de interesse
3	UG que abrange dois locais em um mesmo grupo de interesse
2	UG que abrange um local de um dos grupos de interesse
1	UG que não abrange locais dos grupos de interesse; UG fora da área do município

Quadro 22 - Grupos de usos culturais e as convenções temáticas que os definem.

GRUPO DE USO CULTURAL	CONVENÇÃO TEMÁTICA CONSIDERADA
ÁREA DA MARGEM DO LAGO GUAÍBA	Todas as áreas na margem do Lago Guaíba: (a) praça; (b) parque; (c) unidade de conservação; (d) margem do Lago Guaíba; e (e) área de interesse ambiental e cultural
ÁREA DO DELTA DO JACUÍ	(a) unidade de conservação (do Delta do Jacuí)
ÁREA VERDE EM GERAL	Excluídas áreas da margem do Lago Guaíba e do Delta do Jacuí: (a) praça; (b) parque; (c) unidade de conservação
ÁREA DE INTERESSE AMBIENTAL E CULTURAL	(a) área de interesse ambiental e cultural
CENTRO HISTÓRICO E CORREDOR DE URBANIDADE	Centro Histórico; (b) corredor de urbanidade

Quadro 23 - Índices de valoração das unidades geológicas em relação ao indicador usos culturais.

ÍNDICE	CRITÉRIO DE VALORAÇÃO
5	Unidade geológica (UG) que abrange área da margem do Lago Guaíba; UG que abrange área do Delta do Jacuí; UG que abrange locais de três grupos de usos culturais
4	UG que abrange locais dos grupos (a) área verde em geral e (b) Centro Histórico e corredor de urbanidade
3	UG que abrange locais dos grupos (a) área verde em geral e (b) área de interesse ambiental e cultural
2	UG que abrange locais do grupo área verde em geral
1	UG que não abrange locais dos grupos de interesse; UG com área total fora do município

Quadro 24 - Matriz de valoração integrada das unidades geológicas de Porto Alegre.

UNIDADE GEOLÓGICA (UG)		INDICADORES DA HISTÓRIA GEOLÓGICA (Peso 4)			INDICADORES DA LOGÍSTICA URBANA (Peso 3)			INDICADORES DA GEOMORFOLOGIA E DA HIDROLOGIA (Peso 2)			INDICADORES DA BIOLOGIA E DA CULTURA (Peso 1)		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Nº	NOME	Índices geopaisagísticos			Índices geopaisagísticos			Índices geopaisagísticos			Índices geopaisagísticos		
1	SLB IV - DD	4	5	5	3	4	2	5	4	5	2	5	5
2	SLB IV - DL	4	4	4	2	5	2	4	3	4	5	5	5
3	SLB IV - DPCF	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5
4	SLB III - DL	4	2	4	1	2	2	4	3	2	3	1	2
5	SLB III - DTF	4	4	3	5	4	4	4	3	2	5	1	5
6	SLB II - DCL	5	3	5	4	4	4	4	3	2	3	1	2
7	SLB I - DDL	4	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
8	SLB I - DE	4	2	5	5	4	4	3	1	3	2	1	2
9	SLB I - DLA	4	2	4	5	5	4	3	1	2	4	1	3
10	Fm Serra Geral	5	3	2	3	4	2	3	4	2	2	2	2
11	Fm Rio Bonito	5	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
12	Riolito e riolacito	3	3	2	3	4	2	3	1	2	2	2	2
13	Gr Passo das Pedras	3	2	2	3	2	3	3	1	2	1	2	2
14	Gr Pitinga	3	2	2	3	4	1	3	1	2	2	2	1
15	Gr Lami	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	5	1
16	Gr Cantagalo	3	2	4	1	1	1	3	4	2	2	3	1
17	Gr Santo Antônio	3	2	3	5	3	5	3	4	2	1	3	2
18	Gr Restinga	3	2	4	3	4	2	3	5	3	4	5	5
19	Gr São Pedro	3	2	4	1	4	1	3	5	3	2	5	5
20	Gr Saint-Hilaire	3	2	4	3	4	2	3	1	2	2	2	2
21	Gr Independência	3	3	4	5	4	5	3	4	2	4	2	4
22	Gr São Caetano	3	2	2	1	1	1	3	3	2	2	2	2
23	Gr Feijó	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1
24	Gr Santana	3	5	5	4	5	4	3	5	3	5	5	5
25	Gd Lomba do Sabão	5	5	4	3	5	3	3	1	2	4	2	2
26	Gd Três Figueiras/ Gn Chácara das Pedras	5	5	4	5	5	4	3	4	3	2	5	5

**LEGENDA DAS UNIDADES GEOLÓGICAS: Abreviaturas** - SLB = Sistema Laguna-barreira; DD = depósitos deltaicos; DL = depósitos lacustres; DPCF = depósitos de planície e canal fluviais; DTF = depósitos de terraços fluviais; DCL = depósitos de cordões litorâneos; DDL = depósitos de dunas litorâneas; DE = depósitos eluvionares; DLA = depósitos de leques aluviais; Fm = Formação; Gr = Granito; Gd = Granodiorito; e Gn = Gnaiss; **Cores** - eventos estruturadores da história geológica referenciados nos Éons geocronológicos - vermelho (Proterozoico); verde (Paleozoico); Cinza (Mesozoico); e amarelo (Cenozoico).

**LEGENDA DOS INDICADORES:** **A** - Representatividade geocronológica; **B** - Representatividade de evidências; **C** - Potencial de ocorrência de afloramentos; **D** - Mobilidade urbana; **E** - Potencial de visitação; **F** - Potencial de difusão local; **G** - Domínios morfoestruturais do RS; **H** - Unidades de relevo de Porto Alegre; **I** - Unidades e feições hidrográficas; **J** - Unidades de paisagem construída ou natural; **K** - Amplitude observacional e fruição da paisagem; **L** - Usos culturais.

Quadro 25 - Índices geopaisagísticos totais das unidades geológicas de Porto Alegre.

UNIDADE GEOLÓGICA (UG)		Índice geopaisagístico total	Categoria de importância geopaisagística	UG-chave para os itinerários geológicos
Nº	NOME			
1	SLB IV - DD	4,1	Muito alta	X
2	SLB IV - DL	3,7	Alta	X
3	SLB IV - DPCF	4,5	Muito alta	X
4	SLB III - DL	2,6	Média	
5	SLB III - DTF	3,7	Alta	
6	SLB II - DCL	3,7	Alta	
7	SLB I - DDL	1,5	Baixa	
8	SLB I - DE	3,4	Alta	
9	SLB I - DLA	3,4	Alta	
10	Fm Serra Geral	3	Alta	X
11	Fm Rio Bonito	1,7	Baixa	X
12	Riolito e riodacito	2,6	Média	
13	Gr Passo das Pedras	2,3	Média	
14	Gr Pitinga	2,3	Média	
15	Gr Lami	1,5	Média	
16	Gr Cantagalo	2,3	Média	
17	Gr Santo Antônio	3,2	Alta	
18	Gr Restinga	3,3	Alta	
19	Gr São Pedro	2,9	Alta	
20	Gr Saint-Hilaire	2,7	Média	
21	Gr Independência	3,7	Alta	X
22	Gr São Caetano	2	Média	
23	Gr Feijó	1,4	Baixa	
24	Gr Santana	4,3	Muito alta	X
25	Gd Lomba do Sabão	3,6	Alta	X
26	Gd Três Figueiras/ Chácara das Pedras	4,3	Muito alta	X

**LEGENDA DAS UNIDADES:** vide Quadro 22;

**LEGENDA DOS TOTAIS:** (a) Índice Geopaisagístico Total =  $\{[(MÉDIA(indicadores A, B, C)*4) + (MÉDIA(indicadores D, E, F)*3) + (MÉDIA(indicadores G, H, I)*2) + (MÉDIA(indicadores J, K, L)*1)]/10\}$ ; (b) indicadores A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L - vide Quadro 22; (c) Categoria de Importância Geopaisagística = Baixa (0 - 1,9); Média (2 - 2,9); Alta (3 - 3,9); e Muito Alta (4 - 5).

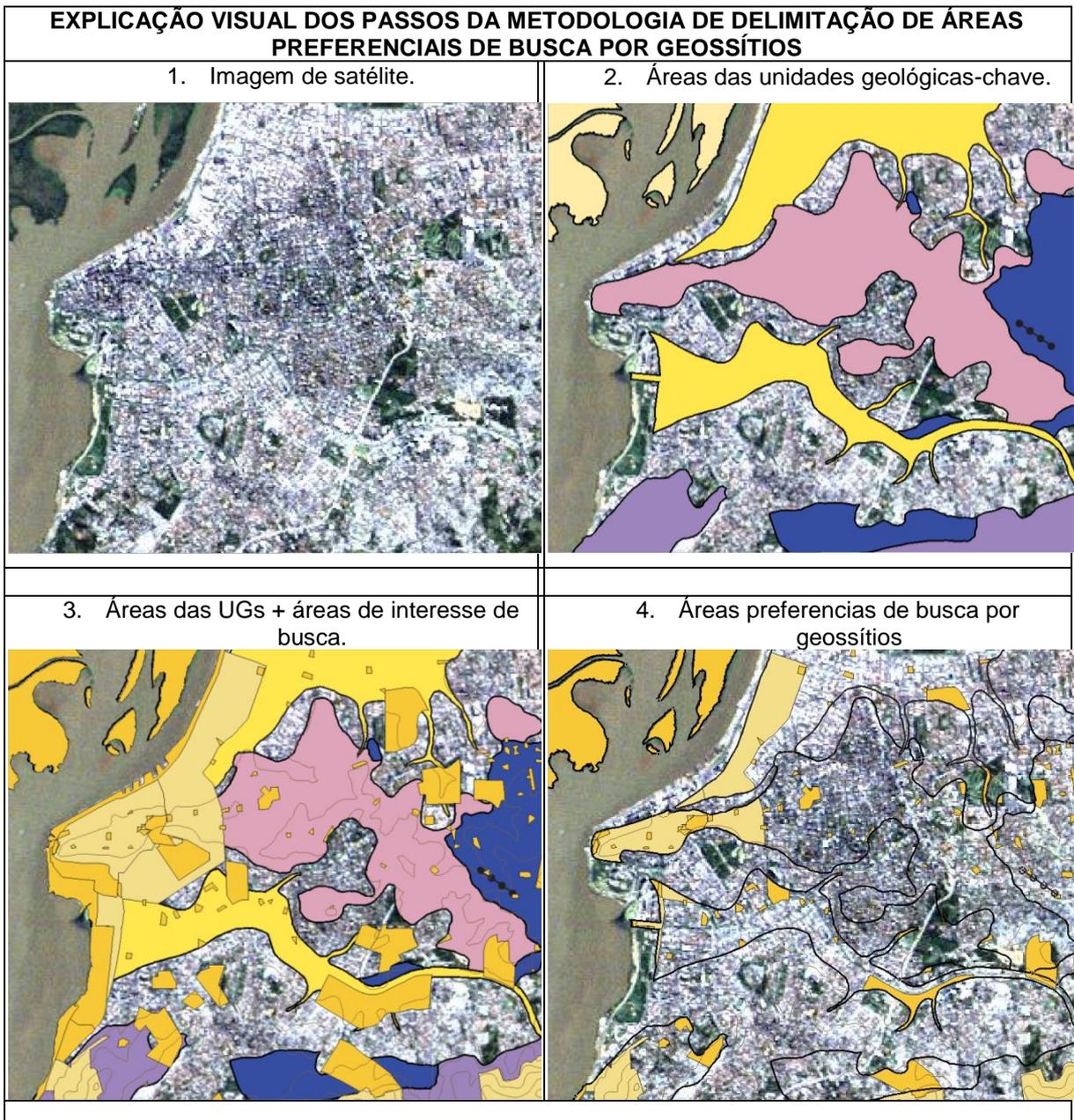


Figura 22 - Explicação visual dos passos da metodologia de delimitação de áreas preferenciais de busca por geossítios.

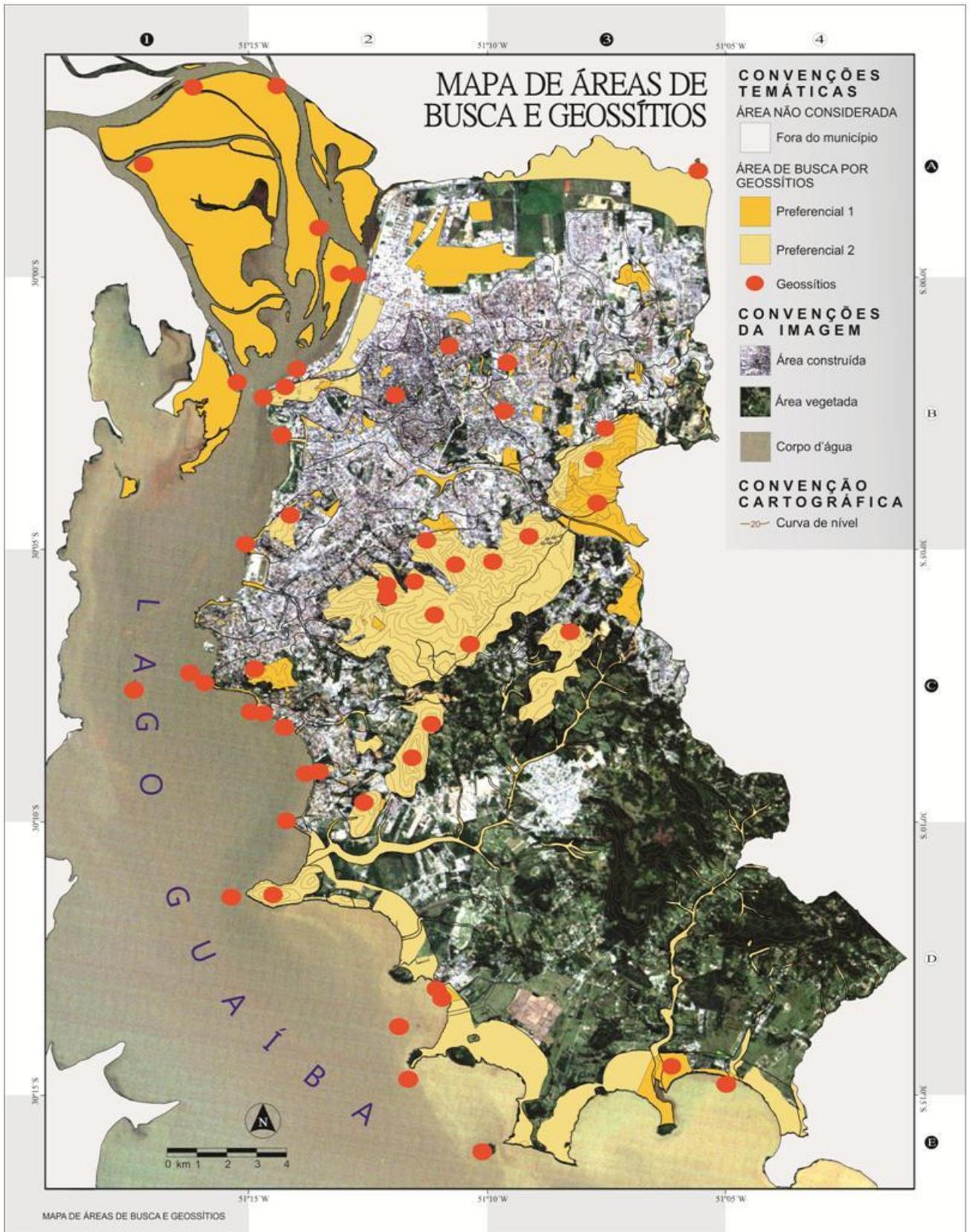


Figura 23 - Mapa de áreas de busca e geossítios.

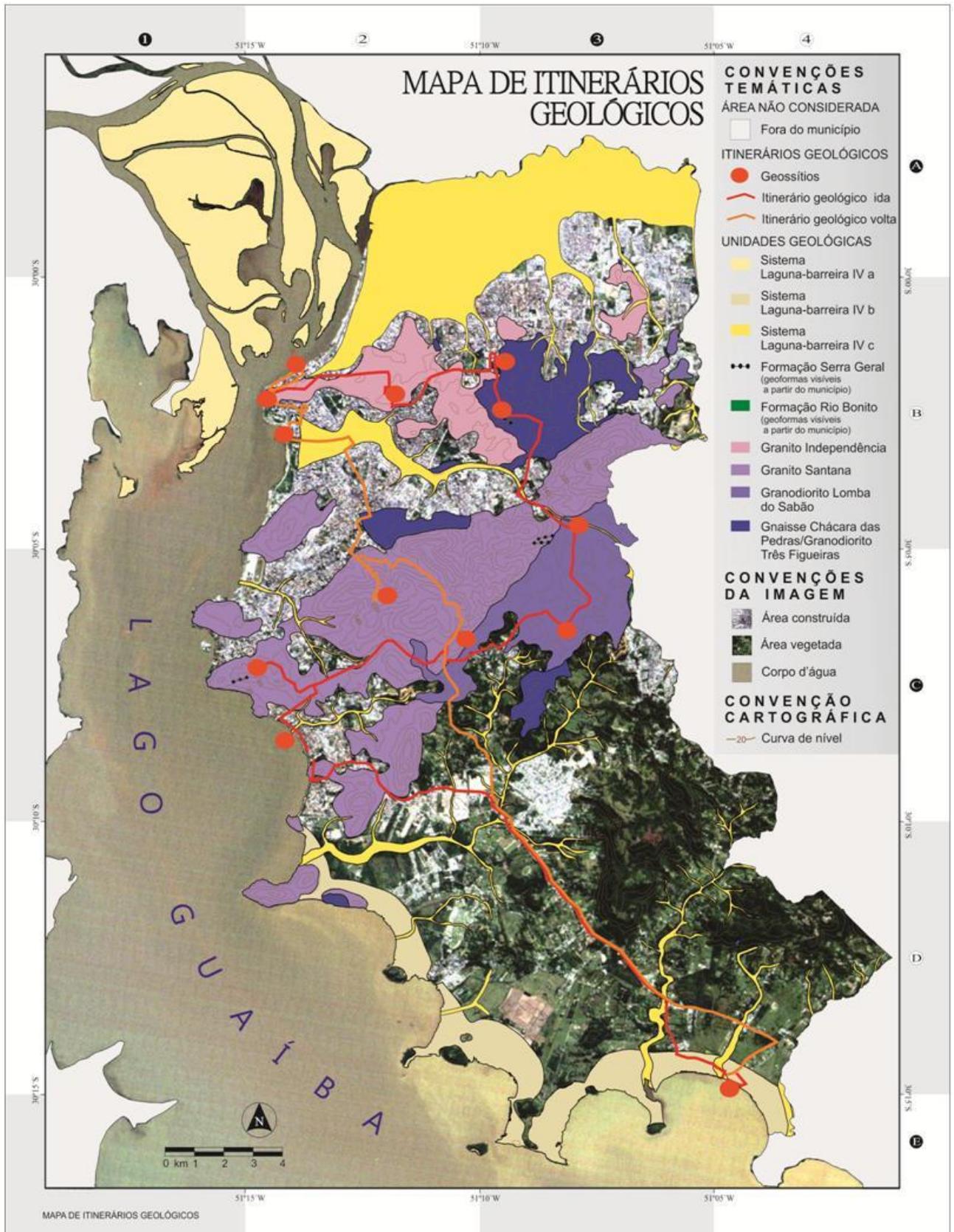


Figura 24 - Mapa dos itinerários geológicos de Porto Alegre.

*Não percamos de vista nosso propósito, que é o desenvolvimento local, em sua relação e em suas interações com o patrimônio global das comunidades. Lembro que, para mim, a ação patrimonial não pode e não deve ter por primeiro e único objetivo a conservação ou a valorização desse patrimônio, nem uma ação cultural, qualquer que seja o sentido dado a esse termo. Sua razão de ser e seu fim são essencialmente participar no esforço coletivo de construção de um desenvolvimento sustentável e compartilhado.*

*[...]*

*O patrimônio é a história em ‘coisas reais’, cada um de seus componentes é, assim, indissociável dos outros e suas transformações refletem a evolução da sociedade, da cultura e do mundo que os rodeia.*

*[...]*

*O patrimônio será tão mais dinâmico quanto ele será fonte de iniciativa, de criatividade e de criação por parte da comunidade, mostrando, assim, que ela pode tomar sua parte no desenvolvimento a partir de sua própria riqueza material, moral e cultural. É também permanecendo criativo e útil que o patrimônio poderá ser transmitido de geração em geração.*

*HUGUES DE VARINE (2013, pp. 229-232)*

## **ANEXO 1: DECLARAÇÃO INTERNACIONAL DOS DIREITOS À MEMÓRIA DA TERRA**

Aprovada no I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico,  
*Digne-les-Bains, França, 1991*

- 1. Assim como cada vida humana é considerada única, chegou a hora de reconhecer, também, o caráter único da Terra.*
- 2. É a Terra que nos suporta. Estamos todos ligados à Terra e ela é a ligação entre nós todos.*
- 3. A Terra, com 4.500 milhões de anos de idade, é o berço da vida, da renovação e das metamorfoses dos seres vivos. A sua larga evolução, a sua lenta maturação, deu forma ao ambiente em que vivemos.*
- 4. A nossa história e a história da Terra estão intimamente ligadas. As suas origens são as nossas origens. A sua história é a nossa história e o seu futuro será o nosso futuro.*
- 5. A face da Terra, a sua forma, são o nosso ambiente. Este ambiente é diferente do de ontem e será diferente do de amanhã. Não somos mais que um dos momentos da Terra; não somos finalidade, mas sim passagem.*
- 6. Assim como uma árvore guarda a memória do seu crescimento e da sua vida no seu tronco, também a Terra conserva a memória do seu passado, registrada em profundidade ou na superfície, nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, registro esse que pode ser lido e traduzido.*
- 7. Os homens sempre tiveram a preocupação em proteger o memorial do seu passado, ou seja, o seu patrimônio cultural. Só há pouco tempo se começou a proteger o ambiente imediato, o nosso patrimônio natural. O passado da Terra não é menos importante que o passado dos seres humanos. Chegou o tempo de aprendermos a protegê-lo e protegendo-o aprenderemos a conhecer o passado da Terra, esse livro escrito antes do nosso advento e que é o patrimônio geológico.*
- 8. Nós e a Terra compartilhamos uma herança comum. Cada homem, cada governo não é mais do que o depositário desse patrimônio. Cada um de nós deve compreender que qualquer depredação é uma mutilação, uma destruição, uma perda irremediável. Todas as formas do desenvolvimento devem, assim, ter em conta o valor e a singularidade desse patrimônio.*

9. *Os participantes do 1.º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, que incluiu mais de uma centena de especialistas de 30 países diferentes, pedem a todas as autoridades nacionais e internacionais que tenham em consideração e que protejam o patrimônio geológico, através de todas as necessárias medidas legais, financeiras e organizacionais.*

## ANEXO 2: A CIDADE NOS ATLAS AMBIENTAIS

Folch i Guillen, R. 2006. Ensaio – A cidade nos atlas ambientais. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p.192.

Os mapas temáticos de caráter naturalista prescindem, às vezes, do espaço urbano. As cidades aparecem neles como uma mancha suspeita, sem ter se quer presença nas legendas, como se constituíssem uma lacuna informativa e órfã de sentido. Talvez esta prática seja tolerável num mapa de solos ou de vegetação, mas é inadmissível na cartografia ecológica ou ambiental. A concepção da trama urbana, a forma de inscrição do seu traçado no relevo, a disposição e a proporção das ruas e dos blocos prediais, o desenho urbanístico de cada bairro e suas formas de ligação com os bairros adjacentes, a conformação e situação das grandes infraestruturas, o tratamento das principais artérias e vias de comunicação, a localização e natureza das áreas verdes (redutos de vegetação já existentes, parques remodelados, pequenos ou grandes jardins públicos ou privados, verde intersticial, etc.) são todos elementos carregados de informações históricas, políticas e ambientais imprescindíveis para a compreensão da realidade sócioecológica global. Por fim, o espaço urbano é uma parte muito importante do território real, com tanto ou mais significado ecológico do que os bosques ou os afloramentos geológicos.

O caso é que a percepção de cidade se mostra distanciadas não só nos mapas, mas também nos planos elaborados pela maioria dos urbanistas convencionais. Ou seja, por longo tempo eles tiveram um conceito meramente arquitetônico da cidade, talvez sem acordar para o fato de que, mais importante do que as construções, é a forma como se relacionam entre si os prédios, as ruas e os equipamentos. Atualmente, passamos a ter uma concepção sistêmica da cidade: sabemos que toda esta anatomia urbana (*urbs*) só tem sentido quando responde às atividades e necessidades da cidadania (*civitas*), e que só quando se adapta aos grandes condicionamentos ambientais (*oikos*) pode servir de base para uma verdadeira cidade (*polis*). Neste contexto, as palavras recuperam o valor semântico que etimologicamente sempre possuíram: a *política* da *urbe* mostra-se como um exercício de *ecologia* carregado de sentido *civil*.

### **A cidade como sistema**

A cidade é, na verdade, um sistema. Um sistema ecológico e social, o âmbito existencial de boa parte dos indivíduos da espécie humana. A cidade é um sistema de fluxos materiais e energéticos regido pela informação e submetido a uma escala ética de valores sócioeconômicos. De fato, a cidade vê-se submetida a fluxos de energia, de matérias primas e de resíduos, tal qual um lago ou um formigueiro. Por isso mesmo, as cidades estão imersas numa matriz de parâmetros térmicos, higrométricos e eólicos definidos por condicionantes ambientais. Mas elas são também um sistema social feito de valores e escalas de poder. O urbanismo é, precisamente, o ordenamento anatômico (arquitetura) de toda esta fisiologia urbana (vida civil). Por isso, o urbanismo, que é uma técnica empírica da ecologia urbana aplicada, deve criar e ordenar formas que viabilizem funções praticáveis e, portanto úteis aos usuários urbanos. Usuários esses que procuram nas cidades, como qualquer animal no seu ninho, serviços e satisfações.

A cidade é um espaço logisticamente fundamental, mas biologicamente pouco produtivo. Com efeito, a cidade importa energia, alimentos e matérias primas da sua ampla periferia, o que a transforma num agente vertebrador ou desestruturador, conforme o caso, do território global. Por isso, a cidade exporta, para uma reduzida periferia, grandes quantidades de produtos residuais (fração não utilizada de bens importados ou restos metabólicos da fração aproveitada), o que a transforma num sério agente poluidor. Sem um ambiente urbano de qualidade, a cidade fracassa num dos seus objetivos fundamentais e, para poder alcançá-lo, não poderá dizimar todo o seu território e tão pouco deteriorar a sua periferia mais imediata. O sistema urbano, dito de outra forma, não poderá desligar-se do sistema territorial global em que está inserido.

[...]

### **ANEXO 3: PORTO ALEGRE – O ENCONTRO DAS PAISAGENS DO CONE SUL**

Menegat, R., Fernandes, L.A.D., Porto, M.L. & Carraro, C.C. 2006. Ensaio - Porto Alegre: o encontro das paisagens do Cone Sul. In: Menegat, R., Porto, M.L., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006c. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, pp. 7.

A fisionomia da região de Porto Alegre, situada nos limites das regiões continental e costeira e das zonas temperada e tropical, é o resultado de uma composição de suaves contrastes das diversas paisagens da porção meridional da América do Sul. Nestas paisagens, não são descartadas os imponentes abismos andinos, nem a imensidão dos grandes ecossistemas, mas sim, a quietude de morros, planícies e terraços cobertos por uma peculiar vegetação e banhando por um lago de margens caprichosamente recortadas por pontas e enseadas: o Guaíba. Esse cenário cujo o fulgor e grandiosidade se revelam quando é envolto por uma sucessão de cortinas com cores alaranjadas e púrpuras que estampam o céu no por-do-sol – e que ganha outras cores ainda ao refletir-se no espelho do lago -, é pressionado por nada menos do que sete grandes ecorregiões do Cone Sul da América (Mata Atlântica, Mata do Planalto Meridional com araucária, mata de restinga, Savana Meridional, Chaco, Pampa e Patagônia [...]).

#### **O arranjo das formas da superfície ensejou a identidade da região meridional da América**

Em Porto Alegre terminam – ou começam – os terrenos de coxilhas, morros e cristas vegetados por savanas pertencentes ao Escudo Sul-Rio-Grandense, que se estendem desde a porção sul e leste do Uruguai e do estado. Exatamente no Rio Gravataí e no Delta do Jacuí começa um grande plano, com suaves coxilhas, que se estreita entre o Planalto Meridional e as terras altas do Escudo Sul-Rio-Grandense e vai alargando-se gradativamente para oeste, constituindo uma espécie de passagem para as terras do Pampa e Patagônica Argentinos. Esse corredor, chamado de Depressão Periférica, também conecta a região de Porto Alegre com o coração da América do Sul, situado nos confins secos e úmidos do grande Chaco. A vegetação dessa ecorregião, que migrou pelas calhas dos rio Paraguai-Paraná e, depois, pela do Rio Jacuí, encontra na região de Porto Alegre sua máxima distribuição meridional. Embora pertencente a países distintos, os habitantes dessa vasta região da América do Sul, marcada por frio e calor intensos, campos e estepes, planícies

úmidas e secas, compartilham uma mesma identidade cultural, a gaúcha. Pode-se dizer que os porto-alegrenses são os gaúchos orientais do norte.

No limite setentrional, Porto Alegre repousa tranqüila ao lado da fraudada do vasto Planalto Meridional, que inicia no Mato Grosso do Sul e despenca nos abismos e cânions verdejantes da escarpa chamada de Serra Geral. Esse platô, com altitudes de até mil e trezentos metros, abriga as florestas mistas de *Araucária angustifolia* e os campos de cima da serra. No limite nordeste do município, chega, pela estreita faixa da restinga litorânea, a influência da floresta tropical da costa atlântica brasileira: por este ângulo geográfico, os porto-alegrenses são os habitantes sulinos do imenso Brasil tropical.

No limite sul e sudoeste, Porto Alegre possuiu características litorâneas: as águas do Lago Guaíba misturam-se com as da Laguna dos Patos, que abram passagem para o Oceano Atlântico Sul. No Guaíba, encontram-se as águas doces e a ictiofauna dos principais rios da região nordeste do estado. O encontro destes rios com o lago está marcado por um delta cujos os sinuosos canais distributários recortam os verdes das ilhas. Certamente, a cidade é um ancoradouro seguro para quem, vindo de mares longínquos pretende incursionar continente adentro por terras ou pólos rios.

Porto Alegre com seu complexo de restingas, banhados, morros e lagoas é o encontro dos domínios continental e costeiro. É o lugar em que se dá o encontro das planícies fluviais que bordejam o Planalto Meridional com os morros e cristas, que cortam toda a porção sudeste do estado e do Uruguai, e com a escarpa da Serra Geral, que deixou em seu rastro, provocada por lenta e continuada erosão, uma sequência de morros testemunhos que, do alto, espreitam toda a beleza da paisagem da capital continentista.

### **Registros de uma longa História Natural**

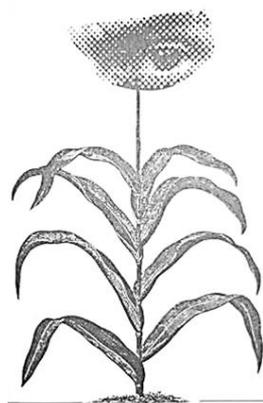
A atual configuração dos atuais domínios morfoestruturais do Rio Grande do Sul, que estão representados na região de Porto Alegre, é resultante de uma longa história geológica que teve início no Pré-Cambriano, há 800 milhões de anos (Ma.), e que originou uma sucessão de rochas e depósitos sedimentares com diferentes estruturas e resistências à erosão. Naquela época, colidiram dois antigos continentes, um sul-americano e outro sul-africano, fechando o Oceano Adamastor que os separava. A colisão formou uma extensa cadeia de montanhas, semelhante à do Himalaia, conhecida com Cinturão Dom Feliciano, cujas raízes estão expostas

hoje no Escudo Sul-Rio-Grandense. O limite dos antigos continentes ficou marcado por uma grande estrutura tectônica – Sutura de Porto Alegre – que atravessa hoje o município. A reunião e grandes massas continentais, há 500 Ma, gerou o supercontinente de Gondwana. Esse continente ancestral, que existiu durante 435 milhões de anos, abrigou as primeiras florestas do planeta, que formaram o carvão do sul do Brasil, e a fauna que evoluiu dos anfíbios aos grandes dinossauros do Jurássico. Os registros desses eventos encontram-se hoje nas rechãs que formam as camadas inferiores da Bacia do Paraná e que, no Rio Grande do Sul, estão expostas na Depressão Periférica. Rochas vulcânicas, originadas durante a fragmentação do supercontinente de Gondwana, há 65 milhões de anos, constituem o Planalto Meridional. Essas rochas registram a separação da América do Sul e África, que ainda continuam se afastando uma da outra com velocidade de três centímetros por ano.

#### **Diversidades de paisagens que alastram desde terras distantes**

Desde a separação, a costa atlântica do estado tem sido submetida a várias flutuações do nível do mar. Em sua história mais recente, registram-se quatro grandes transgressões marinhas. Antes de quatrocentos mil anos atrás, a região de Porto Alegre era muito fria e quase desértica. Como o nível do mar estava cerca de 70 m abaixo do atual, grande parte da plataforma continental estava exposta. A primeira grande transgressão marinha, ocorrida há 400 mil anos, afogou essa planície, deixando emersos, em forma de ilhas, apenas os morros de Porto Alegre e Viamão. Os topos desses morros ilhados foram vegetados por ervas provenientes dos Andes Meridionais e da Patagônia. Muitas ervas, como a *Moritzia ciliata*, especiam-se nessa ilha e constituem hoje floras endogênicas encontradas apenas nos morros do município. Posteriormente, o nível do mar voltou a flutuar, ocasionando a segunda transgressão (há 325 mil anos) e a terceira (120 mil anos). Essas variações do nível do mar possibilitaram a conexão dos morros com o continente, através de terraços arenosos, e formaram a Laguna dos Patos e o Lago Guaíba. O surgimento dessas terras tornou possível a fixação da vegetação provinda do Chaco: primeiro, chegaram os butiás, que ocuparam as porções mais baixas das vertentes dos morros, depois, os maricás, que ocuparam as terras baixas e úmidas. Mas foi apenas há 5 mil anos, durante a última transgressão e regressão marinha, que a restinga arenosa do norte do litoral gaúcho foi originada, conectando essa região com o litoral catarinense e, assim, com toda a região costeira do Brasil.

Por essa estreita faixa de terra, migraram as figueiras e outras espécies da Mata Atlântica. Nessa época, pelos rios Paraná e Uruguai, migraram espécies da periferia da Floresta Amazônica, povoando com florestas as vertentes dos morros e as terras baixas do município. A migração da vegetação foi simultaneamente acompanhada pela migração da fauna. A expansão das florestas, nesse último período, favoreceu a chegada de diversas tribos indígenas que se alastraram para o Sul, encontrando-se com as tribos que dominavam as terras planas do Pampa, da Patagônia e do Chaco. A região de Porto Alegre configurou-se, assim, como um ecótono, isto é, uma região de interface entre grandes ecossistemas e, por isso, um importante laboratório de biodiversidade cuja História Natural pode ser narrada.



*Ilustração presente na obra literária O Livro dos Abraços  
(de Eduardo Galeano, junho de 2003)  
1ª edição em 2001*

ANEXO I

Título da Dissertação/Tese:

"GEOCONSERVAÇÃO EM GRANDES CIDADES E PROPOSIÇÃO DOS ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS PARA VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS"

Área de Concentração: Geoquímica

Autor: RODRIGO CYBIS FONTANA

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Pimentel Mizusaki

Examinador: Prof. Dr. André Weissheimer de Borba

Data: 03/02/2015

Conceito: A (EXCELENTE)

PARECER:

O trabalho apresentado por Rodrigo Fontana é perfeitamente adequado ao nível de Mestrado em Geociências. Aborda um tema atual e em expansão, que é a geoconservação, e as formas de atribuir valor (valoração, quantificação) aos elementos da geodiversidade e do geopatrimônio.

Trança, especialmente, um olhar (pouco comum) à geoconservação em grandes cidades, o que promete trazer uma importante linha de discussão a uma área das geociências criada e desenvolvida para as zonas rurais e seus problemas.

A revisão bibliográfica realizada é suficientemente completa, bastante atualizada e embasa a metodologia e os resultados.

Não necessariamente concordo com a valoração de unidades geológicas (prefiro a valoração de geossítios), mas todo o procedimento é bem embasado e constitui uma excelente discussão filosófica dentro da área de geoconservação. Os parâmetros de valoração são bem adaptados ao ambiente urbano, o que é correto e elogiável.

Para complementar, gostaria de sugerir que, em caso de continuidade do trabalho em nível de Doutorado, o pesquisador buscase aplicar/adequar/transformar sua metodologia de avaliação a outras grandes cidades (talvez em comparação com POA), que possuam outros contextos geológicos, geomorfológicos, ambientais e/ou sociais, e com outros níveis/fontes de conhecimento. Essa seria uma contribuição metodológica importante à área de geoconservação.

Em 3/2/2015.  
Santa Maria, RS.

N.W. de O.

Assinatura: N.W. de O.

Data: 3/2/2015

Ciente do Orientador:

Ciente do Aluno:

**ANEXO I**

Título da Dissertação/Tese:

**"GEOCONSERVAÇÃO EM GRANDES CIDADES E PROPOSIÇÃO DOS ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS PARA VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS"**

Área de Concentração: **Geoquímica**

Autor: **RODRIGO CYBIS FONTANA**

Orientadora: **Profa. Dra. Ana Maria Pimentel Mizusaki**

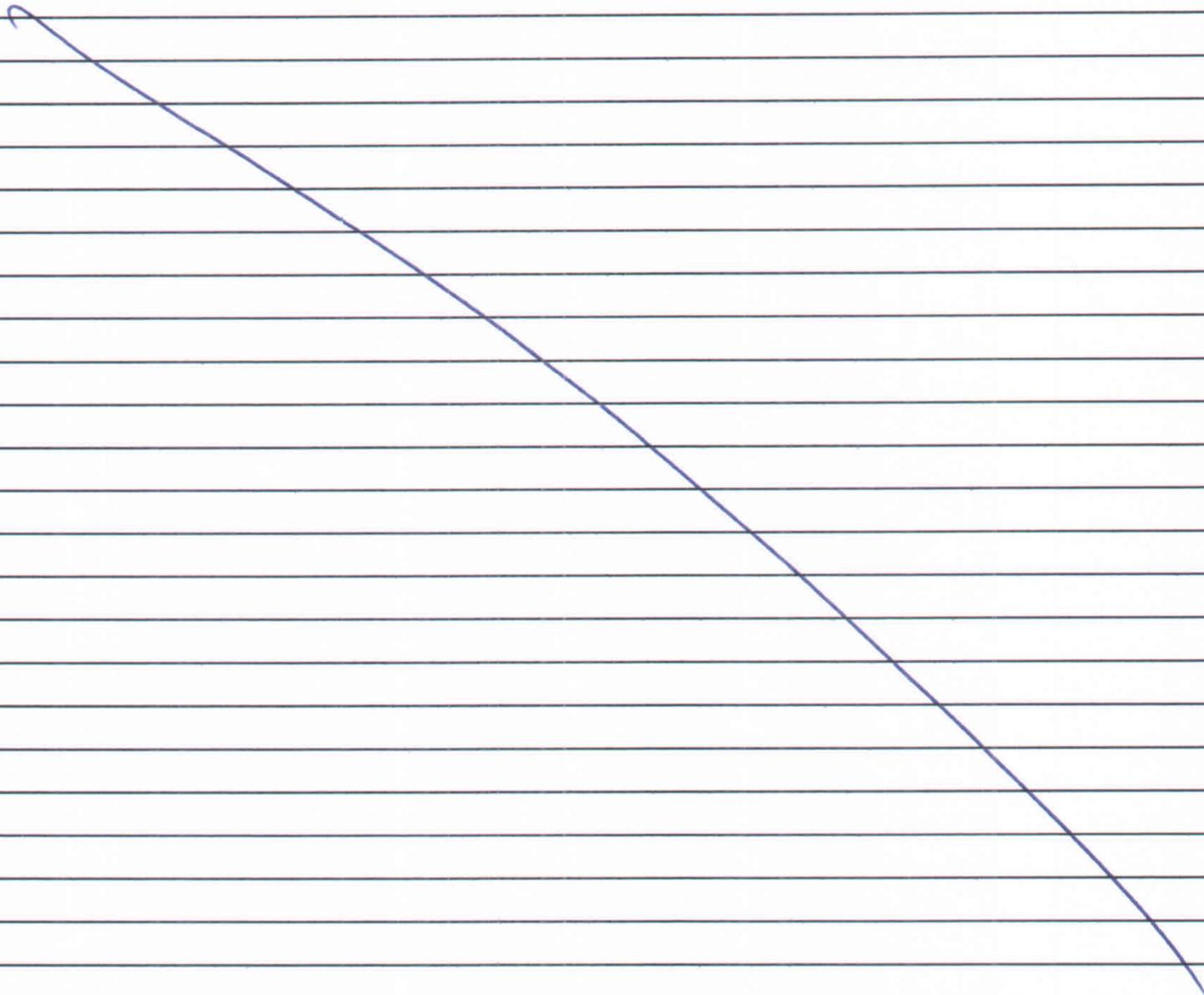
Examinador: **Prof. Dr. Edinei Koester**

Data: **12 de fevereiro de 2015**

Conceito:

**PARECER:**

**Em anexo**



Lined area for text or notes, crossed out with a diagonal line.

Assinatura: *Edmir Huesky*

Data: 12/02/2015

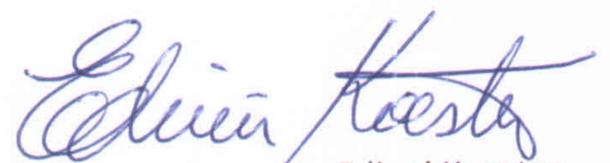
Ciente do Orientador:

Ciente do Aluno:

## PARECER

A dissertação intitulada "Geoconservação em grandes cidades e proposição dos itinerários geológicos de Porto Alegre: contribuições metodológicas para valoração integrada de unidades geológicas" apresentada por Rodrigo Cibys Fontana, sob a orientação de Ana Maria P. Mizusaki e Rualdo Menegat discorre sobre um tema atual e importante em nossa sociedade, a geodiversidade/geoconservação, em especial na elaboração de um método científico para a formulação de um itinerário geológico em uma grande cidade, Porto Alegre (artigo científico submetido a Revista Geociências). Sob ponto de vista de forma a dissertação tem uma boa estruturação, é de fácil leitura, com figuras e textos que auxiliam a mesma. Cabe apenas destacar que, quanto à forma, algumas figuras (e.g. 1, 2, 3) poderiam ser apresentadas em português. Além disso, algumas figuras (e.g. Fig. 11, pag. 20) deveriam ser melhor explicadas no texto, por exemplo, o significado dos números romanos a direita dessa figura. Rever a numeração e algumas figuras que estão com problemas (Fig. 2 x Fig. 23 no artigo, pag. 20). Sob ponto de vista de conteúdo, a dissertação apresenta uma excelente revisão conceitual do tema, com citações atualizadas e que explicam ao leitor de uma forma clara a proposta do texto introdutório, ou seja, a apresentação da evolução do conhecimento em geodiversidade/geoconservação. A partir dessa introdução, apresenta o artigo onde o foco é o itinerário geológico do município de Porto Alegre. Destaca-se aqui a integração de diversas informações/critérios para a proposição deste itinerário (e.g. geologia e mobilidade urbana). Algumas questões relevantes no artigo poderiam ser melhor exploradas para qualificar ainda mais o mesmo: i) a matriz de valoração é específica para o município, claramente explicitado no texto, pois os critérios foram estabelecidos para a cidade de Porto Alegre. Seria interessante pensar em uma proposta onde critérios pudessem ser aplicados a diferentes "grandes cidades", fazendo com que a metodologia/resultados pudesse ser valorado entre as cidades; ii) na definição dos índices geopaisagísticos, apesar de índices de unidades geológicas com valores iguais (e.g. 3,7 para as unidades número 2, 5 e 6) apenas a unidade 2 foi considerada como uma unidade chave (!), a partir de critérios subjetivos (apresentado na pag. 18 do artigo), na definição das unidades geológicas, o que é exatamente o oposto da proposta metodológica, ou seja, valorar as unidades; iii) por fim, o itinerário geológico de Porto Alegre é proposto mas, não é possível para uma pessoa fazer/percorrer/entender esse itinerário proposto. Com intuito de qualificar o artigo/itinerário é necessário que cada geosítio seja nomeado, georeferenciado e descrito sob seus vários "valores", possibilitando seu acompanhamento por cidadãos que desejem se qualificar culturalmente. Diante do exposto, ressalta-se que o trabalho contempla os requisitos necessários para uma dissertação e atribuo o conceito "A (excelente)".

Atenciosamente,



Edinei Koester

Departamento de Geologia  
Instituto de Geociências

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<b>ANEXO I</b>
Título da Dissertação/Tese:
<b>“GEOCONSERVAÇÃO EM GRANDES CIDADES E PROPOSIÇÃO DOS ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS PARA VALORAÇÃO INTEGRADA DE UNIDADES GEOLÓGICAS”</b>
Área de Concentração: <b>Geoquímica</b>
Autor: <b>RODRIGO CYBIS FONTANA</b>
Orientador: <b>Profa. Dra. Ana Maria Pimentel Mizusaki</b>
Examinador: <b>Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza</b>
Data: <b>29/01/2015</b>
Conceito: <b>A (EXCELENTE)</b>
<b>PARECER:</b>
<p>A Dissertação de Mestrado do aluno Rodrigo Cybis Fontana constitui uma importante proposta aos estudos relacionados a Geoconservação. Os resultados obtidos permitiram atingir o objetivo geral proposto, o autor apresenta contribuições para as propostas de itinerários geológicos para o município de Porto Alegre, contribuindo de sobremaneira para a divulgação das Geociências. Conforme descrito pelo autor, este conhecimento demonstra a importância do tema e justifica a realização da pesquisa.</p> <p>A estrutura da Dissertação segue as normas do Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS, contendo os itens necessários em sua composição. O título reflete o trabalho desenvolvido e o resumo contém os principais resultados obtidos.</p> <p>Porém, algumas considerações sobre o conteúdo são necessárias. A Dissertação possui um item de “Apresentação” interessante acerca do tema abordado, porém necessita uma revisão na forma escrita.</p> <p>A numeração sequencial adotada no Sumário, tanto para o texto introdutório quanto para o artigo tornaram-se confusas, tratando-se de dois textos distintos. As figuras e quadros do artigo não estão introduzidos ao longo do texto, o que está fora de padrão conforme o texto anterior seguindo a mesma ordem numérica do Sumário.</p> <p>Em termos de revisão no texto e, principalmente, nas figuras faltou ao autor algumas verificações em relação a chamada de figuras, p.ex. a Figura 12 não é citada ao longo do texto, a grande maioria das figuras são cópias sem ter tido o trabalho de verter as mesmas na língua oficial da Dissertação.</p> <p>Ainda, relativo as figuras inseridas ao longo do trabalho, as mesmas possuem muitos problemas: os chamados “Mapas” não são mapas, pois a forma de apresentação não apresenta referências cartográficas (coordenadas, norte, escala, etc.). Algumas legendas são extremamente pobres e não explicam o porquê da imagem, p.ex. figuras 10 e 12, que cidades são estas? Cabe também uma melhor conferência entre citações e referências bibliográficas.</p>

Para um melhor entendimento do leitor, na primeira parte da Dissertação faltou um título no texto introdutório chamado de Considerações Finais.

Quanto ao método empregado para a valoração das unidades geológicas através de valores (pesos), sobre os seis mapas temáticos analisados, faltou ao autor explicar qual a ferramenta de geoprocessamento utilizada na interpolação destes valores. Também não fica claro a utilização de uma imagem de satélite Landsat TM5, de baixa resolução espacial, enquanto existem outros produtos de sensoriamento remoto disponíveis e de melhor resolução espacial.

O autor apresenta um subitem que trataria de campanhas de campo, porém ao longo do texto não surge os locais com indicação de localização, fotos, etc. Dessa forma, não fica claro se houveram atividades de campo. Sugere-se ainda para trabalhos futuros o cruzamento das informações com o mapa de solos.

A última página do trabalho apresenta uma ilustração da obra "O Livro dos Abraços" de Eduardo Galeano, bastante interessante a chamada, mas me parece perdida no contexto final. Talvez para a proposta da monografia, aproveitando a obra de Galeano, seria interessante provocar com "Elogio ao bom senso".

A leitura do trabalho como um todo permitiu avaliar o desenvolvimento do manuscrito, que possui os requisitos básicos de uma Dissertação de Mestrado. Existe um embasamento sobre o tema escolhido, o Rodrigo demonstra saber do que escreve. Fez uma boa revisão bibliográfica. A proposta é uma adaptação metodológica para áreas urbanas muito interessante focada na geopaisagem. Está bem fundamentada e coerente com as hipóteses e os objetivos (todos claros).

Os resultados aqui propostos podem servir de base para futuros estudos que poderiam ser desenvolvidos na mesma área a fim de aprofundar os temas abordados para a população de baixa renda, que possui dificuldades de acessos para deslocamentos. Como sugestão, propor roteiros baseados nas linhas de transporte público urbano da cidade em dias de passe livre. Por fim, parabéns pelo desafio apresentado e pela proposta aqui desenvolvida.

Assinatura:

Data: 05/02/2015

Ciente do Orientador:

Ciente do Aluno: