



**ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE:** práticas de  
geoconservação em sítios urbanos

Porto Alegre, 2012

**RODRIGO CYBIS FONTANA**

**ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE:** práticas de  
geoconservação em sítios urbanos

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresentado na forma de monografia, junto à disciplina Projeto Temático em Geologia III, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Rualdo Menegat

Porto Alegre, 2012

Fontana, Rodrigo Cybis

Itinerários geológicos de Porto Alegre: práticas de  
geoconservação em sítios urbanos. / Rodrigo Cybis  
Fontana - Porto Alegre : IGEO/UFRGS, 2012.  
135 f. il.

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia. -  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de  
Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2012.  
Orientador: Rualdo Menegat

1. Geodiversidade. 2. Patrimônio Geológico. 3. Sítio  
Geológico. 4. Geoeducação. 5. Matriz de Valoração. I.  
Título.

---

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Geociências - UFRGS  
Renata Cristina Grün CRB 10/1113

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso **“ITINERÁRIOS GEOLÓGICOS DE PORTO ALEGRE: práticas de geoconservação em sítios urbanos”**, elaborado por **“RODRIGO CYBIS FONTANA”**, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

**Comissão Examinadora:**

André Weissheimer de Borba

---

Nome do Professor (a)

Maria Lidia Vignol-Lelarge

---

Nome do Professor (a)

*À Terra,  
E aos habitantes que são ela.*

## AGRADECIMENTO(S)

Muitos agradecimentos às pessoas que participaram desse momento altamente reflexivo da vida, o qual é gestado e vivenciado no mundo acadêmico.

Meus cumprimentos profundo para a família como um todo, a grande e a pequena, em especial essa menor que tanto se demonstra grande a cada dia que passa.

Aos bons amigos, meus agradecimentos e a frase do Milton Nascimento que diz: “se muito vale o já feito, mais vale o que será”.

Aos muitos atores/viventes do planeta que induzem a criação e que criam novas artes de viver e de conviver nos dias contemporâneos.

Por fim, o agradecimento maior, no que diz respeito a presente obra, é dedicado ao professor Rualdo Menegat, pessoa e profissional de incrível ética e conhecimento. A ele agradeço por ter me emprestado a pequeno banco que me possibilitou enxergar ao longe no pântano do senso acadêmico comum.

Agradeço também, por ter sido um empréstimo que gerou convicções próprias acerca do mundo científico e hoje posso dizer que aquele pequeno banco deu lugar a uma grande escada.

*Os signos são, pois, uma força social e não simples instrumentos de reflexo das forças sociais.*

Umberto Eco  
(*O Signo*, 1985, p.172)

## RESUMO

O crescente movimento de geoconservação tem, por um lado, o objetivo de salientar patrimônios geológicos pontuais, em geral em locais distantes das cidades, porém mostra-se, por outro, como metodologia de enculturação para os assuntos da Terra. O tema central deste trabalho aborda a possibilidade da conservação geológica em ambientes urbanos como método de enculturação. Salienta-se o papel da Geologia Urbana para a gestão ambiental das cidades, a qual está emoldurada pelo gigantismo urbano atual e suas relações com as esferas planetária e local.

Dado o gigantismo urbano contemporâneo, coloca-se a necessidade de restabelecer-se elos cognitivos entre a dinâmica do planeta, da paisagem e dos cidadãos. Como as cidades capturam a atenção humana em demasia, cortando os elos com o ambiente natural, a possibilidade de se introduzir elementos das ciências da Terra no âmbito da cultura pode contribuir com a noção de que a civilização urbana contemporânea é parte do sistema Terra. Os itinerários geológicos de Porto Alegre como propostos neste trabalho seriam um instrumento cultural nesse sentido.

O presente estudo tem como premissas as noções de que: a) a geologia é base para o entendimento da paisagem e da geodiversidade; b) existem marcos institucionais e legais de geoconservação, como o programa Geoparques, sob tutela da UNESCO, e os projetos Geoparques do Brasil (CPRM) e Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP); e c) a região de Porto Alegre (RS) é encontro das paisagens da porção meridional da América do Sul e possui geodiversidade, história natural e conhecimento científico documentados e reconhecidos, como o *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Nesse contexto, têm-se a possibilidade de definir sítios representativos das unidades geológicas da região encadeados em termos de itinerários que permitem o reconhecimento da geologia como base da paisagem local e a partir desta do próprio desenvolvimento humano.

Esperando exercer papel positivo de transformação da paisagem *latu sensu* da área, os itinerários estão fundamentados em um banco de dados com imagem de satélite e mapas temáticos de geologia, geomorfologia, áreas verdes, ordenamento urbano, etc. Esses dados foram sintetizados em termos de uma matriz de valoração, a qual apresenta indicadores geopaisagísticos usados para valorar e definir as unidades geológicas-chave do contexto da geopaisagem de Porto Alegre. Etapas de campo permitiram selecionar os sítios geológicos que representam essas unidades, os quais foram dispostos em um mapa de sítios e acessos. Sítios com alta relevância foram documentados por meio de pranchas visual-interpretativas contendo descrições geológicas e geomorfológicas, bem como fotografias panorâmicas e de detalhe.

Os sítios geológicos selecionados foram espacialmente localizados em mapas e constituem uma sequência lógica de visitação. Tal sequenciamento representa a geocronologia da história geológica da região, sendo apresentada em termos de mapas de itinerários. Os itinerários geológicos de Porto Alegre podem ser utilizado para fins educacionais em vários níveis, desde o do Ensino Fundamental até o universitário e também para geoturismo e atividades correlatas. Com isso, tem-se um instrumento cultural capaz de motivar a cidadania com vistas a entender a estruturação da geopaisagem e o lugar da cidade nas esferas planetárias.

**Palavras-Chave:** Geodiversidade. Patrimônio geológico. Sítio geológico. Geoeducação. Matriz de valoração.

## ABSTRACT

The growing movement of geoconservation has, at one hand, the objective of highlighting specific geological patrimony in general in places distant from cities, but it shows, in the other hand a method of enculturation to the affairs of the earth. The central theme of this paper discusses the possibility of geological conservation in urban environments as a method of enculturation. It emphasizes the role of Urban Geology for the environmental management of cities, which is framed by the current urban gigantism and its relationships with the global and local spheres.

Given the contemporary urban gigantism, there is the need to reestablish cognitive links between the dynamics of the planet, the scenery and the citizens. As cities capture excessively human attention, cutting their links with the natural environment, the possibility of introducing elements of earth sciences in the field of culture can contribute to the notion that contemporary urban civilization is part of the Earth system. The geological itineraries of Porto Alegre as proposed in this paper would be a cultural instrument accordingly.

This study is premised on the notions that: a) geology is a basis for understanding the landscape and geodiversity b) there are legal and institutional frameworks of geoconservation like the Geoparks program, under the supervision of UNESCO, and the projects Geoparks of Brazil (CPRM) and Geological and palaeobiological sites (SIGEP), and c) the region of Porto Alegre (RS) is the meeting point of the landscapes of the southern portion of South America and has also geodiversity features, natural history and scientific knowledge, documented and recognized in the Environmental Atlas of Porto Alegre. In this context, there is the possibility of defining representative sites of geological units in the region in terms of chained routes that allow the recognition of geology as a basis of the local landscape and, from this aspect on, the recognition of its human development.

In the expectation of exerting a positive role of landscape transformation in the broadest sense of the area, the itineraries are grounded in a database of satellite images and thematic maps of geology, geomorphology, green areas, urban planning, etc.. These data were summarized in terms of a matrix of valuation, which presents geolandscape indicators used to assess and define the geological key units of the geolandscape context of Porto Alegre. Field steps allowed selecting the geological sites representing these units, which were arranged in a map of sites and accesses. Sites with high relevance were documented by visual-interpretative boards containing geological and geomorphological descriptions, as well as panoramic and detailed photos.

The geological sites selected were spatially localized in maps and form a logical sequence of visitation. Such sequencing represents the geochronology of the geological history of the region, and is presented in terms of geological itinerary maps. The geological itineraries of Porto Alegre can be used for educational purposes at various levels, from elementary school up to the university as well as for geotourism and related activities. Thus, it has become an instrument capable of motivating cultural citizenship in order to understand the structure of the geolandscape and the place of the city in the planetary spheres.

**Keywords:** Geodiversity. Geological patrimony. Geological site. Geoeducation. Matrix valuation

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Populações urbana e rural no mundo, 1950 a 2050 (Fonte: ONU, 2010).</i> .....	20
<i>Figura 2 - Fluxograma projetual.</i> .....	24
<i>Figura 3 - Contexto continental da área de estudo. Imagem da Terra mostrando Porto Alegre posicionada no centro da projeção (Menegat et al., 2006g, p. XIV-XV).</i> .....	25
<i>Figura 4 - Contexto geográfico regional da área de estudo. Imagem digital de alta resolução do sul do Brasil e países do Mercosul. Porto Alegre no centro. (Menegat et al., 2006g, p. XVI).</i> .....	25
<i>Figura 5 - Contexto geográfico local da área de estudo. Imagem da região de Porto Alegre registra: a conurbação das cidades da Região Metropolitana ao norte de Porto Alegre, o Lago Guaíba e a Laguna dos Patos (Menegat et al., 2006g, p. XVII).</i> .....	26
<i>Figura 6 - Contexto geológico regional da área de estudo. 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 (Modificado de Menegat et al., 2006c, p. 13).</i> ...	27
<i>Figura 7 - Contexto geológico local da área de estudo. Unidades cronoestratigráficas (Menegat et al. 2006c, p. 11).</i> .....	28
<i>Figura 8 - Contexto geomorfológico regional da área de estudo. Mapa de relevo e domínios morfoestruturais do Rio Grande do Sul (Menegat et al. 2006e, p. 25).</i> .....	29
<i>Figura 9 - Contexto geomorfológico local da área de estudo. Ilustração do modelado de contrastes de Porto Alegre (Menegat et al., 2006e, p. 27-28).</i> .....	30
<i>Figura 10 - Contexto hidrológico regional da área de estudo Mapa das bacias hidrográficas que alimentam o Lago Guaíba (Menegat &amp; Kirchheim, 2006a.)</i> .....	31
<i>Figura 11 - Contexto hidrográfico local da área de estudo. Detalhe do Mapa das sub-bacias hidrográficas (Menegat &amp; Kirchheim, 2006b, p. 38).</i> .....	32
<i>Figura 12 - Contexto fitofisionômico regional da área de estudo. Mapa Fitifisionômico da América do Sul e rotas de migração (Porto &amp; Menegat, 2006a).</i> .....	33
<i>Figura 13 - Sítios publicados pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (Schobbenhaus &amp; Silva, 2012).</i> .....	48
<i>Figura 14 - Propostas de Geoparques já avaliadas, em avaliação e programadas. (Schobbenhaus &amp; Silva 2010, p. 10).</i> .....	50
<i>Figura 15 - Mapa da região costeira do Rio Grande do Sul (José Custódio de Sá e Faria, 1763, extraído de Menegat &amp; Kirchheim, 2006c)</i> .....	59
<i>Figura 16 - Mapa Geológico. Escala 1:100.000 (Menegat et al., 2006f)</i> .....	68
<i>Figura 17 - Mapa Geomorfológico. Escala 1:100.000 (Menegat &amp; Hasenack, 2006)</i> .....	69
<i>Figura 18 - Mapa do modelo espacial da cidade (Hickel et al., 2006a)</i> .....	70
<i>Figura 19 - Mapa de área verdes. Escala 1:100.000 (Lüdke et al., 2006)</i> .....	71

<i>Figura 20 - Foliação tectônica marcada pela alternância milimétrica a centimétrica de bandas claras e escuras, na UG Gnaisse Chácara das Pedras, Praça Dr. Lopes Trovão, Porto Alegre. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 21 - Lineação magmática marcada pela orientação dos cristais de feldspato potássico, da UG Granodiorito Lomba do Sabão, Morro Tiririca, Porto Alegre. ....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 22 - Textura milonítica marcada pelo estiramento dos cristais, exemplificado pelo quartzo (em tonalidade escura na imagem). UG Granito Santana, Morro da Glória, Porto Alegre. ....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 23 - Textura não orientada, equigranular hipidiomórfica da UG Granito Santana, Parque Morro do Osso, Porto Alegre. ....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 24 - Feição geomorfológica da escarpa do platô vulcânico, vista como uma silhueta no plano de fundo da imagem, representando a UG Fm. Serra Geral, vista para o norte a partir do Morro do Osso, Porto Alegre. ....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 25 - Mapa das UG-chave de Porto Alegre .....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 26 - Mapa de sítios geológicos e acessos .....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 27 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Sistema laguna-barreira IV. Praia do Lami, Porto Alegre. ....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 28 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Sistema laguna-barreira IV. Praia de Ipanema, Porto Alegre. ....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 29 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Granito Independência. Morro Rio Branco, Porto Alegre. ....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 30 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Granito Santana. Parque Morro do Osso, Porto Alegre. ....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 31 - Mapa de itinerários de longa duração .....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 32 - Mapa de itinerário de curta duração .....</i>	<i>122</i>

## LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 - Sinopse da cronologia sobre geoconservação. ....</i>	<i>44</i>
<i>Quadro 2 - Relação de mapas e imagens publicadas no Atlas Ambiental de Porto Alegre. ....</i>	<i>62</i>
<i>Quadro 3 - Matriz de valoração das unidades geológicas (UG's) de Porto Alegre. ....</i>	<i>74</i>

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – População urbana e respectiva porcentagem no Brasil, 2009 e 2050 (Fonte: ONU, 2010).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 2 -Definição da categoria da UG com base no valor de importância. ....</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 3 - Matriz de valoração das UG's de Porto Alegre com valores atribuídos. ....</i>	<i>108</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	<i>Justificativa .....</i>	20
1.2	<i>Problema de pesquisa.....</i>	22
1.3	<i>Objetivos .....</i>	23
1.4	<i>Fluxograma projetual.....</i>	24
1.5	<i>Localização da área de estudo .....</i>	25
1.5.1	<i>Contexto geográfico .....</i>	25
1.5.2	<i>Contexto geológico.....</i>	27
1.5.3	<i>Contexto geomorfológico .....</i>	29
1.5.4	<i>Contexto hidrológico.....</i>	30
1.5.5	<i>Contexto climático .....</i>	33
1.5.6	<i>Contexto fitofisionômico .....</i>	33
<b>2</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>35</b>
2.1	<i>Geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação .....</i>	35
2.2	<i>Os movimentos contemporâneos sobre a descoberta da geopaisagem.....</i>	43
2.3	<i>Estratégias para a geoconservação.....</i>	52
2.4	<i>Porto Alegre: lugar de geodiversidade descrita desde os naturalistas do século XIX</i>	58
2.5	<i>O conhecimento integrado da história natural de Porto Alegre .....</i>	60
2.6	<i>Itinerários geológicos de Porto Alegre: os temas da Terra inseridos na cultura contemporânea .....</i>	63
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>66</b>
3.1	<i>Valoração das unidades geológicas .....</i>	73
3.1.1	<i>Matriz de valoração ponderada.....</i>	75
3.1.2	<i>Unidades geológicas-chave .....</i>	99
3.2	<i>Definição de áreas de busca e documentação de afloramentos .....</i>	99
3.3	<i>Definição de sítios geológicos.....</i>	100
3.4	<i>Documentação de sítios geológicos .....</i>	100
3.5	<i>Espacialização de sítios geológicos.....</i>	101
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>102</b>
4.1	<i>Matriz de valoração das UG's de Porto Alegre com valores atribuídos .....</i>	102
4.2	<i>Mapa das UG-chave .....</i>	109

4.3	<i>Mapa de sítios geológicos e acessos .....</i>	112
4.4	<i>Pranchas visual-interpretativas de sítios geológicos .....</i>	114
4.5	<i>Mapas de itinerários geológicos.....</i>	119
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>123</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>126</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>136</b>
7.1	<i>Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra.....</i>	136

# 1 INTRODUÇÃO

A área de estudo deste projeto abrange a região de Porto Alegre, situada no extremo sul do Brasil. A região urbanizada conta com cerca de 4,5 milhões de habitantes, sendo 1,5 milhão moradores da cidade de Porto Alegre. Situada nos limites entre os domínios continentais e costeiros do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre apresenta diversidades geológica e paisagística importantes. No contexto urbano em questão, se faz necessário o desenvolvimento de tecnologias socioculturais que dêem suporte à retomada do entendimento do lugar por parte das pessoas que nele habitam.

O gigantismo urbano contemporâneo, suas relações com as esferas planetárias e o papel da Geologia Urbana para a gestão das cidades constitui-se num tema palpitante. Abundam as notícias vinculadas nos meios de comunicação acerca de desastres naturais, os quais se preferirão denominar como distúrbios ecológicos. O furacão Sandy, em 2012, o terremoto–tsunâmi e acidente nuclear de Fukushima, no Japão, em 2011 e o tsunami de Sumatra, em 2004, que matou cerca de 250 mil pessoas, são exemplos atuais de grandes colapsos para a vida humana. Entretanto, os exemplos citados nos questionam sobre a natureza dos distúrbios que culminam nesses colapsos e nos leva a questionar se os cidadãos possuem cultura para reconhecer a relação dinâmica entre as cidades e as esferas planetárias. Para além, leva a concluir que a vida urbana contemporânea, em que pese os enormes avanços tecnológicos, não pode prescindir de uma cultura que relacione a dinâmica da Terra com a do lugar em que os cidadãos vivem.

A introdução de elementos das ciências da Terra no âmbito cultural da sociedade torna-se um assunto cada vez mais importante para o próprio desenvolvimento das Geociências. Como ajudar no desenvolvimento de uma cultura da Terra nas comunidades urbanas é um dos desafios dos geocientistas do século XXI. O problema central desse trabalho situa-se dentro desse cenário e questiona se a conservação geológica em ambientes urbanos por meio de itinerários geológicos poder ser utilizada como metodologia de enculturação para os assuntos da Terra.

O problema posto é de extrema importância para a atualidade e, tendo por hipótese desse problema, a possibilidade de implantação de itinerários geológicos de Porto Alegre, justifica tal coerência uma vez que esses podem permitir o diálogo entre geologia e cultura. Esse diálogo é possível principalmente por meio do reconhecimento da geologia como base da paisagem local, e esta, por sua vez, como base para o desenvolvimento humano, tanto bio-evolutivo quanto sociocultural.

Três premissas principais foram resumidas para dar suporte ao estudo, sejam elas: a) a geologia é base para o entendimento da paisagem e da geodiversidade; b) existem marcos institucionais e legais de

geoconservação, como o programa Geoparques, sob tutela da UNESCO, e os projetos Geoparques do Brasil (CPRM) e Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP); e c) a região de Porto Alegre (RS) é encontro das paisagens da porção meridional da América do Sul e possui geodiversidade, história natural e conhecimento científico documentados e reconhecidos, como o *Atlas Ambiental de Porto Alegre*.

Nesse contexto, aproveita-se para incluir, como premissa de fundo, a proposição de que a paisagem constitui-se como totalidade primordial da cognição humana (Menegat, 2006). Em se introduzir elementos que auxiliem o entendimento da paisagem, espera-se exercer papel positivo de transformação da paisagem *latu sensu* da área de estudo por meio dos itinerários geológicos de Porto Alegre.

Para tanto, e embasado fundamentalmente em dados publicados no *Atlas Ambiental de Porto Alegre* (Menegat *et al.*, 2006g) e em 10 mapas temáticos da obra, o presente estudo identificou relações locais significativas entre a geologia, em específico, e a paisagem, em geral. Pelas relações entre esses elementos naturais, construídos e de gestão ambiental urbana, foi desenvolvida uma metodologia de valoração da importância de cada unidade geológica (UG) para compor os itinerários geológicos de Porto Alegre.

Para verificar a hipótese da viabilidade dos itinerários geológicos de Porto Alegre, o estudo realizou o teste de selecionar, documentar e espacializar sítios geológicos que representam o contexto geopaisagístico da região. Foram aplicadas cinco técnicas, a saber: 1) Valoração de unidades geológicas; 2) Definição de áreas de busca e documentação de afloramentos; 3) Definição de sítios geológicos; 4) Documentação de sítios geológicos; e 5) Espacialização de sítios geológicos.

Cada técnica citada gerou um conjunto de produtos diretos dessa análise, sendo definidos cinco grupos de produtos, a saber: 1) Matriz de valoração ponderada das UG com valores atribuídos; Mapa das UG-chave; 2) Mapa de áreas de busca de afloramentos; banco de dados georreferenciado com descrição, fotografia e amostras dos afloramentos das UG-chave; 3) Mapa de sítios geológicos e acessos; 4) Banco de dados georreferenciados com descrição geológica e geomorfológica, fotografias panorâmicas e de detalhes e amostras; Pranchas visual-interpretativas de sítios geológicos; e 5) Mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre.

Os produtos que, ao final, mostram-se como resultados importantes da monografia foram os seguintes: 1) Matriz de valoração ponderada das UG com valores atribuídos; 2) Mapa das UG-chave; 3) Mapa de sítios geológicos e acessos; 4) Pranchas visual-interpretativas de sítios geológicos; e 5) Mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre.

Neste trabalho, no capítulo 1 são apresentadas as justificativas, a caracterização do problema e os objetivos gerais e específicos.

Envolvendo dados populacionais da Organização das Nações Unidas (ONU, 2010) em relação ao mundo e ao Brasil, os quais apontam limites eminentes ao crescimento e desenvolvimento do mundo nos moldes atuais (Meadows *et al.*, 1972; Meadows *et al.*, 2004), apresenta-se claramente a necessidade de se restabelecer elos cognitivos entre a dinâmica cotidiana do planeta e dos cidadãos. Por meio da Geologia Urbana, tal ligação é possível para a gestão ambiental das cidades e megacidades (Menegat, 2000; Menegat, 2008), sendo necessária a introdução dos temas da Terra na esfera cultural das cidades e dos cidadãos, como por exemplo, na criação de sítios e itinerários geológicos urbanos.

No capítulo 2, é apresentada a contextualização teórica da pesquisa a fim de compor o estado da arte quanto ao tema e ao problema. Esse capítulo traz informações acerca da região de Porto Alegre desde as descobertas de naturalistas do século XIX e início do século XX (Saint-Hilaire, 1934; Rambo, 1942) até aos entendimentos e modelos atuais da história natural da cidade (Schneider *et al.*, 1974; Menegat *et al.*, 2006g). Sendo finalizado por uma teoria e contextualização do objeto, ou seja, por uma explicação do que vêm a ser os itinerários geológicos de Porto Alegre e o cenário mundial em que se inserem.

Contextualizando o problema, se trouxe exemplos de movimentos contemporâneos que visualizaram a importância da paisagem geológica ou geopaisagem, tanto de um ponto de vista, por vezes, conservacionista quanto de um ponto de vista cognitivista (Gray, 2004; Brilha, 2005; Pena dos Reis & Henriques, 2009; Menegat, 2009). São exemplos mundiais, a *Declaração Internacional dos Direitos da Memória da Terra* e a *Rede Global de Geoparques*, sob os auspícios da UNESCO. Para o cenário brasileiro se ressaltou o Projeto Caminhos Geológicos, desenvolvido de maneira pioneira no assunto (Mansur *et al.*, 2001; Mansur & Nascimento, 2007) pelo Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ), as ações da Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) e o Programa Geoparques do Brasil, pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

No item 2.1, intitulado *geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação*, foram revistos alguns termos técnicos pertinentes ao assunto da manutenção dos atributos naturais da Terra como forma de conservar o registro da história do planeta (Gray, 2004) e também como forma de renaturalizar o cérebro humano para a paisagem em que vive e para as situações às quais é testado (Menegat, 2009). Por fim, são citadas algumas estratégias de conservação para efetivar a geoconservação (Brilha, 2005; SNUC, 2000), as quais, ainda para o ano 2012, mostram-se pouco abrangentes juridicamente e não unânimes geocientificamente, características essas discutidas como positivas, uma vez que abrem espaços para novas interpretações e aplicações dos termos existentes (Schobbenhaus & Silva 2010).

Para o capítulo 3 foram reservados os espaços para a metodologia e para as estratégias de ação, a começar pela caracterização da área de estudo em contextos geográfico, geológico, geomorfológico, hidrológico, climático e fitofisionômico. Essa pormenorização dos atributos da região de Porto Alegre é apresentada em diferentes escalas e áreas do conhecimento, sendo fundamental para a sustentação do problema proposto, uma vez que exemplifica e elucida a diversidade paisagística da região.

Para além, apresentou-se as maneiras pelas quais o problema foi resolvido e, assim, como se alcançou o objetivo central da proposição dos itinerários geológicos. Tal desenvolvimento envolveu uma base de dados do estudo com cruzamento de imagem de satélite e 10 mapas temáticos (Menegat *et al.*, 2006g) que, em conjunto com textos técnicos, possibilitou uma análise de geopaisagem dos elementos da paisagem local, estando os resultados sintetizados em uma matriz de valoração ponderada da unidades-geológicas (UG) de Porto Alegre. Tal matriz relacionou as 27 UG presentes no município com quatro grupos de indicadores, sejam estes: 1) geológicos, 2) logísticos, 3) geomorfológicos e hidrológicos, e 4) paisagísticos e culturais.

A matriz mostra-se estruturadora da pesquisa pois valora e define as UG-chave do município e, para além, concomitante com enfoque de campo, valora e define também os sítios geológicos importantes das UG-chave. Os sítios geológicos definidos foram documentados em relação aos indicadores presentes na matriz por meio de fotografias panorâmicas e de detalhe, bem como pela descrição visual e interpretativa dos sítios. Ao final, como resultados, foram gerados os seguintes produtos: a) Matriz de valoração das UG's de Porto Alegre com valores atribuídos, b) Mapa das UG-chave de Porto Alegre, d) Mapa de sítios geológicos e acessos, e) Pranchas visual-interpretativas de sítios geológicos; e f) Mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre (de longa duração e de curta duração). A visita sequenciada de acordo com a evolução geológica local e materializada pelos diferentes geossítios de importância cognitiva auxilia o entendimento da dinâmica geológica e paisagística de Porto Alegre e do planeta por parte dos cidadãos.

O crescente movimento de geoconservação tem por um lado, o objetivo de salientar belezas geológicas pontuais, em geral distantes das comunidades humanas, porém mostra-se, por outro lado, como uma metodologia de enculturação para os temas da Terra. O presente estudo buscará trilhar por esse segundo campo de entendimento, em especial por meio da Geologia Urbana e da Geologia Cultural (Menegat, 2008; 2009). para alcançar uma Educação Ambiental Integrada (Menegat, 2000; 2007).

O capítulo 4 é referente aos resultados, os quais já foram citados acima, bem como é apresentada parte da discussão. O capítulo 5 é destinado as conclusões do trabalho e demonstra que a hipótese e o teste propostos foram sustentados uma vez que foram localizados afloramentos que

representam a história geológica local, bem como, foi desenvolvido um itinerário sócio-turístico com viabilidades logísticas e cognitivas para a introdução dos temas da Terra na esfera cultural da cidade. Com isso, preencheu-se uma lacuna quanto a existência de roteiros de geoeducação no município. Para além, abriram-se novas questões quanto ao papel profissional dos geocientistas e estudantes de geologia do século XXI (Borba, 2011). Tal discussão é tema do capítulo 6 do trabalho e propõem o debate acerca do paradigma geocientífico, indicando que existem novas áreas de pesquisa e atuação em geologia, as quais se aproximam das gestões ambiental, territorial e educacional.

Os novos paradigmas da geologia do século XXI têm tendências em âmbitos internacionais, nacionais, estaduais, municipais e, ainda, âmbitos locais mais específicos, podendo refletir-se em variadas maneiras de interpretação da geologia como ciência fundamental para o desenvolvimento sustentado da nação ou grupo em questão. A apropriação do conhecimento geológico por parte das pessoas em geral deve ser desejada e tem possibilidade de ajudar a percepção e o reconhecimento de dinâmicas dos ambientes rurais e urbanos por parte dos habitantes, podendo configurar-se como importante metodologia de enculturação humana. Essa percepção cognitiva pode estimular a atuação em prol da melhoria das condições ambientais e ecológicas em que se inserem os seres humanos e demais formas vivas e não vivas.

Nos capítulos 6 e 7, finais do projeto, são listadas as referências bibliográficas pesquisadas durante as etapas de trabalho e os anexos escolhidos como materiais de consulta rápida e de interesse comum ao tema abordado.

## 1.1 Justificativa

Mais da metade da população mundial de sete bilhões de habitantes vive em cidades (ONU, 2010). Esse marco foi alcançado no ano de 2009, no qual o número de pessoas vivendo em áreas urbanas (3,42 bilhões) superou o de pessoas vivendo em áreas rurais (3,41 bilhões), tornando assim, o mundo mais urbano do que rural (figura 1).

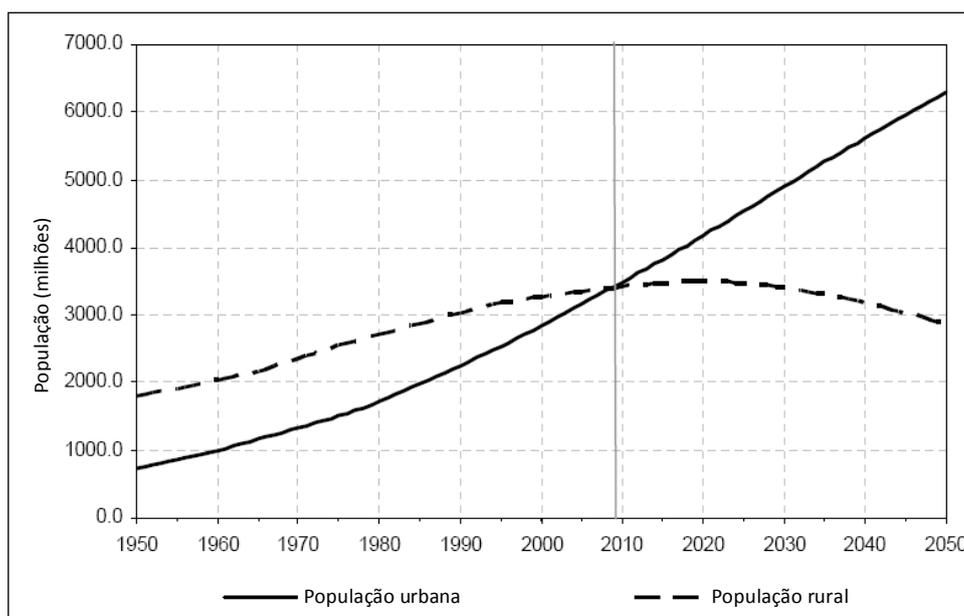


Figura 1 - Populações urbana e rural no mundo, 1950 a 2050 (Fonte: ONU, 2010).

Segundo dados publicados pelo Departamento de Questões Econômicas e Sociais do Secretariado da ONU (*UNDESA, Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat*), o crescimento da população urbana mundial durante o final do século XX e início do século XXI tem se elevado sobremaneira em relação à população mundial rural (ONU, 2010).

Além disso, enquanto que entre os anos de 1950 e 1980 ambas as populações cresceram de forma proporcional, no período de 1980 e 2010, ocorreu o crescimento desproporcional da população mundial urbana em relação à rural (Figura 1).

Ainda de acordo com o UNDESA, pode-se projetar esse crescimento para as próximas décadas, ao ponto de a população urbana mundial quase duplicar no ano de 2050, passando dos atuais 3,42 bilhões para 6,28 bilhões (Tabela 1). Nesse contexto, o Brasil já conta atualmente com percentual de sua população urbana superior a 86,1%, devendo saltar para 93,6% em 2050 (Tabela 1), sendo, dentre os trinta países mais

populosos do mundo, em 2009, a nação mais urbanizada do planeta, seguida pelas nações da França, da República da Coreia e dos Estados Unidos da América (ONU, 2010). Para 2050, projeta-se que quinze desses países já terão percentual de população urbana superior a 80%.

Tabela 1 – População urbana e respectiva percentagem no Brasil, 2009 e 2050 (Fonte: ONU, 2010).

País ou área	População urbana (milhares)		Porcentagem urbana	
	2009	2050	2009	2050
Mundo	3.421.110	6.285.881	50,1	68,7
Brasil	166.844	204.464	86,1	93,6

A excessiva urbanização do mundo leva a uma série de distúrbios ambientais que apontam para os limites do padrão de desenvolvimento nos moldes do século XX. (Meadows *et al.*, 1974; Meadows *et al.*, 2004). Tais distúrbios ecológicos e sócio-econômicos (Folch, 2006) são geralmente discutidos e pensados apenas quanto aos aspectos físicos e biológicos – poluição da água, extinção de espécies, congestionamento de trânsito, etc. – e pouco quanto ao desenraizamento da cultura humana contemporânea em relação à paisagem onde os cidadãos vivem.

A catástrofe humana em Sumatra, onde cerca de 250 mil pessoas pereceram pelo avanço de um tsunami em 2004, e o tsunami-terremoto e acidente nuclear de Fukushima, em 2011, mostram claramente a dificuldade dos cidadãos interpretarem os eventos que se delineiam e os ameaçam na paisagem que observam. Poucos têm conhecimento da importância dos eventos geológicos como principais constituintes da paisagem e sua dinâmica. Com efeito, ao longo dos bilhões de anos, os ambientes geológicos têm sido paulatinamente transformados pela dinâmica do sistema Terra, resultando na diversidade de paisagens. Assim a paisagem ou geopaisagem é intrínseca à evolução do planeta e dos seres vivos, e também se mostra como fundamento para a identidade dos grupos humanos e seus artefatos (Mumford, 1970; Fernández-Armesto, 2002; Brilha, 2005; Menegat, 2006; Menegat, 2009).

A Geologia como ciência da Terra estuda cenários e processos ocorridos no planeta desde o inimaginável tempo profundo até o contemporâneo, transitando entre escalas espaço-temporais variáveis e resultando em modelos de explicação do mundo em que vivemos. Portanto, pela análise das esferas planetárias, desde a litosfera, a hidrosfera, a biosfera, a atmosfera, até a antroposfera, o conhecimento geológico mostra-se como base do conhecimento da paisagem e do lugar.

Embora distantes da geologia tradicional, nos últimos 20 anos, os assuntos acerca da paisagem e diversidade geológicas vêm assumindo um papel importante nos objetivos da UNESCO e da gestão ambiental

urbana e planetária. Por meio de novos marcos conceituais e instrumentos, como a Rede Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO, e do Programa Geoparques do Brasil, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), essa temática tem sido cada vez mais desenvolvida.

A região de Porto Alegre, localizada no leste de estado do Rio Grande do Sul, situa-se nos limites de diversas unidades geopaisagísticas locais e regionais. Sua paisagem é uma síntese daquelas encontradas no estado e na região meridional da América do Sul (Menegat *et al.*, 2006e), mostrando-se, portanto, como interessante local de estudo da geodiversidade. Essa característica, somada à numerosa população da região metropolitana que alcança cerca de quatro milhões de habitantes (IBGE, 2010), sugere a importância da criação de mecanismos de enculturação e educação para os temas do sistema Terra e da gestão ambiental (Menegat, 2000; Menegat, 2008).

Quando olhamos as proposições das secretarias de turismo, meio ambiente e educação do município, aparecem indicações de itinerários cemiteriais, gastronômicos, do patrimônio histórico, de floriculturas, de caminhos rurais, entre outros (PMPA, 2011), porém nenhuma em relação à paisagem em geral e à geologia em particular. Contudo, em Porto Alegre há um enorme potencial nesse sentido, tanto por sua geodiversidade e pelos atuais movimentos de geoconservação, quanto pelo acúmulo de conhecimento científico (Menegat, 2006g) e apreciação pública por esses temas na região.

## 1.2 Problema de pesquisa

A constituição de geoparques e das atividades de geoturismo envolvem um longo processo de interação entre atores, instituições e marcos regulatórios, onde o conhecimento científico mostra-se como fundamental. Uma cidade com a diversidade paisagística de Porto Alegre, relatada desde naturalistas do século XIX e descrita cientificamente nos séculos XX e XXI, reúne potencialidades para implantar Itinerários Geológicos de modo a ajudar os cidadãos a apropriarem-se dos saberes acerca do planeta e, em especial, do lugar onde vivem. A pesquisa traz, portanto, como problema central, o questionamento se a conservação geológica em ambientes urbanos, por meio de itinerários geológicos, pode configurar-se como metodologia eficaz de enculturação para os assuntos da Terra.

Dessa forma, são definidos dois campos principais de hipótese para o trabalho, ambos balizados pela possibilidade de definir os Itinerários Geológicos de Porto Alegre. O primeiro de modo a permitir que:

Se reconheça a geologia da região como base da paisagem local;

Se identifique e documente sítios geológicos capazes de representar os estágios da evolução geológica da região e se

Se proponham itinerários de geoturismo, estudo e aprendizagem, mantendo o sequenciamento de visitação de acordo com a evolução geológica e possibilitando, logisticamente, tal visitação no contexto urbano de Porto Alegre.

### **1.3 Objetivos**

O objetivo geral desse trabalho   valorar, identificar e documentar unidades geológicas por meio de sítios na área de estudo, a fim de propor itinerários geológicos de Porto Alegre para o uso da sociedade.

Como objetivos específicos, têm-se:

Desenvolvimento de uma técnica de valoração da geodiversidade com base em indicadores de geopaisagem

Elaborar um mapa das UG-chave de Porto Alegre, bem como um mapa de sítios geológicos e de acessos, tendo as qualidades da geopaisagem

Documentar os sítios em termos de descrição geológica e geomorfológica, fotografias panorâmicas e de detalhes e amostragem;

Elaborar mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre, tendo os critérios história geológica e logística como bases para a definição dos sítios, e propor o uso dos itinerários geológicos considerando as afinidades de diferentes grupos de interesse.

## 1.4 Fluxograma projetual

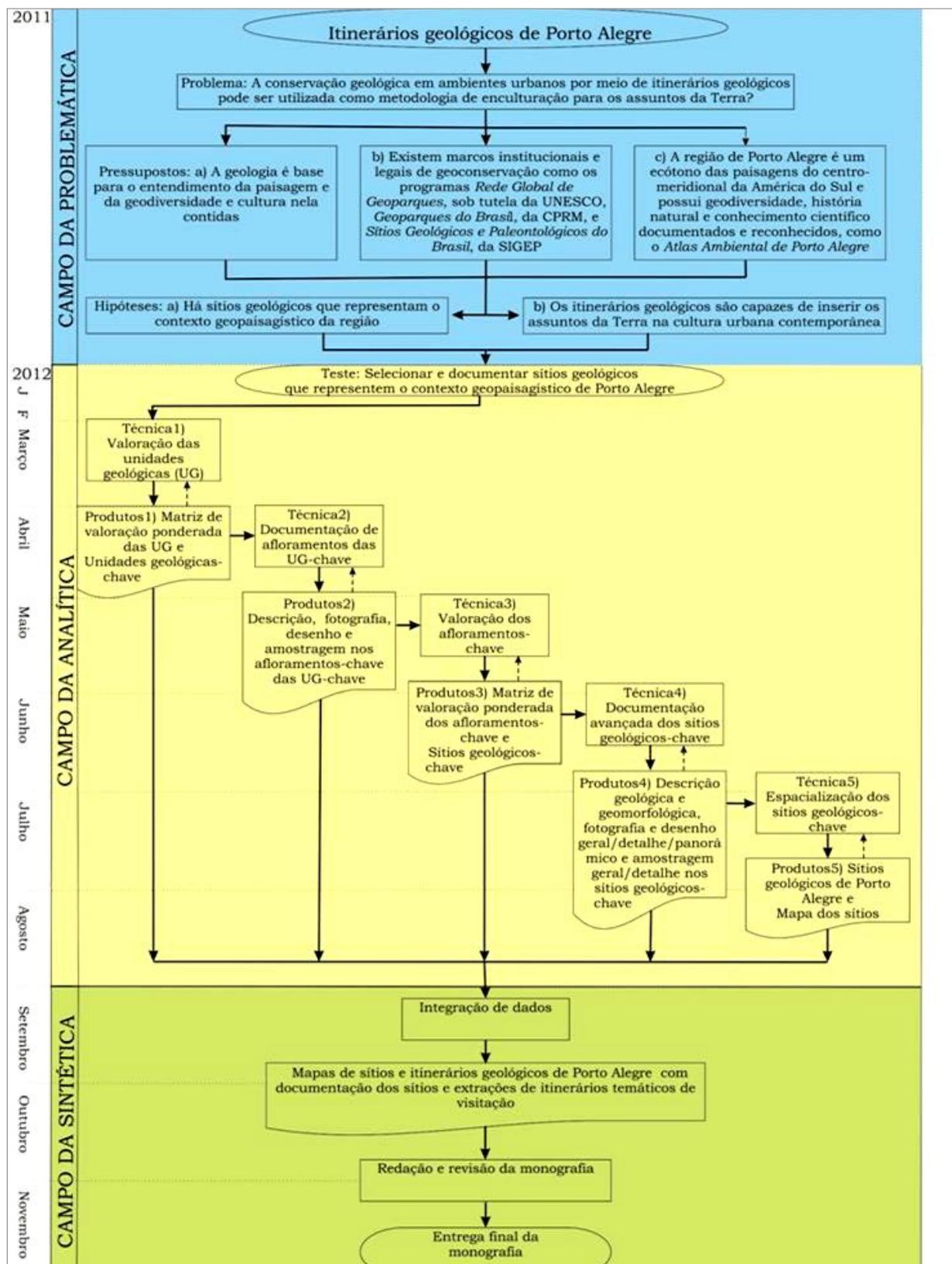


Figura 2 - Fluxograma projetual.

## 1.5 Localização da área de estudo

O estudo abrange o município de Porto Alegre, cujas coordenadas geográficas do marco rodoviário zero (Praça Montevideu) são 30°01'59"S e 51°13'48"O. Esta região foi extensamente caracterizada no *Atlas Ambiental de Porto Alegre* (Menegat *et al.*, 2006g) em termos de sua história natural, subdividida em sistema natural, sistema construído e Gestão Ambiental. Para a presente monografia, serão utilizados e analisados elementos que transpassam os três campos citados.

Salientou-se que a região de Porto Alegre é encontro de diferentes elementos de paisagens continentais e regionais (Menegat *et al.*, 2006d). A seguir, a área de estudo é caracterizada em contextos geográfico, geológico, geomorfológico, hidrológico, climático e fitofisionômico.

### 1.5.1 Contexto geográfico

O município de Porto Alegre situa-se na porção centro-meridional do Continente Sul-Americano, próxima ao litoral do Oceano Atlântico Sul (Figura 3). Localiza-se na região sul do Brasil, no leste estado do Rio Grande do Sul (Figura 4) e juntamente com outros 31 municípios, forma a Região Metropolitana de Porto Alegre (Figura 5).

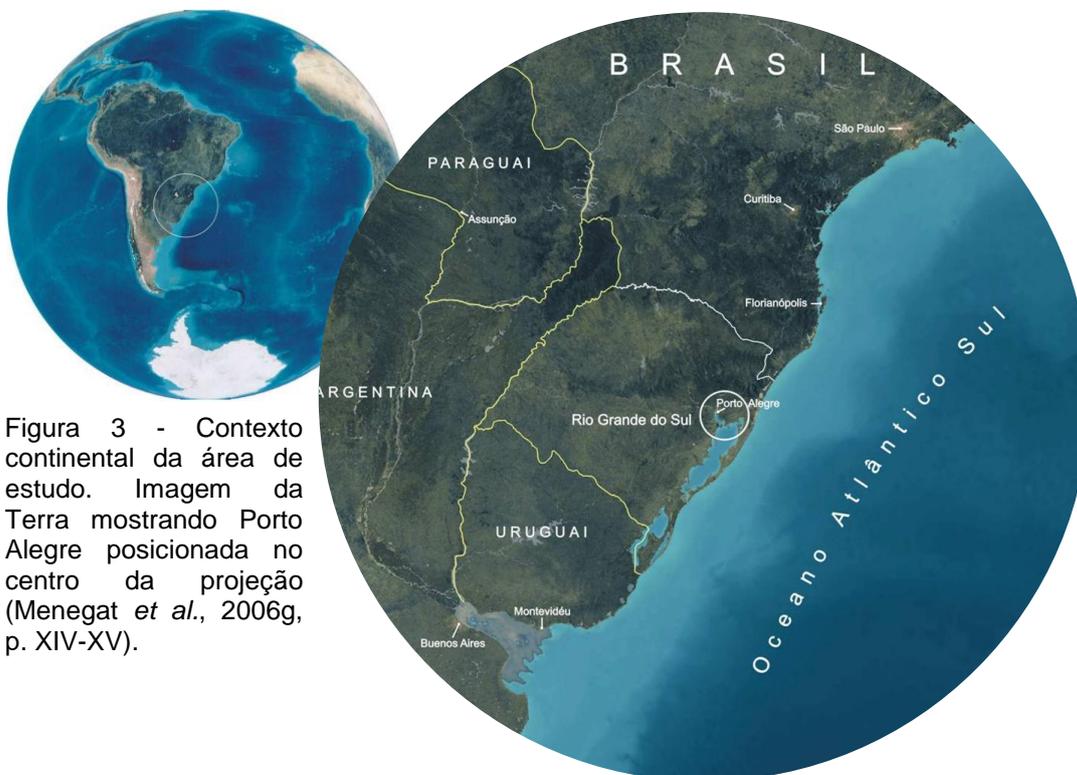


Figura 3 - Contexto continental da área de estudo. Imagem da Terra mostrando Porto Alegre posicionada no centro da projeção (Menegat *et al.*, 2006g, p. XIV-XV).

Figura 4 - Contexto geográfico regional da área de estudo. Imagem digital de alta resolução do sul do Brasil e países do Mercosul. Porto Alegre no centro. (Menegat *et al.*, 2006g, p. XVI).



Figura 5 - Contexto geográfico local da área de estudo. Imagem da região de Porto Alegre registra: a conurbação das cidades da Região Metropolitana ao norte de Porto Alegre, o Lago Guaíba e a Laguna dos Patos (Menegat *et al.*, 2006g, p. XVII).

Localmente, o município é banhado pelas águas do Lago Guaíba, ao oeste e sul, e apresenta dois domínios de ocupação do território, um domínio sul caracterizado por ocupação rarefeita com núcleos residenciais dispersos, e um norte, de ocupação intensiva (Hickel *et al.*, 2006). O domínio norte se limita com as cidades de Viamão, Alvorada, Cachoeirinha e Canoas, formando uma conurbação com mais de quatro milhões de habitantes. Nota-se a expressiva área verde do Delta do Jacuí, na porção noroeste do município, local protegido como Unidade de Conservação Estadual.

## 1.5.2 Contexto geológico

Segundo Menegat *et al.* (2006c), os três grandes domínios geológicos do Rio Grande do Sul estão representados na região de Porto Alegre (Figura 6).

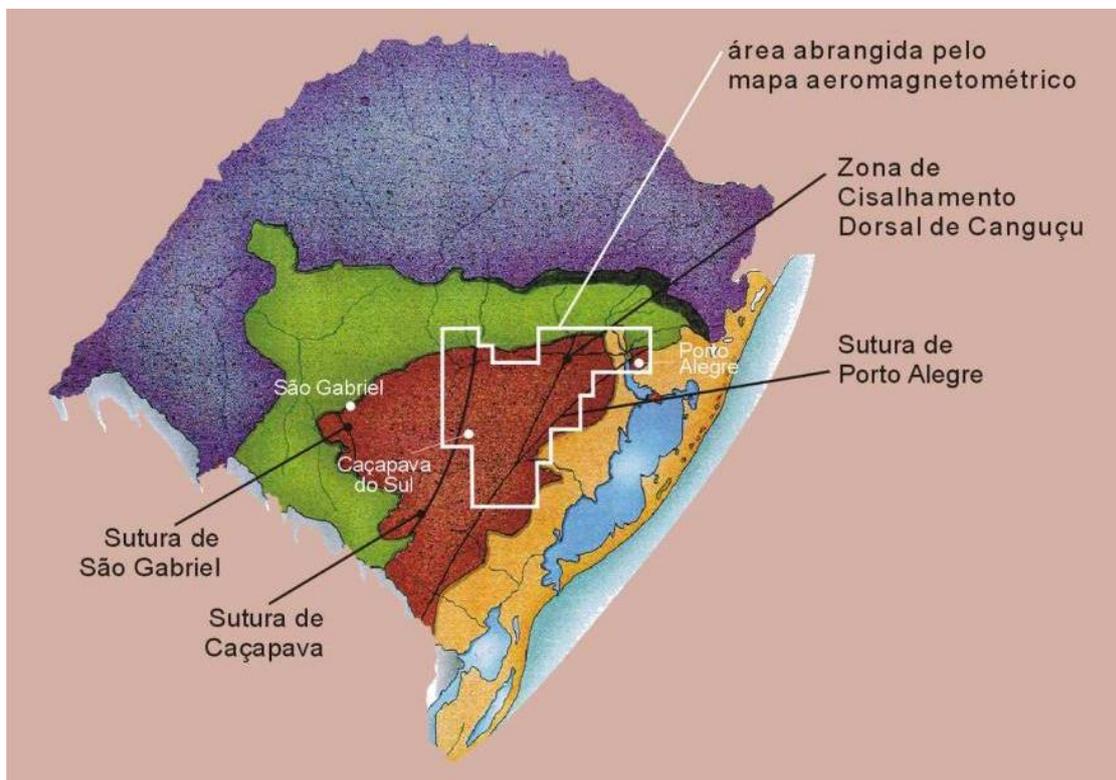


Figura 6 - Contexto geológico regional da área de estudo. Mapa geológico simplificado do RS. Em vermelho, Cráton Rio de La Plata e Cinturão Dom Feliciano; verde e roxo, Bacia do Paraná; e amarelo, Bacia de Pelotas (Modificado de Menegat *et al.*, 2006c, p. 13).

As unidades geológicas (UG) aflorantes na região de Porto Alegre são em número de 27 e têm suas idades compreendidas desde o Proterozoico Superior até o Cenozoico (Figura 5). As definições petro-sedimentares das UG's e as relações dessas com os grandes domínios geológicos do RS foram descritas no *Atlas Ambiental de Porto Alegre* (Menegat *et al.*, 2006c).

As rochas proterozóicas que afloram nos morros de Porto Alegre são dos tipos riolito, riodacito, granitos, granodioritos e gnaiss. Essas rochas pertencem ao domínio do Cinturão Dom Feliciano, com ocorrência expressiva ao Sudoeste e denominado Escudo Sul-Rio-Grandense.

As rochas paleozóicas aflorantes ao nordeste do município são corpos tabulares de pelito. O conjunto de tais rochas com as rochas mesozóicas aflorantes como diques de diabásio, andesito e dacito, representa o registro da Bacia do Paraná em Porto Alegre. A bacia se estende para o

Norte e Nordeste e compreende as regiões denominadas Depressão Periférica e Planalto Meridional.

Por fim, os depósitos sedimentares cenozoicos aflorantes em Porto Alegre são dos tipos leques aluviais, eluvionares, dunas litorâneas, cordões litorâneos, terraços fluviais, lacustres, de planície e canal fluvial, e deltaicos. Geneticamente distintos, os depósitos do sul do município em conjunto com os do delta fazem parte da Bacia de Pelotas, que está aflorante principalmente ao leste e Sul, designada por Província Costeira, enquanto os demais, do norte, pertencem a Bacia de Paraná, região chamada de Depressão Periférica.

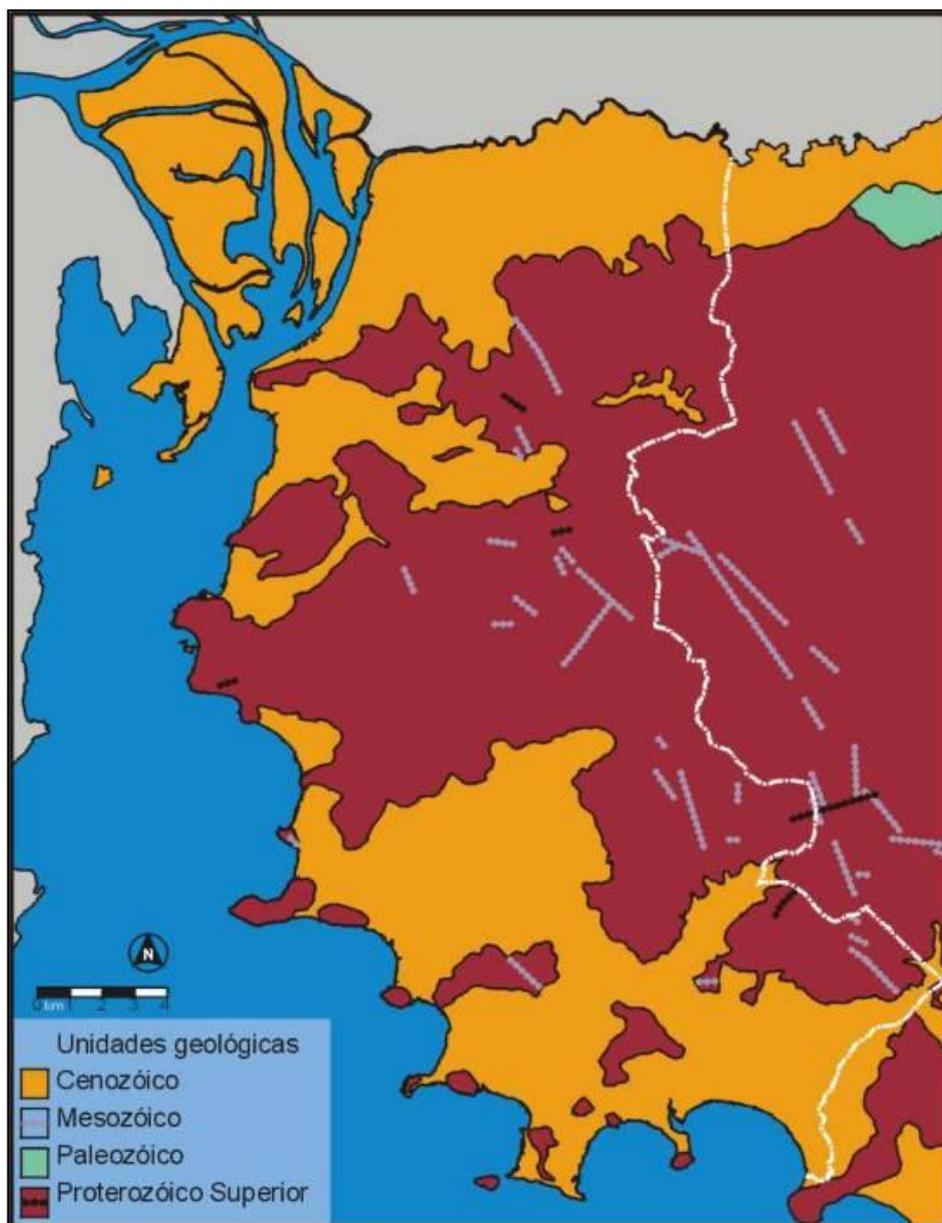


Figura 7 - Contexto geológico local da área de estudo. Unidades cronoestratigráficas (Menegat *et al.* 2006c, p. 11).

O mosaico formado pelas unidades cronoestratigráficas identificadas para a região de Porto Alegre corrobora com a definição do local como encontro da geologia do Rio Grande do Sul. Nota-se que o local de encontro dos grandes domínios geológicos do estado é restrito à região descrita e aos arredores dessa (Figura 6).

### 1.5.3 Contexto geomorfológico

Porto Alegre está situada entre as regiões costeira e continental do estado (Figura 8), se encontrando nos já referidos limites do Escudo Sul-Rio-Grandense (a Sudoeste), caracterizado por coxilhas, morros, pontões, cristas e chapadas com até 599 m, da Depressão Periférica (a Oeste), com predomínio de coxilhas, planícies fluviais e morros testemunhos tabulares e cônicos com até 200 m, do Planalto Meridional (ao Norte) com presença de platô com escarpas íngremes com até 1.378m, e por fim, da Província Costeira (ao Leste), conformada por lagoas isoladas e barreiras arenosas com até 30 m.

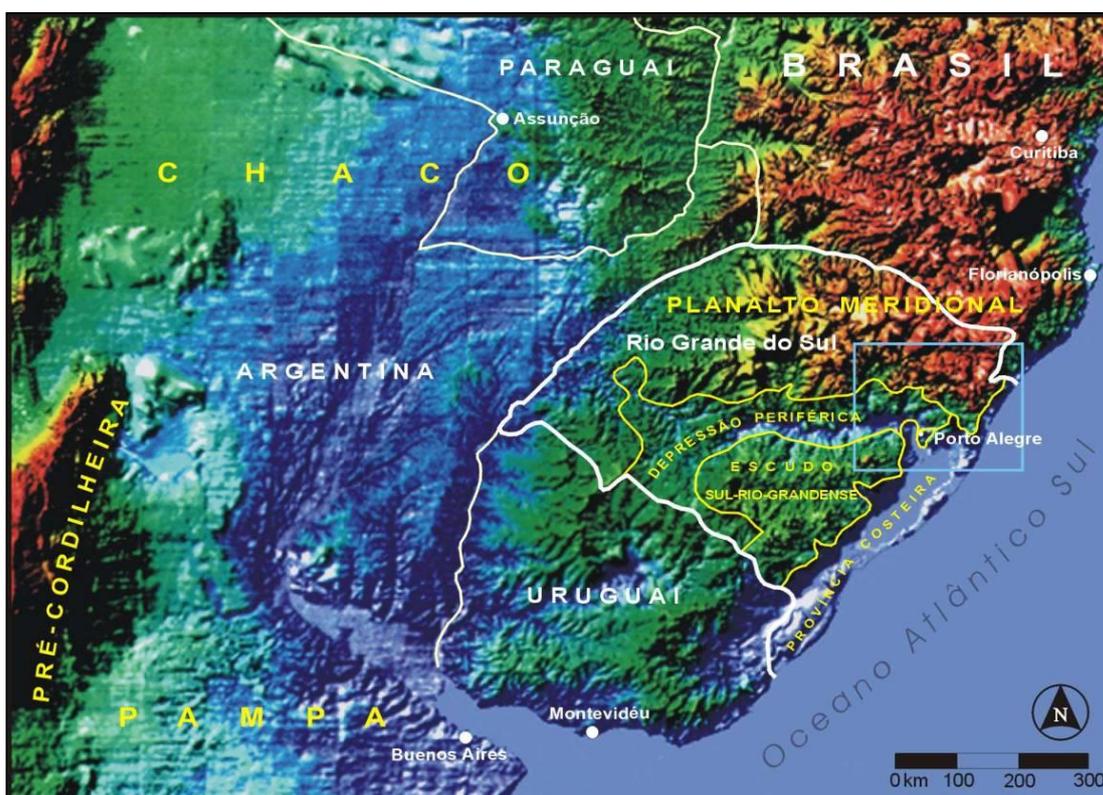


Figura 8 - Contexto geomorfológico regional da área de estudo. Mapa de relevo e domínios morfoestruturais do Rio Grande do Sul (Menegat *et al.* 2006e, p. 25).

Localmente, Porto Alegre apresenta sua morfologia de superfície intimamente ligada com os eventos climáticos e geológicos ocorridos na região nos últimos 400 mil anos (Menegat *et al.* 2006e). Os autores citaram a Crista de Porto Alegre como a principal elevação do município, a qual compartimenta o relevo em três modelados de relevo distintos: 1) as terras baixas ao norte, que compõem a Depressão Periférica; 2) as terras altas, na área central, que correspondem ao Escudo Sul-Rio-Grandense; e 3) as terras baixas com morros isolados, ao sul, que fazem parte, junto com as terras baixas do delta, da Província Costeira.

Os modelados da paisagem de Porto Alegre, segundo Menegat & Hasenack (2006), foram definidos por (a) *modelado residual*: morros isolados, colinas e cristas; (b) *modelado de acumulação*: planícies e terraços fluviais, Delta do Jacuí e cordões arenosos e terraços lacustres; e (c) *as formas da margem do Lago*: enseadas e pontas (Figura 9).

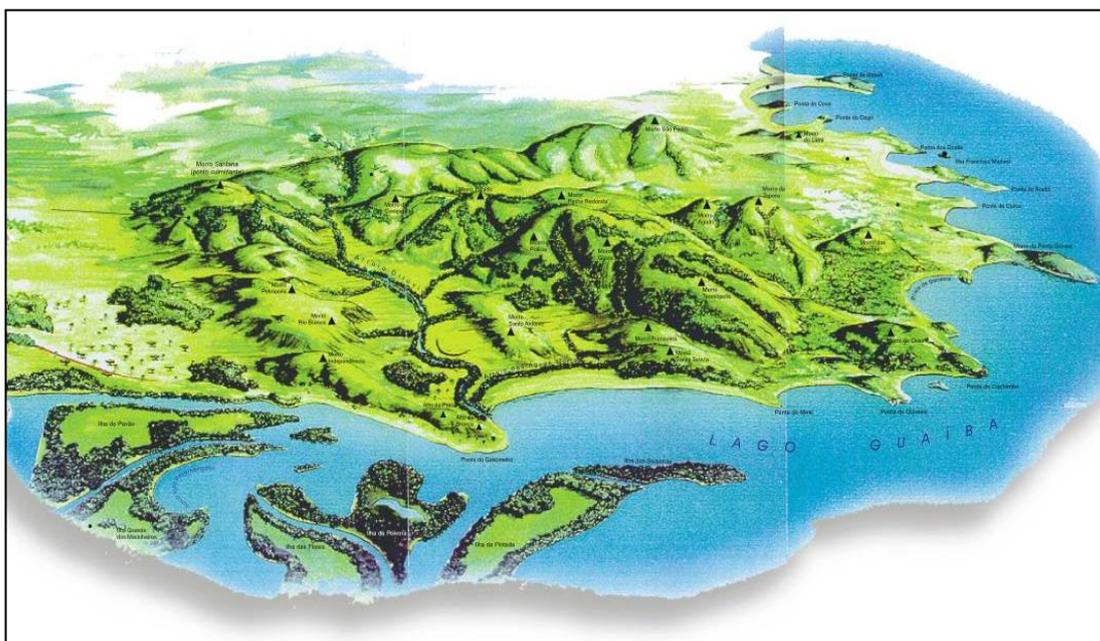


Figura 9 - Contexto geomorfológico local da área de estudo. Ilustração do modelado de contrastes de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 2006e, p. 27-28).

#### 1.5.4 Contexto hidrológico

Segundo Menegat & Kirchheim (2006c) a área de estudo está localizada na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba (Figura 10), onde o Rio Jacuí é o canal principal de escoamento, desembocando no Lago Guaíba em conjunto com os rios das bacias hidrográficas do Caí, do Sinos e do Gravataí. A desembocadura no lago das águas e sedimentos desses rios

forma o Delta do Jacuí, o qual retém a maioria das partículas grossas e algumas finas, permitindo a passagem predominantemente das partículas finas e das água que alimentam o Lago Guaíba. No lago, existe o aporte hidrológico dos rios da Bacia Hidrográfica do Guaíba, que soma-se aos demais aportes vindos do delta para desaguarem, posteriormente, na maior laguna do mundo, a Laguna dos Patos, A Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, com uma área de 84.763,5 km<sup>2</sup>, abrange quase um terço da área total do RS e é a mais densamente habitada do estado, concentrando a maior parte das atividades comerciais e industriais, sendo, portanto, o Lago Guaíba um local vulnerável hidrológicamente e de complexo manejo ambiental intermunicipal.

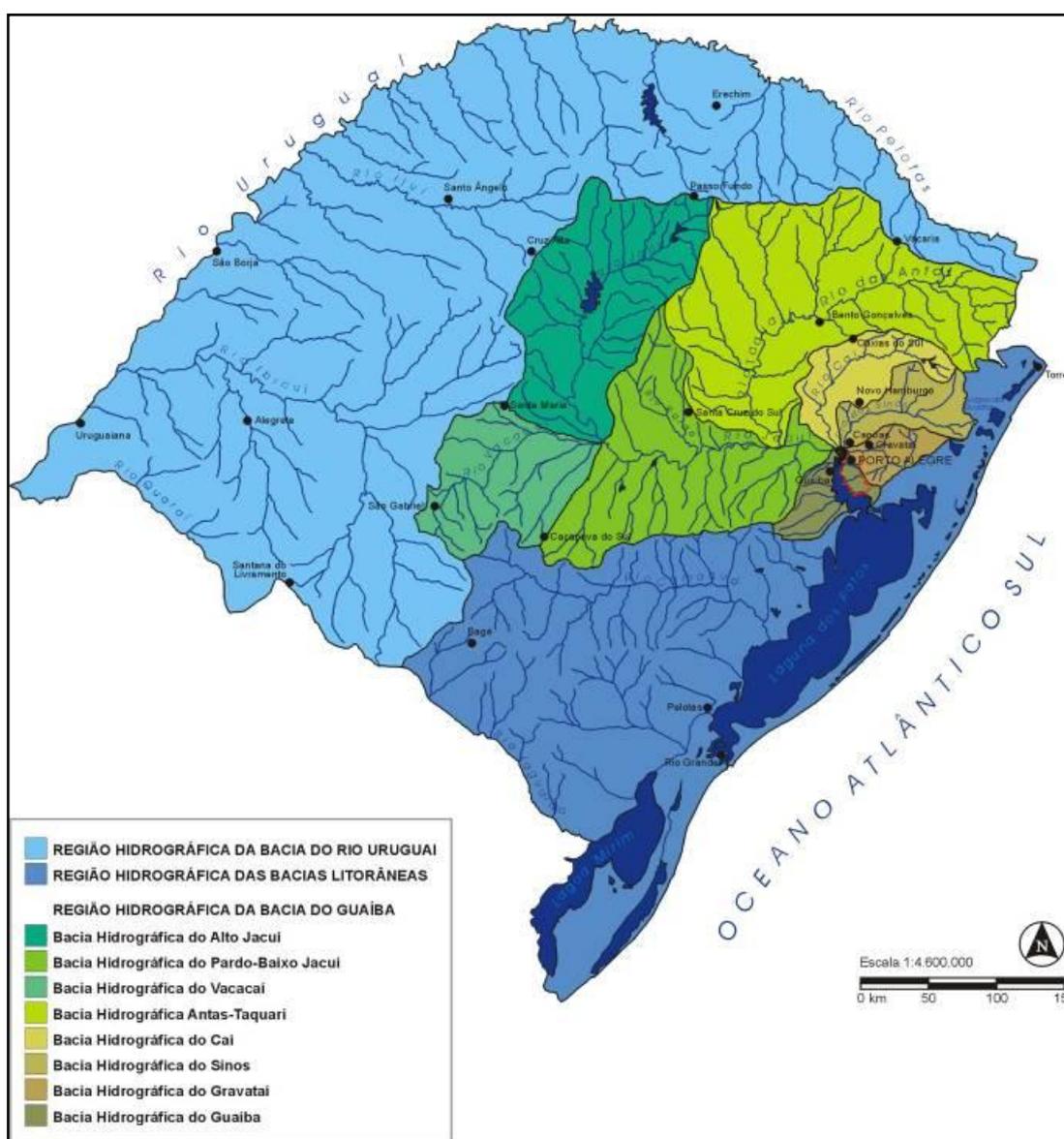


Figura 10 - Contexto hidrológico regional da área de estudo Mapa das bacias hidrográficas que alimentam o Lago Guaíba (Menegat & Kirchheim, 2006a.)

]

Podem ser delimitadas 27 sub-bacias hidrográficas no município de Porto Alegre (Menegat & Kirchheim, 2006c), as quais drenam diretamente ou indiretamente suas águas até o Lago Guaíba, principal manancial hídrico da região (Figura 11).

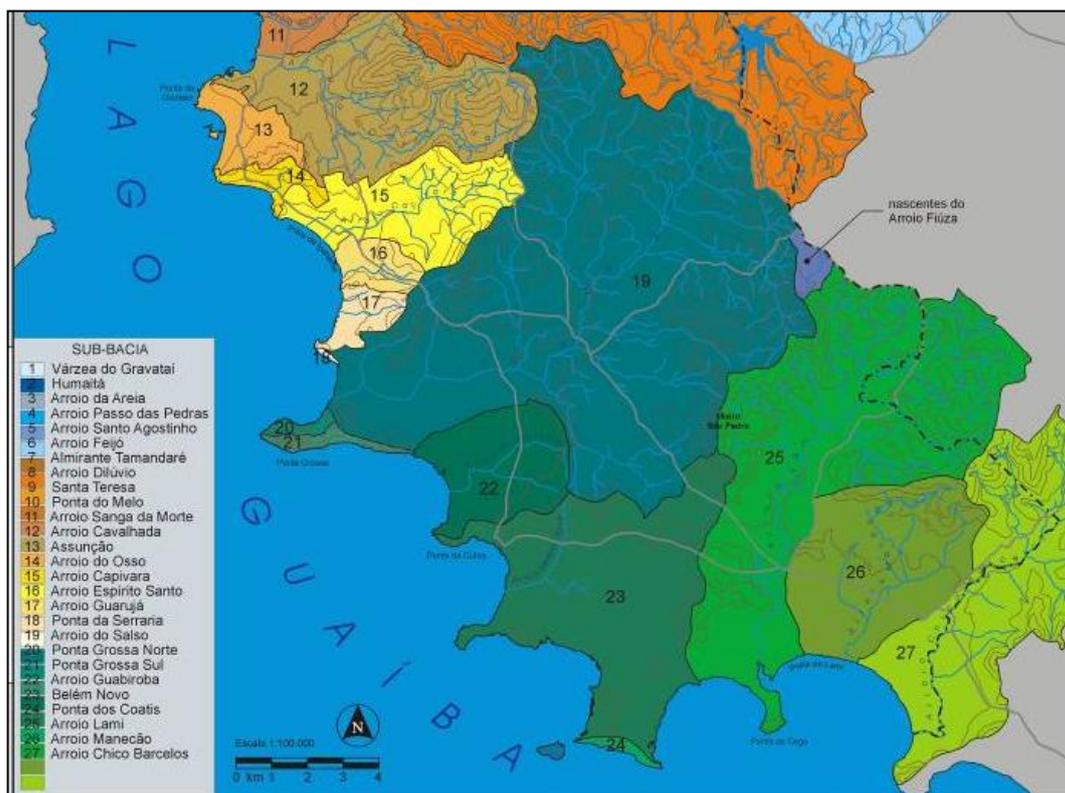


Figura 11 - Contexto hidrográfico local da área de estudo. Detalhe do Mapa das sub-bacias hidrográficas (Menegat & Kirchheim, 2006b, p. 38).

Quanto à caracterização urbano-espacial das sub-bacias, têm-se que

as [...] situadas na região central e norte do município possuem características urbanas e alta densidade populacional, como é o caso da sub-bacia do Dilúvio. À medida que se avança para a região sul, as sub-bacias tornam-se progressivamente menos ocupadas, sendo as mais expressivas, em área, as sub-bacias do Arroio do Salso e do Lami (Menegat & Kirchheim, 2006c, p. 37).

Porto Alegre é drenada por 18 arroios principais, cada qual com diversos afluentes, sendo o maior deles o Arroio do Dilúvio e o menor, o Arroio do Osso (Menegat & Kirchheim, 2006c).

### 1.5.5 Contexto climático

Segundo a classificação de Köpen (1948), o clima da região de Porto Alegre é subtropical úmido com verões quentes e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (Cfa). Tal definição indica que a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e nenhum mês com precipitação pluvial inferior a 60 mm.

### 1.5.6 Contexto fitofisionômico

De acordo com a botânica Maria Luiza Porto (1997 e 2006), a flora de Porto Alegre tem origem e diversidade muito peculiares, englobando espécies provindas desde as distantes regiões da Amazônia (ao norte), do Chaco (a noroeste), do Pampa e Patagônia (ao sul) e da Mata Atlântica (a nordeste). Tal diversidade pode ainda hoje ser lida na paisagem da região, sendo propostas quatro rotas migratórias de plantas superiores que se estabeleceram ou colonizaram a paisagem (Figura 12).



Figura 12 - Contexto fitofisionômico regional da área de estudo. Mapa Fitifisionômico da América do Sul e rotas de migração (Porto & Menegat, 2006a).

Maria Luiza Porto propôs que

os diversos processos geológicos e geomorfológicos, que originaram compartimentações regionais do relevo, acompanhados das grandes mudanças de paleoclima do Quaternário [...] são os fatores determinantes que explicam o ecótono na região de Porto Alegre (Porto, 2006, p. 47).

Porto & Menegat (2006a) estabeleceram a condição fitofisionômica local de Porto Alegre como sendo um mosaico vegetacional de savana (Savana meridional (campos), em marrom claro), florestas (Floresta do Planalto Meridional com Araucária, em verde escuro, Floresta do interior da costa atlântica brasileira, em verde claro e Floresta da costa atlântica brasileira, em verde) e complexo vegetacional (Complexo das restingas da costa atlântica, em rosa claro).

Localmente, são definidas nove tipologias vegetacionais, sendo os nomes populares os seguintes: campo, campo com butiás e cactáceas, banhado com maricás e macrófitos, mosaico vegetacional úmido com ilhas de mata com figueiras, mata aluvial, mata com figueiras, mata com figueiras em restinga com butiás e cactáceas, mata baixa dos morros e coxilhas, e por fim, mata alta das encostas dos morros (Porto & Menegat, 2006a). Como alguns dos nomes populares já indicam, existem diversas relações entre a geologia dos terrenos e as vegetações que neles se estabeleceram, sendo, então, a diversidade peculiar da vegetação, comentada por Porto (2006), reflexo da peculiaridade da geologia local.

Os seis contextos abordados para a região de Porto Alegre mostraram que a diversidade de elementos no município é observável em distintas áreas do conhecimento. Essa diversidade é mostrada como um mosaico paisagístico que se desenvolveu a partir da geodiversidade local, o qual tem real importância sócio-ambiental e deve ser observado, entendido, preservado e vivenciado por meio de ações da geoconservação e da geoeducação. Ao longo do trabalho que segue, traçaram-se pontos de relação dos elementos geológicos com os demais elementos da paisagem e propôs-se que o conhecimento da geologia é de importância fundamental para o entendimento de muitos dos processos e eventos que constituem a paisagem do planeta.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo contextualiza os assuntos da diversidade geológica global e local e apresenta Porto Alegre como lugar de importante geodiversidade. Para tanto, foi iniciado por uma revisão de termos referentes ao tema da pesquisa, seguido da apresentação de movimentos contemporâneos sobre a descoberta da geopaisagem e das estratégias de geoconservação. Como local de aplicação da temática estudada, apresenta Porto Alegre desde as viagens de naturalistas com ênfase na geologia da região até ao panorama do conhecimento científico acumulado sobre a da história natural do lugar. Ao final, contextualiza a proposta dos itinerários geológicos de Porto Alegre como metodologia de enculturação para os assuntos da Terra em ambientes urbanos.

### 2.1 Geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação

Cada lugar na superfície terrestre possui uma paisagem [...] resultante de uma dinâmica interna, do sistema do geodínamo, do sistema da tectônica de placas e do sistema clima [...] Tal conjunto de elementos define, então, as características próprias de cada lugar [...] que, depois biólogos e ecólogos vão chamar de ecossistemas e que dentro deles nós vamos viver e elaborar nossa cultura. Ou seja, a cultura humana, a diversidade da cultura humana é uma leitura possível da diversidade de ecossistemas, os quais, por sua vez, respondem à diversidade de geossistemas e à geodiversidade. (Menegat, 2009, p. 97-98)

O termo *geodiversidade* tem sua origem bastante ligada ao termo biodiversidade e foi inicialmente utilizado por geólogos e geomorfólogos australianos, na década de 1990, para descrever a variedade dentro da natureza abiótica (Gray, 2004). Salientando a imaturidade do termo, Brilha (2005) citou como o primeiro livro dedicado expressamente ao tema, publicado apenas em 2004, por Murray Gray, a obra *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. O autor da obra pioneira citou a *Australian Heritage Commission* (2002), que definiu a geodiversidade como “a gama ou diversidade de características, conjuntos, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de superfície) e do solo” (Gray, 2004, p. 6).

Stanley (2001) fez uma proposição ao termo, expandindo a gama de características para além das esferas abióticas do planeta, propondo haver uma conexão entre a geodiversidade e os seres vivos, incluindo os humanos e seu caráter cultural. Assim, o autor postulou que geodiversidade

é a ligação entre as pessoas, paisagens e sua cultura: é a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos

ativos que dão origem a essas paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que proporcionam o suporte para a vida na Terra (Stanley, 2001, *apud* Gray, 2004, p. 7)

No livro *Geodiversity*, Murray Gray (2004) sugeriu uma compilação das definições de Stanley (2001) e da *Australian Heritage* (2002), definindo objetivamente geodiversidade como

A gama natural (diversidade) de feições geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (formas de superfície, processos) e de solo. Inclui suas coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas (Gray, 2004, p. 8).

e também atribuiu valores intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo para a geodiversidade, portando incluindo as ligações anteriormente propostas por Stanley (2001) entre a diversidade geológica e as pessoas, paisagens e culturas. Todavia, tal ligação aparece de maneira tênue quando levado em conta os campos de atuação profissional dos estudiosos da Terra que se encarregam de verificar e aplicar questões referentes ao assunto da geodiversidade e da conservação desse patrimônio natural.

Gray (2004, p. 5) citou Pemberton (2001), o qual enfatizou a falta de treino dos geocientistas em relação à prática, política e teoria de geoconservação, explicando que a maioria desses profissionais, além de serem treinados e empregados nas indústrias de extração, por vezes, reforçam a ideia de que o ramo da conservação foge das metas da profissão. Gray (2004, p. 6) ainda se valeu do exemplo do *Parque Nacional do Grand Canyon-EUA*, um verdadeiro ícone da diversidade geológica, o qual contém em sua área de proteção sequências de rochas sedimentares de beleza acima da média, sendo capa de numerosos livros da ciência geológica, e que ao ano de 2004, não empregavam sequer um profissional geólogo.

Para Brilha (2005) a geodiversidade, em si, compreende apenas aspectos não vivos do nosso planeta, sendo não apenas testemunhos do passado geológico, mas também dos processos atuais formadores de novos testemunhos. O autor ainda afirmou que “a biodiversidade é [...] definitivamente condicionada pela geodiversidade, uma vez que os diferentes organismos apenas encontram condições de subsistência quando se reúne uma série de condições abióticas indispensáveis” (Brilha, 2005, p. 18).

Brilha (2005) enumerou uma série de relações da biosfera com a geodiversidade, apresentando a diversidade geológica como condicionante evolutiva da vida, como um todo, e da civilização humana, em específico. Para tanto, usou os exemplos de disponibilidade de alimentos, existência de condições climáticas favoráveis, existência de

locais de abrigo e de materiais para a sua construção, etc. Ainda afirmou que “o patrimônio construído é um excelente “espelho” da geodiversidade local” (Brilha, p. 18), citando exemplos empregados às construções tradicionais antigas de Portugal e extrapolou para a larga dependência que a sociedade contemporânea tem em relação aos recursos da geodiversidade, em geral, e aos elementos químicos, combustíveis fósseis e a água, em específico.

Dentre as inúmeras feições paisagísticas, recursos minerais e hídricos e exemplares da diversidade geológica em geral, alguns podem ser salientados, pela engenhosidade humana, como tendo algum valor de destaque em relação aos demais. A esses, será designado o termo *patrimônio geológico*. Geodiversidade e patrimônio geológico têm, portanto, íntima ligação, porém estão longe de serem sinônimos. O primeiro deles tem uma gama ampla que abrange todas as coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas do planeta Terra (Gray 2004) e o segundo, em sentido amplo, se refere ao conjunto de elementos da geodiversidade que possuem importância notável.

O patrimônio geológico, para Muñoz (1988), é

constituído por georrecursos culturais, que são recursos não renováveis de índole cultural, que contribuem para o reconhecimento e interpretação dos processos geológicos que modelaram o Planeta Terra e que podem ser caracterizados de acordo com seu valor (científico, didático), pela sua utilidade (científica, pedagógica, museológica, turística) e pela sua relevância (local, regional, nacional e internacional). (Muñoz, 1988 *apud* Nascimento *et al.* 2008, p. 11)

sendo, portanto restringidos e apresentados como patrimônios geológicos apenas uma pequena parcela da geodiversidade, notavelmente aquelas que apresentam valores culturais. Já Uceda (1996) postulou uma definição de patrimônio geológico muito similar com as de geodiversidade, acabando por ampliar o campo desse tipo de patrimônio, o qual, para o autor,

inclui todas as formações rochosas, estruturas, acumulações sedimentares, formas, paisagens, depósitos minerais ou paleontológicos, coleções de objetos geológicos de valor científico, cultural ou educativo, podendo incluir ainda elementos da arqueologia industrial relacionada com instalações para a exploração de recursos do meio geológico. (Uceda, 1996 *apud* Nascimento *et al.* 2008, p. 11)

As definições de Muñoz (1988) e Uceda (1996), ainda que diferentes uma da outra, seguem o sentido amplo do termo, pois relacionam um conjunto definido de elementos a uma importância, ou valor relativo. Brilha (2005, p. 52), diz que “patrimônio geológico é definido pelo conjunto dos geossítios

inventariados e caracterizados numa dada área ou região”. Portanto, se começa a restringir o emprego do termo, uma vez que se faz necessária a delimitação geográfica da ocorrência.

As discussões e pensamentos incipientes sobre as delimitações do termo patrimônio geológico e dele propriamente dito foram acompanhados pela teorização acerca da necessidade de manutenção desse bem natural. Postulou-se, para tanto, o termo *geoconservação* para designar a proteção e conservação da geodiversidade e, ainda imaturo enquanto ao que deve conservar estritamente, o termo vem sendo empregado para quaisquer ações de conservação que envolvam a diversidade geológica em sua forma geral.

Segundo Brilha (2005), a geoconservação pode originar vivas discussões entre os que pretendem conservar tudo o que apresente algum valor e aqueles que pretendem conservar apenas os expoentes máximos da geodiversidade. Para tanto, o autor sugere a mediação entre os extremos e explica que

como é impossível conservar toda a geodiversidade, a geoconservação só deve ser concretizada depois de um acurado trabalho de definição daquilo que deve ser considerado como patrimônio geológico. (Brilha 2005, p. 52)

A já citada definição de patrimônio geológico para Brilha (2005) está pautada pela definição de *geossítios*, os quais o autor denomina como a

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

Sobre os valores dos geossítios – ou sítio geológicos – e sobre suas importâncias, os geólogos atuantes pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) Schobbenhaus & Silva (2010) comentaram que

os sítios geológicos não são apenas objetos tridimensionais naturais, mas eles nos fornecem informações sobre uma quarta dimensão: a história da dinâmica da Terra e a história da vida da Terra [...]. São assim locais-chave para o entendimento da história da Terra e da vida, desde a sua formação, e por isso devem ser preservados para futuras gerações (geoconservação). Isso somente poderá ser alcançado através da educação em geociências. (Schobbenhaus & Silva, 2010, p. 3)

Sobre a importância enfatizada por Schobbenhaus & Silva (2010) acerca do papel fundamental da geologia, por meio dos geossítios, para o entendimento da dinâmica do planeta e da vida. Brilha (2005) ainda acrescentou o valor único do patrimônio geológico e da geoconservação “não só por ser fundamental para a manutenção da biodiversidade, mas também porque a geodiversidade, só por si, tem um valor intrínseco, mesmo que não se encontre diretamente associada a qualquer forma de vida” (Brilha, 2005, p. 51).

No âmbito crescente das relevâncias quanto à geoconservação, em particular, e à geodiversidade, em geral, surgem os chamados *geoparques* como unidades geográficas de maior magnitude para o reconhecimento das feições geológicas. Essa nomenclatura é empregada para locais que recebem um selo de excelência, atribuído pela Rede Global de Geoparques sob os auspícios da UNESCO, seguindo as diretrizes encontradas no documento *Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network* (UNESCO, 2010).

De maneira sintética, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) definiu que , um geoparque nos moldes da UNESCO é

é uma área onde sítios do patrimônio geológico representam parte de um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. Um geoparque deve gerar atividade econômica, notadamente através do turismo, e envolve um número de sítios geológicos de importância científica, raridade ou beleza, incluindo formas de relevo e suas paisagens. Aspectos arqueológicos, ecológicos, históricos ou culturais podem representar importantes componentes de um Geoparque. (CPRM, 2011).

Schobbenhaus & Silva (2010), ao sintetizarem as definições da UNESCO sobre geoparques, reconheceram que:

a) é uma área com limites bem definidos, envolvendo um número de sítios do patrimônio geológico-paleontológico de especial importância científica, raridade ou relevância estética ou cênica. Aspectos arqueológicos, ecológicos, históricos ou culturais podem também representar e devem ser vistos como importantes componentes de um geoparque;

b) em princípio, representa um território (paisagem) que é suficientemente grande para gerar atividade econômica - notadamente através do turismo.

c) pequenos afloramentos ou exposições de rochas, mesmo tendo importância científica, normalmente não têm esse potencial;

d) terrenos que são de interesse geológico-paleontológico (e arqueológico e biológico), mas que não tem público permanente, ou localizam-se em locais muito remotos para gerar atividade econômica, não deveriam servir normalmente como geoparques. O conceito de geoparque é elaborado para relacionar as pessoas com o seu ambiente geológico-paleontológico e geomorfológico; essa caracterização pode mudar com a evolução socioeconômica da região no tempo;

e) tem de prover pela educação ambiental, treinamento e desenvolvimento de pesquisa científica nas várias disciplinas das Ciências da Terra, e dar destaque ao ambiente natural e às políticas de desenvolvimento sustentável;

f) deve ser proposto por autoridades públicas, comunidades locais e interesses privados agindo em conjunto;

g) deve fazer parte de uma rede global que, por sua vez, deve demonstrar e compartilhar as melhores práticas com respeito à conservação do Patrimônio da Terra e à sua integração em estratégias de desenvolvimento sustentável. (Schobbenhaus & Silva, 2010, p. 6)

Para designar as atividades econômicas e de desenvolvimento sociais comentadas, surge formalmente o termo *geoturismo*, que é essencialmente entendido como "turismo geológico" e se centra na geodiversidade, tendo interesse especial focado na geologia e na formação de paisagens (Schobbenhaus & Silva 2010, p. 3).

Embora os elementos da geosfera tenham, desde longa data, importante papel no turismo desenvolvido no planeta, são recentes os termos que designam o turismo geológico em especial. Nascimento *et al.* (2008) creditaram, ao pesquisador inglês Thomas Hose, a ampla divulgação do termo, que o definiu em 1995 e o revisou em 2000. Para Hose, geoturismo pode ser designado para

a provisão de facilidades interpretativas e serviços para promover o valor e os benefícios sociais de lugares e materiais geológicos e geomorfológicos e assegurar sua conservação, para uso de estudantes, turistas e outras pessoas com interesse recreativo ou de lazer (Hose, 2000, *apud* Nascimento *et al.*, 2008, p. 40).

Adicionalmente, Stueve *et al.* (2002) definiram geoturismo como o "turismo que mantém ou reforça as principais características geográficas de um lugar – seu ambiente, cultura, estética, patrimônio e o bem-estar dos seus residentes" (Stueve *et al.*, 2002, *apud* Nascimento *et al.*, 2008, p. 41).

No cenário brasileiro, por exemplo, 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. Schobbenhaus & Silva (2010) confirmam dizendo que “o Brasil tem um enorme potencial geoturístico e condições favoráveis para desenvolver plenamente essa atividade, de maneira a usufruir dos benefícios sociais que ela pode oferecer” (Schobbenhaus & Silva, 2010, p. 4).

Quanto às potencialidades geoturísticas do estado do Rio Grande do Sul, o professor André Weissheimer de Borba (2011), exemplificou em linhas gerais a geodiversidade do estado. Afirmou que o panorama geológico e geomorfológico da região tem “rica e variada geodiversidade, aspectos interessantes de cultura e biodiversidade” (Borba, 2011, p. 11), propondo ser necessária a educação por parte da população e dos próprios geocientistas e estudantes para se aplicar as estratégias de geoconservação.

Parafraseando Murray Gray, Borba (2011) apontou o Escudo Sul-Rio-Grandense como *hotspot de geodiversidade*, exemplificado pelos locais Cerro Mantiqueiras, Dorsal de Canguçu, Pedras do Segredo e Pintada, essas referenciadas como maravilhas turísticas pouco exploradas. Citou também, as qualidades paleontológicas das rochas sedimentares da Bacia do Paraná, os cânions da região de Cambará do Sul, os campos de dunas em Cidreira e Itapeva entre outros.

Borba (2011) também afirmou a importância da participação de variados agentes da sociedade para as iniciativas de proteção, inclusive por parte dos gestores públicos em geral, e concluiu que os conceitos da geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação “aproximam o conhecimento geocientífico das questões da proteção do meio ambiente, do ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável” (Borba, 2011, p. 11).

No contexto internacional, salienta-se a iniciativa da UNESCO para apoiar a criação de geoparques, a qual responde à forte demanda expressa por muitos países por uma rede global no sentido de preservar e aumentar o valor do patrimônio da Terra, suas paisagens e formações geológicas, que são testemunhas-chave da história do nosso planeta (UNESCO 2010, p. 2).

O geólogo brasileiro Rualdo Menegat trouxe, em 2009, uma interessante visão acerca da importância dos geoparques. Fez uma relação direta entre a geodiversidade e o desenvolvimento humano, se valendo do estudo da evolução cognitiva *na* e *com* a paisagem desde o *Homo habilis* até a sociedade contemporânea. Para o autor:

o tema dos geoparques abre uma perspectiva inteiramente nova na nossa ciência e prática profissional, pois permite que sejamos

capazes de introduzir as geociências na esfera cultural, contribuindo para a noção de que a cultura humana não é independente da natureza (Menegat, 2009, p. 93).

Para além, propõe o campo da *Geologia Cultural*:

O estudo dessa interface entre natureza e humanidade tem sido feito por diversos campos disciplinares e sub-disciplinares [...] Será que não caberia aqui um campo para a Geologia Cultural, que se preocupasse em pensar como a Geologia interfere na cultura humana? (Menegat, 2009, p. 93).

Aprofundando os pontos teóricos quanto à polaridade natureza e cultura e o estudo interdisciplinar dessa, Menegat (2006) afirmou que

a ideia de que a humanidade se inscreve numa História Natural adquire importância a partir da obra *Origem das Espécies*, publicada em 1859 por Charles Darwin (Menegat, 2006, p. 24).

Salientando as dificuldades metodológicas da interface já citada, Menegat (2006) afirmou que se pode descrever um quadro geral de crescimento dos estudos que se propõem a pesquisar a intrínseca ligação entre natureza, cultura, humanidade e civilização. Para tanto, citou os passos de Humboldt (1845), Ratzel (1891) e outros como precursores no assunto e trouxe uma variada gama de trabalhos atuais, como por exemplo, *The Cultural Landscape* (Salter, 1971), *Human Ecology: the story of our place in nature from prehistory to the present* (Campbell, 1983), *The anthropology of landscape, perspectives on place and space* (Hirsch & O’hanlon, 1997), *Historical ecology: cultural knowledge and changing landscapes* (Crumley, 1994), *Os homens na natureza* (Barrau, 1998) e *Civilizations* (Fernández-Armesto, 2000), estando esses referenciados em Menegat (2006).

Segundo Menegat (2006) “o lugar [...] é como uma impressão digital” e “a humanidade, suas coisas e seus costumes – sua identidade – também fazem parte da impressão digital do lugar” (Menegat, 2006, p. 36-37).

Por isso, um grupo humano ao estabelecer relações com um lugar e seus elementos, que podemos chamar de matriz do lugar [...], desenvolve uma lógica e, mesmo, um logos, uma forma típica de pensar (Menegat, 2006, p. 37).

Na tese intitulada *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*, Menegat (2006) afirmou que embora a paisagem entendida como objeto científico seja muito recente e ainda carregue uma forte conotação estética, derivada do Renascimento, a ciência da paisagem apresenta-se como uma ponte entre a natureza e a sociedade. Afirmou que “o estudo da paisagem implica, também, investigar a sua evolução e seus padrões de mudança no tempo” (Menegat, 2006, p.

17), o que permite sondar as relações que uma determinada civilização estabeleceu com as mesmas.

Para Menegat (2006),

o avanço desse estudo leva à compreensão da paisagem como uma totalidade primordial, que contextualiza o desenvolvimento da cultura dos grupos humanos num processo cognitivo de interação permanente com a mesma (Menegat, 2006, p. 17).

e sintetizou a definição de 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, cosmovisões e logos (Menegat, 2006, p. 18).

## **2.2 Os movimentos contemporâneos sobre a descoberta da geopaisagem**

O conceito de paisagem, bastante amplo e resumido ecologicamente como o resultado da interação dinâmica dos elementos biótico e abiótico que a compõem, pode ser entendido mais profundamente e do ponto de vista social e cultural pela definição supracitada trazida por Menegat (2006).

Uma vez que a relação mais ou menos simbiótica dos elementos vivos e não-vivos se dá na esfera material e imaterial, o termo “geopaisagem” será adotado para referenciar os elementos geológicos materiais existentes na paisagem, bem como para a importância desses elementos na compreensão imaterial da mesma.

O surgimento dos movimentos contemporâneos sobre assuntos ligados à geopaisagem – conservação, geodiversidade, geoconservação, geossítios, geoparques, geoturismo, etc. – datam da década de 1970, porém assumem maior visibilidade e estrutura a partir da década de 1990. A cronologia sobre geoconservação e um quadro sinótico (Quadro 2) foram elaborados por meio da leitura e compilação de dados encontrados em UNESCO (1972 e 2010), Declaração Internacional dos Direitos da Memória da Terra (1991), Gray (2004), Brilha (2005), Nascimento *et al.* (2008), Schobbenhaus & Silva (2010), SIGEP (2011) e CPRM (2011).

Quadro 1 - Sinopse da cronologia sobre geoconservação.

ANO	MOVIMENTOS
1972	Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, adotada pela Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO - <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> ).
1989/90	Lista Indicativa Global de Sítios Geológicos (Global Indicative List of Geological Sites ou GILGES). Sob as égides da UNESCO, da IUCN (International Union for Conservation of Nature) e da IUGS (International Union of Geological Sciences).
1991	I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, realizado em <i>Digne-Les-Bains</i> , França. Declaração Internacional dos Direitos da Memória da Terra. (aprovada no I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico).
1992	PROGEO (Associação Européia para Conservação do Patrimônio Geológico).
1993	Grupo de Trabalho Nacional de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, no âmbito do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral).
1996	II Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, realizado em Roma. Global Geosites da IUGS (Database on Geological Sites) – substituindo a antiga GILGES. Global Geosites Working Group-GGWG, constituído pela IUGS.
1997	Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP. 29ª Conferência Geral da UNESCO.
1999	Programa Geoparques (UNESCO).
2001	<i>Projeto Caminhos Geológicos</i> (Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro - DRM-RJ).
2002	Livro Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil, volume I (Schobbenhaus <i>et al.</i> , 2002).
2004	Livro Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature (Gray, 2004). Versão final de “Operational Guideline for Geopark Seeking UNESCO’s Assistance”. Rede Global de Geoparques ( <i>Geoparks Global Network</i> ), sob a tutela da UNESCO.
2005	Livro Patrimônio Geológico e Geoconservação. A Conservação da Natureza em sua Vertente Geológica (Brilha, 2005).
2006	Documento “Applicant’s Self-Evaluation and Progress Evaluation Forms for National Geoparks Seeking Assistance of UNESCO to Become Member of the Global Network of National Geoparks”. <i>Projeto Geoparques do Brasil</i> (Serviço Geológico do Brasil-CPRM) Geoparque do Araripe ( <i>Geopark Araripe</i> ), no Ceará, Brasil. Primeiro geoparque do continente americano e do Hemisfério Sul – único até 2011.

2009	Livro Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil, volume 2 (Winge <i>et al.</i> , 2009). Encaminhada a proposta de candidaturas à Rede Global de Geoparques: Quadrilátero Ferrífero - Brasil.
2010	Encaminhada a proposta de candidaturas à Rede Global de Geoparques: Bodoquena-Pantanal - Brasil.
2012	Livro Geoparques do Brasil: propostas (Schobbenhaus & Silva, 2012).

Em 1972, a *Convenção Para a Protecção do Património Mundial, Cultural e Natural*, é adotada pela Conferência Geral da UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). Tal Convenção tem papel pioneiro no âmbito da conservação do ambiente, uma vez que gera uma definição mundial em relação ao património natural, sendo considerado, no Artigo 2º, como:

Os monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas ou por grupos de tais formações com valor universal excepcional do ponto de vista estético ou científico;

As formações geológicas e fisiográficas e as zonas estritamente delimitadas que constituem habitat de espécies animais e vegetais ameaçadas, com valor universal excepcional do ponto de vista da ciência ou da conservação;

Os locais de interesse naturais ou zonas naturais estritamente delimitadas, com valor universal excepcional do ponto de vista a ciência, conservação ou beleza natural. (UNESCO, 1972, p. 2)

O mesmo documento, no Artigo 4º declarou que:

Cada um dos Estados parte [...] deverá reconhecer que a obrigação de assegurar a identificação, protecção, conservação, valorização e transmissão às gerações futuras do património cultural e natural [...] e situado no seu território constitui obrigação primordial (UNESCO, 1972, p. 3).

Já a partir das décadas de 80 e 90, começaram a surgir movimentos mais consolidados de conservação do património natural e começam a ser publicados artigos científicos fazendo referências aos termos património geológico e geodiversidade. Dentre importantes ações estão a *Declaração dos Direitos da Memória da Terra*, a *Global Geosites*, a *SIGEP*, o *Programa Geoparques*, a *Rede Global de Geoparques* e o *Projeto Geoparques do Brasil*.

Sob a égide da UNESCO, da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN- e da União Internacional das Ciências Geológicas – IUGS, em 1989/90, é criada a *Lista Indicativa Global de Sítios Geológicos*

(*Global Indicative List of Geological Sites* ou GILGES). No Brasil, três anos depois, em 1993, é formado o Grupo de Trabalho Nacional de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, no âmbito do DNPM.

No ano de 1991, em *Digne-Les-Bains*, França, no I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, foi aprovada, a *Declaração Internacional dos Direitos da Memória da Terra* (ver anexo 8.1). Esse documento é composto por nove itens que vão desde o caráter único da Terra e da ligação entre as histórias dessa e da vida, até o advento de reconhecer o *Patrimônio Geológico* e de protegê-lo. No texto, consta que

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.

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.

Nós e a Terra compartilhamos uma herança comum [...]. Todas as formas do desenvolvimento devem, assim, ter em conta o valor e a singularidade desse patrimônio. (*Declaração Internacional dos Direitos da Memória da Terra*, 1991, p.1)

Em 1996, a GILGES foi substituída pela iniciativa *Global Geosites da IUGS (Database on Geological Sites)*, que permanecendo com os dados da GILGES, visa ser uma base objetiva de suporte para as iniciativas de proteção do patrimônio geológico, mediante elaboração de um inventário e base de dados global de sítios geológicos (Ruchkys 2007 apud Nascimento *et al.* 2008). Segundo Nascimento *et al.* (2008) o Projeto Geosites trabalha por meio de grupos de trabalho regionais, que são legitimados nacionalmente como comitês nacionais, agências ou serviços geológicos, necessitando que cada país estabeleça definitivamente seus marcos tectônicos e estratigráficos em estudos refinados.

Quanto a participação brasileira nos assuntos de geoconservação, em seguimento às ações do Grupo de Trabalho Nacional de Sítios Geológicos e Paleontológicos, foi instituída, com auxílio do DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, em 1997, a *Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP*.

A SIGEP é formada por membros de diversos ramos profissionais das geociências (SIGEP, 2011), como Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Academia Brasileira de Ciências – ABC, Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Instituto

Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis– IBAMA, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, Petróleo Brasileiro SA - Petrobras, Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE, Sociedade Brasileira de Geologia – SBG, Sociedade Brasileira de Paleontologia – SBP e União da Geomorfologia Brasileira - UGB.

Foi estabelecido que a principal atribuição da SIGEP estivesse apoiada no gerenciamento de um banco de dados nacional de geossítios, e sua disponibilização em sítio digital. Como parte dos objetivos do Programa, a SIGEP estabeleceu a meta de editar livros técnicos – Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil - abordando, com riqueza de detalhes, os mais destacados sítios geológicos e paleontológicos do Brasil. Segundo Schobbenhaus & Silva (2010)

a SIGEP com site na Internet [...] publicou, em 2002, um primeiro volume sobre 58 sítios, desencadeando o interesse de geólogos em todo o país e levando ao surgimento de iniciativas isoladas, dentro do contexto de crescente interdisciplinaridade e preocupação pelo meio ambiente. Um segundo volume também se encontra impresso (2009), contendo novos 40 geossítios referendados por essa Comissão. (Schobbenhaus & Silva, 2010, p. 4)

Esta ampla divulgação, na internet e em livros, objetiva não só cumprir a meta de realizar o inventário de sítios geológicos, mas de fomentar ações de preservação e conservação imediatas, principalmente de sítios que estão em risco ou processo de depredação e, mesmo, extinção. Para tal, a SIGEP, desde 1998 tem distribuído cartas-convite a instituições e pesquisadores incentivando-os à proposição de sítios e tem fomentado a elaboração de descrições dos sítios em linguagem popular para publicação na Internet (SIGEP, 2011).

Exercendo esse papel incentivador para a identificação, proposição e caracterização de sítios geológicos no Brasil, a SIGEP coordenou a publicação de dois volumes do livro *Sítios Geológicos e Paleontológicos Do Brasil*, em 2002 e 2009. Os volumes 1 e 2 do livro *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil* contam com a descrição de 98 sítios organizados segundo capítulos individuais. Os sítios foram classificados de acordo com suas características geológicas mais significativas dentro das seguintes categorias: paleontológico, paleoambiental, sedimentológico, geomorfológico, marinho, ígneo, espeleológico, história da geologia, astroblema, estratigráfico, hidrogeológico, história da geologia e da mineração e tectônico. Para o ano de 2012, a SIGEP já referendou 168 sítios em se somando aqueles publicados nos volumes 1 e 2, os publicados pela internet e que estão aguardando descrição (Figura 13

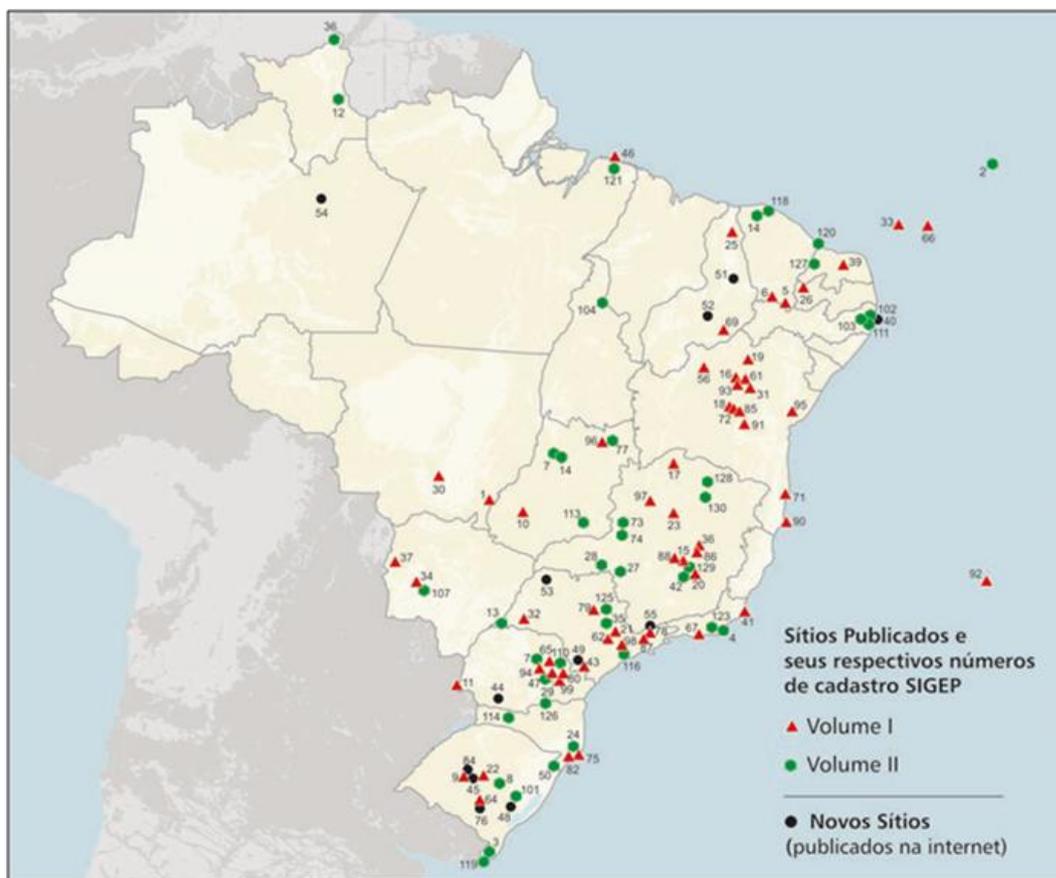


Figura 13 - Sítios publicados pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (Schobbenhaus & Silva, 2012).

Em 1999, o *Programa Geoparques*, desenvolvido pela UNESCO, é lançado destacando-se por atender a necessidade específica de reconhecimento e conservação do patrimônio geológico da mesma forma que o Programa Reserva da Biosfera se destaca por sua ênfase ao patrimônio biológico (Nascimento *et al.* 2008). Em consonância com o crescente prestígio e importância que esse tema exerceu, a UNESCO passa a publicar documentos guia para a consolidação efetiva da geoconservação (UNESCO, 2010) e passa a tutelar uma rede unificada de geoparques.

Conhecida como *Rede Global de Geoparques (Global Geoparks Network-GGN)*, criada em 13 de fevereiro de 2004, em reunião realizada na sede da UNESCO em Paris, a iniciativa responde à forte demanda expressa por muitos países, no sentido de aumentar o valor do patrimônio da Terra, suas paisagens e formações geológicas. A GGN opera de acordo com os regulamentos da UNESCO (UNESCO, 2010), sendo uma rede internacional não-governamental, voluntária e sem fins lucrativos que fornece uma plataforma de cooperação entre os geoparques, reunindo órgãos governamentais, organizações não governamentais, cientistas e comunidades de diversos países.

As propostas para a denominação de um geoparque com o selo de excelência “Geoparque da UNESCO” passam por um Conselho Consultivo Internacional de Geoparques e pelo Diretor Geral da UNESCO, devendo antes disso, seguir as diretrizes publicadas no documento “*Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)*”, primeiramente de 2004 e atualizado até 2010 (UNESCO, 2010).

Em outubro de 2010 a rede já comportava 77 geoparques em 25 países de diversas partes do mundo. Até a referida data, 18 novos projetos de aspirantes a geoparques foram submetidos à GGN (3 da América, 5 da Ásia e 10 da Europa).

Um importante papel indutor na criação de geoparques para o território brasileiro é o *Projeto Geoparques do Brasil*, criado pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM, em 2006 (CPRM, 2011). Esse projeto tem como premissa básica a identificação, levantamento, descrição, inventário, diagnóstico e ampla divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques no território nacional.

A ação catalisadora desenvolvida pela CPRM representa, entretanto, somente o passo inicial para o futuro geoparque. A posterior criação de uma estrutura de gestão do geoparque, contando com pessoal técnico especializado e outras iniciativas complementares, é essencial e deve ser proposta por autoridades públicas, comunidades locais e interesses privados agindo em conjunto.

O Brasil com sua rica geodiversidade contendo testemunhos de praticamente todas as eras geológicas (Schobbenhaus & Silva, 2010), aliada à sua imensa extensão territorial, possui grande potencial para a proposição de geoparques. Segundo análise feita em Nascimento *et al.* (2008), dos 62 Parques Nacionais brasileiros criados pelo IBAMA até 2006, 42 desses têm no patrimônio geológico um dos principais atrativos.

Segundo o Serviço Geológico do Brasil,

a existência de registros do patrimônio geológico [...] não é suficiente para a proposição de um geoparque, na concepção da Rede Global de Geoparques. É necessário [...] proteger e gerir o patrimônio geológico de forma sustentável, maximizando o geoturismo em benefício da economia local e ajudando as pessoas a compreenderem a evolução de sua paisagem. (CPRM, 2010)

Até 2011, o Brasil tem somente um geoparque integrado na Rede Global de Geoparques, o *Geopark Araripe* (2006), sendo o primeiro das Américas e até o presente ano o único geoparque latino-americano. Outros dois aspirantes a geoparques encaminharam suas respectivas propostas de

candidaturas à Rede: Quadrilátero Ferrífero, em dezembro de 2009, e Bodoquena-Pantanal, em outubro de 2010.

Schobbenhaus & Silva. (2010) publicaram que a crescente aceitação e interesse da comunidade em geral e científica em específico, levam a prever que certamente teremos em futuro próximo a implantação de novos geoparques no Brasil. No ano de 2012, foi publicado o livro *Geoparques do Brasil: propostas* (Schobbenhaus & Silva, 2012), o qual ilustra de forma atualizada o cenário brasileiro quanto ao assunto. No livro organizado por Schobbenhaus & Silva (2012), foi publicado, para o ano de 2012, um mapa com a localização das propostas de geoparques avaliadas, em avaliação e programadas (Figura 14).

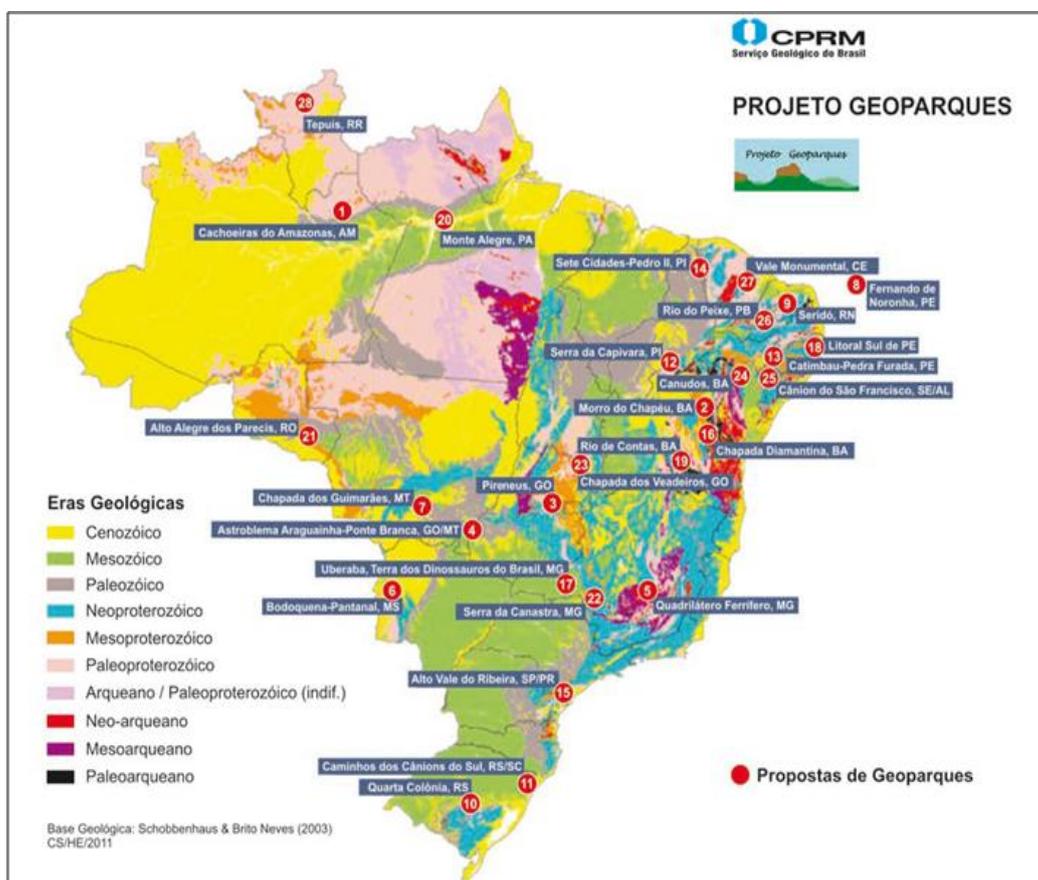


Figura 14 - Propostas de Geoparques já avaliadas, em avaliação e programadas. (Schobbenhaus & Silva 2010, p. 10).

Destacam-se, na região do estado do Rio Grande do Sul, as propostas dos Geoparques Quarta Colônia (RS), com interesses paleontológico e estratigráfico (Godoy *et al.*, 2012b) e Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC), com interesses beleza cênica, geomorfológico, ígneo e estratigráfico (Godoy *et al.*, 2012a).

Outra modalidade atual de abordagem do patrimônio geológico por meio do geoturismo são os *caminhos geológicos* ou *trilhas interpretativas*. Tal

abordagem nasce da necessidade de melhorar a interface do indivíduo com o objeto geológico em questão, o qual muitas vezes está fora do contexto de saberes das pessoas, e propõe, para tanto, uma visitação de geossítios com informações ao longo da visitação. A facilitação para o entendimento do contexto geológico pode ser feita por meio de painéis e placas, folders, informação digital, entre outras (UNESCO, 2010; Mansur & Nascimento, 2007; Brilha, 2005)

Para o cenário brasileiro, destaca-se aqui, os trabalhos desenvolvidos em parceria entre as instâncias geológicas e as universidades públicas, como por exemplo, o projeto *Caminhos Geológicos*, desenvolvido desde 2001 pela parceria Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro (RJ) e Universidade Estadual do RJ. O trabalho de Mansur & Nascimento (2007) trouxe uma abordagem sobre o referido projeto e abordou a importante visão sobre o valor cultural da visitação dos monumentos geológicos por parte da população, bem como na importância desse valor ser abordado nas instituições de ensino de base. Para tal, exemplificou que

em outubro de 2003, duas áreas de costões rochosos no município Armação de Búzios, balneário turístico de projeção internacional, foram tombadas pelo INEPAC – Instituto Estadual do Patrimônio Cultural, em cujo processo considerou-se a geologia um bem cultural da sociedade. (Mansur & Nascimento, 2007, p. 250)

Para além, ainda em relação ao projeto *Caminhos Geológicos*, publicaram que

a educação ambiental é parte importante de seu escopo, principalmente por meio da aplicação dos cadernos interativos para a 2ª e 4ª séries produzidos para o projeto e disseminados com o apoio da Secretaria Municipal de Educação. (Mansur & Nascimento, 2007, p. 253)

Dentre as clássicas definições da geoconservação, e dito isso para os 20 presentes anos, se salienta os valores atribuídos aos patrimônios geológicos em termos de importâncias intrínseca, estética, econômica, cultural e científico-pedagógica. Para tal, valeu-se da definição trazida por Brilha (2005), essa que pode ser somada com Uceda (2000), Hose, (2000), Panizza (2009) e García-Cortéz & Carcavilla (2009), as quais resultam na definição de que os valores de importância dos patrimônios geológicos são tanto maiores, quanto mais elementos de valoração esses patrimônios transpassarem, ou seja, quanto mais variada a gama de importâncias o sítio apresentar.

Nessa mesma lógica, se propõe que sejam pesquisadas e relevadas características transdisciplinares para a análise de uma dada região. Características que devem, se possível, ser analisadas em termos espaço-temporais de evolução (Menegat, 2009).

## 2.3 Estratégias para a geoconservação

De uma maneira geral, a comunidade geocientífica tem se mostrado um pouco mais aberta para tornar os assuntos da Terra em temas também culturais. Isso pode ser evidenciado pelos movimentos de descoberta da geodiversidade, os quais já foram mencionados no item 2.2 do presente trabalho, e que tem sido denominado de geoconservação. Do ponto de vista jurídico, os mecanismos de conservação da diversidade geológica, encontram-se pouco específicos no âmbito da legislação. Em geral, os instrumentos se colocam como “Recomendações e Sugestões”, ou “Declarações e Orientações Gerais” publicadas por autores e por organizações governamentais e não governamentais (UNESCO, 2010).

Diferentemente da conservação da biodiversidade, caracterizada em muitas vezes pelo excesso conservacionista, a conservação da geodiversidade tem estado intimamente ligada ao desenvolvimento sustentável das sociedades próximas aos patrimônios protegidos. Para o cenário brasileiro, salienta-se a lei nº 9.985 (18 de julho de 2000) que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. Tal sistema nasce com a finalidade de conservar e estabelecer limites para garantir a preservação das unidades, referindo-se ao patrimônio geológico em apenas um dos treze objetivos principais.

Dado o problema entre as precárias instâncias legais, de um lado, e as nascentes, e cada vez mais numerosas, instâncias não governamentais, de outro, traz-se aqui uma definição das estratégias não-governamentais que possibilitam a ação de geoconservação. Revisando Uceda (2000), Brilha (2005) publicou uma metodologia que se propõe a ser capaz de tornar o menos subjetivo a escolha de sítios que devam ser preservados como patrimônio geológico, técnica apropriada e modificada por outros autores (Nascimento *et al.*, 2008). Para Brilha,

as estratégias de conservação consistem na concretização de uma metodologia de trabalho que visa sistematizar as tarefas no âmbito da conservação do Patrimônio Geológico de uma dada área [...]. Estas tarefas devem ser agrupadas nas seguintes etapas sequenciais: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização e divulgação e, finalmente, monitorização; (Brilha, 2005, p. 95)

As sete etapas sequenciais podem ser encontradas na íntegra no livro "*Patrimônio Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza em sua Vertente Geológica*" (Brilha, 2005, p. 95 - 111) e serão expostas a seguir de maneira resumida segundo suas características principais.

A etapa de inventariação é feita pelo reconhecimento e levantamento gerais da área, definição dos tipos de sítios, localização desses em carta topográfica, geológica e em GPS, bem como por meio de fotografia,

caracterização em campo com base em uma ficha de descrição e, por fim, pela pesquisa bibliográfica acerca dos locais. Para o tempo envolvido nessa etapa, Brilha salientou que esse depende da diversidade de sítios e do número e experiência da equipe envolvida. Para além, sugeriu a ficha de caracterização proposta pela ProGEO-Portugal, indicando que as modificação e adaptações dessa são positivas para a obtenção de uma ficha voltada especialmente para a área de estudo.

A etapa de quantificação pode ser feita em simultâneo com a inventariação, e consiste na atribuição de um valor ou relevância de um dado sítio. Esse valor deve ser calculado com base no maior número de critérios possíveis, como, por exemplo, nas características intrínsecas do sítio, no seu uso potencial e no nível de proteção necessário.

Segundo o autor português, o desenvolvimento dessa metodologia de análise da importância dos sítios é fundamental uma vez que orienta a ordem dos passos de conservação do patrimônio geológico de uma dada região, explicando que

como é impossível dedicar igual atenção a todos e porque, na verdade, não têm todos o mesmo grau de relevância, a seriação vai orientar a escolha dos primeiros geossítios a serem sujeitos às etapas posteriores da estratégia de Geoconservação. (Brilha, 2005, pg. 96)

A inventariação e quantificação são os processos base para as práticas de geoconservação, sendo as que mais demandam tempo e atenção. Essas demandas estão em parte ligadas ao extenso trabalho de descrições na inventariação e, também, na atribuição das relevâncias na etapa de quantificação. Para esta etapa de quantificação dos sítios, Brilha (2005) estabelece três critérios:

- Intrínsecos ao sítio: abundância/raridade; extensão; grau de conhecimento científico; utilidade como modelo para ilustração de processos geológicos; diversidade de elementos de interesse; local-tipo; associação com elementos de índole cultural; associação com outros elementos do meio natural; e estado de conservação.
- Relacionados ao uso potencial: possibilidade de realizar atividades (científicas, pedagógicas, turísticas, recreativas); condições de observação; possibilidade de colheita de objetos geológicos; acessibilidade; proximidade a povoações; número de habitantes; e condições sócio-econômicas.
- Relacionados com a necessidade de proteção do geossítio: ameaças atuais ou potenciais; situação atual; interesse para a exploração mineira; valor dos terrenos; regime de propriedade; e fragilidade.

O autor salientou, ainda, que para fins de apresentação das informações, deve ser feita uma quantificação dos três critérios, em termos de valores

de 1 a 5, sendo o cálculo do valor de importância feito tanto por meio da média simples dos critérios, quanto por média ponderada de acordo com o interesse de se salientar mais um critério em relação aos outros. Colocou também que mesmo sendo ponderada, a valoração deve apresentar os valores parciais referentes a cada conjunto de critérios para que esses possam ser utilizados por trabalhos posteriores e com diferentes focos de interesse. Tanto as explicações sobre os itens dos três critérios e a apresentação dos valores de 1 a 5 para as mesmas, quanto os cálculos ponderados de acordo com o âmbito nacional, estadual e municipal dos sítios pode ser visualizada na obra original do autor (Brilha, 2005, p. 96 - 105).

A etapa de classificação dos sítios refere-se ao enquadramento destes nos diferentes âmbitos legais e constitucionais. Brilha (2005) abordou os âmbitos nacional, regional e local, e municipal, trazendo exemplos portugueses de classificação. O autor enfatizou que a instância municipal é a mais acessível e que, portanto, deve ser a primeira utilizada, não excluindo as possibilidades de enquadramentos posteriores nos demais âmbitos.

Nascimento *et al.*, (2008) trouxeram os exemplos brasileiros legais para essa questão. Segundo os autores, a Lei nº 9.985 (18 de julho de 2000), que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC - pode ser utilizado para a classificação do patrimônio geológico. Salientaram também os entraves burocráticos da lei nacional. Todavia, citaram que dentre as categorias de unidades de conservação que melhor se aplicam para o patrimônio geológico estão os Parques Nacionais, Monumentos Naturais, Áreas de Proteção Ambiental e Reservas Particulares do Patrimônio Natural, mesmo que essas sejam aplicadas geralmente à proteção da biodiversidade.

Seguindo a sugestão trazida por Brilha (2005), os autores brasileiros também indicaram o enquadramento do patrimônio geológico primeiramente no âmbito municipal por meio de aprovação da Câmara Municipal de Vereadores (Nascimento *et al.*, 2008).

A etapa de conservação, como proposta por Brilha (2005), consiste na análise da vulnerabilidade do sítios relativa à degradação ou perda por fatores naturais e/ou antrópicos. O autor explicou que

sendo técnica e financeiramente impossível conservar todos os geossítios, aqueles a serem conservados devem corresponder aos mais valorizados em termos de relevância. (Brilha, 2005, p. 107)

Propôs ainda, que a conservação tem como principal objetivo o manutenção da integridade física do sítio, bem como da acessibilidade a esse pelo público. Chamou especial atenção aos riscos de conservação

advindos da erosão natural e do vandalismo, justificando-se nesses casos a retirada dos materiais de interesse para museus e universidades ou até o cercamento do local.

A etapa de valorização e divulgação do patrimônio geológico deve ser efetuada sempre precedida por medidas de conservação que diminuam quaisquer vulnerabilidades dos sítios, sendo, portanto, aplicadas primeiro para os sítios de baixa vulnerabilidade e posteriormente para os aqueles que se pretendeu diminuir a vulnerabilidade. A valorização do geossítio, por sua vez, deve preceder a divulgação, sendo o primeiro passo caracterizado pelo conjunto de ações de informação e interpretação que vão auxiliar o público no entendimento do sítio e do valor desse.

O autor traz como exemplos de valorização, a produção de painéis interpretativos, percursos e folhetos temáticos, páginas de internet e CD ou DVD ROMs. Para além, lembrou que "os diferentes produtos da valorização devem ser dirigidos a audiências distintas, desde o público em geral ao mais especializado, sem esquecer o público escolar" (Brilha, 2005, p. 108), complementando com dados da Scottish Natural Heritage (1997), segundo os quais, as pessoas retêm 10% do que escutam, 30% do que lêem, 50% do que observam e 90% do que fazem (SNH, 1997, *apud* Brilha, 2005).

Feita a valorização, parte-se para a etapa de divulgação, que consiste no ato de disponibilizar as informações dos sítios e incentivar a visita aos mesmos. Lembra-se, novamente, que a conservação dos sítios é fundamental para esses passos, uma vez que ela possibilita a manutenção em longo prazo, tanto do sítio como dos benefícios gerados por ele.

São exemplos nacionais, projetos como Caminhos Geológicos do Rio de Janeiro e Bahia, Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná e Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte. A divulgação desses projetos e de outro tantos, tem sido feita por meio de publicações em livros, painéis explicativos e interpretativos, folhetos, mapas de pontos, diagnósticos de potenciais geoturísticos, publicações de roteiros geocientíficos, bem como de publicações e excursões virtuais (CPRM, 2012).

Por fim, feitas as etapas de inventariação, quantificação, valoração e documentação, deve ser iniciada a etapa de monitorização dos sítios geológicos. Essa etapa consiste na definição de ações concretas com vistas a manutenção da relevância dos sítios e deve ser implementada pela revisão técnica feita anualmente para o local do sítio, uma vez que o valor de importância do mesmo pode mudar com o passar do tempo, por exemplo, devido ao crescimento da vegetação ou da ocupação urbana.

Apesar de nem sempre ser possível, deve ainda ser considerada, no âmbito da monitorização de um geossítio, a

determinação da estimativa do número de visitantes e sua tipologia. (Brilha, 2005, p. 110)

Outra iniciativa de geoconservação é apresentada pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos - SIGEP - por meio de um formulário intitulado "Proposta de sítio geológico ou paleobiológico do Brasil a ser preservado como patrimônio natural da humanidade (SIGEP, 2011). Nesse formulário são requeridos alguns itens para identificação do sítio, sejam estes: nome do sítio; proponente; tipologia(s) do sítio; localização; justificativa; breve descrição do sítio; vulnerabilidade do sítio a atividade de mineração ou degradação ambiental; situação atual de conservação e órgão responsável pela proteção; e bibliografia referente ao sítio proposto ordenada por data. Tal formulário de proposta deve ser preenchido e enviado para avaliação por parte da comissão.

Da análise das metodologias propostas para avaliação de sítios geológicos, pode-se observar uma tendência mais efetiva de descrição não subjetiva, trazida por Brilha (2005), a qual se mostra mais completa e verificável do que a trazida pela SIGEP (2011).

Para os geoparques, salienta-se que, por definição parcial, são áreas geográficas com limites conhecidos e nas quais se encontram uma série de sítios do patrimônio geológico. Portanto, as metodologias discutidas para a definição dos geossítios se aplicam necessariamente aos geoparques. Quanto as questões de representação legal dos geoparque trazidas pela UNESCO (2010) e traduzidas e resumidas por Schobbenhaus & Silva (2010), pode-se salientar dois pontos importantes, sejam eles: 1) um geoparque não é uma unidade de conservação, nem é uma nova categoria de área protegida, podendo ser inteiramente diferente das áreas protegidas e regulamentadas dos Parques Nacionais ou Naturais; e 2) a definição de uma área como "Geoparque" não necessariamente afeta a condição legal da área, podendo ser acordado, com as autoridades responsáveis de cada país, condições de proteção a fim de associar a proteção da paisagem e dos monumentos naturais com o turismo e o desenvolvimento regional.

O consenso de que as leis jurídicas não têm englobado eficientemente as questões do patrimônio geológico é certa, porém aumentam os esforços por parte da comunidade geocientífica para a criação de mecanismos de geoconservação. Mecanismos abordados tanto por vias legais, quanto por vias cultural-educacionais, ambas em parceria com gestores públicos ou não (Menegat, 2000, 2007, 2008, 2009; Gray, 2004; Brilha, 2005; Brilha *et al.*, 2005; Nascimento *et al.*, 2008; Borba, 2011; Mansur & Nascimento, 2007; Mansur, 2009).

Configuram hoje no cenário geocientífico, duas vias de geoconservação. Uma delas visa a conservação dos expoentes geológicos de certos locais, vide inventários nacionais da geodiversidade, sendo para tal, necessária uma análise totalizadora com relação aos atributos geológicos da região

em questão (Garcia-Cortés *et al.*, 2001; Zouros, 2004; Brilha *et al.*, 2005; Brilha, 2005). Outra, embasa-se na necessidade de criar mecanismos de geoconservação via ações de geoeducação, os quais seriam capazes de interligar os assuntos da geologia e da Terra com as esferas sociais e culturais (UNESCO, 1999; 2010; Brilha, 2005; Menegat, 2009; Delphin, 2009). Ambas ações trabalham juntas para a conservação geológica, cada qual com uma escala e um meio para alcançá-la, podendo concluir-se que as metodologias de geoconservação, via quantificação e via educação, podem ser manuseadas e modificadas de acordo com os contextos nos quais se pretende inseri-las. Para o presente estudo, entender-se-á a qualidade positiva da adaptação de distintas técnicas metodológicas com intuito de gerar ferramentas de geoconservação com lógicas específicas para um determinado local.

O seguimento do trabalho apresenta a região de Porto Alegre como um modelado de contrastes da geodiversidade. Abrangendo relatos científicos feitos de maneira holística por naturalistas que estiveram na região e passando até aos estudos modernos e especializados, demonstrar-se-á o quanto aprofundados estão os saberes relacionados à localidade de Porto Alegre.

## 2.4 Porto Alegre: lugar de geodiversidade descrita desde os naturalistas do século XIX

Os primeiros estudos científicos acerca das regiões sul do continente americano foram feitos durante expedições científicas – ou viagens – ocorridas entre o século XIX e o ano de 1909 nas quais os estudiosos tratavam da observação, descrição e coleta de dados na forma integrada entre os diversos temas naturais. Segundo Menegat *et al.* (2006b), registros anteriores a esse período limitam-se a relatos de viagens e mapas, citando dentre esses, o mapa de José Custódio de Sá e Faria, em 1763 (Figura 15), como o mais preciso deles. Nesse mapa da região da Laguna dos Patos, com as localidades de Porto Alegre e Viamão na sua parte superior, podemos visualizar topônimos ainda hoje utilizados no vocabulário local, como são os exemplos dos rios "*Taquarí*", "*Cahy*", "*Sinos*" e "*Caravatahy*", a região de "*Viamão*" e a ponta de "*Itapuã*". Ainda empresta-se especial atenção a presença registrada do Delta do Jacuí representado literalmente por um triângulo geométrico. Os mesmos autores também citaram, como importantes colaboradores da história natural do Brasil e da região de Porto Alegre, o botânico Auguste de Saint-Hilaire [1779-1853], o botânico e mineralogista Friedrich Sellow [1789-1831], a influência e incentivo da princesa austríaca D. Leopoldina à vinda de naturalistas ao Brasil, o botânico Aimé Bonpland [1773-1858] e o geólogo americano Herbert H. Smith, que em 1896, legou um dos primeiros estudos completos da história geológica do Escudo Sul-Rio-Grandense.

Auguste de Saint-Hilaire, em sua excursão pelo Brasil, percorreu mais de 16.500 km no período de 1816 à 1822 e colecionou cerca de 7.000 espécies vegetais, sendo que seus dados de campo de 1820 a 1821 foram sistematizados e publicados nos livros *Viagens ao Rio Grande do Sul e Flora Brasiliæ Meridionalis* (Menegat *et al.*, 2006b). No primeiro dos livros citados, Saint-Hilaire fez descrições do relevo e das fisiografias da região de Porto Alegre, aludindo, por exemplo ao Delta do Jacuí e as paisagem do entorno

Alguns trechos dos rios mostram-se por trás das ilhas, e dessa mistura de água e terra resulta um conjunto muito agradável. Para completar esse quadro, acrescentarei que o horizonte é limitado pelos cumes da Serra Geral, que toma a direção de leste para o norte e se perde à distância. (Saint-Hilaire, 1987, p. 44)

A diversidade de paisagens de Porto Alegre já era percebida e descrita por esse naturalista que ainda ofereceu

Desejando-se apreciar uma paisagem diferente, mas também cheia de belezas, basta, logo que se chega ao ponto mais alto da cidade, na Rua da Igreja, voltar-se para o lado oposto àquele

que acabo de descrever [...] A lagoa se estende obliquamente para o sul, orlada de colinas pouco elevadas; confunde-se no horizonte com as nuvens e ao longe avista-se um rochedo esbranquiçado que surge no meio das águas (Saint-Hilaire, 1987, p. 44)

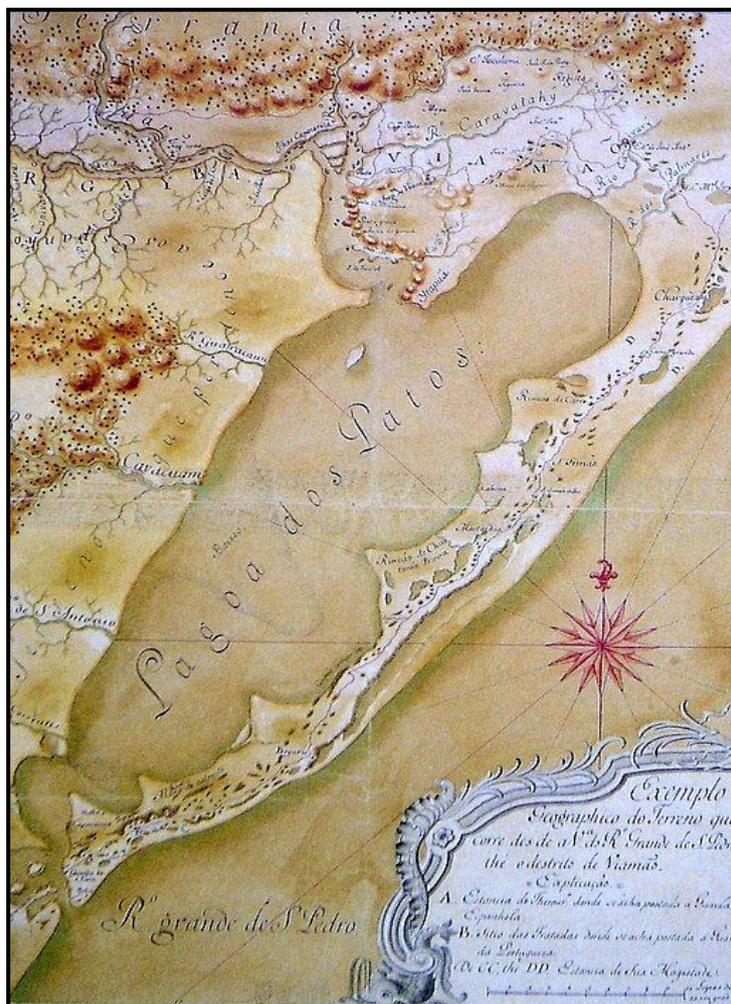


Figura 15 - Mapa da região costeira do Rio Grande do Sul (José Custódio de Sá e Faria, 1763, extraído de Menegat & Kirchheim, 2006c)

No decorrer do processo das investigações científicas da região de Porto Alegre, muitos foram os autores que contribuíram para o registro das características naturais do local. Primeiramente por meio dessas excursões, ou itinerários antigos, e posteriormente, pelo acúmulo de conhecimentos mais específicos e especializados.

## 2.5 O conhecimento integrado da história natural de Porto Alegre

O padre naturalista Balduino Rambo, publicou em 1942, a obra *A fisionomia do Rio Grande do Sul*, com subtítulo *Ensaio de monografia natural*, na qual descreveu o estado em aspectos científicos, didáticos e estéticos (Rambo, 1942, p.III). O autor escreveu que

a unidade geográfica da Serra do Sudeste, o “Escudo rio-grandense” dos geólogos, como também sua capa vegetal, suas paisagens e sua significação antropogeográfica, são, na sua quase totalidade, uma consequência natural de sua estrutura geológica (Rambo, 1942, p. 48).

Pontuou que o vértice nordeste do escudo é separado do conjunto pelo Guaíba, formando um “vasto lago de decantação encerrado no granito”, dando origem “a uma paisagem particular [...] de grande variedade e beleza” (Rambo, 1942, p.78-79).

Rambo (1942) também descreveu a morfologia dos morros graníticos de Porto Alegre e região e dos morros testemunhos ao norte, identificou o endemismo da flora porto-Alegrense dos topos de morro, definindo-os como campos insulares, sendo este um dos importantes relatos científicos sobre as flutuações do nível do mar propostas para a região. Comentou os morros da Formiga e de Itapuã como “outrora ilhotes marinhos” e afirmou ser a ponta de Itapuã, sul da região de Porto Alegre, “a parte mais pitoresca do litoral lacustre rio-grandense”. Para isso, contextualizou que “seus rochedos [...], sua vegetação [...], seus paredões [...], seus topos [...] nos dão uma ideia de como se apresentaria o litoral rio-grandense, se os agentes geológicos não o tivessem afogado na areia” (Rambo, 1942, p. 70-71).

Um trabalho pioneiro em termos de mapeamento geológico de uma área urbana foi o de Schneider *et al.* (1974), os quais produziram o *Mapa Geológico da Folha de Porto Alegre*, na escala 1:50.000. Outras contribuições são as de Philip *et al.* (1994), Philip e Viero (1995) e Philip (1995).

O agrônomo José A. Lutzemberger, então Secretário Nacional do Meio Ambiente, publicou, em 1990, o pequeno informe *A paisagem dos arredores de Porto Alegre*, no qual propôs a indispensável gestão, em tempo, da exploração, do desenvolvimento e da urbanização da região. Salientou a degradação ambiental que ameaçava a rara e singular combinação geobotânica entre as vegetações de floresta e campo com os matacões graníticos de Porto Alegre, estes referidos como “o aspecto mais espetacular [...] da longa história desta paisagem” (Lutzemberger, 1990, p. 7). O autor ainda se referiu à interação geológico-biológica como

formações “belas e esquisitas” e como “um espetáculo realmente excepcional no mundo.” (Lutzemberger, 1990, p 8-9).

Mais recentemente, em *As formações vegetais no município de Porto Alegre: evolução e dinâmica da colonização*, a bióloga Maria Luisa Porto (1997), fez referência ao mosaico vegetacional da região e considerou essa paisagem como resultante de um ecótono sul-americano, onde ocorre a tensão entre ecossistemas locais e regionais. Com base em critérios geológicos, geomorfológicos, fitogeográficos e botânicos, propôs a evolução da ocupação vegetacional da região no quaternário sub-recente.

Como referência de especial atenção para o presente estudo, lançado em 1998, o *Atlas Ambiental de Porto Alegre* (Menegat *et al.*, 2006g) é uma obra fundamental para o conhecimento e o entendimento acerca de Porto Alegre, com suas esferas naturais e urbanas relacionadas com as planetárias. A publicação foi resultado de quatro anos e nove meses de trabalho em parceria entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), reunindo mais de duzentos professores, pesquisadores, técnicos, fotógrafos, ilustradores e grupos de apoio logístico, além de valer-se de 555 bibliografias sobre o município,

Segundo os coordenadores do *Atlas Ambiental de Porto Alegre*, os professores Rualdo Menegat, Maria Luiza Porto, Clóvis Carlos Carraro e Luís Alberto Dávila Fernandes, a obra apresenta a história natural do município desde 800 milhões de anos atrás até o presente. Afirmaram também que os dados e modelos científicos que consideram a evolução no tempo da geosfera, hidrosfera, biosfera, atmosfera e antroposfera obtidos no município resultaram de pesquisas desenvolvidas durante mais de 20 anos na UFRGS e foram tratados interdisciplinarmente na obra.

Construído com pressupostos científicos e uso de modernas tecnologias de representação da superfície e da paisagem, o Atlas traz dados e interpretações apresentados, além dos textos, em 98 mapas temáticos, 124 ilustrações em aquarela e 611 fotografias. Estruturado em três seções: o Sistema Natural, o Sistema Construído e a Gestão Ambiental, a precisão da linguagem técnica aliada aos mapas, fotografias e ilustrações tornaram a obra acessível tanto ao público não especializado quanto aos técnicos de distintas áreas. Por essa qualidade reconhecida nacional e internacionalmente (ver premiações da obra na 3ª edição), destinou-se a todos os cidadãos que se interessam pela história natural da região, bem como para aqueles que precisam de um instrumento eficiente para a gestão ambiental, ambos embasados no conhecimento do mundo em que vivemos.

Dessa forma, o *Atlas Ambiental de Porto Alegre* compilou e reapresentou as contribuições científicas acerca da paisagem da região de Porto Alegre. No Quadro 2, encontram-se listados os mapas e imagens apresentados na obra.

Quadro 2 - Relação de mapas e imagens publicadas no Atlas Ambiental de Porto Alegre.

MAPA/IMAGEM
Carta imagem
Foto-mosaico do Centro Histórico
Imagem da cidade
Imagem da cidade de transição
Imagem da cidade Jardim
Imagem da cidade Rural – Urbana
Imagem do corredor de desenvolvimento
Imagem do crescimento da cidade (1984-1994)
Imagem do crescimento da cidade (1984-1994) – Restinga e arredores
Imagem do eixo Lomba do Pinheiro – Restinga
Imagem do Parque Estadual Delta do Jacuí
Mapa das comunidades vegetais da ilha das Flores
Mapa das comunidades vegetais da Reserva Biológica do Lami
Mapa das comunidades vegetais do Morro Santana
Mapa das macrozonas
Mapa das sub-bacias hidrográficas
Mapa das unidades cronoestratigráficas
Mapa de aptidão dos solos à disposição de resíduos sólidos
Mapa de aptidão dos solos a fundações diretas
Mapa de aptidão dos solos como material de aterro e pavimentação
Mapa de áreas verdes
Mapa de biótopos naturais potenciais
Mapa de clima urbano
Mapa de declividade
Mapa de densidade populacional por bairro
Mapa de densidade populacional por sub-bacia hidrográfica
Mapa de distribuição de borboletas
Mapa de drenagem
Mapa de espécies vegetais por bairro
Mapa de evolução urbana – 2º a 5º períodos
Mapa de mortalidade infantil
Mapa de natalidade – cesarianas
Mapa de natalidade – mães adolescentes
Mapa de natalidade – mães com baixa instrução
Mapa de ocupação urbana
Mapa de qualidade da água do Guaíba
Mapa de ruído urbano
Mapa de unidades paleozóicas e mesozóicas
Mapa de vegetação natural atual
Mapa de vegetação natural potencial
Mapa de vulnerabilidade à ocupação urbana
Mapa de Zoneamento ambiental do Arroio Dilúvio
Mapa do modelo espacial da cidade
Mapa do sistema de esgotamento de água tratada
Mapa do sistema de esgotamento sanitário
Mapa do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos
Mapa dos indicadores de áreas de risco geológico
Mapa dos limites municipais da Região Metropolitana
Mapa dos sistemas de abastecimento da água tratada
Mapa físico
Mapa geológico
Mapa geológico simplificado das unidades proterozóicas
Mapa geomorfológico
Mapa geotécnico de solos
Mapa potencial de poluição atmosférica por emissões veiculares
Mapa potencial de poluição por efluentes

## 2.6 Itinerários geológicos de Porto Alegre: os temas da Terra inseridos na cultura contemporânea

A conexão deficitária entre a produção dos saberes científicos acerca do planeta e a apropriação desses saberes por parte da comunidade pode ser estimulada e aprimorada por meio de práticas socioculturais de geoconservação e geoturismo. O entendimento dessas práticas tem dois campos de enfoque por parte da comunidade geocientífica, ainda que ambos visem a conservação do patrimônio geológico de uma maneira geral. Por um lado, coloca-se o enfoque da conservação de importantes feições geológicas, independentemente do local onde estão, por vezes, com um ponto de vista meramente conservacionista, e, por outro, existe a concepção que visa identificar e conservar importantes feições geológicas e relacioná-las com as comunidades dos locais onde tais feições são encontradas (UNESCO, 1999; Brilha, 2005; Mansur & Nascimento, 2007; Mansur, 2008; Nascimento *et al.*, 2008; Brilha, 2009; Menegat, 2009; UNESCO, 2010).

Enquadrando-se no segundo grupo de enfoque, o presente estudo entende que é de extrema importância a relação direta das comunidades com os assuntos da geologia, em específico, e da Terra, em geral. A partir disso, colocam-se novos campos de interesses quanto à aplicação da geoconservação em localidades com assentamentos humanos. Sítios importantes do patrimônio geológico podem ser reconhecidos em regiões circundantes a grandes centros urbanos, os quais se mostram como importantes locais para o geoturismo. Contudo, releva-se aqui a grande importância que os sítios geológicos podem apresentar ao localizarem-se dentro dos centros urbanos, pois podem se configurar como elementos para o entendimento do local e dos sistemas planetários.

Os itinerários geológicos de Porto Alegre são um conjunto de geossítios representativos das unidades geológicas-chave do município. Os geossítios são encadeados por uma lógica de visitação baseada na evolução geológica regional e encontram-se em contextos naturais e urbanos. Essa proposição coloca-se como inovadora no âmbito da definição de itinerários urbanos, pois estes estão inseridos no contexto da cidade de Porto Alegre e podem ser entendidos, não apenas como “sítios ao longo de uma estrada”, mas, como “sítios encadeados por uma narrativa geológica”. Os itinerários assim propostos buscam interagir com a esfera cultural urbana para facilitar o entendimento do contexto geológico local, bem como, das relações desse contexto com as dinâmicas de formação da paisagem de Porto Alegre e do planeta.

A seguir, serão feitos alguns apontamentos quanto às interpretações do papel exercido pelos artefatos geológicos na cultura humana. A Rede Global de Geoparques (Global Geoparks Network - GGN), sob tutela da UNESCO, publicou que um geoparque deve dar suporte a produção de conhecimentos científicos direcionados ao público, exemplificados por

museus, centro de educação e interpretação, trilhas, passeios guiados, literatura e mapas em linguagem popular e por mídias modernas de comunicação. Esse conjunto de produtos deve facilitar a apropriação do público em relação aos temas da Terra e da região, porém não substituem a importância do contato pessoal com a população local, com os representantes da mídia e com os tomadores de decisão (UNESCO, 2010). Além disso, uma das questões principais é a de vincular geoeducação com o contexto local, possibilitando o aprendizado sobre a importância do patrimônio geológico local inter-relacionado com a biodiversidade e o patrimônio cultural da região.

Os itinerários geológicos de Porto Alegre não têm a pretensão de configurarem-se como proposta de geoparque, mas entende-se que ambas instâncias compartilham funcionalidades socio-educativas e culturais. No contexto da cidade de Porto Alegre, atendendo à algumas premissas da UNESCO (2010), é desenvolvido o projeto geoeseducacional dos Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano - LIAU (Menegat, 2000; 2007; 2008; 2009). Tendo como referencial teórico o *Atlas Ambiental de Porto Alegre* (Menegat *et al.*, 2006f), o projeto LIAU abrange uma gama variada de temas relacionados com a geologia e a paisagem do município, sendo construído a partir da parceria entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA) e as escolas da Rede Municipal de Ensino (RME). Para o ano de 2012, o projeto está em funcionamento em 22 das 54 escolas municipais, sendo exemplo nacional e internacional de educação e mostrando-se com potencial para o compartilhamento do uso, manutenção e aprimoramento dos itinerários geológicos de Porto Alegre como ferramenta para a geoconservação via enculturação e educação geológicas.

Novamente a polaridade da geoconservação. Por um lado, as aspirações de conservação dos expoentes geológicos, sendo para tal, necessária uma análise totalizadora com relação aos atributos geológicos de uma dada região. Por outro, mostra-se a necessidade de criar mecanismos de introdução dos assuntos da Terra interligados com as esferas biológica e cultural. Pela conciliação de ambos os lados, conclui-se no presente estudo que as metodologias de quantificação de importância podem ser manuseadas e modificadas a fim de serem gerados produtos com lógicas específicas para o aprendizado local e para as questões logísticas que envolvem a implementação de vias sócio-turísticas em determinados centros habitados.

No documento intitulado *Orientações para a Inscrição de Tipos Específicos de Bens na Lista do Patrimônio Mundial* (UNESCO, 2011), foram apresentados quatro bens passíveis de proteção como patrimônio cultural da humanidade, quais sejam: paisagem cultural, cidades e centros históricos, canais do patrimônio e rotas do patrimônio.

O presente estudo refere-se ao último bem citado, onde está sendo proposta entre as rotas a possibilidade de incluir “itinerários do patrimônio”. Isso seria suportado pelo próprio conceito de “rota” que diz que:

refere-se a um todo, no qual a rota tem um valor superior à soma dos elementos constitutivos que lhe dão a sua importância cultural;

é multidimensional, com aspectos diferentes que desenvolvem e completam o seu objetivo inicial [...];

pode ser considerada um tipo específico e dinâmico de paisagem cultural [...]. (UNESCO, 2011, p. 76).

Trazidas as referências e reflexões citadas, retoma-se a ideia do papel fundamental da paisagem em relação ao pensamento humano e para tanto, a importância da qualidade ambiental dessa paisagem. Para além, enfatiza-se não só a importância de uma paisagem ambientalmente saudável como também a maneira pela qual as pessoas têm para se relacionar com essa paisagem de seu entorno.

A seguir, estão demonstradas as metodologias e estratégias de ação que foram adotadas e desenvolvidas ao longo do presente trabalho a fim de gerar uma proposição interdisciplinar dos itinerários geológicos de Porto Alegre.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo foi elaborado considerando três campos principais de desenvolvimento: o da construção da problemática, o da análise, e o da síntese. Abordando o objeto do estudo em diferentes âmbitos, esses campos apresentaram relações coevolutivas ao longo da realização da pesquisa e encontram-se sintetizados no *fluxograma projetual* (Figura 2).

O campo da construção do problema é composto por objeto, teoria do objeto, problema, pressupostos e hipóteses. O campo da síntese é composto pela integração de dados, geração dos produtos finais e pela redação, revisão e entrega da monografia. Entre os campos da idealização e da conclusão, está o campo da realização, ou da análise, caracterizado como metodologia.

Embasado fundamentalmente em dados publicados no *Atlas Ambiental de Porto Alegre* (Menegat *et al.*, 2006g) e em 10 mapas temáticos da obra, o presente estudo identificou relações locais significativas entre a geologia, em específico, e a paisagem, em geral. Pelas relações entre esses elementos naturais, construídos e de gestão ambiental urbana, foi desenvolvida uma metodologia de valoração da importância de cada unidade geológica (UG) para compor os itinerários geológicos de Porto Alegre.

Verificando as hipóteses da viabilidade dos itinerários geológicos de Porto Alegre, o estudo realizou o teste de selecionar, documentar e espacializar sítios geológicos que representam o contexto geopaisagístico da região. O teste, assim definido, iniciou a entrada da pesquisa no campo da análise, o qual é composto pelo teste e por cinco conjuntos de técnicas e produtos. Cada técnica gerou produtos que possibilitaram, em maior ou menor grau de dependência, o prosseguimento da pesquisa para a técnica seguinte.

A seguir, são listados os mapas temáticos que foram utilizados no estudo e são apresentados como figuras aqueles que demonstraram maior uso na pesquisa:

1. Mapa Geológico, escala 1:100.000 (Menegat *et al.*, 2006f), ver Figura 16;
2. Mapa Geomorfológico, escala 1:100.000 (Menegat & Hasenack, 2006), ver Figura 17;
3. Mapa das sub-bacias hidrográficas, escala 1:100.000 (Menegat & Kirchheim, 2006b);
4. Mapa de drenagens: os arroios de Porto Alegre, escala 1:100.000 (Menegat *et al.*, 2006a);

5. Mapa da vegetação natural potencial, escala 1:100.000 (Porto & Menegat, 2006b);
6. Mapa da vegetação natural atual, escala 1:100.000 (Porto & Mello, 2006);
7. Mapa do biótopos naturais potenciais, escala 1:100.000 (Porto, 2006b);
8. Mapa do modelo espacial da cidade, escala 1:100.000 (Hickel *et al.*, 2006a), ver Figura 18;
9. Mapa de área verdes, escala 1:100.000 (Lüdke *et al.*, 2006) - Figura 19;
10. Mapa da evolução urbana (1820-1890), escala 1:175.000 (Souza, 2006)



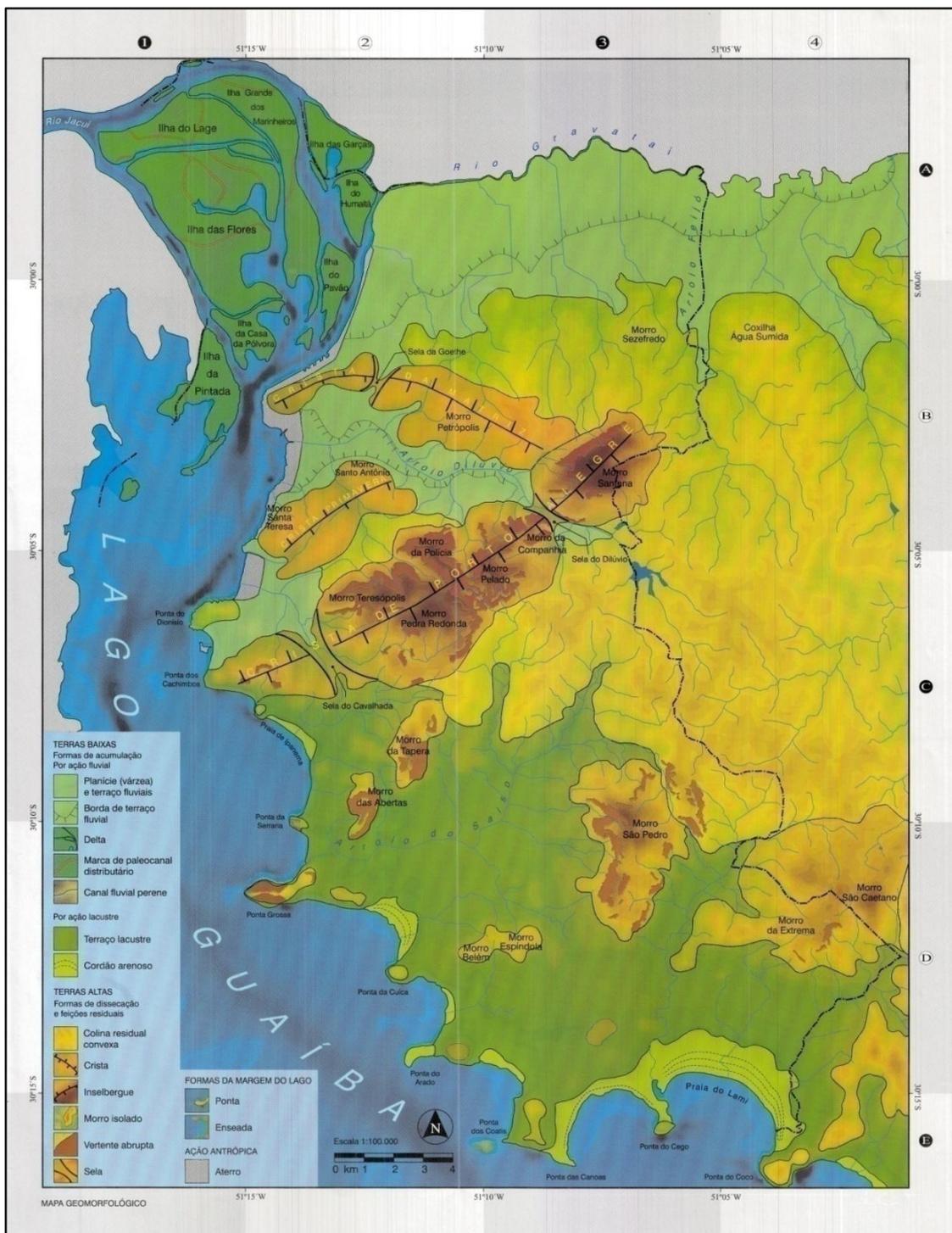


Figura 17 - Mapa Geomorfológico. Escala 1:100.000 (Menegat & Hasenack, 2006)

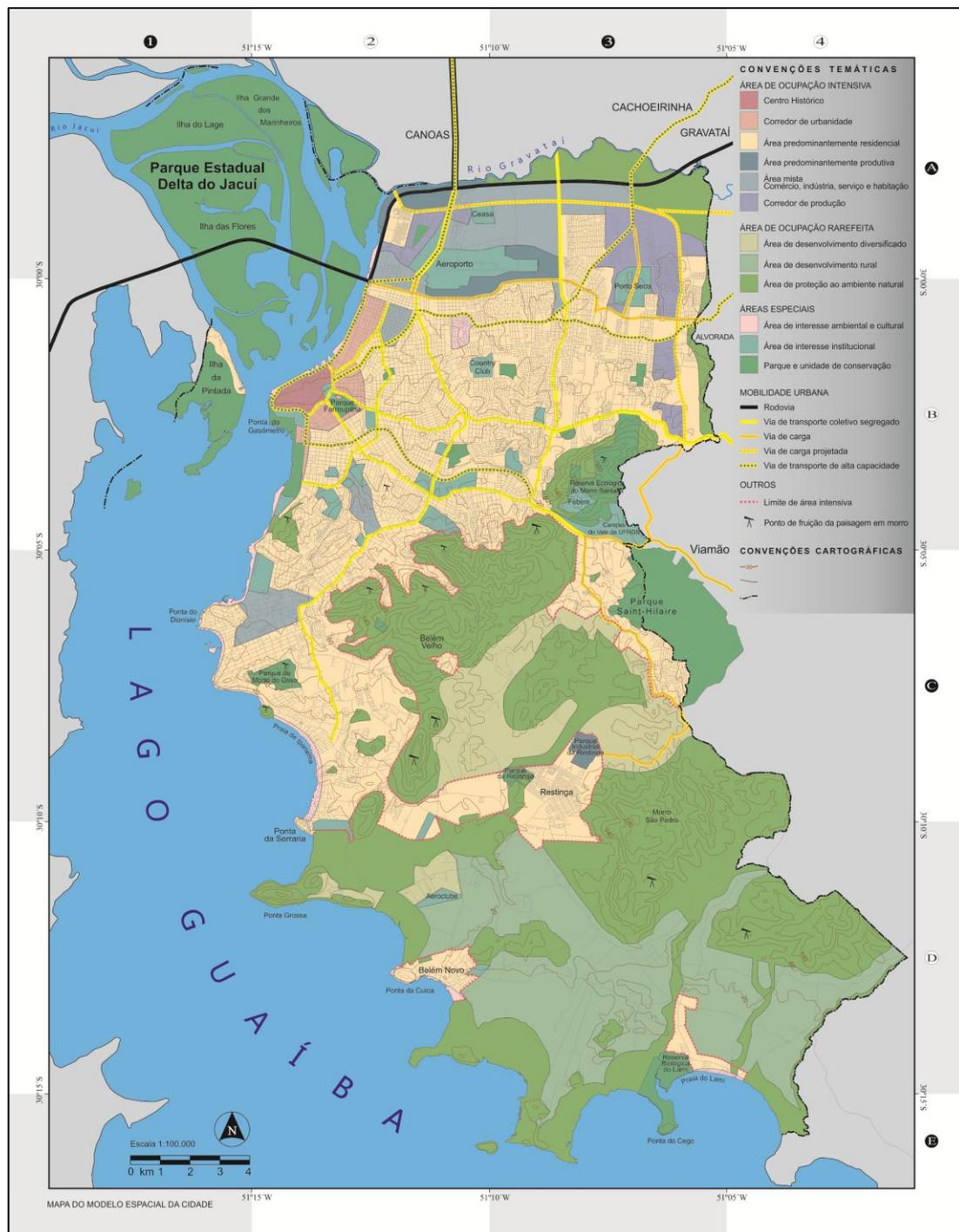


Figura 18 - Mapa do modelo espacial da cidade (Hickel *et al.*, 2006a)

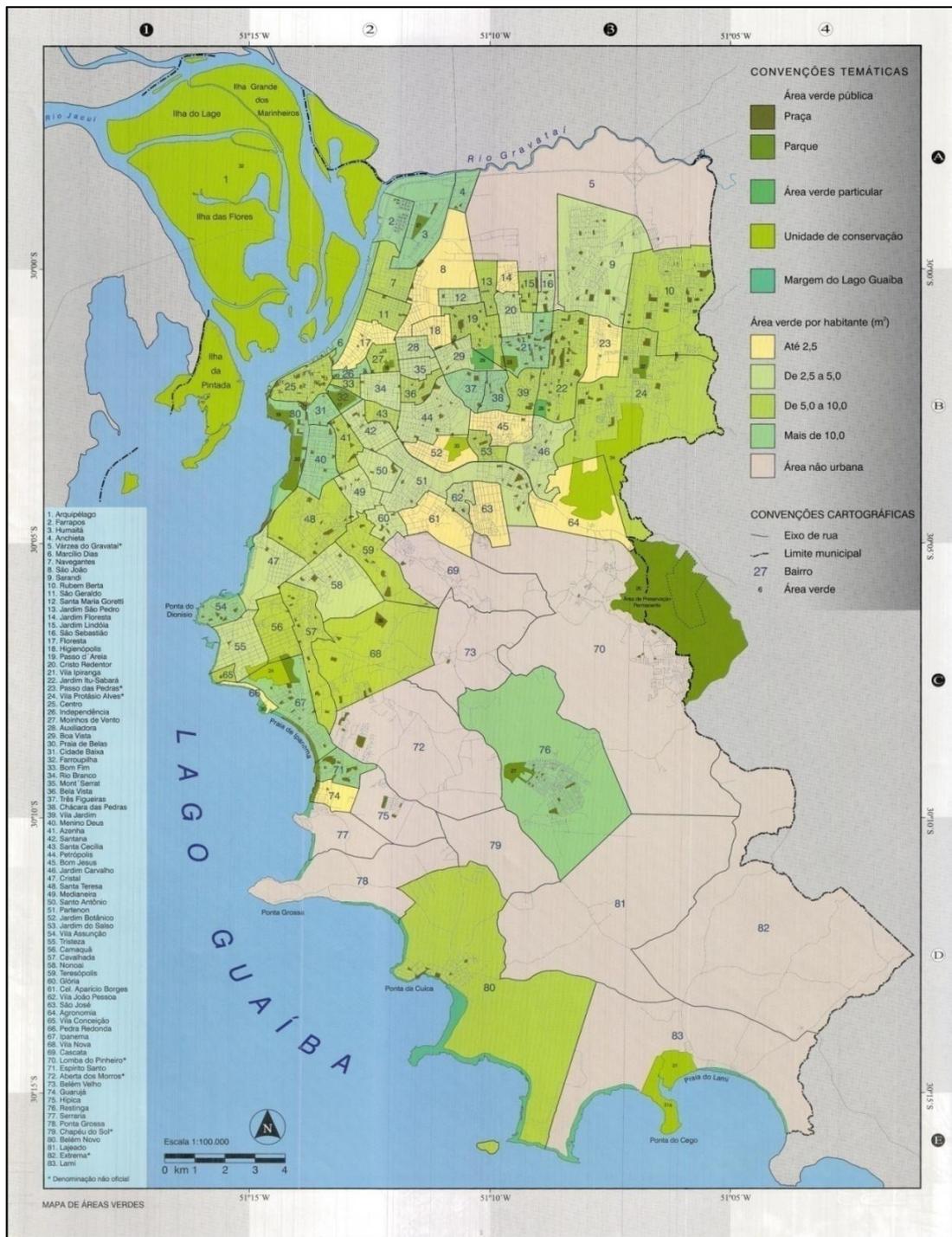


Figura 19 - Mapa de área verdes. Escala 1:100.000 (Lüdke et al., 2006)

Foram aplicadas cinco técnicas:

- Valoração de unidades geológicas;
- Definição de áreas de busca e documentação de afloramentos;
- Levantamento e definição de afloramentos;
- Documentação de sítios geológicos; e
- Espacialização de sítios geológicos.

Cada técnica citada gerou um conjunto de produtos diretos dessa análise, sendo definidos cinco grupos de produtos:

- Matriz de valoração ponderada das UG com valores atribuídos; Mapa das UG-chave;
- Mapa de áreas de busca de afloramentos; banco de dados georreferenciado com descrição, fotografia e amostras dos afloramentos das UG-chave;
- Mapa de sítios geológicos e acessos;
- Banco de dados georreferenciados com descrição geológica e geomorfológica, fotografias panorâmicas e de detalhes e amostras; Pranchas visual-interpretativas de sítios geológicos.
- Mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre.

Dentre as técnicas utilizadas, salientou-se a primeira técnica como fundamental para a estrutura e desenvolvimento do trabalho. Essa importância foi, em grande parte, atribuída pelo produto gerado pela técnica, seja este, a matriz de valoração ponderada. A matriz apresentou os parâmetros de relação entre geologia e paisagem levantados pelo trabalho e foi utilizada tanto para valorar as unidades e afloramentos em questão, quanto para documentá-los. Parte importante da segunda técnica, a definição de áreas de busca de afloramentos foi fundamental para o mapeamento dos sítios, em que pese o cenário urbano, por vezes, com intensa ocupação do terreno. Por fim, a técnica de espacialização de sítios geológicos mostrou-se, também, como fundamental para o objetivo central do trabalho, uma vez que definiu parâmetros logísticos e de mobilidade urbana para a localização espacial dos sítios e, portanto, viabilizou a geração dos mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre..

A seguir foram detalhados os cinco conjuntos de técnicas empregadas na metodologia proposta.

### 3.1 Valoração das unidades geológicas

A avaliação da importância de cada unidade geológica (UG) para compor os itinerários foi feita com base em indicadores relacionados a quatro grupos, sejam estes: a) geológicos; b) logísticos; c) geomorfológicos e hidrológicos; e d) paisagísticos e culturais. Esses grupos de indicadores receberam pesos de um a quatro de acordo com sua importância para a lógica dos itinerários. Os pesos foram os seguintes:

- Indicadores geológicos: peso 4
- Indicadores logísticos: peso 3
- Indicadores geomorfológicos e hidrológicos: peso 2
- Indicadores paisagísticos e culturais: peso 1

As informações das unidades geológicas e dos indicadores com seus respectivos pesos foram dispostas em uma Matriz de valoração (Quadro 3). Por sua vez, cada unidade geológica, em um total de vinte e sete, recebeu valores de um a cinco em relação a cada indicador. Ao final, foi apresentado o valor de importância das unidades geológicas obtido pela média ponderada pelos pesos de cada indicador, bem como a categoria da UG, classificada de A até D de acordo com intervalo do valor de importância ao qual ela pertence.



### 3.1.1 Matriz de valoração ponderada

A matriz foi estruturada em 27 linhas, cada qual contendo uma unidade geológica, e 12 colunas, contendo os indicadores que, por sua vez, foram dispostos nos quatro grupos referidos. Cada grupo foi constituído por três indicadores, sendo os geológicos compostos por: a) história geológica; b) Eficácia didática de texturas, estruturas e feições geológicas; e c) Potencial de ocorrência de afloramentos. Os indicadores logísticos são: a) mobilidade urbana; b) potencial de visitação, e c) potencial de difusão local. Os indicadores geomorfológicos e hidrológicos são: a) domínios morfoestruturais do RS; b) unidades de relevo de POA; e c) unidades e feições hidrográficas significativas. Por fim, os indicadores paisagísticos e culturais são os seguintes: a) unidades de paisagem construída ou natural; b) amplitude da escala observacional e fruição da paisagem; e c) usos culturais.

Para facilitar o uso da matriz e o entendimento da lógica dos itinerários preencheu-se as células das UG com cores referentes às suas idades geocronológicas, quais sejam: amarela, para Cenozoico; cinzenta, para Mesozoico; verde, para Paleozoico; e vermelha, para Proterozoico Superior. Diferentes tonalidades dessas cores indicam pertencimento da UG a um mesmo grupo cronoestratigráfico e/ou a uma mesma origem genética, seja em sistemas sedimentares seja em ambientes petrotect nicos.

Faz-se aqui observa es importantes quanto a duas modifica es de detalhes pequenos do *Mapa Geológico* (Figura 16), uma para fins de escala e outra para valora o:

- a que se refere à escala diz respeito às áreas da margem do Lago Guaíba, na sua porção compreendida desde a Ponta do Dionísio até a Ponta da Serraria. As regiões de enseadas nas áreas imediatas ao lago são consideradas, para fins desse estudo, como pertencentes à UG laguna-barreira IV, que se refere aos depósitos lacustres. Essa modifica o não configura uma proposta nova de mapa, apenas   usada para referir-se aos depósitos arenosos que se acumulam atualmente nas regiões citadas.

Põe-se essa ressalva uma vez que o presente trabalho tem foco na geodiversidade do município e na possibilidade de visita o sócio-educativa aos locais de interesse geológico. Todas as acumula es arenosas da margem do Lago Guaíba, desde os pouco expressivos até aos mais expressivos, configuram-se como locais de uso cultural e de amplitude observacional importantes. São exemplos menos expressivos, as acumula es da Ponta dos Cachimbos, e mais expressivos, os da Praia de Ipanema.

- a segunda delas se refere a critérios de valora o de UG's. Uma vez que a UG Gnaisse Chácara das Pedras ocorre na forma de xenólitos na UG Três Figueiras e, portanto, foram mapeadas em conjunto,

considerou-se, para fins da matriz de valoração, as UG's como um conjunto apenas. Dessa maneira, as duas UG's receberam valores iguais.

A seguir, foram detalhados os indicadores de geopaisagem propostos em termos de explicações gerais dos grupos e de seus pesos, bem como das especificações referentes aos três indicadores que compõem cada grupo. As especificações foram dadas em termos de um texto explicativo que aborda os referenciais teóricos e mapas temáticos utilizados para embasamento da proposta do indicador, assim como, ao final, foram individualizados os índices de valoração de cada indicador.

### 3.1.1.1 Indicadores geológicos

Os indicadores geológicos, em número de três, são: a) história geológica, b) evidências de processos genéticos/eventos e c) expressividade da área de exposição. Esse grupo é o de maior relevância para os Itinerários Geológicos de Porto Alegre, pois embasa a lógica de visitação e os próprios elementos importantes a serem destacados na explica o de cada lugar. Em termos cognitivos, esses indicadores também são a base para entender a paisagem de forma integrada a qual interage com o indivíduo e sua cultura (Menegat, 2006).

O grupo de indicadores recebe peso 4, pois permite identificar os principais momentos da evolu o geológica regional com base nas rochas e formas da superfície, bem como reconhece texturas e estruturas das rochas como evidências de processos/eventos que formaram a geopaisagem local.

Os elementos que serviram e servem para constituir o relevo, distribuir as águas, a flora e a fauna e o próprio desenvolvimento humano e cultural em Porto Alegre, podem também ser entendidos como signos da paisagem do município e lidos amplamente pelos cidadãos. Como disse o semiota italiano Umberto Eco (1985),

o signo não é apenas um elemento que entra num processo de comunica o [...], mas é uma entidade que entra num processo de significa o. (Eco, 1985, p. 22).

#### **História geológica**

Pela importância desse indicador, faz-se a seguir um breve resumo da história geológica de Porto Alegre com o intuito de contextualizar as valora es de cada unidade geológica e reconhecer a lógica geral utilizada para estruturar os itinerários. Tal história geológica é aqui estruturada em quatro grandes *capítulos* (Menegat *et al.*, 2006c):

- a) a colisão de continentes no Proterozoico Superior;
- b) os supercontinentes de Gondwana e Pangeia no Paleozoico;
- c) a fragmentação do Gondwana no Mesozoico; e
- d) as flutuações do nível do mar no Quaternário.

Como referiram Menegat *et al.* (2006c):

A evolução geológica de Porto Alegre abrange aproximadamente um sexto dos 4,6 bilhões de anos (4,6 Ga = *Giga annum*) de existência da Terra. Remonta aos processos ocorridos desde cerca de 800 milhões de anos atrás, quando houve uma colisão de antigos continentes, até o Período Quaternário, quando se originou o Lago Guaíba (Menegat, *et al.* 2006c, p.11).

As rochas graníticas e gnáissicas encontradas nos morros de Porto Alegre fazem referência ao capítulo da colisão de continentes. Já os pelitos e diques, estão compreendidos pelos capítulos de supercontinentes de Gondwana e Pangeia e de fragmentação do Gondwana. Por fim, completando a paisagem atualmente observada na região, constituíram-se os depósitos sedimentares, os quais são narrados pelo capítulo de flutuações do nível do mar no Quaternário.

Em cada capítulo, foram individualizados *eventos geológicos* com base nos ambientes petrotectônicos e sistemas sedimentares que originaram conjuntos de rochas e depósitos. Esses eventos e seus respectivos capítulos da história geológica estão identificados por meio de cores e tonalidades na matriz de valoração ponderada (Quadro 3).

O primeiro grande capítulo remonta cenários muito antigos da Era do Proterozoico Superior (900 a 570 Ma), no qual a movimentação dos continentes ao longo do tempo profundo foi responsável por uma grande *colisão de continentes*. Esse intervalo de tempo que durou cerca de 300 Ma é conhecido como Ciclo Brasileiro e teve como resultados a formação de altas e alinhadas montanhas e de importantes estruturas geológicas regionais, sendo caracterizado por diversas orogêneses (do grego *oros* = montanha). O ciclo orogênico foi marcado pela colagem de dois continentes ancestrais, resultado de diversos estágios evolutivos do cinturão orogênico conhecido como Cinturão Dom Feliciano. Os remanescentes desses antigos continentes que colidiram são representados hoje no RS e Uruguai pelo Cráton Rio de La Plata e na África do Sul, pelo Cráton de Kalahari. Durante tal evolução geológica regional, essas porções continentais foram estruturadas por três principais eventos tectônicos, a começar pelo colisional, evoluindo para o de falhamento e transcorrência, e culminando para o pós-tectônico, sendo esses eventos a seguir descritos.

Os antigos continentes estavam separados por um oceano ancestral, chamado de Adamastor, e com a convergência dos continentes e o posterior fechamento desse oceano, se deu a geração das rochas mais antigas de Porto Alegre. Os magmas geradores dessas rochas tiveram origem pela fusão parcial do interior terrestre, do manto, quando da subducção do assoalho do oceano Adamastor sob a margem do antigo continente sul-americano. Como resultados desse evento tectônico, foram gerados um arco magmático com intensa atividade vulcânica na superfície e uma anomalia térmica na base da crosta continental, a qual foi responsável pela abertura de outro oceano mais a oeste, chamado Charrua. A subducção que culminou no fechamento total do oceano Adamastor e que se deu pela colisão do referido arco magmático com o continente foi responsável pela formação de uma grande cadeia de montanhas alinhadas, evidenciadas hoje por uma região de falhas conhecida como Sutura de Porto Alegre.

Na região mais ocidental, o Oceano Charrua igualmente iniciou sua subducção, formando outro arco magmático. Tal subducção consumiu totalmente o assoalho desse oceano e pela colisão entre arco e continente, originou-se outra importante cadeia de montanhas que ladeou àquela já formada a leste. Essa segunda colisão é hoje evidenciada pela Sutura de São Gabriel e, em conjunto, referenciadas como montanhas do flanco oriental e do flanco ocidental do Cinturão Dom Feliciano. A formação dessas montanhas representa o *evento geológico colisional* dos antigos continentes. Hoje, esse evento está representado na região de Porto Alegre por duas unidades geológicas pertencentes ao grupo dos granitóides colisionais, o Gnaisse Chácara das Pedras e o Granodiorito Três Figueiras (Figura 20)

Ainda com as tensões e esforços atuantes nos blocos continentais e por mecanismos de acomodação terrestre resultantes da colisão, foram desenvolvidas grandes falhas de rasgamento pelas quais se dissiparam pouco a pouco as tensões tectônicas. Tal evento, também acompanhado pela movimentação horizontal de blocos crustais falhados, pode ser chamado de transcorrência, sendo hoje evidenciada por estruturas regionais, como a Zona de Cisalhamento Transcorrente de Porto Alegre e a Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu. A primeira dessas estruturas recebeu seu nome justamente por ter sido evidenciada também na região de Porto Alegre. As rochas formadas nesse evento tectônico a partir de magmas que cristalizaram ao longo das falhas pertencem ao grupo dos granitóides sintranscorrentes, como a unidade Granodiorito Lomba do Sabão e representam o *evento geológico de falhamento e transcorrência* (Figura 21).

A partir dos blocos continentais amalgamados e falhados, teve início o *evento geológico pós-tectônico*, ou de relaxamento crustal, que foi o último evento do grande capítulo da colisão de continentes. Durante esse evento, após o soerguimento do cinturão de montanhas, passaram a predominar os esforços extensivos no terreno, os quais geraram novos falhamentos e

reativaram outros antigos. Magmas graníticos puderam acender devido ao alívio de pressão causado por tal extensão crustal e tiveram seu posicionamento tanto nas estruturas de falhamento preexistentes quanto sem controle estrutural evidente.

Os magmas cristalizados em estruturas prévias compõem o grupo dos granitóides pós-tectônicos alojados na Sutura de Porto Alegre e são representados pela unidade Granito Santana (Figura 23 e Figura 22). Já os magmas não condicionados estruturalmente, formam o grupo dos granitóides pós-tectônicos sem controle estrutural, estando inclusas nessa categoria as unidades Granito Feijó, São Caetano, Independência, Saint-Hilaire, São Pedro, Restinga, Santo Antônio, Cantagalo, Lami, Pitinga e Passo das Pedras. Uma vez posicionados os magmas e simultaneamente a isso, deu-se a longa e demorada erosão das partes altas do grande cinturão de montanhas Dom Feliciano, sendo necessários duzentos milhões de anos até que as rochas cristalizadas a partir dos magmas citados fossem expostas na superfície, compondo o chamado Escudo Sul-Rio-Grandense.

Contudo, a colisão de continentes ocorrida no Proterozoico Superior, deu origem ao supercontinente de Gondwana, que teve tempo de história de 535 Ma, durante a qual as rochas do Escudo foram cobertas por espessas camadas sedimentares de até dois quilômetros. Ao longo dessa história, muitos foram os ambientes que se desenvolveram sobre o embasamento cristalino continental, estando eles registrados nas rochas de uma grande bacia sedimentar, no Brasil, chamada de Bacia do Paraná.

Na Bacia do Paraná, para a região onde hoje se encontra o Rio Grande do Sul, ocorreram ambientes glaciais, florestais, marinhos e desérticos, representados pelas rochas sedimentares da atual Depressão Periférica. A colisão do Gondwana com outro supercontinente, chamado Laurásia, deu origem, no período Triássico, a formação de um gigantesco e único continente, a Pangeia (*pan*= todo; *gea*=terra), e um único oceano, o Panthalassa. O supercontinente da Pangeia é fragmentado e é iniciada uma nova deriva de continentes, sendo um desses fragmentos, ainda, o antigo Gondwana. O capítulo *dos supercontinentes de Gondwana e Pangeia* compreende o tempo decorrido desde término da colisão de continentes no Proterozoico Superior até ao início da fragmentação do Gondwana no Mesozoico. Como já referido, o tempo de história do Gondwana, que também engloba o tempo de história da Pangeia, foi de aproximadamente 535 Ma. Para o contexto de Porto Alegre, o registro desse período se dá por meio de rochas sedimentares pelíticas do Paleozoico, que afloram ao norte da região e são pertencentes à Formação Rio Bonito.

Há 132 Ma., iniciou-se o capítulo *da fragmentação do Gondwana*. Grandes fissuras e vales do tipo rifte, originados por zonas de falhas, permitiram o extravasamento de um imenso volume de magmas basálticos provindos do manto. Essas lavas empilharam-se, em superfície, como sucessivas

camadas de basalto e riodacito, originando o imenso platô ao norte do município (Figura 24). Esse platô é conhecido como Planalto Meridional e pode ser observado a partir de Porto Alegre, sendo, ainda, presentes no município, rochas representativas dos dutos que alimentaram a pilha vulcânica. Os dutos são chamados de diques alimentadores e são exemplos desses, os diques básicos a intermediários que cortam os granitóides de Porto Alegre e que compõem a unidade geológica Formação Serra Geral.

Com o alargamento continuado das fissuras, abriu-se o atual Oceano Atlântico e na região correspondente à atual costa sul-rio-grandense, formou-se uma bacia sedimentar, chamada Bacia de Pelotas. Essa bacia recebe sedimentos desde a época do início da abertura do Atlântico até hoje e a província costeira atual foi formada pelo acúmulo desses sedimentos. Entretanto, a morfologia da costa foi delineada apenas durante os últimos 400 mil anos, no Quaternário. O último grande capítulo da história geológica de Porto Alegre remete a essa época e apresenta quatro eventos referidos por meio de quatro grandes flutuações do nível do mar. Essas flutuações controlaram a deposição dos sedimentos costeiros e originaram a Laguna dos Patos, o Lago Guaíba e os tipos diferentes de depósitos sedimentares reconhecidos no município de Porto Alegre, sendo esses depósitos representados pelas unidades geológicas Sistema laguna-barreira I, II, III e IV.

Optou-se pela utilização de índice de valoração a partir do valor 3 pois foi entendido que todas as UG apresentam qualidades interpretativas quanto a sua posição dentro de uma narrativa geológica. Tal interpretação reside, em maior ou menor grau, na necessidade de estudo sobre a região.

Índice de valoração:
5 – UG que representa com exclusividade um dos grandes capítulos ou eventos da história geológica.
4 – UG que representa com exclusividade ou com mais duas um dos eventos da história geológica.
3 – UG que representa em conjunto com duas ou mais um dos eventos da história geológica.

### **Eficácia didática de texturas, estruturas e feições geológicas**

As texturas, estruturas e feições geológicas são evidências foram utilizadas para dar suporte à explicação dos processos genéticos e eventos referidos nos capítulos da história geológica. Assim como referiram os autores Menegat *et al.* (2006c)

A leitura dos registros desses eventos, gravados nas rochas e depósitos sedimentares expostos na região, permite reconstruir

a evolução geológica de Porto Alegre muito antes da existência do homem. (Menegat *et al.*, 2006c, p. 11)

Pela qualidade com que se apresentam no campo, essas evidências podem ter eficácias didáticas diferentes. As evidências de grande eficácia didática, comumente referidas na cultura geológica de campo como “feições dignas de constar em livro”, conferem a uma unidade geológica particular interesse.

As texturas, estruturas e feições geológicas das rochas geradas na colisão de continentes no Proterozoico Superior são observáveis em três tipos de granitóides. Os mais antigos são os granitóides colisionais com foliação tectônica e/ou lineação tectônica (Figura 20). Estratigraficamente, são seguidos pelos granitóides sintranscorrentes com foliação magmática e/ou lineação magmática (Figura 21). Em seguida, situam-se os granitóides pós-tectônicos, sejam aqueles alojados na Sutura de Porto Alegre com textura milonítica (Figura 22), sejam aqueles sem controle estrutural com textura não orientada (Figura 23).



Figura 20 - Foliação tectônica marcada pela alternância milimétrica a centimétrica de bandas claras e escuras, na UG Gnaiss Chácara das Pedras, Praça Dr. Lopes Trovão, Porto Alegre.



Figura 21 - Lineação magmática marcada pela orientação dos cristais de feldspato potássico, da UG Granodiorito Lomba do Sabão, Morro Tiririca, Porto Alegre.



Figura 22 - Textura milonítica marcada pelo estiramento dos cristais, exemplificado pelo quartzo (em tonalidade escura na imagem). UG Granito Santana, Morro da Glória, Porto Alegre.



Figura 23 - Textura não orientada, equigranular hipidiomórfica da UG Granito Santana, Parque Morro do Osso, Porto Alegre.

Já para as rochas formadas quando da estabilização dos supercontinentes de Gondwana e Pangeia, no Paleozoico, destacam-se as camadas tabulares de pelitos amarelos laminados da Formação Rio Bonito.

Estruturas como diques em geral, possuem qualidade didática alta pois demonstram com clareza a relação de corte entre rochas mais antigas e mais novas. Eventualmente, os diques de diabásio, andesito e dacito, com textura vulcânica a hipoabissal, ocorrem em locais de fruição da paisagem em morro (Figura 18), sendo nesses casos, visualmente relacionáveis com as feições geológico-geomorfológicas dos derrames do Planalto Meridional (Figura 24). Os diques básicos a intermediários, bem como a visualização do platô vulcânico, ilustram processos do capítulo da fragmentação do Gondwana no Mesozoico.

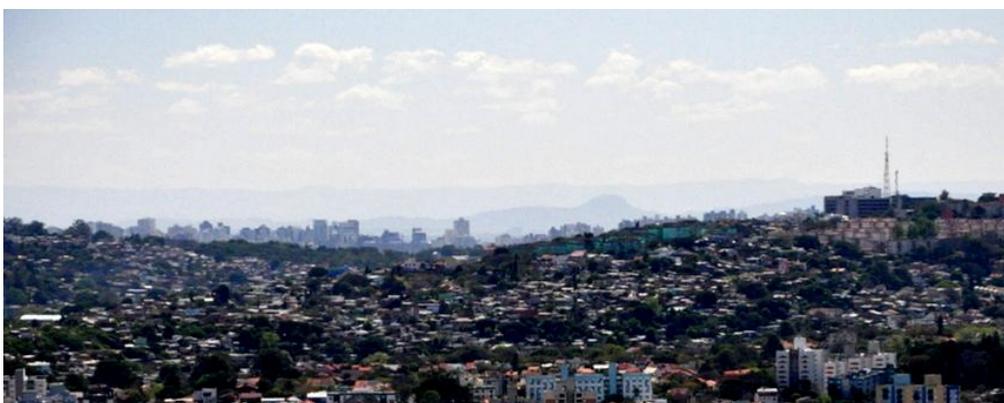


Figura 24 - Feição geomorfológica da escarpa do platô vulcânico, vista como uma silhueta no plano de fundo da imagem, representando a UG Fm. Serra Geral, vista para o norte a partir do Morro do Osso, Porto Alegre.

Por fim, feições geológico-geomorfológicas como depósitos sedimentares de acumulação dos tipos delta, planície e terraço fluviais com presença de borda de terraço fluvial e, também, enseada com cordão arenoso ajudam a explicar eventos relacionados ao capítulo das flutuações do nível do mar, no Cenozoico. Somou-se, além disso, a feição geológico-geomorfológica dos morros isolados como qualidade didática, uma vez que ilustram o afogamento das áreas circundantes aos morros.

Em que pese a eficácia didática dessas texturas, estruturas e feições geológicas e geomorfológicas para ilustrar os principais capítulos da história geológica de Porto Alegre, consideraram aquelas citadas acima como as mais didáticas. Tais evidências apresentam diferentes hierarquizações de suas eficácias didáticas quanto a qualidades visuais, como por exemplo, sua condição de exposição, completude geométrica, completude dos elementos constituintes, e facilidade com que ilustra um processo geológico.

Foram, assim, definidos três grupos de qualidade didática visual que se relacionam com a especialização do público alvo:

- eficácia didática alta quando tratam-se de texturas, estruturas e feições geológico-geomorfológicas perceptíveis por público das diversas faixas etárias e formação. Nesse grupo foram incluídas as evidências citadas acima, tanto pela sua eficácia didática geral, quanto pela específica com relação à *história geológica*.
- eficácia didática média quando tratam-se de texturas, estruturas e feições geológico-geomorfológicas perceptíveis por público adulto em geral. Nesse grupo estão aquelas evidências que possuem eficácia didática geral. Incluiu-se aqui todas as texturas de rocha, bem como as estruturas sedimentares do tipo cunhas de areia com gradação normal e as feições de terraço fluvial e lacustre.
- eficácia didática baixa quando tratam-se de texturas, estruturas e feições geológico-geomorfológicas perceptíveis por público especializado da área das geociências. Nesse grupo incluíram-se as demais estruturas sedimentares e os lineamentos geológicos.

Partiu-se do valor 3 pela razão de creditar a todas UG possibilidades didáticas importantes em havendo treinamento para o ensino e aprendizado dos processos geológicos em geral.

Índice de valoração
5 – UG com eficácia didática alta que exhibe texturas, estruturas e feições geológicas de boa eficácia didática e ilustra processos e eventos relacionados à história geológica.
4 – UG com eficácia didática média que exhibe texturas, estruturas e feições geológicas de média eficácia didática para ilustrar explicações de processos e eventos relacionados à história geológica
3 – UG com eficácia didática baixa que exhibe texturas, estruturas e feições geológicas de baixa eficácia didática para ilustrar explicações de processos e eventos relacionados à história geológica.

### Potencial de ocorrência de afloramentos

Para avaliar a relação entre área mapeada da UG e quantidades de afloramentos dessa, denominou-se o indicador potencial de ocorrência de afloramentos. Para efeitos de valoração, considerou-se como sendo diretamente proporcional a área da unidade no mapa Geológico (

Figura 16

Figura 16 - Mapa Geológico. Escala 1:100.000 (Menegat *et al.*, 2006f) com o potencial de ocorrência de afloramentos, ou seja, quanto maior a área mapeada, maior será a probabilidade de se encontrar exemplares da unidade que estejam aflorantes.

Índice de valoração:	
5	UG com potencial alto de ocorrência de afloramentos por possuir área mapeada superior a 50 km <sup>2</sup>
3 ou 4	UG com potencial médio de ocorrência de afloramentos por possuir área mapeada entre 11 e 50 km <sup>2</sup>
1 ou 2	UG com potencial baixo de ocorrência de afloramentos por possuir área mapeada até 10 km <sup>2</sup>

### 3.1.1.2 Indicadores logísticos

Forma definidos três indicadores relacionados com questões logísticas à visitação, sejam eles: a) potencial de visitação, b) mobilidade urbana, e c) potencial de difusão local, esse grupo de indicadores tem alta relevância para os Itinerários Geológicos de Porto Alegre, especialmente em termos logísticos. Recebem peso 3 e indicam característias necessárias para a proposta e manutenção dos itinerários a longo prazo.

#### Potencial de visitação

Por se tratar de uma proposta de visitação pública aos sítios geológicos de Porto Alegre, logo se coloca a condição de que os sítios apresentem baixas restrições para tanto. Os logradouros públicos se colocam como os locais mais aptos para visitações dessa natureza, principalmente em áreas verdes, como praças e parques.

O mapa de áreas verdes (Figura 19), publicado por Lüdke *et al.* (2006), destacou cinco tipos de áreas verdes públicas e privadas no município. A saber, as áreas verdes públicas são: a) praça, parque e unidade de conservação, sendo as privadas chamadas de área verde particular. A quinta definição de área verde é destinada às da margem do Guaíba, as quais os autores não diferenciaram em públicas e privadas.

No mapa de Hickel (2006c, ver Figura 18) foram identificadas áreas de interesse institucional, como universidades públicas, empresas públicas de energia, saneamento e abastecimento, entre outras. Tais áreas são interessantes por se localizarem em grandes terrenos e possuírem, além de prédios, áreas verdes e locais potenciais de afloramentos.

Além disso, faz-se necessário reconhecer locais que, embora não sendo públicos, apresentam enorme potencial de visitação. Ao reconhecerem-se esses locais, poder-se-  induzir o proprietário do logradouro a desenvolver a es para integrá-lo a um programa de visitação pública. Exemplos são áreas verdes de instituições de ensino, de clubes, associações comerciais, industriais, religiosas, etc. Aqui utilizou-se aquelas mapeadas por Lüdke *et al.*, (2006).

Quanto à valoração das UG's, com áreas mapeadas no *Mapa Geológico* (

Figura 16), foram definidos três níveis de potencial de visitação:

- Potencial de visitação alto é configurado pela presença de área verde pública do tipo parque e/ou unidade de conservação e/ou da margem do Guaíba com acesso por eixo de rua;
- Potencial de visitação médio é configurado pela presença de área verde pública do tipo praça e/ou área de interesse institucional e/ou da margem do Guaíba sem acesso por eixo de rua;
- Potencial de visitação baixo é configurado pela presença de área verde particular e/ou ausência de áreas verdes e de interesse institucional.

A diferenciação entre o maior ou o menor valor do grupo de índice de valoração foi estabelecida segundo o seguinte critério: valores maiores são atribuídos à UG quando essa tem mais de um dos tipos de área referentes ao nível de potencial.

Índice de valoração
4 ou 5 - UG que possui potencial de visitação alto
2 ou 3 - UG que possui potencial de visitação médio
1 - UG que possui potencial de visitação baixo

## Mobilidade urbana

Tratando-se de locais de visitação na cidade, colocam-se critérios de mobilidade urbana em termos de vias de acesso e tempo de deslocamento. Tais critérios podem ser evidenciados no *Mapa do modelo espacial da cidade* (Figura 18), elaborado por Hickel *et al.* (2006a). Nesse mapa, estão identificados os tipos de vias de mobilidade urbana (rodovia, vias de transporte coletivo segregado, vias de carga, vias de carga projetada, vias de transporte de alta capacidade) bem como a rede de ruas e avenidas (eixo de rua). Esses critérios foram utilizados na valoração do indicador de *mobilidade urbana*. Em não havendo sobreposição com as vias de mobilidade urbana referidas, optou-se por utilizar a rede viária principal do Mapa Geológico (

Figura 16) como representativa das avenidas principais em regiões e bairros, sendo os demais eixos de rua do mapa de Hickel *et al.* (2006a), denominados como ruas comuns.

Dessa forma, pôde-se avaliar para cada unidade geológica, quais os tipos de vias que nela ocorrem. Três classes de tipos de vias são propostas:

- Vias de mobilidade urbana alta, representadas por rodovia, vias de transporte coletivo segregado, vias de carga, vias de carga projetada, vias de transporte de alta capacidade, com linhas de ônibus e lotação;

- Vias de mobilidade urbana média, representadas por avenidas principais em regiões e bairros, eventualmente com circulação de linhas de ônibus e lotação;
- Vias de mobilidade urbana baixa, representadas por ruas comuns, raramente com linhas de ônibus e lotação.

Outro indicativo de mobilidade urbana, foi colocado quanto ao tempo médio de deslocamento até o lugar de interesse. O tempo foi medido em relação à distância ao Centro Histórico da cidade. Assim, três zonas foram estipuladas utilizando-se, como referencial, elementos do *Mapa do modelo espacial da cidade*, a saber:

- Zona com intervalo médio de deslocamento de até 30min, compreendendo áreas de ocupação intensiva e delimitada pela Terceira Perimetral;
- Zona com intervalo médio de deslocamento até 60min, compreendendo áreas de ocupação intensiva e rarefeita e delimitada pelas vias de transporte intenso dos segmentos das Avenidas Assis Brasil, Ari Tarragô e Antônio de Carvalho, seguindo pelo limite de área intensiva, conformado pela Crista de Porto Alegre. Inclui-se aqui, a área residencial da zonal sul compreendida pelos bairros de Ipanema, Tristeza e Assunção entre outros, até a Ponta da Serraria e a região do Delta do Jacuí;
- Zona com intervalo médio de deslocamento maior do que 60min, compreendendo áreas de ocupação rarefeita da zona rural-urbana desde o flanco sudeste da Crista de Porto Alegre até o extremo sul do município. Inclui-se aqui as regiões do extremo leste no limite com o município de Alvorada e Viamão. Incluem-se as regiões foram do município.

A diferenciação entre o maior ou o menor valor do grupo de índice de valoração foi estabelecida segundo o seguinte critério: valores maiores são atribuídos à UG quando essa tem acesso direto pelo tipo de via em questão (alta, média e baixa mobilidade urbana) e valores menores indicam apenas o pertencimento da UG em relação à zona de deslocamento.

Índice de valoração:
4 a 5 - UG com vias de mobilidade urbana alta e em zona com intervalo médio de deslocamento de até 30min.
2 a 3 - UG com vias de mobilidade urbana média e em.
1 - UG com vias de mobilidade urbana baixa e em zona com intervalo médio de deslocamento maior do que 60min.

### Potencial de difusão local

No cenário urbano de Porto Alegre, a localização de espaços específicos pode coincidir com a área de uma UG. O indicador de potencial de difusão local é definido em termos da proximidade da UG em relação a locais como escolas, universidades, associações de bairro, sindicatos, associações comerciais, industriais, clubes e outras entidades públicas, comunitárias, e privadas do município. Tal proximidade pode vir a facilitar o estabelecimento de práticas variadas de geoconservação em sítios geológicos urbanos via cooperação entre os diversos agentes locais.

Em Porto Alegre, a densidade de ocorrência dessas áreas é diretamente proporcional à densidade da ocupação urbana. No *Mapa do modelo espacial da cidade* (Figura 18), foram definidas as seguintes áreas: a) de ocupação intensiva, b) de ocupação rarefeita e c) especiais.

Para efeitos de valoração, foram consideradas três classes de potencial de difusão local, sejam eles:

- Potencial de difusão local alto, compreendendo as áreas de ocupação intensiva do Centro Histórico, do corredor de urbanidade e aquelas predominantemente residenciais limitadas pela via de transporte coletivo segregado da 3ª perimetral (sendo o segmento sul dessa área, limitado ao norte da Ponta do Dionísio);
- Potencial de difusão local médio, compreendendo as demais áreas de ocupação intensiva predominantemente residenciais;
- Potencial de difusão local baixo, compreendendo as áreas de ocupação rarefeita, especial e aquelas intensivas dos tipo predominantemente produtiva, mista e corredor de produção (incluiu-se aqui as UG aflorantes fora do município).

A inclusão de uma UG dentro de uma dessas três classes se deu à medida em que se registrou sua ocorrência definida no *Mapa Geológico* (Figura 16) com sobreposição à área de ocupação definida pela classe. Dentro dos intervalos do índice de valoração, optou-se pelo maior ou menor valor de acordo com sua sobreposição mais ou menos significativa com a classe.

Índice de valoração:
4 ou 5 - UG em área com potencial de difusão local alto
2 ou 3 - UG em área com potencial de difusão local médio
1 - UG em área com potencial de difusão local baixo

### 3.1.1.3 Indicadores geomorfológicos e hidrológicos

Esse grupo de indicadores é definido a partir da relação da UG com os grandes domínios morfoestruturais do Rio Grande do Sul, as principais unidades de relevo de Porto Alegre e as unidades e feições hidrológicas significativas. Para os Itinerários Geológicos de Porto Alegre, esses indicadores recebem peso 2. Sua importância reside no fato de que ajudam na compreensão do modelo espacial, na explicação da estrutura da paisagem regional e local, e no estabelecimento de nexos entre escalas. Assim, permitem reconhecer localmente as relações regionais do relevo e do escoamento das águas.

#### Domínios morfoestruturais do RS

De acordo com Menegat *et al.* (2006e, p.25), no Rio Grande do Sul, são identificados quatro grandes domínios morfoestruturais, com base nas características geológicas e estruturais das rochas e modelados de relevo. Esses domínios são os seguintes: Escudo Sul-Rio-Grandense, Depressão Periférica, Planalto Meridional, e Província Costeira. Devido às características litológicas e morfoestruturais, os domínios apresentam vegetações típicas, as quais são as expressões possíveis da flora em relação a esses parâmetros.

No sudeste do estado, o Escudo Sul-Rio-Grandense é um planalto com rochas ígneas, metamórficas e sedimentares de idades que vão desde o Arqueano (2,2 Ga) até o Cambriano (500 Ma). Esse domínio é caracterizado por uma gama variada de relevos que se apresentam desde coxilhas, morros, pontões e cristas até chapadas, os quais têm até 599 m e são cobertos por savanas e matas.

Estendendo-se num corredor que bordejia o norte do Escudo em direção ao oeste e sudoeste até o Uruguai, localiza-se a Depressão Periférica. Com altitudes entre zero e 200 m, esse domínio formado por rochas sedimentares do Paleozoico e do Mesozoico da Bacia do Paraná é caracterizado por relevo de coxilhas e planícies fluviais coberto de campos e matas. Além disso, nesse domínio, sobressaem-se morros com formas tabulares (mesas) e cônicas, os quais são formados por rochas do Mesozoico e testemunham antigas linhas de escarpa do Planalto Meridional.

Compondo toda a porção norte do estado e bordejado pela Depressão Periférica ao sul, o Planalto Meridional é formado por um extenso platô de rochas basálticas e riodacíticas do Mesozoico. Apresentando relevo ondulado com altitudes de até 1.378 m e coberto por campos e matas mistas com araucárias, o Planalto teve seu bordo sul recortado pela erosão, sendo caracterizado por uma escarpa íngreme denominada Serra Geral.

Por fim, o quarto domínio morfoestrutural localiza-se na costa leste do estado e é denominado Província Costeira. Caracterizado por depósito sedimentares do Cenozoico, esse domínio é formado por lagunas e barreiras arenosas com relevo suave coberto por matas de restinga, juncais e gramíneas.

Quanto aos domínios descritos para o estado, destaca-se que

Todos os domínios morfoestruturais do Rio Grande do Sul ocorrem na região de Porto Alegre, onde, ao serem recortados pelo Lago Guaíba, formam uma paisagem suave e ao mesmo tempo contrastante. (Menegat *et al.*, 2006e, p.27)

Dito isso, destacam-se para o presente estudo, as relações de representatividade dos domínios morfoestruturais do estado com a paisagem da região de Porto Alegre. São elas evidenciadas no Mapa Geomorfológico (Figura 17): o Escudo Sul-Rio-Grandense é representado pelas cristas, morros isolados, colinas e pontas; a Depressão Periférica é representada pela planície e terraço fluvial do Rio Gravataí, bem como pelo Delta do Jacuí; o Planalto Meridional é representado pelos diques básicos a intermediários (ver *Mapa geológico*,

Figura 16); e, por fim, a Província Costeira é representada pelos cordões arenosos e terraços lacustres, planície e terraço fluvial dos Arroios Dilúvio e Cavalhada, pelas enseadas.

A relação de representatividade de uma UG, e portanto, de inclusão dessa aos domínios morfoestruturais do RS, se deu pela seguinte premissa: uma UG representa um dos domínios quando sua área (vide *Mapa geológico*, Figura 16) está quase ou totalmente inclusa na área geomorfológica toponimicamente designada que representa um domínio morfoestrutural. No índice de valoração, optou-se por excluir os valores 1 e 2, já que todas as UG's têm representatividade com os domínios morfoestruturais. Os maiores valores são indicativos de que poucas UG's representam o domínio, ou seja, existem poucas opções em campo para se conhecer o domínio em questão.

Índices de valoração:	
5	UG que representa exclusivamente ou em conjunto com até três UG's um domínio morfoestrutural;
4	UG que representa em conjunto com outras quatro até dez UG's um domínio morfoestrutural;
3	UG que representa em conjunto com mais de dez UG's um domínio morfoestrutural;

## Unidades de relevo de Porto Alegre

O aspecto atual do município de Porto Alegre, situado entre as regiões costeiras e continentais do estado, está relacionado, de acordo com Menegat *et al.* (2006e, p.25) com os eventos climáticos e geológicos que se verificam em todo o sul do Brasil nos últimos 400 mil anos.

A região de Porto Alegre apresenta paisagens contrastantes definidas em termos de três modelados de relevo distintos, *as terras baixas*, ao norte; *as terras altas*, na região central; e *as terras baixas com morros isolados*, ao sul. Tal compartimentação foi publicada no *Mapa Geomorfológico* (Figura 17) e é dada pela Crista de Porto Alegre, que se mostra como a principal elevação do município, com 22 km de comprimento, alinhada na direção nordeste e com ponto culminante de 311m.

Para fins de valoração, definiu-se as seguintes unidades de relevo: a) *modelado residual* de morros isolados, colinas e cristas das terras altas; b) *modelado de acumulação* de planícies e terraços fluviais, Delta do Jacuí e cordões arenosos e terraços lacustres das terras baixas; e c) *as formas da margem do Lago*, com pontas e enseadas. No presente trabalho as unidades de relevo foram consideradas de acordo com sua expressão toponímica.

A relação de representatividade de uma UG, e portanto, de inclusão dessa às unidades de relevo de Porto Alegre, se deu pelas seguintes premissas: a) uma UG representa uma unidade quando sua área (vide *Mapa geológico*) está predominantemente ou totalmente inclusa na área geomorfológica toponimicamente designada que representa uma unidade de relevo; e b) quando uma UG divide sua representatividade entre duas ou mais unidades de relevo, isto, é, toponimicamente designadas, optou-se pelo maior valor atribuído.

Índices de valoração:
4 ou 5 – UG que representa exclusivamente ou em conjunto com até duas UG's uma unidade de relevo.
2 ou 3 – UG que representa com exclusivamente ou em conjunto com três a dez UG's uma unidade de relevo.
1 - UG que representa em conjunto com mais de dez UG's uma unidade de relevo ou que está fora do município

### **Unidades e feições hidrográficas significativas**

Segundo Menegat & Kircheim (2006c, p. 35), "o sistema água-atmosfera, a fina camada superficial que empresta a cor azul à Terra, não é apenas vital para os seres vivos, mas é a própria marca da existência da vida".

Porto Alegre está localizada na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, a qual abrange quase um terço do estado do RS e na qual o Rio Jacuí é o canal principal de escoamento das águas superficiais. Esse rio, em conjunto com o Caí, Sinos e Gravataí contribuem com uma vazão média

de água de 38.000 m<sup>3</sup>/s que desembocam no Lago Guaíba e resultam na formação do Delta do Jacuí. A partir do Guaíba, o escoamento das águas se dá para a Laguna dos Patos (a maior do mundo) e dessa para o Oceano Atlântico Sul.

A formação da morfologia atual do município de Porto Alegre, bem como das águas que o drenam e banham, está diretamente relacionada com sua história geológica de flutuações do nível da mar (ver *história geológica*). Desde a primeira grande transgressão marinha, ocorrida há 400 mil anos atrás, época em que Porto Alegre configurava-se como uma ilha, até a quarta e última delas, há 5 mil anos, com o delta, o lago e a laguna já formados, a superfície da região têm sido modelada pelos agentes geológicos atuantes. Os temas referentes aos aspectos hidrológicos do município foram publicados por Menegat & Kirchheim (2006b) e por Menegat *et al.* (2006a), respectivamente encontrados, no mapa das sub-bacias hidrográficas e no mapa de drenagem: os arroios de Porto Alegre.

Como referenciais das *unidades e feições hidrográficas significativas*, o presente estudo considerou as seguintes: Lago Guaíba, Delta do Jacuí e Anel de Nascentes.

O Lago Guaíba, principal manancial hídrico do município de Porto Alegre, possui 470 km<sup>2</sup> de superfície, cerca de 50 km de comprimento, profundidades média de 2 metros e máxima de 31 metros, larguras mínima de 900 m e máxima de 19 km e margens formadas, a leste, por pontas de morros graníticos residuais, e, a oeste, por pontas de areia. Apresenta regime bidimensional de escoamento das águas (longitudinal e transversal ao canal), sendo esse escoamento influenciado pelas flutuações do nível das águas da Laguna dos Patos e pela intensidade dos ventos predominantes na região. Esses fatores combinados com chuvas intensas podem causar represamento das águas na área do delta e inundações dessa região e das do sul do município, como a que ocorreu em 1941 no Centro Histórico.

O Delta do Jacuí, com área de 47,18 km<sup>2</sup>, é um depósito sedimentar formado quando os jatos dos rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí encontram o grande corpo de água do Guaíba. O rápido decréscimo do fluxo de água causa a descarga do material arenoso e argiloso que estava sendo carregado pelos rios e resulta na formação de ilhas que, ao longo do tempo, vão crescendo em direção ao lago.

Por fim, o Anel de Nascentes é uma herança geomorfológica e hidrológica da história geológica recente. Essa área tem forma de anel e está localizada nas colinas junto ao limite com o município de Viamão, sendo local de atenção à qualidade hidrológico-ambiental das águas de todo o município de Porto Alegre. Atualmente, pode ser evidenciado pela direção de fluxo das águas escoadas pelas sub-bacias hidrográficas, a qual é radial centrífuga, isto é, as nascentes dos principais arroios encontram-se na mesma área geográfica.

Para fins de valoração, as UG's foram relacionadas com as três unidades e feições hidrográficas descritas acima.

Índices de valoração
4 ou 5 - UG que representa totalmente e/ou geneticamente uma unidade ou feição hidrográfica ou está em contato com duas dessas
2 ou 3 - UG que tem contato com o Lago Guaíba ou com outra unidade ou feição hidrográfica
1 - UG que não tem contato com unidade ou feição hidrográfica

### 3.1.1.4 Indicadores paisagísticos e culturais

Os indicadores paisagísticos e culturais são definidos por unidades de paisagem construída ou natural, amplitude da escala observacional e da fruição da paisagem, e usos culturais. Esse grupo de indicadores tem sua relevância para os Itinerários Geológicos de Porto Alegre dada sua natureza transdisciplinar. Recebem peso 1 e indicam relações entre a os elementos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos e os contextos naturais ou urbanos relacionados com a paisagem ou a cultura.

#### Unidades de paisagem construída ou natural

No município de Porto Alegre, com cerca de 1,5 milhão de habitantes, ocorrem manchas relictuais da paisagem natural. Além disso, identificam-se elementos de importância histórica e atual do processo de urbanização da região.

Foram reconhecidos padrões distintos de paisagem no município, os quais se dividiu em três grande setores:

- Setor do Delta do Jacuí, com densidade de ocupação urbana baixa em poucos núcleos residenciais e com áreas naturais expressivas;
- Setor central-norte, com predomínio da densidade de ocupação urbana média a alta e com poucos relictos naturais;
- Setor central-sul, com densidade de ocupação urbana média a baixa em núcleos residenciais e com expressivas áreas naturais.

Sobre as manchas naturais da paisagem de Porto Alegre, Porto & Mello (2006) publicaram o *mapa da vegetação natural atual* e demonstraram a existência de oito grupos vegetacionais nativos, sendo quatro tipos florestais, dois tipos de campos savanóides e dois tipos de formações pioneiras de áreas úmidas. Para além, explicaram que

os morros e o delta, graças a iniciativas de conservacionismo, permanecem com grandes áreas intocadas, mantendo os

remanescentes da diversidade de flora e fauna outrora existentes em todo o município. (Porto & Mello, 2006, p.53)

e ainda propuseram que a vegetação natural existente hoje no município está mais preservada em áreas de dificuldade de ocupação urbana, a exemplo das encostas íngremes dos morros graníticos e das áreas úmidas, tanto do Delta do Jacuí, quanto da porção sul do município.

Em relação à diversidade da fauna de Porto Alegre, Porto (2006b) publicou o *mapa dos biótopos naturais potenciais* para o município, os quais são definidos como unidades de paisagem com características típicas em relação à flora, à fauna e aos fatores ambientais e estruturais da paisagem. Sendo uma síntese visual e interpretativa de diversos estudos integrados sobre vegetação natural potencial, geomorfologia e hidrografia, o mapa traz seis diferentes biótopos potenciais para o município, quais sejam, campo seco, floresta, restinga, banhado, área úmida do delta e corpos d'água. O biólogo Carlos Olegário Diefenbach (2006) expôs que o município possuía uma coletânea de animais, a fauna, muito mais rica que a atual, e corroborando com a citação de Porto & Mello (2006) em relação a vegetação, o autor afirmou que

A maioria das [espécies nativas] que remanesceram estão em refúgios naturais nos morros, em alguns banhados, nas restingas da margem do Guaíba ou em áreas de preservação. (Diefenbach, 2006, p.59)

Encadeada aos fatores de flora e fauna referidos, soma-se a discussão sobre a importância das unidades de conservação. Segundo Porto *et al.*, (2006),

No Brasil, as unidades de conservação (UC) são porções do território nacional, inclusive as águas territoriais, com características naturais de valor relevante. Essas unidades são legalmente instituídas pelo poder público com objetivos e limites definidos, sob regime especial de administração, às quais aplicam-se garantias de proteção. (Porto *et al.*, 2006, p. 79)

Para o ano de 2012, a conservação da natureza no Brasil em termos legais se dá por meio de três tipos básicos de unidades de conservação, as de proteção integral ou de uso indireto, as de uso sustentável ou de uso direto, e, por fim, pelas reservas particulares do patrimônio natural. O município de Porto Alegre contava com cerca de 11% do seu território compreendido por unidades de conservação, sendo estas, o Parque Estadual do Delta do Jacuí, a Reserva Biológica do Lami, a Reserva Ecológica do Morro Santana, o Parque do Morro do Osso e o Jardim Botânico (Porto *et al.*, 2006). Sobre a preservação do patrimônio natural de Porto Alegre, os autores sugeriram que

A criação de áreas de proteção ambiental e de reservas particulares do patrimônio natural, além da implantação de novas unidades de conservação e ampliação das já existentes, podem ser identificadas como as estratégias mais adequadas para a preservação do importante patrimônio ambiental do município. (Porto *et al.*, 2006, p. 79)

O cenário da diversidade biológica, ou biodiversidade, existente no sul do Brasil foi analisado pelo biólogo espanhol Ramon Margalef a partir da importante relação entre as reservas locais de biodiversidade e os experimentos de evolução. Como síntese, o autor sugeriu que "o Sul do Brasil pode ser tão ou mais estimulante que a própria Amazônia" (Margalef, 2006, p.93), explicando que

Na verdade, as áreas tradicionalmente consideradas como as mais férteis correspondem, mais exatamente, à periferia das áreas de maior diversidade e biodiversidade. Estas [...] se manifestam apropriadamente em localidade próximas à região de Porto Alegre, estando presentes fielmente em museus naturais, matas e parques dessa cidade (Margalef, 2006, p.93).

Aqui, surge-nos a seguinte questão: como conciliar as diversidades advindas da evolução natural da Terra, com as mudanças realizadas nessas pela dominância humana sobre a paisagem planetária atual? Sobre a questão posta, inseriu-se a recente evolução urbana de Porto Alegre, essa datada dos anos 1680 a 1772, como um fator positivo para a permanência de relictos naturais e construídos no município. O escritor Luiz Antônio de Assis Brasil escreveu sobre essa região: "Porto Alegre acolheu gentes de todos os lados [...] Assim, sua minguada História foi-se mesclando às dos outros, e hoje encaramos com naturalidade o rosto múltiplo de Porto Alegre (Assis Brasil, 2006, p.98)". Acrescentando a relevância de tal mosaico étnico e cultural, também explicou que

Tudo isso é que nos permite ter uma alma. Sim, porque cidades podem ter alma, assim como podem não a ter [...]. É um certo existir com independência - se falarmos de uma pessoa, falamos em *personalidade*. E Porto Alegre conseguiu unir a grandeza demográfica à existência de uma autêntica alma. (Assis Brasil, 2006, p.98)

Sobre o sistema construído de Porto Alegre, a arquiteta Célia Ferraz de Souza realizou um estudo sobre a evolução urbana da região, com subtítulo dos arraiais à metrópole. Nesse, a autora propõe que a evolução urbana da cidade ao longo da história pode ser entendida pela relação diretamente proporcional entre variação populacional e funções urbanas. Souza (2006) também expôs que os períodos evolutivos da cidade devem ser entendidos com base em estímulos e relações internas e externas, os quais são nomeados indutores da evolução urbana e traduzidos por

fatores populacionais, econômicos, socioculturais, político-institucionais ou locais. Concluindo, afirmou que

a predominância de um ou mais desses fatores permite identificar as funções urbanas assumidas pelo núcleo em determinado período. Essas funções terão reflexo não só na configuração da estrutura e da morfologia urbana, mas também na concepção arquitetônica das edificações (Souza, 2006, p. 99).

Em relação a Porto Alegre, cinco períodos foram definidos desde a ocupação inicial da região até aos dias atuais. Resumidamente, esses períodos foram cronologicamente sequenciados e caracterizados por: 1º) ocupação do território e formação do núcleo, 2º) trigo, 3º) imigração alemã e italiana, 4º) industrialização e 5º) metropolização (Souza, 2006). No decorrer dessa evolução, diversos elementos construídos permaneceram na paisagem atual de Porto Alegre, a exemplo de praças, parques, edifícios e casas e construções e configurações de vias públicas.

Resultado da evolução da região e da cidade, têm-se a atual organização urbana de Porto Alegre. Hickel *et al.* (2006a) propuseram o *mapa do modelo espacial da cidade* (Figura 18).

Para efeito de valoração das unidades de paisagem construída ou natural, se consideraram dois grandes grupos:

- Grupo de interesse construído, composto pelas áreas urbanas históricas do período de 1820 a 1890 (Souza, 2006) e áreas de interesse ambiental e cultural (Hickel *et al.*, 2006a);
- Grupo de interesse natural, composto pelas áreas expressivas de vegetação natural atual (Porto & Mello, 2006) e áreas de proteção ao ambiente natural (Hickel *et al.*, 2006a).

Índices de valoração:
5 - UG que apresenta os dois tipos de áreas referentes aos dois grupos de interesse, natural e cultural.
4 - UG que apresenta dois tipos de áreas referentes a um dos grupos de interesse e um tipo do outro.
3 - UG que apresenta dois tipos de áreas referentes aos grupos de interesse.
2 - UG que apresenta um tipo de área referente a um grupo de interesse.
1 - UG que não apresenta os tipos de áreas dos grupos de interesse.

### Amplitude da escala observacional e fruição da paisagem

Comparando a região com amenos e agradáveis locais da Europa, Saint-Hilaire declarou quanto agradável Porto Alegre lhe pareceu. Esse naturalista francês descreveu, no início do século XIX a variedade geopaisagística da região, comentando, por exemplo, o Delta do Jacuí e o Planalto Meridional ao norte, e ainda os morros e coxilhas e o Lago Guaíba do centro para o sul de Porto Alegre.

Descrevendo a vista para o norte a partir da Crista da Matriz, onde vê-se, em primeiro plano, o Delta do Jacuí e ao fundo o Planalto Meridional, o autor afirmou que a "mistura de água e terra resulta um conjunto muito agradável", completando "que o horizonte é limitado pelos cumes da Serra Geral". Escreveu que basta observar, do mesmo local, em direção ao sul, para "apreciar uma paisagem diferente [...] também cheia de belezas [...]. A lagoa se estende obliquamente para o sul, orlada de colinas pouco elevadas; confunde-se no horizonte com as nuvens", concluindo que o panorama de Porto Alegre tem "alguma coisa de calmo que convida ao sonho." (Saint-Hilaire, 1987, p. 44)

Em alusão ao Lago Guaíba, um "vasto lago de decantação encerrado no granito", Balduino Rambo declarou que esse, dá origem "a uma paisagem particular [...] de grande variedade e beleza" (Rambo, 1942, p.78-79). Variedade comentada por Lutzenberger, em termos de plantas e rochas, como "um espetáculo realmente excepcional no mundo." (Lutzenberger, 1990, p 8-9).

Para efeitos de valoração, definiram-se dois grupos de interesse observacional e de fruição da paisagem:

- Das terras altas, composto por pontos de fruição da paisagem em morro (Hickel *et al.*, 2006a, ver Figura 18) e pelas cristas, colinas, morros isolados e pontas (Figura 17).
- Das terra baixas, composto por áreas verdes na margem do Lago Guaíba, incluindo todos os tipos mapeados por Lüdke *et al.* (2006, ver Figura 19), e pontes da rodovia sobre os canais do Delta do Jacuí (Figura 18).

Índice de valoração
5 - UG que abrange dois locais de um dos grupos de interesse e um de outro ou está 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

## Usos culturais

Os usos culturais foram definidos em termos de interação histórica e/ou contemporânea entre os cidadãos e o ambiente. Definiram-se, preferencialmente, locais em que tal interação se dá com o Centro Histórico, bem como com o Lago Guaíba e a interface desses que se mostra por meio de passeios de barco.

O Lago Guaíba foi escolhido por seus valores culturais quanto aos seguintes pontos: possibilidade de interação com a flora e fauna, recreação, esporte e lazer em balneários, registros indígenas, beleza paisagística, fruição e amplitude de paisagem, manancial hídrico, passeios de barco, etc.

O Centro Histórico foi escolhido pelos seguintes valores culturais: presença de edificações ou conjuntos históricos onde eventualmente se reconhecem os materiais de construção oriundos de unidades geológicas locais, bem como de atividades humanas em decorrência da evolução urbana. São exemplo desses a Ponte de Pedra, Viaduto Otávio Rocha (Av. Borges de Medeiros), Praça da Matriz e suas edificações, Rua dos Andradas (da Praia), Usina do Gasômetro, Cais Marcílio Dias (porto), Casa da Cultura Mário Quintana, Mercado Público, Campus Central da UFRGS e passeios de barco pelo margem do Lago Guaíba e Delta do Jacuí.

Para efeitos de valoração, são propostos quatro grupos com usos culturais:

- a) em área verde (Figura 19);
- b) em área de interesse ambiental e cultural (Figura 18);
- c) no Centro Histórico (Figura 18);
- d) no Delta do Jacuí, por meio de passeios de barco.

Índice de valoração
5 - UG que abrange locais de três grupos de usos culturais ou do grupo d
4 - UG que abrange locais dos grupos a e c
3 - UG que abrange locais dos grupos a e b
2 - UG que abrange locais do grupo a
1 - UG que não abrange locais dos grupos de interesse

### 3.1.2 Unidades geológicas-chave

Em posse dos valores de importância da UG's, foram selecionados os maiores valores resultantes da aplicação da matriz. Balizado pela premissa de serem obtidas unidades capazes de representar a evolução geológica, selecionou-se ao menos uma UG de cada uma das quatro eras geocronológicas. Ao final, foram definidas as UG mais representativas do contexto geológico e geopaisagístico de Porto Alegre e, além disso, aquelas capazes de sustentar a narração da história geológica local.

As UG's definidas foram denominadas unidades geológicas-chave, sendo, suas áreas de ocorrência, destacadas do Mapa Geológico (Figura 16) de Porto Alegre. Com a obtenção das UG-chave, viabilizou-se a busca mais específica por sítios geológicos com atributos cognitivos e logísticos para compor os itinerários geológicos propostos.

### 3.2 Definição de áreas de busca e documentação de afloramentos

Tendo feito a valoração e obtido as unidades geológicas-chave, partiu-se para o cruzamento digital das informações de área mapeada dessas unidades (Menegat *et al.*, 2006f) com imagem de satélite Landsat TM5 recortada para as mesmas dimensões areais (INPE, 2011) e mapa de áreas verdes do município (Figura 19). Esse cruzamento partiu da premissa de que os locais de afloramento estivessem preferencialmente em áreas verdes públicas do tipo praça e parque, unidades de conservação e margem do Guaíba (Lüdke *et al.*, 2006), salientando-se que, para o ano do mapa utilizado, o município de Porto Alegre contava com 395 praças, 11 parques e 6 unidades de conservação (UC). Por meio desse cruzamento de informações espaciais, definiram-se locais preferenciais de busca de afloramentos das UG-chave.

Dentre os locais propostos, realizaram-se atividades de campo para levantamento de dados, contemplando a documentação dos afloramentos com base nos parâmetros da matriz de valoração, bem como, por descrição, fotografia e amostragem. Deixa-se claro que os indicadores da matriz de valoração serviram como guias gerais dos assuntos a serem abordados em campo. Isso quer dizer que a documentação dos elementos não necessariamente aborda apenas aqueles especificamente definidos pelos indicadores, podendo, portanto, compreender temas não definidores dos indicadores mas sempre sendo relacionados a esses.

Para a documentação referida utilizou-se GPS Garmin, modelo Vista HCx, caderneta de campo, bússola, modelo Brunton, máquina fotográfica, modelo Nikon D3000 com lente Nikon AF-S DX NIKKOR 18 - 55 mm, recipientes plásticos e canetas permanentes para condicionamento das

amostras e, eventualmente, martelo modelo Estwing 22 oz. E6-22BLC e óculos de proteção. Uma vez percorridos e documentados esses locais, construiu-se um banco de dados georreferenciados para os afloramentos das UG-chave descritos nessa etapa de campo.

### 3.3 Definição de sítios geológicos

Pode-se aplicar a metodologia utilizada para valorar as Unidades Geológicas também para valorar os afloramentos que elas contêm. Com isso, obtém-se uma avaliação mais adequada de quais são os sítios mais importantes e representativos de cada unidade.

Para efeitos didáticos, aplicou-se essa metodologia apenas para alguns afloramentos. O resultado dessa avaliação foi ilustrado em termos de pranchas que contêm os dados de cada sítio relacionados aos indicadores da matriz. Ver capítulo 4 (Figura 27, 28, 29 e 30).

### 3.4 Documentação de sítios geológicos

Por meio de pesquisa bibliográfica em relação a técnicas de apresentação de sítios geológicos já existentes e de referências pertinentes ao tema (SNH, 1997; Veverka, 1998; Hose, 2000; Beck & Cable, 2002; Carter, 2001; Dias *et al.*, 2003; Brilha, 2005; Menegat *et al.*, 2006f; Mansur & Nascimento, 2007; UNESCO, 2010), foram definidos os materiais necessários para a documentação avançada dos sítios de maior relevância geopaisagística.

Em nova campanha de campo, efetuaram-se detalhamentos das documentações anteriores, resultando em descrições e interpretações geológica e geomorfológica/toponímica, fotografias panorâmicas e de detalhes e novas amostragens nos sítios. Eventualmente, foram abordados temas específicas aos pontos, envolvendo descrições pedológicas, hidrográficas/hidrológicas, de fauna e flora, e culturais.

Optou-se, para além das documentações descritivo-interpretativas e fotográficas, pelo uso de materiais gráficos auxiliares, como blocos-diagramas (Menegat *et al.*, 2006g), mapas e digitalizações de detalhes das fotografias. As abordagens temáticas de cada sítio, por meio da descrição e interpretação das fotografias do local, foram dispostas em conjunto com os blocos-diagramas referentes à evolução geológica, bem como ao texto explicativo dessa evolução. Por vezes, utilizaram-se representações da paisagem atual em termos geomorfológicos, vegetacionais e pedogenéticos. As documentações feitas para cada sítio (Araújo, 2005) foram organizadas de acordo com os indicadores da matriz de valoração, abordando aqueles de maior relevância específicos ao sítio geológico.

### **3.5 Espacialização de sítios geológicos.**

Realizadas as etapas de documentação dos sítios selecionados, foram definidos sequenciamentos para a visita dos sítios geológicos. A espacialização embasou-se na evolução geológica local e a integração dos sítios geológicos se deu, principalmente, a partir de critérios logísticos de mobilidade urbana, acesso público, tempo de visita e amplitude observacional. Por meio dessa técnica e respeitando a lógica proposta, foram criados os itinerários geológicos de Porto Alegre com variações de visita de longa duração e de curta duração.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a metodologia assim proposta e, ao final do caminho de teste da hipótese central da presente monografia, apresentam-se como resultados significativos os seguintes:

- 1) Matriz de valoração das UG's de Porto Alegre com valores atribuídos;
- 2) Mapa das UG-chave
- 3) Mapa de sítios geológicos e acessos
- 4) Pranchas visual-interpretativas de sítios geológicos
- 5) Mapas de itinerários geológicos

Optou-se pela apresentação dos resultados separados por tópicos sequenciados um a um. Também faz-se a ressalva que preferiu-se apresentar a discussão em conjunto com os resultados e assim debatê-los individualmente em cada tópico. Essa preferência se deu sem prejuízo de alguns tópicos da discussão estarem apresentados, ao final, com das conclusões do trabalho.

### 4.1 Matriz de valoração das UG's de Porto Alegre com valores atribuídos

Do universo de 27 UG's de Porto Alegre, foram definidas 10 unidades geológicas-chave do contexto da geopaisagem local (células preenchidas em laranja na Tabela 3). As UG-chave foram as seguintes:

- 1) Sistema laguna-barreira IV - depósitos deltaicos;
- 2) Sistema laguna-barreira IV - depósitos lacustres;
- 3) Sistema laguna-barreira IV - depósitos de canal e planície fluviais;
- 4) Formação Serra Geral - diabásios, andesitos e dacitos;
- 5) Formação Rio Bonito - pelitos;
- 6) Granito Independência - monzogranito a sienogranito;
- 7) Granito Santana - sienogranito a monzogranito;
- 8) Granodiorito Lomba do Sabão - granodiorito;
- 9) Granodiorito Três Figueiras - granodioritos a monzodioritos;
- 10) Gnaiss Chácara das Pedras - gnaisses tonalíticos.

A importância geopaisagística das 27 unidades foi estabelecida pelos parâmetros da matriz de valoração e pela análise feita a partir dos dados brutos da matriz pôde-se constatar que os valores de importância alcançados pelas unidades teve uma distribuição aproximadamente normal. De acordo com intervalos específicos referentes a esses valores,

foram definidas as categorias A, B, C e D para designar as UG's (Tabela 2).

Tabela 2 -Definição da categoria da UG com base no valor de importância.

CATEGORIA DA UG	Valor de importância	Nº de UG's	Valor máx. registrado	Valor mín. registrado
A	>4	3	4,6	4,1
B	>3 e <4	13	3,9	3,2
C	>2 e <3	9	2,9	2,2
D	>1 e <2	2	1,9	1,8

As unidades geológicas das categorias A e B foram aquelas que concorreram para a classificação como UG-chave, compondo um universo de 16 unidades. Verificou-se contudo a necessidade de uma exceção à regra, a qual incluiu um UG de categoria C no universo das possíveis UG-chave.

Nesse cenário, a discussão que segue foi estruturada a partir dos grandes capítulos da história geológica e esclarece a exceção citada. Tais capítulos foram organizados de acordo com as Eras geocronológicas e, portanto, incluem necessariamente pelo menos uma UG de cada era, situação que se aplicou para a excepcionalidade referida. O encadeamento lógico de acordo com a história geológica permeia o trabalho como um todo.

Dito isso, será abordado um panorama geral da matriz dividido em partes referentes, primeiro, às UG's da Era do Proterozoico Superior (vermelho), seguidas das do Paleozoico (verde), Mesozoico (cinza), e, por fim, pelas UG's referentes ao Cenozóico (em amarelo). Esse panorama é apresentado de forma a destacar alguns pontos de especial atenção, sendo que a análise detalhada do panorama pode ser feita consultando os índices de valoração estipulados para cada indicador (ver item 3.1.1) comparados aos valores da matriz.

Por primeiro. A Era do Proterozoico Superior é representada por 16 UG's e seus valores de importância englobam as categorias A, B, C e D, com valor mínimo 1,8 e máximo 4,2.

- o maior deles representa a UG Granito Santana e cabe ressaltar que esse valor é o segundo mais alto dentre todos os valores de importância das UG's de Porto Alegre. A importância ressaltada por esse valor condiz com a natureza da unidade, uma vez que ela representa quase exclusivamente a unidade geomorfológica da Crista de Porto Alegre. A crista mostra-se como a principal elevação do município e compartimenta o relevo local (Menegat *et al.*, 2006e). Essa característica foi coerente com o valor 5 obtido no indicador *unidades de relevo de Porto Alegre*.

Ao total, a UG apresentou valor 5 em seis do 12 indicadores, dos quais se pode salientar o de *amplitude observacional e fruição da paisagem*, coerente tanto pelo fato citado de essa UG ser a principal elevação do município, contendo a maioria dos *pontos de fruição da paisagem em morro* (Hickel *et al.*, 2006a), quanto por estar presente em pontas na margem do Lago Guaíba (Menegat & Hasenack, 2006).

Coerentes também, são os valores dos indicadores de *eficácia didática de feições geológicas* e de *unidades de paisagem construída ou natural*. O primeiro deles por apresentar além de textura ígnea média a grossa, a textura milonítica indicativa do alojamento estrutural pós-tectônico (Menegat *et al.*, 2006f), e o segundo, por sua área abranger expressivas ocorrências de vegetação natural atual (Porto & Mello, 2006), as quais também se sobrepõem com UC, como as dos Morros do Osso e Santana e diversas praças (Lüdke *et al.*, 2006), ambas referentes ao indicador *potencial de visitação*.

- o menor valor representa a UG Granito Feijó e seu baixo valor de importância reside basicamente pela sua baixa expressividade de área mapeada (<2km<sup>2</sup>), essa, ainda fora do município.

Três detalhes são esclarecidos aqui: 1) considerou-se a sub-divisão do *evento geológico pós-tectônico* em seus dois termos graníticos, ou seja, os alojados na Sutura de Porto Alegre e os sem controle estrutural; 2) dado que a UG Gnaiss Chácara das Pedras ocorre na forma de xenólitos dentro da UG Granito Três Figueiras, considerou-se esse conjunto, em termos de valoração, como apenas uma UG, a qual representa, portanto, o *evento geológico colisional*; e 3) esse último detalhe é o mesmo pelo qual ambas UG's colisionais possuem sempre a mesma valoração na matriz.

Para fins de definição de UG-chave, a Era do Proterozoico Superior apresentou uma UG de categoria A, automaticamente uma UG-chave, e sete UG's de categoria B. Dentre essas, utilizou-se o critério da lógica da história geológica como definidor das UG-chave. Uma vez que os maiores valores de B representam, cada um, uma UG representativa de um dos *eventos geológicos do capítulo colisão de continentes*, definiram-se esses valores como os mais coerentes..

- Ao final, para representar o capítulo *da colisão de continentes no Proterozoico Superior*, foram selecionadas as UG-chave Granito Independência; Granito Santana; Granodiorito Lomba do Sabão; Granodiorito Três Figueiras e Gnaiss Chácara das Pedras.

Para as UG's-chave Gnaiss Chácara das Pedras e Granodiorito Três Figueiras destacam-se os valores 5 quanto aos indicadores *eficácia didática de feições geológicas* e *potencial de visitação*. A presença do Parque Alemanha (atual Alemanha) e de diversas praças na área mapeada dessas UG's, emprega-lhe uma possibilidade de visitação boa. Já a feição geológica da estrutura de

foliação tectônica marcada claramente no gnaisse, confere a esse grupo de UG's particular interesse didático (Figura 20);

Para a UG Granodiorito Lomba do Sabão dá-se especial atenção aos indicadores nota 5 para *história geológica*, *eficácia didática* e *potencial de visitação*. Os primeiros dois são coincidentes por tratar-se de UG exclusiva tanto ao *evento geológico de falhamento e transcorrência* quanto à estrutura de foliação magmática. Pode-se, ainda, destacar o valor 5 em *potencial de visitação* referente à presença da UC do Morro Santana, nas imediações do Campus do Vale da UFRGS, que inclusive conferem possibilidade de difusão local de sítios geológicos e a observação da textura milonítica na borda da UG Granito Santana.

Para a UG-chave Granito Independência, destaca-se nitidamente sua relação com o ambiente urbano, a qual é refletida pelos valores altos (5, 4 e 5) dos três indicadores logísticos. Esse destaque é positivo uma vez que, em estando em áreas mais urbanizadas, aumentam as possibilidades de ligação entre o processo de urbanização e o substrato geológico desses locais (Mumford, 1970; Brilha, 2005; Menegat, 2006);

Por segundo. A Era do Paleozoico é representada por apenas uma UG, cujo valor de importância foi de 2,3, conferindo-a categoria C.

Para fins de definição de UG-chave, a Era do Paleozoico apresentou apenas a UG Formação Rio Bonito como candidata e, pelo critério lógico da representatividade das Eras geocronológicas, tal UG foi considerada como UG-chave. A definição dessa UG com categoria C como UG-chave refere-se à exceção comentada no início desse item (p. 114). Destacam-se como pontos fundamentais dessa unidade, seus valores 5 quanto a *história geológica* e *domínios morfoestruturais do RS*. Esses valores foram diretamente relacionados com a UG pelos fatos de ela representar exclusivamente um dos capítulos da história geológica e, também, porque ela representa com poucas unidades o domínio da Depressão Periférica. Essa UG-chave é exemplo único no presente estudo e mostra nitidamente o quanto se podem ajustar índices de valoração para um determinado assunto de interesse especial. Foi dito, nitidamente, pois essa unidade foi considerada UG -chave, mesmo apresentando oito valores 1 em relação aos 12 indicadores.

- Ao final, para representar o capítulo *dos supercontinentes de Gondwana e Pangeia*, foi selecionada a UG-chave Formação Rio Bonito.

Por terceiro. A Era do Mesozoico é representada por apenas uma UG, cujo valor de importância foi de 3,4, conferindo-a categoria B.

Para fins de definição de UG-chave, a Era do Mesozoico apresentou apenas a UG Formação Serra Geral como candidata e, pelo critério lógico

da representatividade das Eras geocronológicas, tal UG foi considerada como UG-chave. Destacam-se como pontos interessantes dessa unidade, seus altos valores quanto a *história geológica* e *eficácia didática de feições geológicas*, sendo que o primeiro deles confere coerência para critério de exceção.

- Ao final, para representar o capítulo *da fragmentação do Gondwana no Mesozoico*, foi selecionada a UG-chave Formação Serra Geral.

Por quarto, e última. A Era do Cenozóico é representada por nove UG's e seus valores de importância englobam as categorias A, B, C e D, com valor mínimo 1,9 e máximo 4,6.

- O maior deles representa a UG Sistema laguna-barreira IV (depósitos de canal e planície fluviais) e cabe ressaltar que esse valor foi o maior dentre todos os valores de importância das UG de Porto Alegre. A importância ressaltada por esse valor condiz com a natureza da unidade, uma vez que ela representa os depósitos de todos os arroios e rio da região.

Dentre os 12 indicadores utilizados, a UG obteve 8 notas máximas (valor 5) e em que pese a condição vulnerável das águas em ambientes urbanos, o valor de importância dessa UG vem ao encontro de possíveis práticas de geoconservação que envolvam os arroios do município, ressaltando junto a esses, diversos outros atributos geopaisagísticos. para essa unidade;

- O menor valor da era foi atribuído para a UG Sistema laguna-barreira I (depósitos de dunas litorâneas), o que mostra coerência com o fato de essa unidade estar fora do município.

Para fins de definição de UG-chave, a Era do Cenozóico apresentou duas UG's categoria A, sendo ambas, automaticamente, consideradas como UG-chave. Dentre as de categoria B, destacaram-se duas com valor 3,9, para o que se aplicou, como critério de desempate, o indicador de *amplitude de escala observacional e fruição da paisagem*. Tal critério foi escolhido pelo fato de que a presente valoração se propôs a definir itinerários geológicos sócio-educativos de cunho turístico-cultural, e portanto, o indicador escolhido mostra-se como um critério adequado de desempate, indicando a UG que está presente na quase totalidade das áreas da margem imediata ao Lago Guaíba.

A UG-chave Sistema laguna-barreira IV referente aos depósitos deltaicos (categoria A) compreendeu 6 valores 5 e destaca-se evidentemente sua relação com o indicador *unidades e feições hidrográficas significativas* e também por configurar-se como UG possível de ser visitada por barco com linha comercial estabilizada na dinâmica urbana de Porto Alegre, justificando o valor 5 em *usos culturais*.

- Ao final, para representar o capítulo *das flutuações do nível do mar no Cenozóico*, foram selecionadas as UG-chave Sistema laguna-barreira IV (depósitos deltaicos), Sistema laguna-barreira IV (depósitos lacustres) e Sistema laguna-barreira IV (depósitos de canal e planície fluviais).

Considerando as UG-chave acima citadas, as quais além de atributos de geopaisagem, atendem à narrativa da história geológica, faz-se a seguinte discussão por tópicos curtos:

- a definição das dez UG-chave, aqui realizada, não quer dizer que o potencial de geodiversidade para as demais unidades geológicas seja ruim ou inferior.

Como Brilha (2005) e outros autores colocaram, os valores atribuídos a um exemplar da geodiversidade podem ser entendidos por meio de propostas distintas. Brilha (2005) propôs que sempre sejam mantidos os valores absolutos de uma campanha de valoração (ou quantificação) para que se possa verificá-los posteriormente afins de novas fronteiras de pesquisa, proposição de geoconservação em âmbito institucional diferente, etc. Ou seja, os valores referentes às UG não consideradas chave podem servir de base para outros estudos com focos distintos em relação ao desse trabalho.

- ao longo da pesquisa realizada, evidenciaram-se áreas ou pontos mapeados de interesses diversos. Abre-se como uma possibilidade a expansão de mais áreas a serem mapeadas e somadas nos mapas, por exemplo, de Hickel *et al.*, (2006a), no que se referem às áreas de interesse ambiental e/ou cultural, pontos de fruição da paisagem em morro, etc. Ressalta-se que o profissional geólogo, cada vez mais, aproxima-se das questões da proteção do meio ambiente, do desenvolvimento sustentável e do ordenamento territorial (Borba, 2011).
- o profissional geólogo e/ou pessoas formadas nas áreas de geologia e geociências são os mais indicados para a produção de mapas de geodiversidade. Esses mapas têm impacto positivo para a sociedade, uma vez que podem aproximar as pessoas desses assuntos em estando a disposição em locais de interesse sócio-turístico,.

Tabela 3 - Matriz de valoração das UG's de Porto Alegre com valores atribuídos.

UNIDADE GEOLÓGICA (UG)		MATRIZ DE VALORAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS DE PORTO ALEGRE										VALOR DE IMPORTÂNCIA DA UG	CATEGORIA DA UG		
		INDICADORES GEOLÓGICOS (P4)			INDICADORES LOGÍSTICOS (P3)			INDICADORES GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS (P2)						INDICADORES PAISAGÍSTICOS E CULTURAIS (P1)	
NOMENCLATURA	NUMERAL	História geológica	Eficácia didática de feições geológicas	Potencial de ocorrência de afloramentos	Mobilidade urbana	Potencial de visitação	Potencial de difusão local	Domínios morfoestruturais do RS	Unidades de relevo de POA	Unidades e feições hidrográficas significativas	Unidades de paisagem construída ou natural	Amplitude observacional e fruição da paisagem	Usos culturais		
Sistema laguna-barreira IV	1	4	5	5	3	4	2	5	4	5	3	5	5	4,1	A
Sistema laguna-barreira IV	2	4	5	4	3	5	3	4	3	3	4	5	3	3,9	B
Sistema laguna-barreira IV	3	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4,6	A
Sistema laguna-barreira III	4	4	3	3	1	2	2	4	3	1	2	1	1	2,5	C
Sistema laguna-barreira III	5	4	4	4	5	4	5	4	4	1	3	1	5	3,9	B
Sistema laguna-barreira II	6	5	3	5	4	4	4	4	3	1	3	1	2	3,7	B
Sistema laguna-barreira I	7	4	3	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1,9	D
Sistema laguna-barreira I	8	4	4	5	4	4	4	3	1	3	3	1	2	3,6	B
Sistema laguna-barreira I	9	4	3	3	5	5	4	3	1	1	4	1	3	3,3	B
Formação Serra Geral	10	5	5	1	3	4	2	5	4	2	3	2	2	3,3	B
Formação Rio Bonito	11	5	4	2	1	1	1	5	1	1	1	1	1	2,3	C
Riolito e rioladito	12	3	5	2	3	4	2	3	1	2	3	2	2	2,9	C
Granito Passo das Pedras	13	3	4	1	1	2	3	3	1	1	1	2	2	2,2	C
Granito Pitanga	14	3	4	1	1	4	1	3	1	2	2	2	2	2,3	C
Granito Lami	15	3	5	3	1	1	1	3	1	3	2	5	1	2,5	C
Granito Cantagalo	16	3	5	4	1	1	1	3	4	2	3	3	1	2,7	C
Granito Santo Antônio	17	3	4	2	5	3	5	3	4	1	2	3	1	3,2	B
Granito Restinga	18	3	5	3	1	4	2	3	5	4	4	5	3	3,4	B
Granito São Pedro	19	3	5	4	1	4	1	3	5	2	3	5	2	3,2	B
Granito Saint-Hilaire	20	3	4	5	1	4	2	3	1	2	3	2	2	2,9	C
Granito Independência	21	3	4	3	5	4	5	3	4	1	2	2	4	3,5	B
Granito São Caetano	22	3	5	2	1	1	1	3	3	2	3	2	1	2,4	C
Granito Feijó	23	3	4	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1,8	D
Granito Santana	24	3	5	5	4	5	4	3	5	3	5	5	3	4,2	A
Granodiorito Lomba do Sabão	25	5	5	4	1	5	3	3	1	2	4	2	2	3,4	B
Granodiorito Três Figueiras	26	4	5	3	5	5	4	3	4	1	4	5	2	3,9	B
Gnaíse Chácara das Pedras	27	4	5	3	5	5	4	3	4	1	4	5	2	3,9	B

## 4.2 Mapa das UG-chave

Definidas as UG-chave conforme especificado, optou-se por apresentar esse resultado na forma de um Mapa das unidades geológicas-chave (Figura 25) referentes à localidade de Porto Alegre.

A apresentação por meio do mapa é preferível uma vez que facilita a observação da disposição espacial das UG-chave com relação ao território em questão, podendo-se observar, por exemplo, a disposição e relação de contato entre UG's, as cotas em que uma unidade ocorre, a dispersão ou concentração geográficas dessas, entre outra. Pode-se também ensinar algumas questões quanto a história geológica de uma dada área, ou seja, a apresentação de mapas e modelos visuais é sempre mais produtiva, pois alcança a percepção humana por via de sentidos diferentes (SNC, 1997).

A construção do mapa se deu a partir do Mapa Geológico publicado por Menegat *et al.*, (2006f) e relacionou dois tipos de convenções, a saber: a) temáticas com informações sobre as 10 UG-chave e as feições geológicas dos tipos falha dúctil, foliação e lineação magmáticas e foliação e lineação tectônicas; e cartográficas com indicações acerca de corpo e curso d'água, curva de nível, aterro, malha viária principal, limite municipal e eixo de rua. Apresenta por fim, as necessárias identificações de escala e orientação.

Por meio desse mapa, foi possível cruzar as informações de área das UG-chave com outras informações pertinentes ao tema da pesquisa. Um cruzamento de significatividade alta foi realizado com o mapa de áreas verdes (Figura 19) referentes ao município. Esse cruzamento facilitou a definição das áreas de busca por afloramentos das UG-chave, pois indicou os locais exatos das áreas verdes, bem como possibilitou a definição prévia de prováveis sítios urbanos ainda preservados por estarem em praça ou parques.

Pela observação da disposição das UG's, percebe-se a predominância dessas na porção central-norte do mapa havendo apenas uma UG na porção sul-extremo sul do município. Essa constatação visual, fez com que se percebesse que em se tratando de uma valoração de geopaisagem onde existe uma cidade presente no contexto e, para a qual foram propostos indicadores que a designam em parte ou totalmente, é esperado que ela exerça influência sobre os resultados da valoração. Em primeira leitura, tal percepção pareceu ser pouco importante, sendo vista como apenas uma constatação. A medida em que analisou-se os motivos pelos quais tal influência existiu, consolidou-se uma importante discussão:

- em valorações da geodiversidade, a introdução de elementos que se relacionem com o ambiente urbano como os indicadores *potencial de visitação e unidades de paisagem construída ou natural* são eventualmente utilizados na literatura. Já os

indicadores *potencial de difusão local* e especialmente o indicador de *mobilidade urbana* mostraram-se eventualmente apenas citados como pontos secundários das valoração. Então , concluiu-se que, em especial, o indicador de mobilidade urbana levando em conta, zonas de deslocamento médio em relação a um ponto central da cidade, bem como os tipos de vias que nelas ocorrem, constitui-se em algo aparentemente novo no âmbito da geoconservação.

O resultado da valoração foi positivo pois identificou um universo mais restrito, porém ainda representativo da história geológica, de áreas a serem melhor documentadas. Essas área configuraram os locais preferenciais de busca afloramentos das UG-chave.

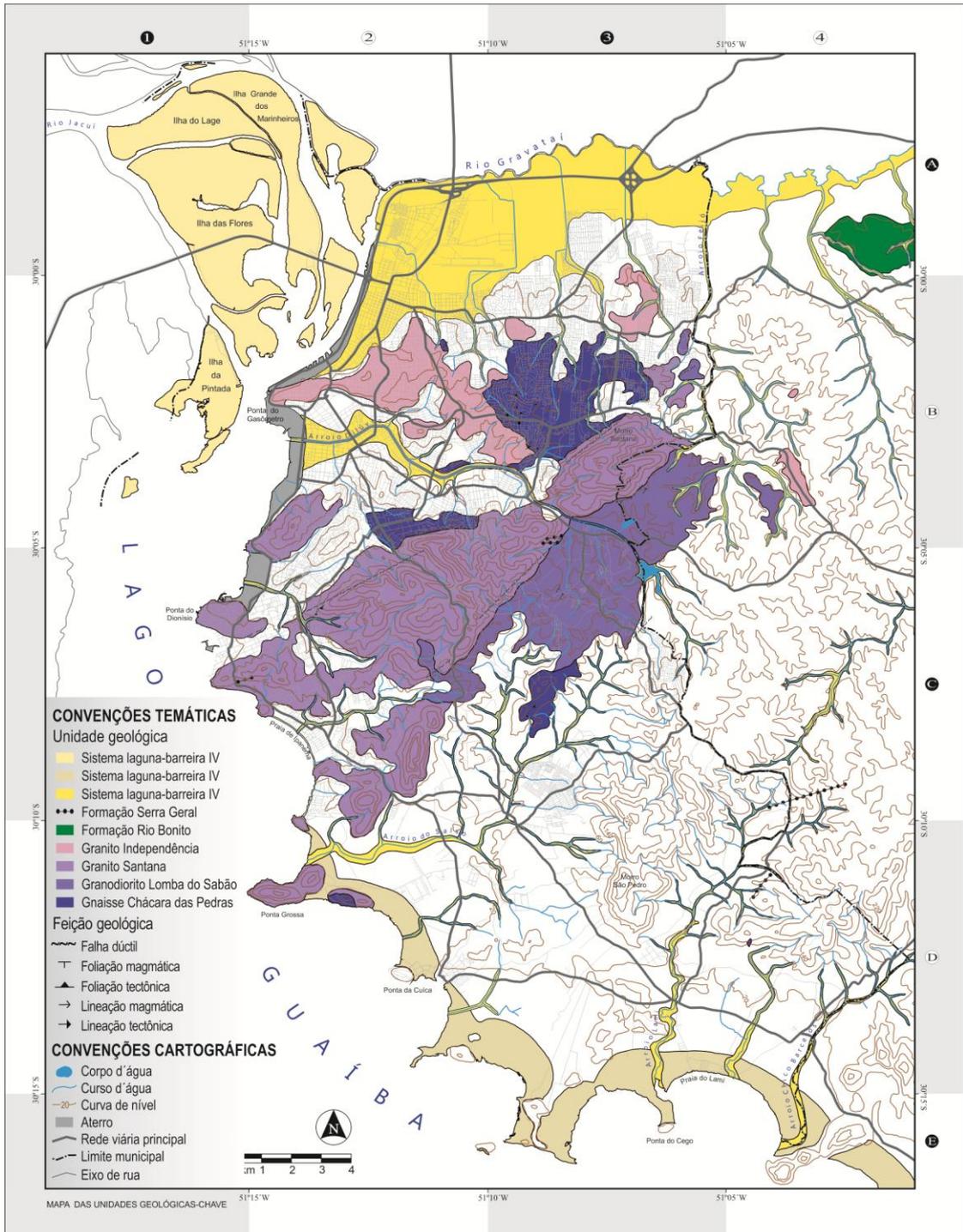


Figura 25 - Mapa das UG-chave de Porto Alegre

### 4.3 Mapa de sítios geológicos e acessos

A técnica referente à investigação e levantamentos de áreas preferenciais de busca por afloramentos é uma técnica comum da ciência geológica. Todavia, a definição de critérios de busca para ambientes urbanos é algo recente, visto que se os movimentos de geoconservação ganharam número e estrutura acerca de 20 anos atrás, as técnicas dessa para ambientes urbanos são temas do século XXI (UNESCO, 1999; Gray, 2004; Brilha, 2005; UNESCO, 2010; Borba, 2011). Aqui se remetem aos indicadores relacionados com áreas verdes, de interesse ambiental e cultural, e ainda, de interesse institucional, como universidades e empresas públicas com áreas verdes.

Por meio da aplicação das técnicas indiretas de locais de busca, bem como pelas diretas, efetuadas em campo, foram levantados uma série de sítios com potencial para proposição desses como sítios geológicos, os quais foram representados no *mapa de sítios e acessos* (Figura 26). Esse mapa apresenta a localização espacial dos sítios com potencial geológico ou apenas paisagístico e dos acessos a partir das vias principais de mobilidade urbana. Delimita, também, três zonas de mobilidade urbana com relação ao tempo médio de deslocamento via transporte automotivo a partir do Centro Histórico de Porto Alegre: 1) zona 1, com deslocamento médio de 40min; 2) zona 2, com deslocamento médio de até 60min; e 3) zona 3, com deslocamento médio superior à 60. Tem as seguintes convenções temáticas: a) acesso por veículo, b) acesso por trilha, c) acesso por hidrovia comercial, d) acesso por hidrovia não comercial e) sítio com amplitude observacional, f) sítio geológico no Lago, e g) sítio geológico. Apresenta por fim, as necessárias identificações de escala e orientação, bem como as convenções geológicas e cartográficas do mapa.

Por atenderem as definições da literatura quanto a sítios geológicos, ou geossítios ou sítios do patrimônio natural (Brilha 2005, UNESCO, 2010), os locais levantados no mapa, podem ser considerados sítios geológicos. Ainda abre-se a discussão de que as definições quanto a esses exemplares da geodiversidade é bastante ampla, sendo portanto, entendido pelo presente estudo, como uma qualidade positiva, as novas proposições daquilo que poderia vir a ser considerado como sítio geológico, em que pese as crescentes concepções do que vem a ser o papel da geologia para o século XXI (Menegat, 2008; 2009).

Foram identificados 55 sítios de interesse da geopaisagem, sendo 8 desses, apenas de amplitude observacional, isto é, não atendendo as definições vigentes de sítio geológico. Esses diversos sítios geológicos serviram de base para o estudo de diferentes sequências de visita que contemplem aos sítios geológicos necessariamente encadeados pela lógica da história geológica de Porto Alegre.

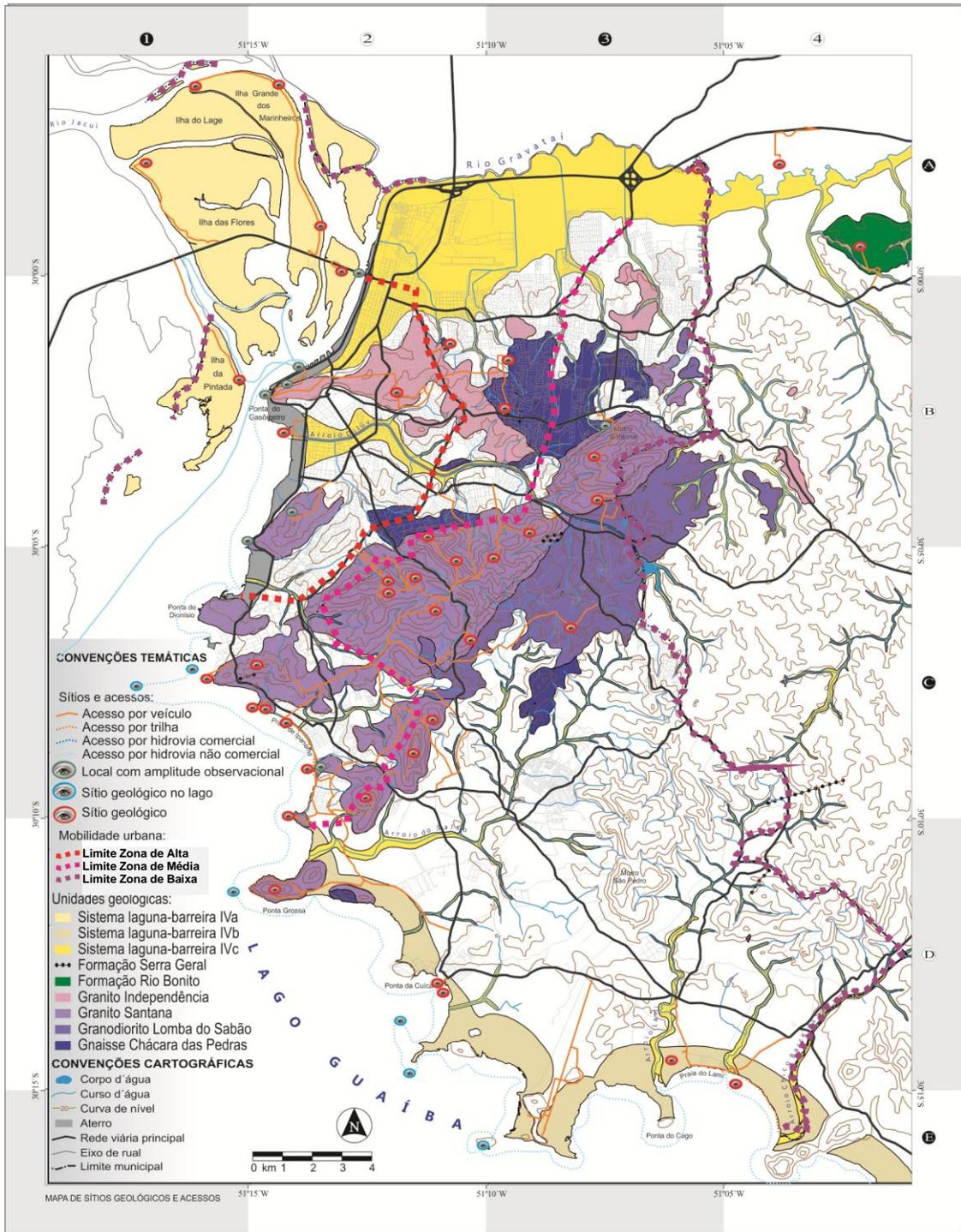


Figura 26 - Mapa de sítios geológicos e acessos

#### 4.4 Pranchas visual-interpretativas de sítios geológicos

Optou-se por organizar os elementos abordados em Pranchas visual-interpretativas dos sítios geológicos de maior relevância. Essas pranchas foram feitas especificamente para cada um desses sítio, os quais são os seguintes:

- Figura 27 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Sistema laguna-barreira IV. Praia do Lami, Porto Alegre.
- Figura 28 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Sistema laguna-barreira IV. Praia de Ipanema, Porto Alegre.
- Figura 29 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Granito Independência. Morro Rio Branco, Porto Alegre.
- Figura 30 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Granito Santana. Parque Morro do Osso, Porto Alegre.

A forma de apresentação desses resultados buscou facilitar a visualização das informações levantadas pelos estudos de campo. Enfatiza-se que é apesar de ser apenas uma forma de apresentação dos dados, se mostra como modelo embrionário de materiais de divulgação geológica. A divulgação no âmbito da geodiversidade e patrimônio geológico mostra-se diferenciada com relação às formas tradicionais, uma vez que necessariamente devem alcançar o público para a qual se destina. em prol da geoeducação ou enculturação para os assuntos da Terra. Alguns exemplos desses materiais ou forma de se alcançar esses, podem ser considerados como referencias, vide o Projeto Caminhos Geológicos do RJ (Mansur & Nascimento, 2007), ou também como aqueles do Projeto LIAU (Menegat, 2007).

Como lógica que permeia outra vez, os documentos e formas de apresentação dos mesmo, a história geológica é destacada novamente e foi mostrada em todas as pranchas, enquanto outros elementos por vezes aparecerem citados, por vezes, não. A geomorfologia é outra característica que mostra-se em destaque, o que é coerente e lógico, visto que são as formas da superfície que primeiro enxergamos. Enquanto informações da matriz podem não aparecer nas pranchas, a recíproca não é verdadeira, ou seja, todas as informações fazem referências diretas ou relacionáveis aos indicadores propostos na matriz.





Figura 28 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Sistema laguna-barreira IV. Praia de Ipanema, Porto Alegre.



Figura 29 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Granito Independência. Morro Rio Branco, Porto Alegre.



Figura 30 - Prancha visual-interpretativa de sítio geológico da UG-chave Granito Santana. Parque Morro do Osso, Porto Alegre.

## 4.5 Mapas de itinerários geológicos

Por meio da análise das disposições geográficas dos locais, bem como dos contextos logísticos de mobilidade urbana, foram elaborados dois Mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre: a) Trajeto de longa duração (Figura 31); e b) Trajeto de curta duração (Figura 32).

Os mapas de itinerários contêm as informações dispostas em quatro grupos de convenções, sejam elas: 1) dos itinerários, 2) temáticas, 3) geológicas, e 4) cartográficas. As convenções dos itinerários estão divididas em a) tempo médio de duração total, b) trajeto de ida por veículo, c) trajeto de volta por veículo, d) trajeto por trilha, e) locais de amplitude observacional, f) sítios geológicos e g) sítios geológicos em local de amplitude observacional. As convenções temáticas apresentam as áreas mapeadas das nove UG-chave, definidas por cores e nomenclatura específicas. Já as convenções geológicas e cartográficas são relacionadas às seguintes informações: a) falha dúctil, b, c) foliações magmática e tectônica, d, e) lineações magmática e tectônica, f, g) corpo e curso d'água, h) curva de nível, i) aterro, j) malha viária principal, k) eixo de rua e l) limite municipal.

Os diferentes roteiros de visitação sócio-educacionais foram definidos para que existam distintas maneiras de percorrer o município de Porto Alegre. Maneiras que dependem da possibilidade de deslocamento por veículo, barco, bicicletas, com acessibilidade para pessoas com necessidades especiais e idosos, visto que, para o momento, ambos itinerários propostos contemplam locais em áreas públicas com restrição de acesso baixo e com acesso por veículo. Os eventuais locais indicados por trilha, coincidem com sítios de amplitude observacional, assim, a não realização da trilha pode ser substituída sem grandes prejuízos para a pessoa.

O itinerário com trajeto de longa duração envolve mais de um dia de visitação, sendo definida sua duração de acordo com o interesse da pessoa ou do grupo visitante. O trajeto de longa duração é composto por 13 sítios com interesses distintos e objetiva uma visão geral da paisagem e da geologia de Porto Alegre. Aqui, são visitados aproximadamente dois sítios geológicos para cada unidade descrita e compreendem as Cristas da Matriz e de Porto Alegre, as Enseadas de Ipanema e do Lami e o Centro Histórico, podendo ser finalizado por um passeio de barco pelo Delta do Jacuí a depender do funcionamento comercial dos barcos.

O trajeto desse itinerário de longa duração é o seguinte:

- Partida: Ponta do Gasômetro, com vista panorâmica a partir do terraço da Usina e conversa sobre a história geológica de Porto Alegre;
- Encadeamento de sítios: Instituto Porto Alegre (IPA, Figura 29); Parque Germânia; Praça Lopes Trovão; Campus do Vale da

UFRGS; Morro Tiririca; Morro Belém Velho; Parque Morro do Osso (Figura 30); Praia de Ipanema e Ponta do Guarujá (Figura 28); Praia do Lami (Figura 29); Praça Fr. Celso Brancher (topo do Morro Teresópolis); Foz do Dilúvio; e

- Chegada: Cais Marcílio Dias (Porto) ou Ponta do Gasômetro (Usina).

O itinerário com trajeto de curta duração pode ser realizado um dia de visita, mas novamente, sendo definida sua duração de acordo com o interesse da pessoa ou do grupo visitante. Esse trajeto é composto por 9 sítios com interesses distintos e objetiva, também, uma visão geral da paisagem e da geologia de Porto Alegre. Aqui, são visitados um sítio geológico para cada unidade descrita e compreendem as regiões das Cristas da Matriz e de Porto Alegre, da Enseada de Ipanema e Centro Histórico, podendo ser finalizado por um passeio de barco pelo Delta do Jacuí a depender do funcionamento comercial dos barcos.

O trajeto desse itinerário de curta duração é o seguinte:

- Partida: Ponta do Gasômetro, com vista panorâmica a partir do terraço da Usina e conversa sobre a história geológica de Porto Alegre;
- Encadeamento de sítios: Instituto Porto Alegre (IPA, Figura 29); Parque Germânia; Campus do Vale da UFRGS; Parque Morro do Osso (Figura 30); Praia de Ipanema e Ponta do Guarujá (Figura 28); Praça Fr. Celso Brancher (topo do Morro Teresópolis); Foz do Dilúvio; e
- Chegada: Cais Marcílio Dias (Porto) ou Ponta do Gasômetro (Usina).

Os itinerários assim propostos, descreveram uma trajetória com forma aproximada de ampulheta, o que foi considerado como algo simbólico (Eco, 1985), e o sequenciamento dos sítios que o compõem são compatíveis com a narrativa da história geológica local (Menegat *et al.*, 2006c). Apenas uma exceção foi verificável: o ponto do IPA apresenta posição geográfica incompatível com o encadeamento indicado pela história geológica os itinerários. Mesmo assim optou-se por percorrê-lo, pois o sítio geológica do IPA apresenta atributos pedológicos superiores a qualquer outro local visitado, e, em conjunto com exemplos de uso das próprias rochas do local para as construções históricas do instituto.

Como questões que se abrem têm-se: a) teste e aprimoramento dos trajetos em cooperação com os públicos alvo; e b) possibilidade de proposição dos itinerários como política pública da Rede Municipal de Ensino (Menegat, 2000; 2007).

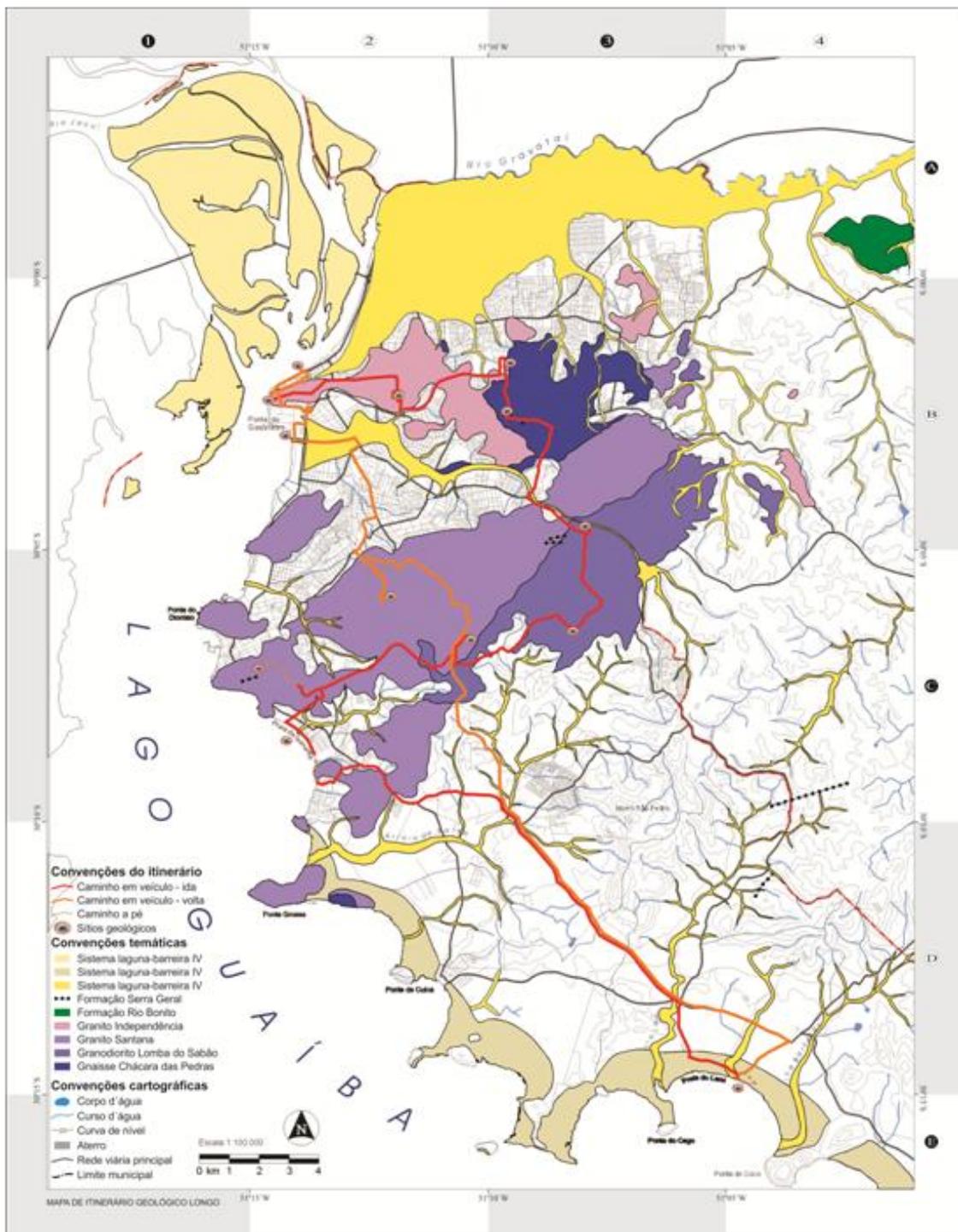


Figura 31 - Mapa de itinerários de longa duração



## 5 CONCLUSÕES

A vida em grandes cidades requer cada vez mais estratégias relacionadas com a dinâmica do território e, também, com o desenvolvimento de sistemas sociais que considerem essa dinâmica em suas relações cotidianas. Nesse sentido, a geologia passa a ser cada vez mais importante pelo fato de transitar entre escalas espaço-temporais variáveis. Do cenário posto, surge o problema central do trabalho, o qual indaga sobre a possibilidade de a conservação geológica em ambientes urbanos por meio de itinerários geológicos poder ser utilizada como metodologia de enculturação para os assuntos da Terra.

Para o problema posto e embasando-se nas premissas já comentadas, o presente trabalho propôs a hipótese central de que é possível definir itinerários geológicos em Porto Alegre. Internamente a essa hipótese, chamada de central, propuseram-se, também, duas subdivisões denominadas de formadoras. A primeira delas é que existem sítios geológicos que representam o contexto da geopaisagem de Porto Alegre. A segunda delas é que os itinerários geológicos são capazes de inserir os assuntos da Terra na cultura urbana contemporânea. A hipótese central, acompanhada das formadoras, foi testada por meio de cinco técnicas de investigação.

Primeiramente, foi elaborada uma matriz de valoração de unidades geológicas de Porto Alegre, sendo essa matriz inédita para a região. Essa matriz funciona pela valoração ponderada das UG's com relação a diferentes indicadores de geopaisagem. Posteriormente foram definidas áreas de busca de afloramentos das UG's que obtiveram maiores valores de importância, e, em campo, foi feita a documentação desses afloramentos. Em seguida, fez-se o levantamento e a definição de afloramentos significativos das UG's-chave, bem como a documentação dos afloramentos considerados sítios geológicos. Finalmente, partiu-se para a aplicação da última técnica que consiste na espacialização de sítios geológicos, o que definiu a proposição dos itinerários geológicos de Porto Alegre.

Os resultados obtidos a partir da metodologia proposta, permitem concluir que o objetivo central da monografia foi alcançado. Verifica-se isso, pois foi possível valorar, identificar e documentar sítios geológicos, bem como propor itinerários geológicos de Porto Alegre.

A técnica de valoração foi desenvolvida e mostra-se eficiente quanto a sua aplicabilidade uma vez que os indicadores de geopaisagem definidos possibilitam, de forma adequada, a identificação de UG's de maior relevância.

Por meio dos critérios da valoração, pôde-se elaborar o mapa de sítios geológicos e acessos em Porto Alegre. Essa viabilidade é atribuída ao fato

de ter-se restringido as áreas de busca por afloramentos, esses que vieram a ser os sítios geológicos. As concentrações de sítios geológicos dentro das UG-chave reafirmam a importância da primeira técnica pois garantem a identificação de sítios em áreas com maior valor de geopaisagem.

A documentação dos sítios em termos de descrição geológica e geomorfológica, fotografias panorâmicas e de detalhes e amostragem; mostrou-se medianamente contemplada. Entretanto, essa situação, a princípio negativa, ajudou para a conclusão de que a documentação de afloramentos com base nos parâmetros previamente definidos pela matriz é algo desejável e auxilia o entendimento da lógica do que deve ser documentado nos afloramentos. Além disso, aponta para a melhor delimitação daquilo que é o centro da metodologia proposta, ou seja, a utilização predominante de dados em escala de observação a nível de mapa e a elaboração de produtos nesta mesma escala.

A elaboração dos mapas de itinerários geológicos de Porto Alegre com usos propostos considerando as afinidades de diferentes grupos de interesse foi alcançada com sucesso. A viabilidade de proposições distintas de encadeamento dos sítios confere, à metodologia como um todo, qualidades positivas. Mostra, por isso, que a valoração das UG's em sua totalidade, e não apenas pontualmente, empresta à técnica uma maior flexibilidade para definições de distintos itinerários.

Dessa forma, o caminho de testes que compõem a metodologia foi válido e sustentou a hipótese central do trabalho, a qual se referiu à possibilidade da proposição dos itinerários geológicos. A partir disso, consideram-se alguns pontos que surgem da discussão geral do trabalho. Das hipóteses formadoras, a primeira delas, que se refere à existência dos sítios, foi sustentada pelo estudo e, os itinerários, como resultado inédito no âmbito de Porto Alegre, preenchem lacunas referentes à possibilidade de geoeducação por meio de visitação sócio-educativa a sítios geológicos em ambientes urbanos. Como foram propostos, os itinerários geológicos de Porto Alegre trazem questões quanto a mobilidade em cidades e quanto a lógica de visitação aos sítios que fazem avançar as concepções de geoconservação em ambientes urbanos, essas que, para o ano de 2012, são crescentes em diversos lugares do mundo.

Já para a segunda hipótese formadora, a de que os itinerários geológicos são capazes de inserir os assuntos da Terra na cultura urbana contemporânea, apontam-se algumas questões pertinentes. Para a cidade de Porto Alegre, colocam-se novas tecnologias para desenvolver e no que se refere à proposta dos itinerários geológicos, faz-se a observação de que com o mapa de sítios e acessos proposto pela monografia, podem ser confeccionados itinerários diversos de autoria de pessoas não necessariamente especializadas na área das geociências.

Aos produtos, métodos ou técnicas que apresentam vias de apropriação e replicação com baixo custo e com impacto de melhora social comprovado, designa-se o termo *tecnologia social*. Se, portanto, for verificado o uso, apropriação e confecção de novos itinerários por parte da sociedade em geral, com base nos que aqui se propuseram, poder-se-á aproximar os itinerários geológicos de Porto Alegre da definição de tecnologia social. Para além, por entender que o social e o cultural apresentam condições recíprocas de influência, pode-se apontar para a possibilidade de sustentação futura da segunda hipótese formadora, a qual propõe a possibilidade de diálogo entre geologia e cultura por meio dos itinerários geológicos.

Ao desfecho da discussão da monografia, concluiu-se que permanece em voga o problema de fundo do trabalho: a conservação geológica em ambientes urbanos por meio de itinerários geológicos poder ser utilizada como metodologia de enculturação para os assuntos da Terra?

## 6 REFERÊNCIAS

Araújo, E.L. da S. 2005. *Geoturismo: Conceptualização, Implementação e Exemplo de Aplicação ao Vale do Rio Douro no Sector Porto-Pinhão*. Tese de Mestrado em Ciências do Ambiente. Universidade do Minho, Portugal, 213 p.

Assis Brasil, L.A. 2006. E o pampa nos cerca. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 98.

Assis, H.M.B. & Silva Filho, M.A. 1994. Turismo geocientífico: uma viagem no tempo. Recife, CPRM, 20 p.

Barettino, D., Wimbledon, W.A.P. & Gallego, E. (Eds) 2000. *Geological Heritage: Its Conservation and Management*. ITGE, Madrid, 212 p.,

Barrau, J. 1998. Os homens na natureza. In: Poirier, J. 1998. História dos Costumes. Editora Estampa, v.1, p. 23-51

Beck, L. & Cable, T.T. 2002. *Interpretation for the 21st Century: Fifteen guiding principles for interpreting nature and culture*. Sagamore Publishing, 2nd edition, Champaign, 204p.

Bendati, M.M., Lersch, E.C., Hoffmann, C., Soares, P.R. & Staruk, J. 2006. Mapa da qualidade da água do Lago Guaíba. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 183.

Borba, A.W. 2011. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisas em Geociências, 38 (1). IGEO, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. p. 03-14.

Brilha, J. 2005. Patrimônio Geológico e Geoconservação. A Conservação da Natureza em sua Vertente Geológica. Palimage Editores, 190 p.

Brilha, J. 2009. A importância dos geoparques no ensino e divulgação das geociências. Revista do Instituto de Geociências - USP, Publicação. especial, São Paulo, v. 5, p. 27-33.

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.

Carraro, C.C. & Souza, S.F. 2006. Carta Imagem. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 10.

Carter, J. (Ed.) 2001. *A sense of place: an interpretative planning handbook*. *Scottish Interpretation Network, Scotland*, 50 p.

Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA), 2012. Estação Meteorológica Modular - Blender Topográfico (disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/projects/blender-topografico>; acessado em 09/07/2012).

Chanan, L.M.C. 2006. Mapa de vulnerabilidade à ocupação urbana. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 156

Chanan, L.M.C., Faertes, R. & Oliveira, J.M.M.T. 2006. Mapa dos indicadores de áreas de risco geológico. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 154.

Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). 2011. Apresentação e formulário de proposta (disponível em: [sigep.cprm.gov.br](http://sigep.cprm.gov.br); acessado em 19/10/2011 e 08/07/2012).

CPRM, 1994. Relatório do Projeto Chapada Diamantina - Parque Nacional Da Chapada Diamantina (BA) - informações básicas para a gestão territorial: diagnóstico do meio físico e da vegetação (mapas temáticos em anexo). Salvador

CPRM, 2011 e 2012. Ver Serviço Geológico do Brasil.

CTA, 2012. Ver Centro de Tecnologia Acadêmica

Declaração Internacional Dos Direitos À Memória Da Terra. 1991. I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico. Digneles-Bains, França.

Dehnhardt, E.A., Borges, R.M.K. & Brum, T.M.M. 1985a. Conjunto didático nº 1: Rochas. Projeto Especial de Produção de Material instrucional e Audiovisual (Barros, E.R.C., coordenador). Instituto de Geociências, UFRGS.

Dehnhardt, E.A., Borges, R.M.K. & Brum, T.M.M. 1985b. Conjunto didático nº 2: Minerais. Projeto Especial de Produção de Material instrucional e Audiovisual (Barros, E.R.C., coordenador). Instituto de Geociências, UFRGS.

- Dias, G., Brilha, J., Alves, M. I. C., Pereira, D., Ferreira, N., Meireles C., Pereira, P. & Simões, P. P. 2003. *Contribuição para a valorização e divulgação do património geológico com recurso a painéis interpretativos: exemplos em áreas protegidas do NE de Portugal. Ciências da Terra, Volume especial V, CD-ROM, 132-135.*
- Diefenbach, C.O. 2006. Biótopos naturais: a diversidade da fauna. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 59-72.
- Eco, U. 1985. O Signo. Editorial Presença, Lisboa, p. 190.
- Fernandéz-Armesto, 2002. *Civilizations*
- Folch i Guillén, R. 2006. Prefácio. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. XVIII-XIX.
- García-Cortéz, A. G., Carcavilla, L.U. 2009. *Propuesta para la actualización metodológica del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Versión 11. 12-03-2009. Instituto Geológico y Minero de España: 61p.*
- Godoy, M.M., Binotto, R.B. & Wildner, W.. 2012a. Geoparque Caminhos dos Cânion do Sul (RS/SC) - Proposta. In: Schobbenhaus, C. & Silva, C.R. (orgs.) 2012. Geoparques do Brasil: Propostas. Rio de Janeiro: CPRM, v. 1, p. 457-492.
- Godoy, M.M., Binotto, R.B., Silva, R.C. & Zerfass, H. 2012b. Geoparque Quarta Colônia (RS) - Proposta. In: Schobbenhaus, C. & Silva, C.R. (orgs.) 2012. Geoparques do Brasil: Propostas. Rio de Janeiro: CPRM, v. 1, p. 417-456.
- Google, 2012. Google Earth - Imagem de satélite da região de Porto Alegre, com coordenadas centrais aproximadas 30°05'S e 51°10'O. Data das imagens: 21/01/2012, altitude do ponto de visão: 52 km.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley & Sons Ltd., England.*
- Hasenack, H. & Menegat, R. 2006. Mapa físico. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 32, 33, 34.
- Hasenack, H., Rocha, G.L. & Ferraro, L.W. 2006. Mapa do clima urbano. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 150.
- Hickel, H.T., Albano, M.T.F., Pavlick, I.M.B. & Bettiol D.L L. 2006a. Mapa do modelo espacial da cidade. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro,

C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 108.

Hickel, H.T., Albano, M.T.F., Pavlick, I.M.B. & Bettiol D.L.L. 2006b. A organização urbana. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 107-118.

Hose, T. T. 2000. *European 'Geotourism' - geological interpretation and geoconservation promotion for tourists*. In: Barrettino, D., Wimbledon, W.A.P. & Gallego (eds.). 2000. *Geological Heritage: its conservation and management., Madrid, Spain*, 127-146.

IBGE 1996. Mapa de densidade populacional por bairro. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 204.

IBGE 1996. Ver Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ICOMOS 2005. (Disponível em: <http://www.international.icomos.org> (secretariat[at]icomos.org). Dernière mise à jour: 30th january 2005 – Web map – Web design – documentation[at]icomos.org).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 261 p. (Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse.pdf>; acessado em 08/12/2011)

INPE 2011. Ver Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) 2011. 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>.

Köpen, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de La Tierra. México, Fondo de Cultura Económica. 478 p.

Lüdke, M.C. 2006. Evolução das áreas verdes: dos Irgos às praças e parque arborizados. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. p. 131.

Lüdke, M.C., Mohr, F.V. & Menegat, R. 2006. Mapa de área verdes. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. p. 131.

Lutemberger, J.A. 1990. A paisagem dos arredores de Porto Alegre. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, v.52, n.3, p. 7-10.

Mansur, K. L., Schmitt, R. & Erthal, F. 2001. Os Caminhos Geológicos do Estado do Rio de Janeiro: um projeto inédito de divulgação científica da geologia no Brasil. In: 7º Simpósio do Sudeste, Rio de Janeiro.

Mansur, K.L. & Nascimento, V.M.R. 2007. Disseminação do conhecimento geológico: metodologia aplicada ao Projeto Caminhos Geológicos. In: I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra/ III Simpósio Nacional Sobre Ensino de Geologia no Brasil, São Paulo

Mansur, K.L. 2008. popularização das ciências da Terra como estratégia para conservação de solo e água: o caso do estado do Rio de Janeiro. XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Rio de Janeiro, 7 p.

Meadows, D., Meadows, D. & Randers, J. 2004. Limits to growth: the 30-year update. White River, Vt.: Chelsea Green Publishers.

Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. & Behrens, W. 1972. Os limites do crescimento. São Paulo: Perspectiva.

Menegat, R. & Hasenack, H. 2006. Mapa geomorfológico. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. p. 30.

Menegat, R. & Kirchheim, R.E. 2006a. Mapa das bacias hidrográficas que alimentam o Lago Guaíba. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 36.

Menegat, R. & Kirchheim, R.E. 2006b. Mapa das sub-bacias hidrográficas. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 38.

Menegat, R. & Kirchheim, R.E. 2006c. Lagos, rios e arroios: as doces águas da superfície. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre: Edufrgs, p. 35-42.

Menegat, R. 2000. Educação ambiental integrada: o exemplo do Atlas de Ambiental de Porto Alegre. In: Krug, A. (org.). *Utopia e democracia "os inéditos viáveis" na educação cidadã*. Porto Alegre, EDUFRGS.

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. Porto Alegre, 351 p.

Menegat, R. 2007. Atlas Ambiental de Porto Alegre: uma visão pioneira a partir da geologia urbana. In Ianuzzi, R.; Frantz, J.C. (Orgs.). 2007. 50

*Anos de Geologia: Instituto de Geociências. Contribuições.* Porto Alegre: Comunicação e Identidade, p. 385-396.

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.

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.

Menegat, R., Carraro, C.C., Mohr, F.V. & Kirchheim, R.E. 2006a. Mapa de drenagens: os arroios de Porto Alegre. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006. *Atlas Ambiental de Porto Alegre.* Porto Alegre: Edufrgs, p. 42.

Menegat, R., Dias Filho, D. C., Zanotto, S. R. & Hoonholtz, C. M. L. 2006b. Bibliografia sobre os sistemas natural e construído: das matas à urbe. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. *Atlas Ambiental de Porto Alegre.* Porto Alegre: Edufrgs, p. 206-213.

Menegat, R., Fernandes, L.A.D., Koester, E. & Scherer, C.M.S. 2006c. Porto Alegre antes do Homem: evolução geológica. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. *Atlas Ambiental de Porto Alegre.* Porto Alegre: Edufrgs, p. 11-24.

Menegat, R., Fernandes, L.A.D., Porto, M.L.J. & Carraro, C.C. 2006d. Porto Alegre: o encontro das paisagens do Cone Sul. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. *Atlas Ambiental de Porto Alegre.* Porto Alegre: Edufrgs, p. 6-7.

Menegat, R., Hasenack, H. & Carraro, C.C. 2006e. As formas da superfícies: síntese do Rio Grande do Sul. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. *Atlas Ambiental de Porto Alegre.* Porto Alegre: Edufrgs, p. 25-34.

Menegat, R., Koester, E., Kraemer, G., Fernandes, L.A.D., Scherer, C.M.S. & Bachi, F. 2006f. Mapa Geológico. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. *Atlas Ambiental de Porto Alegre.* Porto Alegre: Edufrgs, p. 11-24.

Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006g. *Atlas Ambiental de Porto Alegre.* Porto Alegre: Edufrgs, 228 p.

Mumford, L. 1970 [1938]. *The Culture of Cities.* Harvest/BJ, New York, 586 p.

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.

ONU 2010. Ver Organização das Nações Unidas.

Organização das Nações Unidas (ONU), Departamento de Economia e Questões Sociais (Undesa), Divisão de População. 2010. World Urbanization Prospects: The 2009 Revision; Highlights. UN, New York, 52 p.

Pena dos Reis, R. & Henriques, M.H. 2009. *Aproaching an integrated qualification and evaluation system for geological heritage. Geoheritage*, 1:1-10

Philip, R.P. & Viero, A.P. 1995. Inetação entre o magmatismo ácido/básico nas rochas vulcânicas associadas aos granitóides da região de Porto Alegre, RS. In: Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 6., 1995, Porto Alegre. Boletim de resumos expandidos ... Porto Alegre: SBG. p. 70-71.

Philip, R.P. 1995. Condições de posicionamento do plutonismo da Suíte Dom Feliciano na região de Porto Alegre, RS. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 5., 1995, Gramado. Boletim de resumos expandidos ... Gramado: SBG, p. 207-208.

Philip, R.P., Rego, I.T.S.F. & Siviero, R.S. 1994. Geologia das rochas granitóides da região de Porto Alegre, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994, Camburiú. Boletim de resumos ... Camburiú: SBG. v.2, p. 98-99.

PMPA, 2011. Ver Prefeitura Municipal de Porto Alegre.

Porto, M.L. & Mello, R.S.P. 2006. Mapa de vegetação natural atual. . In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p.53.

Porto, M.L. & Menegat, R. 2006a. Mapa fitofisionômico da América do Sul e rotas migratórias. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 48.

Porto, M.L. & Menegat, R. 2006b. Mapa da vegetação natural potencial. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 52.

Porto, M.L. 1997. As formações vegetais no município de Porto Alegre: evolução e dinâmica de colonização. In: Jornadas Científicas Sobre Medio Ambiente, 3., 1997, La Plata (Argentina). Libro de Resumenes ... La Plata (Argentina) : U.N.L.P, p. 53.

Porto, M.L. 2006a. As formações vegetais: evolução e dinâmica de conquista. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 47-58.

Porto, M.L. 2006b. Mapa dos biótopos naturais potenciais. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 60.

Porto, M.L., Meira, J.R., Mohr, F.V., Oliveira, M.L.A.A. 2006. Unidades de conservação ambiental. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 79-94.

Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA). 2011. Secretarias. (Disponível em [http://www2.portoAlegre.rs.gov.br/portal\\_pmpa\\_novo/](http://www2.portoAlegre.rs.gov.br/portal_pmpa_novo/); acessado em 4/12/2011).

Rambo, B. 1942. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Ed. Of. Graf. da Imprensa Oficial, 360 p.

Saint-Hilaire, A. 1934. Viagem ao Rio Grande do Sul: 1820-1821. Rio de Janeiro: Ariel, 295 p.

Schmitt, N.I.M. & Rott, J.A.A. 2006. Mapa do ruído urbano. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 172.

Schneider, A.W., Loss, E.L., Pinto, J.F., Botta, L.M.B. & Klettner, E. 1974. Mapa Geológico da Folha de Porto Alegre – RS. Porto Alegre: CNPq. Prefeitura Municipal de Porto Alegre; UFRGS, Instituto de Geociências. Escala 1:50.000.

Schobbenhaus, C. & Silva, C.R. (orgs.) 2012. Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, v. 1, 748 p.

Schobbenhaus, C. & Silva, C.R. 2010. O papel indutor do serviço geológico do Brasil na criação de geoparques. 23 p. (Disponível em: [sigep.cprm.gov.br](http://sigep.cprm.gov.br) / Acessado em 20-10-2011).

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, 554 p.

Scottish Natural Heritage (SNH) 1997. Provoke, Relate, Reveal. SNH's policy framework for interpretation. Scottish Natural Framework Heritage, Perth, Scotland, 15p.

Serviço Geológico do Brasil (CPRM) 2011. PRINCIPAL/ Geoecoturismo/Excursões Virtuais; e Outro Roteiros. (Disponível em <http://www.cprm.gov.br/>; Acessado em 08/07/2012).

Serviço Geológico do Brasil (CPRM) 2012. PRINCIPAL/ Geoecoturismo/ Geoparques. (Disponível em <http://www.cprm.gov.br/>; Acessado em 22/10/2011).

SIGEP 2011 e 2012. Ver Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos.

Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) 2000. Lei nº 9.985 (18 de julho de 2000), que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal.

Smith, H.H. 1901. Geologia do Rio Grande do Sul. Anuário do Estado do Rio Grande do Sul para o ano 1902, Porto Alegre, v.28, p. 113-122. (Disponível em UFRGS –BIO – Biblioteca do Instituto de Biociências/ Porto Alegre).

SNH 1997. Ver *Scottish Natural Heritage*.

SNUC 2000. Ver Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Souza, C.F. 2006. Evolução urbana: dos arraiais à metrópole. In: Menegat, R., Porto, M.L.J., Carraro, C.C. & Fernandes, L.A.D. (coord.) 2006. Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Edufrgs, p. 99-106.

Uceda, A.C. 2000. Patrimonio geológico: diagnóstico, clasificación y valoración. In Jornadas sobre Património Geológico y Desarrollo Sostenible, J. P. Suárez-Valgrande (Coord.), Soria, 22-24 Septiembre 1999, Serie Monografias, Ministério de Medio Ambiente, España, p. 23-37.

UNESCO 1972. Convenção Para a Protecção do Património Mundial, Cultural e Natural. 16 p. (Disponível em: [whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf](http://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf)).

UNESCO 1994. As rotas enquanto partes integrantes do nosso património cultural. (disponível em <http://portal.unesco.org/culture>; acessado em 09/07/2012)

UNESCO 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.

UNESCO 2010. Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN). 12 p. (Disponível em [www.globalgeopark.org](http://www.globalgeopark.org) – acessado em 22/10/2011).

UNESCO 2011. Orientações para a Inscrição de Tipos Específicos de Bens na Lista do Património Mundial. In: UNESCO, 2011. Orientações Técnicas para Aplicação da Convenção do Património Mundial. Anexo 3, p. 69-77.

Veverka, J.A. 1998. Interpretative Master Planning. Acorn Naturalists, 2nd edition, Califórnia, 162 p.

Winge, M., Schobbenhaus, C., Souza, C.R. G., Fernandes, A.C.S., Berbert-Born, M.L., Queiroz, E.T. & Campos, D.A. (Ed.), 2009. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos-SIGEP/Serviço Geológico do Brasil-CPRM, v. 2, Brasília, 515 p.

Zouros, N. 2004. The European Geoparks Network: geological heritage protection and local development. Episodes, Vol. 27(3), p. 165-171.

## 7 ANEXOS

### 7.1 Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra

DECLARAÇÃO INTERNACIONAL DOS DIREITOS À MEMÓRIA DA TERRA (Declaração aprovada no I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, em *Digne-les-Bains* (França), em 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, deram 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.