

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A GEODIVERSIDADE E A GEOCONSERVAÇÃO NAS
ILHAS DAS POMBAS E DA PONTA ESCURA, RIO
GRANDE DO SUL**

CLÉO LINDSEY MACHADO RAMOS

ORIENTADOR: ULISSES FRANZ BREMER

PORTO ALEGRE, JANEIRO DE 2015

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

**A GEODIVERSIDADE E A GEOCONSERVAÇÃO NAS ILHAS DAS POMBAS
E DA PONTA ESCURA, RIO GRANDE DO SUL**

CLÉO LINDSEY MACHADO RAMOS

ORIENTADOR: ULISSES FRANZ BREMER

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eliseu José Weber (PPG em Biociências/ULBRA)

Prof. Dr. Francisco Eliseu Aquino (PPG em Geografia/UFRGS)

**Prof. Dr. Nelson Luiz Sambaqui Gruber (PPG em
Geografia/UFRGS)**

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-
graduação em Geografia
como requisito para
obtenção do título de
Mestre em Geografia.**

PORTO ALEGRE, JANEIRO DE 2015

CLEO LINDSEY MACHADO RAMOS

**A GEODIVERSIDADE E A GEOCONSERVAÇÃO DAS
ILHAS DAS POMBAS E DA PONTA ESCURA, RIO
GRANDE DO SUL**

Esta dissertação foi julgada adequada para a
obtenção do título de Mestre em Geografia e
aprovada em sua forma final pelo Orientador e
pela Banca Examinadora.

Orientador: _____

Prof. Dr. Ulisses Franz Bremer, UFRGS

Doutor pela Universidade Federal de Viçosa – MG, Brasil

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eliseu José Weber, ULBRA

Doutor pela UFRGS – Porto Alegre, Brasil

Prof. Dr. Francisco Eliseu Aquino, UFRGS

Doutor pela UFRGS – Porto Alegre, Brasil

Prof. Dr. Nelson Luiz Sambaqui Gruber, UFRGS

Doutor pela UFRGS – Porto Alegre, Brasil

Coordenador do PPGEA:

Machado Ramos, Cléo Lindsey

A Geodiversidade e a Geoconservação nas ilhas das Pombas e da Ponta Esccura, Rio Grande do Sul / Cléo Lindsey Machado Ramos. -- 2015.

136 f.

Orientador: Ulisses Franz Bremer.

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

1. Geodiversidade. 2. Geoconservação. 3. Ilhas .
4. Quantificação para Geoconservação. I. Franz Bremer, Ulisses, orient. II. Título.

Dedico este trabalho às pessoas mais lindas com as quais tive oportunidade de conviver, aos meus três avós Onira e Simeão e In Memoriam vó Ana!

AGRADECIMENTOS

Como conseguir expressar em poucas palavras os meus agradecimentos? Foram tantas pessoas que fizeram parte da minha vida e que tiveram grande importância no meu crescimento me ajudando percorrer toda essa trajetória!

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por me proporcionar usufruir da estrutura necessária para a realização do meu trabalho, ao Instituto de Geociências e à CAPES, pela bolsa, que me permitiu dedicação exclusiva aos estudos.

Ao Técnico em Geologia Gilberto Silveira dos Santos, pela experiência de me mostrar um mundo tão lindo visto pelos seus olhos e ao Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica por me dar suporte para a análise das amostras.

A meu Orientador, Prof. Ulisses Franz Bremer, pelas orientações, que tanto me fizeram crescer como pesquisadora, pela paciência e amizade, fica a minha admiração pelo grande profissional que és.

Tenho uma família linda, que começa pelas pessoas mais maravilhosas que amo com todas as minhas forças, meus avós, que deram tudo que podiam para que eu me tornasse o que sou hoje, me amaram e me cuidaram, sempre estiveram do meu lado, segurando minha mão para eu dormir, contando histórias repetidas vezes e me deixando dormir no "meio".

Aos meus tios, dindos, primos e primas...

Minha avó Ana que "lembrou" de mim até o fim!

Meus pais, que torcem por mim, me apoiam e me dão suporte para realizar meus objetivos.

Meu namorado, "noivo", amigo, Tiago, por estarmos começando uma vida juntos, por estar comigo sempre!

Minha linda amiga e irmã Betânia Bonada Caña, pelo carinho, conversas, e por me ajudar em todos os momentos...

“Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas.”

(Antoine de Saint-Exupéry)

RESUMO

A geodiversidade, aliada à geoconservação, é um tema relativamente novo e ainda pouco explorado pela comunidade acadêmica no Brasil. Porém, nos últimos anos percebeu-se a necessidade de estratégias de preservação da geodiversidade entendida como o meio abiótico, constituído por composições rochosas e de relevo resultantes de fenômenos geológicos e geomorfológicos que diferenciam a litologia e os minerais, gerando distintas paisagens e a grande diversidade de ambientes que propiciam o desenvolvimento das diferentes formas de vida na Terra. Com o objetivo de preservar ambientes de grande relevância ecológica como os insulares, desenvolveu-se um levantamento da geodiversidade das ilhas das Pombas e da Ponta Escura, no Parque Estadual de Itapuã, no Estado do Rio Grande do Sul, quantificando o seu valor intrínseco, seu uso potencial e a necessidade de proteção para geoconservação. Os procedimentos metodológicos compreenderam um estudo prévio da área a partir de imagens satelitais, saída a campo para coleta de amostras, análises laboratoriais, produção de material cartográfico e análise dos resultados. As ilhas apresentam gênese distinta, uma sedimentar (Ponta Escura) e outra rochosa (Pombas). As características granulométricas e morfométricas dos seus sedimentos também diferem uma da outra, onde a das Pombas apresenta maiores granulometrias variando nos tamanhos de areia muito grossa a grânulo, e grãos imaturos, enquanto na ilha da Ponta Escura observa-se maior arredondamento dos grãos e granulometria com alto percentual de areia média. Quanto à mineralogia, a ilha Ponta Escura se destaca pela alta quantidade de minerais pesados, principalmente turmalina. Os Neossolos predominam em ambas as ilhas, com subordens distintas, de Litólico e Flúvico na ilha das Pombas a Quartzarênico Órtico na Ponta Escura. A vegetação, cuja florística carece descrição científica, apresenta uma fitofisionomia caracterizada por estratos diversificados – entremeados por cactáceas de porte alto – desde um inferior herbáceo ao dossel, por vezes destacando-se árvores mais altas. A presença de indivíduos de algumas espécies exóticas da flora testemunha a interferência antrópica pretérita na cobertura vegetal original de ambas as ilhas, mais destacadamente a da Ponta Escura. Por fim, adotando-se a metodologia desenvolvida por Brilha (2005), procedeu-se com a quantificação para fins de geoconservação, onde demonstrou-se valor relativamente alto, proporcionalmente ao tamanho das ilhas e por elas pertencerem a uma área de proteção integral. Propõem-se uma ampliação da área de estudo, incluindo outras ilhas que integram o lago Guaíba, relacionando o conhecimento da geodiversidade e biodiversidade como estratégias para a geoconservação e gerenciamento da presença humana, pois a ação antrópica desregrada pode impactar diretamente ambientes que podem ser sensíveis e muito dinâmicos como nas ilhas deste estudo.

Palavras-chaves: geodiversidade, geoconservação, ilha das Pombas, ilha da Ponta Escura, sedimentologia.

ABSTRACT

The geodiversity, combined with geoconservation, is a relatively new issue that is rarely explored by the academic community in Brazil. But in recent years, there was the need for preservation strategies of geodiversity understood as the abiotic environment, consisting of rock compositions and relief resulting from geological and geomorphological phenomena that differentiate lithology and minerals lead to the genesis of diverse landscapes and great diversity of environments that favour the development of different forms of life on Earth. In order to preserve the great ecological relevance environments like the island, a survey of the geodiversity of the Pombas and Ponta Escura islands, in southern Brazil, was developed to quantify their intrinsic value, their potential use and need for protection for geoconservation. The methodological procedures included a preliminary study of the area from satellite images, a field work for sample collecting, laboratory testing, production of cartographic material and analysis of the results. The islands have different genesis, one of them sedimentary (Ponta Escura) and the other rocky (Pombas). Particle size and morphometric characteristics of its sediments also differ one from another, where the Pombas features larger particle sizes ranging in very thick sand granule sizes, and immature grains, while on the island of Ponta Escura there was a greater rounding of grains and grain size with a high percentage of medium sand. The mineralogy, the Ponta Escura island stands out for its high amount of heavy minerals, especially tourmaline. Entisols predominate in both islands, with distinct suborders of Lithic (Leptosols/WRB-FAO) and Fluvents (Fluvisols/WRB-FAO) on the island of Pombas to Quartzipsamments (Arenosols/WRB-FAO) in Ponta Escura. The vegetation, whose floristic lacks scientific description, has a vegetation type characterized by diverse strata – interspersed with high size cacti – from a lower herbaceous to the canopy, sometimes highlighting tallest trees. The presence of individuals of some exotic species of flora witness to past anthropogenic interference with the original vegetation in both islands, most notably in Ponta Escura. Finally, adopting the methodology developed by Brilha (2005), we proceeded with the quantification to geoconservation purposes, which showed relatively high value in proportion to the islands size and to their belonging to an integral protection area. It is proposed an extension of the study area, including other islands that make up the lake Guaíba, relating the knowledge of geodiversity and biodiversity as strategies for geoconservation and management of human presence, because the unregulated human action can directly impact environments that may be sensitive and dynamic as on the islands of this study.

Key words: geodiversity, geoconservation, islands of Pombas, island Ponta Escura, sedimentology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.2 OBJETIVOS	19
1.3 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO – CONTEXTO REGIONAL - UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO RIO GRANDE DO SUL	19
1.4 CLIMA DO RIO GRANDE DO SUL	21
1.5 O LAGO GUAÍBA	22
1.6 DINÂMICA DO LAGO GUAÍBA	26
1.7 GRANDES CHEIAS NO GUAÍBA	27
1.8 PARQUE ESTADUAL DE ITAPUÃ	29
1.9 CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO – PARQUE ITAPUÃ	30
1.10 VALORES CULTURAIS – ANTROPOLOGIA	33
1.11 HISTÓRIA – REVOLUÇÃO FARROUPILHA	33
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	34
2.1 A GEODIVERSIDADE COMO BASE PARA A BIODIVERSIDADE	34
2.2 VALORES DA GEODIVERSIDADE: PROTEÇÃO AO ACASO?	36
2.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	37
2.4 GEOCONSERVAÇÃO	40
2.5 ASPECTOS GEOLÓGICOS: ALICERCE DA GEODIVERSIDADE	42
2.7 O SOLO COMO UM CORPO NATURAL	43
2.8 A SEDIMENTOLOGIA PARA ANÁLISE DA GEODIVERSIDADE	47
2.9 ECODINÂMICA E O ESTUDO DA GEODIVERSIDADE	48
3. MATERIAIS E MÉTODOS	50
3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	50
3.2 SAÍDA A CAMPO	51
3.2.1 Seleção dos itinerários, analisando os acessos e meios de transporte.	51
3.2.2 Escolha dos Pontos para Observação e coleta das amostras	52
3.2.3 ILHA DAS POMBAS	59
3.3 Procedimentos Metodológicos para Análise de Sedimentos	63
3.3.1 Textura.....	64
3.3.2 Morfoscopia.....	65
3.3.3 Mineralogia.....	67
3.3.4 Minerais Pesados	67
3.3.5 Procedimentos para análise mineralógica.....	68
3.4 TRABALHOS DE CAMPO EM BIOGEOGRAFIA	70
3.4.1 Descrição e Observação em Campo	70
3.4.2 Classificação dos Estratos Vegetais	70
3.5 IMAGENS ORBITAIS	71
3.5.1 Aquisição das imagens	72
3.6 MÉTODOS UTILIZADOS PARA QUANTIFICAÇÃO DA GEOCONSERVAÇÃO	72
4. ANÁLISES DAS AMOSTRAS	80
4.1 GRANULOMETRIA	81
4.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS - MORFOMÉTRICAS	85
4.2.1 Ponta Escura	85

4.2.2 Ilha das Pombas	95
4.3 MATÉRIA ORGÂNICA	100
4.4 MINERALOGIA DAS ILHAS: POMBAS E PONTA ESCURA	101
4.4.1 Ilha das Pombas - P.P 01	101
4.4.2 Ilha Ponta Escura - P.E 02	103
4.5 PRESENÇA ANTRÓPICA NAS AMOSTRAS	106
4.6 SOLOS	107
4.6.1 Neossolos Quartzarênicos - Ilha da Ponta Escura	111
4.6.2 Neossolos Litólicos – Ilha das Pombas	114
4.6.3 Neossolo Flúvico	115
4.7 CLASSIFICAÇÕES DOS EXTRATOS VEGETAIS	117
4.7.1 Ilha das Pombas	118
4.7.2 Ilha da Ponta Escura	121
4.8 QUANTIFICAÇÃO PARA FINS DE GEOCONSERVAÇÃO	124
5. CONCLUSÃO.....	129
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relações entre sistemas – relações de interdependência entre o meio físico, biótico e sociedade. Fonte: SILVA, 2008.....	18
Figura 2. Aplicações da Geodiversidade	18
Figura 3. Unidades Geomorfológicas do RS	20
Figura 4. Bacias da Região Hidrográfica do Guaíba	22
Figura 5. Imagem de localização das ilhas	23
Figura 6. Mapa da ilha das Pombas	24
Figura 7. Mapa da ilha Ponta Escura	25
Figura 8. Mapa dos ambientes sedimentares (a) e modelo batimétrico (b) do lago Guaíba.....	26
Figura 9. Imagens da cheia de 1941.	28
Figura 10. Limites entre as províncias geológicas que constituem o estado.....	30
Figura 11. Compartimentação tectônica do Escudo Sul-Rio-Grandense	31
Figura 12. Mapas geológicos da a) Planície Costeira do Rio Grande do Sul e b) área de estudo.....	32
Figura 13. Áreas protegidas no Estado.....	38
Figura 14. Caracterização dos processos e dos produtos envolvidos na sedimentação .	48
Figura 15. Fluxograma da metodologia.....	50
Figura 16. Imagem da ilha da Ponta Escura com a distribuição dos pontos de coleta. Fonte: GOOGLE EARTH, 2013.	51
Figura 17. Imagem da ilha das Pombas com a distribuição dos pontos de coleta. Fonte: GOOGLE EARTH, 2013.....	52
Figura 18. Ruínas de antigas casas	53
Figura 19. Vegetação Exótica.....	54
Figura 20. Presença de lixo no interior da ilha	54
Figura 21. Primeiro ponto de coleta	55
Figura 22. Ponto 2 – coleta na duna	56
Figura 23. Ponto 3 – Lixo químico (pilhas) em destaque na figura	57
Figura 24. Ponto 4	58
Figura 25. Ponto de amostragem – presença de mineral escuro.....	59
Figura 26. Camada com profundidade de 5 -10 cm	59
Figura 27. Ilha das Pombas.....	60
Figura 28. Grande quantidade de lixo na ilha.....	60
Figura 29. Presença de brachiária no Ponto 1	61
Figura 30. Segundo ponto de coleta	62
Figura 31. Ordem de estabilidade dos minerais pesados, segundo PETTIJOHN <i>et.al</i> (1973).....	68
Figura 32. Estrutura para separação de minerais pesados por sedimentação gravítica. Fonte: Adaptado de MANGE e MAURER (1992).....	69
Figura 33. Amostras etiquetadas nas bacias	81
Figura 34. Material passado em peneira com malha de 0.062 mm.	83
Figura 35. Decantação dos sedimentos finos.....	83

Figura 36. Técnica do Peneiramento	84
Figura 37. P.E 01 a P.E 04.....	85
Figura 38. Gráficos de arredondamento e esfericidade P.E 01 a P.E 04	86
Figura 39. Textura superficial P.E 01 e P.E 04	87
Figura 40. Histograma de Frequência Simples P.E 05	88
Figura 41. Gráfico de arredondamento e esfericidade da amostra P.E 05.....	88
Figura 42. Textura Superficial da amostra P.E 05.....	89
Figura 43. Histograma de Frequência Simples P.E 06, P.E 07 e P.E 08.....	89
Figura 44. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.E 06 até P.E 08 .	90
Figura 45. Textura Superficial das amostras P.E 06 até P.E 08	91
Figura 46. Histograma de Frequência Simples P.E 09 até P.E 12.....	91
Figura 47. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.E 09 até P.E 12 .	92
Figura 48. Textura Superficial P.E 09 até P.E 12.....	93
Figura 49. Histograma de Frequência Simples P.E 13 e P.E 14.....	94
Figura 50. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.E 13 e P.E 14	94
Figura 51. Textura Superficial da amostra P.E 13 e P.E 14	95
Figura 52. Histograma de Frequência Simples P.P 01	95
Figura 53. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.P 01.....	96
Figura 54. Textura Superficial P.P 01	96
Figura 55. Histograma de Frequência Simples P.P 02 a P.P 04.....	97
Figura 56. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras	98
Figura 57. Textura superficial P.P 02 a P.P 04.....	99
Figura 58. Ilha das Pombas – Cactos e vegetação fechada	99
Figura 59. Material levado ao forno para detecção de matéria orgânica.....	100
Figura 60. Imagem da ilha das Pombas com destaque para o ponto P.P 01	102
Figura 61. Minerais encontrados em maior quantidade na amostra P.P.01.....	102
Figura 62. Imagem da ilha das Ponta Escura com destaque para o Ponto 1 (P.E02) e Ponto 5 (P.E13) FONTE: GOOGLE EARTH, 2013	104
Figura 63. Diversidade e minerais encontrados na amostra P.E 13	104
Figura 64. Material encontrado na amostra P.E 06	107
Figura 65. Mapa de solos - EMBRAPA.....	109
Figura 66. Mapa de solos – incluindo Barra do Ribeiro.....	110
Figura 67. Ilha Ponta Escura – Neossolos Quartzarênicos	111
Figura 68. Solo próximo ao banhado.....	112
Figura 69. Mapa da Ponta Escura – Neossolo Quartzêrenico	113
Figura 70. Solo com contato lítico a 8 cm.....	115
Figura 71. Ilha das Pombas – distribuição das subordens dos Neossolos	116
Figura 72. Estratos Vegetais – Arbustivo e Arbóreo.....	118
Figura 73. Estrato arbóreo predominante na ilha	119
Figura 74. Mapa da ilha das Pombas – classificação dos estratos vegetais.....	120
Figura 75. Imagem dos estratos arbustivo e herbáceo.....	121
Figura 76. Estratos Vegetais	122
Figura 77. Mapa da Ilha Ponta Escura- Classificação dos Estratos Vegetais.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Maiores Enchentes do Guaíba	28
Tabela 2. Definições de solos e seus respectivos autores.....	44
Tabela 3. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 01 a P.E 04	55
Tabela 4. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 05.....	56
Tabela 5. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 06 a P.E 08	57
Tabela 6. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 09 a P.E 12	58
Tabela 7. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 13 e P.E 14	58
Tabela 8. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.P 01	61
Tabela 9. Pontos de coleta e profundidade das amostras P.P 02 a P.P 04.....	62
Tabela 10. Escala de Wentworth (1922)	65
Tabela 11. Graus de esfericidade (RITTENHOUSE, 1943).	66
Tabela 12. Graus de arredondamento (KRUMBEIN, 1936).....	66
Tabela 13. Pesagens das amostras – Ponta Escura	80
Tabela 14. Pesagens das amostras – Ilha das Pombas.....	81
Tabela 15. Teor de Matéria Orgânica.....	100
Tabela 16. Minerais encontrados na amostra P.P. 01	101
Tabela 17. Minerais encontrados na amostra P.E 02.....	103
Tabela 18. Minerais encontrados na amostra P.E 13.....	103
Tabela 19. 3º Nível categórico.....	114
Tabela 20. Critérios Intrínsecos das ilhas das Pombas e Ponta Escura	124
Tabela 21. Critérios de Uso da ilha das Pombas e Ilha Ponta escura	125
Tabela 22. Necessidade de Conservação da ilha das Pombas e Ilha Ponta Escura	126

LISTA DE ABREVIATURAS

AGAPAM – Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil

DMAE – Departamento Municipal de Águas e Esgoto

DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

IBGE – Instituto Nacional de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

PROCEMPA – Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre

RSNC – Royal Society for Nature Conservation

SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente

SEUC – Sistema Estadual de Unidades de Conservação

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UGGI – União Geodésica e Geofísica Internacional

USGS - U.S. Geological Survey (Serviço Geológico dos Estados Unidos)

UTM – Universal Transversa de Mercator

WGS – World Geodetic System

1.INTRODUÇÃO

A Geografia é a disciplina que estuda as organizações espaciais e, segundo Christofolletti (1999), “engloba a estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos, constituindo os sistemas espaciais da mais alta complexidade”.

Essa complexidade se apresenta nas inúmeras redes e interconexões, um exemplo é o ambiente natural, por meio das paisagens e das características do meio físico e biótico, observamos a multiplicidade de ambientes e suas relações.

Ao contrário da biodiversidade, que ao longo de um curto período de tempo foi adquirindo uma importância científica, política, econômica e ambiental muito grande, a geodiversidade começa a despontar em trabalhos acadêmicos e receber uma política de reconhecimento nas últimas décadas.

Por este motivo a biodiversidade conta com um número de publicações científicas desproporcionalmente superior, se comparado com a geodiversidade. Isso reflete na carência de bases teórico-metodológicas para identificação, classificação, inventário, reconhecimento, valorização, divulgação e proteção da geodiversidade. Configura-se, inclusive, como uma das principais justificativas do presente trabalho.

É importante conhecer e entender os significados da geodiversidade, pois uma vez alterados, removidos ou destruídos, os seus aspectos sofrerão mudanças irreversíveis, devido à íntima relação entre os componentes do meio físico (suporte) – geodiversidade – e os componentes bióticos (biodiversidade), e que devem ser encaradas de maneira sistêmica tais relações de estabilidade entre esses dois grandes componentes ambientais.

Tanto a geodiversidade como a biodiversidade, além de possuírem o mesmo nível de importância, abrigam um valor funcional na natureza física e biológica e também apresentam um valor patrimonial, que está diretamente associado à história da Terra e da vida aqui existente.

A geodiversidade também apresenta grande amplitude, ocorrendo desde a escala microscópica, como no caso de minerais, até a escala continental. Cada parte do planeta, não importa o tamanho, apresenta uma geodiversidade própria.

Com o principal objetivo de preservar ecossistemas de grande relevância ecológica, como são as ilhas das Pombas e da Ponta Escura que integram o Parque Estadual de Itapuã, propõe-se um levantamento de sua geodiversidade, buscando-se

conhecer de forma mais detalhada a paisagem natural – sua composição litológica, relevo, solos, sedimentologia e vegetação.

O estudo sobre ilhas, hoje, no Brasil, é pouco explorado pela comunidade acadêmica. As ilhas são territórios dinâmicos cuja extensão geográfica depende de uma série de fatores definidos por inconstâncias da natureza, motivo este que nos leva à necessidade de realizar estudos minuciosos para compreender as modificações sofridas no decorrer do tempo e qual a relevância dessas transformações.

Quando nos referimos a ilhas do Guaíba, logo nos vêm à mente as ilhas que compõem o delta do Jacuí e sua grande importância. Por seus aspectos morfodinâmicos, a área do delta apresenta um mosaico de banhados no seu interior, atuando como esponjas, absorvendo a água nos períodos de maiores precipitações e liberando-a gradativamente nos períodos mais secos.

Estas ilhas bloqueiam parcialmente as águas coletadas e transportadas ao lago Guaíba por suas sub-bacias principais – dos rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí – evitando, assim, o rápido escoamento e uma consequente elevação de seu nível. Assim, a dinâmica ambiental no delta depende de inconstâncias da natureza, sendo o regime hidrodinâmico do sistema lacustre – no qual está inserido o lago Guaíba – complexo tanto na época de cheias quanto nas vazantes (TOLDO, 2002).

A ilha da Ponta Escura e a ilha das Pombas, no sul do lago Guaíba, abrigam uma riqueza de ecossistemas, compostas por banhados e uma fauna e flora com uma grande variedade de espécies, tais ambientes estão sujeitos às intempéries e diferentes dinâmicas do lago, transformando a paisagem das ilhas.

O tema é atual. Nas últimas décadas, os conceitos de geoconservação estão cada vez mais difundidos nas mídias tornando-se elementos integrantes da consciência coletiva. O estudo baseia-se em uma análise não somente em partes, fragmentadas, separadas, como uma visão reducionista, mas sim como um todo.

Os conceitos de geodiversidade são menos conhecidos do grande público que os de biodiversidade, porém esta é dependente daquela, conforme Silva *et al.*:

A biodiversidade está assentada sobre a geodiversidade e, por conseguinte, é dependente direta desta, pois as rochas, quando intemperizadas, juntamente com o relevo e o clima, contribuem para a formação dos solos, disponibilizando, assim, nutrientes e micronutrientes, os quais são absorvidos pelas plantas, sustentando e desenvolvendo a vida no planeta Terra. Em síntese, pode-se considerar que o conceito de geodiversidade abrange a porção abiótica do geossistema (o qual é constituído pelo tripé que envolve a análise integrada de fatores abióticos, bióticos e antrópicos) (SILVA *et al.*, 2008, p.12).

Segundo Silva (2008), para a realização de intervenções no território deve-se adotar uma visão mais abrangente possível, sistêmica, integrando a geodiversidade, a biodiversidade e as questões sociais, culturais e econômicas (sociodiversidade), cujas interações podem ser observadas na figura 1.

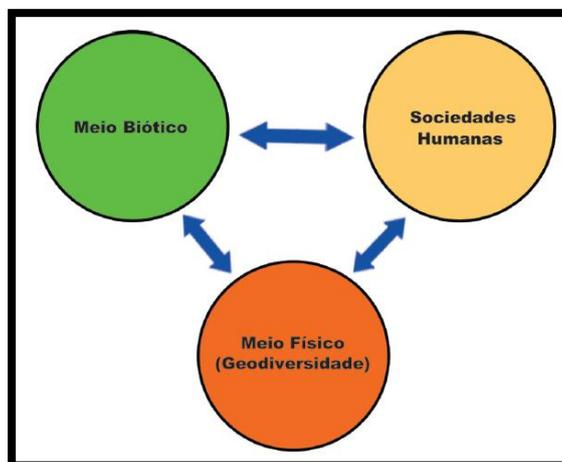


Figura 1. Relações entre sistemas – relações de interdependência entre o meio físico, biótico e sociedade.
Fonte: SILVA, 2008

Com a elaboração e aprimoramento do conceito de geodiversidade, as geociências desenvolvem um novo instrumento de análise da paisagem de forma integral, utilizando o conceito do meio físico a serviço da conservação do ambiente, em prol do planejamento territorial em bases sustentáveis (Figura 2). Permite-se, assim, a avaliação dos impactos decorrentes da implantação das diversas atividades econômicas sobre o espaço geográfico, de acordo com Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2008).

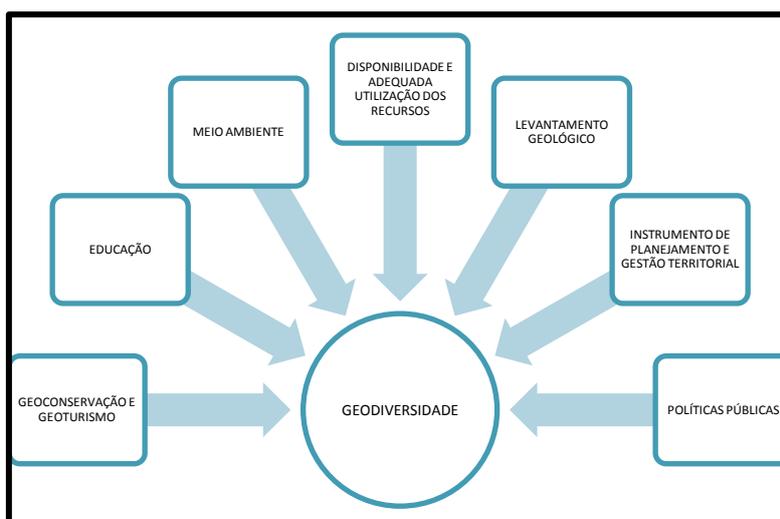


Figura 2. Aplicações da Geodiversidade
Fonte: CPRM, 2008 modificado pelo autor.

Diante das formas de ocupação e exploração atual da superfície, grande parte da geodiversidade do planeta, principalmente o seu conteúdo, bem como os diferentes valores, que ainda pouco se conhecem, estão comprometidos.

De acordo com Brilha (2005), do mesmo modo que a biodiversidade, quando se perdem as espécies bióticas, às vezes sem mesmo a ciência as conhecer por completo, a geodiversidade também pode ser perdida e muitas vezes pelo simples desconhecimento sobre sua distribuição espacial, conteúdo e importância. E Gray em 2011, relembra que a biodiversidade e o ecossistema tornaram-se amplamente discutidos no âmbito da conservação da natureza, mas reforça que a natureza biótica constitui apenas parte da natureza.

Por isso, justifica-se a necessidade de aprimorar as bases teóricas e metodológicas para o entendimento da geodiversidade, dos seus diferentes tipos de valores e apontamentos sobre locais de relevante interesse.

1.2 Objetivos

Este estudo tem como principal objetivo desenvolver um levantamento da geodiversidade das ilhas das Pombas e da Ponta Escura, no sul do lago Guaíba, quantificando o seu valor intrínseco, uso potencial e a necessidade de proteção para geoconservação.

Para cumprir o objetivo geral definido foi necessário atingir as seguintes metas: (a) Definição dos conceitos norteadores de geodiversidade e geoconservação para a elaboração da pesquisa; (b) Interpretação das características granulométricas, morfológicas e mineralógicas dos testemunhos coletados nas ilhas; (c) Classificação dos diferentes tipos de solos; (d) Identificação dos diferentes tipos de cobertura vegetal, considerando a importância da vegetação para a redução de processos erosivos e a manutenção da biodiversidade e (e) Atribuição dos valores de geoconservação.

1.3 Características da área de estudo – Contexto Regional - Unidades Geomorfológicas do Rio Grande do Sul

O estado do Rio Grande do Sul está dividido em cinco grandes unidades geomorfológicas, segundo Suertegaray e Guasselli (2004), que são diferenciadas pela altitude, estrutura rochosa e formas de relevo (Figura 3).

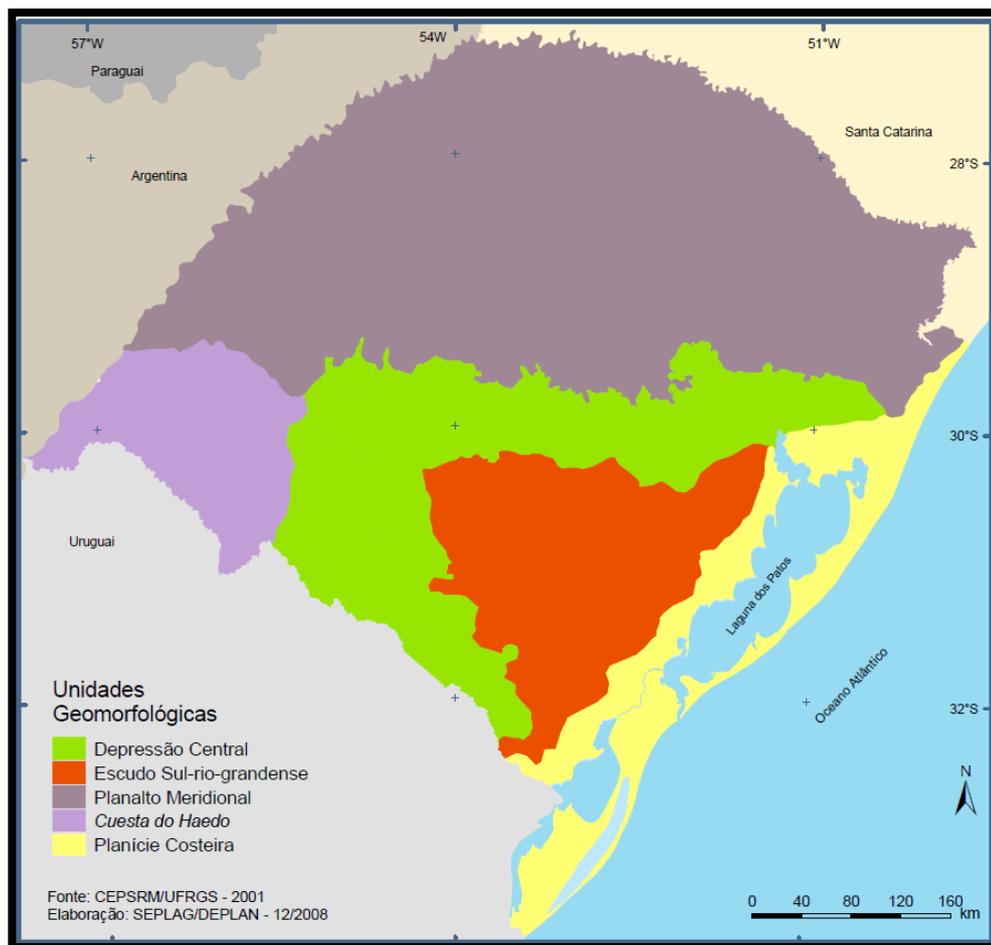


Figura 3. Unidades Geomorfológicas do RS

Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul

Para este estudo são relevantes as seguintes unidades geomorfológicas do Estado:

- a) *Depressão Central*, constitui-se num compartimento rebaixado em relação aos planaltos, com origem associada a um intenso processo de erosão que ocorreu no final do Mesozóico e Cenozóico. É formado por rochas sedimentares dando origem a um extenso corredor que liga oeste a leste, através de terrenos de baixas altitudes;
- b) *Escudo Sul – rio-grandense*, que apresenta rochas cristalinas muito antigas, datadas do Pré-Cambriano, com granitos e gnaisses, possuindo rochas muito desgastadas, os solos em geral são arenosos e pouco férteis, entretanto seu substrato rochoso oferece minerais metálicos, como o cobre, de maior oferta no estado e
- c) *Planície Costeira* formada no período Quaternário, a mais recente da formação da Terra. Corresponde a uma faixa arenosa de 622 km, com grande ocorrência de

lagunas e lagoas, entre as quais destacam-se a Laguna dos Patos e Mirim. O processo de formação desta região tem caráter evolutivo, estando em constante mutação, como decorrência da sedimentação marinha e flúvio-lacustre.

1.4 Clima do Rio Grande do Sul

A classificação climática de Köppen (1931) é amplamente utilizada para a caracterização do clima regional. Baseia-se, principalmente nas características térmicas e na distribuição sazonal da precipitação, segundo Moreno (1961):

No estado o tipo "Cf" se subdivide em duas variedades específicas, "Cfa" e "Cfb":

- a) "Cfa" apresenta chuvas durante todos os meses do ano e possui a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C.
- b) "Cfb" apresenta chuvas distribuídas em todos os meses do ano, tendo a temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C.

A região onde localiza-se o Parque Estadual de Itapuã apresenta um clima subtropical úmido (Cfa) com grande variabilidade. A presença da grande massa de água do lago Guaíba contribui para elevar as taxas de umidade atmosférica e modificar as condições climáticas locais, com a formação de microclimas.

O vento predominante é o nordeste sendo que no inverno predominam os ventos do sul ou sudoeste, particularmente fortes, responsáveis pela correnteza lacustre costeira e diretamente, pela existência e evolução atual dos pontais arenosos costeiros que se desenvolvem para o leste, projetando-se para dentro da lagoa dos Patos.

O Parque Estadual de Itapuã (Figura 5) localiza-se ao sul do lago Guaíba, a ilha das Pombas (Figura 6) e a ilha da Ponta Escura (Figura 7) integram a área do parque.

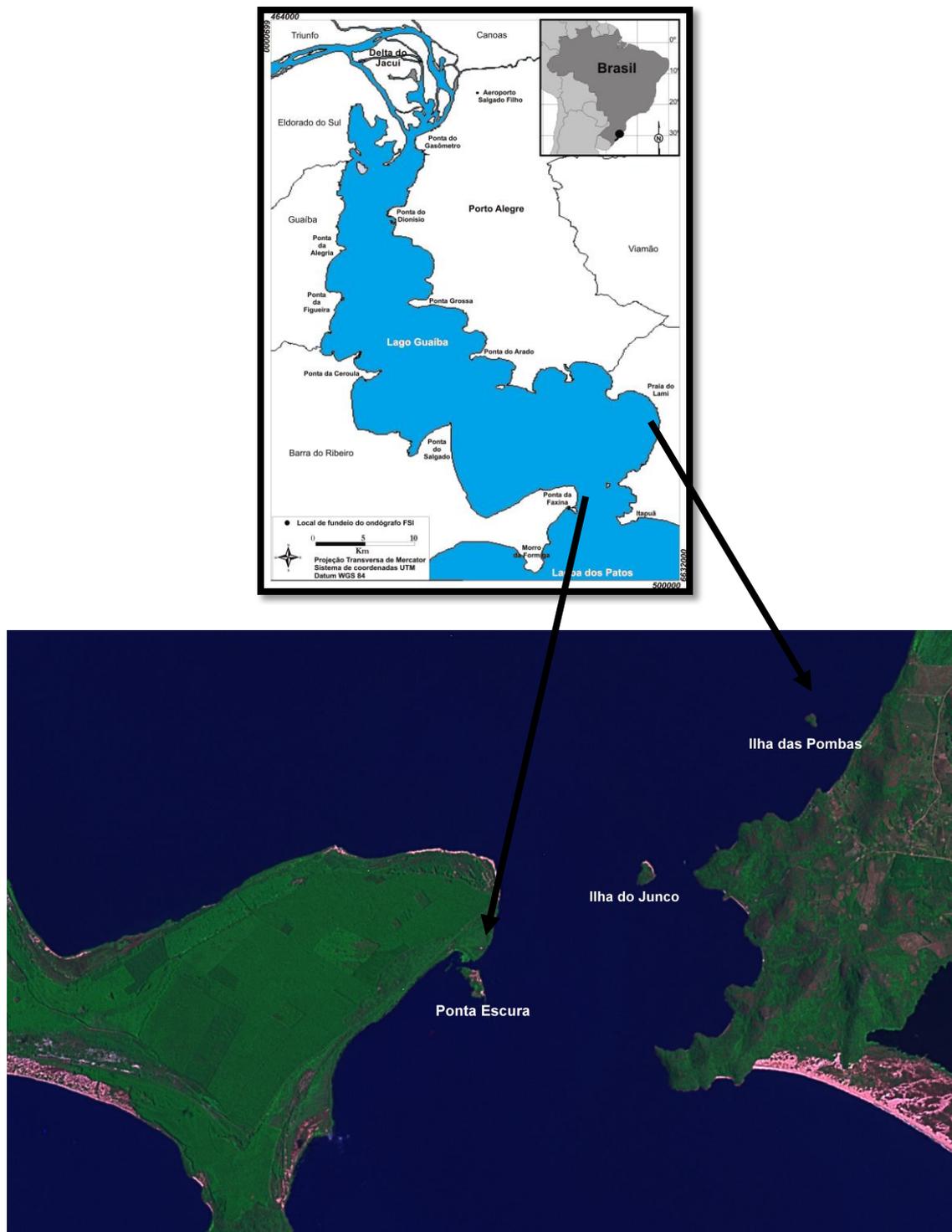


Figura 5. Imagem de localização das ilhas
Fonte: Imagem LANDSAT 5 TM - USGS,2013.

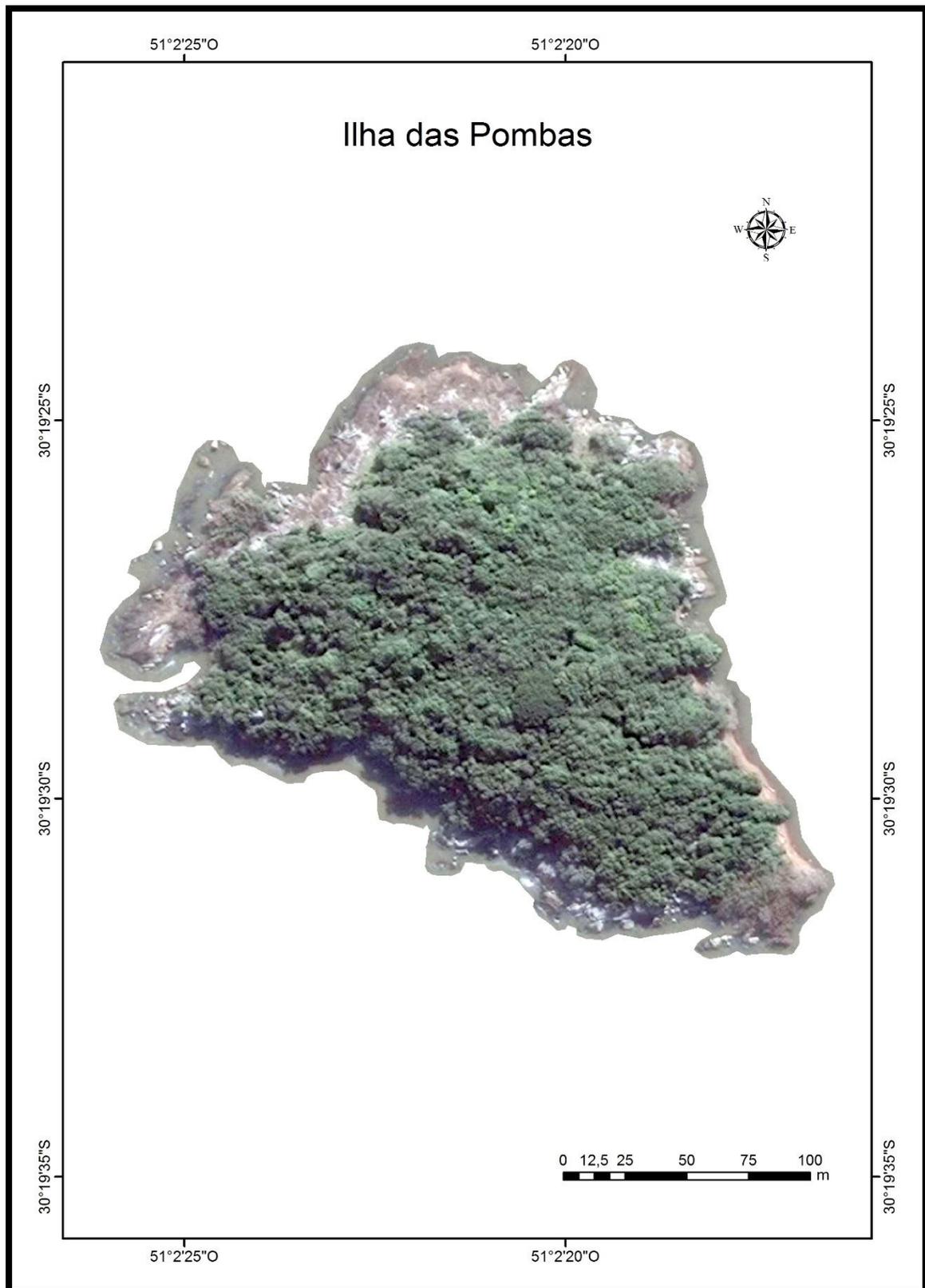


Figura 6. Mapa da ilha das Pombas

Fonte: Elaborada pelo autor

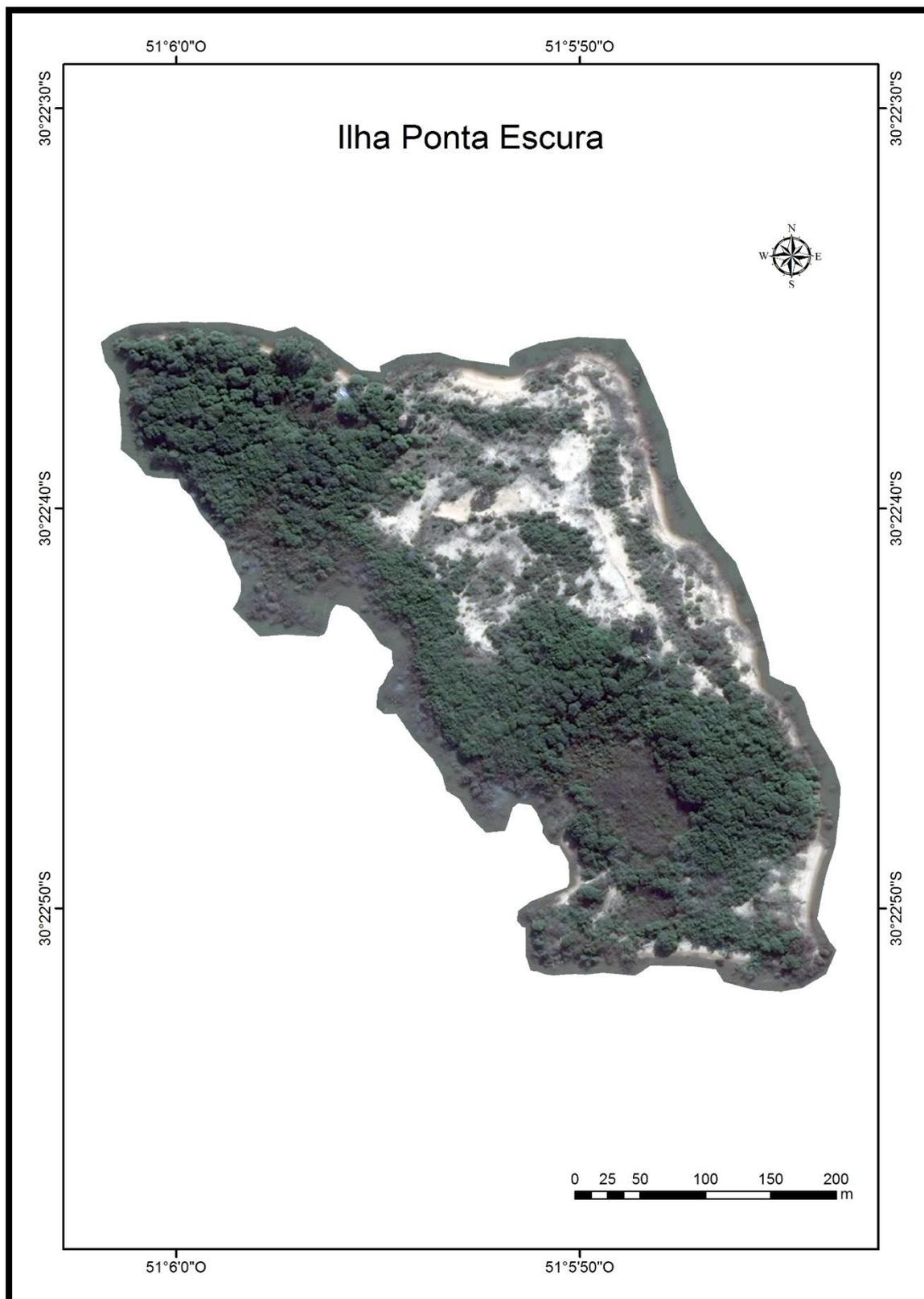


Figura 7. Mapa da ilha Ponta Escura

Fonte: Elaborado pelo autor

1.6 Dinâmica do lago Guaíba

As primeiras pesquisas sobre a sedimentação do Lago Guaíba foram realizadas por Cunha em 1971 quanto à caracterização morfológica, mineralógica e textural do lago. Os terrenos que são drenados pela Bacia do Sudeste do Rio Grande do Sul, formados por rochas plutônicas, vulcânicas e sedimentares, são responsáveis pela produção de grandes volumes de sedimentos que são transportados para o Guaíba, principalmente através dos rios Jacuí, Sinos, Taquari e Gravataí (TOLDO, 1994).

O regime fluvial dos tributários perde competência como agente transportador ao ingressar na bacia deposicional do Guaíba, os sedimentos mais grosseiros são ali retidos, dando origem ao delta do Jacuí. Os sedimentos finos ingressam no lago como plumas de material em suspensão. O sistema hidrodinâmico do lago é complexo e os parâmetros que estabelecem suas condições deposicionais são controlados principalmente pelo nível de energia das correntes e das ondas.

De acordo com Nicolodi et al (2010) na sistematização de informações da distribuição sedimentar, das características das ondas incidentes, e outros fatores, foram definidos três ambientes de sedimentação do lago Guaíba, (Figura 8a) classificados como: fundo deposicional, fundo transicional e fundo erosional e possuem distribuição espacial fortemente condicionada pela geometria e batimetria do lago (Figura 8b).

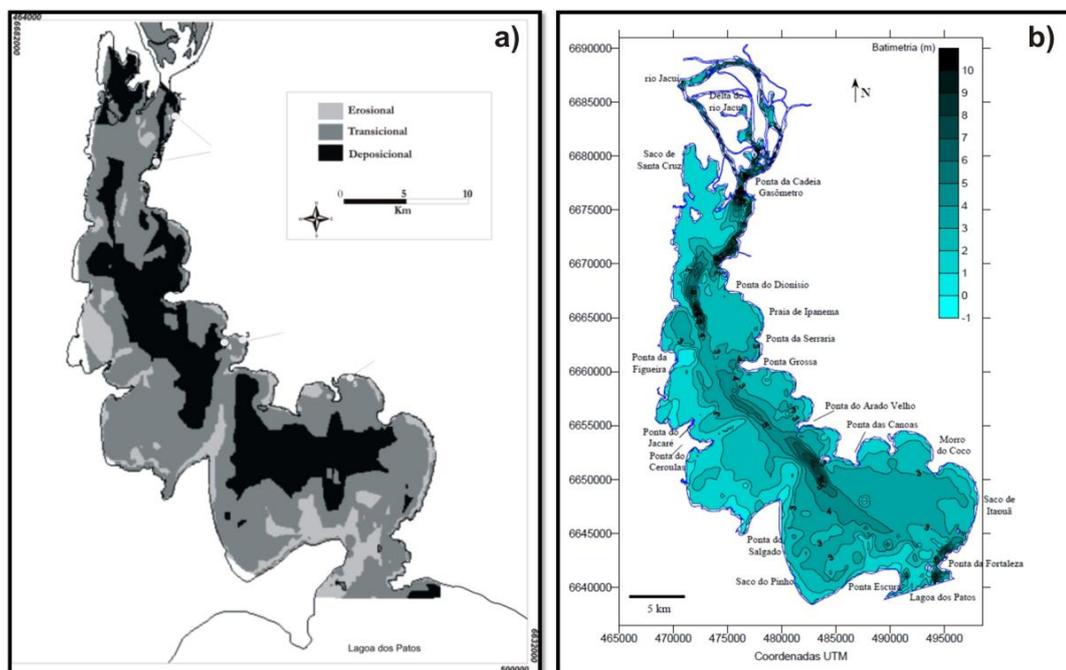


Figura 8. Mapa dos ambientes sedimentares (a) e modelo batimétrico (b) do lago Guaíba.

Fontes: NICOLODI et.al. (2010) e PAZ et.al 2005.

O fundo deposicional corresponde a 51% da área do lago. Compõe um ambiente de baixa energia hidrodinâmica que colabora com a deposição dos sedimentos finos. Tais depósitos se localizam nas áreas mais profundas do lago, onde está situado o canal de navegação (NICOLODI et.al. 2010).

O fundo transicional engloba 41% da área do lago é um ambiente de baixa energia na maior parte do tempo, sendo o substrato composto basicamente por silte e areia. A distribuição espacial dessas áreas se dá entre o ambiente de deposição e de erosão refletindo a transição entre locais de baixa e alta energia.

O fundo erosional corresponde a 8% da área do lago, esse ambiente se caracteriza por possuir fundo composto por areia, uma vez que os sedimentos finos são constantemente remobilizados e inseridos na coluna d'água.

1.7 Grandes Cheias no Guaíba

Porto Alegre é marcada por grandes inundações e enchentes em sua história. Segundo registros históricos PROCEMPA (2014) no século XIX ocorreram onze episódios de cheias que tiveram grande impacto na vida dos porto-alegrenses.

Um episódio de destaque ocorreu em 1873 devido às intensas precipitações ocorridas no final de setembro e começo de outubro na Bacia do Jacuí. Foi uma das maiores inundações na capital gaúcha de todo o século XIX, o lago Guaíba ficou 3,5 metros além da cota.

No século XX e XXI a cidade voltou a ser castigada por tais eventos, mas com menor frequência. As primeiras enchentes se deram em 1905, 1912, 1914. Em 1926, entre 13 de setembro a 3 de outubro daquele ano, choveu 317,7 milímetros em Porto Alegre.

Em 1941 (Figura 9) a tão famosa cheia, atingiu 4,75 metros além da cota normal. Apenas em abril e maio de 1941 a chuva somou 791 milímetros em Porto Alegre, o equivalente à metade da média anual da cidade. A grande cheia deixou 70 mil desabrigados sem energia elétrica e água potável. O centro da cidade ficou debaixo d'água e os barcos se tornaram o principal meio de transporte de Porto Alegre. Após 1941, o Arroio Dilúvio foi canalizado, o Muro da Mauá foi erguido e iniciou-se a construção de um sistema de drenagem.



Figura 9. Imagens da cheia de 1941.

Fonte: PROCEMPA, 2014.

A Tabela 1 apresenta as maiores cotas do lago Guaíba e os respectivos anos, que se tem dados, assim como o tempo de recorrência.

Tabela 1. Maiores Enchentes do Guaíba

Ano da enchente	Cota (altura das águas em relação ao nível do mar)	Tempo de Recorrência (probabilidade, em anos, para que um evento ocorra novamente)
1824	Cota desconhecida	Sem registro
1833	Cota desconhecida	Sem registro
1873	Cota de 3,50 metros	38 anos
1914	Cota de 2,60 metros	5,5 anos
1928	Cota de 3,20 metros	19 anos
1936	Cota de 3,22 metros	20 anos
1941	Cota de 4,75 metros	370 anos
1967	Cota de 3,13 metros	18 anos
1973	Fortes chuvas causam preocupação	Sem registro
1983	Alerta e monitoramento, cota de 2,32 m	3,8 anos
2001	Alerta e monitoramento, cota de 2,40 m	4,5 anos

Fonte: PROCEMPA, 2014.

Os eventos extremos de cheias no lago Guaíba são de extrema importância para análise no trabalho, pois como as ilhas são ambientes dinâmicos e suscetíveis a inconstâncias da natureza, tais eventos tem uma influência muito grande principalmente no comportamento dos solos e na sedimentologia das ilhas, pois traz uma carga grande de sedimentos como também retira parte dos solos.

1.8 Parque Estadual de Itapuã

A ilha das Pombas e a Ponta Escura integram o Parque Estadual de Itapuã, localizado no município de Viamão, região metropolitana de Porto Alegre. A seleção das ilhas para o trabalho se deu pelo fato de serem duas ilhas com características diferentes, uma sedimentar (Ponta escura) e a outra rochosa (Pombas).

Para iniciar a pesquisa é importante compreender os fatos que levaram a criação do parque. Nos anos de 1970 o trabalho nas pedreiras para a extração do granito rosa, tornou-se uma importante atividade na região, abastecendo inclusive o mercado externo. (BRASIL, 1982). Com o forte movimento ecológico, liderado por José Lutzenberguer, o então presidente da AGAPAN (Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural) contra a destruição das paisagens, causada pela extração do granito, motivou-se a criação do Parque Estadual de Itapuã.

O parque foi criado em 1973, envolvendo o fechamento das pedreiras, desapropriações, suspensão da visita pública e outras medidas necessárias para a proteção da área, mas só foi implantado no ano de 1998, recebendo a infraestrutura necessária para o efetivo cumprimento de seus objetivos. O Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapuã foi publicado em 1997, estabelecendo os objetivos específicos da área, seu zoneamento e os programas de manejo a serem desenvolvidos.

Segundo os Decretos nº 33.886 e nº 35.016, da atual área de 5.566,50 ha do Parque Estadual de Itapuã, aproximadamente 1.750 ha são ocupados pela lagoa Negra e 33,50 ha correspondem às ilhas das Pombas, do Junco e da Ponta Escura.

- a) *ILHA DAS POMBAS* - aproximadamente 4,5 hectares, situada no Rio Guaíba, distante cerca de 900 metros da Praia das Pombas;
- b) *ILHA DO JUNCO* - aproximadamente 10 hectares, situada a leste do Rio Guaíba, distante aproximadamente 800 metros do continente, localizada em frente as praias da Onça e da Pedreira;
- c) *ILHA DA PONTA ESCURA* - aproximadamente 19 hectares, situada na desembocadura do Rio Guaíba com a Lagoa dos Patos, próxima à margem oeste desta, localizada em frente ao Farol de Itapuã distante a uns 150 metros do continente (DECRETO Nº 35.016, DE 21 DE DEZEMBRO DE 1993, p.s/n).

A área do parque protege remanescentes dos ecossistemas naturais de toda a região, o que lhe confere grande importância ecológica, científica e social. Toda essa variedade é possível graças ao relevo da região composto por morros graníticos, sendo o morro da Grota (265m) o mais alto da região e por praias e restingas, o Pontal das Desertas e a Praia de Fora. Segundo Miller:

A filosofia e os princípios de manejo da conservação estão rapidamente convergindo para abordagens que sugerem que, para se conseguir sustentabilidade e conservar a biodiversidade, são necessárias mudanças nos programas de conservação, direcionando o manejo para a escala dos ecossistemas (MILLER, 1997, p. 22).

1.9 Contexto Geológico e Geomorfológico – Parque Itapuã

A região de Itapuã apresenta grande beleza paisagística e diversidade de ecossistemas, consequência do encontro de duas formações geológicas distintas: Morros Graníticos do Escudo Cristalino e Planície Costeira, Figura 10.

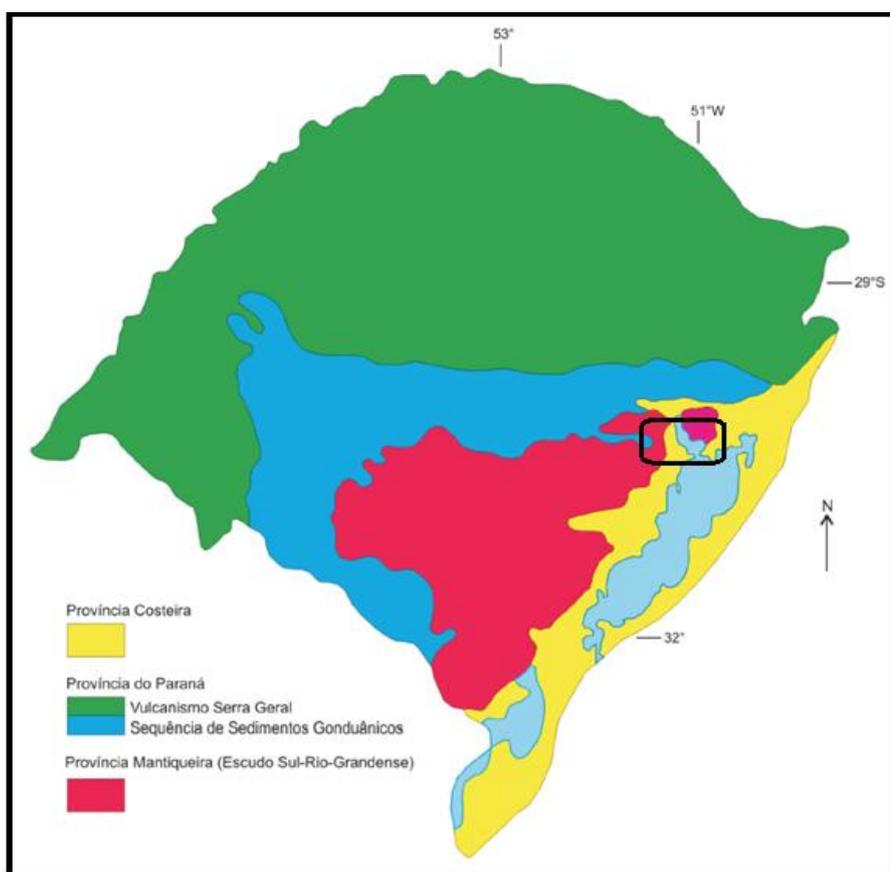


Figura 10. Limites entre as províncias geológicas que constituem o estado

Fonte: CPRM, 2008 *apud* PORCHER e LOPES, 2000

As rochas cristalinas que constituem o Escudo são pré-cambrianas, granitos do Cinturão Dom Feliciano, formados a mais de 500 milhões de anos, de acordo com a CPRM (2008) os diversos fragmentos gerados durante o Paleoproterozoico e Neoproterozoico, apresentam uma configuração geotectônica própria, cuja evolução está diretamente ligada ao desenvolvimento de sistemas de falhas profundas, Figura 11.

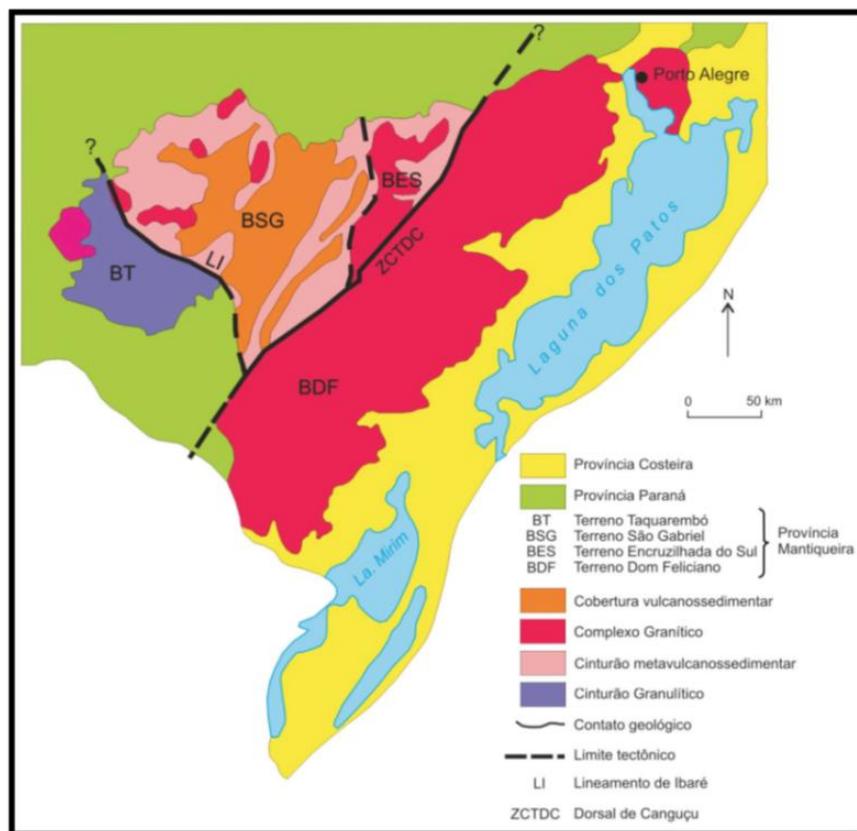


Figura 11. Compartimentação tectônica do Escudo Sul-Rio-Grandense

Fonte: CPRM, 2008 *apud* SOLIANI, 1986

A faixa aflorante localiza-se a oeste de Itapuã e tem contato direto com as águas lacustres, que formam pontas de 1 a 2 Km de extensão (ponta do Coco, pontal de Itapuã e morro Fortaleza), pequenas ilhas rochosas do Guaíba, constituídas por matacões graníticos e metamórficos (ilha das Pombas e do Junco). São rochas duras e rígidas, com afloramentos muito fendilhados, alinhadas preferencialmente segundo a direção nordeste-sudoeste. (MOURA, 1987).

Todo conjunto sedimentar está assentado sobre um substrato rochoso muito antigo, representado por rochas ígneas intrusivas o Granito Ponta Grossa. O Granito Ponta Grossa “apresenta as mesmas características composicionais, mineralógicas e petrográficas, mantendo condições semelhantes de posicionamento” Hasenack, 2008. Esse granito foi muito utilizado para construção civil, como pedra para alicerce e de calçamentos. Dentre esses usos, destacam-se a Catedral Metropolitana de Porto Alegre, o Memorial do Rio Grande do Sul, o Santander Cultural e o embasamento do Museu Júlio de Castilhos.

Já a Planície Costeira começou a se formar junto aos morros graníticos, devido ao aumento da temperatura do planeta que causou o derretimento de geleiras, elevando o nível do mar, fazendo que os morros se transformassem em ilhas, tendo a ponta de Itapuã como porta de entrada do mar no continente (NICOLODI, 2002).

Esse processo denominado transgressão marinha repetiu-se quatro vezes, sendo a última há cerca de 5 mil anos, resultando no surgimento da atual planície sedimentar arenosa, com a seguinte compartimentação geomorfológica: Planície aluvial interna, Barreira das Lombas, Sistema Lagunar Guaíba-Gravataí, Barreira Múltipla Complexa e o Sistema Lagunar Patos Mirim.

O principal momento da evolução da Planície Costeira do Rio Grande do Sul está baseado no texto de Tomazelli *et. al* (2007), que representa uma síntese em um conjunto de mapas paleogeográficos apresentados por Villwock e Tomazelli (1995):

De acordo com esse modelo, um pacote de sedimentos clásticos terrígenos se acumulou, a partir do final do Terciário, em um sistema de leques aluviais coalescentes, desenvolvido ao longo da margem oeste da planície, na base das terras altas representadas pelo Cráton Sul-Rio-Grandense (Figura 12a). Esses depósitos foram retrabalhados em suas porções distais por, no mínimo, quatro ciclos transgressivo-regressivos, correlacionáveis aos quatro últimos eventos glaciais que caracterizaram o final do Cenozoico (VILLWOCK E TOMAZELLI, 1995).

As faces associadas aos sistemas Laguna-Barreira para a região onde se localiza o Parque Itapuã podem ser visualizados na Figura 12b.

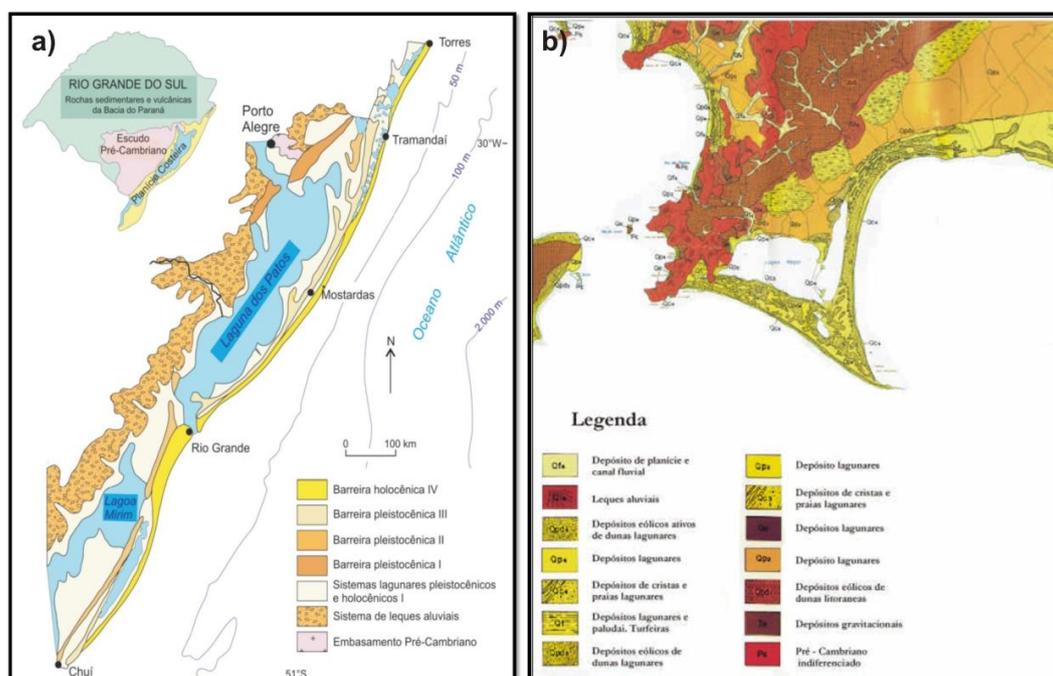


Figura 12. Mapas geológicos da a) Planície Costeira do Rio Grande do Sul e b) área de estudo.

Fonte: VILLWOCK E TOMAZELLI (1995) e TOLDO, 2002.

1.10 Valores culturais – Antropologia

Estudos realizados por pesquisadores do Museu Antropológico do Rio Grande do Sul, na área do distrito de Itapuã, apontam a existência de sítios arqueológicos da Tradição Tupi-guarani, Subtradição Corrugada e Sítios da Tradição Umbu. (RIO GRANDE DO SUL, 1996).

Os sítios da tradição Tupi-guarani, subtradição Corrugada estão representados, principalmente por “manchas de terra escura” resultantes de acúmulo de restos orgânicos que são produzidos por uma ocupação mais ou menos continuada, associadas a áreas de solo fértil ao longo de cursos d’água. Segundo Brochado.

Estes sítios Tupi-guarani foram localizados na Colônia de Itapuã (na estrada do Leprosário), a 3 km da lagoa Negra e do Guaíba e a 6 km da laguna dos Patos; no Morro da Fortaleza (na área do Parque, quase em frente à ilha do Junco, a 1 km do Guaíba e a 30 m acima do nível do mar); na praia do Araçá (no Parque Estadual de Itapuã, a 50 m do Guaíba); na praia das Pombas (a 15 m da linha d’água do Guaíba, no limite da praia com o mato) (BROCHADO, 1984, p. 259).

Na Ilha das Pombas, Junco e nas praias da Onça, Pedreira, do Sítio, de Fora, na Prainha também foram encontrados sítios dessa mesma tradição. No Morro da Fortaleza foram encontrados artefatos vinculados às duas tradições, com a possibilidade de uma interação entre as duas aldeias.

1.11 História – Revolução Farroupilha

O Parque Estadual de Itapuã foi palco de importantes fatos na história do Rio Grande do Sul, na Revolução Farroupilha, de 1835 a 1845. Em 1836, os Farrapos construíram o Forte de Itapuã, localizado entre o Morro da Fortaleza e a Ilha do Junco, tornando-se ponto de resistência, que impedia a chegada das forças Imperiais a capital.

Ainda hoje no morro da Fortaleza, segundo o Plano de Manejo do Parque, encontram-se vestígios das trincheiras onde os farrapos instalavam suas baterias de fogo, entre a ilha do Junco e o morro, muitos barcos foram afundados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Geodiversidade como base para a Biodiversidade

Entre as áreas das geociências, a geologia e a geomorfologia são as áreas que contribuem de forma mais significativa para discussão e formulação do conceito de geodiversidade, que é a base onde se sustentam conceitos como biodiversidade e ecossistema.

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 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).

Geodiversidade é um termo recente que começou a ser utilizado por geólogos e geomorfólogos na década de 90 para descrever a variedade do meio abiótico. Em 1993, o termo foi empregado na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre a Conservação Geológica e Paisagística. Inicialmente o termo - geodiversidade - foi aplicado para a gestão de áreas de proteção ambiental, como contraponto a “biodiversidade”, pois havia necessidade de ter um termo que englobasse os elementos abióticos do meio natural (SERRANO e RUIZ FLAÑO, 2007).

Uma das definições mais usuais da geodiversidade provém da Royal Society for Nature Conservation do Reino Unido, que considera a geodiversidade como “a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra” (RSNC, 2009).

Nesse caso, aparece um ponto importante e que as ciências ecológicas podem melhor confirmar (ODUM & BARRET, 2007), ou seja, os elementos da geodiversidade servindo de base para o desenvolvimento da vida, ao longo das diferentes eras geológicas.

O professor do Departamento de Geografia da Universidade de Londres Murray Gray publicou o primeiro livro dedicado a geodiversidade no ano de 2004, intitulada *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, onde define:

Geodiversidade é a variação natural (diversidade) da geologia (rochas minerais, fósseis, estruturas), geomorfologia (formas e processos) e as características do solo. Inclui suas assemblagens, relações, propriedades, interpretações e sistemas.

O conceito trazido por Nieto (2001) estabelece a geodiversidade como o número e variedade de estruturas, formas e processos geológicos que constituem o substrato de uma região, sobre as quais se assenta a atividade orgânica, incluindo a antrópica. Segundo Kozłowski (2004), a geodiversidade é uma variedade natural da superfície terrestre, incluindo os aspectos geológicos, geomorfológicos, solos, águas superficiais, bem como outros sistemas criados como resultados dos processos naturais endógenos e exógenos e a atividade humana.

Para Brilha (2005) a geodiversidade compreende aspectos não vivos do nosso planeta, sendo testemunhos do passado geológico e também dos processos atuais formadores de novos testemunhos. Existem conceitos que buscam entender os elementos abióticos de forma mais ampla, abrangendo outras variáveis, como Rojas (2005) que discute o tema como uma diversidade do espaço geográfico, incluindo estruturas fisiográficas, mas também os resultados dos processos e atividades sociais. De acordo com a CPRM (Serviço Geológico do Brasil) a geodiversidade tem sido inserida em muitas pesquisas e programas com o conceito de:

Estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem as paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico. (CPRM, 2006, p.11).

O conhecimento da geodiversidade é essencial à abordagem criteriosa de qualquer área ou região por preceder a biodiversidade e ajudar a entender a dinâmica ambiental vigente. Além disso, o subsolo pode conter recursos minerais, hídricos e energéticos, cujo aproveitamento precisa ser devidamente equacionado, para não comprometer a própria biodiversidade e a qualidade de vida dos seus habitantes.

Stanley (2000) explica "A variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origens as paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra". Isto é, o grande "palco" no qual as formas de vida são os "atores". Há muito tempo a biodiversidade é alvo para muitas pesquisas e só agora tomamos consciência de uma de suas bases, a geodiversidade!

2.2 Valores da Geodiversidade: Proteção ao acaso?

Algumas razões são de extrema importância para a melhor compreensão da conservação da geodiversidade, pois a mesma se constitui como um reservatório de informações imprescindíveis à compreensão do passado do planeta Terra, das transformações sofridas e da evolução dos mesmos, resultando na possibilidade de mitigação de problemas à sociedade derivados do funcionamento da geodiversidade.

Para Bruschi (2007) a perda de elementos da geodiversidade, implica na perda da informação, dificultando assim o avanço do conhecimento científico, além do valor enquanto patrimônio da geodiversidade. Existe a necessidade de aperfeiçoamento das bases metodológicas e teóricas para a quantificação ou o cálculo da geodiversidade, sabendo dos diferentes tipos de valores, sua distribuição e apontamentos sobre pontos e áreas de grande interesse.

Para Gray (2004), a geodiversidade pode ser entendida pelo conjunto de valores, divididos entre:

- a) Valor Intrínseco: refere-se à geodiversidade da natureza como de valor simplesmente pelo que são e não o que eles podem ser usados pelos seres humanos (valor utilitário). Tal valor é muito difícil de descrever, uma vez que envolve dimensões éticas e filosóficas das relações entre a sociedade e a natureza.
- b) Valor cultural: é colocado pela sociedade em algum aspecto do ambiente físico em razão da sua importância social. Exemplos desse valor são os registros arqueológicos associados à geodiversidade, como a impressão em rochas de artes rupestres, ou ainda práticas agrícolas, silvopastoris e de artesanato, diretamente vinculadas a uma característica pontual da geodiversidade, como relevo, tipo de solo ou rocha.
- c) Valor estético: refere-se ao apelo visual fornecido pelo ambiente físico. Pode ser através de formas de relevo, lagoas, margens de rios e envolve os diferentes modos de interpretação humana.
- d) Valor econômico: os economistas têm tentado colocar um valor financeiro sobre todos os ativos ambientais, mas muitos materiais geológicos têm mais que um valor econômico. Fósseis das rochas, os minerais, sedimentos, solos, todos tem um valor econômico, embora este varie dependendo da natureza dos materiais

envolvidos. Muitos elementos da geodiversidade já estão sendo explorados com base nas necessidades humanas.

- e) Valor científico e educativo: O ambiente físico é um laboratório para pesquisas futuras, danos a sistemas e locais físicos, inevitavelmente, prejudica a nossa capacidade para realizar pesquisa e ensino sobre o meio ambiente físico.

Com a desordenada forma de ocupação e exploração atual dos recursos, grande parte da geodiversidade do planeta, bem como seus diferentes valores, ainda pouco estudados estão ameaçados. Para Brilha (2005) elementos da geodiversidade podem se perder, muitas vezes pelo simples fato de se desconhecer a sua distribuição espacial, conteúdo e importância.

2.3 Unidades de Conservação

Segundo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Unidade de Conservação é o "espaço territorial e seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção".

Atualmente, o SEUC (Sistema Estadual de Unidades de Conservação) abrange 22 Unidades de Conservação estaduais sob administração pública, uma Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual e 22 Unidades de Conservação municipais, Figura 13.

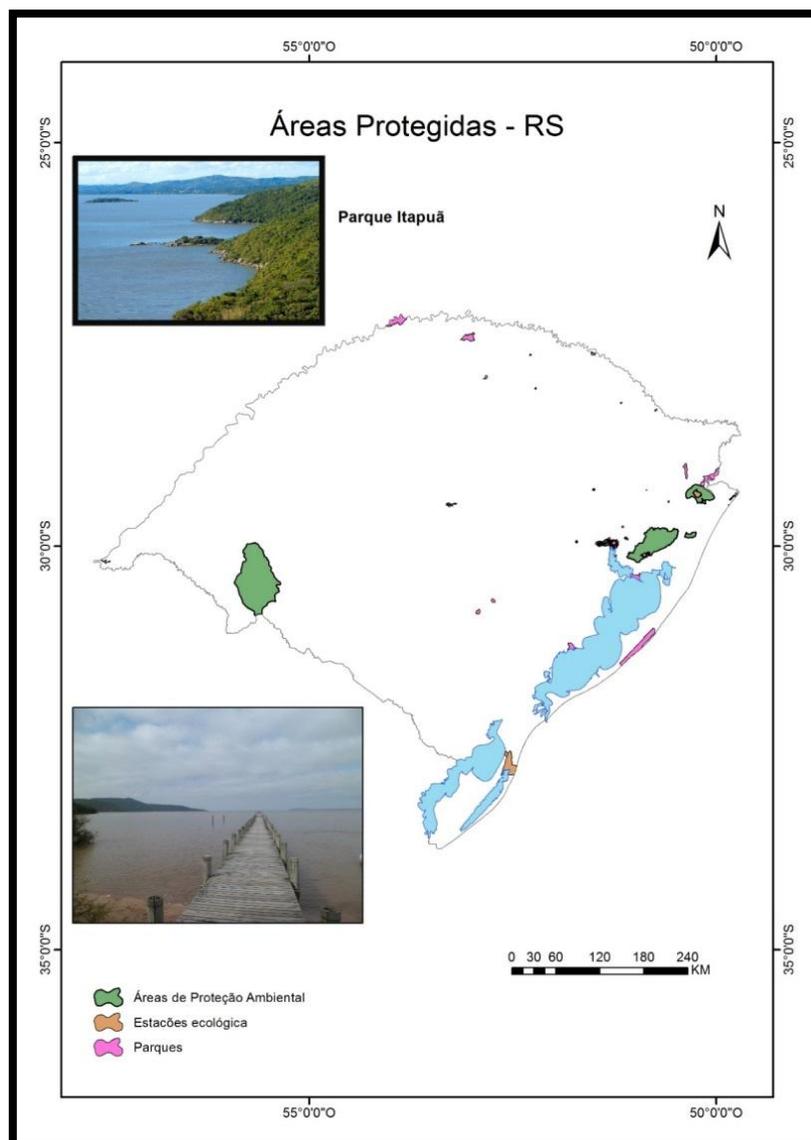


Figura 13. Áreas protegidas no Estado.

Fonte: Elaborado pelo autor

Existem dois grupos de Unidades de Conservação, instituídos pela Lei Federal nº 9.985/2000:

- a) As Unidades de Proteção Integral que apresentam como objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Esse grupo abrange cinco categorias de Unidades de Conservação, descritas na Lei Federal nº 9.985/2000 e assim denominadas: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional (ou Estadual, ou Natural Municipal); Monumento Natural; e Refúgio de Vida Silvestre.
- b) As Unidades de Uso Sustentável, que têm objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos

naturais. Esse grupo inclui sete categorias de Unidades de Conservação, descritas na Lei Federal nº 9.985/2000 e assim denominadas: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional (ou Estadual, ou Municipal); Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

"No Brasil a geodiversidade geralmente é protegida de forma casual entre os valores biológicos, estéticos e culturais" Nascimento *et al.* (2008) sendo descrita pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (BRASIL, lei nº 9.985/00) nos termos da beleza cênica, recursos naturais, sítios naturais, sítios naturais raros ou atributos naturais abióticos. De acordo com o disposto na lei, os objetivos do SNUC, são:

- Contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- Proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional; Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- Proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
- Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- Proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- Favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente (BRASIL, lei nº 9.985/00, p. s/n)

Este fato mostra a importância de serem executadas políticas, divulgação e conservação do patrimônio geológico de forma a balancear os conhecimentos sobre as ciências naturais.

2.4 Geoconservação

A proteção do patrimônio pode-se dar por meio da conservação e preservação. Parecem dois conceitos similares, porém a preservação considera que para a efetiva proteção, os patrimônios devem ser mantidos intactos, sem quaisquer modificações. Segundo Barreto (1999), a preservação como forma de proteção pode levar a destruição do patrimônio por falta de condições financeiras para obras de manutenção e restauro. A conservação compreende que os patrimônios passam por mudanças, já que representam um testemunho de uma determinada época e se adaptam com o passar do tempo.

Esta pesquisa fez um levantamento da geodiversidade das ilhas para fins de conservação e proteção. A ideia de preservação não cabe, este tipo de patrimônio está sujeito a dinâmica natural que leva à constante transformação da paisagem. A forma de proteção mais adequada para patrimônios naturais é a conservação, que para Pellegrini (2000):

Dá aos bens naturais e culturais uma função conveniente, com soluções adequadas implicando o uso adequado de atrativos da natureza e da cultura, porém, evitando-se ou minimizando-se o prejuízo a eles ou sua perda (PELEGINI, 2000, p. 19).

Segundo Thomas (1988), no século XVIII, a “civilização humana” era uma expressão sinônima de conquista da natureza. A valorização nessa época era a de um ambiente natural domesticado e dominado pelo homem.

Para Lebreton (1971) e Diegues (2001), na segunda metade do século XIX surge o conceito de proteção da natureza ligado mais a valores estéticos do que valores científicos. Nessa perspectiva insere-se o conceito de Parque Nacional como área natural, selvagem, originárias nos Estados Unidos. O Parque Nacional de Yellowstone, localizado nos estados de Wyoming, Montana e Idaho, é o mais antigo parque nacional do mundo. Foi inaugurado em março de 1872 e possui área de 8980 Km², sendo considerado um marco do início do desenvolvimento de uma política de proteção dos recursos naturais.

Posteriormente, a ideia de criação de parques se estendeu a vários países, entre eles Canadá (1885), Nova Zelândia (1894), Austrália e África do Sul (1898), México (1898), Argentina (1903), Chile (1926), Equador (1934), Venezuela e Brasil (1937).

Sharples (2002) reconhece a geoconservação, no processo de conservação da natureza, o componente abiótico é tão importante quanto o componente biótico e que ambos necessitam igualmente ser protegidos de forma adequada.

Com base e suporte nos aspectos biológicos, culturais e históricos a geoconservação tem também um valor em si mesma, como forma de proteção das fontes de informação sobre a história geológica da Terra. A sua importância é ainda maior se consideramos que as estruturas geológicas são geradas por processos cuja escala temporal é de milhões ou bilhões de anos. As principais finalidades da geoconservação, segundo Sharples (2002) são:

- a) Conservar e assegurar a manutenção da geodiversidade;
- b) Proteger e manter a integridade dos locais com relevância em termos de geoconservação;
- c) Minimizar os impactos adversos dos locais importantes em termos de geoconservação;
- d) Interpretar a geodiversidade para os visitantes de áreas protegidas;
- e) Contribuir para a manutenção dos processos ecológicos dependentes da geodiversidade, pois refere-se à variação litológica das rochas, à disposição destas em afloramentos representando a sucessão de paleoambientes, à diversidade dos solos e a todos os processos geológicos que modelam a crosta terrestre.

As discussões a respeito da preservação da geodiversidade e geoconservação tem ganhado espaço com os anos no Brasil, seguindo uma tendência mundial, que teve seu início na década de 1990.

Países como Portugal e Espanha já completaram seus inventários nacionais de patrimônio geológico, possuem leis de respaldo e proteção a este patrimônio e há anos se dedicam a geoconservação, através da educação e projetos bem consolidados de geoparques (PROCHOROFF, 2014).

Sharples (2002) define a geoconservação como sendo a preservação da diversidade natural ou seja a geodiversidade, de significativos aspectos e processos geológicos, das formas e paisagens, e de solo, mantendo a evolução natural (velocidade e intensidade) desses aspectos e processos.

A geoconservação deve promover a gestão e o uso sustentável da geodiversidade, pois o ser humano não está isolado da geodiversidade e depende dela para seu sustento e a manutenção das suas atividades (BRILHA, 2005).

Um dos pilares da geoconservação é propor a conservação de locais e ocorrências que tenham certo valor geológico ou que afirmem algumas facetas da geodiversidade.

Porém não se costuma preservar o que não se conhece, por tal motivo é de grande importância que se o reconhecimento, estudo e valoração desses locais ocorram de forma sistematizada, utilizando parâmetros que permitam a classificação e comparação não somente absoluta, mas também relativa a outros locais em diferentes ambientes.

A interpretação e compreensão requer a identificação das diferentes estruturas que sustentam a dinâmica natural da paisagem, bem como o entendimento das formas e ações antrópicas presentes, uma vez que as interações entre esses dois conjuntos formam um complexo espacial que constrói, organiza e reorganiza os espaços geográficos.

2.5 Aspectos Geológicos: Alicerce da Geodiversidade

A diversidade geológica é a variedade de elementos e processos geológicos, sob qualquer forma, a qualquer escala e nível de integração, existente no planeta Terra. Vale ressaltar que o conceito de geodiversidade é um integrador fundamental que engloba todos os materiais e fenômenos geológicos que dão o corpo para o planeta e o transformam, em sua estrutura e superfície, e que em conjunção com a biodiversidade, define a essência material da terra e o modo como ela se transforma e evolui.

A geologia é uma ciência que estuda o planeta Terra, os materiais que a formam, a sua estrutura e dinâmica interna, os processos e agentes que são responsáveis pela modelagem da superfície, a história e sua evolução ao longo dos milhões de anos. A fundamentação conceitual da Geologia teria ocorrido por volta de 1780 e 1830 (LAUDAN, 1987), desde esse período ocorreu um desenvolvimento significativo, com grande expressão no século XX, principalmente através da proposição da Teoria da Tectônica de Placas.

De acordo com Bolacha 2008 *apud* Allègre (1999) poucas disciplinas experimentaram durante o mesmo período uma transformação tão radical nos seus modos de pensar, nos seus conceitos e métodos de aproximação às realidades naturais. Com a Teoria da Tectônica de Placas, a Terra aparece como uma entidade viva que se modifica e cujo funcionamento só pode ser estudado numa perspectiva global, sendo considerada como um sistema dinâmico regulado por muitos processos que se relacionam e se inter-regulam.

Essa visão contemporânea traz implicações na lógica geral do planeta Terra, pois continua a fornecer respostas concretas a toda uma série de questões que o homem coloca a si próprio, desde que se observa no planeta (ALLÈGRE, 1999).

Durante o século XX, foram desencadeadas rápidas transformações sociais que demonstravam a instauração de uma crise ambiental mundial. Tais mudanças contribuíram para o avanço do pensamento científico proporcionando o surgimento de novas teorias que auxiliaram a humanidade a refletir sobre suas ações no meio (CARVALHO, 2011).

A proposta de um diagnóstico ambiental inserido no campo do conhecimento geográfico associa o estudo do meio físico natural e as atividades humanas podendo assim localizar e identificar os agentes responsáveis pelas condições ambientais da área. Para pensar o geossistema, como um processo dinâmico que está sempre em transformação, entendendo a geologia como um dos alicerces da geodiversidade, torna esta pesquisa uma análise integrada e complexa, fundamentada em estudos que tiveram a preocupação de entender o todo dinâmico e em constante processo de busca ao equilíbrio.

Para entender a geodiversidade de forma completa, integrada, os estudos pedológicos são de extrema importância, por sua natureza interdisciplinar e as inter-relações entre pedologia e o meio ambiente ocorrem no momento em que o material de origem do solo é afetado pelos agentes atmosféricos, plantas e animais.

2.7 O solo como um corpo natural

Os solos são essenciais para a vida no planeta Terra e são parte fundamental da geodiversidade. Atuam como meio de sustentação das plantas e sua qualidade determina de forma significativa a natureza dos ecossistemas. É um elemento vital para a manutenção da diversidade animal e da vida humana.

A ciência que estuda os solos surgiu em 1870, quando o cientista russo V. V. Dokuchaev concebeu, pela primeira vez, a ideia de que os solos existem como um corpo natural. Este cientista desenvolveu um sistema de classificação desses corpos naturais.

Nos Estados Unidos, no final da década de 20, C. F. Marbut desenvolveu um esquema de classificação de solos com bases no princípio do solo como um corpo da natureza. Segundo definições de Brady & Weil (2013):

O conceito mais específico para solos é o de *um solo*, ou seja um corpo natural caracterizado por uma unidade de amostragem tridimensional (o pedon), que está relacionada a um agrupamento deles (polipedons) que, por sua vez, estão incluídos em um indivíduo solo (BRADY E WEIL, 2013, p.10).

O solo é um corpo natural resultante da ação dos fatores de formação, isto é, da ação de agentes como organismos (O) e clima (Cl), considerados elementos ativos, em um material de origem (MO), condicionados pelo relevo (R), durante um determinado período de tempo (T) conforme a equação proposta por Jenny (1941), onde: $S = f(MO, C, O, R \text{ e } T, \dots)$. Por mais que se estude, separadamente, a função de cada um desses fatores na formação dos solos, na natureza essa separação nem sempre é nítida existindo uma relação estreita entre eles sendo que geralmente um fator acaba condicionando o outro. Por terem um alto grau de interdependência entre si, somos forçados então, a admitir a existência de processos pedogenéticos bastante complexos, os quais englobam ações desenvolvidas no interior ou superfície dos perfis através de adições, transformações, transportes seletivos, remanejamentos mecânicos e perdas, imprimindo aos solos determinadas características químicas, físicas e morfológicas.

Para Christopherson (2012) os solos não se reproduzem e nem podem ser recriados, pois a sociedade:

[...] abusa desse legado em períodos de tempos muito mais rápidos do que ele precisa para se formar [...] Solo é um material dinâmico e natural composto de finas partículas, no qual a vegetação cresce, e que contém fragmentos minerais e material orgânico. O sistema solo inclui interações humanas e sustenta toda a vida humana, animal e vegetal (CHRISTOPHERSON, 2012).

Marcos (1979 e 1982) apresenta 14 definições de solos, como observamos na Tabela 2, com duas concepções básicas perceptíveis, a primeira privilegia os constituintes granulométricos-petrográficos como formadores de solo; o segundo enquadra o solo, como o resultado de alterações sofridas pelas rochas.

Tabela 2. Definições de solos e seus respectivos autores

AUTOR	DEFINIÇÃO
HILGARD (1914)	Solo é o material mais ou menos friável no qual as plantas, por meio de suas raízes, podem encontrar sustentação e nutrientes, assim como outras condições para o crescimento.
RAMANN (1928)	O solo é a camada superior de intemperização da crosta sólida da terra.
GLINKA (1931)	Os solos são produtos do intemperismo que permanecem <i>in situ</i> .
MARBUT (1935)	O solo consiste na camada mais externa da crosta terrestre, geralmente

	não consolidada, variando em espessura desde um metro filme até um máximo um tanto maior que 3 metros, que difere do material subjacente, também geralmente não consolidado, em cor, textura, estrutura, constituição física, composição química, características biológicas e provavelmente em processos químicos, reação e morfologia.
JOFFE (1936)	O solo é um corpo natural, diferenciado em horizontes, de constituintes minerais e orgânicos e que difere do material de origem, subjacente, em morfologia, propriedades físicas e constituição, propriedades químicas, composição e características biológicas.
TERZAGHI (1948)	Solo é um agregado natural de grânulos minerais que podem ser separados por agitação em água.
SOIL SURVEY STAFF (1951)	Solo é a coleção de corpos naturais que ocupam porções da superfície da terra, que sustentam plantas e que tem propriedades derivadas ao efeito integrado do clima e organismos, atuando sobre o material de origem; este efeito é condicionado pelo relevo terrestre durante períodos de tempo.
PLYUSNIN (s/data)	Solo é a espessa camada superficial da litosfera (até diversos metros), o habitat das raízes, possuidor de fertilidade e local onde ocorrem complexos processos biológicos e minerais formadores de solo.
WU (1966)	Solos são agregados de partículas minerais que cobrem extensas porções da superfície terrestre.
CRUICKSHANK (1972)	O solo é simplesmente uma substância na qual as plantas crescerão; é qualquer material em que as plantas podem crescer.
BUNTING (1971)	O solo é o resultado da modificação de uma parcela do manto mineral, por parte dos agentes geográficos, de modo que ocorram diferentes horizontes de materiais.
VIEIRA (1975)	Solo é a superfície inconsolidada que recobre as rochas e mantém a vida animal e vegetal da terra. É constituído de camadas que diferem pela natureza física, química, mineralógica e biológica, que se desenvolvem com o tempo sob influência do clima e da própria atividade biológica.
SOIL SURVEY STAFF (1975)	Solo é a coleção de corpos naturais sobre a superfície da Terra, em alguns lugares modificado e até mesmo feito pelo homem utilizando terra, contendo matéria viva e sustentando ou capaz de sustentar plantas ao ar livre.

TSYTOVICH (1976)	Solos são todos os depósitos soltos da crosta intemperizada da manta rochosa da terra.
-----------------------------	--

FONTE: MARCOS (1979 E 1982)

Nas definições propostas por diversos autores em diferentes épocas, dois elementos formativos aparecem, o solo como produto de vários fenômenos e o solo organizado em horizontes.

O solo de forma proposital, ou não, é o principal recipiente de muitos resíduos, substâncias químicas, e produtos usados pela sociedade moderna, muitos dos quais por conveniência "jogamos fora". A cada ano, milhões de toneladas de resíduos, tanto industriais, agrícolas e domésticos acabam sendo depositados nos solos do mundo inteiro, tais resíduos se tornam parte dos ciclos biológicos que afetam todas as formas de vida (BRADY & WEIL, 2013).

Urge aprofundar nossos conhecimentos sobre o manejo do solo como fornecedor de recursos vitais, se desejarmos sobreviver como espécie, sem comprometer o habitat das gerações presentes e futuras de todos os seres vivos. As diferenças entre os solos devem-se as interações dos fatores ambientais, os quais controlam os processos pedogenéticos (físico, químico e biológico) específicos que atuam na evolução dos solos.

Cada tipo de solo é caracterizado por um conjunto de propriedades e horizontes, expressos no seu perfil. A natureza das camadas de solo está estreitamente relacionada com a natureza das condições ambientais de um determinado local. De acordo com Brady & Weil (2013) os solos realizam seis grandes funções ecológicas:

- a) Agem como o principal meio de crescimento das plantas;
- b) Regulam o abastecimento de água;
- c) Modificam a atmosfera;
- d) Reciclam matérias - primas e produtos residuais;
- e) Fornecem habitat para muitos organismos;
- f) Servem como um meio importante para a engenharia na construção civil.

O solo é um ecossistema importante por si só. Possuindo íntimas ligações com a geografia física, pedologia, geologia dos depósitos minerais, geoquímica e geofísica, a sedimentologia é um instrumento importante na análise dos ambientes, principalmente no que tange a geodiversidade.

2.8 A Sedimentologia para análise da Geodiversidade

De acordo com Suguio (2003) a sedimentologia é o estudo dos depósitos sedimentares e as suas origens.

Ela é aplicável em vários tipos de depósitos: antigos ou modernos, marinhos ou continentais, inclusive os seus conteúdos faunísticos e florísticos, minerais, texturas e estruturas, além da diagênese e evoluções temporal e espacial. Esta ciência, baseada na observação e na descrição de numerosos e intrincadas feições de sedimentos moles e duros em sequências naturais, seguidas de reconstrução dos paleoambientes de sedimentação em termos estratigráficos e tectônicos (SUGUIO, 2003).

As propriedades texturais mais importantes dos sedimentos que definem sua microgeometria são o tamanho, a forma e o arranjo espacial dos componentes mineralógicos. As estruturas sedimentares estão associadas a feições maiores observadas em escala de afloramentos e constituem sua macrogeometria (SUGUIO, 2003). Muitas propriedades dos sedimentos são de extrema importância para diversas áreas do conhecimento, dentre essas propriedades destacam-se o tamanho das partículas, a forma, a composição e sua densidade.

Como princípio básico da sedimentologia estão à desintegração e/ou decomposição intensivas por intemperismo, seguidas por erosão e o substrato rochoso da região tenha sofrido soergimento para se transformar em área fonte de detritos. Para que ocorra a sedimentação é necessário que haja a formação de uma área deprimida, onde os detritos são carreados e depositados, chegando a constituir as bacias sedimentares. Com o passar do tempo, os processos tectônicos de soergimento e subsidência podem atingir uma situação de quase equilíbrio, quando os processos geológicos são praticamente interrompidos.

Entre a área fonte e a área de deposição ocorrem os fenômenos de erosão e transporte do material. No sítio da deposição ocorrem os fenômenos de sedimentação por processos físicos (mecânicos), químicos ou orgânicos. Durante todo esse processo, as mudanças climáticas são importantes. Entretanto fatores químicos e físico-químicos, tais como Ph, composição química da água do mar, não podem ser deixados de lado. As velocidades das correntes, as profundidades e as paleotemperaturas são fatores físicos importantes, que atuam ao lado dos fatores biológicos durante a sedimentação. Para Suguio (2003), a figura 14 explica:

Os principais objetivos da sedimentologia consistem no estabelecimento das relações fundamentais entre o tectonismo, ambientes de sedimentação e os tipos de sedimentos depositados, de modo a tentar compreender a sua origem (SUGUIO, 2003).

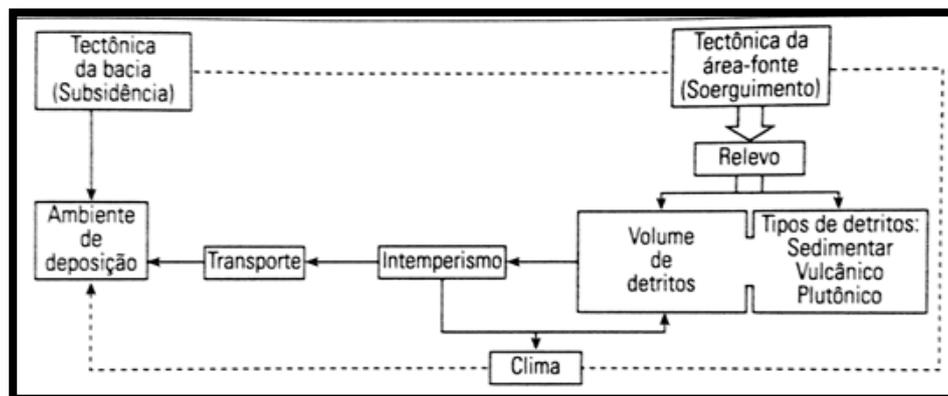


Figura 14. Caracterização dos processos e dos produtos envolvidos na sedimentação

Fonte: SUGUIO (2003).

A sedimentologia possui íntima relação com a geografia física. Os fenômenos de intemperismo, desintegração, erosão e transporte de materiais são muito importantes para o entendimento da modelagem geomorfológica. Assim como para os estudos do Quaternário, com a constatação da realidade das mudanças climáticas e dos níveis dos mares durante o período, novos campos de pesquisa foram rapidamente incorporados nessas pesquisas.

2.9 Ecodinâmica e o estudo da Geodiversidade

O planeta Terra remonta uma história geológica, cuja matéria mineral, mínero-orgânica, primordialmente não viva, evoluiu para um sistema orgânico, comumente chamado de vida orgânica. Trata-se de uma película que envolve um esqueleto essencialmente abiótico – a hipótese de Gaia, a Terra viva.

A biodiversidade é o expoente maior das inter-relações das dinâmicas biológicas e geográficas. James Lovelock, em 1979, constatou a importância dessas inter-relações e elaborou a Hipótese de Gaia, que explica que "os organismos, principalmente os microrganismos, evoluíram junto com o ambiente físico, formando um sistema complexo de controle, o qual mantém favoráveis à vida as condições da Terra" (GUERRA E CUNHA, 2010 *apud* ODUM, 1985).

A biodiversidade é o resultado de processos evolutivos que vem ocorrendo, em parte, em respostas às inúmeras alterações sofridas pelos diferentes ambientes.

A presença ou ausência de entidades biológicas, são consequências da atuação pretérita de fatores do meio físico, associadas às respostas dadas as mudanças ecológicas por aquelas entidades. Com o aparecimento do homem, este passou a desempenhar um importante papel, principalmente na atualidade, na distribuição da flora e fauna na biosfera (GUERRA E CUNHA, 2010).

Em 1977, TRICART publica a obra *Ecodinâmica* onde demonstra um novo modo de ver a natureza e a sociedade em uma abordagem integrada, sobretudo para as questões da natureza sob os efeitos da sociedade e define:

Geralmente a morfodinâmica é o elemento determinante [...] a morfodinâmica depende do clima, da topografia (formas de vertente), do material rochoso. Ela permite a integração desses vários parâmetros. O conceito de Unidades Ecodinâmicas é integrado ao conceito de ecossistemas. Baseia-se no instrumento lógico de sistema, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia e matéria no meio ambiente (TRICART, 1977)

As diversas variáveis selecionadas durante este trabalho permitiram o entendimento sobre aspectos de extrema importância para a preservação de ambientes tão dinâmicos e sensíveis à ação humana. Permitindo estabelecer parâmetros para realizar a quantificação – fins de geoconservação – trazendo à tona um tema por vezes esquecido pela sociedade e de tanto valor para a manutenção da vida.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada para realizar uma das etapas deste trabalho é considerada como modalidade de pesquisa de campo, pois é a observação dos fatos, tal como ocorrem, não permite isolar e controlar as variáveis, mas perceber e estudar as relações estabelecidas (MANFROI, 2006). A metodologia está expressa no fluxograma (Figura 15) a seguir:

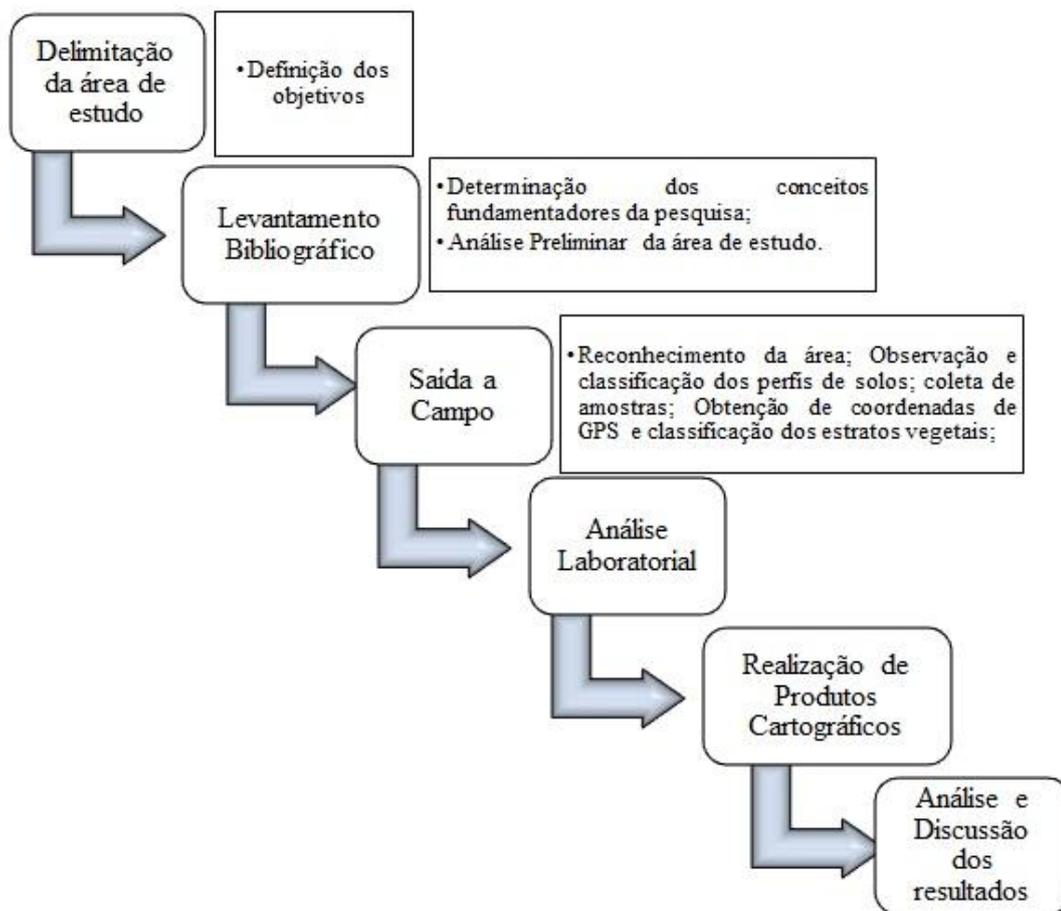


Figura 15. Fluxograma da metodologia

Fonte: RAMOS, 2014

3.1 Levantamento Bibliográfico

O levantamento bibliográfico teve início no projeto de pesquisa e foram definidos os principais marcos referenciais para o desenvolvimento do trabalho. Gray (2004), que em seu primeiro livro, *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, define a geodiversidade como uma variação natural da geologia, geomorfologia

e as características do solo, inclui suas relações, propriedades, interpretações e sistemas. E Brilha (2005), que contribuiu com as diretrizes para quantificação do valor intrínseco, uso potencial e a necessidade para geoconservação.

3.2 Saída a Campo

O planejamento das atividades desenvolvidas em campo foi de fundamental importância para o sucesso do trabalho e envolveu três passos essenciais:

1º passo: Seleção dos itinerários, analisando os acessos e meios de transporte.

2º passo: Observação e classificação dos perfis de solos, coleta dos pontos de GPS em cada ponto de observação, coleta de amostras para determinações físico-químicas e mineralógicas e registro fotográfico.

3º passo: Classificação dos estratos vegetais, segundo Furlan (2005).

3.2.1 Seleção dos itinerários, analisando os acessos e meios de transporte.

A data do campo foi definida para o dia 24 de Outubro de 2014, com saída da praia da Pedreira, no Parque Estadual de Itapuã (PEI) rumo à ilha da Ponta Escura e desta rumo à ilha das Pombas. O Parque disponibilizou uma lancha para a realização do roteiro, assim como um barqueiro e um guarda parque.

Na ilha da Ponta Escura foram definidos 5 pontos de coleta de amostras a profundidades de 0 a 75 cm, distribuídos para abranger a maior gama de geoambientes (Figura 16).

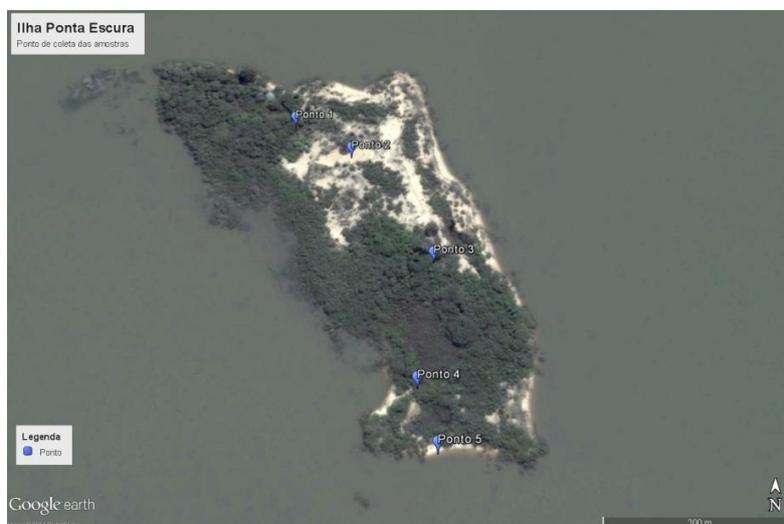


Figura 16. Imagem da ilha da Ponta Escura com a distribuição dos pontos de coleta. Fonte: GOOGLE EARTH, 2013.

A obtenção das coordenadas dos pontos amostrais foi realizada através da utilização de receptor GPS *Garmin* modelo *GPSmap 76CSx*, configurado para obter as coordenadas no datum WGS84 e na projeção UTM.

Após contornar-se a ilha das Pombas próximo de sua costa, definiu-se dois pontos de coleta representativos de seus geoambientes principais distribuídos em seus setores norte e sudeste (Figura 17). Salienta-se que a dificuldade de acesso ao interior desta ilha, foi um impeditivo para que um ponto de coleta previsto para sua área central não fosse realizado. A intensa ocorrência de maricás (*Mimosa bimucronata*) e cactáceas no sub-bosque e bordas da mata nos pontos acessados exigiria a supressão de partes das plantas, o que não foi previsto na licença para pesquisa emitida pelo PEI.

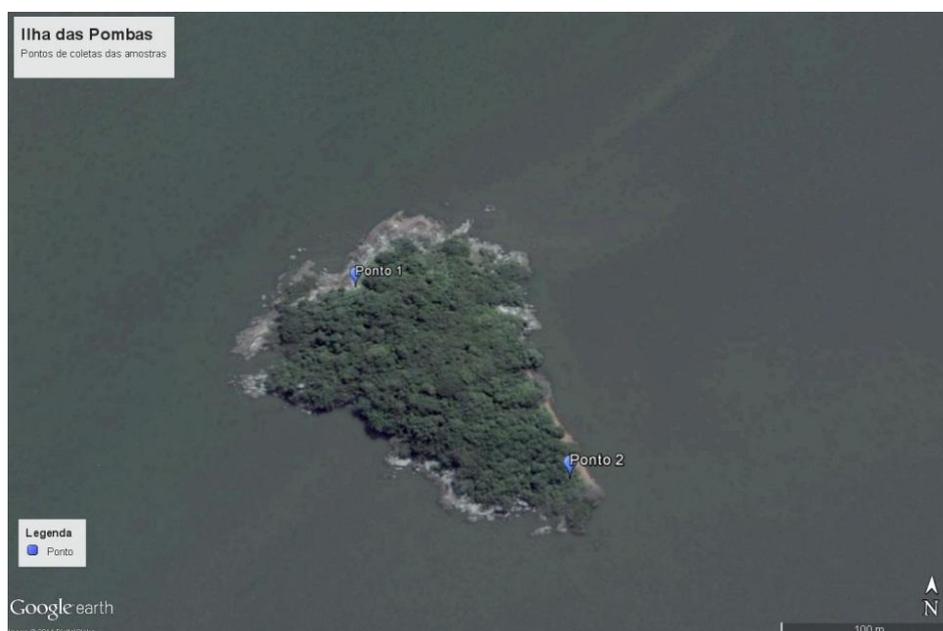


Figura 17. Imagem da ilha das Pombas com a distribuição dos pontos de coleta. Fonte: GOOGLE EARTH, 2013.

3.2.2 Escolha dos Pontos para Observação e coleta das amostras

A escolha do ponto de observação está intimamente relacionada com os objetivos da pesquisa e a escala de trabalho. Todo o trabalho se desenvolveu através de ações conjuntas de gabinete (análise de imagens de satélite, interpretação de cartas geológicas, geomorfológicas, pedológicas) e, posteriormente, de campo (observação das características superficiais, textura, rugosidade, padrão de distribuição da vegetação, estado da superfície).

As amostras foram coletadas com um trado do tipo caneco. Este instrumento promove a retirada de porções uniformes do solo no intervalo de diferentes profundidades. Dos sete pontos de coletas, foram obtidas quatorze amostras na ilha da Ponta Escura e quatro amostras na ilha das Pombas.

Das quatorze amostras da primeira ilha, quatro delas foram retiradas nos primeiros dez centímetros, no intervalo de dez a vinte e cinco centímetros (10 – 25 cm) foram coletadas quatro amostras, do intervalo de vinte e cinco a cinquenta centímetros (25 – 50 cm) foram três amostras e de cinquenta a setenta e cinco centímetros (50 – 75 cm) foram obtidas as últimas três amostras. Das quatro amostras da segunda ilha, duas foram retiradas nos primeiros cinco centímetros, no intervalo de cinco a vinte e cinco (5 – 25 cm) foi obtida uma amostra e de vinte e cinco a setenta centímetros (25-70 cm) foi retirada a última.

As coletas de amostras foram realizadas em cinco pontos distribuídos em diferentes partes da ilha, procurando abranger uma gama maior de ambientes, pois, apesar de ter dimensões pequenas, apresenta uma diversidade de ecossistemas, com banhados, áreas de dunas e costas arenosas.

A ilha da Ponta Escura é uma ilha sedimentar, com características distintas das outras ilhas do parque. As primeiras observações demonstraram um ambiente antropizado, com ruínas de antigas casas de moradores, (Figura 18) vegetação exótica (Figura 19) e a presença de grande quantidade de lixo, não apenas nas bordas da ilha, mas também em seu interior (Figura 20).



Figura 18. Ruínas de antigas casas

Fonte: Foto do autor



Figura 19. Vegetação Exótica

Fonte: Foto do autor



Figura 20. Presença de lixo no interior da ilha

Fonte: Foto do autor.

PONTO 1 – COLETA DE AMOSTRA PRÓXIMO AO BANHADO
COORDENADAS UTM – 0490538 E – 6639390 N, fuso 22

Na primeira coleta (Figura 21) observa-se uma camada de serrapilheira de aproximadamente 5 cm, composta por restos de vegetais, folhas, caules. A dinâmica da serrapilheira se refere aos processos de formação, acúmulo e decomposição. Mesmo dentro de um mesmo ecossistema a dinâmica da serrapilheira pode não ser a mesma ao longo de ano, pois pode variar de acordo com a sazonalidade da região e a possíveis distúrbios naturais ou antrópicos.

Segundo a classificação de vegetação do projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986) o banhado é considerado uma *Área Pioneira de Influência Fluvial*. São brejos e

várzeas, com plantas herbáceas e comunidades inundáveis que se desenvolvem em solos instáveis com inundações periódicas por ação de rios e formadas, em geral, por uma espécie dominante. À medida que evoluem, há um aumento de biodiversidade e de complexidade estrutural, com diversificação da estrutura das comunidades e de formas de vida.

Tabela 3. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 01 a P.E 04

PONTO	PROFUNDIDADE	OBSERVAÇÃO
-	0 a 5 cm	Camada de serapilheira
P.E 01	5 a 10 cm	Material Tecnogênico na amostra (plástico)
P.E 02	10 a 25 cm	Lençol Freático a 15 cm
P.E 03	25 a 50 cm	-
P.E 04	50 a 75 cm	



Figura 21. Primeiro ponto de coleta

Fonte: Foto do autor

Os banhados segundo Holland *et al.*, 1991, são componentes dinâmicos dos ecossistemas, suportando altos níveis de diversidade biológica e de produtividade primária e secundária, eles modulam o escoamento das águas, dos nutrientes e outros materiais através da paisagem, e provêm importantes componentes de habitat de vida selvagem.

Na região de Itapuã, a cobertura vegetal se apresenta de forma diversificada, principalmente devido as variações ambientais determinadas pela proximidade dos morros graníticos com a planície sedimentar.

Em poucos metros de percurso na Ilha da Ponta Escura se observa dois ambientes distintos: de banhado para duna.

PONTO 2 - DUNA

COORDENADAS UTM – 0490608 E - 6639349 N, fuso 22

Tabela 4. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 05

PONTO	PROFUNDIDADE	OBSERVAÇÃO
P.E 05	25 a 70 cm	Areia uniforme

Segundo o Plano de Manejo do Parque Itapuã, nas zonas em que as dunas já se encontram fixadas, formam-se campos secos ou úmidos podendo apresentar árvores isoladas ou capões.

Nos campos secos como se observa na figura 23, entre manchas de areia predominam as gramíneas, estrato herbáceo (nível próximo ao chão), também observamos estrato arbustivo que situa-se a cerca de 1 a 2 metros de altura, onde encontra-se os arbustos e indivíduos um pouco mais crescidos de árvores de pequeno porte.



Figura 22. Ponto 2 – coleta na duna

Fonte: Foto do autor

PONTO 3 – LADO OPOSTO A DUNA

COORDENADAS UTM – 0490707 E – 6639215 N, fuso 22

Tabela 5. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 06 a P.E 08

PONTO	PROFUNDIDADE	OBSERVAÇÕES
P.E 06	0 a 5 cm	Presença de lixo químico (pilhas)
P.E 07	5 a 25 cm	-
P.E 08	25 a 50 cm	-

No ponto três encontrou-se resíduos sólidos antropogênicos em abundância, inclusive lixo químico, como mostra a figura 23 (destaque no círculo em vermelho). Nesse local, a coleta foi realizada a poucos metros de uma antiga residência (hoje abandonada e parcialmente demolida).

Uma pilha na natureza pode levar séculos para se decompor, assim como os metais pesados que demoram ainda mais para perder suas propriedades tóxicas. Em contato com a água, calor ou outras substâncias químicas, os componentes tóxicos vazam e contaminam tudo por onde passam, podendo provocar impactos irreparáveis ao solo, água, plantas e animais.



Figura 23. Ponto 3 – Lixo químico (pilhas) em destaque na figura

FONTE: Foto do autor

PONTO 4 - LADO OPOSTO DA ILHA (VOLTADO A LAGUNA DOS PATOS)
PRÓXIMO AO BANHADO

COORDENADAS UTM – 0490688 E – 6639070 N, fuso 22

Tabela 6. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 09 a P.E 12

PONTO	PROFUNDIDADE	OBSERVAÇÕES
P. E 09	0 a 10 cm	-
P. E 10	10 a 25 cm	-
P.E 11	25 a 50 cm	-
P.E 12	50 a 75 cm	-



Figura 24. Ponto 4

FONTE: Foto do autor

PONTO 5 – PRAIA VOLTADA A LAGUNA DOS PATOS

COORDENADA UTM – 0490710 E – 6639001 N, fuso 22

Tabela 7. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.E 13 e P.E 14

PONTO	PROFUNDIDADE	OBSERVAÇÃO
P.E 13	0 a 10 cm	Areia com mineral escuro
P.E 14	10 a 25 cm	

O ponto de amostragem se destacou pela grande presença desse mineral escuro como mostra a figura 25, esse ponto se localiza em uma praia voltada para a laguna dos Patos.



Figura 25. Ponto de amostragem – presença de mineral escuro

FONTE: Foto do autor

Com a profundidade de 5 a 10 cm (Figura 26) observa-se outra camada do mineral em cor escura (após levado a laboratório para Mineralogia será detectado qual mineral se trata).



Figura 26. Camada com profundidade de 5 -10 cm

FONTE: Foto do autor

3.2.3 ILHA DAS POMBAS

A ilha das Pombas, distante 900 metros da praia das Pombas (Viamão, RS), apresenta características rochosas, diferentes da ilha da Ponta Escura. Suas dimensões são pequenas, segundo medição realizada através de um polígono no GOOGLE EARTH, apresenta uma área de 34.086 m² (Figura 27).



Figura 27. Ilha das Pombas

FONTE: Foto do autor

Uma característica que se repete em ambas as ilhas é a grande presença de lixo (Figura 28), trazida pelas águas do lago Guaíba, que os recebe em profusão de seus afluentes principais, mas também de cursos de água urbanos como os arroios Dilúvio, Cavahada e Salso, que cortam a capital estadual.



Figura 28. Grande quantidade de lixo na ilha.

FONTE: Foto do autor

PONTO 1

COORDENADAS UTM – 0496185 E – 6645312 N, fuso 22

Tabela 8. Pontos de coleta e profundidade das amostras – P.P 01

PONTO	PROFUNDIDADE	OBSERVAÇÃO
P.P 01	0 a 5 cm	Cobertura vegetal - Brachiária

O primeiro ponto de amostragem na ilha das Pombas, (Figura 29) se observou uma grande quantidade de Brachiária, uma espécie invasora, que ao contrário de muitos problemas ambientais que geralmente tendem a se amenizar com o decorrer do tempo, a contaminação biológica se multiplica ou se expande, causando impactos de longo prazo, não permitindo que os ecossistemas afetados se recuperem naturalmente.

A ocupação dessa espécie é caracterizada quando um organismo ocupa desordenadamente um espaço fora de sua área de dispersão geográfica, é relacionado a influência do ser humano, de forma intencional ou não, como também a processos naturais. A espécie expande-se ao habitat circunvizinhos podendo ocasionar grandes perdas tanto econômicas quanto biológicas, pela extinção ou perturbação da biota nativa.

A espécie brachiária [*Brachiaria sp (Trin.) Griseb*] é nativa da África e foi introduzida no Brasil como forrageira e logo tornou-se uma espécie invasora, impedindo o desenvolvimento de gramíneas nativas.



Figura 29. Presença de brachiária no Ponto 1

FONTE: Foto do autor

PONTO 2

COORDENADAS UTM – 0496334 E – 6645174 N, fuso 22

Tabela 9. Pontos de coleta e profundidade das amostras P.P 02 a P.P 04

PONTO	PROFUNDIDADE	OBSERVAÇÃO
P.P 02	0 a 5 cm	-
P.P 03	5 a 25 cm	-
P.P 04	25 a 70 cm	-

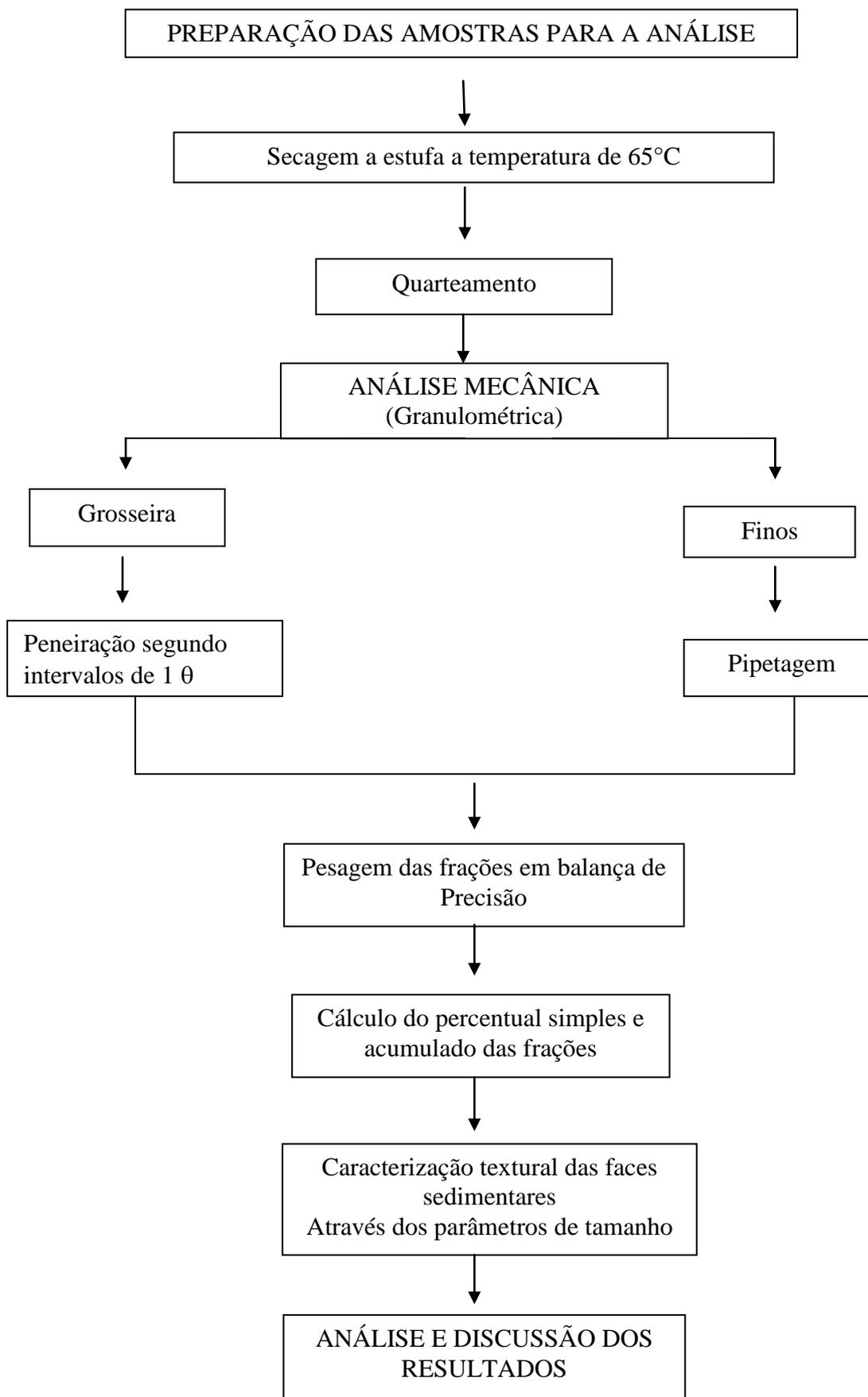
O último ponto de coleta foi realizado próximo a uma um a pequena praia, onde foram feitas três coletas de entre 5 a 70 cm de profundidade.



Figura 30. Segundo ponto de coleta

FONTE: Foto do autor

3.3 Procedimentos Metodológicos para Análise de Sedimentos



3.3.1 Textura

A textura do solo expressa a composição granulométrica dos seus constituintes minerais individualizados. A Granulometria constitui uma propriedade textural fundamental, se refere ao tamanho do grão, através de sua dimensão linear ou do seu volume.

Todos os solos, em fase sólida, contêm partículas de variados tamanhos. A determinação do tamanho das partículas e suas respectivas porcentagens de ocorrência permitem obter a função da distribuição de partículas do solo e é denominada distribuição granulométrica.

A distribuição granulométrica dos materiais como areia e pedregulhos são obtidos através do processo de peneiramento de uma amostra seca a estufa, enquanto que para siltes e argilas se utiliza outro processo, à sedimentação dos sólidos em meio líquido. Para solos, que tem tanto partículas de fração grossa, quanto fina, se torna necessária a análise granulométrica conjunta. Segundo Suguio (2003) há quatro razões para realizar análises granulométricas:

- a) Fornecem bases para uma descrição mais precisa dos sedimentos;
- b) Fornecem informações sobre os processos físicos, atuantes durante a deposição;
- c) A sua distribuição pode ser característica de sedimentos de alguns ambientes deposicionais e
- d) Está relacionada à porosidade e permeabilidade, cujas modificações podem ser estimadas com base nessa distribuição.

Os solos recebem designações segundo as dimensões das partículas compreendidas entre determinados limites convencionais. De acordo com Klein, 2008 os solos com textura arenosa – apresentam teores de areia maiores que 70% e argila menor que 15%. São solos permeáveis, com baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica.

Os solos com textura média apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila, normalmente apresentam boa drenagem, assim como a retenção de água e índice médio de erodibilidade.

Os solos com textura argilosa possuem teores de argila maiores que 35%, baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Tais solos tem maior força de coesão entre as partículas. Existem várias escalas granulométricas, a utilizada neste trabalho foi a Escala de Wentworth, conforma a Tabela 10.

Tabela 10. Escala de Wentworth (1922)

Intervalo granulométrico (mm)	Nome
>256	Matacão
256 a 64	Bloco ou Calhau
64 a 4,0	Seixo
4,0 a 2,0	Grânulo
2,0 a 1,0	Areia muito grossa
1,0 a 0,50	Areia grossa
0,50 a 0,250	Areia média
0,250 a 0,125	Areia fina
0,125 a 0,062	Areia muito fina
0,062 a 0,031	Silte grosso
0,031 a 0,016	Silte médio
0,016 a 0,008	Silte fino
0,008 a 0,004	Silte muito fino
<0,004	Argila

Fonte: Dicionário de Granulometria, atualizado em 2013.

O histograma é uma das formas mais simples e fáceis de representar as distribuições granulométricas, pois através dele podemos determinar as principais características dos sedimentos, tais como: a classe granulométrica abundante e se existem assimetrias entre as quantidades de partículas grosseiras e finas.

3.3.2 Morfoscopia

A morfoscopia compreende a medida da forma (esfericidade) e arredondamento das partículas sedimentares, que são importantes fontes de informação sobre os agentes ou ambientes deposicionais.

Os parâmetros morfométricos dependem muito do meio, do agente de transporte e do modo com que foi transportado. Importantes fatores de controle são, também, a composição química, mineralógica, estrutura interna e forma original do fragmento (SUGUIO, 2003).

A esfericidade corresponde a uma medida comparativa entre uma partícula sedimentar e uma esfera. A técnica utilizada para definir a esfericidade de uma partícula é feita através da comparação entre as amostras e a Tabela 11, desenvolvida por Rittenhouse:

Tabela 11. Graus de esfericidade (RITTENHOUSE, 1943).

Tamanhos	Graus de esfericidade
0,0 a 0,1	esfericidade muito pobre
0,1 a 0,3	esfericidade pobre
0,3 a 0,5	esfericidade média
0,5 a 0,7	esfericidade boa
0,7 a 0,9	esfericidade muito boa

FONTE: TOLDO (2007)

O arredondamento de uma partícula é realizado através da observação da presença ou não de angularidades, na superfície externa do grão. A Tabela 12, desenvolvida por Krumbein, define a nomenclatura do arredondamento das partículas:

Tabela 12. Graus de arredondamento (KRUMBEIN, 1936)

Tamanhos	Graus de arredondamento
0,0 a 0,1	angular
0,1 a 0,3	sub angular
0,3 a 0,5	sub arredondado
0,5 a 0,7	arredondado
0,7 a 0,9	bem arredondado

FONTE: TOLDO (2007)

Os grãos também são classificados pela sua presença ou ausência de brilho. A ordenação da superfície dos grãos pode ser analisada por três tipos principais definidos por Bigarella *apud* Toldo (2007): grãos sacaroides, grãos mamelonados e grãos lisos. Onde os grãos sacaroides apresentam superfícies irregulares e arestas agudas, grãos mamelonados apresentam arestas com formas mais arredondadas e os grãos lisos apresentam superfícies curvas.

A maturidade textural do grão é relativa às impressões ou contribuições da energia mecânica, abrasão ou grau de seleção sobre os sedimentos. Pode-se classificar um depósito sedimentar em quatro estágios: *Imaturo*, o depósito contém lama; *sub imaturo*, sedimentos pobremente selecionados com matriz lamosa; *maturo* sedimentos

bem selecionados, sem matriz lamosa e *supermaturo*, sedimentos bem selecionados, bem arredondados sem matriz lamosa (TOLDO, 2007).

3.3.3 Mineralogia

A definição mais usual para a palavra mineral é descrita por Klein & Dutrow:

Um mineral é um sólido de ocorrência natural com um arranjo atômico altamente ordenado e uma composição química homogênea e definida (mas não necessariamente fixa). Minerais são frequentemente formados por processos inorgânicos (KLEIN & DUTROW, 2012, p. 28).

A mineralogia é o estudo desses materiais, através de sua propriedade, constituição, estrutura, gênese e modos de ocorrência.

Um mineral é formado, geralmente, por processos inorgânicos, ou seja, com origem a partir de processos geológicos. Uma espécie mineralógica é definida, principalmente, na base de sua composição química e propriedades cristalográficas estabelecidas.

3.3.4 Minerai Pesados

De acordo com Suguio (2003) os minerai pesados são os que têm peso específico superior ao dos minerai mais comuns em rochas sedimentares, tais como o feldspato e o quartzo com valores em torno de 2,60.

Embora mais de cem diferentes variedades de minerai pesados tenham sido encontrados nas rochas sedimentares, os mais comuns diagnosticados são em torno de vinte e não excedem 0,1 a 0,5% das frações terrígenas dessas rochas.

Os minerai pesados são de grande importância nos estudos relacionados à proveniência dos sedimentos, histórias do intemperismo, transporte e a correlação paleogeográfica. Os minerai pesados comuns variam de pesos específicos entre 3 e 5. Em virtude dos seus pesos específicos altos, os grãos de quartzo associados, durante o transporte subaquoso, possuem diâmetros 0,5 a 1,0 Ø (escala granulométrica de Krumbein, 1936) maiores que os dos minerai pesados. Esta relação de associação de fragmentos de diferentes diâmetros em decorrência de seus pesos específicos é

conhecida como razão hidráulica (Rittenhouse, 1943) e varia de acordo com as espécies mineralógicas envolvidas.

As areias de granulação variadas, embora pertencentes à mesma camada sedimentar, podem apresentar diferenças muito grandes na composição dos minerais pesados.

A interpretação dos resultados provenientes da identificação dos minerais pesados tem que ter em consideração vários fatores, sendo um dos mais importantes a estabilidade mineralógica de cada espécie, de acordo com a figura 31.

Estabilidade	Minerais
Muito instáveis	Olivina
Instáveis	Hornblenda
	Actinolite
	Augite
	Diópsido
	Hiperstena
	Andalusite
Moderadamente estáveis	Epidoto
	Cianite
	Granada (rica em ferro)
	Silimanite
	Esfena
	Zoisite
Estáveis	Apatite
	Granada (pobre em ferro)
	Estaurolite
	Monazite
Ultra-estáveis	Rútilo
	Zircão
	Turmalina
	Anátase

Figura 31. Ordem de estabilidade dos minerais pesados, segundo PETTIJOHN *et.al* (1973)

3.3.5 Procedimentos para análise mineralógica

Para a pesquisa foi determinado à realização de mineralogia em três amostras, duas na ilha da Ponta Escura e uma amostra na ilha das Pombas. Estes minerais ocorrem nos sedimentos, geralmente em porcentagens bastante pequenas. Para concentrá-los, com vista ao estudo da sua abundância relativa, as técnicas laboratoriais recorrem

normalmente a utilização de “líquidos densos”, sendo o mais utilizado é o Bromofórmio - CHBr_3 , densidade (g/ml a 20°C) 1,59(5).

A Figura 32 apresenta a estrutura para separação de minerais pesados por sedimentação gravítica. Sendo que (a) é a estrutura de apoio, (b) é o vidro de relógio; (c) o funil de separação; (d) são os minerais leves; (e) o líquido de separação; (f) o suporte do funil; (g) o tubo de borracha; (h) são os minerais pesados; (i) a pinça que não deixa (ou deixa) passar o líquido e a fração pesada; (j) o suporte do funil de filtração; (k) o funil de filtração e (l) é o frasco de recepção.

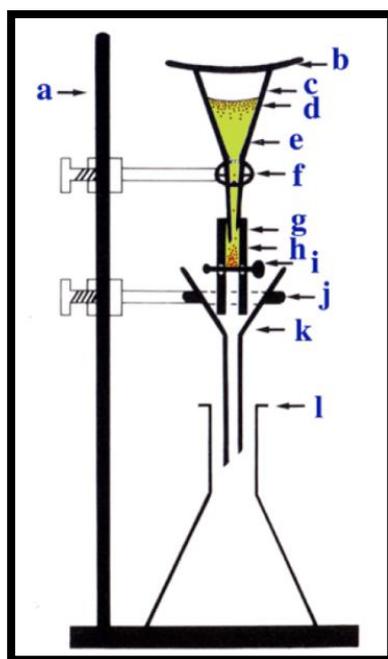


Figura 32. Estrutura para separação de minerais pesados por sedimentação gravítica. Fonte: Adaptado de MANGE e MAURER (1992).

As frações utilizadas para a análise mineralógica foram de areia fina (0,125 mm) e areia muito fina (0,062 mm). A identificação dos minerais é baseada nas propriedades que o definem como mineral, ou seja, composição química e estrutura e as propriedades físicas decorrentes.

Para a caracterização, normalmente se trabalha em escala microscópica. Os métodos empregados para identificação dos minerais nesta escala são a microscopia óptica (lupa, microscópio estereoscópico, microscópio petrográfico de luz transmitida e de luz refletida), microscopia eletrônica e a difração de raios X. Optou-se pela utilização da lupa ou microscópio estereoscópico. Por ser padrão numa análise preliminar de uma amostra, para identificação de minerais mais comuns, avaliação do tamanho dos cristais e estimativa visual de tamanho de liberação.

A caracterização de alguns minerais, como por exemplo, de minerais pesados de areias de praia ou fluviais, pode ser feita exclusivamente por microscópio estereoscópico, uma vez que os cristais são grandes, limpos e bem liberados e a identificação é segura.

3.4 Trabalhos de Campo em Biogeografia

O estudo em campo para análises biogeográficas é fundamental para observação e coleta de dados, cada local possui características específicas que devem ser observadas e conhecidas para oportunizar um estudo mais detalhado. O trabalho de campo mostrou como as unidades de paisagens distribuem-se de forma distinta no espaço.

3.4.1 Descrição e Observação em Campo

De acordo com Furlan, 2005, a importância da observação não consiste apenas em aproveitar informações visuais, que podem levar à inferência de propriedades menos aparentes no meio. A observação não deve ser feita analisando o ambiente de forma fragmentada, mas sim como um todo.

Em cada uma das ilhas foram observados os seguintes aspectos:

- a) Porte da vegetação;
- b) A organização das copas das árvores;
- c) Estratificação interna (são encontrados cipós, trepadeiras...) e
- d) Grau de agregação da formação estudada (crescimento isolado, em tufos, agregados pequenos, agregados extensos).

3.4.2 Classificação dos Estratos Vegetais

Este trabalho tem como objetivo o estudo da divisão estrutural das formações vegetais, com especial atenção para as fisionomias. Numa fisionomia florestal, as espécies se organizam em andares chamados estratos. Tal organização estrutural é de extrema importância na classificação fisionômica das coberturas e apresenta-se segundo Furlan, 2005, basicamente em:

- a) Estrato herbáceo: nível próximo ao chão é o domínio das plântulas (indivíduos jovens das espécies vegetais) no reino tropical e onde ocorrem as gramíneas e outras plantas não lenhosas. Em campo, situa-se na altura da canela do observador.
- b) Estrato arbustivo: situa a cerca de 1 a 2 metros de altura, encontram-se os arbustos e indivíduos um pouco mais crescidos de árvores de pequeno porte.
- c) Estrato arbóreo: nível com diferenciações variadas referentes aos diversos tipos de espécies arbóreas que alcançam alturas bastante distintas, ocorrem muitas árvores jovens que formarão o dossel.
- d) Dossel: é o telhado da floresta, formado pelas copas das árvores e atingem maiores alturas, apresentam diversos níveis de entrelaçamento e espaçamento, possibilitando a entrada da luz em diferentes quantidades.
- e) Emergentes: apresentam árvores que se desenvolvem suas copas acima do dossel.

3.5 Imagens Orbitais

Para o processamento dos dados digitais algumas características devem ser levadas em consideração, de acordo com os objetivos do trabalho:

- Resolução Espectral, ou seja, o número de bandas e as regiões espectrais a que se referem;
- Resolução Espacial dos dados, o tamanho do pixel no terreno em metros;
- Resolução Radiométrica, refere-se à capacidade do sistema sensor em detectar as variações da radiância espectral recebida;

Para sua realização foi definida a utilização de imagens de dois sensores: o LANDSAT 5 TM e o QUICKBIRD.

A órbita do satélite LANDSAT 5 TM, é héliosíncrona ,quase polar, e está em uma altura de 705 km em relação à superfície terrestre no Equador (NOVO, 2008). Possui 7 bandas com uma resolução espacial de 30m, exceto na banda 6 (termal) onde a resolução é de 120m e seu tempo de revisita é de 16 dias. Uma imagem inteira do satélite representa no solo uma área de abrangência de 185 km X 185 km.

O QUICKBIRD foi o primeiro satélite desenvolvido pelo DigitalGlobe, possui alta resolução espacial, com sensores multiespectrais e pancromáticos capazes de

adquirir imagens com acurácia espacial de 23m horizontal e 60 cm de resolução espacial em cores naturais e falsas cores. Esse satélite foi escolhido para realizar o mapeamento mais detalhado da área que tem um tamanho muito reduzido, não sendo possível a utilização do LANDSAT para tal fim, devido à resolução espacial. Sua órbita é circular, heliosíncrona, descendente, 97,2° de inclinação e altitude de 450 Km, o horário de imageamento é as 10h00 AM. A cena básica é de 16,8 km x 16,8 km.

3.5.1 Aquisição das imagens

As imagens LANDSAT 5 TM do dia 21 de abril de 2013, foram adquiridas no USGS (United States Geological Survey) em português "Pesquisa Geológica dos Estados Unidos". Trata-se de uma instituição multidisciplinar e imparcial que se dedica ao estudo da topografia, recursos naturais e dos desastres naturais, concentrando-se nas áreas da biologia, geografia, geologia.

A imagem QUICKBIRD foi baixada através do SasPlanet, um software livre para a visualização e download de imagens de satélite de alta resolução e mapas convencionais apresentados por tais serviços como Google Earth, Google Maps, Bing Maps, DigitalGlobe, entre outros.

Apesar de possuírem georreferenciamento, todas as imagens sofreram uma nova georreferenciação para corrigir pequenas distorções presentes. O software utilizado para a produção dos mapas e análise das imagens satelitais foi o ArcGis 10.2.2.

Para a realização dos mapa de solos, foi utilizado os Shapefile concedidos pela CPRM.

3.6 Métodos utilizados para quantificação da geoconservação

O estudo da geodiversidade aqui aplicado fundamenta-se na análise da diversidade, frequência e distribuição de um conjunto de elementos do meio abiótico (CARCAVILLA *et al*, 2007). O valor instrínseco da geodiversidade não é fácil de ser mensurado, pois não está relacionado a qualquer potencialidade de usos práticos. Por isso é necessário, segundo PEREIRA (2010), que a valoração da geodiversidade siga parâmetros que determinem o grau de representatividade e importância de um local sem que o seu valor instrínseco seja relegado.

Para reduzir os aspectos subjetivos e determinar parâmetros que representem os elementos da geodiversidade, aos quais possa associar valor qualitativo e quantitativo, muitos autores desenvolveram propostas de métodos de quantificação. Ainda sim, quantificar exige emitir um juízo de valor, estimar ou valorar.

Um dos primeiros autores a realizar uma quantificação da geodiversidade foi Kozlowki (2004), que projetou uma matriz simples incluindo elementos como rochas, solos, relevo e estrutura da paisagem. Tal forma de análise é bastante recente e está repleta de lacunas. Uma das alternativas é verificar os métodos de quantificação da biodiversidade que estão sendo desenvolvidos, uma vez que as ciências biológicas trabalham nesse sentido a mais tempo.

Xavier (2004) tem aplicado alguns métodos para obtenção de índices de geodiversidade como um indicador da biodiversidade, pois ocorre forte relação entre estes. Entretanto parte do conceito de geodiversidade, mais abrangente, que procura quantificar algumas propriedades específicas dos elementos abióticos, inclui algumas variáveis dos tipos de usos antrópicos.

Serrano e Ruiz Flaño (2007), propõem uma metodologia onde são identificados e avaliados os elementos que compõem a geodiversidade associados à topografia, geologia, geomorfologia, hidrologia e solos. Podendo ainda se enquadrar nas diferentes escalas, como geodiversidade de partículas, de elementos, de lugares e de paisagens.

Durante toda a pesquisa observou-se que a geodiversidade enfrenta diversas ameaças e que, por conseguinte, é necessária a rápida implementação de estratégias de geoconservação. Optou-se por utilizar os métodos de Uceda (2000) modificada por Brilha (2005), este modelo baseia-se no estabelecimento de um conjunto de 22 critérios com o objetivo de definir o valor intrínseco do geossítio, o seu uso potencial e a necessidade de proteção.

Cada parâmetro apresenta de 3 a 5 alternativas, que representam cenários possíveis para aquele parâmetro e com valores conjugados. O avaliador seleciona em cada parâmetro, qual a alternativa é mais próxima da realidade da área a ser quantificada e, com isso, vai atribuindo valores aos parâmetros dos critérios A, B e C.

Os geossítios de âmbito regional e local, a quantificação final deve resultar da média simples dos três conjuntos de critérios (A, B e C), o que pode potencializar a sua utilização. Assim apresentado pela Equação 01:

$$Q=A+B+C/3 \quad (\text{Eq. 01})$$

O método apresentado por Brilha (2005) foi escolhido porque o autor é um marco de referência para grande parte dos pesquisadores brasileiros e da comunidade científica envolvida na temática da geoconservação. A mesma metodologia também foi adotada pela CPRM em seus estudos para identificação de geossítios. As variáveis são descritas a seguir:

(A) Critérios Intrínsecos

A.1 Abundância / raridade

- 5 – Só existem um exemplo na área em análise
- 4 – Existem de 2 – 4 exemplos
- 3 – Existem de 5 -10 exemplos
- 2 – Existem 11 – 20 exemplos
- 1 – Existem mais de 20 exemplos

A.2 Extensão (m²)

- 5 – Superior a 1.000.000
- 4 – 100.000 – 1.000.000
- 3 – 10.000 – 1000.000
- 2 – 1.000 – 10.000
- 1 – Menor que 1.000

A.3 Grau de conhecimento científico

- 5 – Mais de uma tese de doutorado / mestrado e mais de um artigo publicado em revista internacional
- 4 – Pelo menos uma tese de doutorado / mestrado ou mais de um artigo publicado em revista internacional ou mais de cinco artigos publicados em revistas internacionais
- 3 – Pelo menos um artigo publicado em revista internacional ou quatro artigos publicados em revistas nacionais
- 2 – Algumas notas breves publicadas em revistas nacionais ou um artigo publicado em revistas regionais/ locais
- 1 – Não existem trabalhos publicados

A.4 Utilidade como modelo para ilustração de processos geológicos

- 5 – Muito útil
- 3 – Moderadamente útil
- 1 – Pouco útil

A.5 Diversidade de elementos de interesse presentes (mineralógicos, paleontólogos)

- 5 – Cinco ou mais tipos de interesse
- 4 – Quatro tipos de interesse
- 3 – Três tipos de interesse
- 2 – Dois tipos de interesse
- 1 – Um tipo de interesse

A.6 Local – tipo

- 5 – É reconhecido como um local – tipo na área em análise
- 3 – É reconhecido como local – tipo “secundário”
- 1 – Não é reconhecido como local – tipo

A.7 Associação com elementos de índole cultural (arqueológicos, históricos, artísticos...)

- 5 – Existem no local ou nas suas imediações evidências de interesse arqueológico e de outros tipos
- 4 – Existem evidências arqueológicas e de algum outro tipo
- 3 – Existem vestígios arqueológicos
- 2 – Existem elementos de interesse não arqueológicos
- 1 – Não existem outros elementos de interesse

A.8 Associação com outros elementos do meio natural

- 5 – Fauna e flora notáveis pela sua abundância, grau de desenvolvimento ou presença de espécies de especial interesse
- 3 – Presença de fauna ou flora de interesse moderado
- 1 – Ausência de outros elementos naturais de interesse

A.9 Estado de conservação

- 5 – Perfeitamente conservado, sem evidências de deterioração

- 4 – Alguma deterioração
- 3 – Existem escavações, acumulações ou construções mas que não impedem a observação das suas características essenciais
- 2 – Existem numerosas escavações, acumulações ou construções que deterioram as características de interesse do geossítio
- 1 – Fortemente deteriorado

(B) Critérios relacionados com o uso do geossítio

B.1 Possibilidade de realizar atividades (científicas, pedagógicas, turísticas, recreativas)

- 5 - É possível realizar atividades científicas e pedagógicas
- 3 - É possível realizar atividades científicas ou pedagógicas
- 1 - É possível realizar outros tipos de atividades

B.2 Condições de observação

- 5 - Ótimas
- 3 - Razoáveis
- 1 - Deficientes

B.3 Possibilidade de coleta de amostras geológicas

- 5 - É possível a coleta de rochas, fósseis e minerais sem danificar o geossítio
- 4 - É possível a coleta de rocha ou de fósseis ou de minerais sem danificar o geossítio
- 3 - É possível a coleta de algum tipo de objeto embora com restrições
- 2 - É possível a coleta de algum tipo de objeto embora prejudicando o geossítio
- 1 - Não se podem recolher amostras

B.4 Acessibilidade

- 5 - Acesso direto a partir de estradas nacionais
- 4 - Acesso a partir de estradas secundárias
- 3 - Acesso a partir de caminhos não asfaltados mas facilmente transitáveis por veículos automóveis
- 2 - O geossítio localiza-se a menos de 1 Km de algum caminho utilizável por veículos automóveis

1 - O geossítio localiza-se a mais de 1 Km de algum caminho utilizável por veículos automóveis

B.5 Proximidade a povoações

5 - Existe uma povoação com mais de 10.000 habitantes e com oferta hoteleira variada a menos de 5 Km

4 - Existe uma povoação com menos de 10.000 habitantes, com oferta hoteleira limitada, a menos de 5 Km

3 - Existe uma povoação com oferta hoteleira entre 5 a 20 Km

2 - Existe uma povoação com oferta hoteleira entre 20 a 40 Km

1 - Só existe uma povoação com oferta hoteleira a mais de 40 Km

B.6 Número de habitantes

5 - Existem mais de 100.000 habitantes num raio de 25 Km

4 - Existem entre 50.000 e 100.000 habitantes num raio de 25 Km

3 - Existem entre 25.000 e 50.000 habitantes num raio de 25 Km

2 - Existem entre 10.000 e 25.000 habitantes num raio de 25 Km

1 - Existem menos de 10.000 habitantes num raio de 25 Km

B.7 Condições sócio - económicas

5 - Os níveis de rendimento *per capita* e de educação da área são superiores à média nacional e a taxa de desemprego é menor

3 - Os níveis de rendimento *per capita*, de educação e de desemprego da área são equivalentes à média nacional

1 - Os níveis de rendimento *per capita*, de educação e de desemprego da área são piores em relação a média nacional

(C) Critérios relacionados com a necessidade de proteção do geossítio

C.1 Ameaças atuais ou potenciais

5 - Zona rural, não sujeita a desenvolvimento urbanístico ou industrial nem a construção de infraestruturas e sem perspectiva de estar submetida a tal

3 - Zona de carácter intermediário, não estando especificamente previstos desenvolvidos concretos mas que apresenta razoáveis possibilidades num futuro próximo

1 - Zona incluída em áreas de forte expansão urbana ou industrial ou em locais onde está prevista a construção de infraestruturas

C.2 Situação atual

5 - Geossítio sem qualquer tipo de proteção legal

3 - Geossítio incluído numa área com proteção legal

1 - Geossítio incluído numa área protegida integrada na Rede Nacional de Áreas Protegidas

C.3 Interesse para a exploração mineira

5 - O geossítio encontra-se numa zona sem nenhum tipo de interesse mineiro

4 - O geossítio encontra-se numa zona com índices minerais de interesse

3 - O geossítio encontra-se numa zona com reservas importantes de materiais de baixo valor unitário, embora não esteja prevista a sua exploração imediata

2 - O geossítio encontra-se numa zona com reservas importantes de materiais de baixo valor unitário e em que é permitida a sua exploração

1 - O geossítio encontra-se numa zona com grande interesse mineiro para recursos com elevado valor unitário e com concessões ativas

C.4 Valor dos terrenos (reais/m²)

5 - Menor que 5

4 - 6 - 10

3 - 11 - 30

2 - 31 - 60

1 - Superior a 60

C.5 Regime de propriedade

5 - Terreno predominantemente pertencente ao Estado

4 - Terreno predominantemente de propriedade municipal

3 - Terreno parcialmente público e privado

2 - Terreno privado pertencente a um só proprietário

1 - Terreno privado pertencente a vários proprietários

C.6 Fragilidade

5 - Aspectos geomorfológicos que pelas suas grandes dimensões de relevo, etc., são dificilmente afetados, de modo importante, pelas atividades humanas

4 - Grandes estruturas geológicas ou sucessões estratigráficas de dimensões quilométricas que, embora possam degradar-se por grandes intervenções humanas, a sua destruição é pouco provável

3 - Aspectos de dimensões em hectares podem ser destruídos em grande parte por intervenções não muito intensas

2 - Aspectos estruturais, formações sedimentares ou rochosas de dimensões decamétricas que podem ser facilmente destruídas por intervenções humanas pouco expressivas

1 - Aspectos de dimensão métrica, que podem ser destruídos por pequenas intervenções ou jazidas minerais ou paleontológicas de fácil depreciação.

Quanto maior for o valor de **Q**, maior será a relevância do geossítio e mais urgente é a necessidade de serem implementadas estratégias de geoconservação

4. ANÁLISES DAS AMOSTRAS

A geodiversidade é considerada como a variedade de elementos e de processos geológicos, sob qualquer forma, a qualquer escala e nível de integração, a fim de conhecer de forma completa o meio a sedimentologia traz bases para refletir sobre cenários passados, oferecendo ao pesquisador bases sólidas para realizar o estudo.

A análise dos sedimentos nos permite ter um entendimento de várias características geológicas em aspecto geral, mas principalmente aspectos específicos da área trabalhada, as informações adquiridas podem ser utilizadas em vários ramos científicos auxiliando na produção de trabalhos futuros.

Os procedimentos para análise têm início logo no momento da coleta das amostras, sendo de grande importância para o resultado final uma coleta apropriada para os tipos de amostras a serem avaliadas.

Cada amostra foi embalada e identificada em campo, feita anotações das observações realizadas, coleta dos pontos com GPS e registro fotográfico.

Para realização das análises laboratoriais foi necessário o suporte do laboratório do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceanográfica (CECO) com a supervisão do Técnico Gilberto Silveira dos Santos.

Para iniciar as análises em laboratório foram realizadas as pesagens de cada amostra, antes e após a secagem, afim de calcular a umidade existente, para tal utilizou-se uma balança de precisão, como mostra a Tabela 13 e 14.

Tabela 13. Pesagens das amostras – Ponta Escura

Amostra	Peso Inicial*	Peso Final**	Diferença
PE 01	0,472g	0,200g	0,272g
PE 02	1,270g	0,920g	0,350g
PE 03	1,128g	0,800g	0,328g
PE 04	1,096g	0,790g	0,306g
PE 05	0,900g	0,760g	0,140g
PE 06	0,624g	0,590g	0,034g
PE 07	0,884g	0,880g	0,004g
PE 08	0,806g	0,740g	0,066g
PE 09	0,626g	0,620g	0,006g

PE 10	0,608g	0,555g	0,053g
PE 11	0,640g	0,630g	0,010g
PE 12	0,726g	0,640g	0,086g
PE 13	1,004g	0,870g	0,134g
PE 14	1,098g	0,970g	0,128g

*Peso da amostra assim como retirada em campo;

**Peso da amostra seca a estufa a uma temperatura de 60°C.

Tabela 14. Pesagens das amostras – Ilha das Pombas

Amostra	Peso Inicial*	Peso Final**	Diferença
PP 01	0,616g	0,465g	0,151g
PP 02	0,868g	0,840g	0,028g
PP 03	0,806g	0,800g	0,006g
PP 04	1,392g	1,370g	0,022g

*Peso da amostra assim como retirada em campo;

**Peso da amostra seca a estufa a uma temperatura de 60°C.

4.1 Granulometria

As amostras foram separadas em bacias devidamente etiquetadas (Figura 33) para a secagem do material em estufa a 60°C por 72 horas continuamente.



Figura 33. Amostras etiquetadas nas bacias

FONTE: Foto do autor

O próximo passo após a secagem, foi a desagregação do material com o *Pistilo* (equipamento utilizado para maceração de substâncias sólidas) com uma proteção de borracha para não danificar as amostras.

Para dividir as amostras foi utilizado a técnica do quarteamento, o material é despejado em um recipiente na abertura superior do quarteador, que consiste de divisões inclinadas que dão passagem dos materiais em sentidos opostos, os recipientes coletam metade da amostra inicial, prosseguindo até que se obtenha o tamanho desejado, (50 a 100g). Método simples para obtenção de amostras pequenas que apresentam representatividade de toda a amostra.

Para os sedimentos finos, com partículas menores que 0,062 mm, o cálculo dos diâmetros equivalentes foi realizado a partir dos resultados obtidos durante a sedimentação de certa quantidade de sólidos em meio líquido.

A base teórica para o cálculo do diâmetro equivalente vem da Lei de Stokes:

Que a velocidade de queda de uma partícula esférica, de peso específico conhecido, em um meio líquido rapidamente atinge um valor constante que é proporcional ao quadrado do diâmetro da partícula. O estabelecimento da função, velocidade de queda - diâmetro de partícula, se faz a partir do equilíbrio das forças atuantes (força peso) e resistentes (resistência viscosa) sobre a esfera, resultando, na fórmula: SUGUIO (2003)

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1800 \cdot \mu} \times D^2$$

Onde:

v = velocidade de queda

γ_s = peso específico real dos grãos - g/cm³

γ_w = peso específico do fluído - g/cm³

μ = viscosidade da água - g .s/ cm²

D = diâmetro equivalente (mm)



Figura 34. Material passado em peneira com malha de 0.062 mm.

FONTE: Foto do autor

As partículas desagregadas são colocadas em suspensão aquosa em proveta graduada (Figura 35), o processo é iniciado com a suspensão completamente homogeneizada, agitando o material da proveta, após o repouso por um intervalo de tempo de 2h 03min, onde a parte do material será depositada no fundo, enquanto o material mais fino permanecerá em suspensão. Uma pequena amostra é retirada com a pipeta, e evaporada até a secagem total em estufa a 65 C°.

Os copos de Béquer menores foram pesados para obter a pesagem do copo vazio, após será pesado novamente depois ter sido seca a estufa.



Figura 35. Decantação dos sedimentos finos.

FONTE: Foto do autor

A Granulometria dos materiais grossos foi realizada, com a técnica do peneiramento (Figura 36). Primeiramente a amostra foi pesada após ter sido seca a estufa e retirados os sedimentos finos, para a pesagem final da amostra, assim, os grãos são colocados sobre as grelhas, de forma que os furos menores se localizam na parte inferior, precedidas respectivamente por furos cada vez mais abertos. Para cada tamanho de malha, foi realizada a pesagem do material que ficara preso nos furos de cada tamanho característico.



Figura 36. Técnica do Peneiramento

FONTE: Foto do autor

Para as Fichas Granulométricas os dados foram introduzidos no Programa de Análises Granulométricas Completa (PANICOM), elaborado por TOLDO JR. & DORNELES (1991), para a obtenção dos parâmetros estatísticos. Foi informado o peso inicial e final da amostra, a pesagem da amostra em cada uma das malhas dos diferentes tamanhos, a pesagem do copo vazio e cheio dos sedimentos finos, e a impressão de todas as fichas.

4.2 Resultados das Análises Granulométricas - Morfométricas

4.2.1 Ponta Escura

O primeiro ponto de coleta foi realizado ao lado do banhado (coordenadas: 0490538; 6639390), onde foram realizadas quatro amostras em profundidades diferentes (de 5cm até 75 cm). Observa-se nos histogramas de frequência simples (Figura 37) um tamanho de grão predominante: Areia, principalmente Areia Média com uma contribuição de aproximadamente 15% de Areia Grossa.

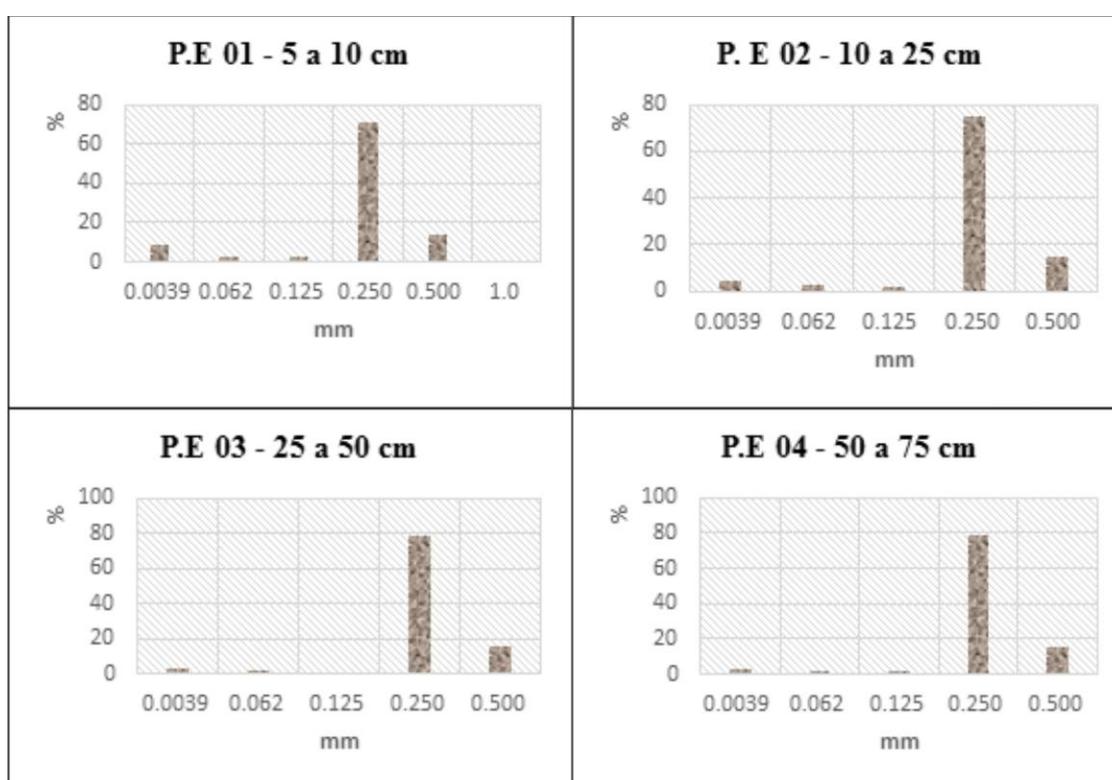


Figura 37. P.E 01 a P.E 04

FONTE: Elaborado pelo autor

As análises morfoscópicas apresentam quanto ao grau de arredondamento grãos bastante heterogêneos com porcentagens bem próximas, porém ocorre um predomínio de grãos sub arredondados, e sub angulares. A esfericidade média se destaca em todas as amostras, porém a esfericidade boa aumenta em porcentagem nas amostras P.E 01 e P.E 02 e baixa novamente nas duas últimas amostras (Figura 38). As análises apontam para um ambiente que sofre constantes mudanças, a proximidade do banhado tem grande influência na forma do grão, pois assim como é responsável em trazer grãos

mais novos (imaturos) tem capacidade de retirar-los e transporta-los para outros ambientes, esse motivo leva a multiplas variedades de formas e efericidades diferentes.

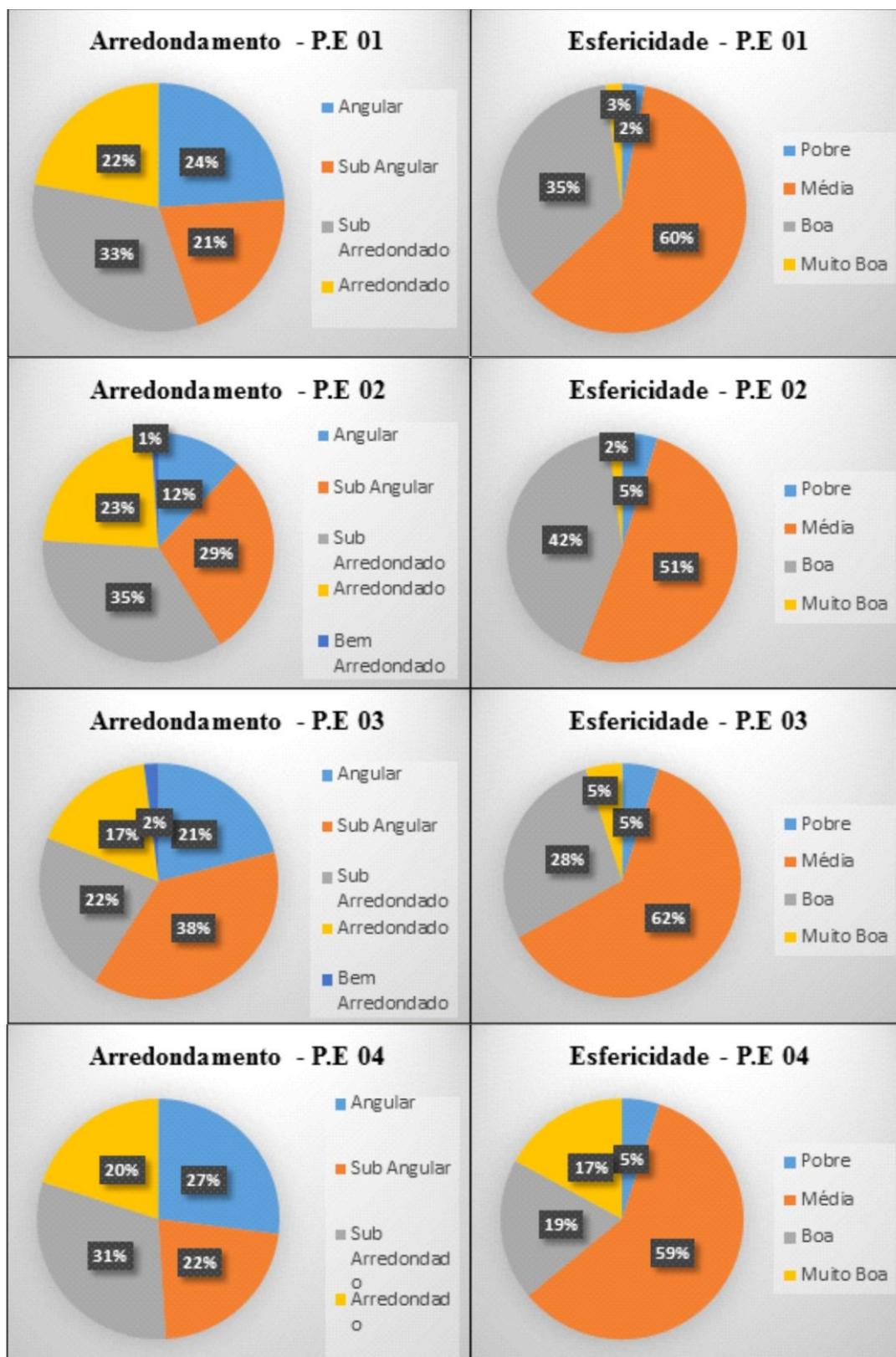


Figura 38. Gráficos de arredondamento e esfericidade P.E 01 a P.E 04

FONTE: RAMOS, 2014

Na textura superficial (Figura 39) observamos um predomínio de grãos polidos, e uma diferença pequena entre grãos mamelonados e sacaróides nas amostras P.E 01 e P.E 02, a amostra P.E 03 se destaca com 46% de grãos mamelonados, porém na amostra P.E 04 (com profundidade de 50 a 75 cm) ocorre 49% de grãos sacaroides. Os grãos polidos predominam na amostra indicando um transporte por meio subaquoso, ambientes com alta energia, as grandes porcentagens de grãos foscos se deve a ação eólica, e a proximidade da área de duna.

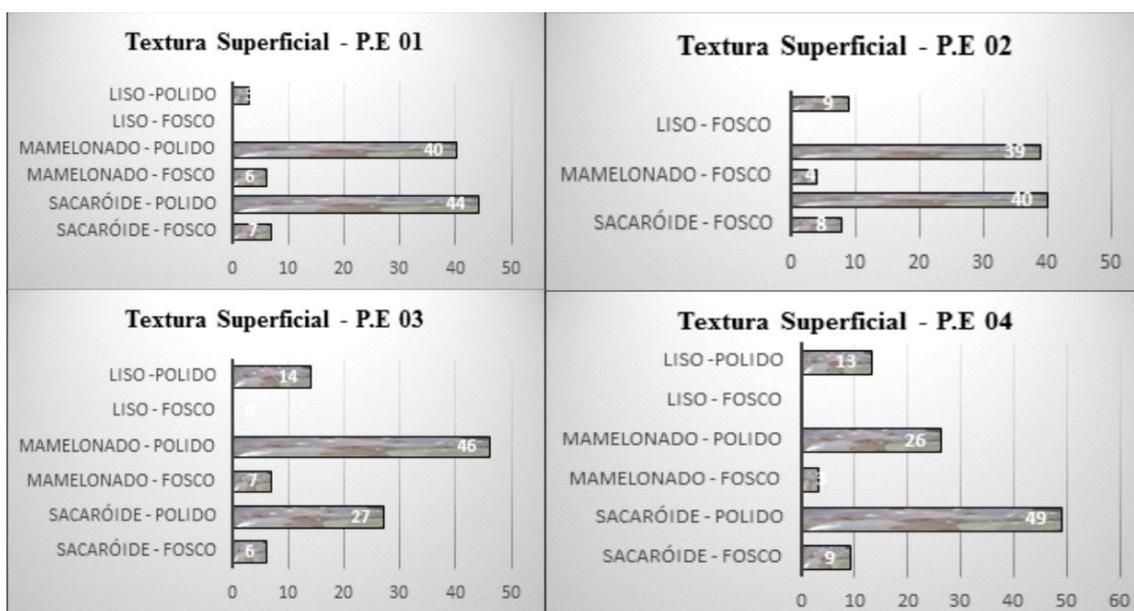


Figura 39. Textura superficial P.E 01 e P.E 04

FONTE: Elaborado pelo autor

O segundo ponto de coleta (coordenadas 0490608; 6639349), foi realizado a uma profundidade de 50 cm, na parte central da duna.

Observamos no histograma de frequência simples novamente uma predominância do tamanho Areia Média (81.65%) e uma pequena contribuição de Areia Grossa (16.08%). (Figura 40)

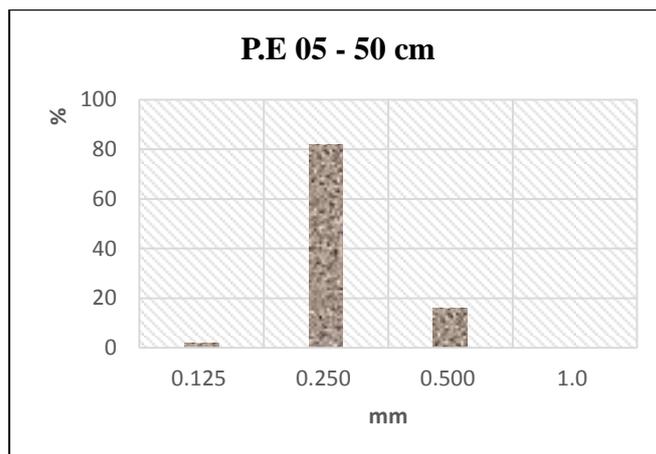


Figura 40. Histograma de Frequência Simples P.E 05

FONTE: Elaborado pelo autor

A morfoscopia quanto ao grau de arredondamento se subdivide em sub angular (32%) e sub arredondado (29%), porém apresenta 17% de grãos arredondados, o grau de esfericidade se apresenta média (55%). A textura superficial se destaca com 43% de grãos sacaróides polidos e 28% mamelonados polidos (Figura 41). O ambiente apresenta grãos maduros, porém com contribuição de grãos com menor de tempo de transporte, o polimento de um grão se dá em ambiente subaquoso, porém essa amostra foi retirada em uma duna, uma das causas pode ser um evento de cheia do lago que depositou sedimentos fluviais e com o tempo a ação eólica o transportou para outro ambiente.



Figura 41. Gráfico de arredondamento e esfericidade da amostra P.E 05

FONTE: Elaborado pelo autor

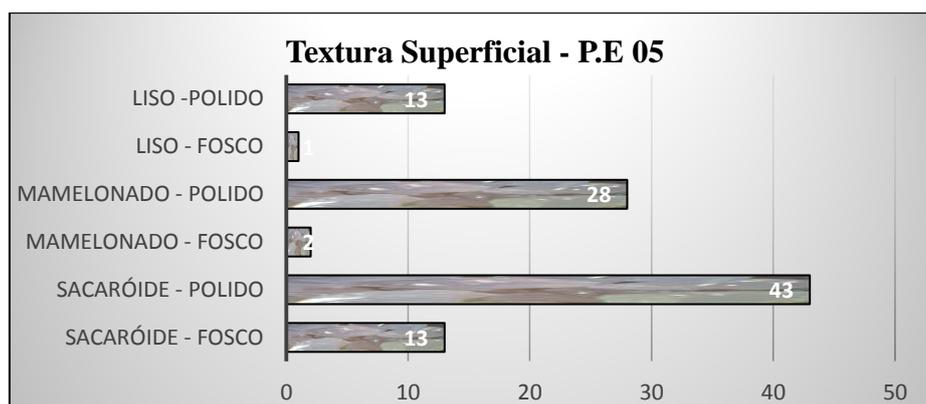


Figura 42. Textura Superficial da amostra P.E 05

FONTE: Elaborado pelo autor

O terceiro ponto (coordenadas 0490707; 6639215) no lado oposto a duna, próximo a ruína de uma residência, foram feitas três coletas com profundidade de 5 até 50cm. O tamanho predominante novamente se configura Areia Média (aproximadamente 65%), porém as amostras exibem maior parcela de Areia Grossa (30%), se compararmos com as amostras anteriores. (Figura 43).

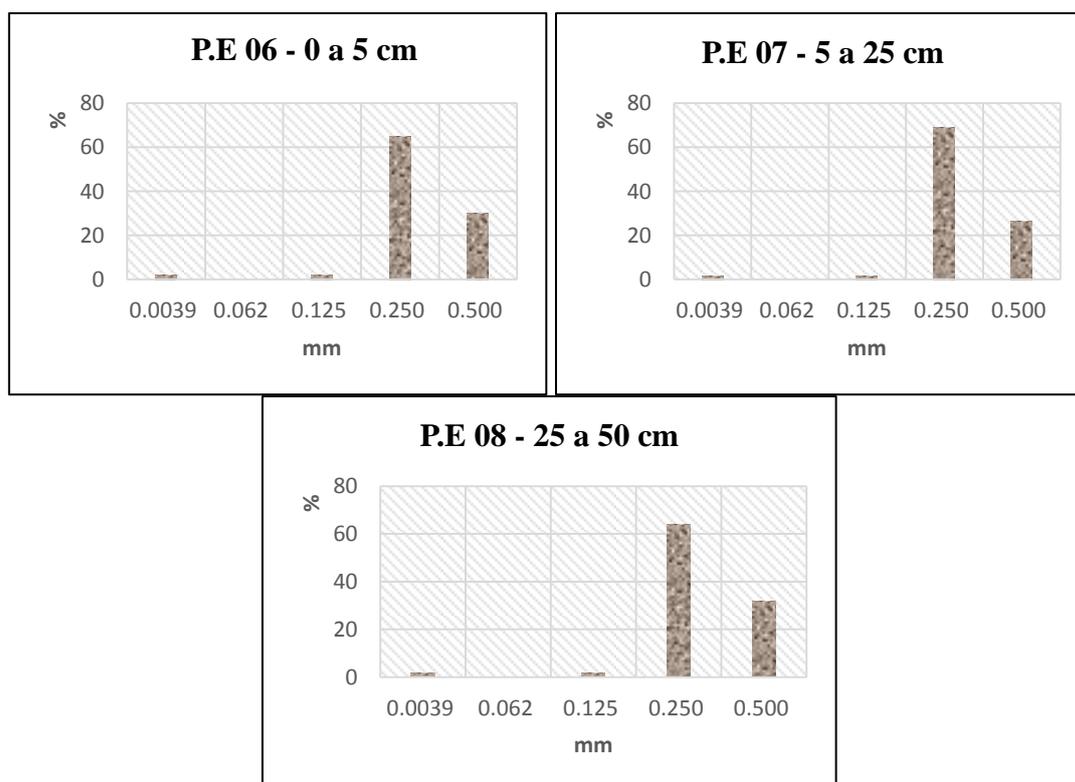


Figura 43. Histograma de Frequência Simples P.E 06, P.E 07 e P.E 08

FONTE: Elaborado pelo autor

O grau de arredondamento nas amostras se caracterizou em grande proporção em grãos sub angulares, porém com contribuição de grãos subarredondados, 23% em

menores profundidades, chegando a 31% com profundidade de 50 cm. Novamente a esfericidade média predomina nas amostras, chegando a 69%, na amostra P.E 07, a esfericidade boa, chega a 32% na camada superficial, diminuindo a porcentagem com a maior profundidade. (Figura 44)

A textura superficial na amostra P.E 06 (0 a 5 cm de profundidade) apresenta 52% de grãos mamelonados polidos e 36% de sacaróides polidos, já na amostra P.E 07 com profundidade de 5 a 25 cm os grãos sacaróides polidos predominam a amostra com 60% e a última amostra P.E 08 com profundidade de 25 a 50cm os grãos mamelonados polidos aparecem com 47%. Essa diversidade de formas, evidencia um ambiente dinâmico e em constantes processos de transformação.

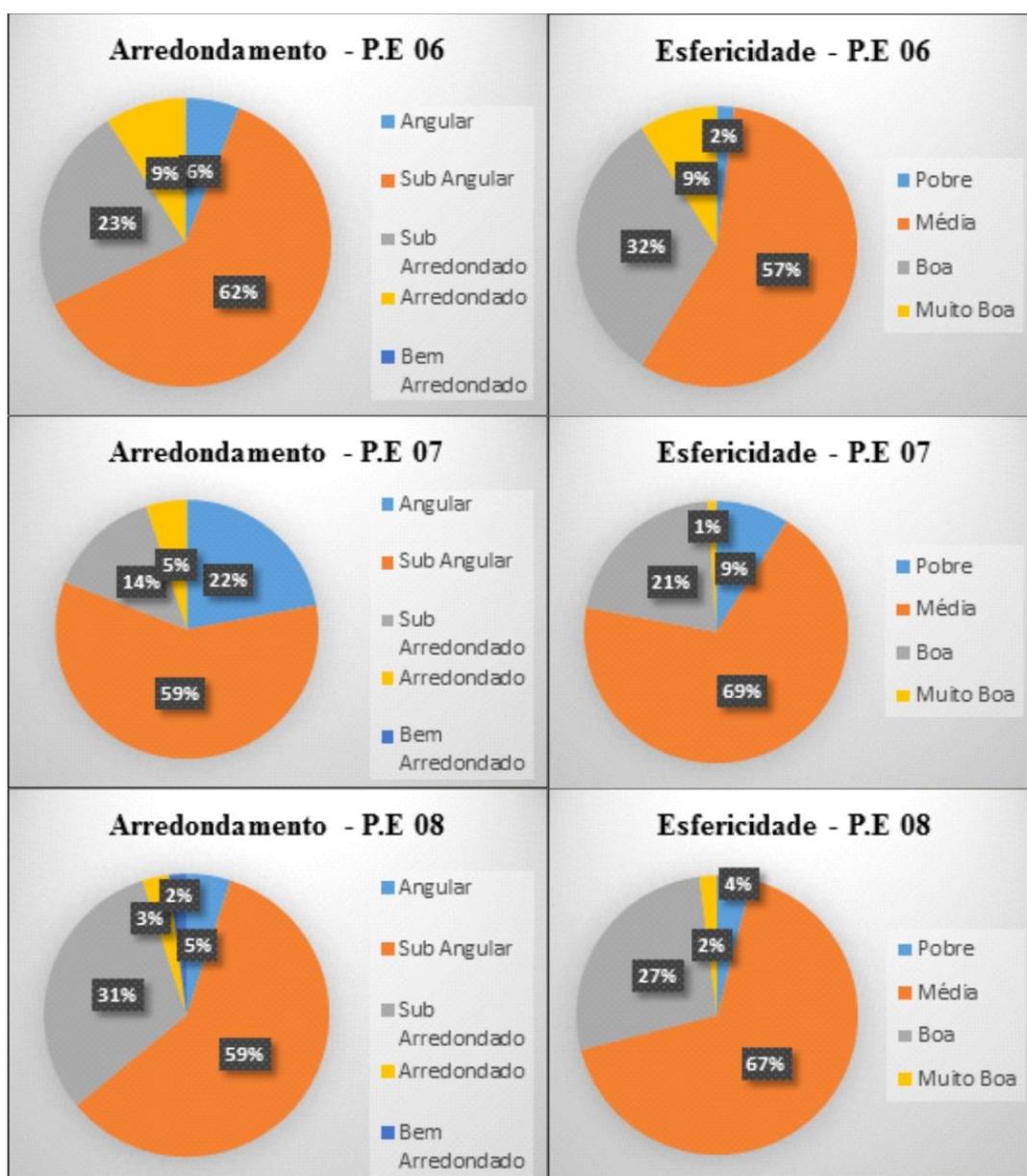


Figura 44. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.E 06 até P.E 08

FONTE: Elaborado pelo autor

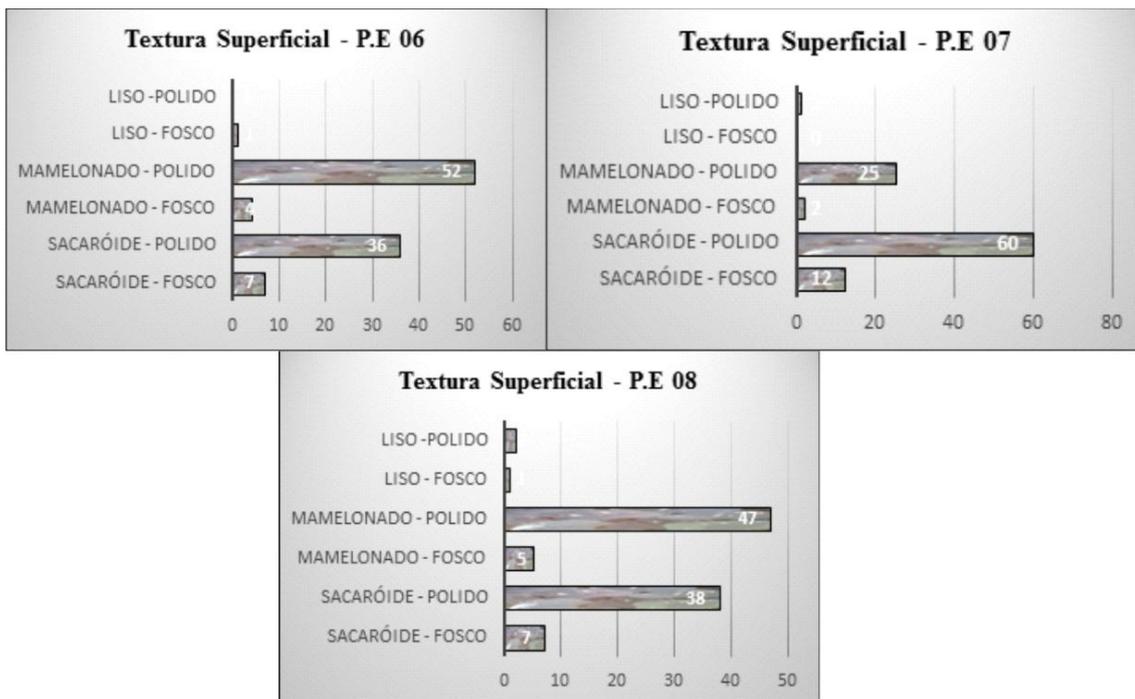


Figura 45. Textura Superficial das amostras P.E 06 até P.E 08

FONTE: Elaborado pelo autor

O quarto ponto de amostra (coordenadas 0490688; 6639070) localizado próximo a outro banhado, voltado a laguna dos Patos, foram realizados quatro amostras em profundidades de 0 a 75 cm. Observa-se a predominância de Areia Média, porém com o aumento da profundidade ocorre um aumento do tamanho para Areia Grossa de 28% na amostra P.E 09 para 33.62% na amostra P.E 12), (Figura 46).

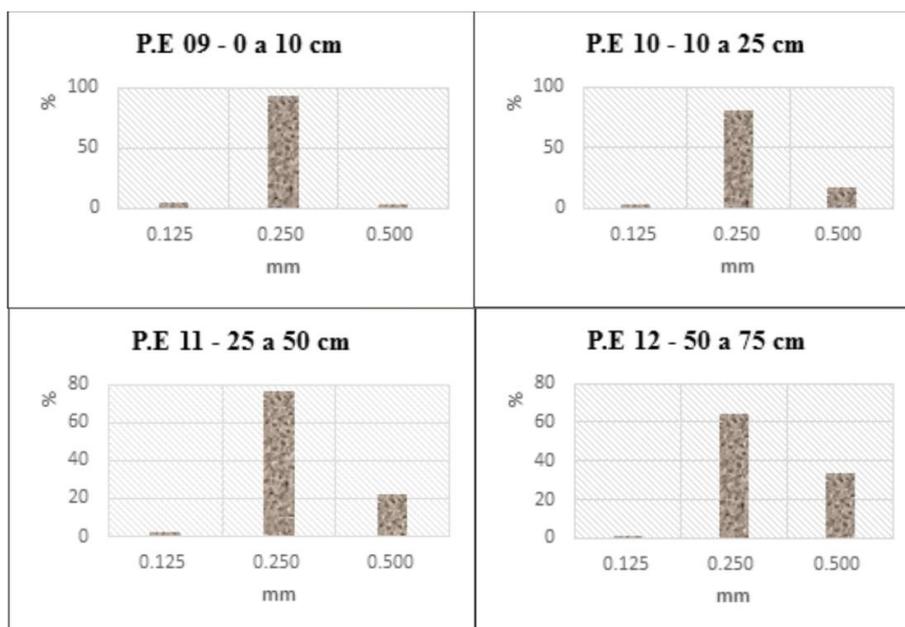


Figura 46. Histograma de Frequência Simples P.E 09 até P.E 12

FONTE: Elaborado pelo autor

A morfoscopia das amostras demonstrou quanto ao grau de arredondamento um grão com predominância sub arredondado, com destaque para a amostra P.E 09 e P.E 12 com 62%, quanto a esfericidade observamos ser considerada boa, com alternância para esfericidade média.

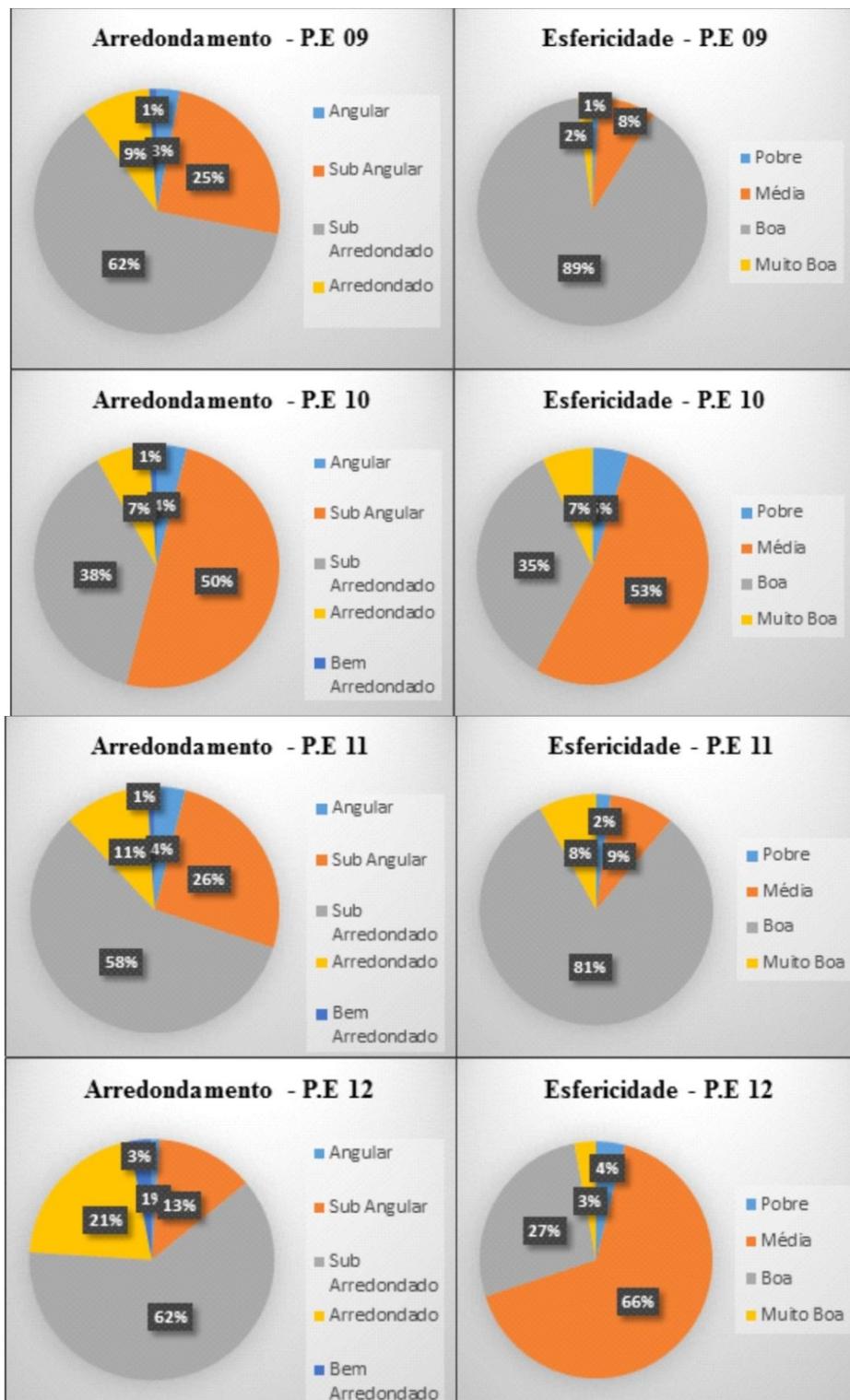
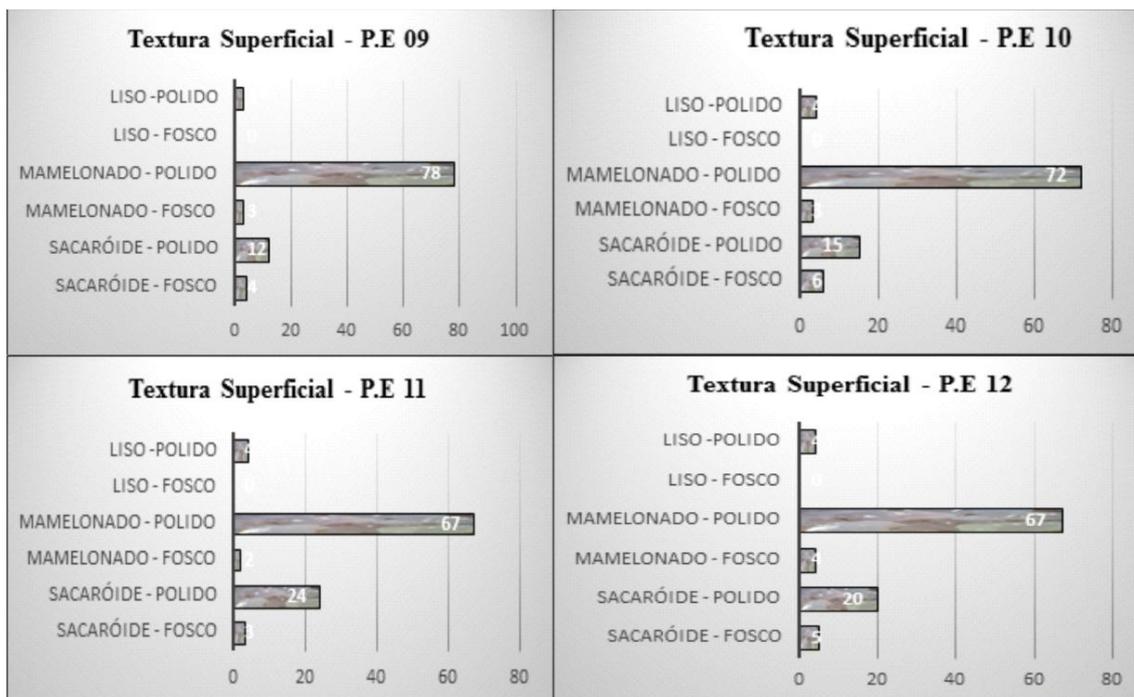


Figura 47. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.E 09 até P.E 12

FONTE: Elaborado pelo autor

A textura superficial apresentou grãos bem homogêneos, com o predomínio de grãos mamelonados polidos, poucas ocorrências de grãos sacaróides foscos.

O lado voltado para o sul (laguna dos Patos) mostrou ser um ambiente com maior retrabalhamento dos grãos, pois os mesmos expõem elementos que demonstram a maturidade do grão, com a presença de grãos mais arredondados com a perda das arestas, que são característicos de grãos imaturos, que estão a menor tempo no sistema.



. Figura 48. Textura Superficial P.E 09 até P.E 12

FONTE: Elaborado pelo autor

O último ponto de amostragem na Ilha da Ponta Escura (coordenadas 0490710; 6639001), foi realizado em uma pequena praia voltada para a laguna dos Patos, onde foram feitas duas coletas em profundidade de 0 a 25cm.

A amostra P.E 13 mostra 9.46% de Areia Fina e 90.03% de Areia Média, sem contribuição de Areia Grossa, porém com o aumento da profundidade aumenta o tamanho do grão, na amostra P.E 14 apresenta 75.88% de Areia Média e 23.33% de Areia Grossa, sem constituição de Areia Fina. (Figura 49).

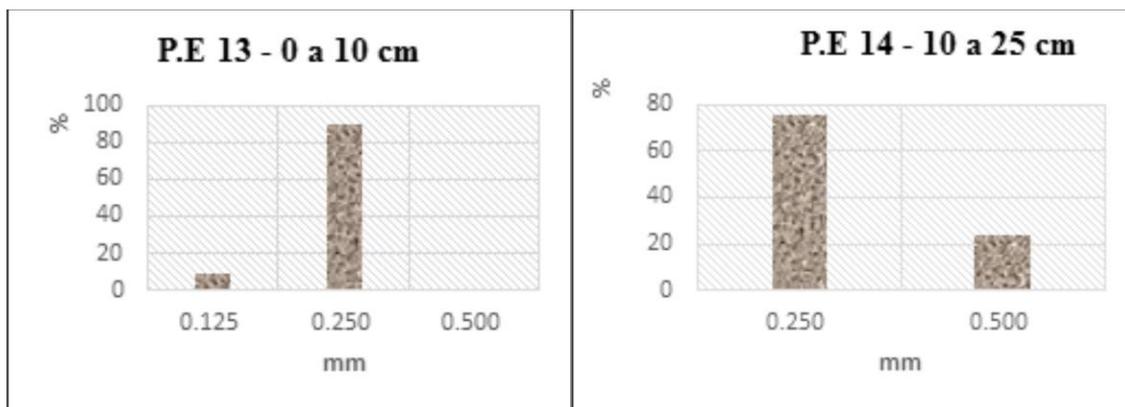


Figura 49. Histograma de Frequência Simples P.E 13 e P.E 14

FONTE: Elaborado pelo autor

Observou-se na mosrfoscopia novamente um predomínio de grãos sub arredondados, e arredondados (tendo as maiores porcentagens de todas amostras), a esfericidade se destaca em boa, P.E 13 71% e P.E 14 80%. O retrabalhamento do grão é diretamente influenciado pela ação das ondas da laguna dos Patos, fazendo com que os grãos pecam suas arestas.

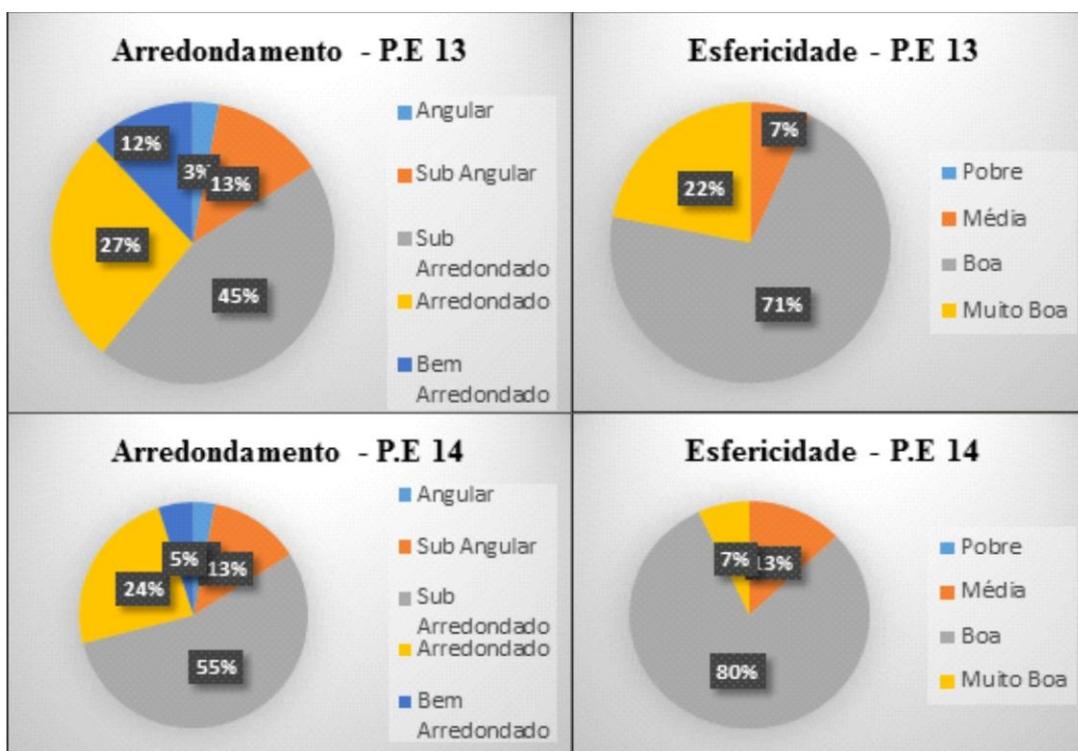


Figura 50. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.E 13 e P.E 14

FONTE: Elaborado pelo autor

Quanto a textura superficial observa-se uma grande quantidade de grãos mamelonados – foscos na amostra P.E 13, isso se deve a grande quantidade de Turmalina (mineral pesado) encontrada na camada mais superficial 0 a 10 cm. Na camada em profundidade de 10 a 25 cm diminui consideravelmente os grãos foscos. (Figura 51).

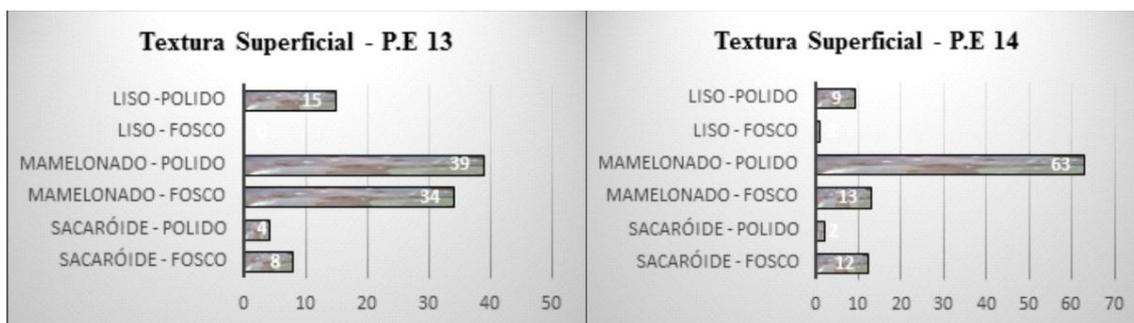


Figura 51. Textura Superficial da amostra P.E 13 e P.E 14

FONTE: Elaborado pelo autor

4.2.2 Ilha das Pombas

O primeiro ponto de coleta (coordenadas 0496185; 6645312) foi realizado apenas uma amostra a uma profundidade de 5 cm, pois o contato lítico se apresentava a 8 cm.

Observa-se no histograma da amostra P.P 01 uma variedade de tamanhos desde agila (1.63%) até grânulos (19.72%). Esses diversos tamanhos indicam uma baixa seleção dos grãos, diferentemente das amostras coletadas na ilha da Ponta Escura que exibiam uma granulometria muito similar, boa seleção, como predomínio de Areia Média. (Figura 52).

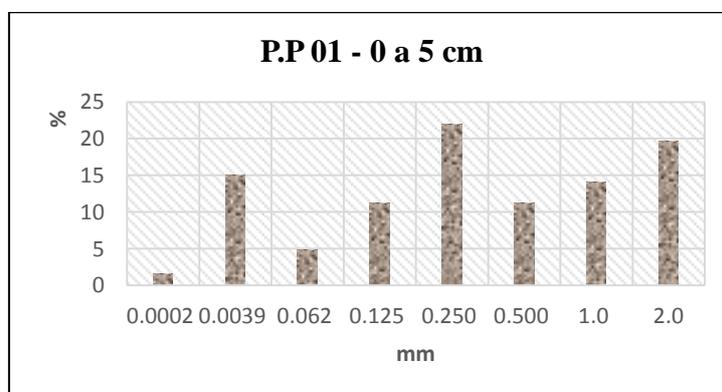


Figura 52. Histograma de Frequência Simples P.P 01

FONTE: Elaborado pelo autor

A mosfoscopia no aspecto arredondamento teve um predomínio de grãos sub angulares e uma esfericidade média, a textura superficial se apresentou sacaróide – fosco. Os grãos ainda não estão tempo suficiente no sistema para perder as angulosidades, são considerados grãos imaturos. (Figura 53).



Figura 53. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras P.P 01

FONTE: Elaborado pelo autor

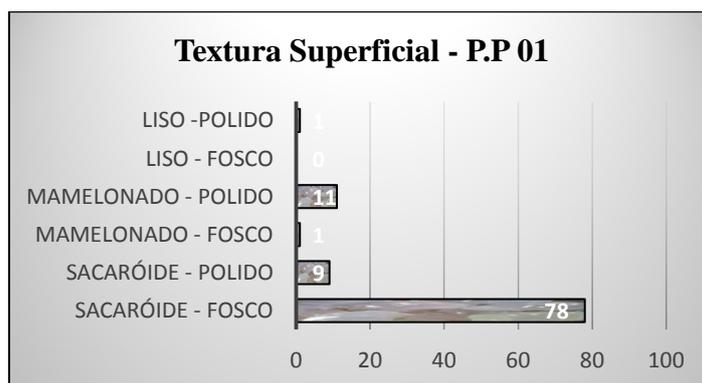


Figura 54. Textura Superficial P.P 01

FONTE: Elaborado pelo autor

O segundo ponto (coordenadas 0496334; 6645174) foi realizado no lado oposto da ilha, próximo a praia, onde foram realizadas três coletas com profundidades de 0 a 70 cm. Observa-se um tamanho de grão maior, com predomínio dos tamanhos Areia Muito Grossa e Grânulo, aumentando a granulometria conforme a profundidade.

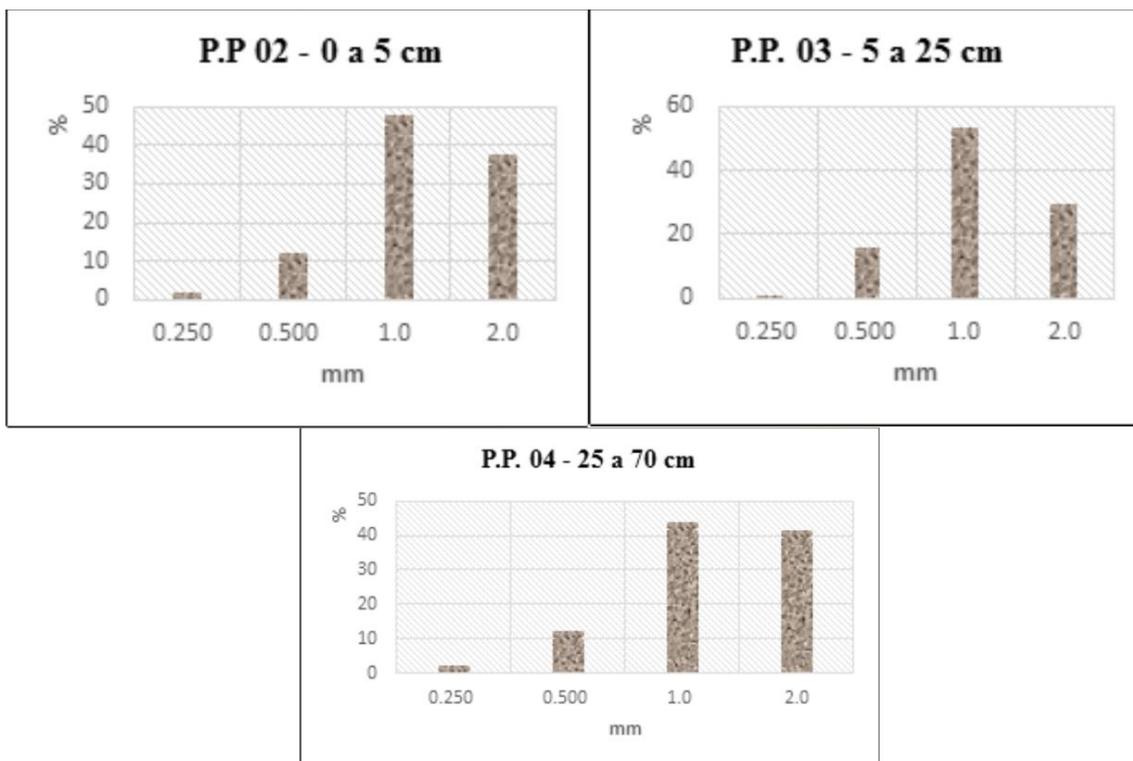


Figura 55. Histograma de Frequência Simples P.P 02 a P.P 04

FONTE: Elaborado pelo autor

A amostra P.P.02 com profundidade de 0 a 5 cm, apresentou grãos em sua maioria sub angulares e esfericidade média, baixando o grau de arredondamento na amostra P.P 03 com profundidade de 5 a 25 cm, com mais grãos angulares (27%), a esfericidade se mantém média. A última amostra P.P 04 de 25 a 70 cm, baixou novamente o grau de arredondamento, 29% dos grãos angulares, porém observamos 34% de grãos de boa esfericidade, mas ainda predomínio dos grãos de média esfericidade.

As texturas superficiais das amostras apresentam sacaroides – foscas, porém com o aumento da profundidade, surgem grãos sacaroides polidos, de 26% na primeira amostra para 42 % na última amostra, P.P04. (Figura 56) O ambiente apresenta sempre estar sujeito a ação do lago Guaíba, trazendo sedimentos novos e os depositando.

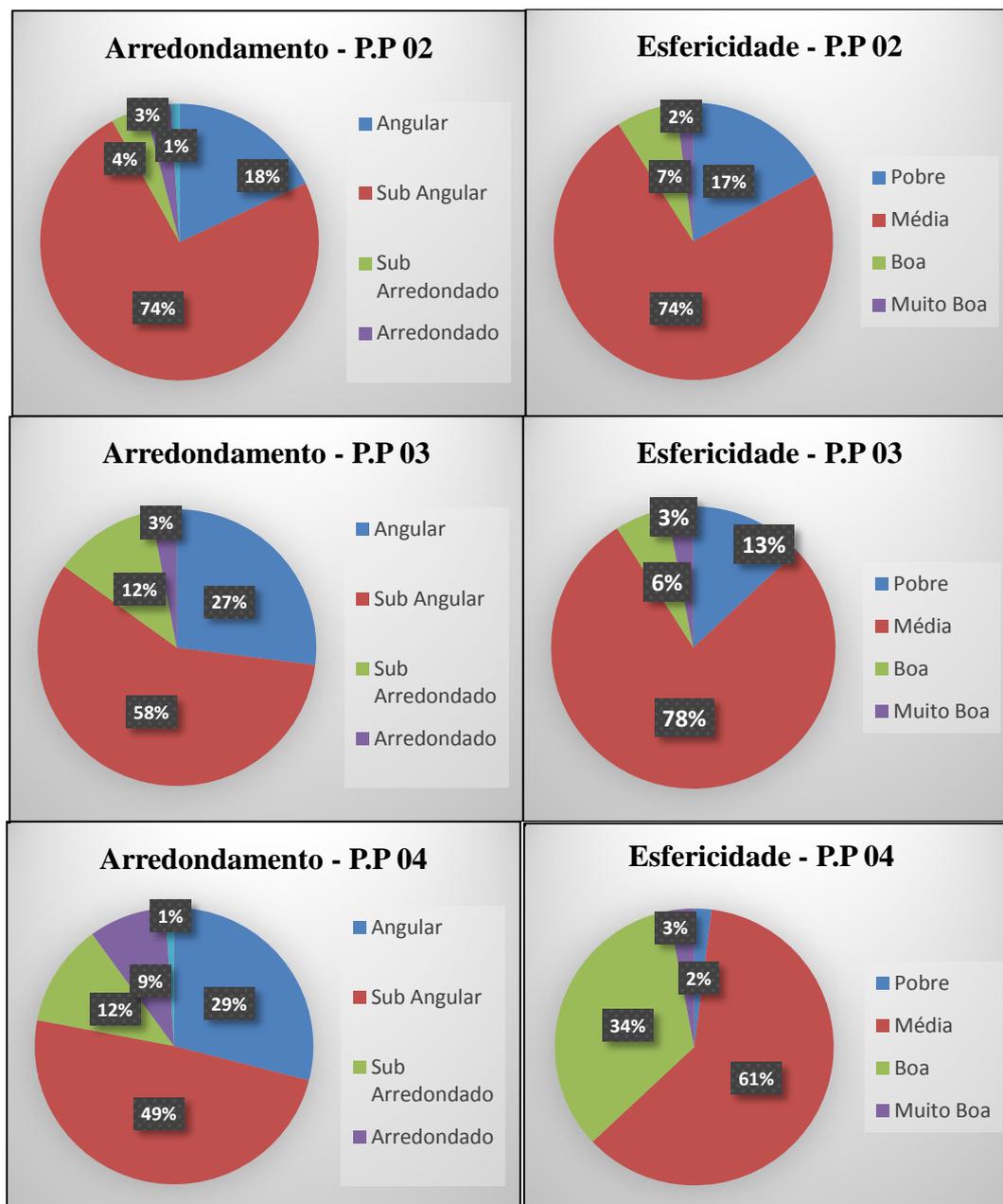


Figura 56. Gráfico de arredondamento e esfericidade das amostras

FONTE: RAMOS, 2014

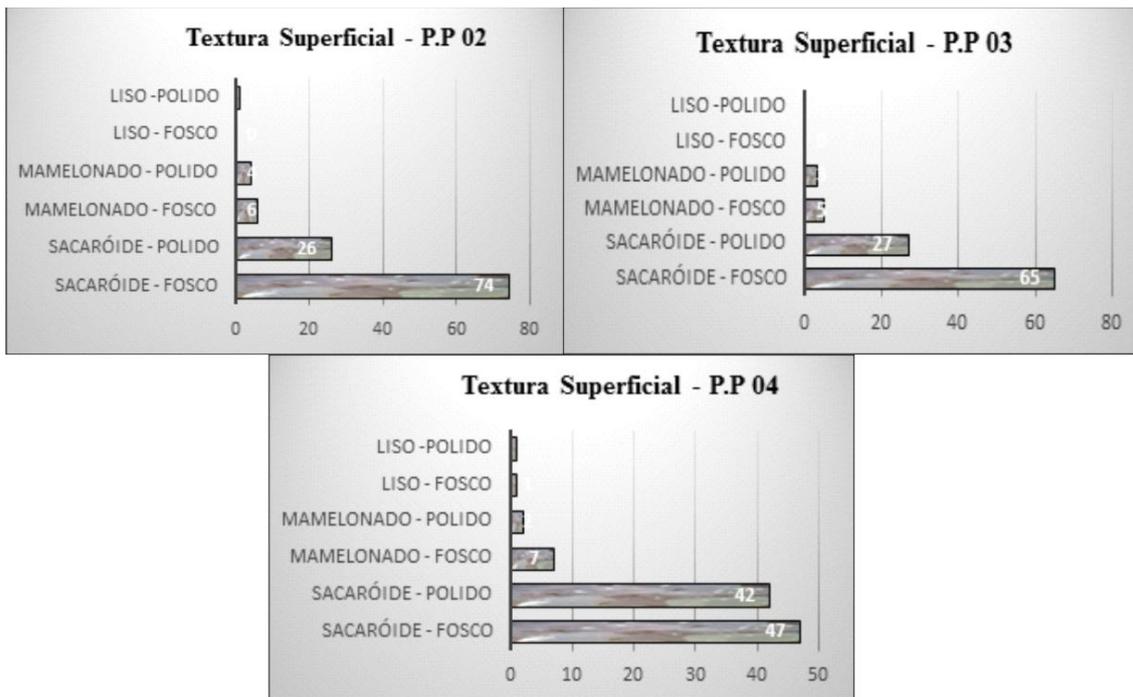


Figura 57. Textura superficial P.P 02 a P.P 04

FONTE: Elaborado pelo autor

Não foi possível adentrar no interior da ilha das Pombas para a realização das coletas pois seria necessário fazer supressão de vegetação e a licença para pesquisa no parque não previa este tipo de interferência. A cobertura vegetal da ilha se caracteriza por uma baixa de porte baixo, com muitas cactáceas e plantas espinhosas nos estratos inferior e intermediário (Figura 58), dificultando o acesso ao centro da ilha. Contudo, observando-se o interior da mata adentrando-se nela pouco além das bordas, percebeu-se grande quantidade de afloramentos rochosos, denotando uma provável pouca espessura do solo e plantas que se fixam nas diáclases, onde o acúmulo de material altamente intemperizado, matéria orgânica e umidade são maiores.



Figura 58. Ilha das Pombas – Cactos e vegetação fechada

FONTE: Foto do autor

4.3 Matéria Orgânica

Para a investigação da presença de matéria orgânica nas amostras, primeiramente o material foi pesado, apenas uma pequena quantidade, antes da queima e repesado com o cadinho (recipiente cuja função é aquecer substâncias a seco, geralmente de porcelana, mas pode ser feito de ferro e platina).

O material foi levado ao forno com uma temperatura de 550 °C por 4 horas, para a determinação das perdas de peso da amostra (Figura 59), de acordo com a Tabela 15.



Figura 59. Material levado ao forno para detecção de matéria orgânica.

FONTE: Foto do autor

Tabela 15. Teor de Matéria Orgânica

Peso Cadinho	Copo Material Antes da Queima	Copo Material – Pós Queima	Percentual
C1: 23.3391	P.P.01: 26.3589	25.7223	2.41%
C2: 22.9808	P.E.02: 26.4940	26.2188	1.03%
C3: 23.6479	P.E.04: 25.9308	25.7034	0.87%
C4: 24.3836	P.E.01: 26.2389	25.7736	1.77%
C5: 23.1566	P.E.06: 25.8149	24.3969	5.50%
C6: 22.4609	P.E.08: 25.0594	24.2496	3.23%
C7: 23.3420	P.E.03: 26.9327	26.5959	1.25%
C8: 24.7708	P.E.07: 27.6245	26.6123	3.66%

Observa-se que o percentual de matéria orgânica foi relativamente baixo, porém dentro do esperado, pelo que foi observado em campo, com destaque para a amostra P.E

06 com 5,50% de matéria orgânica, P.E 07 com 3,66% e P.E 08 com 3,23%, tais amostras foram coletadas na parte central da ilha, próximas de uma antiga residência, outro destaque para o local de coleta foi a presença de muitos resíduos sólidos de origem antrópica no entorno de onde foram realizadas as coletas.

4.4 Mineralogia das ilhas: Pombas e Ponta Escura

4.4.1 Ilha das Pombas - P.P 01

Na análise mineralógica foram detectados os minerais descritos na Tabela 16, a (Figura 60) apresenta a imagem da ilha das Pombas com destaque para o local onde foi realizado a coleta P.P 01.

Tabela 16. Minerais encontrados na amostra P.P. 01

Mineral	% na amostra
Magnetita	4%
Ilmenita	19%
Granada	5%
Epidoto	10%
Turmalina	28%
Zircão	14%
Rutilo	8%
Concreções Férricas	6%
Leucoxene	6%

Peso do filtro vazio - 1.0071

Peso do filtro material - 1.0190

% dos minerais pesados: peso inicial total da amostra -

0.024%.

% dos minerais pesados: peso dos sedimentos finos - areia fina (0.125) e areia muito fina (0.062) - **0.15%.**

O percentual de minerais pesados, é pouco representativo no total da amostra da ilha das Pombas, apenas 0.024% e 0.15% nos sedimentos de tamanhos 0.125mm e 0.062mm.

Tanto os minerais detríticos leves como os pesados tem sua importância nos estudos de proveniência, porém os minerais pesados apresentam uma maior

contribuição, pois suas feições variadas como inclusões, cor e morfologia servem como guias para determinar o tipo de rocha fonte.

Na natureza, a concentração de minerais pesados ocorre, sobretudo, em virtude da perda de energia da corrente produzida pelo agente de transporte (rio, mar ou vento) o que permite a deposição desses minerais densos nos sítios mais propícios.



Figura 60. Imagem da ilha das Pombas com destaque para o ponto P.P 01

FONTE: GOOGLE EARTH, 2013.

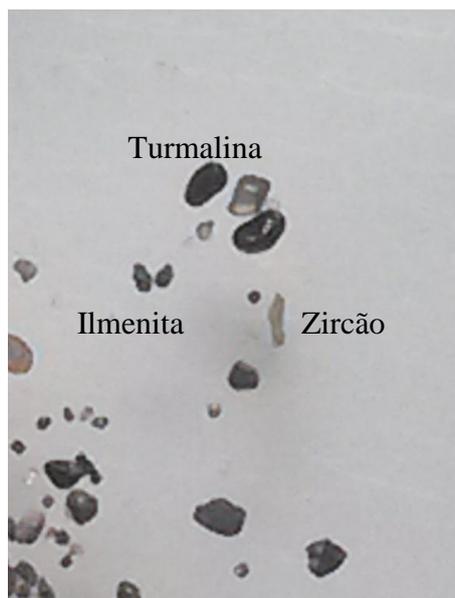


Figura 61. Minerais encontrados em maior quantidade na amostra P.P.01

Fonte: Foto do autor

4.4.2 Ilha Ponta Escura - P.E 02

Tabela 17. Minerais encontrados na amostra P.E 02

Mineral	% na amostra
Magnetita	6%
Ilmenita	12%
Estaurolita	4%
Epidoto	11%
Turmalina	25%
Zircão	13%
Rutilo	6%
Concreções Férricas	8%
Leucoxene	6%
Horneblenda	9%

Peso do filtro vazio - 0.8150

Peso do filtro material - 0.8174

Tabela 18. Minerais encontrados na amostra P.E 13

Mineral	% na amostra
Magnetita	2%
Ilmenita	6%
Estaurolita	12%
Turmalina	42%
Zircão	8%
Rutilo	3%
Granada	4%
Leucoxene	8%
Epidoto	15%

Peso do filtro vazio - 1.2250

Peso do filtro material - 6.1832

% dos minerais pesados: peso inicial total da amostra - **0.0027%**.

% dos minerais pesados: peso dos sedimentos finos - areia fina (0.125) e areia muito fina (0.062) - **0.051%**.

% dos minerais pesados: peso inicial total da amostra - **5.20%**.

% dos minerais pesados: peso dos sedimentos finos - areia fina (0.125) e areia muito fina (0.062) - **54.64%**.



Figura 62. Imagem da ilha das Ponta Escura com destaque para o Ponto 1 (P.E02) e Ponto 5 (P.E13)
 FONTE: GOOGLE EARTH, 2013



Figura 63. Diversidade e minerais encontrados na amostra P.E 13

Fonte: Foto do autor

De acordo com SUGUIO (2003) os minerais pesados de sedimentos e rochas sedimentares podem ser agrupados em: *opacos*, micáceos, ultra-estáveis e meta-estáveis.

Minerais Opacos: são caracterizados pelos altos pesos específicos, devido aos elevados teores de ferro, alguns dos minerais pesados observados em todas as amostras analisadas são a *magnetita* $Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$ (geralmente associada com andradita, epidoto, calcopirita, hematita, calcita, quartzo, entre outros) e *ilmenita* $Fe^{2+}TiO_3$, (podem ser associadas com rutilo, magnetita, biotita, zircão, quartzo...) são minerais moderadamente estáveis, que ocorrem frequentemente associados em um mesmo sedimento. Frequentemente ocorre como mineral acessório em rochas ígneas básicas. Também é encontrado em depósitos de aluviões costeiros e fluviais.

A alteração da *magnetita* dá origem à *hematita* ou “*limonita*”. A *ilmenita* intemperizada resulta em *leucoxênio*, (também observado nas três amostras) que é um agregado microcristalino de esfero, rutilo e anatásio com aparência de giz e contém cristais maiores destes mesmos minerais.

Minerais ultra-estáveis: é o grupo composto por *zircão*, *turmalina* e *rutilo*, encontrado com abundância nas amostras, principalmente a amostra P.E 13, localizada na Ilha da Ponta Escura, em uma praia voltada para Laguna dos Patos.

Em sedimentos policíclicos antigos, o zircão e a turmalina chegam a ser praticamente os únicos minerais pesados que podem sobreviver. A abundância de tais minerais nas amostras, (principalmente Turmalina) podem sugerir abrasão prolongada ou intenso intemperismo químico ou retrabalhamento sucessivo de sedimentos antigos.

Diferentes nomes são adotados para designar as variedades de turmalina, dependendo da composição química e da cor, os cristais que são ricos em ferro são chamados de *schorlita* (*turmalina preta*).

De acordo com Dutrow e Klein (2012) tal mineral é o único que pode ocorrer em todas as cores conhecidas, apresentando diferentes tonalidades, e também em cristais multicoloridos. Isso ocorre devido à grande quantidade de soluções sólidas que esse mineral apresenta.

São minerais típicos dos granitoides pegmatíticos e como acessórios em granitos e rochas metamórficas. Também podem ocorrer em placares aluviais.

A soma das porcentagens de zircão + turmalina + rutilo é conhecida como *índice ZTR*, segundo Hubert (1971), e indica o grau de maturidade mineralógica dos arenitos e

areias, tal índice corresponde a soma das frequências numéricas desses minerais em relação aos minerais pesados, transparentes não- micáceos. A soma dos minerais zircão, turmalina e rutilo foi de 50% para amostra P.P 01, na ilha das Pombas, 44% na amostra P.E 02 e em maior porcentagem na P.E 13 (onde também foi encontrada a maior incidência de minerais pesados), 53%.

Minerais meta-estáveis: diferentes variedades de minerais, algumas caracterizando tipos específicos de rochas matrizes. A *Granada* (encontrado na amostra P.P 01 e P.E 13), apresenta diferentes variedades, de acordo com as suas composições químicas. As proveniências estão ligadas as rochas metamórficas. “*Piropo e almandina*” e todas as soluções sólidas entre essas espécies, possuem várias tonalidades de vermelho e violeta, tais granadas são as mais utilizadas como gemas, desde o tempo antigo (DUTROW E KLEIN (2012)). Esse grupo de mineral ocorre de maneira abundante, em rochas metamórficas e pegmatitos e como acessórios na maioria das rochas ígneas.

O *Epidoto* (encontrado na amostra P.P 01 e P.E 02) sugerem fontes metamórficas, podem ser formados em perfis de solos durante processos de intemperismo. É considerado um mineral acessório em rochas ígneas e metamórficas regionais de baixo grau.

A *Estaurolita* é um mineral tipicamente metamórfico, não sendo conhecida em rochas magmáticas (Clarke 1981). É relativamente estável durante os estágios iniciais de diagênese, mas sofre dissolução em altas temperaturas. Não se teve registros na amostra da ilha das Pombas, apenas na ilha Ponta Escura na amostra P.E 02 com apenas 4% e P.E 13 com 12%.

Horblenda encontrada apenas na amostra P.E 02, (9%) é um mineral moderadamente estável e pode ser derivado de rochas ígneas ou metamórficas, quando muito abundantes, estão em geral, associados a rochas vulcânicas.

4.5 Presença antrópica nas amostras

Nas observações realizadas em campo, tanto na ilha das Pombas quanto na Ponta Escura, percebeu-se grande quantidade de lixo, não apenas nas margens como também no interior da ilha.

Nas amostras coletadas na ilha da Ponta Escura, P.E 06, encontrou-se pedaços de vidro, plástico, carvão, além de pilhas deterioradas, nos primeiros 10 cm de profundidade. (Figura 64).



Figura 64. Material encontrado na amostra P.E 06

FONTE: Foto ao autor

Na ilha da Ponta Escura havia ruínas de três moradias, atualmente não tem morador na ilha, pois devido estar em área de parque, isto é, proteção integral, que são áreas de posse e domínio públicos, sendo que as propriedades particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas. As unidades de proteção integral não podem ser habitadas pelo homem, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais - em atividades como pesquisa científica e turismo ecológico.

A visitação pública e a pesquisa científica estão sujeitas às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável. Para ter acesso as ilhas do parque, foi necessário uma licença especial de pesquisa e outra autorização para a coleta das amostras, além da presença obrigatória de um guarda parque.

4.6 Solos

Nas observações realizadas em campo identificou-se um tipo de solo predominante em ambas as ilhas, de acordo com as suas características: os *Neossolos*.

Os Neossolos ocupam 13,18% (1.122.603,82 Km²) do território brasileiro, dos quais 42% (523.697,53 Km²) são de Neossolos Quartzarênicos (IBGE, 2001). Tais solos

ocorrem em praticamente todos os estados brasileiros, porém, destaca-se no Cerrado, englobando, aproximadamente, 15% de sua área total.

São solos que apresentam sérias limitações ao uso agrícola, devido a textura excessivamente arenosa, baixa fertilidade natural, toxidez por alumínio, baixa capacidade de retenção de água e elevada erodibilidade (COELHO *et al.*, 2002).

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 1999), os solos são classificados até o quarto nível categórico, porém para esse trabalho, optou-se na classificação até o terceiro nível categórico.

Os Neossolos apresentam solos formados por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, não apresentando modificações relevantes em relação ao material de origem, pois os processos pedogenéticos atuam em baixa intensidade, seja por a maior resistência no seu material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição química mineralógica, ou por influência de outros fatores de formação como o clima, relevo, tempo, que podem dificultar a evolução dos solos.

Os Neossolos não têm horizonte diagnóstico subsuperficial, pois são solos de formação muito recente, derivados de sedimentos arenoquartzosos do Grupo Barreiras do período Terciário e sedimentos marinhos do período do Holoceno, podem ser encontrados nas mais diversas condições de material de origem, relevo e drenagem.

São excessivamente drenados, com menos de 4% de minerais primários facilmente intemperizáveis e pouco desenvolvidos devido à baixa atuação dos processos pedogenéticos e pela resistência do material de origem ao intemperismo. (EMBRAPA, 2014).

De acordo com dados disponibilizados pela CPRM (2010) e EMBRAPA (2006) a região do Parque Estadual de Itapuã apresenta os seguintes tipos de solos, observados no mapa abaixo (Figura 65).

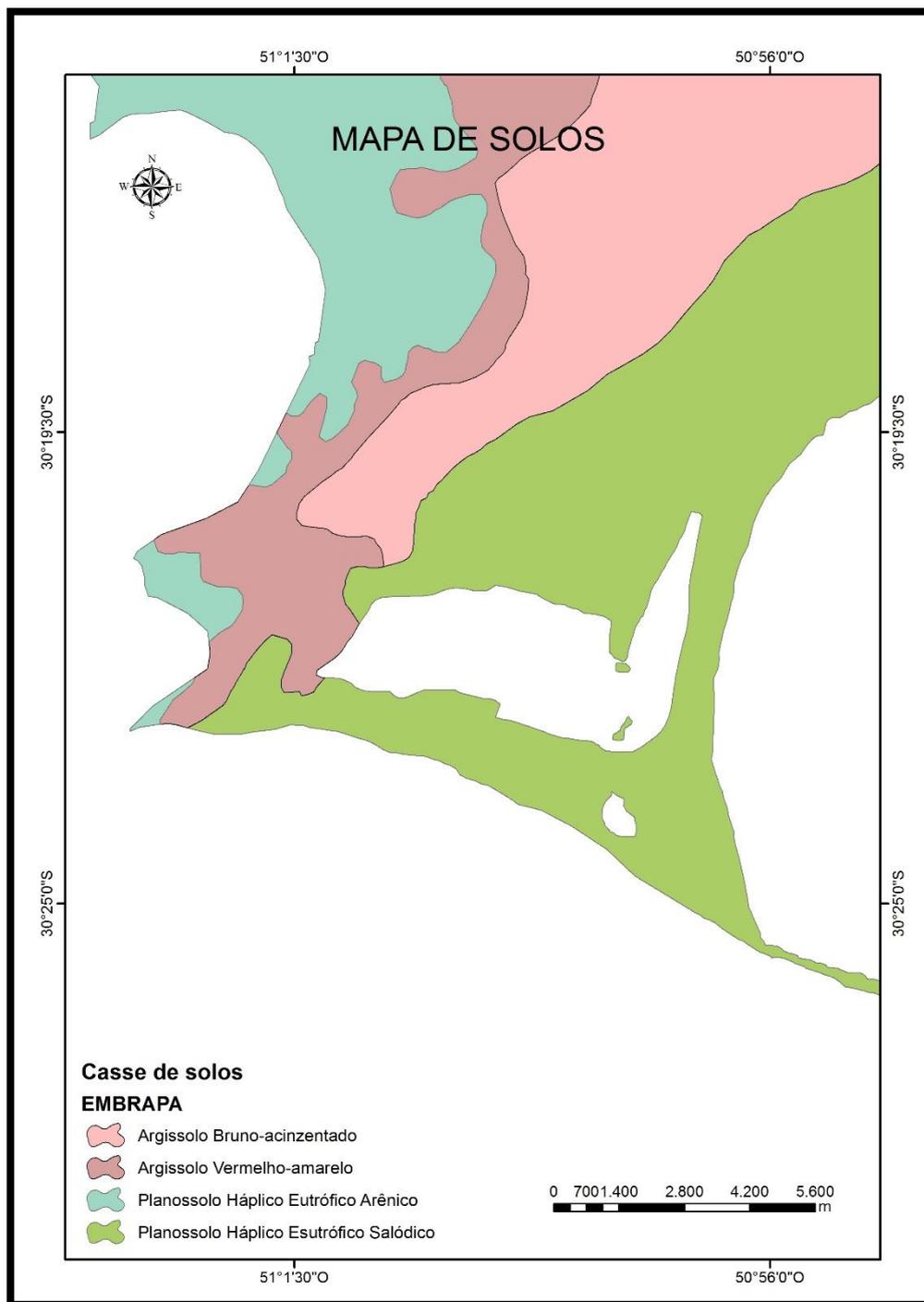


Figura 65. Mapa de solos - EMBRAPA

FONTE: Elaborado pelo autor

Os Argissolos são solos com evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial (A+E) ao horizonte B; são geralmente profundos a muito profundos, desde bem até imperfeitamente drenados, geralmente de cores avermelhadas ou amareladas;

Os Planossolos que aparecem cobrindo grande parte do parque, são solos imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em áreas de várzea, com relevo plano a suavemente ondulado. (EMBRAPA, 2006)

Os Neossolos encontrados nas ilhas das Pombas e Ponta Escura não são observados na área do Parque Itapuã, porém a região do município da Barra do Ribeiro apresenta um Neossolo Flúvico observado no mapa abaixo (Figura 66).

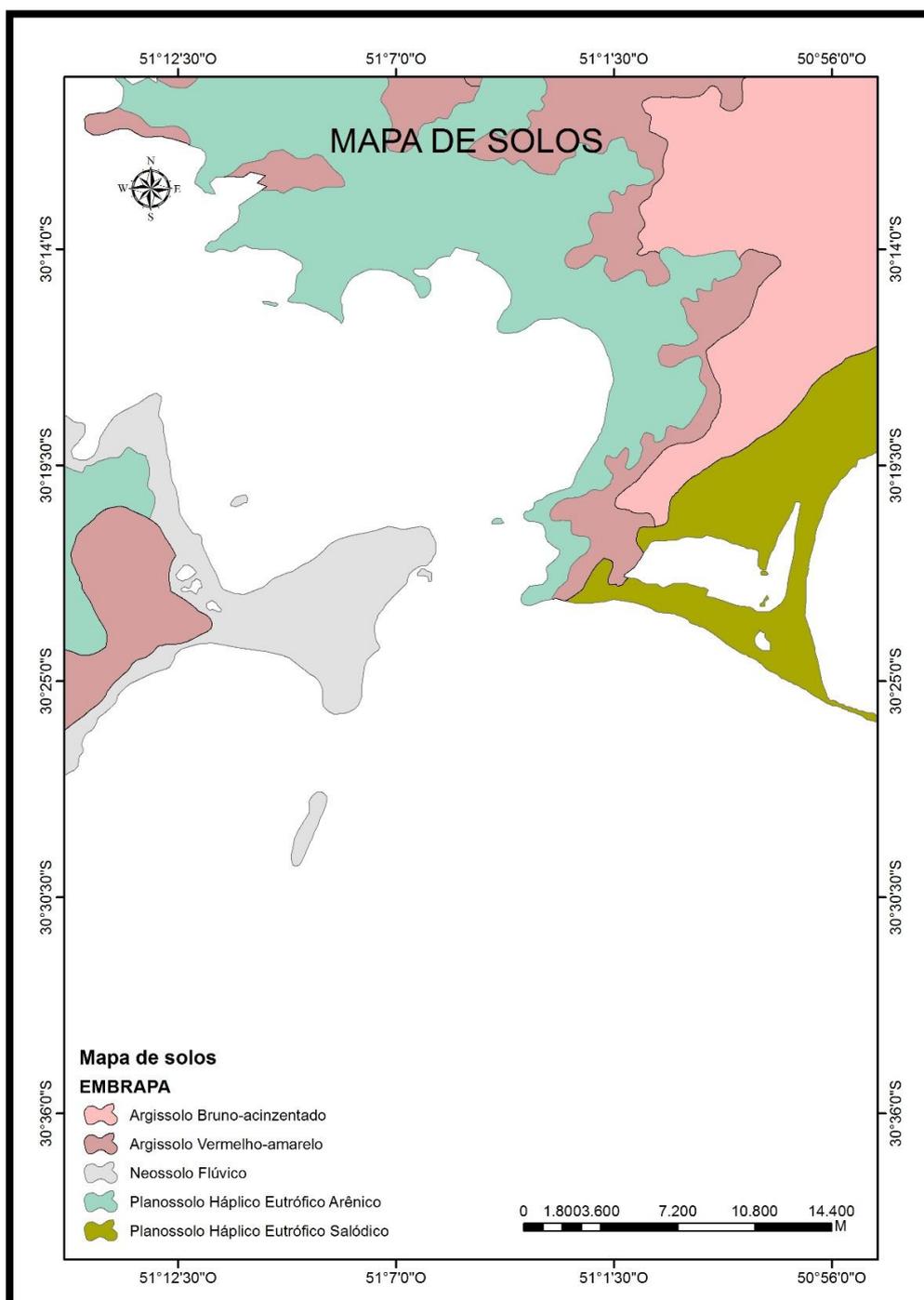


Figura 66. Mapa de solos – incluindo Barra do Ribeiro

FONTE: Elaborado pelo autor

De acordo com o mapa a ilha Ponta Escura aparece como Neossolo Flúvico, porém de acordo com as observações em campo e análises foi detectado o Neossolo Quartzarênico, descrito a seguir.

4.6.1 Neossolos Quartzarênicos - Ilha da Ponta Escura

No segundo nível categórico, os Neossolos são classificados em: Litólicos, Regolíticos, Flúvicos e Quartzarênicos.

Os Neossolos Quartzarênicos constituem-se em solos pouco evoluídos e com ausência de horizontes “B” diagnóstico, o radical “*neo*” assinala solo jovem, pouco desenvolvido. O critério de classificação, nesta classe de solo, é a insuficiência de atributos diagnósticos que caracterizem sua pedogênese, como pouca diferenciação entre horizontes, com o horizonte “A” sucedido pelo horizonte “C” ou “R”, e predominância de características provenientes do material de origem.

Os Neossolos Quartzarênicos (Figura 67) se caracterizam por apresenta ausência de contato lítico nos primeiros 50 cm de profundidade, sequência de horizontes “A-C”, textura areia ou areia franca em todos os horizontes, fração areia grossa e areia fina com 95% ou mais de quartzo e ausência de minerais primários alteráveis.



Figura 67. Ilha Ponta Escura – Neossolos Quartzarênicos

FONTE: Elaborado pelo autor

A sua constituição é basicamente, por quartzo, desprovida de minerais alteráveis, o que limita a reserva de nutrientes para as plantas. Assim, a baixa capacidade de adsorção de nutrientes desta classe de solo acarreta em elevadas perdas de nutrientes por lixiviação, sobretudo quando adicionados via adubação mineral (Oliveira, 2008).

Os atributos físicos dos Neossolos Quartzarênicos se caracterizam pela textura arenosa, o que resulta em limitações na disponibilidade de água para as plantas, com exceção feita aos Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, (classes do terceiro nível categórico) que estão sob influência do lençol freático, não presente na ilha.

Os Neossolos Quartzarênicos Órticos apresentam características de solos bem drenados, diferentemente dos Hidromórficos e observa-se principalmente nas proximidades próximo ao banhado. (Figura 68)



Figura 68. Solo próximo ao banhado

FONTE: Foto do autor

O mapa a seguir (Figura 69) apresenta as diferentes subordens dos Neossolos na ilha da Ponta Escura.

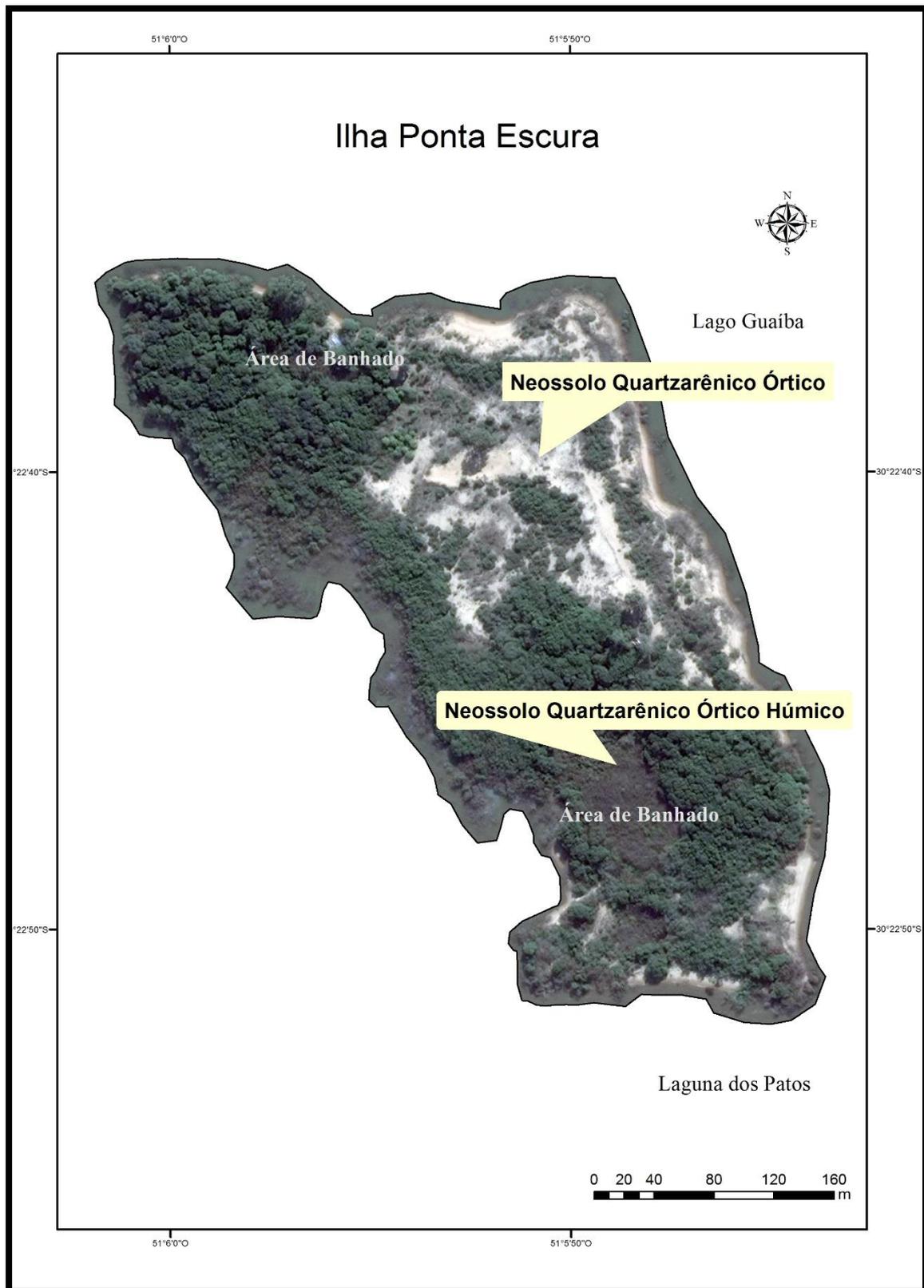


Figura 69. Mapa da Ponta Escura – Neossolo Quartzarênico

FONTE: Elaborado pelo autor

4.6.2 Neossolos Litólicos – Ilha das Pombas

Os Neossolos Litólicos são solos com contato lítico dentro de 50 cm e estão normalmente associados aos afloramentos de rochas, com sequência de horizontes A-C-R, A-R, segundo SiBCS (Embrapa, 2006).

Tais solos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como mostra a Tabela 19, onde são relacionadas as características das classes de solo e as implicações para uso e manejo.

Tabela 19. 3º Nível categórico

Terceiro nível	Características
Hísticos	Camada superficial totalmente orgânica
Húmicos	Camada superficial rica em matéria orgânica.
Carbonáticos	Presença de carbonato de cálcio sem que este afete o desenvolvimento da maioria das plantas.
Chernossólicos	Solos com a presença de um horizonte chernossólico.
Distro-úmbricos	Solos de baixa fertilidade; presença de Horizonte superficial, com boa estrutura, bom teor de carbono, mas de baixa fertilidade.
Distróficos	Solos de baixa fertilidade.
Eutro-úmbricos	Solos de alta fertilidade; presença de Horizonte superficial, com boa estrutura, bom teor de carbono, com alta fertilidade
Eutróficos	Solos de alta fertilidade.

Fonte: EMBRAPA, 2014.

As características morfológicas desses solos se restringem praticamente às do horizonte A, o qual varia em média, de 0,15 a 0,40 m de espessura, (Figura 70) sendo que a cor, textura, estrutura e consistência, dependem do tipo de material de origem (Silva & Silva, 1997b).



Figura 70. Solo com contato lítico a 8 cm

FONTE: Foto do autor

4.6.3 Neossolo Flúvico

Os Neossolos Flúvicos, são oriundos de sedimentos recentes referidos ao período do quaternário, são formados pela sobreposição de camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre elas, devido ao seu baixo desenvolvimento pedogenético.

Apresentam espessura e granulometria bastante diversificada, devido as várias formas de deposição do material originário. Possuem cores e texturas diversas com predomínio das cores variando de bruno-escuro a bruno-claro, matizes 10YR e 7,5YR com valores de 3 a 6 e cromas de 2 a 4 e texturas mais comuns nas classes franco-arenosa, franco-argilosa, argilossiltosa, franca e argilosa.

O mapa a seguir (Figura 71) apresenta a distribuição dos Neossolos na Ilha das Pombas.

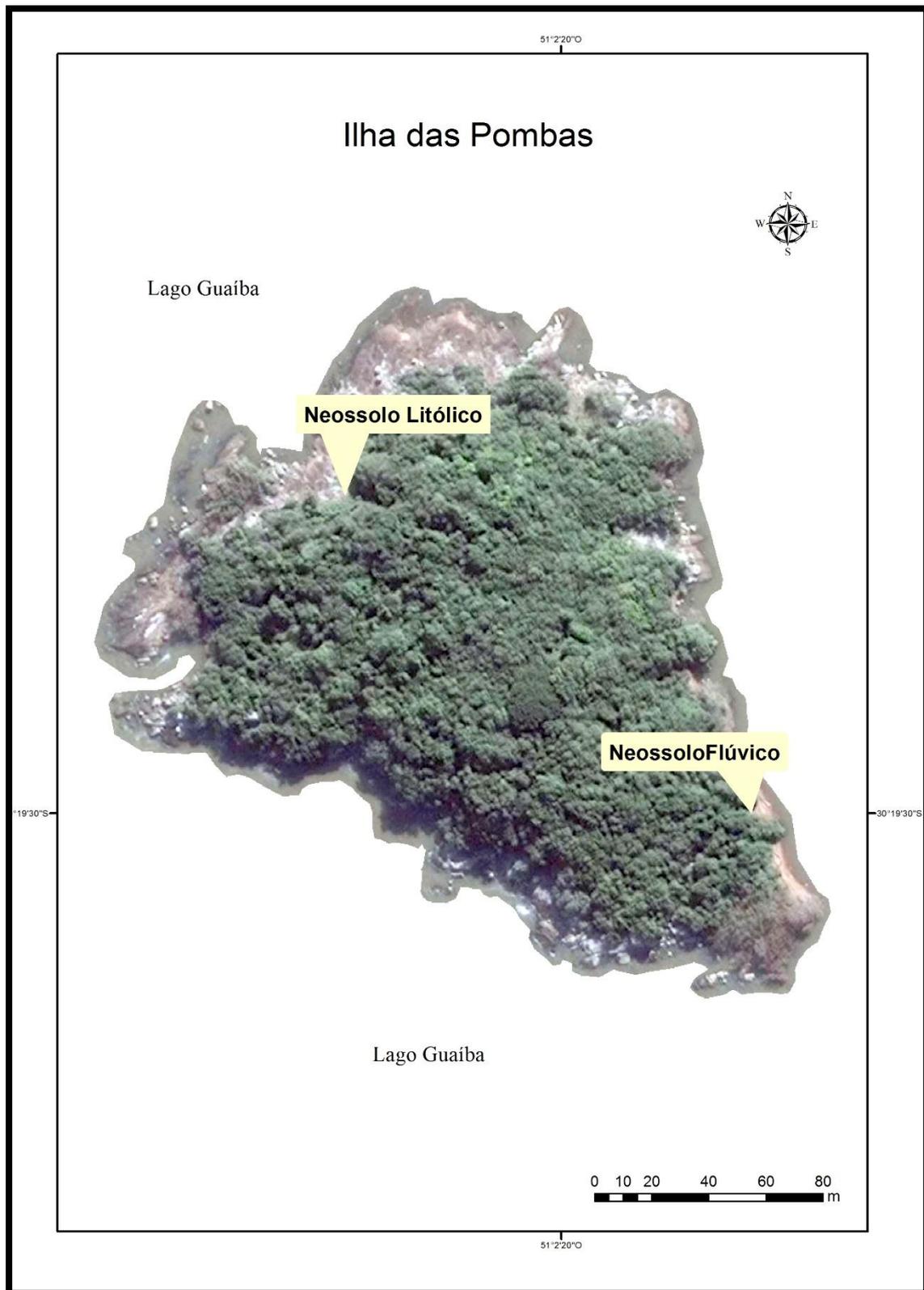


Figura 71. Ilha das Pombas – distribuição das subordens dos Neossolos

FONTE: Elaborado pelo autor

4.7 Classificações dos Estratos Vegetais

Durante todo o processo de pesquisa bibliográfica sobre a área de estudo, não foram identificados nenhum trabalho específico sobre a Ilha da Ponta Escura e Ilha das Pombas. As informações sobre a vegetação da área foram retiradas do Plano de Manejo do Parque Itapuã e trabalhos referentes a área do parque, Scherer (2005) porém sem destaque para as ilhas.

A classificação dos estratos vegetais foi identificada em campo, através de observações e registro fotográfico, assim como a utilização de técnicas de fotointerpretação, observando a divisão estrutural das formações vegetais, com atenção especial as fisionomias.

O Parque Estadual de Itapuã é uma das poucas áreas da Região Metropolitana de Porto Alegre onde estão representadas e preservadas as diversas fitofisionomias que ocorriam na orla do lago Guaíba e nos morros graníticos do município, as quais são hoje raras devido à expressão urbana (Rio Grande do Sul, 1997).

O parque apresenta duas formações distintas em sua história e estrutura, exibem uma variação de habitats em função, principalmente, das condições de solo, fertilidade e drenagem. A vegetação em um modo geral é formada por *florestas e campos*, caracteriza-se pela grande diversidade de tipos fisionômico florísticos.

Na região a vegetação recobre em grande parte depósitos eólicos, que são representados por dunas fixas ou móveis (Teixeira *et. al.* 1986), tais áreas são caracterizadas pela formação sedimentar do período do quaternário, com raros afloramentos de rochas antigas como o granito pré-cambriano de Itapuã e São Lourenço do Sul, o arenito triásico e o basalto jurássico de Torres e Itapeva (WAECHTER, 1985).

De acordo com as suas características edáficas as comunidades vegetais da Restinga sul brasileira, resulta de pequenas variações topográficas, da natureza e idade dos diferentes depósitos geológicos, associados as condições de clima úmido (SCHERER, 2005).

De acordo com Lindman (1906) e Waechter (1985), as comunidades arbóreas de substrato arenoso ocorrem praticamente ao longo de toda a Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

Tais ecossistemas são sensíveis, pois são áreas de formações vegetais de solos recentes, como os Neossolos, encontrados nas duas ilhas. A vegetação tem um papel de

extrema importância para a estabilização do substrato nestes ambientes, agindo como uma proteção da ação do vento, que se constitui em importante agente modificador da paisagem, e mantendo a drenagem natural, bem como preservando a fauna residente e migratória. (LINDMAN 1906, LAMEGO 1946, RAMBO 1956).

4.7.1 Ilha das Pombas

Analisando a ilha das Pombas observa-se uma área bem preservada com uma vegetação de grande porte, principalmente no interior da ilha, porém com variações de estratos vegetais, como apresenta a (Figura 72).

De acordo com o Plano de Manejo do parque o estrato arbóreo é formado por árvores não muito altas, entre elas as mais frequentes são: “*Guapira opposita* (maria-mole), *Lithraea brasiliensis* (aroeira), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Trichilia clauseni* (catiguá), *Allophylus edulis* (chal-chal), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-branco)”.



Figura 72. Estratos Vegetais – Arbustivo e Arbóreo

FONTE: RAMOS, 2014

O estrato arbóreo pode formar por vezes, o sub-bosque – um nível intermediário de árvores que se sobressai ante o estrato arbustivo, porém não alcança a copa das árvores maiores.



Figura 73. Estrato arbóreo predominante na ilha

FONTE: Foto do autor

O mapa a seguir (Figura 74) apresenta os estratos vegetais, classificados através da classificação supervisionada, realizada no software ArcGis 10.2.2, onde conhecida a classe que gerou cada padrão na amostra de moderação, o classificador replica a decisão correta para novas amostras.

Os métodos de classificação supervisionada são baseados nos classificadores, que usam as funções estatísticas ou outras regras de lógica para avaliar e comparar as características das reflectâncias espectrais dos pixels com as características de uma determinada classe de padrão, para classificar e delinear as classes das imagens digitais. (LIU, 2007).

Para tal análise levou-se em consideração as observações realizadas em campo para a melhor escolha das amostras.

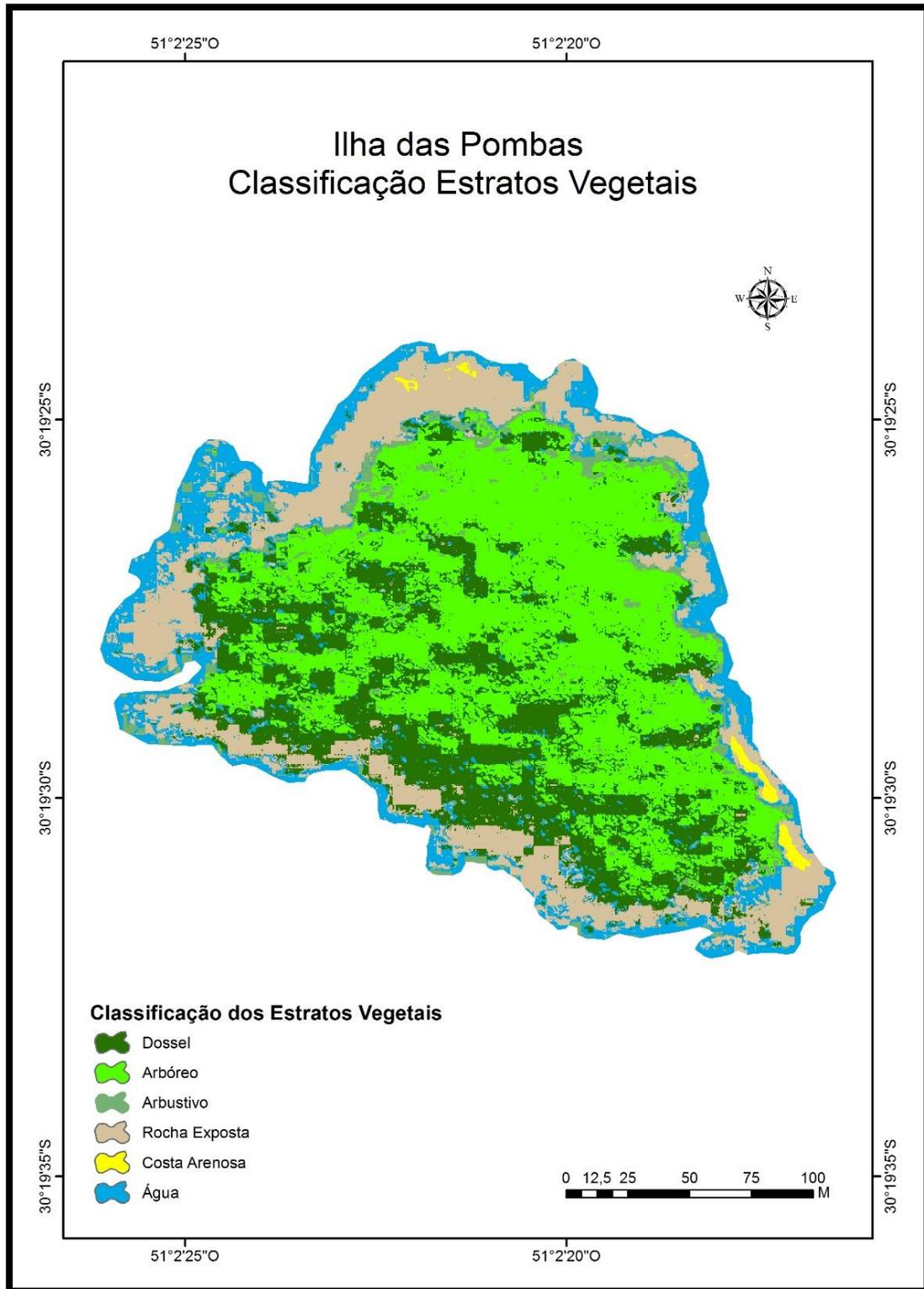


Figura 74. Mapa da ilha das Pombas – classificação dos estratos vegetais

FONTE: Elaborado pelo autor

A ilha das Pombas se caracteriza por uma ilha rochosa, podemos observar no mapa uma quantidade considerável de rocha exposta no entorno da ilha, o estrato vegetal que se destaca é o arbóreo cobrindo desde as bordas até o interior da ilha. O

dossel formado pelas copas das árvores que atingem maiores alturas, se concentra na parte sul, com pequenas malhas na parte central. O estrato arbustivo se localiza no entorno da ilha, com contato direto com a rocha granítica. Observa-se também no mapa uma pequena faixa de areia, onde foram realizadas as coletas para análise laboratorial.

4.7.2 Ilha da Ponta Escura

A ilha Ponta Escura é uma ilha sedimentar, diferentemente da ilha das Pombas, apresenta um mosaico de áreas de banhados, dunas e uma vegetação mais esparsa (em comparação com Pombas e Junco).

Observa-se características de um tipo de formação pioneira, pois ocorrem ao longo do litoral, bem como nas planícies fluviais e mesmo ao redor das depressões aluvionares (pântanos, lagoas e lagoas), ocorrem frequentemente em terrenos instáveis cobertos de vegetação em constante sucessão. Ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias marinhas nas praias e restingas. (Manual Técnico de Vegetação Brasileira, 1991).

Os estratos vegetais podem ser observados de forma mais clara, pois a vegetação nos permite adentrar na ilha para uma melhor análise.

O estrato herbáceo (nível próximo ao chão), como se observa na figura 75, apresenta uma vegetação rasteira e espinhosa, gramíneas *Pharus glaber*, *Olyra humilis* e diversas pteridófitas.



Figura 75. Imagem dos estratos arbustivo e herbáceo

FONTE: Elaborado pelo autor

Na fotografia tirada em um setor mais alto da ilha, com 4 m de altitude, observamos as estratificações da vegetação, onde percebemos a presença de emergentes, árvores que se desenvolvem acima do dossel.

A ilha da Ponta Escura devido à presença antrópica até poucos anos atrás, observou-se maior quantidade de espécies exóticas, como o Eucalipto (*Eucalyptus*) representado na foto, estrato emergente (Figura 76).



Figura 76. Estratos Vegetais

FONTE: Foto ao autor

Para a confecção do mapa abaixo (Figura 77) foi realizado o mesmo processo já citado anteriormente para a ilha das Pombas, porém observa-se características não representadas no mapa anterior, como a presença de áreas de banhados em transição com áreas de dunas.

O estrato herbáceo pode ser identificado sobrepondo a duna e em seu entorno, o estrato arbóreo e dossel se alternam principalmente ao noroeste da ilha.

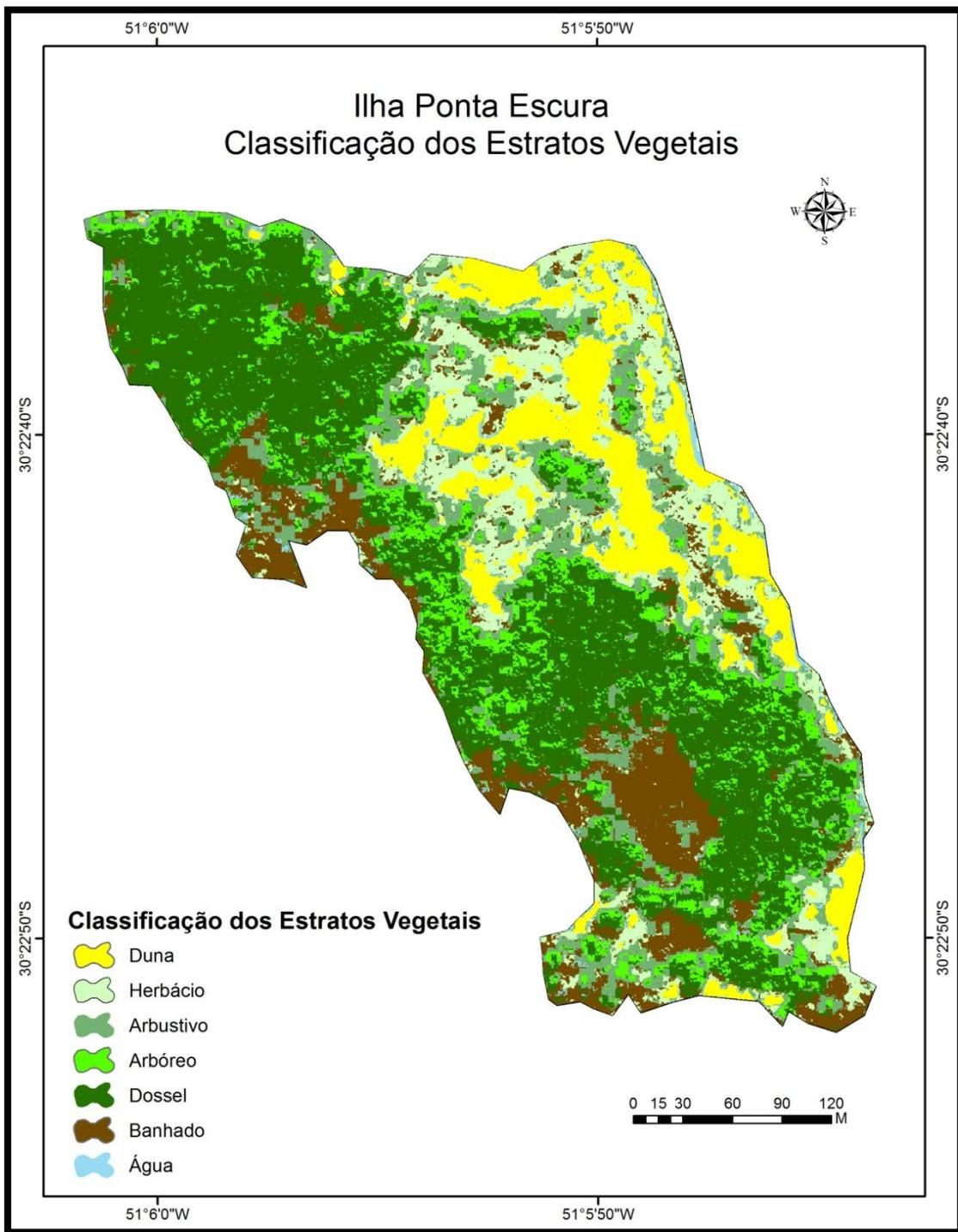


Figura 77. Mapa da Ilha Ponta Escura- Classificação dos Estratos Vegetais

FONTE: Elaborado pelo autor

4.8 Quantificação para fins de Geoconservação

A quantificação de cada uma das ilhas está exposta nas Tabelas 20, 21, 22, que traz os resultados finais dos critérios A, B e C (descritos com detalhe no capítulo 3) e o seu valor final, obtidos através da metodologia de Brilha (2005).

Tabela 20. Critérios Intrínsecos das ilhas das Pombas e Ponta Escura

CRITÉRIOS	Códigos	Ilha Ponta Escura	Ilha das Pombas
Raridade	A1	4	4
Extensão	A2	1	1
Grau de conhecimento científico	A3	1	1
Utilidade como modelo para ilustração de processos geológicos	A4	3	3
<i>Critérios Intrínsecos</i> Diversidade de elementos de interesse - mineralogia	A5	4	1
Local - Tipo	A6	3	3
Associação com elementos de índole cultural	A7	5	5
Associação com outros elementos do meio natural	A8	3	5
Estado de Conservação	A9	4	4
<i>Valor Total</i>		28	27

Os valores quanto aos critérios intrínsecos (A) se diferenciam no item A5 - diversidade de elementos de interesse presentes (mineralogia), pois segundo os resultados mineralógicos obtidos nas coletas realizadas em campo, observou-se uma grande quantidade de minerais pesados, principalmente no sul da ilha Ponta Escura. O mineral mais recorrente é a Turmalina Escura (*Schorlita*).

Na amostra na ilha das Pombas o percentual de minerais pesados foi considerado extremamente baixo, não representativo no total da amostra.

Outro critério que apresenta diferença é o A8 - associação com outros elementos do meio natural, devido principalmente a flora que se destaca na ilha das Pombas, com uma vegetação fechada, com estratos vegetais variando entre arbóreo e dossel, de grande porte, dificultando o acesso no interior da ilha. Já na ilha Ponta Escura a flora e fauna apresenta interesse moderado. Porém apresenta áreas de grande relevância ecológica como são os banhados, com uma riqueza no que diz respeito a biodiversidade.

No critério A3 - grau de conhecimento, observa-se a falta de interesse no meio acadêmico nos estudos do meio físico em ilhas. Nenhuma das opções do critério A3 contempla como conhecimento científico a produção de monografias, atualmente o grau de exigência acadêmica tem se mostrado cada vez maior e produzido resultados sérios e confiáveis.

Tabela 21. Critérios de Uso da ilha das Pombas e Ilha Ponta escura

CRITÉRIOS	Códigos	Ilha Ponta Escura	Ilha das Pombas
Possibilidade de realizar atividade - científicas - pedagógicas	B1	3	3
Condições de observação	B2	5	5

Possibilidade de coleta de objetos geológicos	B3	4	4
Acessibilidade	B4	1	1
Proximidade a povoações	B5	2	2
Número de habitantes	B6	1	1
Condições sócio econômicas	B7	1	1
<i>Valor Total</i>		17	17

Quanto aos critérios de uso e necessidade de conservação os resultados foram os mesmos, pois as duas ilhas estão em área de parque, e estão sujeitas as mesmas regras de uso, onde só é permitida a presença de pesquisadores com a devida autorização dada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente, não sendo possível a entrada para fins de lazer. Porém a fiscalização de forma mais integral é um processo lento, que demanda logística e profissionais para exercer essa atividade.

A atribuição de valores a elementos da geodiversidade, a constatação de suas vulnerabilidades e a sua individualização como patrimônio geológico, reforçam a necessidade de que os temas das Ciências da Terra cheguem tanto ao público leigo como aos profissionais da área.

Tabela 22. Necessidade de Conservação da ilha das Pombas e Ilha Ponta Escura

CRITÉRIOS	Códigos	Ilha Ponta Escura	Ilha das Pombas
Ameaças atuais ou potenciais	C1	5	5
Situação atual	C2	1	1

Interesse para a exploração mineira	C3	5	5
Valor dos terrenos	C4	3	3
Regime de propriedade	C5	5	5
Fragilidade	C6	1	1
<i>Valor Total</i>		20	20

Para a quantificação dos critérios utilizou-se a fórmula: $Q = A+B+C/3$

ILHA PONTA ESCURA	ILHA DAS POMBAS
Q= 22	Q= 21

Quanto maiores forem os valores de Q, maior é a necessidade de preservação e mais urgente é a necessidade de serem aplicadas propostas de geoconservação.

Os números foram considerados relativamente altos se considerarmos a área analisada, principalmente no que diz respeito aos valores intrínsecos (Ponta Escura 28 e Pombas 27), pois são ilhas pequenas, com poucos ambientes com as mesmas características, e principalmente o baixo grau de conhecimento científico sobre elas.

Em trabalhos realizados por PROCHOROFF (2014) no município de Ilhabela (SP) desenvolveu-se um levantamento do patrimônio geológico de valor científico, onde foram selecionados nove geossítios. Para a quantificação foram utilizados o mesmo método aplicado nesse trabalho, além de uma comparação com a metodologia aplicada pela CPRM na plataforma Geossit, que combina parâmetros e quesitos do método de Brilha (2005) e Garcia - Cortés & Carcavilla Urquí (2009).

Os resultados foram comparados e então realizado uma discussão acerca do seu uso na área de estudo, concluindo-se que é necessária a extensa aplicação do método da CPRM (Geossit) com o contínuo trabalho e desenvolvimento de alternativas e parâmetros que contemplem integralmente a grande diversidade de ambientes brasileiros.

Tal pesquisa forneceu importantes dados sobre a relevância científica, das vulnerabilidades e das ameaças do patrimônio geológico de Ilhabela, demonstram os

locais com maior necessidade de pesquisas científicas, apontam destinos didáticos para fins de educação ambiental, bem como oferecem subsídios para a implementação de iniciativas de gestão que valorizem e protejam a geodiversidade enquanto promovem o desenvolvimento social da região.

Os valores finais da quantificação dos critérios de Brilha (2005) para os geossítios de Ilhabela, foram em primeiro lugar com 25,33 para o Diques da Ponta da Sela, segundo com 24,67 para Gabros estratiformes, terceiro com 24,33 para a Praia da Figueira e o menor valor se deu em Buraco do Cação com 21,67.

Os valores de Q (necessidade de geoconservação) analisados em Ilhabela foram maiores que os valores das Ilhas das Pombas e Ponta Escura, porém observa-se que os ambientes tem dinâmicas diferentes, principalmente no que diz respeito ao tamanho das ilhas e o complexo em que estão inseridas.

Sugere-se neste trabalho, a necessidade de maiores investigações sobre as ilhas, não apenas as pesquisadas no trabalho, mas também aquelas que se localizam no lago Guaíba, pois apresentam um alto grau de importância para o ambiente e podem representar valores altos para fins de geoconservação, principalmente aquelas localizadas fora da área do parque e sujeitas a uma ação antrópica mais intensa.

5. CONCLUSÃO

A geodiversidade ainda é pouco conhecida pelo grande público, pelos educadores, pelas autoridades e até mesmo por pesquisadores de outros domínios científicos.

Durante toda a dissertação buscou -se trazer o conhecimento da geodiversidade aliada a geoconservação, mostrando a importância de tal tema para as geociências, buscou também refletir sobre a importância desse reservatório de informações imprescindíveis à compreensão do passado do planeta terra, das transformações sofridas e a evolução dos mesmos.

Com a perda da geodiversidade, acabamos perdendo fontes ricas de informação dificultando o avanço científico, além do valor enquanto patrimônio da geodiversidade.

Não costuma se preservar o que não se conhece, por este motivo a primeira fase do trabalho se deu na investigação detalhada da área de estudo: Ilha da Pombas e Ponta Escura, com a saída em campo afim de melhor conhecer o ambiente, além de realizar coletas para análises em laboratório.

A geodiversidade é um conceito integrador, que abrange diferentes escalas, desde a micro a macro escala, englobando materiais e fenômenos geológicos que dão corpo ao planeta e o transforma, em sua estrutura e superfície. Tal motivo nos levou a uma investigação sedimentológica, pois a proveniência dos sedimentos nos fornece importantes informações sobre aspectos relevantes da geodiversidade, área fonte, tipos de transporte.

Os resultados apresentados nos fizeram refletir quão complexo é o sistema em que está insira as ilhas. A mineralogia demonstrou uma alta concentração de minerais pesados em uma pequena praia voltada para a Laguna dos Patos. Mas qual o motivo para essa concentração? Qual barreira fez com que esses sedimentos fossem acumulados em grande quantidade nesse local? Tais questões nos levam a perceber que o estudo deve ser ampliado, buscando mais informações de cunho geológico e ampliando a área de estudo, assim como avançando os estudos mineralógicos.

Ainda no que tange a sedimentologia, observou-se uma diferença nas granulometrias e morfoscópias das duas ilhas, ambientes distintos, pois a ilha Ponta Escura é sedimentar com grãos principalmente no lado sul da ilha, mais retrabalhados, com ação das ondas da laguna, sub arredondados a arredondados, tais grãos maduros,

por estarem maior tempo no sistema. Já na ilha das Pombas os grãos se apresentam imaturos, com arestas e angulosidades, indicando estarem menos tempo no sistema.

Quanto aos solos, observou-se uma característica em comum nas duas ilhas, o fato de ser um solo recente, portanto um Neossolo, com subordens distintas.

Com contato lítico a apenas 8 cm de profundidade no norte da ilha das Pombas, caracterizando-se um Neossolo Litólico e em outro setor da ilha um solo com características de sedimentos aluviais que apresentam um caráter flúvico.

Já na ilha Ponta Escura um Neossolo Quartzarênico, com texturas variando de areia média, com algumas contribuições de areia grossa, um solo bem drenado, indicando um ser Órtico.

Os estratos vegetais, outro item abordado no trabalho, também importante para entender a dinâmica da geodiversidade (apesar de não fazer parte dos conceitos abordados pelos autores), foi investigado em cada uma das ilhas, mostrando uma vegetação mais densa e fechada na ilha das pombas e mais esparsa na Ponta Escura.

Apesar de estarem em áreas de proteção integral, as ilhas apresentaram um número relativamente alto, de importância para a geoconservação. Pois são ambientes que apresentam um número baixo de pesquisas relacionadas, a ocorrências de ilhas com características semelhantes também é pequeno (principalmente ilha sedimentar como a Ponta Escura), entre outros fatores. A conjunção de todos os fatores intrínsecos, critérios de uso e a necessidade de conservação confere as ilhas um valor, para fins de criação de estratégias de geoconservação.

Urge a necessidade de mais pesquisas na área estudada, não apenas no Parque Estadual de Itapuã, mas ampliar esse conhecimento para as demais ilhas do lago, principalmente por não estarem em áreas de parque.

Uma vez que a quantificação de relevância é, como podemos perceber uma questão sensível e subjetiva, lanço o desafio a outro pesquisador, conhecedor das geociências, aplicar a mesma metodologia aplicada nessa dissertação, afim de realizar futuras comparações entre os resultados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLÈGRE, C. 1987 – **Da Pedra à Estrela**. Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- ALLÈGRE, C. 1999 – **L'écume de la Terre**. Fayard, Paris.
- BARRETO, M. 1999. **Turismo e Legado Cultural: as possibilidades de planejamento**. 4 ed. Papyrus, Coleção Turismo, Campinas, 96p.
- BERTRAND, G. 1971. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. 13º Caderno de Ciência da Terra. São Paulo, USP-IG. p. 13-27.
- BOLACHA, E. 2008. Revista Electrónica de Ciências da Terra Geosciences On-line Journal GEOTIC – Sociedade Geológica de Portugal. v.6. nº2
- BRADY, N. C. e WEIL, R. 2013. **Elementos da Natureza e propriedades dos solos**. 3ª ed. Porto Alegre. Bookman. 686p.
- BRASIL. UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1982. Itapuã, análise preliminar do espaço geográfico. Porto Alegre. 203p.
- BRILHA, J. 2005. Patrimônio Geológico e Geoconservação: A conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 183 p.
- BROCHADO, José J. J. P. **An Ecological Model of the Spread of Pottery and**
- BRUSCHI, V. M. 2007. Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias – Universidad de Cantabria, Santander, 263p.
- CARVALHO, R. P.B. 2011. **Contribuições da análise de geossistemas na recuperação de áreas degradadas por mineração**. Caderno de Geografia, v.21, n.36.
- CHRISTOPHERSON, R. W. 2012. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman. 728p.
- COELHO, M. R. SANTOS, H. G.; SILVA, E. F. AGLIO, M. L. D. O. 2002. **O recurso natural do solo**. In: MANZATTO, C. V. (Org.). Uso Agrícola dos Solos Brasileiros. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. P. 1-12.
- CRISTOFOLETTI, A. 1999. **Modelagem de sistemas ambientais**. 3d. São Paulo: Edgard Blucher, 256 p.
- CUNHA, R. 1971. **O estuário do Guaíba: características texturais, mineralógicas, e morfológicas**. Porto Alegre, RS. 51p. Dissertação de Mestrado em Geociências. Programa de Pós Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- DIEGUES, A. C. 2001. **O mito da natureza intocada**. 3ª ed. Hucitec, São Paulo. 169p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Brasília: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Solos e Embrapa/Produção de Informação/Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.

ENGELHARDT, W. & ZIMMERMANN, J. 1988 – **Theory of Earth Science**. Cambridge University Press, Cambridge.

FERREIRA, A.; VIEIRA, G.; JANSEN, J. 2001. **Metodologias de Análise e de Classificação das Paisagens: O exemplo do projeto Estrela**. Finisterra, XXVI, 72, pp. 157-178.

FURLAN, S.A. 2005. Técnicas de Biogeografia. In: VENTURI, L.A.B. (org.) **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos. pp: 99-130.

GODDARD, C; *et al.*1975. **Rock Color Chart. Reprinted**. Colorado: The geological society of América, Boulder.

GRAY. M. 2004. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. Chichester: John Wiley and Sons. 434p.

GUERRA. A. J. T. e CUNHA. S. B. 2010. **Geomorfologia e meio ambiente**. 9ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 396p.

HASENACK, Heinrich et al. (Coord.). **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação/Ocupação e Paisagem**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. 84 p.

HOLLAND, M. M; RISSER, P. G; NAIMAN, R.J. 1991. **Ecotones: The role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environment**. Chapman & Hall, New York, USA.

JENNY, H. **Factors of Soil Formation**. New York, Mcgraw-Hill, 1941. 281p.

KLEIN, C. DUTROW. B. 2012. **Manual dos Minerais**. 23ed. 716p.

KLEIN. V. a. 2008. **Física do solo**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo. 2012p.

KOZLOWSKI, S. 2004. **The concept and scope of geodiversity**. *Przegląd Geologiczny*, 52 (8/2): 833-837. Disponível em: http://www.pgi.gov.pl/pdf/pg_2004_08_2_22a.pdf. Consultado em: 12-01-2014

LAMEGO, A.R. 1946. **O homem e a Restinga**. Rio de Janeiro, IBGE.

LAUDAN, R. 1987 – **From Mineralogy to Geology: The Foundations of a Science, 1650-1830**. University of Chicago Press, Chicago.

LEBRETON, P. 1971. **L'évolution du concept de conservation de la nature.** Options Mediterraneennes, 9: 18-25.

LEI Nº 9.985/00. **SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em 10 de abril de 2014.

LINDMAN, C.A.M. 1906. **A vegetação no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Livraria Universal.

LIU. W. T.H. 2007. **Aplicações do Sensoriamento Remoto.** Campo Grande: UNIDERP. 908P.

MANUAL TÉCNICO DE PEDOLOGIA. **Manuais técnicos em geociências. Divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências.** IBGE. 1ª edição 1994 2ª edição 2007.

MARCOS, Z. Z. 1982. **Ensaio sobre Epistemologia Pedológica.** Cah. O. R. S. T. O. M., série Pedol., v. 19, n. 1, p. 5 - 28.

MENEGAT, R. 2009. Transcrição da Palestra proferida em 24 de Julho de 2009. **Geoparques como laboratório de inteligência da terra.** Geol. USP. São Paulo, v 5. p. 91-103.

MILLER, K. 1997. **A evolução do conceito de Áreas Protegidas do Mundo.** Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de conservação, Curitiba, V1:3-21.

MOURA, N. S. **Uma prática em pesquisa - A evolução do relevo na área de Itapuã - RS.** Porto Alegre, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1987. 57p.

NASCIMENTO, M.A.L.; Ruchkys, U. & Mantesso-Neto, V. 2008. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 120 p.

NICOLODI, J. L. TOLDO, E. E, Jr. & FARINA. L . 2010. **Dinâmica e ressuspensão por ondas no Lago Guaíba (RS, Brasil) e implicações nos locais de captação de água para abastecimento humano.** *Pesquisas em Geociências*, 37 (1): 25-39, jan./abr.

NIETO, L. M. 2001. **Patrimônio Geológico, Cultura y Turismo.** Boletín del Instituto de Estudios Ginnenses, n. 182, p. 109-122.

ODUM, E. P. & BARRET, G. W. 2007. **Fundamentos de Ecologia.** Thomson Learning : São Paulo. 612p

OLIVEIRA. J. B. 2008. **Pedologia Aplicada.** Piracicaba: FEALQ. 592P.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), Departamento de Econômica e Questões Sociais (Undesa), Divisão de População. 2010. World Urbanization Prospects: The 2009 Revision; Highlights. UN. New York, 52p.

OWEN, D.; PRICE, W.; REID, C. 2005. **Gloucestershire cotswolds: geodiversity audit & local geodiversity action plan**. Gloucester: Gloucestershire Geoconservation Trust.

PELLEGRINI, F. A. 2000. **Ecologia, cultura e turismo**. Coleção turismo, Papirus, São Paulo. 188p.

PEREIRA, R. G. F. A. 2010. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil)**. Tese de Doutorado. Escola de Ciências da Universidade do Minho. Portugal.

PRESS, F; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. 2006. **Para entender a Terra**. 4. ed. Tradução Rualdo Menegat. Porto Alegre: Artmed, 656 p. il.

PROCEMPA. **Lago Guaíba**. Disponível em <http://www.procempa.com.br/>. Acesso em 03 de abril de 2014.

PROCHOROFF, R. 2014. **Patrimônio geológico de Ihabela - SP: estratégias de geoconservação**. Dissertação de Mestrado. IGC/USP. São Paulo. 176p.

RAMBO, B. 1956. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2 ed.^a. Porto Alegre, Livraria Selbach.

RIO GRANDE DO SUL, 1997. **Plano de manejo Parque Estadual de Itapuã/RS**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, Departamento de Recursos Naturais Renováveis.

RIO GRANDE DO SUL, 1997. SAA: Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Porto Alegre. Plano de manejo: Parque Estadual de Itapuã. 158p.

ROJAS, J. 2005. **Los desafíos del estudio de la geodiversidad**. Revista Geográfica Venezolana, 46 (1): 143-152. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24639/2/nota2.pdf>. consultado em 02-2014.

RSNC – **Royal Society for Nature Conservation**. Online. Disponível em: <http://www.rscn.org.jo/orgsite/ContactUs/tabid/269/language/enUS/default.aspx>. Consultado em: 02-2014.

RUCHKYS, U.A. 2007. **Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: Potencial para criação de um Geoparque da UNESCO**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da UFMG, 211p.

- SANTOS, R. D. et al. 2005. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 100 p.
- SERRANO C., E.; RUIZ F, P. 2007. **Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial: el caso de Tiermes-Caracena (Soria)**. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, La Rioja, n. 45, p. 79-98.
- SHARPLES, C. 2002. **Concepts and Principles of Geoconservation**. PDF. Disponível em:[http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf). Acessado em 02 abril 2014, 81 p.
- SILVA, C. R. 2008. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro** / editor: Cassio Roberto da Silva. Rio de Janeiro: CPRM, 264 p.: il.: 28 cm.
- SILVA. J. R. C. SILVA. F. J. 1997. **Eficiência de cordões de pedra em contorno na tenção de sedimentos e melhoramentos de propriedades de um solo litólico**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. V.21. p. 447-456.
- STANLEY, M. 2003. **Geodiversity: our foundation**. Blackwell Publishing Ltd, *Geology Today*, 19 (3): 104 – 107.
- SUGUIO, K. 2003. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Blucher. 400p.
- TEIXEIRA, M.B.; COURA-NETO, A.B.; PASTORE, U. & RANGEL-FILHO, A.L.R. 1986. **Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos - Estudo fitogeográfico**. Pp: 541-620. In: Levantamento de Recursos Naturais. v.33, Rio de Janeiro, IBGE.
- TOLDO JR, E.E. 1994. **Sedimentação, Predição do Padrão de Ondas, e Dinâmica Sedimentar da Antepraia e Zona de Surfe do Sistema Lagunar**. Tese de Doutorado. Porto Alegre. Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. 183 p.
- TOLDO Jr. E. E. 2007. **Sedimentologia I. Notas de aula**. UFRGS. Instituto de Geociências. Departamento de Mineralogia e Petrologia. 31p.
- TRICART, J.1977. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE.
- UCEDA. A. C. 2000. **Patrimônio Geológico; diagnóstico, clasificación y valoración**. In: Suárez- Valgrande, J.P. (Ed) Jornadas sobre Patrimônio Geológico y Desarrollo Sostenible, Série Monografias, Ministério de Medio Ambiente de Espanã, p. 23-37.
- VIERO, A. C. 2010. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul** / Organização Ana Cláudia Viero [e] Diogo Rodrigues Andrade da Silva. – Porto Alegre: CPRM.

WAECHTER, J.L. 1985. **Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil**. Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica 33: 49-68.

WARTITI, M. E.; Malaki, A.; Zahraoui, M.; Ghannouchi, A. E. & Gregorio, F. 2008. **Geosites inventory of the northwestern Tabular Middle Atlas of Morocco**. Environ Geol, 55, p. 415–422.