



**ESTUDO COMPARATIVO DA ASSEMBLEIA DE MINERAIS DETRÍTICOS PESADOS NÃO-
OPACOS DOS DEPÓSITOS PRAIAIS NOS TRÊS SISTEMAS LAGUNA-BARREIRA DA PORÇÃO
EXTREMOSSUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL**

Porto Alegre, 2015

RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA ANONI

**ESTUDO COMPARATIVO DA ASSEMBLEIA DE MINERAIS DETRÍTICOS PESADOS NÃO-
OPACOS DOS DEPÓSITOS PRAIAIS NOS TRÊS SISTEMAS LAGUNA-BARREIRA DA PORÇÃO
EXTREMOSSUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL**

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

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) Juliana Charão Marques,
Prof.(a) Dr.(a) Maria Luiza Correa da Camara Rosa.

Porto Alegre, 2015

Anoni, Ricardo Augusto de Oliveira

Estudo comparativo da assembleia de minerais detríticos pesados não-opacos dos depósitos praias nos três sistemas Laguna-Barreira da porção extremossul da planície costeira do Rio Grande do Sul . / Ricardo Augusto de Oliveira Anoni. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2015.

[52 f.] il.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2015.

Orientador(es):Juliana Charão Marques

Coorientador(es):Maria Luiza Correa da Câmara Rosa

1. Bacia de Pelotas 2. Índices de Proveniência 3. Minerais Pesados
4. Quaternário I. Título. CDU 55

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Miriam Alves

CRB 10/1947

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso **ESTUDO COMPARATIVO DA ASSEMBLEIA DE MINERAIS DETRÍTICOS PESADOS NÃO-OPACOS DOS DEPÓSITOS PRAIAIS NOS TRÊS SISTEMAS LAGUNA-BARREIRA DA PORÇÃO EXTREMO SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL**, elaborado por RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA ANONI, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Comissão Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. Carla E. de Barros;

Prof. Dr. Jair Weschenfelder;

Prof. Dr. Ricardo Baitelli.

Para Evaneide Teixeira de Oliveira, Carina,
e Luiz Antônio Anoni.

Muito obrigado à todas e todos envolvidos na realização deste trabalho: Maria Luiza, Juliana, Marcelo, Seu Aauto, Denise, Gilberto.

Às Amigas e aos amigos da CEU, que me cativaram e mostraram que o caminho é feito de muitos: Roger, Val, Guiga, Ivana ...

Saravá Felipe Bishoff! Saravá Mestre Renato!

Muito Obrigado à família Robin.

RESUMO

Proveniência é uma característica do sedimento que o relaciona às rochas-fonte e à história deposicional. O Objetivo deste trabalho é realizar análises comparativas de fatores de proveniência com base na composição de minerais pesados não-opacos e fatores sedimentológicos entre seis amostras coletadas nas três Barreiras costeiras de idades holocênicas e pleistocênicas (Barreiras II,III e IV), presentes na porção extremossul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, integrante da Bacia de Pelotas. Utilizaram-se seis amostras, sendo duas de cada barreira; foram realizadas medidas de distribuição granulométrica, da relação entre minerais leves e pesados obtidas por separação de minerais via líquido denso, análises composicionais de minerais pesados não opacos por técnicas de microscopia ótica, seguido do cálculo de índices de proveniência ZRT% - soma das porcentagens relativas de zircão, rutilo e turmalina - para avaliar o grau de retrabalhamento do sedimento, e GZi – razão entre os valores de composição de granada e zircão - para avaliar possíveis modificações nos fatores de proveniência. Os aspectos granulométricos apresentaram características tipicamente de ambientes praias, com sedimentos com uma única moda, em torno do tamanho areia fina. A relação observada entre minerais leves e pesados é crescente, quanto mais jovem a barreira analisada. Os índices ZTR% apresentaram valores relativamente próximos para as três barreiras, sendo inconclusivo para avaliar o grau de retrabalhamento. O índices GZi, apresentaram valores contrastantes, indicando possíveis modificações nos fatores controladores da composição do sedimento ente as diferentes barreiras.

ABSTRACT

The main goal of this work is to compare features of detrital non opaque heavy minerals deposited in the beaches' sand of three sedimentary sequences type barrier-lagoon in southernmost Brazil. Calculating the relative proportion of the heavy minerals in the sediments, detrital non opaque heavy mineral composition and also the provenience sensives index (ZTR% and GZi) - we found out sensible differences among the three deposits: the value of the relative heavy minerals concentration has decreased over the barrier age. The "ZTR%" index shows similar values and the "GZi index" presents contrasting values between the deposits and similar values at same.

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Localização e Mapa Geológico Simplificado da PCRS. (Modificado de Tomazelli et al., 2000).</i>	17
<i>Figura 2. Curva de razão de isótopos de oxigênio (Williams et al. 1988, fig. 14). Seção geológica esquemática transversal à Bacia na latitude aproximada de Porto Alegre (Modificado de Tomazelli et al., 2000, figs. 1 e 2).</i>	18
<i>Figura 3. Mapa de compartimentação Geotectônica do ESRG e adjacências (Phillip, 2007).</i>	19
<i>Figura 4. Exemplo de Imagem orbital capturada pelo satélite CBERS 2 em composição RBG-423 (canal do infravermelho).</i>	23
<i>Figura 5. Equipamento de posicionamento GNSS TRIMBLE® modelo PROXRT; Pertencente ao IGeo-UFRGS.</i>	25
<i>Figura 6. Mapa de localização GNSS dos pontos amostrados. 'A', 'B': Amostras PB2_01 e PB2_02, da barreira II; 'C' e 'D': Amostras PB3_01 e PB3_02, da barreira II. 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K': Amostras praias da barreira IV. 'E' e 'F' correspondem às amostras PSUL_UPB_19 e PSUL_UPB_20.</i>	28
<i>Figura 7. Ponto amostrado PB3_01. Os depósitos da Barreira III afloram como falésias paralelamente à linha de costa atual.</i>	29
<i>Figura 8. Ponto amostrado. Corte feito à pá para exposição de estruturas deposicionais. ...</i>	30
<i>Figura 9. Tubo fóssil do gênero Chalichirus sp. observado no afloramento da Barreira II (PB2_01).</i>	31
<i>Figura 10. Ponto PB2_02. Exibe contato interpretado como erosivo entre depósitos praias e lente argilosa de coloração escura, na parte superior da imagem. Escala: A pá possui cabo de 50cm.</i>	31
<i>Figura 11. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).</i>	32
<i>Figura 12. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).</i>	33
<i>Figura 13. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).</i>	33
<i>Figura 14. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).</i>	34

<i>Figura 15. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).</i>	34
<i>Figura 16. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).</i>	35
<i>Figura 17. Gráficos relação entre minerais mais e menos densos que 2.89g/cm³.</i>	36
<i>Figura 18. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.</i>	37
<i>Figura 19. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.</i>	37
<i>Figura 20. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.</i>	38
<i>Figura 21. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.</i>	38
<i>Figura 22. Análise composicional por microscopia ótica.</i>	39
<i>Figura 23. Índice ZTR% - Soma dos valores em porcentagem da concentração de Zircão, Turmalina e Rutilo.</i>	39
<i>Figura 24. Índice GZi, relação entre as concentrações de Granada e Zircão.</i>	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 . Análise granulométrica estatística.....32

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Estado da Arte	14
1.1.1 Proveniência.....	14
1.1.2 Proveniência na Bacia de Pelotas.....	14
1.1.3 Análises Composicionais de Minerais Pesados	15
1.2 Localização e Contexto Geológico	16
1.2.1 A Bacia de Pelotas	16
1.2.2 Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS)	16
1.2.3 Embasamento	18
1.2.3.1 <i>Bloco Taquarembó</i>	19
1.2.3.2 <i>Terreno São Gabriel</i>	20
1.2.3.4 <i>Batólito Pelotas-Aigua</i>	20
1.2.3.5 <i>Terreno Tijucas</i>	21
1.2.3.6 <i>Bacia do Paraná</i>	22
1.2.3.6.1 <i>Formação Serra Geral (FSG)</i>	22
2. METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO	23
2.1 Etapa Pré Campo	23
2.1.1 Processamento de Imagens Orbitais	23
2.1.2. Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG).....	24
2.2 Etapa de Campo	24
2.2.1 Amostragem	24
2.2.2 Posicionamento por GNSS	24
2.3 Pós-Campo	25
2.3.1 Atualização do Banco de Dados	25
2.3.2. Caracterização sedimentar	25
2.3.3. Análises quantitativas	26
3. RESULTADOS	28
3.1 Amostragem	28
3.2 Análise Granulométrica	32
3.3. Concentração de pesados nas amostras	35
3.4 Análise Composicional	36
3.5 Índices ZTR% e GZi	39
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
ANEXOS	43
REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é quantificar e analisar comparativamente a composição de minerais pesados detríticos não-opacos de sedimentos coletados em porções praias das duas barreiras pleistocênicas e na barreira costeira atual no extremossul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS). Os resultados obtidos serão comparados com os dados levantados por Martins (2011).

Estudos sobre a origem dos sedimentos transportados pela Bacia de Pelotas têm sido realizados desde a década de 1970. Porém ainda há controvérsias e a necessidade de detalhamentos acerca dos processos aplicados a estes sedimentos. Os sedimentos estudados caracterizam-se por serem policíclicos, ou seja, retrabalhados em diversos ciclos sedimentares (Villwock & Tomazelli, 1995). Por não haver descarga fluvial atual na região, trabalha-se com a hipótese de que a fonte para a construção da barreira holocênica seja oriunda da deriva litorânea, cuja resultante é de sudoeste para nordeste. Logo, espera-se que as composições dos minerais pesados venham a refletir as fontes que se encontram a sul. Contudo, existe um modelo para a evolução da barreira que propõe que esta tenha crescido na forma de um pontal, de nordeste para sudoeste, o que é o oposto da deriva (Buchmann, 1997). Confirmando-se esta segunda hipótese, deveriam ser encontradas contribuições de sedimentos oriundos do norte. Entretanto, de acordo com modelos evolutivos (Dillenburg *et al.*, 2009; Rosa, 2012), o desenvolvimento da barreira está relacionado à transgressão da linha de costa, com o deslocamento da barreira no sentido do continente.

Outra questão refere-se à variação na fonte de sedimentos relacionada a um período de tempo mais longo, ou seja, à construção das barreiras pleistocênicas. Como não há indicio de rompimentos na barreira mais antiga presente na região e, a oeste desta unidade encontram-se rochas do embasamento, espera-se que haja uma diferença na sua composição, quando comparada às unidades mais jovens, que não teriam a contribuição direta deste embasamento.

1.1 Estado da Arte

1.1.1 Proveniência

Proveniência é uma característica do sedimento que o relaciona à sua história deposicional. Envolve a localização e natureza da área fonte, mecanismos de transporte do material detrítico e fatores que influenciam a composição (eg. Relevo, clima, ambiente tectônico) (Addad, 2011). Seu estudo pode fornecer informações importantes à reconstituição paleogeográfica, modelos tectônicos, no mapeamento de ambientes deposicionais, correlações em subsuperfície e avaliação de qualidade de reservatórios (HAUGHTON *et al.*, 1991).

1.1.2 Proveniência na Bacia de Pelotas

O estudo da proveniência dos sedimentos da Bacia de Pelotas (BP) foi iniciado por Costa (1972) baseado na assembleia de minerais pesados e indicativos morfológicos do sedimento coletado entre o Chuí e Rio Grande, no Rio Grande do Sul. Costa (1972), Silva (1979), Villwock *et al.* (1979), Dehnhardt (1983) e Menaro (1994) interpretaram a proveniência dos minerais pesados da BP como sendo de rochas do escudo e planalto Sul Riograndense. Tomazelli (1978), estudando assembleia detrítica de pesados na plataforma, propôs a divisão da proveniência do sedimento da BP em quatro províncias: Província Riograndense interna – fonte no Escudo, Província Patos – fonte sedimentar nos rios que deságuam na Lagoa dos Patos, Província Riograndense externa – Origem no continente (escudo e basaltos do Rio Grande do Sul) e Província Platina – Sedimento transportado pelo Rio de La Plata (Barros *et al.*, 2008, Martins, 2011). Dillenburg (2009), argumenta que a formação da planície costeira se dá por sedimentação policíclica, ou seja pelo retrabalhamento do sedimento inconsolidado da própria bacia. Dillenburg & Barboza (2014) propõem ainda que durante períodos de nível de mar baixo, sedimentos imaturos são descarregados pela foz do Rio De La Plata, e transportados, segundo a corrente litorânea, predominantemente para nordeste, passando a integrar a Bacia de Pelotas. Ayup-Zouain (2001) também admite a participação de sedimentos oriundos do Uruguai e Argentina (Barros, 2008). Barros (2008) identificou variações nas assembleias detríticas de minerais pesados ao longo na porção emersa da Bacia de Pelotas e identificou que o controle composicional se dá principalmente pela deriva litorânea.

1.1.3 Análises Composicionais de Minerais Pesados

Análises composicionais dos minerais pesados tem sido o método mais eficiente e preciso para indicar a proveniência de rochas sedimentares, notadamente areias e arenitos (Hubert, 1971; Mange e Maurer, 1992; Remus, 2008); Tais minerais, em geral, são constituintes menores nestes materiais (< 1%), porém ocorrem em grande diversidade, comumente em um conjunto distinto de mais de 40 espécies (Mange e Maurer, 1992; Remus, 2008).

A composição de um sedimento é controlada pelo intemperismo atuante na área fonte, abrasão mecânica durante o transporte, fator hidráulico, que opera durante o transporte e é controlado pelas condições do regime hidráulico, por dissoluções causadas pela instabilidade química no ambiente sedimentar (Mange e Maurer, 1992). O fator hidráulico é determinante para o transporte seletivo (fracionamento hidráulico) de acordo com a forma, densidade e tamanho do grão (Addad, 2001).

Podemos considerar que, no momento da deposição, o tamanho de grão depositado seja controlado somente pela energia do meio e pelo equivalente hidráulico do grão; sendo assim, a variação granulométrica de um mesmo mineral, ou de minerais com equivalentes hidráulicos semelhantes, em um sedimento, indica que houve variação da capacidade de transporte do meio (comportamento hidráulico) no momento da deposição. Nestas condições as proporções composicionais dos minerais com equivalente hidráulico semelhante em uma mesma classe granulométrica deve se manter constante, porém estas mesmas relações entre classes granulométricas distintas não se mantêm. Isso se deve ao transporte diferencial, causador do 'fracionamento hidráulico', o que faz com que a composição da mineralogia mude ao longo do transporte (Morton e Hallsworth, 1994).

Para que o efeito do fracionamento hidráulico seja minimizado é comum a escolha de uma fração granulométrica restrita para a análise de minerais pesados, porém este procedimento pode excluir da análise famílias de minerais que ocorrem em tamanhos de grão exclusivos fora da faixa analisada. Além desta limitação, usa-se a comparação entre proporções de minerais com hábitos e densidades

semelhantes. Por fim, a escolha de uma fração granulométrica específica também é indicada para a correlação de dados em escala regional (Morton e Hallsworth, 1994; 1999).

1.2 Localização e Contexto Geológico

A área estudada localiza-se no extremo sul do Rio Grande do Sul na região dos municípios de Chuí e Santa Vitória do Palmar, mapeada na escala 1:250.000 na folha Santa Vitória do Palmar (SI.22-V-C).

A região integra o compartimento geomorfológico/geológico conhecido como Província Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), que comporta depósitos da Bacia de Pelotas. Como a finalidade deste trabalho é a discussão da proveniência, que tem relação com áreas fontes do entorno, apresenta-se abaixo um detalhamento geológico Bacia de Pelotas, com foco na PCRS e no embasamento adjacente adicionando, quando possível, o conteúdo principal de minerais pesados de cada unidade.

1.2.1 A Bacia de Pelotas

A Bacia de Pelotas é uma das bacias marginais da Plataforma Sul-Americana. Tem seu início relacionado aos esforços tectônicos no interior do Gondwana que culminaram na abertura do Oceano Atlântico Sul partir do Jurássico. Desde seu início, vem sendo preenchida por pacotes sedimentares que chegam a acumular mais de 10.000 metros de espessura, e registram as diversas fases da sedimentação e subsidência bacinal. O embasamento da Bacia é composto por rochas da crosta continental e, em menor parte, por rochas vulcânicas extrudidas no início do processo 'rifteamento' (Vilwock e Tomazelli, 2000).

1.2.2 Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS)

Grande parte da atual porção emersa da Bacia está localizada na região geográfica/geomorfológica denominada PCRS, onde afloram sistemas do tipo leques aluviais, e do tipo Laguna-Barreira (I-II-III e IV), que se depositaram sucessivamente no espaço – lateralmente e verticalmente – e no tempo. Tais unidades,

provavelmente, se relacionam a variações glacioeustáticas durante o Quaternário (Villwocke & Tomazelli, 2000).

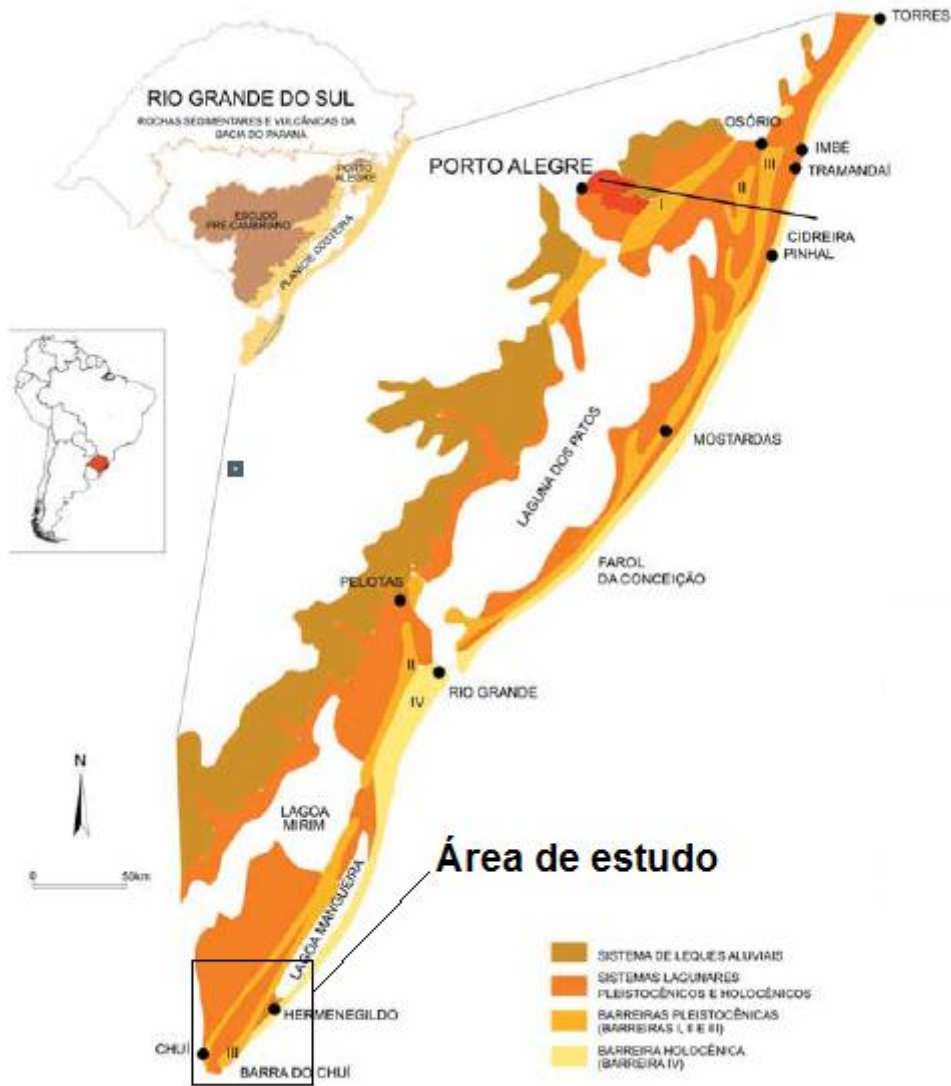


Figura 1. Localização e Mapa Geológico Simplificado da PCRS. (Modificado de Tomazelli et al., 2000).

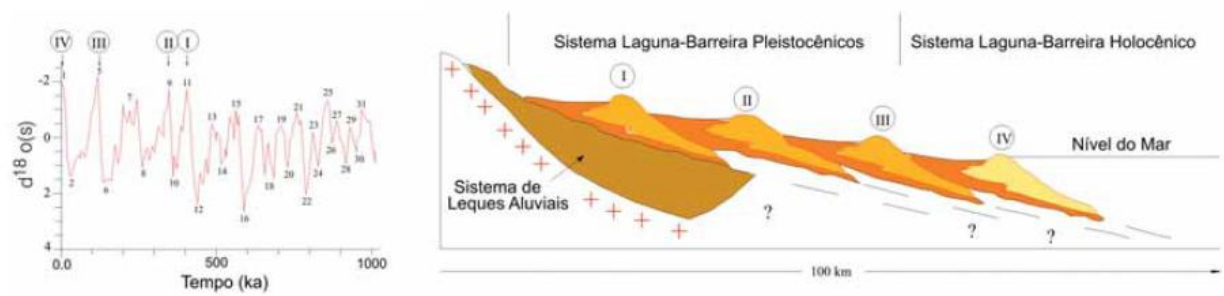


Figura 2. Curva de razão de isótopos de oxigênio (Williams et al. 1988, fig. 14). Seção geológica esquemática transversal à Bacia na latitude aproximada de Porto Alegre (Modificado de Tomazelli et al., 2000, figs. 1 e 2).

A variação na posição dos depósitos reflete diferentes posições da linha de costa durante máximos eustáticos do Quaternário, que são interpretativamente correlacionáveis á picos de $\sigma^{18}\text{O}$ apresentados na Figura 2 (Villwock e Tomazelli, 2000).

O sistema Laguna Barreira IV, ativo atualmente, é composto por sistemas de praias quartzosas com cascalho bioclástico, campos de dunas movimentados predominantemente por ventos NE de alta energia e numerosos sistemas lagunares (fácies arenosas e fácies argilosas) (Tomazelli et al., 2000). A barreira estende-se ao longo de toda a bacia com seis pontos de interrupção em canais lagunares e desembocaduras de rios. O aporte sedimentar é pequeno, devido à maior parte das drenagens da região aportarem sedimento ao sistema lagunar, não alcançando a costa; a maior parte do aporte sedimentar se dá devido a processos erosivos da própria linha de costa, por ação de ondas. O sedimento praial é transportado por correntes marinhas de Sudoeste para Nordeste (Villwock & Tomazelli, 2000; Dillenburg e Barboza, 2014).

1.2.3 Embasamento

A região estudada integra geologicamente da porção Sul da Província Mantiqueira (Almeida et al., 1977), sendo formada como resultado de processos orogênicos diacrônicos ocorridos do Neoproterozoico ao Cambriano, envolvendo unidades geotectônicas formadas previamente que integraram a porção Oeste do

Paleocontinente Gondwana (Chemale Jr., 2000; Hartmann *et al.*, 2007). É recoberta por extensos depósitos fanerozoicos da Bacia do Paraná.

O escudo Sul-Riograndense é dividido em quatro unidades geotectônicas de acordo com características estruturais, litológicas, geofísicas, petrológicas, geoquímicas e estruturais. São eles: o Terreno Taquarembó, Terreno São Gabriel, Terreno Tijucas e Batólito de Pelotas (Philipp *et al.*, 2007; Hartmann *et al.*, 2007).

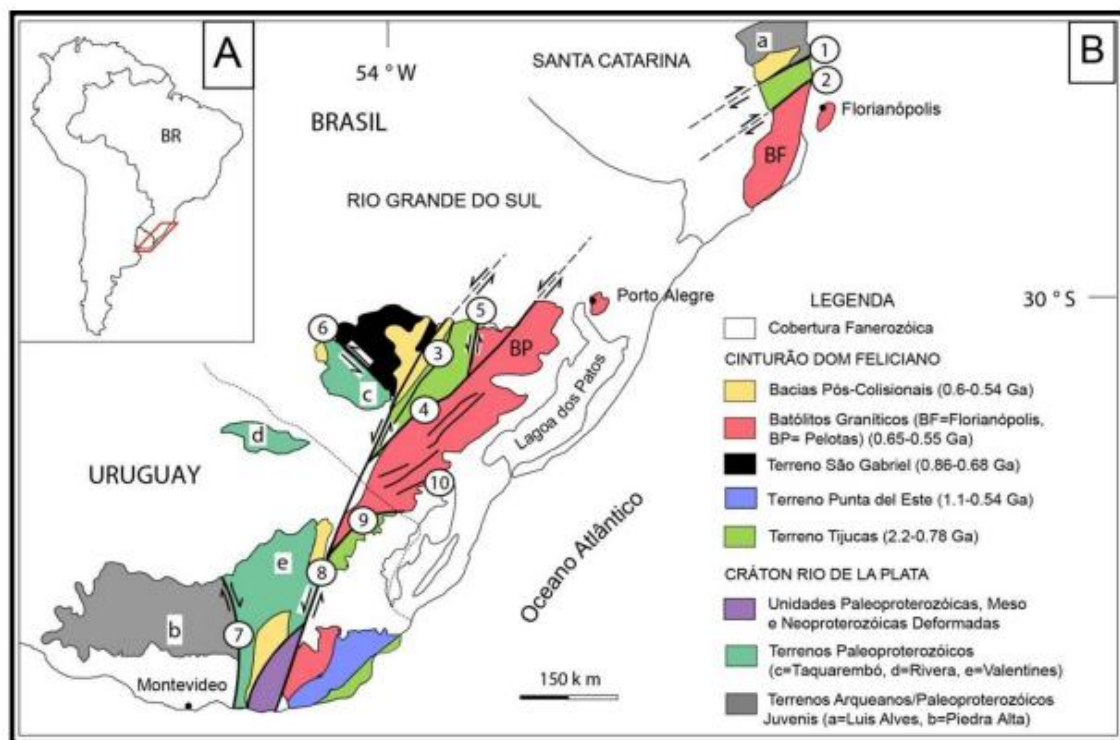


Figura 3. Mapa de compartimentação Geotectônica do ESRG e adjacências (Phillip, 2007).

1.2.3.1 Bloco Taquarembó

O Bloco Taquarembó apresenta fragmentos do Cráton Rio de la Plata, equivale, no Uruguai ao Domínio Tectônico Central, nominado Terreno Nico Perez, é composto pelo complexo granulítico Valentine-Rivera, com idade de cristalização em torno de 2,14Ga, pelo Boloco Pavas *sensu* Preciozzi *et al.* (1979) ou La China Complex *sensu* Hartmann *et al.* (2001), que é caracterizado por rochas máficas associadas a quartzitos e apresenta idades U-Pb SHRIMP magmáticas de 3,41Ga e sobrecrescimentos metamórficos de 3,1 e 2,7Ga. No Brasil apresenta equivalência ao complexo metamórfico Santa Maria Chico. O Terreno é intrudido por rochas

neoproterozoicas com idade Pb-Pb de 1,75Ga, além de granitos Neoproterozoico com idades variando de 630 a 583Ma, também apresenta forte retrabalhamento de idade Brasiliana (Oyhantçabal, 2010; Hartmann, 2007).

1.2.3.2 *Terreno São Gabriel*

O Terreno São Gabriel tem seu limite com o bloco Taquarembó através da zona de Cisalhamento de Ibaré (ZCI), tem contado tectônico com o Terreno Tijucas através da Sutura de Caçapava do Sul (SCS), e ao norte é encoberto por rochas da Bacia do Paraná. É formado por cinturões meta-vulcanossedimentares de origem diversas, além de rochas plutônicas e rochas vulcanossedimentares da Bacia do Camaquã. Os principais minerais pesados, apontados por Remus (2008) são: olivina, piroxênios, granada, cloritóide, estauroлита, andaluzita, sillimanita, espinélio verde, hornblenda, actinolita-tremolita, apatita, zircão, turmalina, titanita, rutilo, epidoto e minerais opacos. As rochas deste terreno possuem idades de cristalização em torno de 850 - 730Ma (Martins, 2010).

1.2.3.3 *Cinturão Don Feliciano (CDF)*

O Cinturão Don Feliciano é uma mega estrutura de escala continental, corresponde ao ramal orogênico pan-africano de direção NE, paralela à costa atlântica. Com idades Neoproterozoicas, é composto majoritariamente por rochas ígneas do Batólitos de Pelotas, Aigua e Batólito de Florianópolis em Santa Catarina, e, subordinadamente, rochas metamórficas do cinturão Tijucas (Philipp, 2010; Lenz, 2010).

1.2.3.4 *Batólito Pelotas-Aigua*

As porções ígneas do cinturão Dom Feliciano são denominadas de 'Batólitos', apesar de existirem fortes indicações de subdivisões, este sistema tradicionalmente recebe esta nomenclatura. A faixa comporta sucessivos pulsos graníticos de característica juvenil, que são associados à atividade mantélica pela presença de enclaves máficos, diques sinplutônicos e corpos dioríticos e gabróicos com idades próximas (Bittencourt *et al.*, 2008). Subordinadamente, notam-se rochas ígneas básicas além de migmatitos e gnaisses. A composição de minerais pesados é variada, sendo os principais constituintes: epidoto, hornblenda, piroxênios,

turmalina, granada, zircão, apatita, monazita, titanita, rutilo, olivina, sillimanita e opacos (Remus, 2008).

Segundo Philipp (2003), o Batólito Pelotas é constituído por suítes graníticas com idades U-Pb (em zircão, evaporação e SHRIMP) e Pb/Pb (em zircão, por evaporação) situadas em dois intervalos, um de 575 a 633Ma, com dois padrões de idades, um mais antigo, entre 625 e 635Ma (Suíte Pinheiro Machado) e outro mais novo entre 575 e 600Ma (Suítes Viamão, Encruzilhada do Sul e Dom Feliciano).

As porções mais ao continente do Batólito são marcadas por diversas zonas de cisalhamento com idades entre 800-590Ma (Oyhantçabal, 2010), que se alinham na forma de um arco de direção nordeste. Koesler (2001) encontrou idades em torno 630Ma para rochas metagraníticas sintectônicas à zona de cisalhamento Dorsal de Canguçu.

1.2.3.5 *Terreno Tijucas*

O Terreno Tijucas compreende a porção central do CDF, é uma faixa alongada segundo NE que se estende desde Santa Catarina, onde recebe o nome de Complexo Metamórfico Brusque ao Uruguai, onde é chamado de Grupo Lavallega. No ESRG é dividido em Complexo Encantadas e Complexo Metamórfico Porongos, metamorfisadas a fácies Xisto-Verde a Anfibolito Médio, além de rochas vulcanossedimentares integrantes da Bacia do Camaquã, além de granitos Brasileiros oriundos do Evento Orogênico Don Feliciano (Chemale Jr., 2000)

O Complexo Encantadas é composto por granitos-gnaisses e anfibolitos paleoproterozoicos, enquanto o Complexo Porongos apresenta rochas supracrustais vulcânicas e plutônicas com idades entre 773-783Ma. As rochas da bacia do Camaquã possuem idades entre 620-540Ma, e as graníticas orogênicas apresentam idades em torno de 595 a 543Ma (Hartmann, 2007).

O Terreno São Gabriel também registra eventos tectônicos do Cinturão Don Feliciano, com rochas geradas e deformadas na orogênese São Gabriel. As manifestações finais do CDF são marcadas por rochas interpretadas como sendo geradas na Orogênese Don Feliciano, marcando a colisão dos crátons Rio de La Plata e Kalahari (650-630Ma), evento de intensa granitogênese (Chemale, 2000).

1.2.3.6 *Bacia do Paraná*

A Bacia do Paraná é uma ampla bacia sedimentar que tem seu início no Gondwana, atualmente ocupando a porção centro-sul da América do Sul. É composta por rochas ígneas e sedimentares que se depositaram do Ordoviciano ao Cretáceo (Remus, 2008).

No Rio Grande do Sul a Bacia do Paraná é dividida em: Grupo São Bento (Formação Serra Geral, Formação Botucatu e Formação Guará), Grupo Rosário do Sul (Formação Caturrita, Formação Santa Maria, e Formação Sanga do Cabral), Grupo Passa Dois (Formação Pirambóia, Formação Rio do Rastro, Subgrupo Estrada Nova e Formação Irati), Grupo Guatá (Formação Palermo e Formação Rio Bonito) e Grupo Itararé (Formação Taciba) (Remus, 2008).

1.2.3.6.1 *Formação Serra Geral (FSG)*

A Formação Serra Geral denominada por White (1908) integra a Bacia do Paraná, compreende um dos maiores eventos de magmatismo do tipo LIP (*Large Igneous Province*), apresentando majoritariamente rochas básicas, subordinadamente rochas ácidas no topo da sequência (Hartmann *et al.* 2007)

Diferentes formações foram reconhecidas no Grupo Serra Geral. Tais formações foram divididas com base em critérios de campo e geoquímicos. (Wildner *et al.*, sem data): Low Ti: Várzea do Cedro Formation, Palmas Formations; high Ti-Zr: Ourinhos Formation, Chapecó Formation; low Ti/Y: Esmeralda Formation, Campos Novos Formation; low Ti/Y: Paranapanema Formation, Campo Erê Formation, Cordilheira Alta Formation, Capanema Formation, Alegrete Formation, Gramado Formation; high Ti/Y: Nova Laranjeiras Formation, Pitanga Formation; high Ti/Y: Urubici Formation, Ribeira Formation; picritic: Morungava Formation.

Os principais minerais pesados que compõem as rochas da FSG são os piroxênios, representados pela augita e pigeonita (Remus, 2008).

2. METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

O trabalho foi desenvolvido em três fases, envolvendo as etapas pré-campo, campo e pós-campo, as quais serão detalhadas na sequência.

2.1 Etapa Pré Campo

2.1.1 Processamento de Imagens Orbitais

Para definição dos possíveis alvos de amostragem, utilizou-se o processamento de imagens orbitais do satélite CBERS 2 (**China-Brazil Earth Resources Satellite, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres**), com resolução espacial de 20 x 20m, adquiridas através do catálogo de imagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O processamento e composição de cores das imagens foram realizados através do *software* livre Marlin.



Figura 4. Exemplo de Imagem orbital capturada pelo satélite CBERS 2 em composição RBG-423 (canal do infravermelho).

A escolha composição colorida RBG-423, teve por objetivo evidenciar a existência de áreas sem vegetação, eleitas como possíveis afloramentos.

2.1.2. Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG)

O *software* ArcGIS® foi utilizado para a elaboração de um banco de dados contendo informações georreferenciadas contendo o mapa geológico, informações geográficas da área e imagens de satélite. A seleção de alvos, deu-se com auxílio das imagens orbitais e do mapa geológico, com a escolha de áreas potenciais, as quais foram verificadas em campo a fim de se obterem dados em depósitos praias das três barreiras.

2.2 Etapa de Campo

As atividades de campo ocorreram entre os dias 29 e 30 de abril de 2015. Um grupo formado por dois professores, dois alunos e um motorista, integrantes do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IGeo-UFRGS), locomoveu-se de Porto Alegre ao Chuí, onde manteve as atividades de campo com auxílio de equipamentos fornecidos pelo Igeo-UFRGS.

2.2.1 Amostragem

Realizou-se a amostragem de uma porção contínua de sedimento com cerca de 30 cm de espessura de material arenoso inconsolidado com características de deposição praias (estratificações e conteúdo fossilífero). A escolha do ponto amostral foi balizada preferencialmente pela presença de níveis escuros indicando concentrações mais altas de minerais pesados. Para evitar contaminações o material de coleta foi higienizado entre as coletas e as amostras foram isoladas em sacos plásticos lacrados a fim de evitar contato entre si.

2.2.2 Posicionamento por GNSS

Para localização dos pontos amostrados utilizou-se um equipamento de posicionamento diferencial da marca TRIMBLE® modelo PROXR, utilizando a rede de satélites GNSS. O posicionamento foi realizado pelo método relativo, com coleta no modo estático e correção pós-diferencial utilizando dados da base da Rede

Brasileira de Monitoramento Contínuo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, localizada em Pelotas. Com isso, as precisões obtidas foram aproximadamente de 10cm no plano horizontal e de 0,5m na vertical.



Figura 5. Equipamento de posicionamento GNSS TRIMBLE® modelo PROXRT; Pertencente ao IGeo-UFRGS.

2.3 Pós-Campo

2.3.1 Atualização do Banco de Dados

Na etapa pós-campo os dados de localização das amostragens e fotografias de afloramentos foram organizados e adicionados ao banco de dados.

2.3.2. Caracterização sedimentar

Inicialmente, realizou-se o quarteamento do material e parte foi guardada por segurança. A caracterização granulométrica foi obtida através de um analisador de partículas a laser da marca Horiba®, modelo LA-950V2, do laboratório de estudos sedimentológicos integrado ao Centro de Estudos Costeiros e Oceânicos (CECO) do

IGeo-UFRGS. O equipamento analisa características de partículas entre 10nm e 5mm, com acurácia de $\pm 0.6\%$ (especificação do fabricante). A fração analisada corresponde a cerca de 3g de material.

2.3.3. Análises quantitativas

Em laboratório, as amostras foram processadas a fim de se obter dados de proporção entre minerais leves e pesados com relação à densidade do líquido denso usado na separação, ou seja, as frações mais e menos densas que $2,89 \text{ g/cm}^3$, e para a montagem de lâmina delgada para análises de microscopia ótica.

Os procedimentos para concentração e análise dos minerais pesados baseiam-se na rotina descrita por Mange e Maurer (1992), e consistem em:

- a) Peneiramento a úmido do sedimento;
- b) Pesagem do sedimento com auxílio de balança de precisão;
- c) Separação dos minerais pesados por meio de líquido denso (bromofórmio);
- d) Pesagem das frações obtidas após a separação;
- e) Retirada dos minerais opacos magnéticos em separador magnético isodinâmico (Frantz);
- f) Quarteamento;
- g) Montagem de lâmina do material obtido em resina com índice de refração conhecido;
- h) Contagem e identificação de 300 grãos por lâmina com auxílio de microscopia ótica.
- i) Cálculo de índices sensíveis à proveniência: Valor dos índices ZTR% - soma das porcentagens de concentração de zircão, rutilo, e turmalina -, para avaliar a maturidade do sedimento e do índice GZi para avaliar modificações nas características de proveniência. (Remus, 2008; Martins, 2011; Rubert, 1962; Morton e Hallsworth, 1994).

A técnica de microscopia ótica de transmissão fornece características óticas a partir da transmissão da luz pelo retículo cristalino dos minerais. Características como relevo, birrefringência, e cor de interferência são diagnósticas e encontram-se tabeladas dados bibliográficos.

3. RESULTADOS

3.1 Amostragem

As amostras foram coletadas em duas campanhas de amostragem; a primeira foi uma amostragem contínua ao longo da atual linha de costa (Barreira IV), da qual foram utilizadas as amostras PSUL_UPB_19 e PSUL_UPB_20; a segunda contemplou dois pontos em cada uma das barreiras pleistocênicas: Barreira III (Amostras PB3_01 e PB3_02) e Barreira II (PB2_01 e PB2_02).

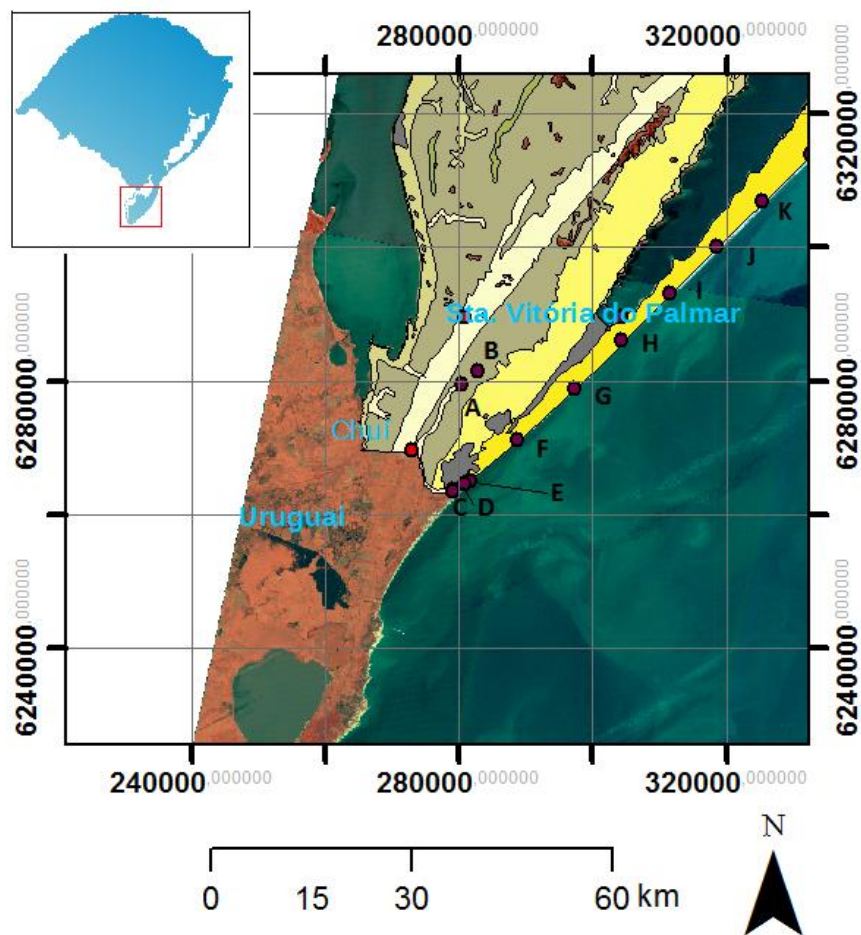


Figura 6. Mapa de localização GNSS dos pontos amostrados. 'A', 'B': Amostras PB2_01 e PB2_02, da barreira II; 'C' e 'D': Amostras PB3_01 e PB3_02, da barreira II. 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K': Amostras praias da barreira IV. 'E' e 'F' correspondem às amostras PSUL_UPB_19 e PSUL_UPB_20. Coordenadas UTM. Meridiano Central 22J.

Amostra PSUL_UPB_19 e PSUL_UPB_20

Amostra coletada na Barreira IV em trincheira cavada na face praial, perpendicularmente à linha de costa à profundidade de 30cm da superfície.

Amostra PB3_01

Afloram depósitos de areia inconsolidados na forma de uma falésia formada paralelamente à linha de costa, próximo à desembocadura do arroio Chuí. Observa-se presença de estratificação cruzada de baixo ângulo; também a formação de concreções de óxidos de coloração avermelhada.



Figura 7. Ponto amostrado PB3_01. Os depósitos da Barreira III afloram como falésias paralelamente à linha de costa atual.

Amostra PB3_02

Afloramento na margem esquerda à jusante do arroio Chuí, na forma de barrancos de relevo ruiforme composto por areias inconsolidadas com estrutura de estratificação cruzada de baixo ângulo, característica de ambiente praial, e a presença de concreções arredondadas de cerca de 1 centímetro, além de níveis

oxidados. Nota-se que alguns minerais estão em processo de alteração ou totalmente alterados (pseudomórficos) para argilominerais.



Figura 8. Ponto amostrado. Corte feito à pá para exposição de estruturas deposicionais.

Amostra PB2_01

Ponto em margem de canal retificado do arroio Chuí, próximo à cidade de Palmares do Sul – RS. Na exposição do barranco nota-se a presença de nível arenososossilífero, com características fluviais, em contato erosivo com nível com sedimentação de características de estratificação e conteúdo de icnofósseis marinhos.



Figura 9. Tubo fóssil do gênero Chalichirus sp. observado no afloramento da Barreira II (PB2_01).

Amostra PB2_02

Afloramento em corte em canal retificado do arroio Chuí. Nota-se nível argiloso em contato aparentemente erosivo na forma de uma lente interpretada como provável canal fluvial. Observa-se presença de cochas marinhas fósseis.



Figura 10. Ponto PB2_02. Exibe contato interpretado como erosivo entre depósitos praias e lente argilosa de coloração escura, na parte superior da imagem. Escala: A pá possui cabo de 50cm.

3.2 Análise Granulométrica

Todas as amostras apresentam características granulométricas semelhantes, com grãos de tamanho predominantemente areia fina, nunca maiores que areia média, e tamanho modal variando entre 185-189 μ m. O desvio padrão relativamente baixo, indica grau de seleção alto. Os grãos são subarredondados, de esfericidade alta.

Tabela 1. Análise granulométrica estatística.

Amostra	Psul_UPb_19	Psul_UPb_20	PB3_01	PB3_02	PB2_01	PB2_02
Tamanho Média (μ m)	188.55	186.6	187.94	178.05	163.82	187.31
Tamanho Central (μ m)	191.72609	189.96222	190.10	178.01785	169.72578	185.77907
Variância (μ m ²)	2004.9	1970.2	2352.7	2689.3	3012.9	3229.4
Desvio Padrão	44.7759	44.3874	48.5042	51.8589	54.8896	56.8282
Tamanho Moda (μ m)	188.4840	187.7966	188.4486	185.7690	183.9058	189.2621

Os estatísticos de granulometria- Tamanho médio de grão, tamanho central, variância, desvio padrão e moda, podem ser observado na Tab.1. Os gráficos de freqüência e freqüência acumulada de cada uma das amostras são apresentados nas figuras 11 a 16.

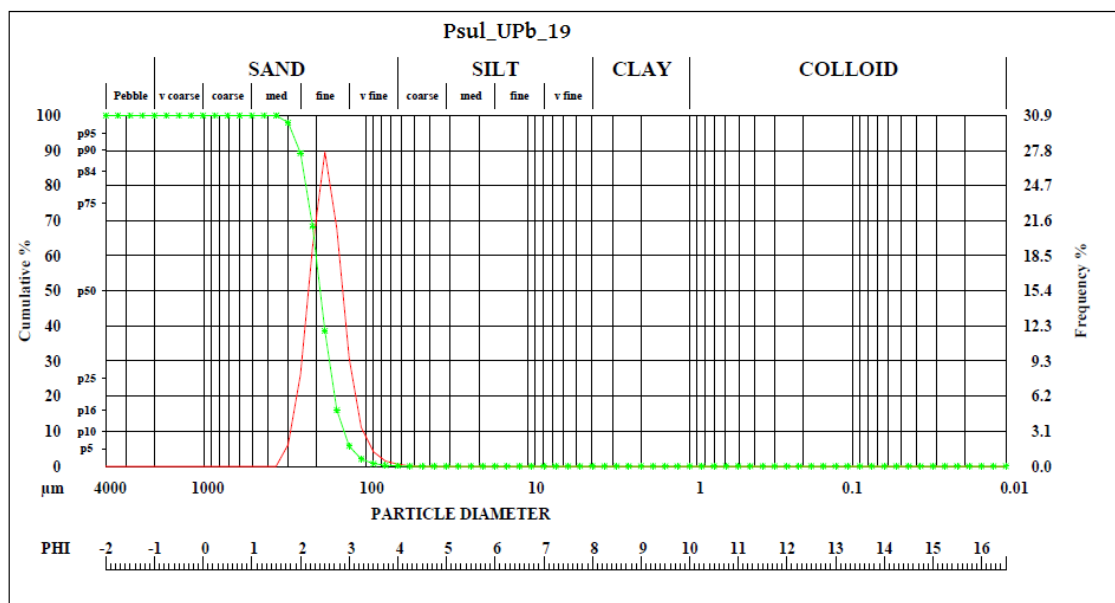


Figura 11. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Freqüência acumulada (verde).

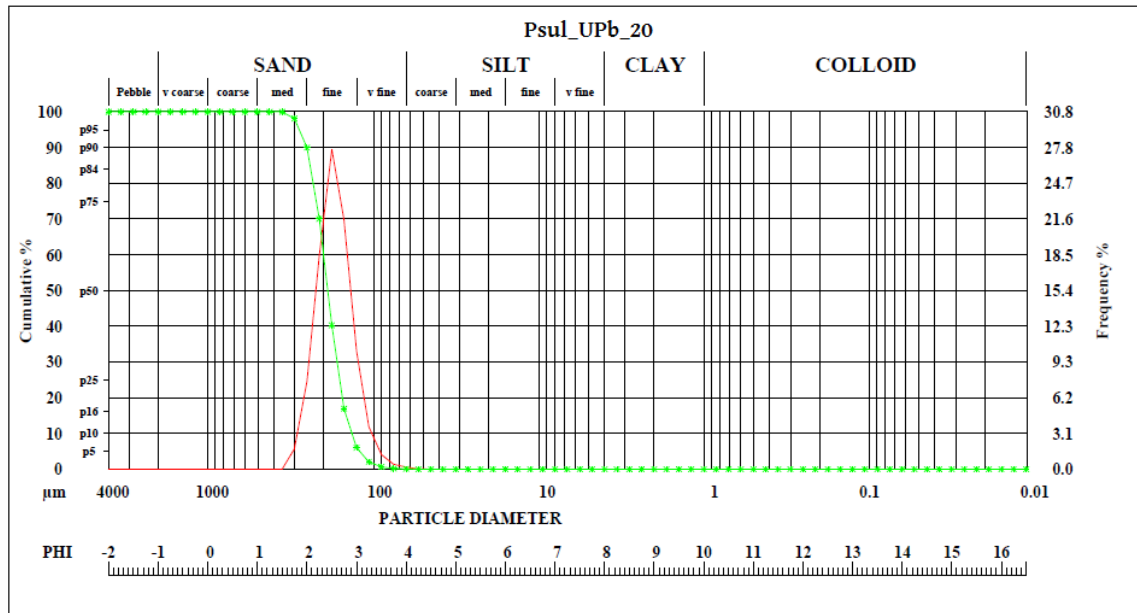


Figura 12. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).

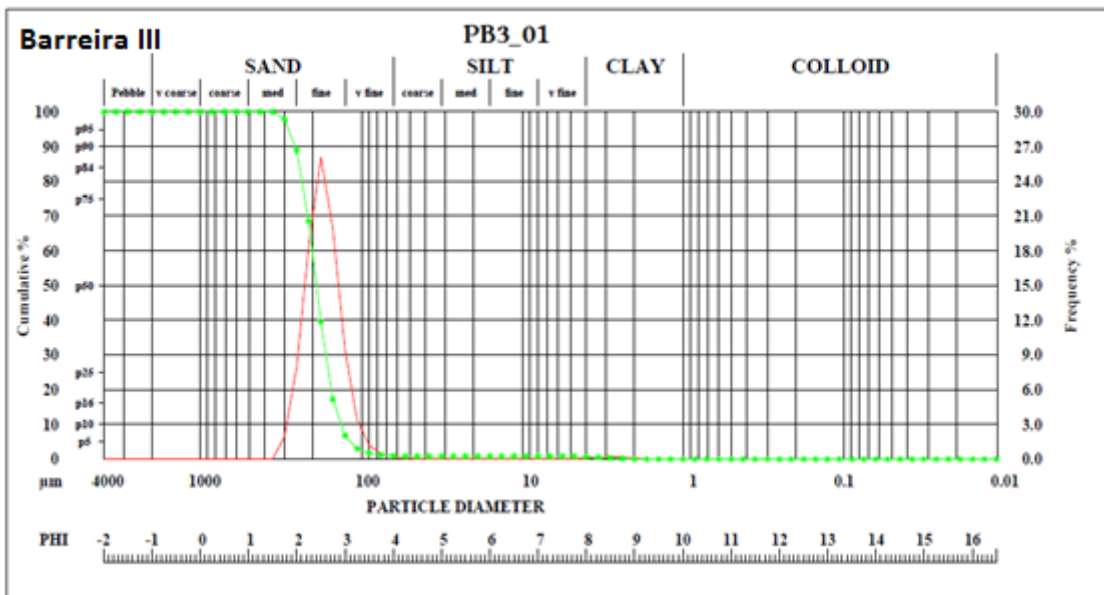


Figura 13. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).

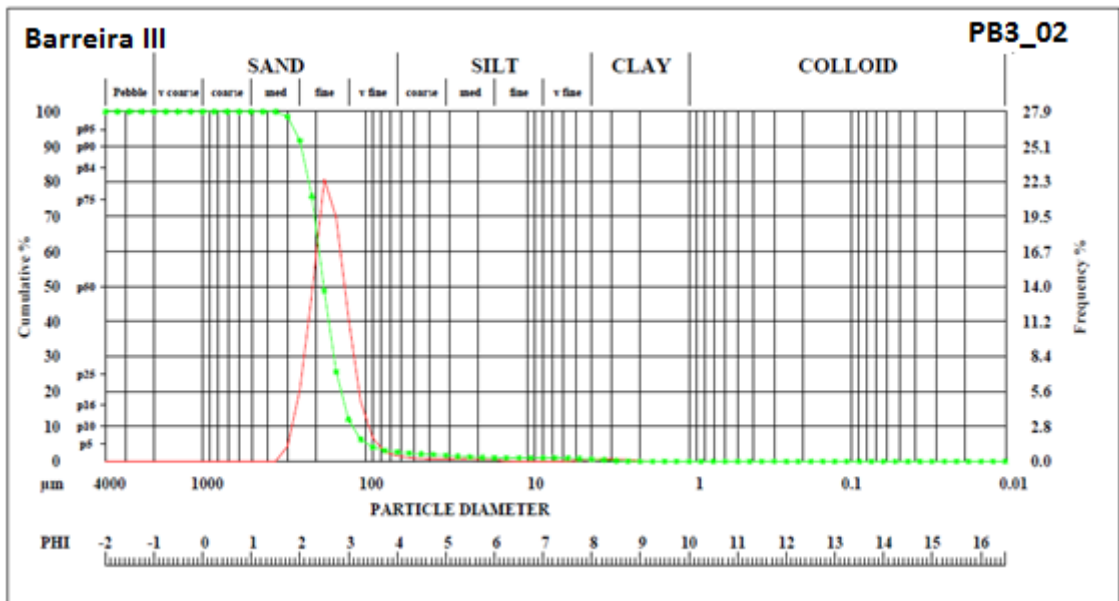


Figura 14. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).

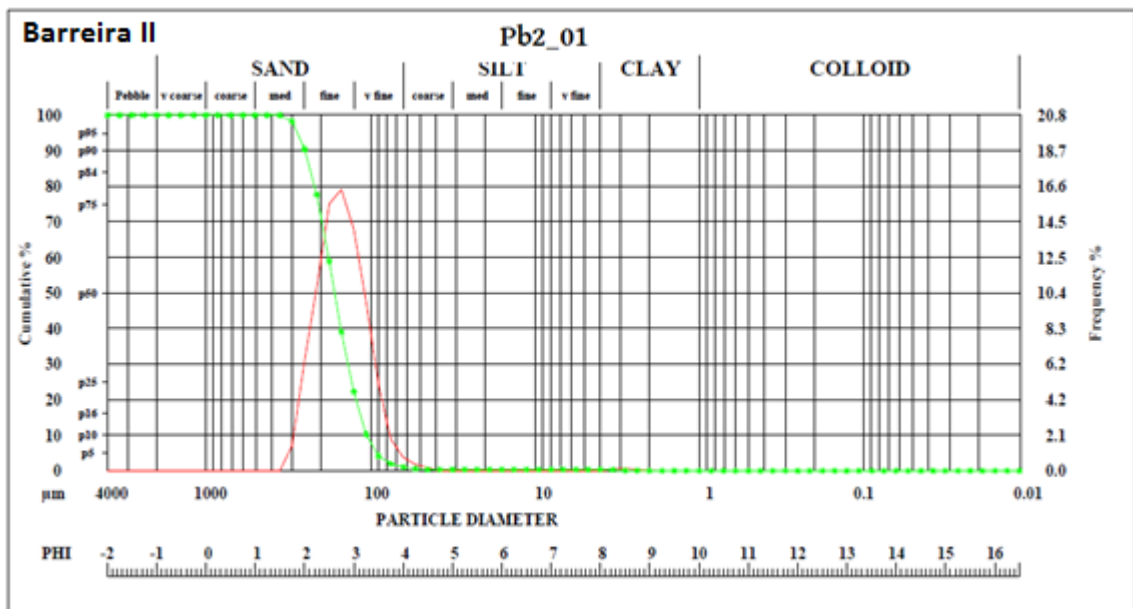


Figura 15. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).

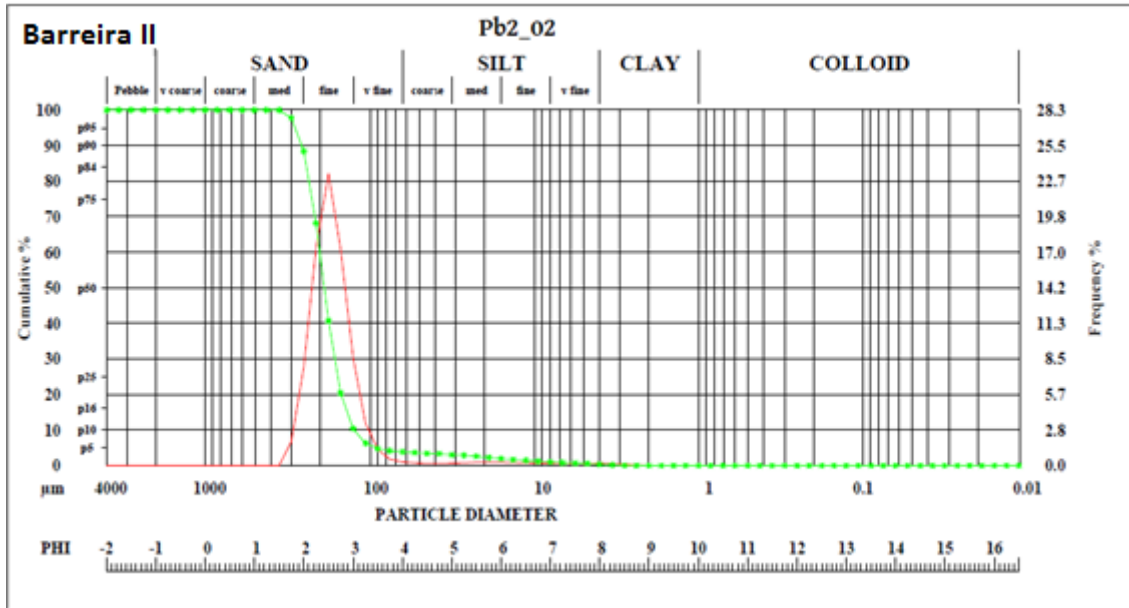


Figura 16. Gráfico de distribuição granulométrica (vermelho). Frequência acumulada (verde).

3.3. Concentração de pesados nas amostras

A concentração relativa entre minerais pesados e leves (em relação à densidade 2.89g/cm^3) apresenta notadamente diminuição em relação à idade do depósito. As amostras dos depósitos atuais (Barreira IV) apresentaram concentrações de minerais pesados de 4,66% e 1,66%, enquanto as amostras dos depósitos subatuais (Barreira III) apresentaram relação pesados/leves de 0,98% e 1,89%. As amostras da Barreira II apresentaram valores de 0,038% e 0,042%, como observado na fig. 17.

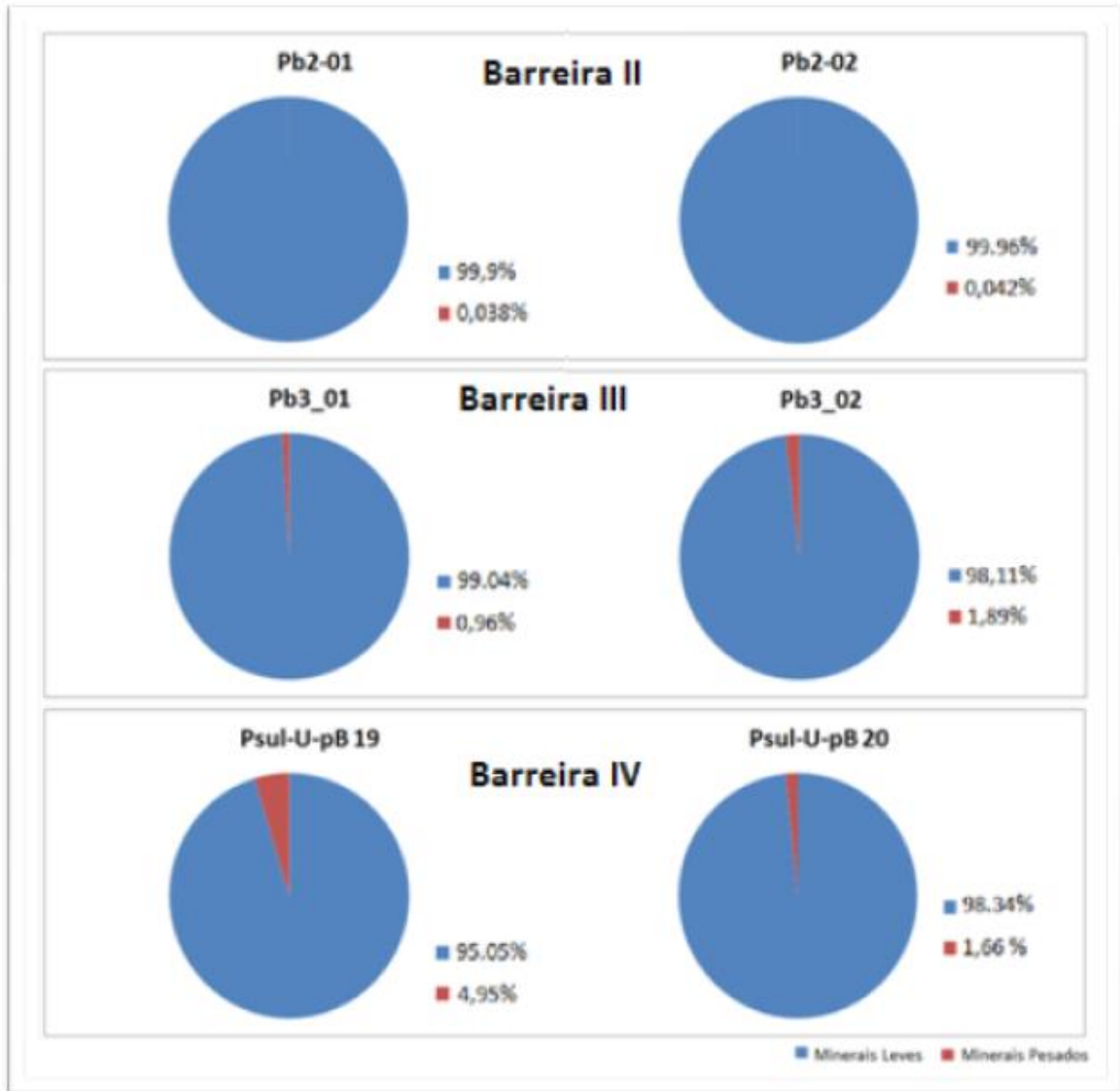


Figura 17. Gráficos relação entre minerais mais e menos densos que 2.89g/cm^3 .

3.4 Análise Composicional

As análises compoicionais indicaram a presença de andaluzita, hornblenda (anfíbólio), apatita, cianita, epidoto, granada, piroxênio, rutilo, sillimanita, titanita, turmalina e zircão. Em todas as amostras os minerais de maior presença os foram os do grupo do epidoto. Uma das amostras da Barreira II foi completamente destruída durante o processo de desbaste da lâmina, logo não foi analisada. É notável que como diferença a amostra analisada da Barreira II apresenta maiores

quantidades de granada e aluminosilicatos em relação às demais amostras. Os gráficos de frequência relativa das amostras podem ser observados nas fig. 18 a 22.

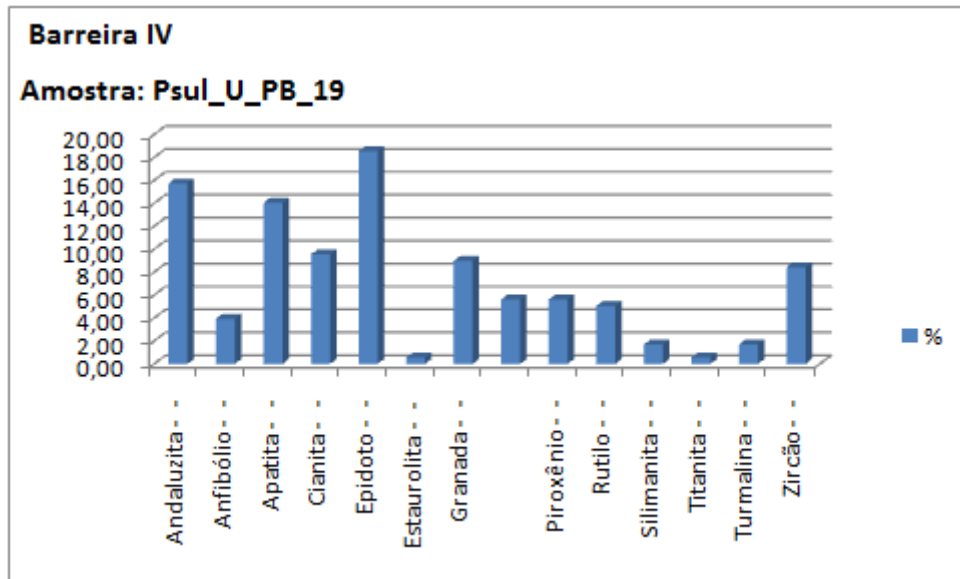


Figura 18. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.

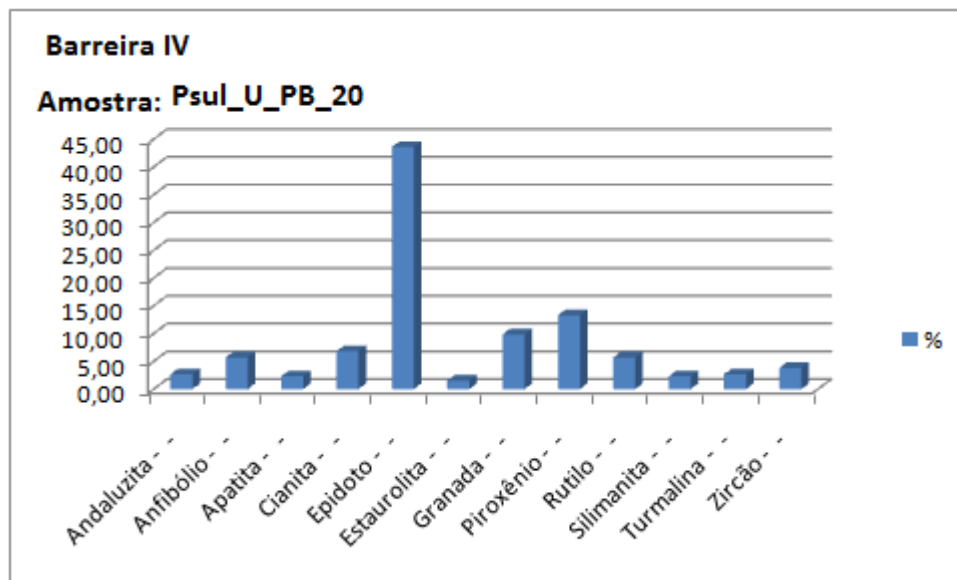


Figura 19. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.

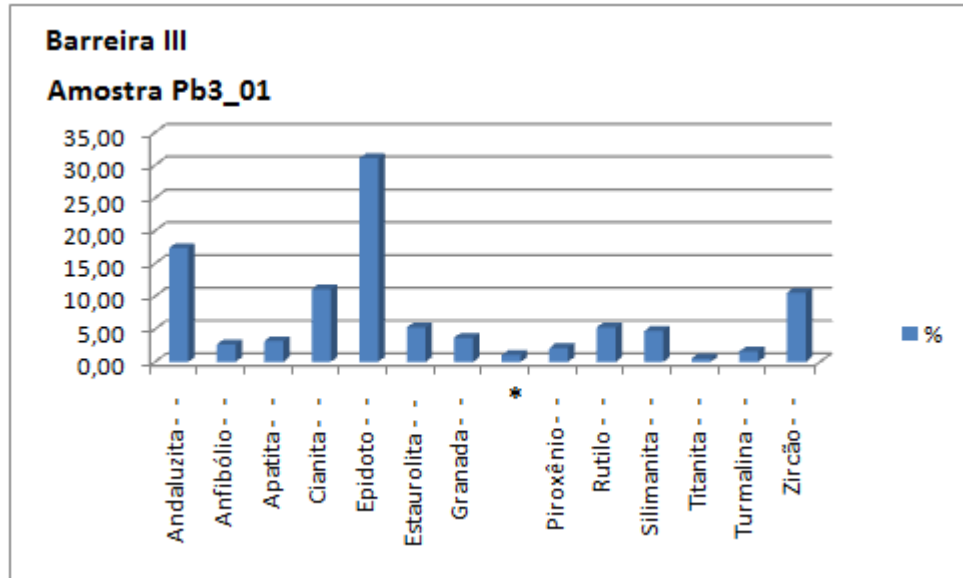


Figura 20. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.

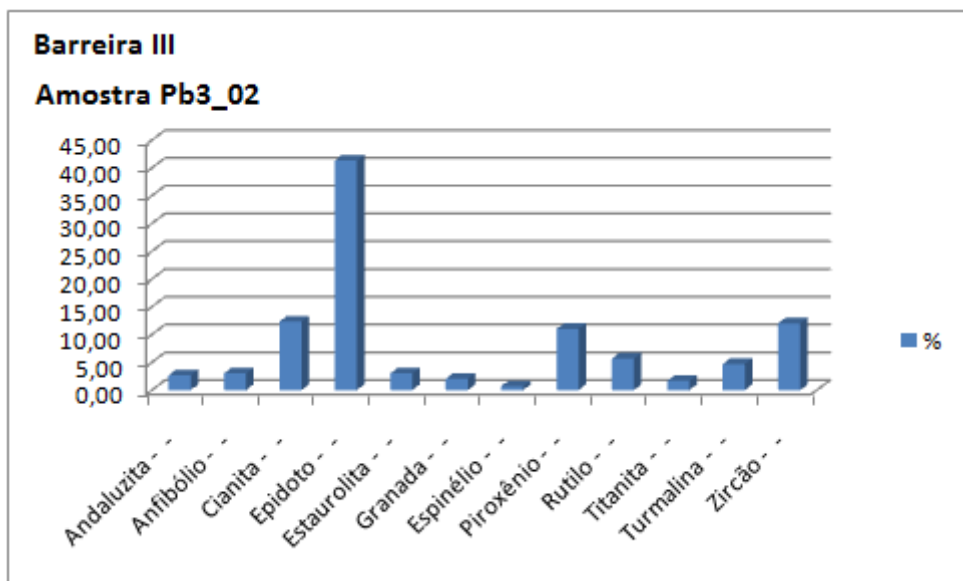


Figura 21. Gráfico de análise composicional por microscopia ótica.

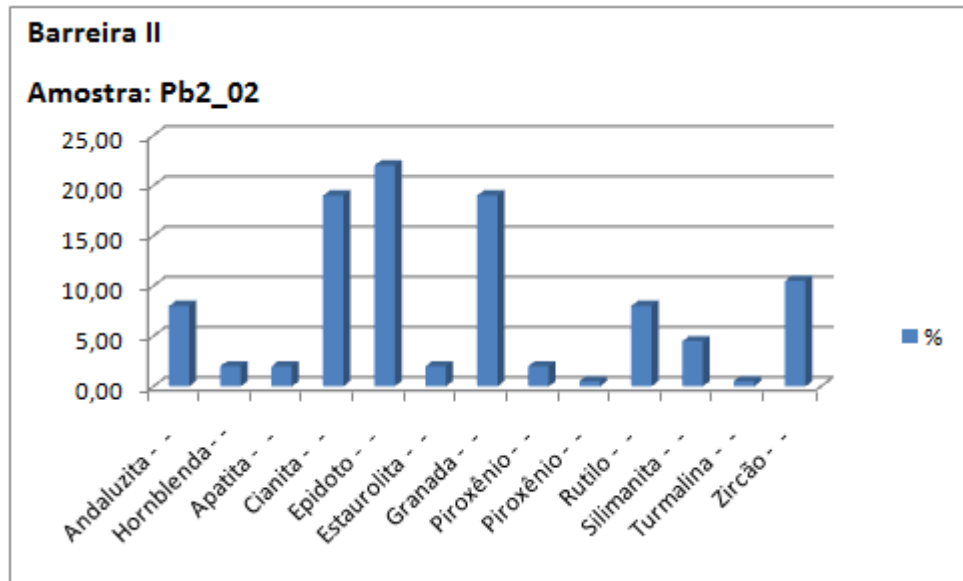


Figura 22. Análise composicional por microscopia ótica.

3.5 Índices ZTR% e GZi

Os valores do índice ZTR% (fig. 23), apresentaram-se ligeiramente mais baixos na Barreira IV que nas demais barreiras.

O índice GZi (fig. 24) apresenta valores discrepantes de acordo com a Barreira, porém, apresentam valores coerentes dentro da mesma Barreira.

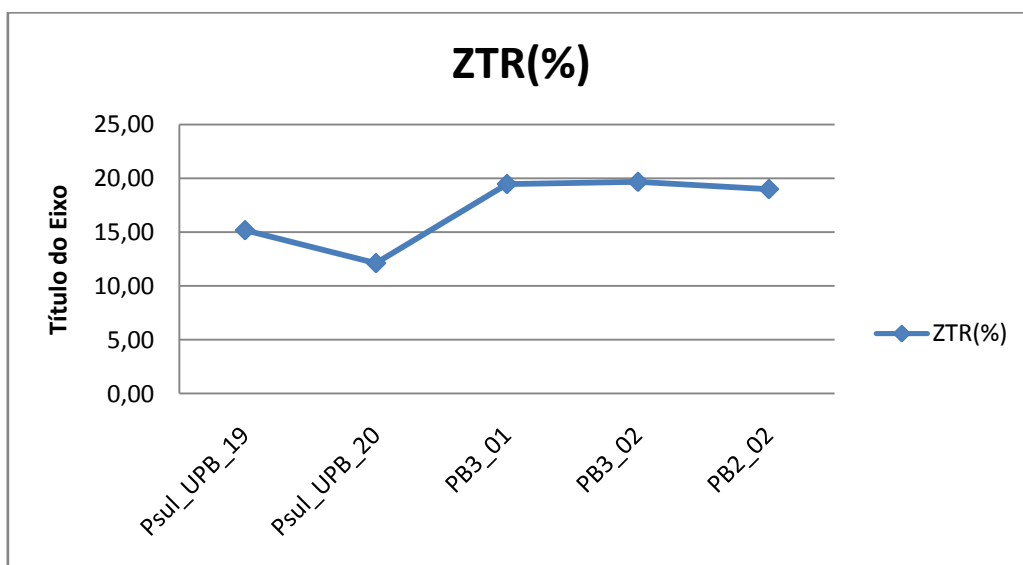


Figura 23. Índice ZTR% - Soma dos valores em porcentagem da concentração de Zircão, Turmalina e Rutilo.

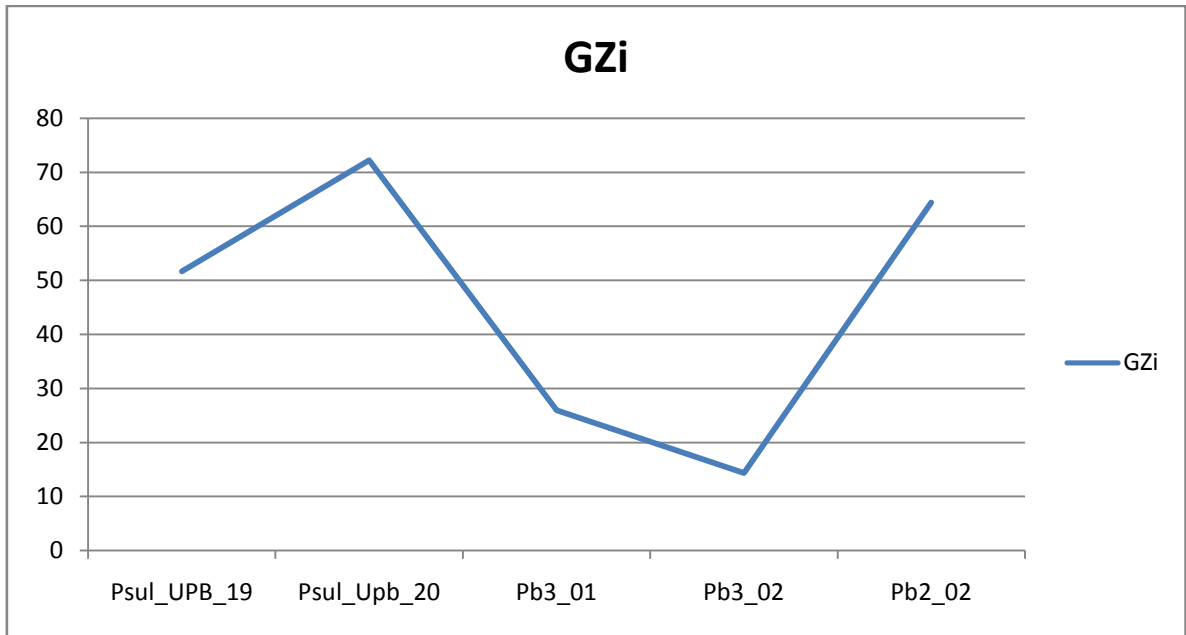


Figura 24. Índice GZi, relação entre as concentrações de Granada e Zircão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos de granulometria, relação entre pesados e leves, composição do sedimento e índices de proveniência apresentaram-se dentro dos intervalos de variação observados por Martins (2011), sendo que estes dados analisam apenas amostras da Barreira IV; Observando tal amplitude e sua variação lateral, concluímos que a quantidade relativamente pequena de amostras analisadas é uma limitante importante para a análise estatística dos dados e a correlação lateral a nível regional.

Todas as amostras apresentam distribuição granulométrica semelhantes, características de deposição praial, com valores reunidos próximos à moda. A granulometria dominante é areia fina, sendo que as amostras da Barreira II apresentaram maiores quantidades de silte que as demais.

É observada uma relação entre de minerais pesados e leves que diminui segundo o avanço da idade das barreiras, com média aproximada de 3% para a Barreira IV, 1,45% para a Barreira III e 0,04% Para a Barreira II, tal fator pode dever-se à dissolução de minerais causados por efeitos pedogenéticos, como indicado por Addad (2001), tal interpretação é controlada pela distribuição granulométrica das amostras que denotam energia do meio semelhante, e o progressivo aumento de argilominerais nos sedimentos das barreiras mais antigas.

A análise composicional de Maturidade, através do índice ZTR% apresenta valores mais altos e semelhantes para as Barreiras II e III, indicando possivelmente maior grau de maturidade destes sedimentos; já os valores de GZi obtidos apresentaram clara diferença entre as barreiras, e valores relativamente mais homogêneos internamente a elas. O que pode refletir modificações importantes dos fatores de proveniência; Tais modificações provavelmente são consequências da formação sucessiva das barreiras, que modifica o padrão de drenagens.

O isolamento e da desembocadura de drenagens e modificações do seu curso pela construção consecutiva das barreiras é um modelo para possíveis modificações de proveniência; Este modelo corrobora com evidências de observadas por Ayup-Zoain *et al.*, (2003) onde interpreta-se que possivelmente a desembocadura do Rio

Camacua deixou de ocorrer no oceano, na região do Banhado do Taim, passando a ocorrer o deságue na lagoa Mirim, após o estabelecimento da Barreira IV.

Efeitos de retrabalhamento dos depósitos do sistema costeiro também são indicados como alteradores do sinal de proveniência (Haddad, 2001, Morton e Hallsworth, 1994). Tomazelli (2008) argumenta que em períodos de nível relativo do mar baixo o sedimento seria remobilizado pela erosão. Tal fator, porém, não é observado nos dados indicativos de retrabalhamento segundo os índices ZTR%, que podem indicar que este fator pode não ser um fator importante na modificação deste sinal de proveniência.

Os índices mais baixos de GZi, indicam diminuições relativas importantes nas quantidades de granadas dos depósitos da Barreira III; A granada é um mineral predominantemente de rochas metamórficas (Remus, 2011), ocorrendo também em rochas ígneas, fazendo parte dos granitoides tipo A encontrados na região (Barros, 2008). Pode-se supor, portanto que a modificação deste sinal de proveniência está relacionada à menor participação de rochas portadoras de granada como fonte do sedimento da Barreira III, pelo menos localmente, em relação às demais.

ANEXOS

1. Análises granulométricas

Sample Name : PSUL_UPB_19	Median Size : 188.54625(µm)
ID# : 201511111444222	Mean Size : 191.72609(µm)
Data Name : 201511111444222	Variance : 2004.9(µm ²)
Transmittance(R) : 83.7(%)	Std.Dev. : 44.7759(µm)
Transmittance(B) : 89.1(%)	Mode Size : 188.4840(µm)
Circulation Speed : 6	Span : OFF
Agitation Speed : 5	Geo.Mean Size : 186.4088(µm)
Ultra Sonic : 00:20 (4)	Geo.Variance : 1.0256(µm ²)
Form of Distribution : Auto	Skewness : 0.3755
Distribution Base : Volume	Kurtosis : 3.2921
Material : Areia	Diameter on Cumulative % : (2)10.00 (%) - 137.2486(µm)
Source : Barreira IV	: (5)50.00 (%) - 188.5462(µm)
Lot Number :	
Test or Assay. Number :	
Refractive Index (R) : Area fina[Quartz(1.450 - 0.100i),Water(1.333)]	
Refractive Index (B) : Area fina[Quartz(1.450 - 0.100i),Water(1.333)]	

	Diameter				Diameter			
	Diameter	PHI	MILS	Microns	Frequency	Frequency	CUMULATIVE	
F PEBBLE	5	-2.00	157.48	4000.00	0.00	0.00	100.00	
	6	-1.75	132.42	3363.59	0.00	0.00	100.00	
	7	-1.50	111.36	2828.43	0.00	0.00	100.00	
	8	-1.25	93.64	2378.41	0.00	0.00	100.00	
FINE PEBBLE	10	-1.00	78.74	2000.00	0.00	0.00	100.00	
	12	-0.75	66.21	1681.79	0.00	0.00	100.00	
	14	-0.50	55.68	1414.21	0.00	0.00	100.00	
	16	-0.25	46.82	1189.21	0.00	0.00	100.00	
V CRS SAND	18	0.00	39.37	1000.00	0.00	0.00	100.00	
	20	0.25	33.11	840.90	0.00	0.00	100.00	
	25	0.50	27.84	707.11	0.00	0.00	100.00	
	30	0.75	23.41	594.60	0.00	0.00	100.00	
CRS SAND	35	1.00	19.69	500.00	0.00	0.00	100.00	
	40	1.25	16.55	420.45	0.00	0.00	100.00	
	45	1.50	13.92	353.55	0.00	0.00	100.00	
	50	1.75	11.70	297.30	2.04	97.96	10.77	
MED SAND	60	2.00	9.84	250.00	8.73	89.23		
	70	2.25	8.28	210.22	20.83	68.40		
	80	2.50	6.96	176.78	29.86	38.54		
	100	2.75	5.85	148.65	22.57	15.96		
FINE SAND	120	3.00	4.92	125.00	10.27	83.53	5.69	
	140	3.25	4.14	105.11	3.70	2.00		
	170	3.50	3.48	88.39	1.33	0.67		
	200	3.75	2.93	74.33	0.48	0.19		
V FINE SAND	230	4.00	2.46	62.50	0.18	5.68	0.01	
	270	4.25	2.07	52.56	0.01	0.00		
	325	4.50	1.74	44.19	0.00	0.00		
	400	4.75	1.46	37.16	0.00	0.00		
CRS SILT	450	5.00	1.23	31.25	0.00	0.01	0.00	
	500	5.25	1.03	26.28	0.00	0.00		
	635	5.50	0.87	22.10	0.00	0.00		
		5.75	0.73	18.58	0.00	0.00		
MED SILT		6.00	0.62	15.63	0.00	0.00		
		6.25	0.52	13.14	0.00	0.00		
		6.50	0.43	11.05	0.00	0.00		
		6.75	0.37	9.29	0.00	0.00		
FINE SILT		7.00	0.31	7.81	0.00	0.00		
		7.25	0.26	6.57	0.00	0.00		
		7.50	0.22	5.52	0.00	0.00		

	Diameter				Diameter			
	Diameter	PHI	MILS	Microns	Frequency	Frequency	CUMULATIVE	
V FINE SILT	7.75	0.18	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8.00	0.15	3.91	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8.25	0.13	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8.50	0.11	2.76	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8.75	0.09	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	
	9.00	0.08	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00	
	9.25	0.06	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	
	9.50	0.05	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	
	9.75	0.05	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	
CLAY	10.00	0.04	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	
	10.25	0.03	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	
	10.50	0.03	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	
	10.75	0.02	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	
	11.00	0.02	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	
	11.25	0.02	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	
	11.50	0.01	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	
	11.75	0.01	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	
	12.00	0.01	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
	12.25	0.01	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	
	12.50	0.01	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	
	12.75	0.01	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	
	13.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
	13.25	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
	13.50	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	
	13.75	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	
	14.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	
	14.25	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	
	14.50	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
	14.75	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
	15.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
	15.25	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
	15.50	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
	15.75	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16.25	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
COLLOID	16.50	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	

Sample Name	: PB3_02	Median Size	: 178.05348(µm)
ID#	: 201511111432219	Mean Size	: 178.01785(µm)
Data Name	: 201511111432219	Variance	: 2689.3(µm ²)
Transmittance(R)	: 82.2(%)	Std.Dev.	: 51.8589(µm)
Transmittance(B)	: 82.2(%)	Mode Size	: 185.7690(µm)
Circulation Speed	: 6	Span	: OFF
Agitation Speed	: 5	Geo.Mean Size	: 165.2482(µm)
Ultra Sonic	: 00:40 (4)	Geo.Variance	: 1.1171(µm ²)
Form of Distribution	: Auto	Skewness	: -0.2604
Distribution Base	: Volume	Kurtosis	: 4.2546
Material	: Areia	Diameter on Cumulative %	: (2)10.00 (%) - 120.0976(µm)
Source	: Barreira III		: (5)50.00 (%) - 178.0535(µm)
Lot Number	:		
Test or Assay. Number	:		
Refractive Index (R)	: Area fina[Quartz(1.450 - 0.100i),Water(1.333)]		
Refractive Index (B)	: Area fina[Quartz(1.450 - 0.100i),Water(1.333)]		

	Diameter				Diameter			Diameter				Diameter		
	Diameter	PHI	MILS	Microns	Frequency	Frequency	CUMULATIVE	Diameter	PHI	MILS	Microns	Frequency	Frequency	CUMULATIVE
F PEBBLE	5	-2.00	157.48	4000.00	0.00	0.00	100.00							
	6	-1.75	132.42	3363.59	0.00		100.00	V FINE SILT	7.75	0.18	4.65	0.11		0.80
	7	-1.50	111.36	2828.43	0.00		100.00		8.00	0.15	3.91	0.19	0.32	0.61
	8	-1.25	93.64	2378.41	0.00		100.00		8.25	0.13	3.28	0.21		0.40
FINE PEBBLE	10	-1.00	78.74	2000.00	0.00	0.00	100.00		8.50	0.11	2.76	0.21		0.18
	12	-0.75	66.21	1681.79	0.00		100.00		8.75	0.09	2.32	0.16		0.02
	14	-0.50	55.88	1414.21	0.00		100.00		9.00	0.08	1.95	0.02		0.00
	16	-0.25	46.82	1189.21	0.00		100.00		9.25	0.06	1.64	0.00		0.00
V CRS SAND	18	0.00	39.37	1000.00	0.00	0.00	100.00		9.50	0.05	1.38	0.00		0.00
	20	0.25	33.11	840.90	0.00		100.00	CLAY	9.75	0.05	1.16	0.00		0.00
	25	0.50	27.84	707.11	0.00		100.00		10.00	0.04	0.98	0.00	0.61	0.00
	30	0.75	23.41	594.60	0.00		100.00		10.25	0.03	0.82	0.00		0.00
CRS SAND	35	1.00	19.69	500.00	0.00	0.00	100.00		10.50	0.03	0.69	0.00		0.00
	40	1.25	16.55	420.45	0.00		100.00		10.75	0.02	0.58	0.00		0.00
	45	1.50	13.92	353.55	0.00		100.00		11.00	0.02	0.49	0.00		0.00
	50	1.75	11.70	297.30	1.43		98.57		11.25	0.02	0.41	0.00		0.00
MED SAND	60	2.00	9.84	250.00	6.87	8.30	91.70		11.50	0.01	0.35	0.00		0.00
	70	2.25	8.28	210.22	16.00		75.70		11.75	0.01	0.29	0.00		0.00
	80	2.50	6.96	176.78	26.91		48.79		12.00	0.01	0.24	0.00		0.00
	100	2.75	5.85	148.65	23.22		25.57		12.25	0.01	0.21	0.00		0.00
FINE SAND	120	3.00	4.92	125.00	13.65	79.77	11.92		12.50	0.01	0.17	0.00		0.00
	140	3.25	4.14	105.11	5.72		6.21		12.75	0.01	0.15	0.00		0.00
	170	3.50	3.48	88.39	2.21		4.00		13.00	0.00	0.12	0.00		0.00
	200	3.75	2.93	74.33	0.88		3.12		13.25	0.00	0.10	0.00		0.00
V FINE SAND	230	4.00	2.46	62.50	0.50	9.30	2.62		13.50	0.00	0.09	0.00		0.00
	270	4.25	2.07	52.56	0.33		2.29		13.75	0.00	0.07	0.00		0.00
	325	4.50	1.74	44.19	0.23		2.06		14.00	0.00	0.06	0.00		0.00
	400	4.75	1.46	37.16	0.20		1.86		14.25	0.00	0.05	0.00		0.00
CRS SILT	450	5.00	1.23	31.25	0.20	0.95	1.67		14.50	0.00	0.04	0.00		0.00
	500	5.25	1.03	26.28	0.20		1.47		15.00	0.00	0.03	0.00		0.00
	635	5.50	0.87	22.10	0.20		1.27		15.25	0.00	0.03	0.00		0.00
MED SILT	675	5.75	0.73	18.58	0.18		1.09		15.50	0.00	0.02	0.00		0.00
	800	6.00	0.62	15.63	0.14	0.72	0.95		15.75	0.00	0.02	0.00		0.00
	1000	6.25	0.52	13.14	0.02		0.93		16.00	0.00	0.02	0.00		0.00
	1250	6.50	0.43	11.05	0.00		0.93		16.25	0.00	0.01	0.00		0.00
FINE SILT	1500	6.75	0.37	9.29	0.00	0.02	0.93		16.50	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	1750	7.00	0.31	7.81	0.00		0.93	COLLOID	16.50	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	2000	7.25	0.26	6.57	0.00		0.93							
	2500	7.50	0.22	5.52	0.02		0.91							

2. Tabela de Pesagem das amostras

Amostra	Massa Leves	Massa Pesados	%pesados
Psul-U-pB 19	126,9481	6,2718	4,940444166
Psul-U-pB 20	113,1623	1,8791	1,660535355
Pb2-01	59,1592	0,0226	0,038202004
Pb2-02	108,4598	0,04528	0,041748187
Pb3_01	138,5552	1,3326	0,961782741
Pb3_02	175,6966	3,3129	1,885580028

	Barreira IV		Barreira III		Barreira II
Índice/Amostra	Psul_UPB_19	Psul_UPB_20	PB3_01	PB3_02	PB2_02
ZTR(%)	15,18	12,12	19,47	19,67	19,01
GZi	1,066429	2,598944718	0,35	0,17	1,81

3 Tabela de cálculo de Índices

REFERÊNCIAS

ADDAD J. E. **Minerais Pesados: uma ferramenta para prospecção, proveniência, paleogeografia e análise ambiental.** São Paulo: Imprensa Universitária. Centro Gráfico da UFMG, 2001. 80 p.

ALMEIDA, F. F. M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B. B., FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SBG, **Simpósio de Geologia do Nordeste**, 8, 1997. Campina Grande, Anais, p. 363-391.

AYUP-ZOUAIN, R. N.; Ferreira, H. P. L.; Barboza, E.G.; Tomazelli, L. J. Evidência morfológica de um paleocanal holocênico da laguna Mirim nas adjacências do Banhado Taim. In: **CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO**, 9, Recife. Livro de Resumos, p.82, Recife. 2003.

BARROS, C. E. et al. Distribuição e origem dos minerais detríticos pesados das areias praias holocênicas do litoral norte do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, p.319-335, 2008.

BITTENCOURT, M. F. A. S. *et al.* Estratigrafia do batólito Florianópolis, cinturão Don Feliciano, na região de Garopaba-Paulo Lopes, SC. **Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre. v. 35, n. 1, p. 109-136, 2008.

BUCHMANN, F. S. C. **Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: Evolução holocênica da paleoembocadura da Lagoa Mirim, RS, Brasil.** 1997. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1997.

CHEMALE Jr. F. Evolução Geológica do Escudo Sul-rio-grandense. In Holz, M. & L.F. DeRos (Eds.). **Geologia do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. Centro de Investigação do Gondwana/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, p. 13-52.

DILLENBURG, S. R.; BARBOZA, E. G. The strike-fed sandy coast of Southern Brazil. **Geological Society Special Publication**, Londres, v. 388, p. 16, 2014.

DILLENBURG, Sergio R.; HESP, Patrick A. **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil: Lecture Notes in Earth Sciences**. 107. Berlin: Springer. 2009. 380p.

HARTMANN L. A.; CHEMALE, JR. F.; PHILIPP R. P. 2007. Evolução Geotectônica do Rio Grande do Sul no Pré-Cambriano. In: FRANTZ JC *et al.* **50 anos de Geologia: Instituto de Geociências. Contribuições**. Porto Alegre: Centro de Investigação do Gondwana/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. p. 59-77.

HAUGHTON, P. D. W.; TODD, S. P.; MORTON, A. C. **Developments in Sedimentary Provenance Studies**. Londres: The Geological Society. 1991. 361p.

Hubert, J. F. Analysis of heavy-mineral assemblages. New York: **Procedures in Sedimentary Provenience**. 1971. p. 453 – 478.

KOSLER, J. *et al.* U–Pb dating of detrital zircons for sediment provenance studies — a comparison of laser ablation ICPMS and SIMS techniques. **Geochemical Geology: including Isotope Geoscience**. Chemical Geology. Amsterdam, v. 182, p. 605-618, 2002.

LENZ, Cristine. Evolução do Magmatismo Neoproterozoico Registrado nos Ortognaisses Cerro Bori, Cinturão D. Feliciano no Uruguai. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

Mange M. A. & Maurer H. F. W. Heavy Mineral in Colour. London: Chapman and Hall. 1992. 147p.

MARTINZ, L. P. **Estudo e Avaliação dos Minerais Detríticos das Areias Holocênicas da Porção Emersa da Bacia de Pelotas**. 2011. 46 f. Dissertação

(Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.

MORTON, A. C. & HALLSWORTH, C. Processes Controlling the Composition of Heavy Mineral Assemblages in Sandstones. **Sedimentary Geology**, v. 124, p. 3-29, 1999.

MORTON, A. C. and HALLSWORTH, C. Identifying Provenance-Specific Features of Detrital Heavy Mineral Assemblages in Sandstones . **Sedimentary Geology**, v. 90. p. 241-256, 1994.

OYHANTÇABAL, P.; SIEGESMUND, S.; WEMMER K. The Río de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signature. **International Journal of Earth Sciences**. Amsterdam, v. 100, n. 2 . p. 201-220, 2010.

PHILIPP, R. P.; MACHADO, R.; CHEMALE JR., F. Reavaliação e Novos Dados Geocronológicos (Ar/Ar, Rb/Sr e Sm/Nd) do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: Implicações Petrogenéticas e Idade de Reativação das Zonas de Cisalhamento. **Série Científica: Revista do Instituto de Geociências - USP**, São Paulo, v. 3, p.71-84, 2003.

PHILLIPP R. P.; MACHADO R., CHEMALE Jr. F. A geração de Granitóides Neoproterozoicos do Batólito de Pelotas: Evidências dos Isótopos de Sr e Nd e Implicações para o Crescimento Continental da Porção Sul do Brasil. In.: **50 anos de Geologia: Instituto de Geociências. Contribuições**. Porto Alegre: Centro de Investigação do Gondwana/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. p. 59-77.

REMUS, M. V. D. *et al.* Proveniência sedimentar: métodos e técnicas analíticas aplicadas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, p. 166-185, 2008.

ROSA, Maria Luiza Correa da Camara. **Geomorfologia, estratigrafia de sequências e potencial de preservação dos sistemas Laguna Barreira do Quaternário Costeiro do Rio Grande do Sul. 2012.** Tese (Doutorado em

Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

TOMAZELLI L.J., DILLENBURG S.R., VILLWOCK J.A. Late Quaternary Geological History of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n.3, p. 470-472, 2000.

TOMAZELLI, I. C. S. C. *et al.* Áreas Fontes dos Minerais Pesados e sua Distribuição sobre a Plataforma Continental Sul-brasileira, Uruguia e Norte-argentina. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 1, n. 35, p.135-150, ago. 2008.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: Holz, M. & De Ros, L. F. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000, p. 375-406.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, UFRGS. Porto Alegre. v. 8, p.1-45, 1995.

WHITE, I. C. Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Rio de Janeiro: DNPM, 1908. Parte I, p.1-300; Parte II, p. 301-617.

WILSON, W.; Léo Afraneo Hartmann; Ricardo da Cunha Lopes . **AN OPTIMIZED VOLCANIC STRATIGRAPHY**. Página da Internet. Disponível em : http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento_1842.pdf. Acessado em 18/09/2014. CPRM,UFRGS. Sem data.