

CRISTIANO MARCELO PEREIRA DE SOUZA

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS E  
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE SEDIMENTOS PÓS-  
BARREIRAS, ILHÉUS-BA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S729a  
2014 Souza, Cristiano Marcelo Pereira de, 1987-  
Análise dos parâmetros sedimentológicos e  
caracterização de solos desenvolvidos de sedimentos  
pós-barreiras, Ilhéus - BA / Cristiano Marcelo Pereira de  
Souza. - Viçosa, MG, 2014.  
ix, 76f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : Liovando Marciano da Costa.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Sedimentologia. 2. Tabuleiros costeiros. 3. Gênese de  
espodossolos. 4. Sedimentos do quaternário.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Solos.  
Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas.  
II. Título.

CDD 22. ed. 552.5

**CRISTIANO MARCELO PEREIRA DE SOUZA**

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS E  
CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE SEDIMENTOS PÓS-  
BARREIRAS, ILHÉUS-BA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2014

---

José João Lelis Leal de Souza

---

Walter Antônio Pereira Abrahão

---

Ronaldo Lima Gomes

---

Liovando Marciano da Costa  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida e pelas bênçãos.

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, pelo curso proporcionado, pela experiência de vida e ter favorecido o contato com grandes Professores e novos amigos.

À Fapemig pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores do Departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa.

Aos funcionários do Departamento de Solos, principalmente a secretária Luciana que sempre está à disposição para ajudar e esclarecer todas as dúvidas de todos os alunos.

A Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, pelo apoio e logística na realização dos trabalhos de campo.

Aos professores e amigos Ednice Fontes, Maurício Moreau, Eugênia Bruck, Agna Menezes, Arlicélio Paiva, Gustavo Franco e Ronaldo Lima Gomes pelo exemplo a ser seguido e pelos grandes ensinamentos. Agradeço, a minha coorientadora Ana Maria Moreau (Aninha) que me inseriu no caminho da pesquisa ainda na iniciação científica, sempre com frases de incentivo, ensinamentos, conselhos e lições de vida.

À família pelo apoio e incentivo, em principal a minha Mãe (Regina) pela compreensão, conselhos e pelo seu sexto sentido e adivinhar minha situação e estado emocional mesmo à distância.

Aos amigos da Bahia Alan, Ingrid, Irlanda, Jorman, Liliâne, Maisa, Meire, Mikaele, Nathalie, Phillipe, Ricardo e outros tantos, porém aqui não mencionados. Agradeço pela amizade, diversões, incentivo e pelos elogios que sempre me deixavam de alto astral.

Aos novos amigos adquiridos em Viçosa, os do Departamento Adriana, Guilherme, (Aos Luíses: Chico, Tocatins, Diamantina), Luísa, Nayara, Pablo, Roberto (pela grande ajuda nos procedimentos de laboratório) e Silmara. E aos colegas de república Bruno e Renan.

E por fim, porém não menos importante. Agradeço ao Professor Orientador Liovando Marciano da Costa. Uma pessoa de firmeza em suas convicções e sempre disposto a ajudar. Agradeço pela orientação, compromisso, amizade, ideias, conselhos, e pelo grande exemplo de vida a ser seguido.

## RESUMO

SOUZA, Cristiano Marcelo Pereira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2014. **Análise dos parâmetros sedimentológicos e caracterização de solos desenvolvidos de sedimentos Pós-Barreiras, Ilhéus-BA.** Orientador: Liovando Marciano da Costa. Coorientadora: Ana Maria Souza dos Santos Moreau.

Ao longo do litoral de Ilhéus é verificada a ocorrência de sedimentos Pós-Barreiras que cobrem a unidade geomorfológica tabuleiros costeiros. Embora haja alguns trabalhos pioneiros a partir da década de 80 com enfoque para estes sedimentos em outras regiões do Brasil, todavia, alguns assuntos relacionados a Pós-Barreiras ainda não foram suficientemente estudados. Assim, este estudo objetiva realizar a análise de sedimentos Pós-Barreiras baseado no enfoque para dinâmica sedimentar e pedologia. No primeiro caso, foram analisados os parâmetros sedimentológicos nos sedimentos Pós-Barreiras para fração areia, com a finalidade de obter diâmetro médio dos grãos, mediana, desvio-padrão, assimetria, e curtose gráfica. Na fração areia média, foi analisada a morfologia dos grãos com uso de microscópio ótico. Foram também coletadas três amostras nas camadas dos sedimentos com uso de tubos de PVC, para realizar procedimento de datação com uso do método de Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE), seguindo-se o protocolo SAR (*Single Aliquot Regeneration*). Foi observada a paisagem de ocorrência dos sedimentos Pós-Barreiras, por meio da elaboração do mapa geomorfológico e análise de variáveis geomorfométricas. Para o enfoque pedológico foram coletadas amostras de solos, descrição de perfis e reconhecimento da paisagem. Para as amostras coletadas foram realizadas análises físicas e químicas, como a determinação do pH em H<sub>2</sub>O e em KCl, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H+Al, P, C-orgânico, fracionamento de matéria orgânica, análise de textura do solo e fusão alcalina para determinação dos teores totais de Si, Al, Fe, Ti, e Zr. Realizou-se também análise mineralógica para as frações areia, silte+argila e argila. Foi observado que a paisagem de ocorrência dos sedimentos Pós-Barreiras é restrita ao litoral, ao máximo de 5 km distante de linha de costa e altitude máxima de 139 m. Os resultados dos parâmetros sedimentológicos, com base principalmente nos

valores obtidos de curtose, assimetria e seleção, revelaram que a maioria dos sedimentos coletados tem padrões de sedimentos transportados por processos marinhos, aliado ao fato da morfologia dos grãos que apresentaram baixo grau de arredondamento, típico de sedimentos de origem marinha, todavia estes dados não são conclusivos, são necessários estudos mais específicos. As áreas de ocorrência destes sedimentos foram submetidas a soerguimentos pela ação da neotectônica e encontravam-se na época de deposição sedimentar em cotas altimétricas mais baixas. A época de deposição das amostras dos sedimentos Pós-Barreiras foi do Pleistoceno tardio até o Holoceno, sendo que as idades variaram de 6.000 a 85.000 AP. Os solos desenvolvidos do Pós-Barreiras, são os Neossolos Quartzarênicos, com baixa saturação por bases e CTC. Foram também registrados cinco solos com morfologia de Espodossolos, porém os resultados dos teores dos elementos Ti, Zr bem como as suas relações (Zr/Ti), valor de uniformidade, e fracionamento de MO revelaram a presença de descontinuidade para alguns perfis com morfologia espódica, sendo classificado como Neossolos. Os principais componentes minerais identificados nos perfis de solos são o quartzo e feldspato na fração areia; e na fração silte+argila principalmente caulinita e quartzo. A gênese dos solos dos sedimentos Pós-Barreiras está relacionado a processos pedogenéticos e processos de deposição sedimentar gerando, por vezes, solos alóctones.

## ABSTRACT

SOUZA, Cristiano Marcelo Pereira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Analysis of parameters sedimentological and characterization of soils developed of sediments Post-Barreiras, Ilhéus-BA.** Adviser: Liovando Marciano da Costa. Co-advisers: Ana Maria Souza dos Santos Moreau.

In the municipality of Ilhéus is verified the occurrence Post-Barreiras, overlying the coastal tablelands on the coastline. Although there is some pioneering work from the 80s, with a focus on these sediments in other regions of Brazil, nevertheless, some lines of study have not yet been sufficiently studied. This study aims to conduct the analysis of sediment Post-Barreiras, based on geological and pedological approach. In the first case the sedimentological parameters was analyzed for the sand fraction in order to obtain average grain diameter, median, standard deviation, skewness, and graphic kurtosis. From average sand fraction was analyzed grain morphology using optical microscope. Three samples collected in tubes of polyvinyl chloride, to perform the dating method using Optically Stimulated Luminescence (OSL) following the protocol SAR (Single Aliquot Regeneration). Was observed the landscape of occurrence of sediment, based on the elaboration of geomorphological map and analysis geomorphometric aspects. For pedological approach soil samples were collected, with description of pedons and reconnaissance of the landscape. Physical characteristics determined were texture, water dispersed clay, and flocculation. The chemical analysis carried out were the following: pH in H<sub>2</sub>O and in KCl, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H + Al, P, organic C, fractionation of organic matter, and alkaline fusion to determine the total concentration of the elements (Si, Al, Fe, Ti, e Zr). Analyses were carried out by X-ray diffraction for fractions silt / clay and clay. As a result, it was observed that the landscape of occurrence of sediment Post-barriers is restricted to the coast, to a maximum of 5 km far from the coastline and maximum altitude of 139 m. Analyses of sedimentological parameters, based primarily on values of kurtosis, skewness and selection, revealed that the majority of the collected sediments have patterns of sediment transported by marine processes, associated with the fact that the

morphology of the grains showed a low degree of rounding, typical of sediments of marine origin, however these data are not conclusive, more specific and detailed further studies are necessary and aeolian processes are to have their share of contribution to the deposit of sands. It is noteworthy that the current locations of these sediments were subjected to the action of neotectonic uplift and were at the time of sediment deposition in lower altitudes. The time of deposition of sediments Post-Barreiras was the late Pleistocene to Holocene, with the ages ranging 6000-85000 AP. With regard to soil, it was observed that the soils developed sediment are Arenosols presenting low base saturation and CEC. Were also recorded five soils with morphology of Podzols, However the results of the levels and relationships of the elements Ti and Zr, value of uniformity, MO fractionation, revealed the presence of discontinuity for some pedons. The main mineral components identified in soils are quartz and feldspar in the sand fraction, and for fraction silt / clay and clay fraction principally kaolinite and quartz. The genesis of soils the sediment Post-Barreiras is linked to pedogenic processes and sediment deposition processes generating soil with discontinuities.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1.....	4
<i>Parâmetros Sedimentológicos e Datação de Sedimentos Pós-Barreiras, Ilhéus-Ba. ....</i>	<i>4</i>
1. INTRODUÇÃO. ....	5
2. METODOLOGIA.....	7
2.1    Área de estudo.....	7
2.2    Procedimentos Metodológicos. ....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO. ....	11
3.1    Caracterização da área.....	11
3.2    Análises dos parâmetros sedimentológicos. ....	20
3.3    Datação dos sedimentos.....	26
4. CONCLUSÃO.....	29
5. REFERÊNCIAS .....	31
CAPÍTULO 2.....	36
<i>Solos Desenvolvidos em Sedimentos Pós-Barreiras dos Tabuleiros Costeiros, Ilhéus-Ba.</i>	<i>36</i>
1. INTRODUÇÃO. ....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS. ....	39
2.1.    Área de coleta.....	39
2.2.    Procedimentos de laboratório. ....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO. ....	43
3.1. Caracterização morfológica e física dos solos. ....	45
3.2. Caracterização química. ....	52
3.3. Fusão alcalina. ....	57
3.4. Descontinuidade litológica. ....	60

3.5. Atributos mineralógicos.....	67
4. CONCLUSÃO .....	71
5. REFERÊNCIAS.....	72

## INTRODUÇÃO GERAL

O município de Ilhéus apresenta uma grande diversidade geomorfológica e. Ao longo do litoral são registradas formações resultantes de processos tectônicos, erosivos e de deposição. Assim é possível observar unidades de tabuleiros costeiros, planície sedimentar, mar de morro (embasamento cristalino) e até mesmo presença de antigo *rift valley* (Bacia do Almada). Essas morfologias bem como as formações geológicas já foram identificadas em diversas áreas do litoral do Brasil (Bigarella; Andrade, 1964; Bigarella, 1975; Bezerra, 2000; Vilas Boas; Sampaio; Pereira, 2001; Bezerra et al., 2014).

Além das estruturas geomorfológicas citadas, é possível observar também a presença de materiais arenosos em áreas elevadas, ao longo do litoral, que cobrem de forma espaçada a unidade geomorfológica dos tabuleiros costeiros. A presença de areias cobrindo os tabuleiros costeiros já foi relatada em alguns pontuais estudos (Rossetti; Truckenbrodt; Góes, 1989; Cohen et al., 2008; Tatum et al., 2008). Todavia, deve-se reconhecer que esses materiais arenosos não foram suficientemente estudados, ea presença dessas areias em locais elevados podem estar ligadas a processos de neotectônica, variações do nível do mar e ações eólicas ocorridas durante o Quaternário.

O material arenoso sobreposto aos tabuleiros costeiros é denominado em alguns estudos como sedimentos Pós-Barreiras (Rossetti et al., 1989; Rossetti; Góes; Souza, 2001; Tatum et al., 2008). De maneira geral, os estudos tendem atribuir a sua formação a processos eólicos, porém ainda não de forma conclusiva. Porém os resultados dos trabalhos são unânimes em afirmar que a origem das areias não é do intemperismo dos sedimentos o qual as areias estão sobrepostas, mas está relacionado a processos de deposição sedimentar.

Não há muitos trabalhos prévios documentando a idade dos sedimentos Pós-Barreiras, com destaque apenas para estudos Tatum et al. (2008). Segundo os autores acarência de dados de idade desses materiais, é

principalmente devida à sua composição arenosa e natureza fortemente intemperizada, que dificultam a obtenção de datações radiogênicas confiáveis.

Os estudos com os sedimentos Pós-Barreira, em grande maioria são vinculados à litologia com enfoque na, estratigrafia sedimentar, ao relevo de ocorrência, aos processos de deposição, e idades dos materiais. Não há trabalhos com enfoque pedológico, há apenas citação dos principais solos desenvolvidos, porém sem enfoque na caracterização e gênese. A escassez de estudos possivelmente está relacionado à baixa fertilidade do material e conseqüentemente baixo interesse agrônômico, o que ressalta a necessidade de estudos que compreendam a gênese dos solos que ocorrem nos sedimentos Pós-Barreiras.

Os solos desenvolvidos de materiais arenosos são geralmente os Neossolos e Espodossolos, a ocorrência destes, está relacionada às áreas de restingas e planícies marinhas, e alguns estudos já apresentaram caracterização e gênese dos solos desenvolvidos desses materiais (Benites et al., 2003; Coelho, 2008; Franco 2010; Coelho et al., 2010; Carvalho; Ribeiro; Souza, 2013). No contexto de sedimentos do Grupo Barreiras, estudos de Moreau et al. (2006a) e Oliveira et al. (2010) já relataram a gênese de Espodossolos, desenvolvidos sobre materiais arenosos, que foram originados a partir do intemperismo de Latossolos, sendo tal evolução já foi identificado por Ucha (2000) e Mafra et al. (2002).

Levanta-se a hipótese, que alguns solos dos sedimentos Pós-Barreiras, que são principalmente Neossolos e Espodossolos, devem também ter sua gênese controlada pelos processos de deposição, gerando solos alóctones com presença de descontinuidade litológica, enquanto que em áreas mais estáveis do relevo, processos pedogenéticos com destaque para iluviação de carbono orgânico, óxidos de alumínio e/ou ferro, podem também está contribuindo para gênese dos solos, principalmente os Espodossolos.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho, é analisar as áreas de ocorrência dos sedimentos Pós-Barreiras no município de Ilhéus, com enfoque a análise dos parâmetros sedimentológicos, datação, morfologia de grãos e inferir possíveis mecanismos de transporte. Realizar caracterização dos solos

desenvolvidos dos sedimentos Pós-Barreiras, buscando compreender a gênese dos solos.

## **CAPÍTULO 1**

### ***Parâmetros Sedimentológicos e Datação de Sedimentos Pós-Barreiras, Ilhéus-Ba.***

## 1. INTRODUÇÃO.

Os estudos sobre materiais arenosos sobrepostos aos sedimentos do Grupo Barreiras (GB) são incipientes. Ainda não existe um consenso quanto à origem, processos deposicionais e datação. No litoral de Ilhéus essas coberturas arenosas ocorrem em áreas elevadas ao longo do litoral, situadas principalmente sobre o material geológico GB.

A unidade geomorfológica formada a partir dos sedimentos do GB são os tabuleiros costeiros (Martin; Suguio, 1992), que são superfícies tabulares litorâneas, sulcadas por canais de drenagem, e podem apresentar contato direto com o mar, formando linhas de falésias, ou foram erodidos devido a variações do nível do mar ocorridos no Quaternário (Martin; Suguio, 1992; Rossetti; Góes, 2009).

No município de Ilhéus, os tabuleiros costeiros estão situados principalmente na porção territorial sul e não apresentam contato direto com o mar, configurando como linhas de falésias mortas. Além dessas áreas, existem também manchas espaçadas de sedimentos do GB soerguidas por processos neotectônicos na porção norte de Ilhéus. Estudos de Bezerra (2000), Pereira (2001) e Lima; Boas; Bezerra (2006) já identificaram evidências de processos neotectônicos e sua influência no GB no contexto do sul da Bahia.

Nos tabuleiros costeiros de Ilhéus, ocorrem coberturas arenosas, constituídas por areias esbranquiçadas de granulometria fina a média, e em alguns casos apresentando características de estratificação cruzada. Estudos de materiais semelhantes em áreas de tabuleiros costeiros em outras regiões sugerem que a formação destes sedimentos pode ter sido a partir de processos eólicos, onde as frações arenosas do GB juntamente com as areias marinhas começam a ser mobilizadas para o interior do continente (Rossetti et al., 2001)

A tendência de atribuir a formação dos sedimentos Pós-Barreiras a partir de processos eólicos, deve-se ao fato, que de acordo com os modelos atuais de circulação atmosférica e clima, e a última glaciação, com máximo glacial

próximo a 13 mil anos antes do presente (AP)(Pleistoceno tardio e Início do Holoceno), o que representou uma fase de grande aridez climática, especialmente nas baixas latitudes, afetando quase toda a América do Sul (Ledru et al., 1996). De acordo com Souza Filho; El-Robrini (2013), admite-se que no final do Pleistoceno o nível do mar situava a atual quebra do talude, o que permitiu a formação de uma grande área de sedimentos arenosos depositados na frente do Grupo Barreiras e que podem ter sido mobilizados para o interior do continente pela ação do vento.

O processo de sedimentação de areias nos tabuleiros costeiros é favorecido em função do alinhamento da linha de costa do GB na direção norte-sul, o que garante a ação direta de ventos oriundos do mar em direção ao continente. Mas a presença de frações arenosas grosseiras indica também a ação da água como um agente de transporte, sendo que estudos de Rossetti; Góes; Truckenbrodt (1990), Arai (2006), e Rossetti; Bezerra; Dominguez (2013), relatam as influências marinhas sobre os sedimentos do GB.

As coberturas arenosas situadas sobre os tabuleiros costeiros são denominadas em alguns estudos como sedimentos arenosos eólicos continentais ou sedimentos Pós-Barreiras (Cohen et al., 2008; Tatumi et al., 2008; Gregório; Mendes, 2009). Porém ambas as nomenclaturas podem se configurar como termos inadequados. O termo sedimentos arenosos eólicos continentais, empregado nos estudos da CPRM (2000), não fornece a ideia de que estes sedimentos tenham sua origem a partir de sedimentos advindos do litoral, além disso, o termo eólico exclui outros processos que por ventura tenham originado a sedimentação. Ao considerar o termo como Pós-Barreiras também abre margem para dúvida, pois não deixa claro se o termo “Pós” é no sentido estratigráfico ou no sentido de localização geográfica das areias, nesse sentido estudos de Martin; Suguio; Flexor (1993) empregam o termo Pós-Barreiras para depósitos de sedimentos na forma de leques aluviais coalescentes, que se sedimentaram no sopé das falésias do Grupo Barreiras. Vale salientar que apesar da falta de uma nomenclatura adequada. Nesta pesquisa as coberturas arenosas serão tratadas como Pós-Barreiras.

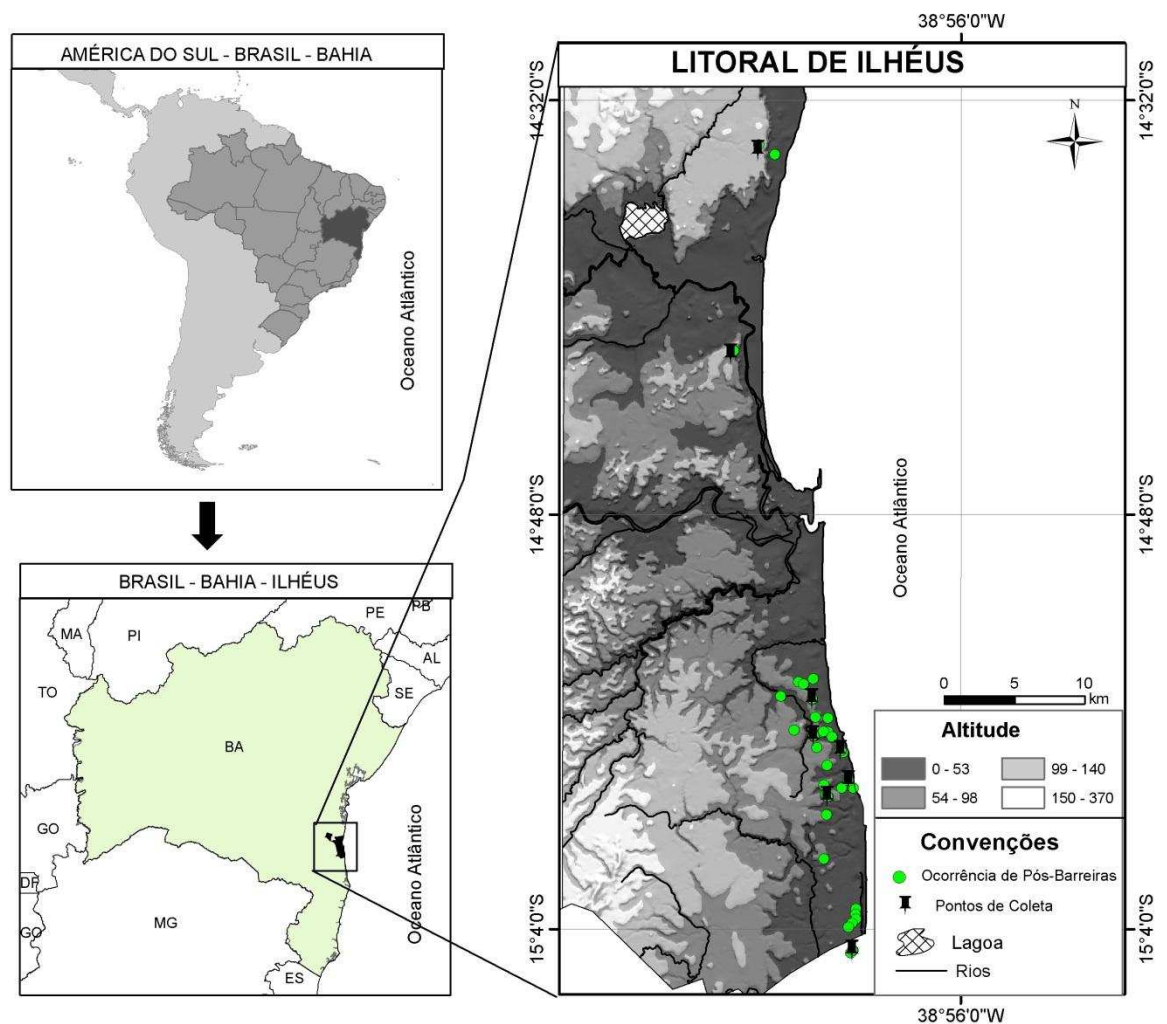
A falta de um consenso quanto à origem e época de depósito das areias segundo Tatumi et al. (2008) deve-se ao fato de, por muito tempo, essas coberturas serem consideradas resultante do intemperismo do próprio GB, em que processos de acidólise com intensa destruição de argila dos Latossolos, resultaram em um manto de intemperismo essencialmente quartzoso, como diagnosticado em áreas abaciadas do relevo (muçunungas) em tabuleiros costeiros no Extremo Sul da Bahia (Moreau et al., 2006b; Oliveira et al., 2010).

O objetivo desta pesquisa é analisar as áreas de ocorrência dos sedimentos pós-barreiras no município de Ilhéus (BA), analisando a sua posição na paisagem, observar a granulometria das areias, bem como análise dos parâmetros sedimentológicos, e inferir possíveis mecanismos de transporte baseado também nas características morfológicas dos grãos de areia.

## **2. METODOLOGIA.**

### **2.1 Área de estudo.**

A área de estudo compreende a unidade geomorfológica de tabuleiros costeiros e materiais correlatos situado no município de Ilhéus. De forma geral a unidade de Tabuleiro Costeiro está distribuída principalmente na porção territorial sul do município e de forma espaçada porção norte. O litoral estudado situa-se entre as coordenadas  $-14^{\circ} 41'$  a  $-15^{\circ} 11'$  de latitude sul e de  $-39^{\circ} 55'$  a  $-38^{\circ} 99'$  de longitude W.Gr (Figura1).



**Figura 1** - Mapa da área de estudo, evidenciando as formas do relevo.

## 2.2 Procedimentos Metodológicos.

Para análise das áreas de ocorrência destes sedimentos, foram extraídos variáveis geomorfométricas a partir de imagens de Topodata de resolução espectral de 30 m, a saber: declividade do terreno, hipsometria, e modelo digital de elevação. Os dados das imagens Topodata foram refinados baseado na metodologia definida por Valeriano; Rossetti (2010).

Como forma de compreender a geomorfologia da região foi elaborado um mapa geomorfológico em escala compatível de 1:60.000, por meio da metodologia definida por Ross (2003). Assim, para o mapeamento dos aspectos geomorfológicos foi elaborado o mapa do modelo digital de elevação e

mapa de declividade a partir do refinamento de imagens do Topodata com resolução de 30x30 m e ainda com o auxílio dos planos de informações do mapa de hierarquização da rede de drenagem, mapa geológico, trabalhos de campo, e uso de imagens Ikonos de alta resolução espectral (1x1 m).

Como forma de correlacionar os sedimentos Pós-Barreiras e relevo, foram analisados diversos aspectos geomorfométricos representados cartograficamente, a exemplo, declividade, curvas de nível, comprimento de rampa, hipsometria, orientação de vertentes.

Para análise granulométrica, foram coletadas onze amostras do material Pós-Barreiras, e foram empregados procedimentos para separação das frações silte, argila e de areia, sendo esta última com subdivisões: areia muito fina – 0,05 mm a 0,10 mm; areia fina - 0,10 mm a 0,25 mm; areia média - 0,25 mm a 0,5 mm; areia grossa – 0,5 mm a 1,0 mm, e areia muito grossa – 1,0 mm a 2,0 mm. A metodologia foi baseada em Ruiz (2005). Para isso foi utilizado em um tratamento 10 g terra fina seca ao ar (TFSA) para análise de textura e 50 g de TFSA para análise dos parâmetros sedimentológicos definidos por Folk; Ward (1957) peneirados e convertidos para escala phi ( $\phi$ ) ( $-\text{Log}_2(\text{malha da peneira em mm})$ ). Ambas as porções amostrais foram tratadas com 25 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e 150 mL de água deionizada e deixado em repouso por um período de 6 horas em frascos plásticos e depois submetido a agitação por 16 horas em agitador orbital, esses procedimentos tiveram o objetivo de causar a dispersão da argila silte e areia das amostras. Posteriormente a fração areia foi fracionada por peneiramento.

Foram empregadas análises estatísticas para obter informações e descrever as propriedades dos materiais arenosos (Parâmetros sedimentológicos), sendo que os valores foram trabalhados na escala sedimentológica phi ( $\phi$ ). Assim, foi possível obter os valores da mediana (Md), da média (Mz), do desvio-padrão ( $\sigma$ ), da assimetria (Sk1) e da curtose gráfica (Kg). Os valores foram calculados baseado na metodologia proposta por Folk; Ward (1957), com uso do programa de análise de sedimentos Sysgran 3.0 (Camargo, 2006). Vale salientar que nos cálculos sedimentológicos a fração

areia foi recalculada para 100%, desprezando-se as frações silte e argila. O Quadro 1 apresenta as fórmulas utilizadas.

**Quadro 1** -Medidas estatísticas da distribuição de frequência e respectivas fórmulas de cálculo (Folk; Ward, 1957).

---

Diâmetro médio	$Mz = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{50} + \varphi_{16}}{3}$
Mediana	$Med = \varphi_{50}$
Assimetria	$SKI = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16} + 2 \varphi_{50}}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5 - 2 \varphi_{50}}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)}$
Desvio-padrão	$\sigma I = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6,6}$
Curtose gráfica	$KG = \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{2,44(\varphi_{75} - \varphi_{25})}$

---

Foram também realizadas análises com microscópio ótico dos grãos de areia. As fotografias foram registradas na fração areia média. A partir das imagens registradas foi calculado o grau de arredondamento dos grãos utilizando o programa de computador denominado *UTHSCSA Image Tool* (Wilcox et al., 2002), e foi utilizada a metodologia definida por Olszewski et al. (2004) e conforme indicações e classificação definidas por Suguio (1973) e Powers (1953) para classificação dos grãos.

Foi realizado também datação das amostras pelo método de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), em que a luminescência é a luz emitida por alguns materiais, previamente expostos a uma radiação ionizante, quando estimulados por algum tipo de ativação de energia (Huntley, 1985). Assim, foram coletadas amostras em tubos de PVC baseado nos procedimentos descritos por Sallun et al. (2007) e Tatumi et al. (2008) e datadas de acordo com os métodos e cálculos definidos por Aitken (1985) e Berger (1986). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório Datação, Comércio Prestação de Serviços Ltda para realização das análises.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.**

#### **3.1 Caracterização da área.**

O litoral do município de Ilhéus apresenta uma diversidade geológica, o que implica também em diferentes formas do relevo. O embasamento cristalino é constituído de rochas de granitoides e gnaisses, que apresentam intrusões de diques de diabásio. Na porção territorial litorânea sul de Ilhéus, o embasamento cristalino está recoberto por sedimentos do GB, já na área norte do município apresenta contato direto com mar. A paisagem dos sedimentos Pós-Barreiras é apresentada na Figura 2.

De acordo com mapa geomorfológico (Figura 3), as colinas e morros, são formações de material geológico do substrato cristalino, estão dispostos principalmente no setor oeste da área de estudo.

Os tabuleiros costeiros estão situados principalmente na porção territorial sul, e foram divididos em tabuleiros costeiros interioranos e tabuleiros costeiros dissecados, sendo que este último apresenta elevado estágio de dissecação, com presença de voçorocas e linhas de falésias mortas, com vertentes de declividade acentuada.

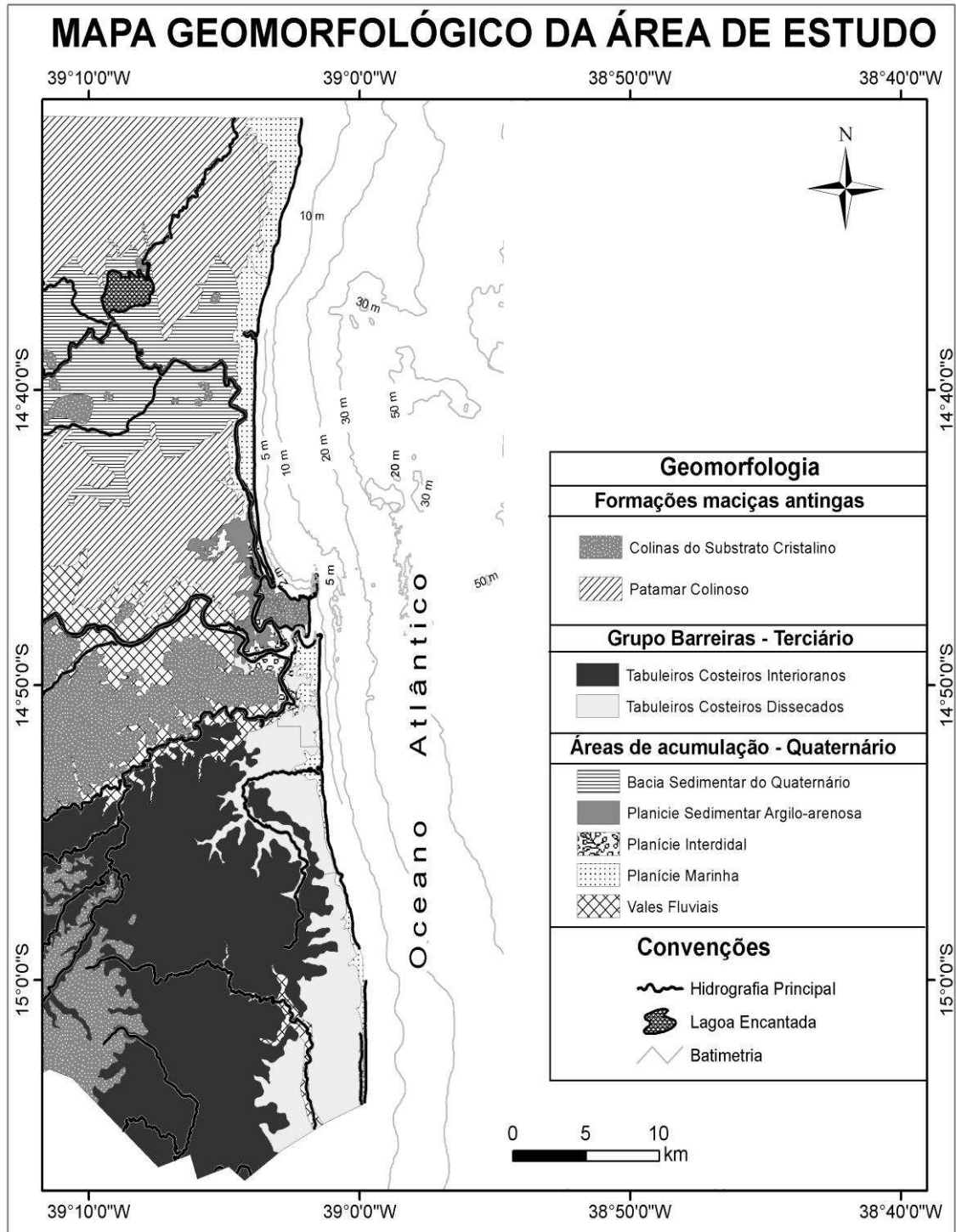
Os sedimentos Pós-Barreiras estão situadas principalmente nas áreas de tabuleiros costeiros dissecados, que por sua vez estão mais próximos da linha de costa. Na área norte, os sedimentos Pós-Barreiras estão sobre os patamares colinosos formados pela associação da litologia das unidades pré-cambrianas denominadas Complexos Ibicarai e São José (Franco et al., 2012), sendo que em algumas áreas apresentam sedimentos do Grupo Barreiras que não chegam a formar unidade tabuleiros costeiros.



**Figura 2** - Material sedimentar Pós-Barreiras.

Na porção frontal dos tabuleiros costeiros estão depositados os sedimentos arenosos formando a planície marinha, que foi gerada devido a última regressão marinha, que causou a progradação da planície costeira, pelo sucessivo crescimento sedimentar (Martin et al., 1993).

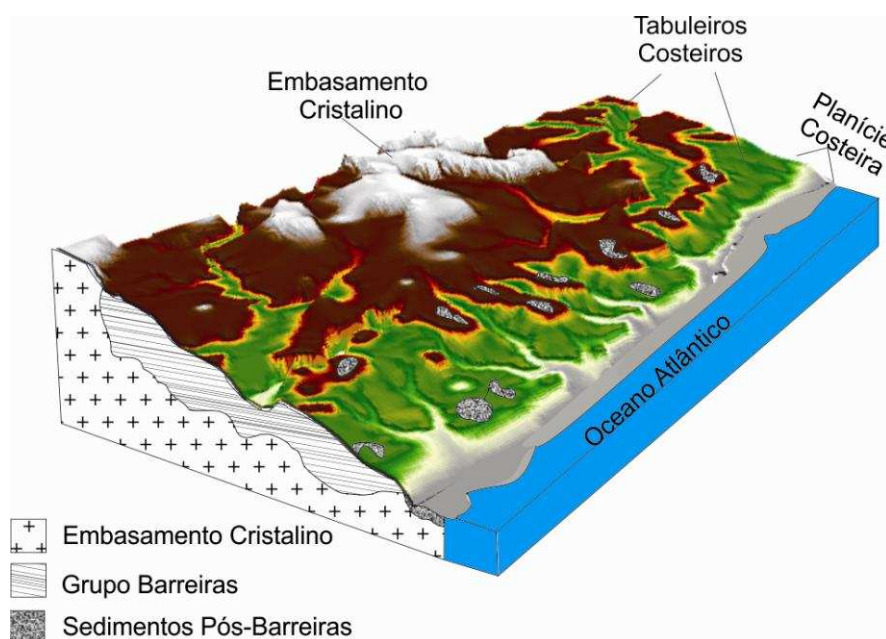
Outros domínios geomorfológicos também foram encontrados na área de estudo, como planície sedimentar argilo-arenosa formadas principalmente no Holoceno; vales fluviais rasos formados nas áreas de rios com maior leito; e planície intertidal que são áreas de acumulação de sedimentos típicos de mangue.



**Figura 3** -Mapa Geomorfológico do litoral de Ilhéus.

Ao considerar a posição da paisagem dos sedimentos Pós-Barreiras, baseado na análise de determinadas variáveis geomorfométricas extraídas de imagem Topodata, pode-se afirmar que os sedimentos ocorrem em altitude de no máximo 90 m na área sul do município, conforme apresentado no bloco diagramada Figura 4, enquanto que na área norte do município, estão situadas ao máximo de 140 m. A declividade do terreno em todas as áreas varia entre 2 e 30 %, sendo que nas áreas de maior inclinação é onde as areias tornam-se mais evidentes principalmente em imagens de satélite, uma vez que os processos erosivos são maiores e a vegetação apresenta dificuldade para se desenvolver.

Sobre a ocorrência dos sedimentos Pós-Barreiras, foi observado que sua localização está restrita na medida em que se aproxima do litoral, com distância máxima de 5 km a partir da linha de praia (Figura 4). Nesse sentido, não se pode afirmar que a origem das areias é proveniente de sedimentos advindos do interior, como é o caso dos sedimentos do GB, tal argumento é justificado ainda pela composição das areias que é essencialmente quartzosa.



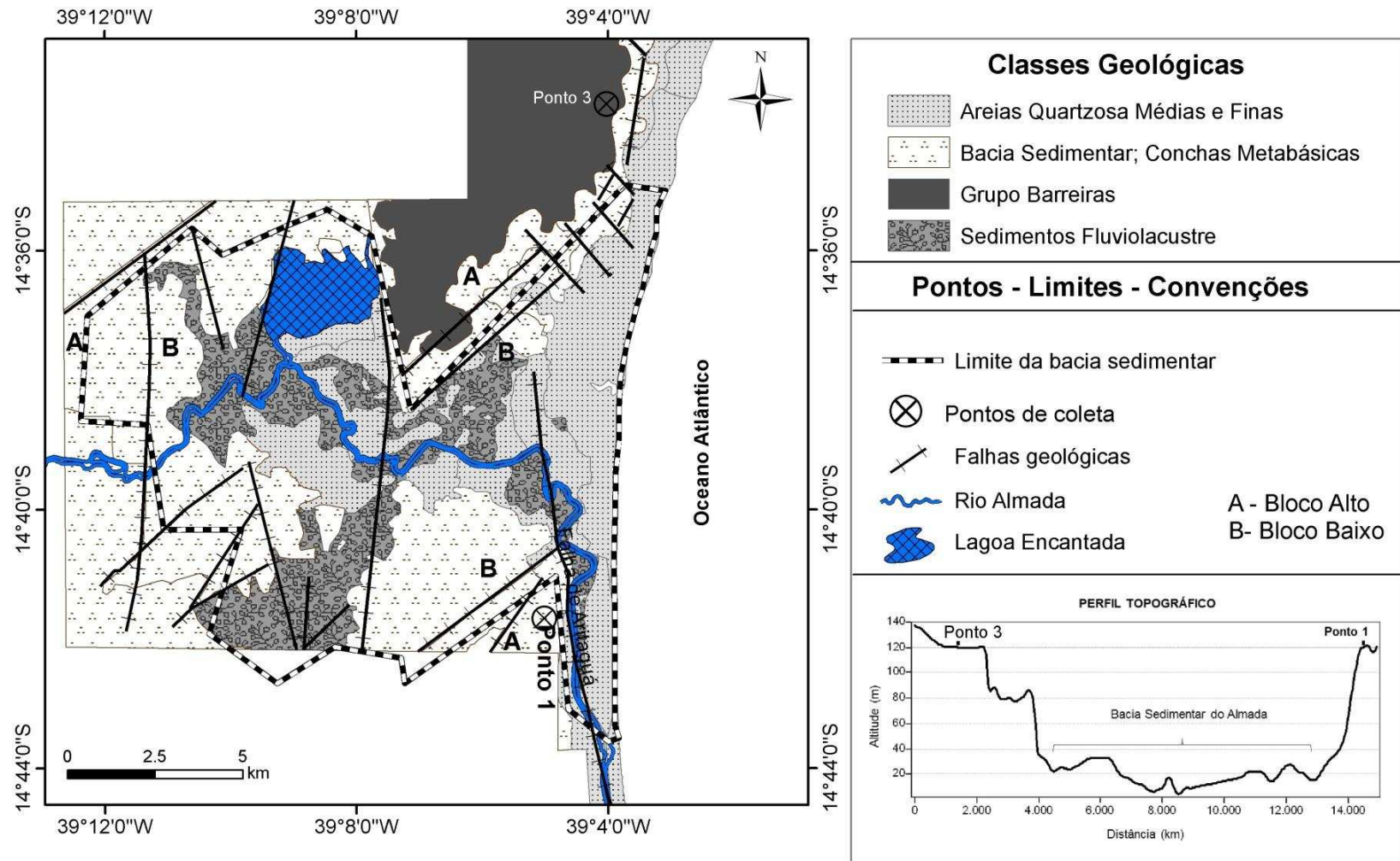
**Figura 4**—Bloco Diagrama do relevo das áreas de ocorrências dos sedimentos Pós-Barreiras na área sul de Ilhéus.

|Para materiais arenosos situados sobre os tabuleiros costeiros, alguns estudos relatam o intemperismo e decomposição das argilas por processo de

acidólise que resulta em um manto intemperizado com maior composição granulométrica de areias (Chauvel; Lucas; Boulet, 1987; Moreau et al., 2006b; Oliveira et al., 2010). Porém no caso das areias do Pós-Barreiras do município de Ilhéus, os processos de acidólise não devem ter promovido a origem das areias, uma vez que foi possível identificar locais que apresentam até 15 metros de profundidade/altura, o que implicaria elevado processo de intemperismo para remoção de argila para formação de tal manto. Além disso, as diferentes granulometrias das areias em um mesmo perfil, bem como características de estratificação cruzada em algumas áreas, remete a origem frente a processos de erosão/deposição.

De acordo com estudos de Netto; Sanches (1991) e Pereira (2001), ao considerar os sedimentos do GB na porção norte de Ilhéus afirmam que devido a processos neotectônicos os sedimentos do GB foram soerguidos, e sofreram intensos processos de erosão. Atualmente, o que se observa são manchas descontínuas distribuída a cotas altimétricas de até 150 m. As falhas reativadas durante os processos neotectônicos são evidenciadas na Figura 5, que apresenta também um perfil topográfico entre os pontos de sedimentos Pós-Barreiras coletados (Pontos 1 e 3). As áreas elevadas circundam a bacia sedimentar (bacia sedimentar do Almada) com vertentes íngremes e falhas retilíneas que definem o limite da bacia, além disso, é possível observar mudança de direção do canal de drenagem do rio Almada, que sofre uma inflexão de quase 90° para sul, e segueacompanhando sinuosamente o plano da falha Aritaguá e a linha de costa, até a desembocadura (Netto; Sanches, 1991). Sendo que a mudança do sentido de canal de drenagem consiste em uma evidencia das reativações de falhas ocorridas no Quaternário.

## Mapa Geológico da Bacia Sedimentar do Almada



**Figura 5** - Mapa Geológico da bacia sedimentar do Almada, apresentando perfil topográfico sentido norte sul entre os pontos de coleta (Pontos 1 e Ponto 3). **Fonte:** Adaptado de Pereira (2001)

Os sedimentos Pós-Barreiras depositados na área norte, pela sua posição na paisagem, indica que esses foram depositados antes dos processos neotectônicos que ocorreram naquela área, tal afirmativa é baseada na cota altimétrica que se encontram as areias atualmente que é de 140 m, sobre uma área aplainada, o que implica que processos eólicos teriam dificuldades para carrear as areias e as elevações dos níveis marinhos mais altos registrados na área de estudo em períodos recentes (7.000 AP), segundo estudos de Martin et al. (1993) foi entre os níveis 5 e 4, 4 e 3, 3 e 2 m acima do nível atual.

Outro aspecto importante observado é o padrão estratigráfico dos locais de ocorrência dos sedimentos Pós-Barreiras, conforme registrado na Figura 6, em que é possível observar a seção de materiais geológicos ao longo de um perfil.

A base da coluna estratigráfica é representada pelo embasamento cristalino que granitos e gnaisses com intrusões máficas de diques de diabásio, consolidados durante o processo de separação da placa sul-americana e africana no fim da Era Mesozoica.

Acima do material cristalino estão os sedimentos do GB que apresentam faixas de material argilo-arenoso ou arenosos, sendo que entre essas camadas ocasionalmente aparecem carapaças ferruginosas, que são também evidências de alterações climáticas, no qual em períodos úmidos favorece maior mobilização do ferro ( $Fe^{2+}$ ) e nos secos ocorre à oxidação Ferro ( $Fe^{3+}$ ). Além disso, a presença de carapaças ferruginosas ocorre principalmente na borda dos tabuleiros, em virtude que a solução do solo enriquecida em ferro que percola entre as camadas argilosas e entra em contato com o ar e promove uma contínua oxidação do ferro.

No topo do Barreiras, ocasionalmente aparecem sedimentos Pós-Barreiras, com variações granulométricas. Em algumas áreas ainda podem apresentar estruturas cimentadas de horizontes espódicos se configurando como ortstein.

A pedogênese dos sedimentos Pós-Barreiras, origina Neossolos Quartzarênicos, que são pouco desenvolvidos com apenas presença do

horizonte A sobrejacente aos horizontes C, Espodossolos com presença de horizontes B espódicos e Neossolos que apresentam descontinuidade litológica.

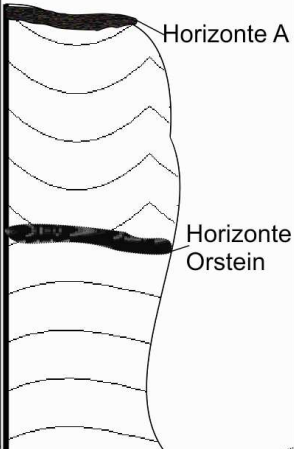


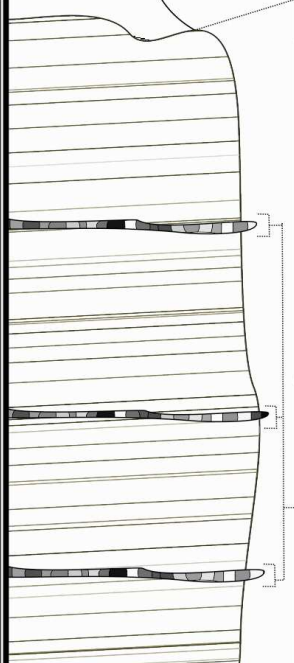


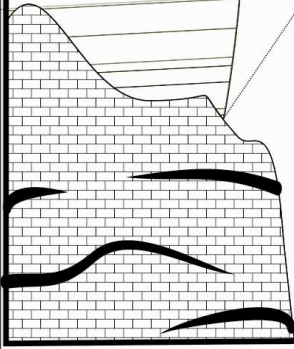
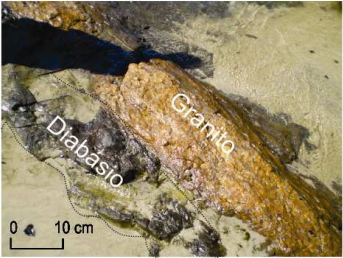
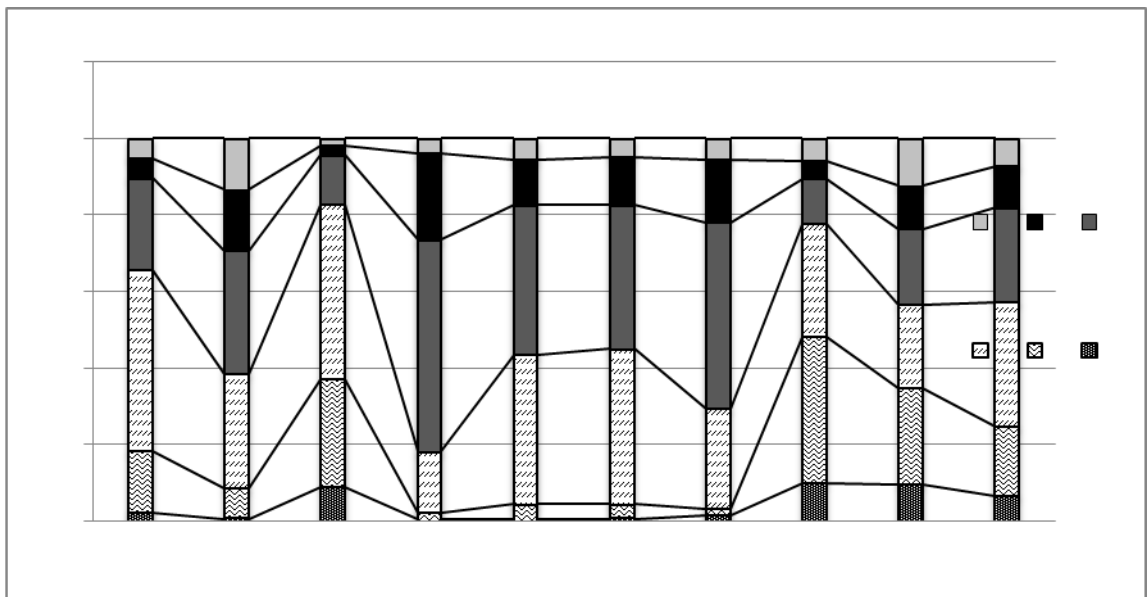
ERA	PERÍODO	ÉPOCA	PERFIL REPRESENTATIVO DAS LITOFÁCIES	CARACTERIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DAS LITOFÁCIES	PAISAGENS REPRESENTATIVAS DAS LITOFÁCIES
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Pleistoceno - Holoceno		<p><b>Pós - Barreiras</b></p> <p>Depósitos sedimentares, arenosos de diferentes granulometrias, situados sobre tabuleiros costeiros.</p>	 <p>Pós-Barreiras</p>
				<p>A pedogênese do material origina os Nossolos (horizonte A + C), ou Espodossolos apresentando ocasionalmente horizontes endurecidos e cimentados denominados ortstein.</p>	 <p>Camada de Ortstein</p>
	TERCIÁRIO	Mioceno - Plioceno		<p><b>Grupo Barreiras</b></p> <p>Sedimentos argilo-arenosos apresentando cores variegadas, bem como características granulométricas diferenciadas para cada faixa. No contexto geomorfológico formam tabuleiros costeiros que não apresenta contato direto com o mar, em virtude de processos Erosivos que ocorreram no Quaternário.</p>	 <p>Sedimentos Barreiras com linhas de concreções ferruginosas</p>
				<p><b>Carapaças ferruginosas</b></p> <p>Carapaças ferruginosas, que são concreções lateríticas de ferro, situados entre camadas arenosas e argilosas dos sedimentos do Grupo Barreiras. São bastantes resistentes, e revestem a superfície e conservam a estrutura de macro e micro formas do relevo.</p>	 <p>Concreção</p>
PRÉ-CAMBRIANO	ARQUEANO			<p><b>Embasamento cristalino</b></p> <p>Constitui o embasamento cristalino de granulíticas acastanhadas, feldspático, com cristalinidade grosseira e apresenta intrusões de rochas máficas de Diabásio formando diques (Mesozóico). Afloram principalmente nas áreas de linha de praia e ocasionalmente em locais elevados dos tabuleiros. costeiros.</p>	 <p>Diabásio Granito</p>

Figura 6 -Padrão estratigráfico das áreas de ocorrência do Pós-Barreiras.

### 3.2 Análises dos parâmetros sedimentológicos.

Os sedimentos do Pós-Barreiras são essencialmente arenosos, com teor de areia que chega até  $98 \text{ dag kg}^{-1}$ , a classificação média dos grãos é de areia média à areia fina.

A partir dos resultados do fracionamento das areias e a relação com altitude de localização do material (Figura 7), pode-se afirmar que não há uma característica padrão que permita uma correlação entre essas variáveis, mas algumas características devem ser mencionadas e podem contribuir para explicar os processos que contribuíram para a sedimentação. O Quadro 2 apresenta os resultados dos parâmetros sedimentológicos.



**Figura 7** -Distribuição granulométrica da fração areia para os pontos coletados e relação com altitude.

Assim para o ponto 1, 2 e 3 situados a altitudes de até 140 m, apresentam  $10 \text{ dag kg}^{-1}$  da fração areia muito grossa, esta fração de areia não é facilmente mobilizada pelo vento, alia-se ao fato que altitude do local implicaria uma barreira para sedimentação eólica, contudo como já mencionado a área de localização destes pontos já passaram por processos neotectônicos, e estavam em cotas altimétricas mais baixas.

No entanto, para pontos 1 e 2, a origem dos sedimentos deve estar relacionada a depósito sedimentar fluvial, no qual o rio que teve seu curso modificado, em virtude dos processos neotectônicos. Assim, ao considerar os parâmetros sedimentológicos calculados e apresentados no Quadro 2, foi observado que os pontos 1 e 2 apresentam grau de seleção que são classificados como pobremente selecionados e assimetria positiva e aproximadamente positiva. Quando essas variáveis (grau de seleção e assimetria) tendem para essa relação, segundo estudos Friedman (1961), atestado nos estudos de Martins (1965) e Hajek et al. (2010) os sedimentos têm a tendência de terem sido originados por processos fluviais. Essa hipótese é reforçada pela presença de material de seixos rolados no ponto 1.

Os pontos 4, 5, 7, 8 e 10 possuem diâmetro médio na escala sedimentológica phi, foi classificado como areia fina, estes estão situados na porção territorial sul do município, e nas cotas altimétricas mais elevadas entre os pontos do setor sul, o que de certa maneira é condizente, uma vez que em maiores altitudes o que se espera é maior presença de areia fina, mais facilmente carregadas pelo vento.

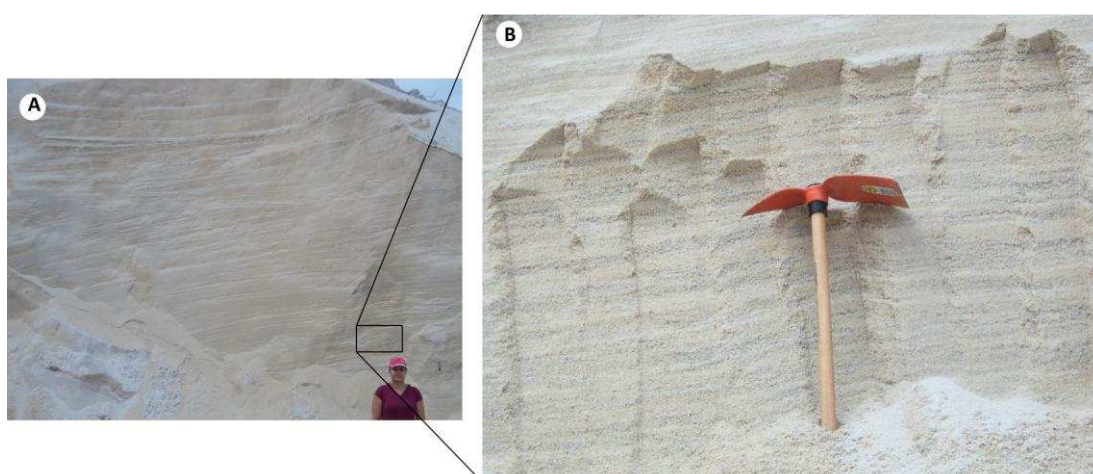
O grau de seleção dos mesmos pontos analisados foram todos classificados como moderadamente selecionados, segundo Folk; Ward (1957), os sedimentos de praia de maneira geral são classificados como moderadamente a bem selecionados, e os sedimentos fluviais são pobremente a moderadamente selecionados e os sedimentos eólicos são bem a muito bem selecionados.

Os parâmetros estatísticos que melhor definem o ambiente de deposição são assimetria e a curtose. Ao considerar a assimetria dos pontos 4, 5, 7 e 10, apresentaram-se como negativa a muito negativa, que de maneira geral as areias praias possuemesse padrão (Chaudhri; Khan; Kaur, 1981; Costa et al., 2013). Em análise ao parâmetro curtose, Martins (1965) afirma que os valores estão relacionados com a movimentação do ambiente. Assim os valores de curtose dos mesmos pontos em análise apresentaram variações. Os pontos 4, 5 e 8 classificados como muito leptocúrtica a leptocúrtica, o que indica que houve mudanças energéticas do ambiente de deposição, sendo esta

característica relacionada a ambientes costeiros marinhos. Todavia, os pontos 7 e 10 foram classificados como mesocúrtica, característica esta mais relacionada a processos eólicos.

Em análise particular do ponto 8 (Figura 8), foi observado nos trabalhos de campo estratificação cruzada em lâminas, com gradação granulométrica entre areia mais grossa e fina, sendo que essa variação ocorre de forma intercalada ao nível de  $\cong 3$  cm com ângulo de até  $20^\circ$  dos estratos, que pode ser classificado como estratificação tipo *swaley*. Este tipo de estratificação está relacionado a deposição por migração decorrente ou de onda. A estratificação cruzada de ambientes costeiros é reconhecida também pelo mergulho suave das inclinações dos estratos, e mergulham preferencialmente rumo à praia (Mckee, 1957; Suguio, 1980), sendo esta característica registrada no local em questão.

Destaca-se ainda no ponto 8, a presença de areia nas frações muito grossa e grossa, com 9 e 28 dag  $\text{kg}^{-1}$  respectivamente, frações estas não comumente encontradas em depósitos eólicos, embora seja possível. Todavia fatores como: a grande profundidade dos sedimentos, distância do mar e altitude de ocorrência. São fatores que eximem a maior contribuição eólica na formação destes sedimentos



**Figura 8** - (A) Imagem de perfil com estruturas de estratificação cruzada em pequena escalas em áreas de sedimentos arenosos Pós-Barreiras (Ponto 8). (B)- Detalhe da imagem que demonstra a característica de estratificação com lâminas de materiais arenosos de diferentes granulometria.

Os pontos 6, 9, e 11, situados nas cotas altimétricas mais baixas dos tabuleiros costeiros da área sul do município de Ilhéus, apresentam diâmetro médio de areia média (pontos 6 e 9) e areia fina (ponto 11). O grau de seleção das areias foi classificado como moderadamente selecionado que representa um padrão das areias de origem marinha (Martins, 1965; Hardisty, 1985). Quanto a assimetria das areias, foi registrado variações na classificação, na qual somente o ponto 11 foi classificado como negativa e os pontos 6 e 9 aproximadamente simétrica. As cotas altimétricas destes pontos (Máximo de 52 m) devem ter sofrido ação de processos marinhos quando estavam em cotas altimétricas mais baixas e ação eólica em períodos de regressão do mar e em épocas mais recentes.

Ao considerar a curtose para os mesmos pontos, a classificação para os pontos 6 e 11, foi mesocúrtica e somente o ponto 9 como platicúrtica, baseado nestas características, Martins (1965) afirma que os sedimentos praias, em geral, possuem curvas leptocúrticas, enquanto que sedimentos eólicos, curvas mesocúrticas. Porém não se exclui a possibilidade das areias originadas por processos marinhos apresentarem curvas mesocúrticas.

Um contexto geral dos resultados dos parâmetros sedimentológicos dos pontos em análise, basicamente revelam que a maior parte dos pontos apresenta um padrão dos grãos de areia que são depositados por processos marinhos, o mesmo ocorre com as características morfológicas dos grãos.

**Quadro 2** -Parâmetros sedimentológicos calculados (escala phi)

Pontos	Mz	Med	$\sigma_1$	Skl	KG
1	1,377 AM	0,989	1,114 PS	0,452 MP	1,304 LEP
2	1,817 AM	1,822	1,208 PS	-0,008 AS	0,833 PLA
3	1,810 AM	1,818	1,166 PS	-0,007 AS	0,860 PLA
4	2,728 AF	2,746	0,881MS	-0,133 N	2,897 ML
5	2,434 AF	2,659	0,805 MS	-0,368 MN	1,169 LEP
6	1,845 AM	1,834	0,940 MS	0,087 AS	1,089 MESO
7	2,394 AF	2,587	0,795 MS	-0,309 MN	1,109 MESO
8	1,611 AM	1,632	0,962 MS	-0,106 N	1,111 LEP
9	1,376 AM	1,512	1,360 PS	-0,037 AS	0,815 PLA
10	2,354 AF	2,538	0,801 MS	-0,300 N	1,107 MESO
11	2,550 AF	2,577	0,972 MS	-0,123 N	1,101 MESO
<b>CV %</b>	22,64	26,92	17,91	-278,73	45,21

Mz – Média; Med – Mediana;  $\sigma_1$  – Desvio padrão; Skl – Assimetria. KG – Curtose Gráfica. Classificação: (PS – Pobremente selecionados; MS- Moderadamente selecionados; AS - Aproximadamente simétrica; MN - Muito negativa; N - Negativa PLA- Platicúrtica; MESO-Mesocúrtica; LEP- Leptocúrtica ML- Muito Leptocúrtica).

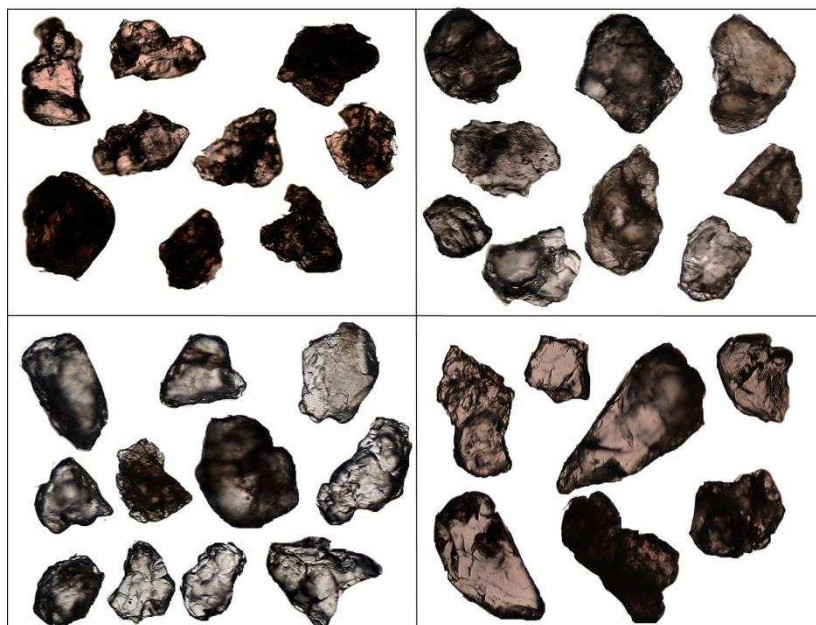
A partir de imagens obtidas por microscópio ótico (Figura 9), os grãos foram classificados por meio da escala definida por Powers (1953), que estabelece classes de arredondamento dos grãos. Assim, as amostras em análises se enquadram na escala de arredondamento de angular e sub-angular.

Além da análise comparativa visual, foram calculados os fatores de arredondamento para cada grão presente nas imagens, essa medida dependente da rugosidade da superfície externa do grão (perímetro) e fornece o resultado entre 0 e 1, sendo que quanto maior o valor, mais arredondado é o grão.

Observou-se que os fatores de arredondamento variaram de 0,196 a 0,136, sendo que média de todos os grãos foi de 0,163, assim com base na tabela de fatores de arredondamento definidos por Powers (1953), os grãos podem ser classificados como muito angular e angular.

Portanto, os grãos dos sedimentos Pós-Barreiras de maneira geral apresentaram baixo grau de arredondamento, o que evidencia que foram transportados a curtas distâncias, e pelas características angulosas devem ter

sido transportadas principalmente em meio aquoso, uma vez que os grãos que são transportados por processos eólicos são mais arredondados devido à baixa viscosidade do ar o que implica em choque entres os grãos com maior força.



**Figura 9** -Imagens obtidas por meio de microscópio ótico dos grãos de areia na fração areia média (Pontos: 1, 8, 9 e 10, no sentido esquerda para direita).

Baseado nas características dos grãos e uma análise contextualizada com os fenômenos geológicos e variações do nível do mar no contexto da região, estudados por Netto; Sanches (1991), Martin et al. (1993), Pereira (2001) e Lima et al. (2006), é possível inferir a origem dos sedimentos Pós-Barreiras que pode ser estabelecido em fases.

1ª fase – Deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras, além da linha de costa atual.

2ª fase – Degradação de parte dos sedimentos do Grupo Barreiras devido a transgressão e regressão marinha, formando linhas de falésias mortas, e uma extensa planície sedimentar arenosa na frente das vertentes dos tabuleiros costeiros durante o Quaternário. Ao passo que ocorria também nos períodos de transgressão uma deposição de areia sobre as áreas mais rebaixadas e vales dos tabuleiros costeiros, sendo que evidência de deposição marinha é justificado por meio dos parâmetros sedimentológicos dos grãos de

areia e pela presença de estratificação cruzada tipo *swaley* como foi observado no ponto 8.

3ª fase – Nos períodos secos (Momento de regressão do mar) os grãos de areia da planície costeira começam a ser mobilizados para interior do continente pela ação do vento, mas devido a curta distância do transporte (até 5 km) os grãos não adquirem características completas de grãos que são transportados por processos eólicos, mantendo-se ainda como angulosos.

4ª fase – Reativações de falhas geológicas (Neotectônica), provocando elevação dos sedimentos do Grupo Barreiras processo mais evidente na parte norte de Ilhéus e no sul os tabuleiros adquirem formas de relevo semelhantes a mar de morro.

### 3.3 Datação dos sedimentos.

Os perfis selecionados para datação foram os pontos 1 e 3 na área norte de Ilhéus e o ponto 5 na área sul. Os pontos estão distantes do litoral ao máximo de 2,8 km, e com profundidade máxima de 1,4 m.

Os valores das concentrações de isótopos radioativos para o cálculo da idade final é apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3** - Resultados de concentrações de isótopos radioativos ( $U=^{235}U+^{238}U$ ,  $^{232}Th$  e  $^{40}K$ ), taxas de dose anual (DA), paleodoses (P) e idades (ILOE) de sedimentos Pós-Barreiras obtidas a partir de análises de Luminescência Opticamente Estimulada utilizando-se o protocolo SAR (*Single Aliquot Regeneration*).

Ponto	$^{232}Th$ (ppm)	U (ppm)	$^{40}K$ (%)	DA ( $\mu Gy/Ano$ )	P (Gy)	ILOE
1	2,380 ±	1,543 ±	0,360 ±	1.135 ± 80	96,6	85.350 ±
3	3,121 ±	1,015 ±	0,526 ±	1.220 ±	8,5	6.950 ± 1.200
5	2,235 ±	1,174 ±	0,373 ±	1.050 ±	19,6	18.750 ± 3.000

Os valores obtidos de datação entre os pontos apresentaram ampla faixa de variação, os dados apresentados correspondem a idades convencionais, expressos em anos antes do presente (anos AP). Assim, para o ponto 1 localizado no setor norte em altitude de 120 m, a idade foi 85.350 ( $\pm$  10.400) AP. Esta foi a idade mais antiga entre os pontos datados, em análise ao perfil coletado foi o único ponto que apresentou faixas de seixos rolados em determinados horizontes, assim a origem deste material pode estar relacionado ao antigo leito de rio que teve seu curso modificado, em virtude principalmente dos processos neotectônicos ocorridos na área.

De acordo com Pereira (2001) uma das evidências de processos neotectônicos na área, é a característica dos pequenos canais de drenagem, que seguem em sentido contrário aos principais rios da região, ou seja, os canais seguem sentido oeste até encontrar algum rio principal e seguir para o oceano a leste. Baseado na premissa de modificação da direção dos canais de drenagem promovido pela neotectônica, algumas áreas sedimentares como a do ponto 1 pode-se configurar como depósito sedimentar de uma paleodrenagem.

Para o ponto 3, este foi coletado no sentido mais ao norte em relação ao ponto 1, ao considerar a geomorfologia está situado sobre a unidade geomorfológica, que são os patamares colinosos e separados por uma unidade sedimentar rebaixada (bacia sedimentar do Almada), local onde está situado a lagoa encantada.

O ponto 3 apresentou idades de 6.950 ( $\pm$  1.200) AP. Para o ponto 2 a distribuição do material sedimentar considerado como Pós-Barreira, ocorre de maneira mais contínua, de forma bastante semelhante aos materiais Pós-Barreiras do setor sul. Porém em virtude de estar localizado em áreas de influência de processos neotectônicos, os sedimentos arenosos poderiam também ter sua origem devido a depósitos fluviais, todavia este não parece o caso, pois esta área não apresentou faixas de seixos ou materiais mais grosseiros, e devido a grande distribuição espacial e quantidade das areia (Figura 10), pode-se inferir que os rios próximos não tiveram potencial

suficiente para promover grande aporte sedimentar, uma vez que não existe marcas de meandros de grandes rios sobre a área.



**Figura 10** -Material sedimentar Pós-Barreiras do ponto de coleta 3.

O ponto 5, localizado no setor sul de Ilhéus, foi o local de coleta de menor altitude (80 m), e distante da linha de costa 2,17 km. A localização das areias está situada sobre a unidade geomorfológica tabuleiros costeiros dissecados. A idade registrada para este ponto foi de 18.750 ( $\pm$  3.000) AP. A área apresenta grande distribuição de areia, o que descarta a possibilidade de processos fluviais uma vez que na região também não existem rios caudalosos para promover grande aporte sedimentar.

De maneira geral as idades para os materiais coletados apresentaram grande variação quando comparados, porém de acordo com Tatum et al. (2008), que estudaram materiais sedimentares considerados como Pós-Barreiras no norte do Brasil, os valores obtidos também apresentaram grandes variações, na qual as idades registradas revelam que os sedimentos foram depositados no final do período Pleistocenoao Holoceno. Assim, considerando

as idades obtidas para os pontos analisados nesta pesquisa, é observado que essas se enquadram dentro do período geológico (final do Pleistoceno ao Holoceno), corroborando com estudos de Tatumi et al. (2008).

Importante destacar, que as idades obtidas pela datação por luminescência, consistem no tempo decorrido após a última exposição dos grãos à luz solar, porém o tempo de exposição deve ter sido suficiente para eliminação da luminescência adquirida previamente. Além disso, sedimentos transportados em ambientes subaquosos podem apresentar maiores problemas quanto às idades, uma vez que o efeito da luz incidente é neutralizada pelos primeiros metros de lâmina d'água (Oliver, 1990; Sallun et al., 2007).

Devido as idades de três locais diferentes, apresentarem certa variação entre elas, é necessário a análise de novos pontos, todavia devido a escassez de estudo com enfoque para sedimentos Pós-Barreiras, principalmente para a região, estudos desse cunho, ainda que não conclusivos, apresentam grande relevância para interpretações e possíveis interpretações com eventos geológicos.

#### **4. CONCLUSÃO.**

Os sedimentos Pós-Barreiras, tem sua origem devido a processos de deposição sedimentar sobre os tabuleiros costeiros. As formas do relevo do litoral de Ilhéus evidenciam processos neotectônicos ocorridos no Quaternário, que ocorreu posterior a formação dos tabuleiros costeiros.

A localização dos sedimentos é restrita ao litoral o que denota também que sua origem foi promovida por sedimentos advindos do litoral. A análise dos parâmetros sedimentológicos revelou que a maioria dos pontos coletados apresentam valores estatísticos que se enquadra em sedimentos depositados por processos marinhos, além disso, a morfologia dos grãos apresentou baixo grau de arredondamento, típicos de sedimentos de origem marinha. De maneira geral foi observado que aos locais que apresentavam maior teor de

areia mais fina estavam em cotas altimétricas mais altas, o que evidencia que houve também participação eólica na origem dos sedimentos.

Os parâmetros sedimentológicos, apesar de revelarem que os sedimentos foram depositados por processos marinhos, vale salientar que tais dados ainda não são conclusivos e não pode definir a verdadeira situação paleoambiental de depósito dos sedimentos. Tendo em vista que as áreas litorâneas são bastante dinâmicas e sofrem influência constante de processos marinhos e eólicos. Além do fato que as idades obtidas por LOE, não foram passíveis de serem correlacionada com eventos de variação do mar.

Além disso, os grãos transportados por processos eólicos a curta distâncias, como foi no caso dos sedimentos Pós-Barreiras de Ilhéus, podem não adquirir feições morfológicas resultantes desse mecanismo, mantendo assim relação com processo de transporte marinho. Todavia a altitude de localização das areias, morfologia dos grãos, a granulometria grosseira, e a estratificação cruzada indicam maior contribuição por processo deposicional marinho para formação dos sedimentos Pós-Barreiras.

O procedimento de Datação das amostras (LOE), mostrou-se bastante eficiente, principalmente se considerar a baixa composição de carbono orgânico dos materiais o que dificulta a datação por  $^{14}\text{C}$ . As idades dos materiais obtidas variaram de 6.000 a 85.000 AP, que se enquadra no período Pleistoceno tardio até o Holoceno, e se enquadram nas idades apresentados na literatura para sedimentos Pós-Barreiras.

A partir das idades obtidas, não foi possível correlacionar de forma conclusiva com eventos geológicos ocorridos para região e relatados em alguns estudos, seria necessário datações de maior número de amostras.

## 5. REFERÊNCIAS

- AITKEN, M. J. **Thermoluminescence dating**. London: Academic Press, 1985. 359 p.
- ARAI, M. A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do grupo barreiras. **Geologia USP. Série Científica**. v. 6, p. 1-6, 2006.
- BENITES, V.; COELHO, M.; MENDONÇA-SANTOS, M.; SOUZA, L.; MADARI, B.; MACHADO, P.; SILVA, E.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, H. Fracionamento de substâncias húmicas em Espodossolos do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Anais. Ribeirão Preto, 2003.
- BERGER, G. Dating Quaternary deposits by luminescence-recent advances. **Geoscience Canada**. v. 13, n. 1, 1986.
- BEZERRA, F. H. R. Neotectonic movements in northeastern Brazil: implications for a preliminary seismic-hazard assessment. **Brazilian Journal of Geology**. v. 30, n. 3, 2000.
- BEZERRA, F. H. R.; ROSSETTI, D. F.; OLIVEIRA, R. G.; MEDEIROS, W. E.; NEVES, B. B. B.; BALSAMO, F.; NOGUEIRA, F. C. C.; DANTAS, E. L.; ANDRADES FILHO, C.; GÓES, A. M. Neotectonic reactivation of shear zones and implications for faulting style and geometry in the continental margin of NE Brazil. **Tectonophysics**. v. 614, n. 0, p. 78-90, 2014.
- BIGARELLA, J. J. The Barreiras group in northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 47, p. 365-393, 1975.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos do Instituto de Ciências da Terra**. v. 2, p. 2-14, 1964.
- CAMARGO, M. D. SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 36, n. 2, p. 371-378, 2006.
- CARVALHO, V. S.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA, V. S. Caracterização de espodossolos dos Estados da Paraíba e do Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 37, p. 1454-1463, 2013.
- CHAUDHRI, R.; KHAN, H. M.; KAUR, S. Sedimentology of beach sediments of the west coast of India. **Sedimentary Geology**. v. 30, n. 1, p. 79-94, 1981.

CHAUVEL, A.; LUCAS, Y.; BOULET, R. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. **Experientia**. v. 43, n. 3, p. 234-241, 1987.

COELHO, M. R. **Caracterização e gênese de Espodosolos da planície costeira do Estado de São Paulo**. 2008. 271 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) - ESALQ/USP, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2008.

COELHO, M. R.; VIDAL-TORRADO, P.; PEREZ, X. L. O.; MARTINS, V. M.; VÁZQUEZ, F. M. Fracionamento do alumínio por técnicas de dissoluções seletivas em espodosolos da planície costeira do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 1081-1092, 2010.

COHEN, M. C. L.; LARA, R. J.; SMITH, C. B.; ANGÉLICA, R. S.; DIAS, B. S.; PEQUENO, T. Wetland dynamics of Marajó Island, northern Brazil, during the last 1000 years. **CATENA**. v. 76, n. 1, p. 70-77, 2008.

COSTA, M.; ROLLNIC, M.; SILVEIRA, O.; MIRANDA, A.; SANTOS, R. Morphological and sedimentological processes of an Amazon Estuary, Maguari River (Pará-Northern Brazil). 2013.

CPRM. **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS** Brasília: CPRM: 2000.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar (Texas); a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**. v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

FRANCO, G. B.; DE SOUZA, C. M. P.; BETIM, L. S.; MARQUES, E. A. G.; GOMES, R. L.; DA SILVA CHAGAS, C. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALMADA (BA). **GEOGRAFIA (Londrina)**. v. 20, n. 3, p. 071-094, 2012.

FRIEDMAN, G. M. Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics. **Journal of Sedimentary Research**. v. 31, n. 4, p. 514, 1961.

GREGÓRIO, A. M. D. S.; MENDES, A. C. Characterization of sedimentary deposits at the confluence of two tributaries of the Pará River estuary (Guajará Bay, Amazon). **Continental Shelf Research**. v. 29, n. 3, p. 609-618, 2009.

HAJEK, E. A.; HUZURBAZAR, S. V.; MOHRIG, D.; LYNDY, R. M.; HELLER, P. L. Statistical characterization of grain-size distributions in sandy fluvial systems. **Journal of Sedimentary Research**. v. 80, n. 2, p. 184-192, 2010.

HARDISTY, J. A note on negative beach slopes and flow asymmetry. **Marine Geology**. v. 69, n. 1, p. 203-206, 1985.

HUNTLEY, D. On the zeroing of the thermoluminescence of sediments. **Physics and Chemistry of Minerals**. v. 12, n. 2, p. 122-127, 1985.

LEDRU, M.-P.; BRAGA, P. I. S.; SOUBIÈS, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 123, n. 1, p. 239-257, 1996.

LIMA, C. C. U. D.; BOAS, G. D. S. V.; BEZERRA, F. H. R. Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no Litoral Sul do estado da Bahia, Brasil. **Geologia USP. Série Científica**. v. 6, p. 71-80, 2006.

MAFRA, A.; MIKLÓS, A.; VOLKOFF, B.; MELFI, A. Pedogênese numa seqüência latossolo-espodossolo na região do Alto Rio Negro, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n. 2, p. 381-394, 2002.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. Variation of coastal dynamics during the last 7000 years recorded in beach-ridge plains associated with river mouths: example from the central Brazilian coast. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 99, n. 1-2, p. 119-140, 1992.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. As flutuações de nível do mar durante o quaternário superior e a evolução geológica de "deltas" brasileiros. **Boletim IG-USP. Publicação Especial**. n. 15, p. 01-186, 1993.

MARTINS, L. R. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. **Journal of Sedimentary Research**. v. 35, n. 3, p. 768-770, 1965.

MCKEE, E. D. Primary structures in some Recent sediments: Am. **Assoc. Petroleum Geologists Bull.** v. 41, n. 8, p. 1704-1747, 1957.

MOREAU, A. M. S. D. S.; COSTA, L. M.; KER, J. C.; GOMES, F. H. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, n. 6, p. 1021-1030, 2006a.

MOREAU, A. M. S. D. S.; KER, J. C.; COSTA, L. M. D.; GOMES, F. H. Caracterização de solos de duas toposseqüências em tabuleiros costeiros do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p. 1007-1019, 2006b.

NETTO, A. S.; SANCHES, C. P. Roteiro Geológico da Bacia de Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 21, n. 2, p. 186-198, 1991.

OLIVEIRA, A. P. D.; KER, J. C.; SILVA, I. R. D.; FONTES, M. P. F.; OLIVEIRA, A. P. D.; NEVES, A. T. G. Spodosols pedogenesis under barreiras formation and sandbank environments in the south of Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 847-860, 2010.

OLIVER, R. Optical properties, of waters in the Murray-Darling Basin, South-eastern Australia. **Marine and Freshwater Research**. v. 41, n. 5, p. 581-601, 1990.

OLSZEWSKI, N.; COSTA, L.; FERNANDES FILHO, E.; RUIZ, H.; ALVARENGA, R.; CRUZ, J. Morfologia de agregados do solo avaliada por meio de análise de imagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, n. 1, p. 901-909, 2004.

PEREIRA, A. D. C. **Lagoa encantada testemunho de uma baía quaternária Ilhéus – Bahia Brasil**. 2001. 166 p. Doutorado em Ciências da Terra. Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga-Portugal.

POWERS, M. C. A new roundness scale for sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Research**. v. 23, n. 2, p. 117-119, 1953.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2003. 85 p.

ROSSETTI, D. F.; BEZERRA, F. H. R.; DOMINGUEZ, J. M. L. Late Oligocene–Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil. **Earth-Science Reviews**. v. 123, n. 0, p. 87-112, 2013.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M. Marine influence in the Barreiras Formation, State of Alagoas, Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 81, n. 4, p. 741-755, 2009.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; SOUZA, L. S. B. Estratigrafia da sucessão sedimentar Pós-Barreiras (Zona Bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. **Revista Brasileira de Geofísica**. v. 19, p. 113-130, 2001.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. A influência marinha nos Sedimentos Barreiras. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. v. 2, p. 17-29, 1990.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A. M. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos barreiras e Pós-Barreiras na Região Bragantina, Nordeste do Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências da Terra**. p. 25 -74, 1989.

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, p. 297 - 300, 2005.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; SANTOS, J.; BARRETO, A. M. F. Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 37, n. 2, p. 402-413, 2007.

SOUZA FILHO, P. W. M.; EL-ROBRINI, M. Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfo-sedimentares da Planície Costeira Bragantina, Nordeste do Pará, Brasil. **Revista Geonomos**. v. 4, n. 2, 2013.

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia **São Paulo, Blucher/EDUSP, 312p.** 1973.

SUGUIO, K. **Rochas sedimentares**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 500 p.

TATUMI, S. H.; SILVA, L. P. D.; PIRES, E. L.; ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; MUNITA, C. S. Datação de Sedimentos Pós-Barreiras no norte do Brasil: implicações paleogeográficas. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38, n. 3, p. 514-524, 2008.

UCHA, J. **Processos de transformação Latossolo-Espodossolo sobre os sedimentos do Grupo Barreiras nos tabuleiros costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia**. 2000. 196 p. (Tese Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

VALERIANO, M. D. M.; ROSSETTI, D. D. F. Topographic modeling of Marajó Island with SRTM data. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 9, n. 1, 2010.

VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 73, n. 3, p. 417-427, 2001.

WILCOX, C.; DOVE, S.; MCDAVID, W.; GREER, D. UTHSCSA Image Tool. **San Antonio, TX: The University of Texas Health Science Center**.2002.

## **CAPÍTULO 2**

### ***Solos Desenvolvidos em Sedimentos Pós-Barreiras dos Tabuleiros Costeiros, Ilhéus-Ba.***

## 1. INTRODUÇÃO.

Os tabuleiros costeiros consistem em uma unidade geomorfológica, formada por sedimentos do Grupo Barreiras (GB), e se distribuem ao longo da costa brasileira desde o estado do Rio de Janeiro até o Amapá. Os solos desenvolvidos do material geológico do GB são principalmente Latossolos, Argissolos e de forma menos expressiva os Espodossolos (Bigarella; Andrade, 1964; Bigarella, 1975; Vilas Boas; Sampaio; Pereira, 2001; Moreau et al., 2006b).

Os tabuleiros costeiros do município de Ilhéus apresentam uma particularidade que é a ocorrência de sedimentos arenosos essencialmente quartzosos, que estão situados de forma espaçada nas áreas mais estáveis dos tabuleiros. As altitudes de ocorrência dessas areias apresentam variação de 40 a 140 m, recobrando parcialmente o material geológico GB nas áreas que ocorrem. Tais areias são denominadas como Pós-Barreiras (Rossetti; Truckenbrodt; Góes, 1989; Rossetti; Góes; Souza, 2001; Tatumi et al., 2008).

Camadas arenosas relacionadas a GB já foram identificadas em alguns locais dos tabuleiros costeiros do sul da Bahia, estando relacionados a áreas abaciadas do relevo, denominadas como muçunungas, na qual propiciam a gênese de Espodossolos (Moreau et al., 2006a; Oliveira et al., 2010). Essas camadas arenosas são desenvolvidas pelo processo de decomposição das argilas dos Latossolos por meio de acidólise, sendo este processo identificado por Wilding et al., (1974) e reconhecido em Latossolos do Brasil nos estudos de (Wilding et al., 1974; Moreau et al., 2006a). Todavia o material geológico Pós-Barreiras de Ilhéus, têm a origem baseado nos mecanismos de transporte e deposição e por sua vez, alguns solos desenvolvidos a partir do Pós-Barreiras tem a morfologia influenciada pelos mesmos mecanismos, formando perfis de solos alóctones.

Os solos desenvolvidos sobre os sedimentos Pós-Barreiras, são principalmente Neossolos e Espodossolos. No entanto, a morfologia de Espodossolos pode ser condicionada pela dinâmica de sedimentação, sendo

que determinados horizontes apresentam morfologia de B espódico devido ao fator da descontinuidade litológica, como foi sugerido por Anjos et al. (2013) que afirmam que em alguns perfis classificados como Espodossolos do Estado do Acre, em avaliação as análises micromorfológica de alguns horizontes Bh<sub>xs</sub> não indicaram processo de iluviação, sendo que o incremento de argila observado neste horizonte foi atribuído à presença de descontinuidade litológica.

No entanto, ao considerar o clima da região e os materiais geológicos (GB e Pós-Barreiras) envolvidos na formação da morfologia de Espodossolo do município de Ilhéus, é possível que o intemperismo mascare a situação da descontinuidade litológica, onde as camadas subjacentes que são os horizontes latossólicos soterrados pelos sedimentos Pós-Barreiras, sofram intensos processo de remoção de bases e decomposição da argila de modo apresentar grande semelhança com horizontes espódicos Bs.

A evolução de Latossolos para Espodossolos é relatada em alguns estudos (Lucas et al., 1984; Ucha, 2000; Mafra et al., 2002; Moreau et al., 2006a), nesse contexto é possível que o clima da região da área do sul da Bahia, também possa contribuir para evolução dos horizontes latossólicos soterrados pelo Pós-Barreiras, sendo que este processo é facilitado, tendo em vista que as areias permitem maior infiltração da água, que irá interagir diretamente com as camadas subjacentes.

A identificação de descontinuidade litológica é bastante importante, diversos autores afirmam que a sua identificação é o ponto inicial para interpretação do desenvolvimento do solo (Chapman; Horn, 1968; Schaetzl, 1998; Novaes Filho et al., 2012). O reconhecimento se baseia além da análise morfológica em campo, bem como na análise química, que considera principalmente a distribuição dos teores de elementos de baixa mobilidade como Zr e Ti (Brewer, 1964; Arnold, 1968; Chapman; Horn, 1968), e características físicas considerando os teores de frações de areia e silte entre as camadas do solos (Schaetzl, 1998; Bortoluzzi; Pernes; Tessier, 2008).

Para Espodossolos, cujos horizontes com morfologia espódica de Bh, a análise da descontinuidade pode ser apoiada ainda pela distribuição dos teores

das frações orgânicas: humina, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos. Os horizontes Bh formados por iluviação, de maneira geral apresentam maior teor de ácidos húmicos e/ou fúlvicos, uma vez que tais frações têm solubilidade dependente de pH (Stevenson; Elliott, 1989; Swift, 1996). Pelo contrário, horizontes enterrados apresentam maior teor de humina, assim o fracionamento da matéria orgânica pode auxiliar na identificação dos subhorizontes orgânicos, de modo a definir se sua formação foi promovida pela translocação ou se trata de um antigo horizonte A enterrado.

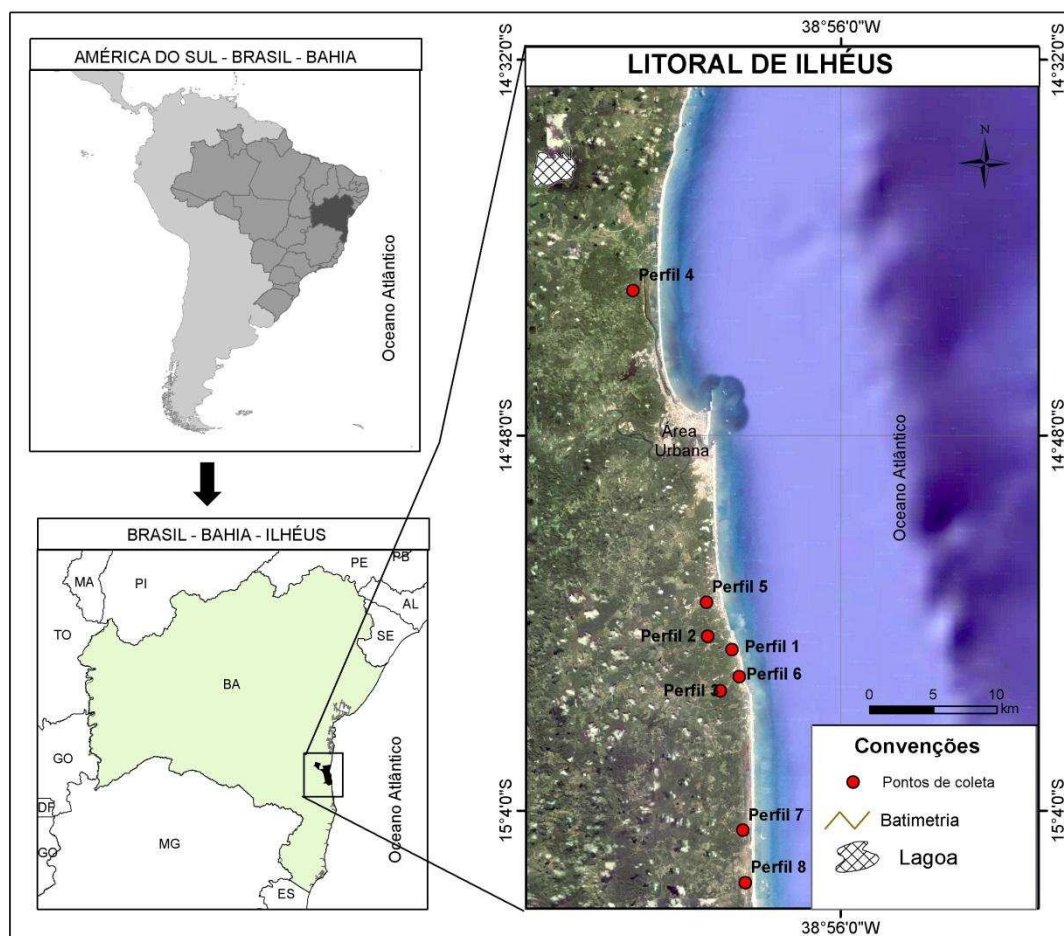
Assim o objetivo desta pesquisa, é realizar a caracterização físico-química e mineralógica dos solos desenvolvidos dos sedimentos Pós-Barreiras, buscando compreender a gênese dos solos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS.**

### **2.1. Área de coleta.**

Foram coletadas amostras de solos objetivando diagnosticar os horizontes superficiais e subsuperficiais com descrição morfológica dos perfis de acordo com os procedimentos de Santos et al. (2005), Foram coletados oito perfis de solos desenvolvidos de sedimentos Pós-Barreiras, situados em áreas elevadas no litoral do município de Ilhéus(Figura 1). Cada local de coleta foi georeferenciado.

A área estudada está sob o domínio da Mata Atlântica, com precipitação pluvial média anual de 1.700 mm, sendo que a altitude máxima de coleta dos solos foi de 140 m e mínima de 39 m. A geomorfologia da região, apesar de ser classificada como tabuleiros costeiros, este não se comporta completamente como relevo tabular, e tende a apresentar geoformas semelhantes ao relevo de mar de morro, sendo que tal característica é resultante de processos neotectônicos ocorridos na área posterior à deposição do Grupo Barreiras (Pereira, 2001; Almeida, 2006).



**Figura 11** – Mapa de localização da área de estudo e pontos de coleta.

## 2.2. Procedimentos de laboratório.

O material coletado foi seco ao ar, destorroado e peneirado em malha de 2 mm, a fim de se obter a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida às análises físicas e químicas, mineralógicas descritas a seguir.

Foi realizado fracionamento granulométrico do material de acordo com procedimentos descritos por Ruiz (2005) pelo método da pipeta para separação da argila e silte e a areia por peneiramento, foi utilizado o dispersante químico  $\text{NaOH } 0,1 \text{ molL}^{-1}$ , e dispersão mecânica lenta por 16 horas com agitador tipo Wagner. A fração areia foi separada nas frações muito fina – 0,05 mm a 0,10 mm; fina - 0,10 mm a 0,25 mm; média - 0,25 mm a 0,5 mm; grossa – 0,5 mm a 1,0 mm, e areia muito grossa – 1,0 mm a 2,0 mm.

A caracterização química de rotina procedeu-se, segundo métodos constantes em Embrapa (1997), sendo analisados: pH em H<sub>2</sub>O e em KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, P, P- rem, C-orgânico e (H + Al).

A partir de amostras trituradas e passadas em peneiras de 200 mesh, foram utilizadas até 100 mg de solos e 0,25 g de LiBO<sub>2</sub> em cadinhos de grafite na seguinte sequência (LiBO<sub>2</sub> - Amostra - LiBO<sub>2</sub>) de modo evitar contato da amostra com os cadinhos, posteriormente foram levados a mufla até 1000° C para se obter a fusão (Pansu; Gautheyrou, 2006; Guerra et al., 2013). Após este procedimento, as pérolas resultantes da fusão foram solubilizadas em HNO<sub>3</sub> a 10% pré-aquecido a 80° C, para solubilização rápida. A partir dos extratos foram determinados os teores dos elementos Si, Ti, Zr e Fe por meio de, ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry). Todos os elementos foram expressos em óxidos.

Para a análise mineralógica, utilizou-se a difratometria de raios-X realizadas por meio do aparelho PANalytical X'Pert Pro com tubo de CoK $\alpha$ , operado entre os ângulos de varredura 4 e 50 ° 2 $\theta$ . As análises foram realizadas na fração areia, silte, argila ou conjuntamente silte-argila para os horizontes com 98 dag kg<sup>-1</sup> de areia. As amostras foram tratadas previamente para obter a dispersão do silte-argila com uso de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, remoção da matéria orgânica HClO a 10 %.

Para identificação de possíveis discontinuidades litológicas, foi considerada distribuição dos teores dos elementos ao longo do perfil (Zr e Ti) (Chapman; Horn, 1968; Maynard, 1992; Novaes Filho et al., 2012). Além dos teores dos elementos, foram calculados as relações entre eles (Taylor; Eggleton, 2001). Os cálculos das relações é apresentado a seguir (Equação 1):

$$\text{Relação Zr/Ti} = \left[ \% \frac{\text{ZrO}_2}{\text{TiO}_2} \right] * 10^2 \text{ eq. 1}$$

Foi determinado também o Valor de Uniformidade (VU), baseado na metodologia definida por Schaetzl (1998) e Bortoluzzi et al. (2008) que

consideram os teores de areia fina, areia total e silte. O VU é dado pela razão entre a granulometria de um horizonte superficial (numerador) e a do horizonte subjacente (denominador), na qual os valores próximos a 1 denotam descontinuidade litológica entre os horizontes. A equação 2 é apresentada a seguir:

$$\mathbf{VU} = \frac{\left\{ \frac{(S+AF/A-AF)}{\quad} \right\}_{\text{Horizonte Superficial}}}{\left\{ \frac{(S+AF/A-AF)}{\quad} \right\}_{\text{Horizonte Subjacente}}} \quad \text{Equação de Schaetzl (1998)} \quad \text{eq.2}$$

Onde: S- Silte; A- Areia Total; AF – Areia Fina

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Os sedimentos Pós-Barreiras, são essencialmente areno-quartzosos e estão situados ao máximo a 5 km distante da linha de praia, os principais solos desenvolvidos a partir deste material são os Neossolos Quartzarênicos, seguido pelos Espodosolos. A Figura 2 apresenta os perfis coletados e na Figura 3 aspectos da paisagem.

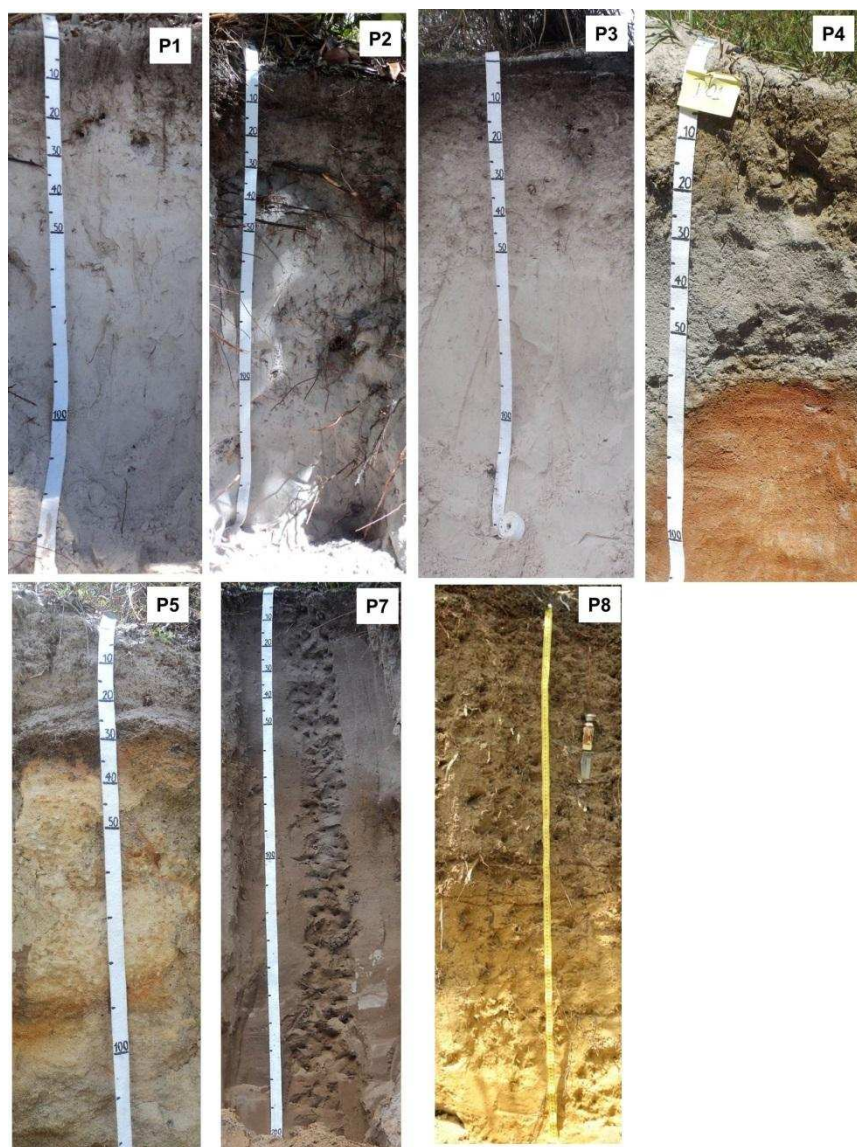


Figura 12 - Perfis de solos descritos e coletados.



**Figura 13** -A – Imagem extraída *Google Earth*<sup>®</sup> com áreas de ocorrência de sedimentos Pós-Barreiras (Manchas Brancas). Tracejado vermelho – Linha cumeada do morro. B – Paisagem de areias do Pós-Barreiras recobrindo sedimentos do Grupo Barreiras. C – Áreas de Neossolos Quartzarênicos. D- Camada endurecida de origem pedogenética (Ortstein). E- Mata Atlântica arbórea das áreas dos sedimentos Pós-Barreira.

### 3.1. Caracterização morfológica e física dos solos.

Os Neossolos Quartzarênicos dos sedimentos Pós-Barreiras, apresentam morfologia bastante semelhante aos desenvolvidos nas planícies sedimentar ao longo da linha de costa do município de Ilhéus, exceto pela sua localização na paisagem, uma vez que os Neossolos Quartzarênicos de Pós-Barreiras estão situados em áreas de até 140 m.

Foram coletados três perfis (P1, P2, P3) que se apresentaram como essencialmente quartzosos, bastante friáveis e com horizonte A com teor de matéria orgânica considerável, devido eles estarem inseridos, no domínio da Mata Atlântica arbórea do sul da Bahia. Foram classificados como Neossolos Quartzarênicos, possuem profundidade superior a 100 cm.

Os perfis P1, P2 e P3 estudados não apresentaram significativas diferenças em relação às características granulométricas e morfológicas (Quadros 1 e 2), uma vez que são desenvolvidos do mesmo material geológico (Pós-Barreiras) e se distribuem somente ao longo da faixa litorânea nas áreas elevadas dos tabuleiros costeiros. Ademais, por ser uma área litorânea, a atuação climática era uniforme e atualmente se encontra na faixa climática de precipitação média anual de 1.700 mm; outro fator preponderante para semelhança morfológica dos perfis são as formas de relevo de ocorrência dos Neossolos, que atualmente são áreas aplainadas dos topos dos tabuleiros costeiros.

De acordo com os atributos morfológicos, os perfis apresentaram cores cinzento-escuro (5Y 6/1) a Bruno-avermelhado-claro (5Y 2,5/1) nos horizontes A e cor de Cinzento-claro (5Y 7/1) nos horizontes C. Os Neossolos Quartzarênicos apresentaram até 98 dag kg<sup>-1</sup> de areia, enquadrando-os na classe textural de areia. Apresentam bastante friáveis principalmente nos horizontes C, enquanto que no horizonte A, a matéria orgânica desempenha o papel de agregar as areias, dificultando também os processos erosivos e a estrutura de tais horizontes é fraca, pequena do tipo grãos simples.

Também foram identificados outros Neossolos, que apresentaram morfologia de Espodossolos, todavia não se enquadrando na classe, uma vez

que a diferenciação de horizontes é ocasionada pela descontinuidade litológica promovida pelo depósito dos sedimentos Pós-Barreiras. Assim, devido aos processos de sedimentação do Pós-Barreiras, pode ocasionar o surgimento de morfologia semelhante à de Espodossolos, na qual a diferenciação de camadas pode ser confundida pela morfologia que apresente sequência de horizontes A – E – Bh, A – E – Bs, ou A – Bh e/ou Bs, que é promovida devido ao aporte de areia sobre antigos horizontes A (Paleossolos) ou horizontes latossólicos do material geológico GB. Este assunto será mais detalhado, na seção descontinuidade litológica desta pesquisa.

Foram coletados cinco perfis com morfologia de Espodossolos, que ao longo dos estudos foi observado que a sequência de camadas em alguns perfis era ocasionada pela descontinuidade litológica. Assim, somente três perfis foram classificados como Espodossolos.

O Perfil P4 está localizado em altitude de 120 m, essa altitude é justificada devido à influência de processos neotectônicos que ocorreram após a sedimentação do GB e dos sedimentos Pós-Barreiras. Os sedimentos Pós-Barreiras recobriram os sedimentos do GB e outros materiais geológicos da área. Assim a diferenciação de horizontes do perfil P4 é condicionada pela presença de descontinuidade litológica, onde nos horizontes A, C1, C2 são materiais arenosos com textura areia e no horizonte  ${}_{2}C3$  formado a partir de outro material geológico a classe textural é franco-arenosa. Observa-se que ADA, apresenta também maiores valores no horizonte  ${}_{2}C3$ . Além disso, a presença de faixa de seixos rolados no horizonte C2 indica que o material geológico arenoso foi transportado e depositado. Além da mudança de textura foi observada mudança abrupta nas cores entre os horizontes, sendo que no horizonte  ${}_{2}C3$  a cor registrada foi Amarelo-avermelhado (5YR 6/8).

O perfil P5 identificado como Neossolo, também apresenta morfologia espódica, todavia foi observado que as areias recobrem um antigo perfil de solo desenvolvido a partir dos sedimentos do GB. Apesar da descontinuidade litológica, os horizontes não apresentam mudança na classe textural, contudo a mudança de cor é marcante, onde no horizonte A, a cor é Cinzento (5Y 6/1), e no horizonte  ${}_{2}C1$  que é um antigo horizonte A enterrado é a cor e Cinzento

muito escuro, e no horizonte  $2C_2$  que apresentam características de sedimentos do GB a cor é Amarelo (10YR 7/4).

O perfil P6 classificado como Espodossolo, apresenta horizonte E álbico espesso, seguido de horizonte espódico cimentado (“ortstein”) em profundidade, e devido a este fator, não apresenta acúmulo de água nas camadas subjacentes. Horizontes ortstein, são comuns em Espodossolos nas áreas de restinga e também os desenvolvidos sobre os tabuleiros costeiros (Moreau et al., 2006a; Coelho, 2008; Oliveira et al., 2010). Apresenta grau de estrutura muito forte principalmente quando seco e se desfaz em blocos angulares de tamanho médio. A Figura 4 apresenta a camada de ortstein para o local de ocorrência do perfil P6.



**Figura 14**– Camada endurecida de origem pedogenética (Ortstein) em área de ocorrência de Espodossolos do perfil P4 desenvolvido sobre os sedimentos Pós-Barreiras.

A característica morfológica do perfil P7 permite enquadrá-lo na classe de Espodossolo, pela sequência de horizontes A - E álbico e Bs na profundidade de 54 cm. Os horizontes são arenosos com diferença apenas na cor, sendo que no horizonte Bs a cor é Bruno-amarelado (10YR 5/4). As cores amareladas indicam presença de ferro. Vale salientar que embora apresentem cores claras não indicativas da presença de matéria orgânica, alguns horizontes classificados como Bs, apresentam teores relativamente altos de matéria orgânica em relação aos de ferro (Carvalho; Ribeiro; Souza, 2013), o que evidencia que o critério da cor não é suficiente para estimar o teor de matéria orgânica.

A consistência tanto seca quanto úmida não foi contrastante entre os horizontes do perfil P7. Assim, é verificada a consistência solta e friável, sendo que no horizonte E, apresentou-se como muito friável, pois consiste em um horizonte eluvial de perda de materiais com potencial de agregação como ferro e MO, A consistência molhada evidenciou-se não plástica e não pegajosa ao longo dos horizontes e praticamente para outros perfis arenosos coletados, excetuando os horizontes descontínuos, o que está em concordância com a textura arenosa dos materiais de origem Pós-Barreiras.

O Espodossolo do perfil P8 apresenta sequência de horizontes A-E-Bs. Para o horizonte espódico Bs apresenta uma estrutura moderada pequena granular, com cor Bruno-amarelado (10YR 5/4). Diferente dos horizontes subjacentes à estrutura quando molhada do Bs do perfil P8 é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, reflexo do aumento do teor de argila em comparação às camadas subjacentes. Todavia, a proporção mais elevada da fração areia nos horizontes subjacentes favorece a percolação dos complexos organometálicos e contribui para formação do horizonte B espódico (Wambeke, 1992).

**Quadro 4-**Granulometria, argila dispersa em água (ADA) e equivalente de umidade (EU).

Hor.	Prof.	Granulometria							ADA	EU
		AMG	AG	AM	AF	AMF	Sil	Arg		
	_cm_	dag Kg <sup>-1</sup>							%	
Perfil 1- Neossolo Quartzarênico órtico típico										
A	0-10	2	5	31	45	13	1	2	1	0,036
C	10-100+	3	3	26	50	16	1	1	1	0,021
Perfil 2- Neossolo Quartzarênico órtico típico										
A	0-20	4	19	38	29	6	1	2	1	0,018
C	20-150+	3	17	48	25	6	0	1	1	0,039
Perfil 3- Neossolo Quartzarênico órtico húmico										
A	0-15	2	5	47	31	8	1	6	2	0,094
C1	15-53	3	4	40	38	13	2	1	1	0,017
C2	53-130+	1	9	34	39	13	2	2	1	0,018
Perfil 4- Neossolo Regolítico distrófico léptico										
A	0-23	16	28	23	16	10	6	1	1	0,037
C1	23-49	11	39	31	12	5	1	2	2	0,019
C2	49-55	15	34	31	10	4	4	1	1	0,020
2C3	55-110+	16	29	21	8	4	2	21	17	0,132
Perfil 5- Neossolo Regolítico distrófico										
A	0-25	25	22	23	16	9	3	2	1	0,017
2C1	25-35	24	14	33	18	3	2	6	1	0,056
2C2	35-150+	12	43	32	4	1	1	7	1	0,024
Perfil 6- Espodossolo Humilúvico Hiperespessos espessarênicos										
A	0-20	3	6	20	50	17	1	3	1	0,049
E	20-170	2	2	16	55	23	1	1	1	0,023
Bhm	170-190+	1	9	24	36	20	2	6	3	0,098
Perfil 7- Espodossolo Ferrilúvico órtico espessarênicos										
A	0-10	2	13	37	33	10	2	3	1	0,033
E	10-54	1	4	39	39	12	2	3	1	0,017
BS1	54-120	2	5	42	34	11	3	3	1	0,029
BS2	120-200+	2	12	39	30	9	1	7	1	0,065
Perfil 8- Espodossolo Ferrilúvico Órticos típicos										
A	0-10	2	7	30	33	16	2	9	2	0,056
E	20-65	2	4	26	30	19	4	16	3	0,077
Bs	65-150+	2	8	25	23	13	2	28	6	0,014

**Quadro 5** -Características morfológicas dos solos estudados

(Continua)

Horizonte		Cor		Estrutura			Cerosidade	Consistência				Transição
Símb.	Prof. cm	Seca	Úmida	Grau	Tamanho	Tipo		Seca	Úmida	Molhada	Plasticidade	
Perfil 1- Neossolo Quartzarênico órtico típico												
A	0-10	5 Y 6/1	10YR 4/1	1	P	Gs	-	S	Fi	NP	NPe	p g
C	10-100+	5 Y 7/1	2,5Y 7/2	1	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	p c
Perfil 2- Neossolo Quartzarênico órtico típico												
A	0-20	5 Y 4/1	10YR 3/1	1	P	Gs	-	S	Fi	NP	NPe	p d
C	20-150+	5 Y 7/1	2,5Y 7/2	1	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	p c
Perfil 3- Neossolo Quartzarênico órtico húmico												
A	0-15	5 Y 2,5/1	10YR 4/1	1	P	Gs	-	S	Fi	NP	NPe	p g
C1	15-53	5 Y 7/1	2,5Y 7/2	1	P	Gs	-	S	MFr	NP	NPe	p d
C2	53-130+	5 Y 7/1	2,5Y 7/2	1	MP	Gs	-	S	MFr	NP	NPe	p d
Perfil 4- Neossolo Regolítico distrófico léptico												
A	0-23	5Y 5/2	10YR 3/1	1	P	Gs	-	Ma	Fi	NP	NPe	p c
C1	23-49	5Y 6/2	2,5Y 7/2	1	M	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	p g
C2	49-55	5Y 6/2	2,5Y 7/1	1	Gr	BS	-	LD	Fr	NP	NPe	o b
2C3	55-110+	5YR 6/8	2YR 5/6	2	M	BA e Gr	2	LD	MFr	PI	LPe	o b
Perfil 5- Neossolo Regolítico distrófico												
A	0-25	5 Y 6/1		2	P	Gs		S	S	NP	NPe	o a
2C1	25-35	7.5Y 3/1	10YR 3/1	2	M	Gr		Ma	Fi	LP	NPe	o a
2C2	35-150+	10 YR 7/4	10YR 4/6	2 e 3	M	BS e Gr		D	Fi	PI	LPe	o a

(Conclusão)

Horizonte		Cor		Estrutura			Cerosidade	Consistência				Transição
Símb.	Prof. cm	Seca	Úmida	Grau	Tamanho	Tipo		Seca	Úmida	Molhada	Plasticidade	
Perfil 6- Espodossolo Humilúvico Hiperespessosessessarênico												
A	0-20	5 Y 4/1	10YR 3/1	1	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	p c
E	20-170	5 Y 7/1	2,5Y 7/2	1	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	p a
Bhm	170-190+	5Y 2,5/1		1 e 3	M	BA e Gr	-	MD	MFr	NP	NPe	p a
Perfil 7- Espodossolo Ferrilúvico órticoespassarênico												
A	0-10	10YR 6/1	10YR 4/1	2	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	p c
E	10-54	5 Y 6/1	2,5Y 7/2	1	P	Gs	-	S	MFr	NP	NPe	i c
BS1	54-120	10YR 5/4	10YR 3/4	1	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	i g
BS2	120-200	10YR 5/6	10YR 3/4	1	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	i g
Perfil 8- Espodossolo Ferrilúvico Órticos típico												
A	0-10	10YR 6/1	10YR 4/1	2	P	Gs	-	S	MFr	NP	NPe	p c
E	20-65	5Y 6/1	2,5Y 7/1	1	P	Gs	-	S	Fr	NP	NPe	i c
Bs	65-150+	10YR 5/4	10YR 3/4	2	P	Gr	1	LD	Fi	LP	LPe	i g

Estrutura: 1-fracas; 2-moderada; 3-forte; P-pequena; MP- muito pequena; M-média; Gr-granular; BS- blocos subangulares; BA - Blocos Angulares; Gs - Grãos Simples. Consistência: ; LD-ligeiramente dura; D-dura; MD-muito dura; Fr-friável; MFr-muito friável; Fi-firme; MFi- muito firme; NP - não-plástica; LP- ligeiramente plástica; PI - Plástica; NPe – não pegajosa; LPe - ligeiramente pegajosa. Transição: o- ondulada; i- irregular; p-plana; g-gradual; d-difusa; c-clara.

### 3.2. Caracterização química.

No Quadro 3, encontram-se os resultados analíticos das características químicas dos solos estudados. Em um contexto geral, afirma-se que os solos desenvolvidos a partir dos sedimentos Pós-Barreiras são muito pobres quimicamente, por tratar de solos formados de material de origem previamente intemperizado e bastante arenosos com maior presença do mineral quartzo, apresentam ainda baixa soma de bases, e são ácidos.

Os solos de Pós-Barreiras, devido estar inserido no domínio da Mata Atlântica, há uma determinada contribuição para os níveis de alguns nutrientes no solo. Assim, foi verificado que os valores de P extraído por Mehlich-1 foram semelhantes nos horizontes A, tanto dos perfis de Neossolos quanto de Espodossolos. Este padrão registrado na distribuição de P, possivelmente está ligado ao aporte proveniente do material orgânico em razão da ciclagem de nutrientes.

Para os horizontes sub-superficiais o relativo aumento de determinados nutrientes é justificado, pois em alguns casos tais horizontes se desenvolvem a partir dos sedimentos do GB, que apesar de apresentarem baixa fertilidade, porém quando comparados as areias subjacentes os valores são relativamente superiores.

Os valores de pH em água dos perfis estudados, indicam que são solos ácidos. Os resultados estão de acordo para solos desenvolvidos de sedimentos arenosos, como as restingas ou ainda áreas de muçunungas sobre os tabuleiros costeiros (Mafra et al., 2002; Benites et al., 2003; Moreau et al., 2006a; Gomes et al., 2007; Oliveira et al., 2010; Carvalho et al., 2013).

Os Neossolos Quartzarênicos não apresentaram características químicas discrepantes entre si, de maneira genérica, é observado maior soma de bases nos horizontes A. Isso deve-se provavelmente mais a influência da MO, do que necessariamente o material de origem. Os maiores valores de soma de bases são dados pela influência dos cátions de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , uma vez que os outros nutrientes apresentam valores baixos. Importante destacar, que

a relativa proximidade com mar pode contribuir com aporte de nutrientes aos solos, o chamado “*sprays*” salino, com aporte principalmente de  $\text{Na}^+$ , sendo que o maior teor deste nutriente foi registrado nos horizontes superficiais.

Para os perfis P4 e P5 a diferenciação química, ocorre principalmente nos horizontes que apresentam descontinuidade litológica, na qual os materiais geológicos do GB condicionam maiores valores de nutrientes, porém deve-se destacar que estes horizontes sub-superficiais já são produtos da alteração desedimentos pré-intemperizados e edafizados do GB (Moreau et al., 2006b). Além disso, os horizontes derivados de descontinuidade destes perfis constitui um impedimento à percolação de água ou lixiviação de íons como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

Os perfis de solos classificados como Espodossolo foram os perfis P6, P7 e P8. De maneira geral, não apresentaram características químicas diferentes, a diferenciação ocorre principalmente na morfologia do perfil.

Para o perfil P6, a característica química foi semelhante a de Neossolos Quartzarênicos, exceto pela presença de um horizonte espódico endurecido se configurando como de ortstein. Foi verificado baixa soma de bases, e um relativo aumento de CO no horizonte Bhm em comparação com o A, em virtude dos processos de iluviação.

O perfil P7 também classificado como Espodossolo, também não revelou muita distinção química em relação aos Neossolos, é caracterizado pela baixa saturação por bases, e o principal cátion disponível é o Na. Foi verificado um aumento no teor MO no Bs2 em relação ao horizonte A, indicando iluviação de compostos orgânicos.

O perfil P8 apresentou maior teor do cátion  $\text{K}^+$  entre todos os horizontes analisados de Neossolos e Espodossolos, porém tal valor somente registrado no horizonte A, Isso deve estar associado ao relevo bastante estável que dificulta processos de perda de nutrientes por erosão. Além disso, a mudança textural do horizonte A para o Bs pode reduzir a taxa de infiltração da água e lixiviação.

De maneira geral nos horizontes espódicos foram observados uma redução de  $\text{Na}^+$  em relação aos sobrejacentes, o que reforça que a presença deste estar relacionado principalmente à influência de *sprays* marinhos. Há também aumento na acidez (H+Al) para os Bh, exceto no perfil P8. Nos perfis P6 e P7 há um relativo aumento nos teores de P em relação aos horizontes sobrejacentes. Possivelmente o fósforo é translocado no perfil complexado à matéria orgânica, sendo que este processo é favorecido nestes solos, em virtude da característica arenosa dos horizontes sobrejacentes, conforme já verificado por Oliveira (2007) em Espodossolos desenvolvidos em áreas de Muçunungas.

**Quadro 6 - Características químicas dos solos estudados(Continua)**

Hor	pH		P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	t	T	V	MO	P-rem
	H <sub>2</sub> O	KCl													
Perfil 1- Neossolo Quartzarênico órtico típico															
A	4,62	3,24	1,1	11	17,2	0,48	3,8	0,1	0,21	0,41	0,89	4,21	9,7	1,27	55,5
C	5,10	4,00	0,6	0	2,2	0	0,8	0	0	0,01	0,01	0,81	1,2	0,13	54,5
Perfil 2- Neossolo Quartzarênico órtico típico															
A	4,79	3,05	1,6	25	21,2	0,67	6,2	0,16	0,27	0,58	1,25	6,78	8,6	2,53	53,9
C	5,00	6,67	0,8	0	1,2	0,1	1,1	0	0	0,01	0,11	1,11	0,9	0	43,6
Perfil 3- Neossolo Quartzarênico órtico húmico															
A	5,40	3,79	1,2	4	21,2	0,39	12,1	6,15	0,79	7,04	7,43	19,14	36,8	6,97	54,5
C <sub>1</sub>	4,94	3,60	0,5	0	0,2	0,19	1,3	0,05	0,01	0,06	0,25	1,36	4,4	0,25	57,8
C <sub>2</sub>	5,05	3,50	0,4	0	0,2	0	0,01	0,1	1,3	0,01	0,11	1,31	0,8	0	56,1
Perfil 4- Neossolo Regolítico distrófico léptico															
A	5,40	4,51	2,6	1	2,2	0,29	2,4	0	0	0,01	0,3	2,41	0,4	0,38	43,7
C <sub>1</sub>	6,21	4,71	0,8	0	0,8	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0	0,13	57,3
C <sub>2</sub>	6,17	4,67	0,7	0	0,7	0	1	0	0	0	1	1	0	0,13	52,9
<sub>2</sub> C <sub>3</sub>	5,45	4,03	0,6	0	0,6	0,07	2,2	0,03	0,07	0,11	2,31	2,31	4,8	0,13	46,3
Perfil 5- Neossolo Regolítico distrófico															
A	5,22	3,82	1,2	4	21,2	0,39	12,1	6,15	0,79	7,04	7,43	19,14	36,8	6,97	54,5
2C1	5,47	4,23	0,5	0	0,2	0,19	1,3	0,05	0,01	0,06	0,25	1,36	4,4	4,45	57,8
<sub>2</sub> C2	5,28	4,55	0,4	0	0,2	0	0,01	0,1	1,30	0,01	0,11	1,31	0,8	0	56,1

**Quadro 7 - Características químicas dos solos estudados(conclusão)**

Perfil 6- Espodossolo Humilúvico Hiperespessosespessarênicos															
A	4,46	3,00	1,5	5	11,2	0,87	8,6	0,54	0,27	0,87	1,74	9,47	9,2	3,04	52
E	5,00	3,64	0,7	0	1,2	0,29	1,1	0,03	0,01	0,05	0,34	1,15	4,3	0,13	53,6
Bh															
m	4,20	3,00	1,6	0	0	3,67	13,6	0,38	0,09	0,47	4,14	14,07	3,34	7,98	59,6
Perfil 7- Espodossolo Ferrilúvico órtico espessarênicos															
A	4,98	3,63	0,9	11	12,2	0,39	4,3	0,25	0,18	0,51	0,9	4,81	10,6	1,65	53,6
E	5,29	4,18	0,9	0	1,2	0,39	1,6	0	0	0,01	0,4	1,61	0,6	0,25	47,7
BS1	5,34	4,52	1,4	0	2,2	0,67	4,3	0,02	0	0,03	0,7	4,33	0,7	0,51	22,9
BS2	5,35	4,55	1,7	0	3,2	0,58	8,7	0,13	0,01	0,15	0,73	8,85	1,7	2,03	8,4
Perfil 8- Espodossolo Ferrilúvico Órticos típicos															
A	4,22	3,00	1,3	33	41,2	0,39	4	0,28	0,37	0,91	1,3	4,91	18,5	0,76	39,2
E	5,27	3,90	0,9	7	27,2	0,48	3,8	0,03	0,14	0,31	0,92	3,45	4,3	0,51	19
Bs	5,06	4,22	0,7	0	9,2	0,77	3,3	0,03	0,08	0,15	0,92	3,45	4,3	0,51	19

### 3.3.

### Fusão

#### o alcalina.

Os sedimentos Pós-Barreiras apresentam pouca diferenciação mineralógica, apresentando em sua maioria quartzo. Assim o procedimento de fusão alcalina realizado nas amostras, revelou a presença principalmente do óxido  $\text{SiO}_2$ , sendo que a fonte do silício deve ser proveniente do ataque ao quartzo, que foi o mineral predominante identificado nas amostras.

O teor de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , nos Neossolos Quartzarênicos foi uniforme ao longo do perfil apresentando baixa variação, todavia para Neossolos com descontinuidade são registrados valores distintos entre os horizontes, porém com variações não significativas.

Os teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  foram baixos em todos os perfis estudados, sendo que tais valores estão de acordo com os relatados na literatura para Neossolos e alguns Espodossolos. No entanto, para os Espodossolos ferrilúvicos, foi observado que a presença de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tende a ser maior nos horizontes Bs, porém os valores não são discrepantes com as camadas subjacentes. Segundo Moreau (2001) e Oliveira; Souza (2012) o ferro presente nos horizontes espódicos Bs, desenvolvidos de tabuleiros costeiros, em geral aparece em pequenas quantidades, recobrando principalmente os grãos de quartzo conferindo-lhes coloração avermelhadas/amareladas, característica também verificada em Espodossolos de regiões temperadas (De Coninck, 1980; Mckeague; Deconinck; Franzmeier, 1983).

Apesar do termo ferrilúvico empregado para Espodossolo o que denota processo de iluviação do ferro para formação de horizonte Bs, foi verificado que em tais horizontes a presença maior é de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , o que está de acordo com dados registrados na literatura, em que diversos estudos relatam a predominância de formas de Al em relação às de Fe

nos Espodosolos (Ucha, 2000; Coelho, 2008; Coelho et al., 2010; Oliveira et al., 2010).

Assim, foi identificado que a relação  $Al_2O_3/Fe_2O_3$ , é maior nos horizontes espódicos destacando a maior participação do Al na formação de tais horizontes. Para o Bhm, que se configura como ortstein, apresenta baixo teor de  $Fe_2O_3$  e aumento no teor de  $Al_2O_3$ , sendo que já é reconhecido que solos são tão mais coesos e endurecidos quanto menores são seus teores de  $Fe_2O_3$  (Panoso, 1976; Lima Neto et al., 2010; Moreau, 2001).

Os óxidos de Ti ( $TiO_2$ ), foi verificado que apenas nos solos com descontinuidade litológica, apresentaram maiores variações ao longo do perfil. Outro fato observado, é que os valores de  $TiO_2$  e  $ZrO_2$  foram maiores em relação até os teores de ferro registrados para os solos estudados. Nesse contexto, os sedimentos Pós-Barreiras por se tratarem de material de origem bastante areno-quartzoso, é de se esperar que os minerais fonte de Fe em grande parte já foram intemperizados, o que reflete no baixo teor de Fe. Entretanto, para os óxidos de Ti e Zr estão ligados a minerais de baixa mobilidade e não facilmente intemperizáveis refletindo na obtenção de maiores teores pela fusão alcalina. No entanto, tal suposição não é conclusiva, pois minerais fontes de Zr não foram identificados nos difratogramas, estes resultados, também comentados à frente revelou apenas presença de picos suaves de anatásio, mineral fornecedor de Ti.

O Quadro 4 apresenta os teores e as relações dos elementos obtidos pela fusão alcalina.

**Quadro 8** - Teores de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, obtidos pela fusão alcalina, e relações moleculares Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Hor,	Prof,_cm	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%							
Perfil 1- Neossolo Quartzarênico órtico típico							
A	0-10	62,16	0,48	0,26	0,30	0,14	1,85
C	10-100+	67,30	0,42	0,25	0,35	0,11	1,68
Perfil 2- Neossolo Quartzarênico órtico típico							
A	0-20	61,00	0,48	0,27	0,31	0,08	1,78
C	20-150+	66,15	0,45	0,28	0,33	0,07	1,61
Perfil 3- Neossolo Quartzarênico órtico húmico							
A	0-15	67,72	0,67	0,28	0,41	0,08	2,39
C1	15-53	64,14	0,64	0,29	0,33	0,07	2,21
C2	53-130+	65,15	0,65	0,25	0,44	0,10	2,60
Perfil 4- Neossolo Regolítico distrófico léptico							
A	0-23	55,88	0,43	0,92	12,15	0,09	0,47
C1	23-49	56,87	6,99	0,39	6,34	0,04	17,92
C2	49-55	51,65	5,45	0,41	6,80	0,05	13,29
2C3	55-110+	65,77	9,46	1,95	7,89	0,04	4,85
Perfil 5- Neossolo Regolítico distrófico							
A	0-25	61,15	0,73	0,24	3,50	0,08	3,04
2C1	25-35	62,85	3,93	1,22	8,45	0,08	3,22
2C2	35-150+	66,52	1,72	1,35	2,14	0,03	1,27
Perfil 6- Espodossolo Humilúvico Hiperessposos esessarênicos							
A	0-20	62,16	0,48	0,26	4,03	0,16	1,85
E	20-170	67,30	0,42	0,25	3,80	0,11	1,68
Bhm	170-190+	52,12	13,41	1,38	4,26	0,17	9,72
Perfil 7- Espodossolo Ferrilúvico órtico essessarênicos							
A	0-10	67,72	0,67	0,53	6,90	0,23	1,26
E	10-54	64,14	1,20	0,81	9,65	0,33	1,48
BS1	54-120	68,33	1,77	2,13	9,68	0,31	0,83
BS2	120-200+	68,77	2,94	0,95	9,28	0,29	3,09
Perfil 8- Espodossolo Ferrilúvico Órticos típicos							
A	0-10	57,91	10,08	1,47	9,10	0,17	6,86
E	20-65	56,55	5,69	2,42	13,17	0,21	2,39
Bs	65-150+	57,92	11,60	4,18	13,33	0,19	2,78

### **3.4. Descontinuidade litológica.**

Alguns estudos relatam a evolução de Latossolos para Espodossolo no contexto de tabuleiros costeiros, em que processos de acidólise e ferrólise promovem a decomposição das argilas criando horizontes E, e concomitantemente processos de iluviação de compostos orgânico e/ou ferro para formarem horizontes espódicos (Lucas et al., 1984; Ucha, 2000; Mafra et al., 2002; Moreau et al., 2006a; Oliveira et al., 2010).

No contexto dos sedimentos Pós-Barreiras a morfologia de Espodossolo pode ser condicionada baseado em dois processos. Um refere-se à iluviação que é comum para formação de horizontes espódicos. No segundo caso, refere-se a processos de sedimentação que promovem diferenciação de horizontes em virtude da descontinuidade litológica, sendo que neste último caso, é verificado apenas a morfologia de Espodossolo, porém não classificado como tal. No entanto, a simples constatação morfológica de descontinuidade geológica no perfil deve servir apenas como hipótese a ser estudada.

O Quadro 5 apresenta os teores e relações para os elementos de Ti e Zr para alguns perfis estudados. Assim, nos perfis P4, P5, P6, P7 e P8, que apresentaram morfologia espódica, todavia somente três foram classificados como Espodossolo.

O perfil P4 apresenta morfologia espódica, todavia a presença de faixa de seixos rolados na profundidade de 50 cm se configura um indicativo de descontinuidade, uma vez que a característica morfológica mais marcante, indicadora da descontinuidade de materiais, é a presença de linha de pedras entre horizontes (Birkeland, 1984; Taylor; Eggleton, 2001).

Foi observado que os valores de Ti e Zr não se mostraram uniforme ao longo do perfil P4, ocorre uma redução de 35% no teor de Ti e 57,80% no de Zr do horizonte A para o  $\text{C}_3$ . As relações entre os elementos Zr e Ti demonstram uma diferença de -35,04%.

Ao considerar as relações dos elementos de baixa mobilidade, pode-se afirmar que na literatura não há ainda valores baseado nessas relações, padrões para identificar as discontinuidades litológicas. No entanto, de acordo com Chapman; Horn (1968), diferença superior a 100% nos teores de Zr entre horizontes podem confirmar a discontinuidade. Por outro lado, Maynard (1992) propõe que se a relação Zr/Ti tiver um desvio maior que 100%, a partir da rocha original, para materiais muito intemperizados, provavelmente há a presença de algum material alóctone.

O elemento que mais variou foi o Zr ao longo do perfil P4, e as relações Ti e Zr não demonstraram de fato a presença de discontinuidade. Entretanto, outras evidências são necessárias para confirmar a interpretação. Assim, Schaetzl (1998) destaca o cálculo de valor de uniformidade (VU), que segundo Bortoluzzi et al. (2008) consiste em um método bastante eficiente e que valores próximos a 1 denotam uma possível discontinuidade.

O índice de VU obtido para o perfil P4 foi de 1,84, valor muito superior ao limite de indicativo de discontinuidade. Assim, baseado em tais evidência químicas físicas e morfológicas, o Perfil P4 apesar de apresentar morfologia de Espodossolo, consiste em um solo alóctone, e as diferenças de horizontes, deve-se a deposição sedimentar sobre um material geológico bastante intemperizado.

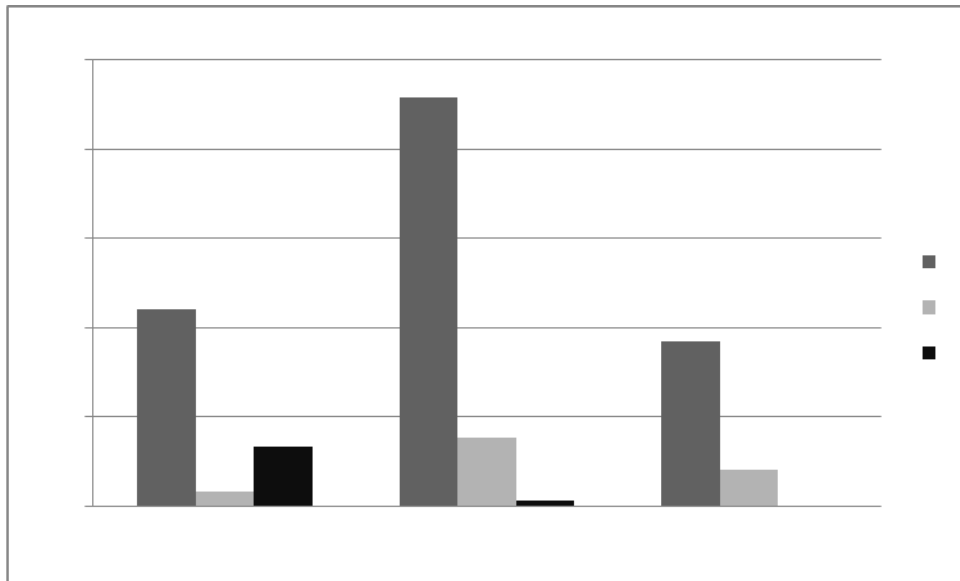
Para o perfil P5, foi observado coeficiente de variação para os valores de Ti e Zr de 70,77% e 50,96% respectivamente, a diferença nos teores de titânio foram a que apresentaram maior variabilidade ao longo

do perfil, com uma perda de 38,89%. Para a relação Zr/Tia redução foi de 44,79%.

Outro fator que denota a descontinuidade geológica foi o alto índice de VU registrado entre alguns horizontes do perfil P5, assim entre as camadas A e <sub>2</sub>C1 o valor foi de 0,89 e entre os horizontes A e <sub>2</sub>C2 foi de 3,92, valor este que excede o limite para indicação de descontinuidade litológica preconizado por Schaetzl (1998).

A morfologia de Espodosolo registrada para o perfil P5, seria pela presença de um possível horizonte Bh, devido apresentar um subhorizonte com presença de CO na camada de 30 cm de profundidade. Mas as análises de fracionamento de Matéria Orgânica (MO) demonstraram a maior presença da fração humina para o horizonte enriquecido de MO(Figura 5). De maneira genérica, para horizontes espódicos, ocorre a maior presença das frações ácidos húmicos e fúlvicos, que apresentam solubilidade dependente de pH (Benites et al., 2003; Carvalho, 2011), assim, tais frações são mobilizadas através de iluviação ao longo do perfil, entretanto para fração humina a mobilidade por iluviação no perfil é dificultada, pois esta não apresenta solubilidade dependente de pH.

Assim, o horizonte escuro com morfologia espódica registrado no perfil P5, baseado nas análises de fracionamento de MO, está mais relacionado a um antigo horizonte A enterrado de um paleossolo do material geológico GB, do que necessariamente formado pelo processo de iluviação de CO.



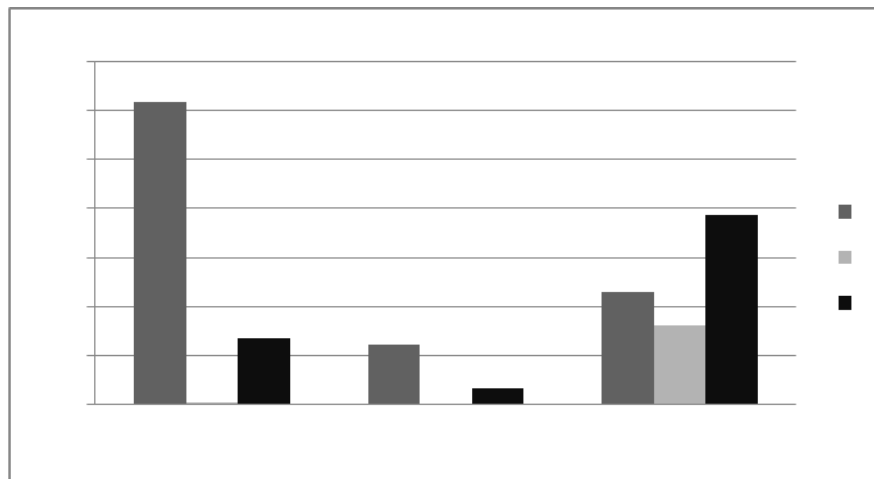
**Figura 15** -Fracionamento de matéria orgânica para o perfil P5. Hu- Humina, AF- Ácidos fúlvicos, AH- Ácidos húmicos.

O perfil P6 se enquadra na classe morfológica Espodossolo, foi observado que a distribuição de Ti foi aproximadamente uniforme ao longo do perfil, com coeficiente de variação de 5,62%. A relação entre Zr e Ti apresentou uma redução de 2,06% entre o horizonte A e Bhm, o que denota que estes valores são muito baixos para indicar a descontinuidade litológica.

Apesar das relações entre Zr e Ti não indicarem descontinuidade litológica para o perfil P6, a análise do VU revelou altos índices, com VU igual 1,27, todavia tal fato deve estar mais relacionado ao alto teor de CO registrado no horizonte Bhm, o que pode gerar influências nas análises granulométricas, uma vez que o dispersante utilizado não tem capacidade de oxidar completamente a MO, o que dificulta a dispersão sendo que a MO é um agente agregante (Ruiz, 2005; Mauri et al., 2011; Miyazawa; Barbosa, 2011)

Pela comparação dos os horizontes com presença mais elevada de CO do perfil P6, observa-se um aumento da fração humina do horizonte A para o Bhm de 0,14 para 0,39 dag kg<sup>-1</sup>, e redução da fração humina de

0,62 para 0,23 dag kg<sup>-1</sup> em profundidade (Figura 6), o que denota que o horizonte Bhm foi formado por processo de iluviação e não se configura um horizonte enterrado. Além disso, a morfologia do horizonte Bhm, apresenta acentuado grau de cimentação (estrutura maciça muito firme) caracterizado como horizonte ortstein, estacimentação se dá por compostos organometálicos e compostos de alumínio, ferro e sílica amorfos (Embrapa, 2006; Moreau et al., 2006a; Oliveira et al., 2010; Carvalho, 2011).



**Figura 16** - Fracionamento de matéria orgânica para o perfil P5. Hu- Humina, AF- Ácidos fúlvicos, AH- Ácidos húmicos.

O perfil P7, classificado como Espodossolo, foi registrado a diferença de Ti entre os horizontes A e horizonte E com um ganho de 34,48%, todavia entre os horizontes E, Bs1 e Bs2 o coeficiente de variação para estes teores foi de 2,33%. A relação entre Zr e Ti também não indicara descontinuidade, constatado pela redução de 4,54% do horizonte A para o Bs1.

O índice de VU para o P7 apresentou valor de 0,90 podendo se configurar uma descontinuidade, mas as características morfológicas verificadas em campo não define a descontinuidade. Além disso, em campo foi verificado que em perfis de Neossolos próximos ao perfil P7,

ocorre incipientes iluviações de ferro ao longo do perfil (Figura 7), o que pode indicar que o mesmo processo pode ter dado origem aos horizontes Bs do perfil P7.



**Figura 17**– Iluviação incipiente de componentes ferríferos verificado em trabalho de campo em sedimentos Pós-Barreira.

O perfil P8, os valores de Ti e Zr apresentaram desvio de 2,40% e 0,02% respectivamente. Para Ti a maior variação foi entre o horizonte A e E, sendo que o valor menor foi registrado no horizonte A, possivelmente devido que este é o que apresenta maior perda por lixiviação e erosão. A relação entre Zr e Ti não apresentou variações significativas, o CV foi de 11,86% e o valor da relação diminui em profundidade.

Nesse sentido, essas características não indicam descontinuidade litológica, todavia o índice de VU foi muito próximo 1, com 0,94 o que pode indicar uma descontinuidade. Por outro lado, a partir das características morfológicas não é possível indicar a presença de descontinuidade, nesse sentido a classificação como Espodossolo se baseia apenas nas análises dos teores de Ti e Zr.

**Quadro 9** -Teores e relações de óxidos de titânio e zircônio para alguns perfis estudados

Horizontes	TiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub> /TiO <sub>2</sub>
dag kg			
Perfil 4- Neossolo Regolítico distrófico léptico			
A	12,15	0,09	0,73
C1	6,34	0,04	0,61
C2	6,80	0,05	0,74
<sub>2</sub> C3	7,89	0,04	0,48
$\sigma$	2,65	0,02	0,12
<b>CV</b>	31,98	45,03	19,34
<b>G/P*</b>	-35,05	-57,80	-35,04
Perfil 5- Neossolo Regolítico distrófico			
A	3,50	0,08	2,20
C1	8,45	0,08	1,00
<sub>2</sub> C2	2,14	0,03	1,21
$\sigma$	3,32	0,03	0,64
<b>CV</b>	70,77	50,96	43,51
<b>G/P*</b>	-38,89	-66,26	-44,79
Perfil 6- Espodossolo Humilúvico Hiperespessosespessarênico			
A	4,03	0,16	4,00
E	3,80	0,11	2,80
Bhm	4,26	0,17	3,92
$\sigma$	0,23	0,03	0,67
<b>CV</b>	5,62	23,08	18,84
<b>G/P*</b>	5,57	3,39	-2,06
Perfil 7- Espodossolo Ferrilúvico órtico espessarênico			
A	6,90	0,23	3,27
E	9,65	0,33	3,39
BS1	9,68	0,31	3,22
Bs2	9,28	0,29	3,12
$\sigma$	1,33	0,04	0,11
<b>CV</b>	14,98	15,50	3,47
<b>G/P*</b>	34,48	28,37	-4,54
Perfil 8- Espodossolo Ferrilúvico Órticos típicos			
A	9,10	0,17	1,84
E	13,17	0,21	1,57
Bs	13,33	0,19	1,46
$\sigma$	2,40	0,02	0,19
<b>CV</b>	20,18	10,79	11,86
<b>G/P*</b>	46,42	16,53	-20,41

$\sigma$  - Desvio Padrão. CV – Coeficiente de variação, GP\* - Ganho e perda entre a primeira e última camada de cada perfil.

### 3.5. Atributos mineralógicos.

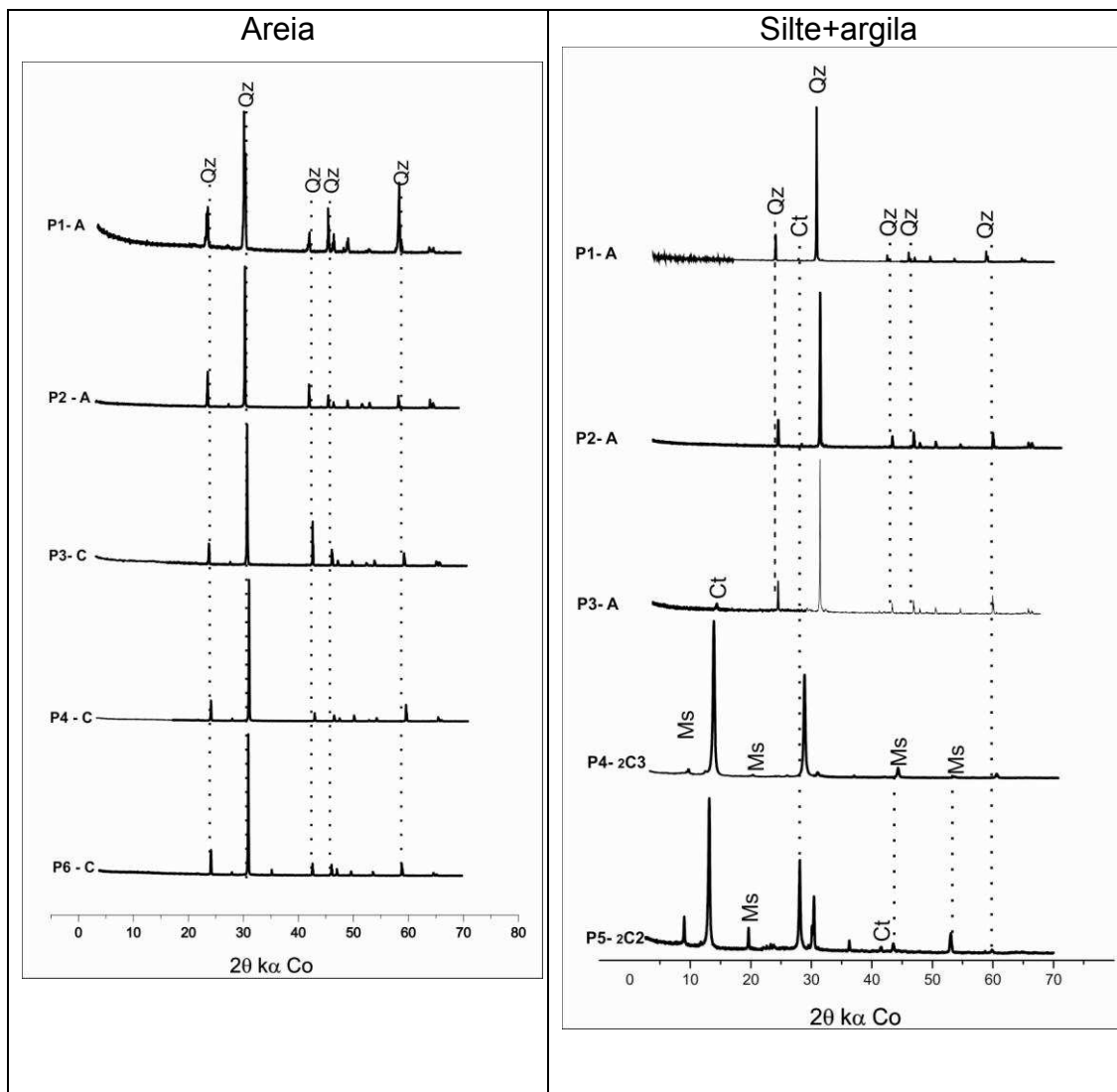
Os sedimentos Pós-Barreiras, são materiais bastantes intemperizados, apresentando areias brancas e amareladas com predominância do mineral quartzo e baixo nível de minerais facilmente intemperizáveis. Os minerais identificados mostraram similaridade mineralógica do material parental e solo, uma vez que os processos de perda e dissolução de minerais em grande parte, já ocorreram durante transporte e deposição dos sedimentos. Importante salientar que devido o material apresentar até  $98 \text{ dag kg}^{-1}$  de areia, a obtenção da fração silte e argila de forma separada não foram possíveis para alguns horizontes.

Os perfis P1, P2, P4, e P6 (Neossolos) têm majoritariamente minerais de quartzo na fração areia, outros minerais não foram identificados nessa fração, todavia o ataque total pela fusão alcalina revelou elementos químicos, a exemplo Ti e Zr, que são constituintes de outros minerais, como rutilio, anatásio e zircão. Porém, minerais fornecedores de tais elementos não foram identificados nos difratogramas, exceto para pico suave de anatásio.

Para a fração silte+argila foi verificada a presença também de mineral de quartzo. Segundo alguns estudos (Guillet; Rouiller; Souchier, 1975; Gustafsson; Bhattacharya; Karlton, 1999; Carvalho et al., 2013), o quartzo na fração argila é comum em Espodosolos e Neossolos de regiões tropicais desenvolvidos a partir de sedimentos Terciários e Quaternários, sendo restrita à fração argila grossa (0,2 a 2  $\mu\text{m}$ ). Foi também identificados picos de caulinita, este relacionado ao intemperismo de minerais de feldspato residuais das areias. Também ocorreram outros minerais com picos mais sutis como feldspato e gibbsita. A gibbsita promove uma maior friabilidade e estruturação ao solo, podendo ter sido originado da intemperização dos feldspatos, assim como a caulinita (Carvalho, 2011).

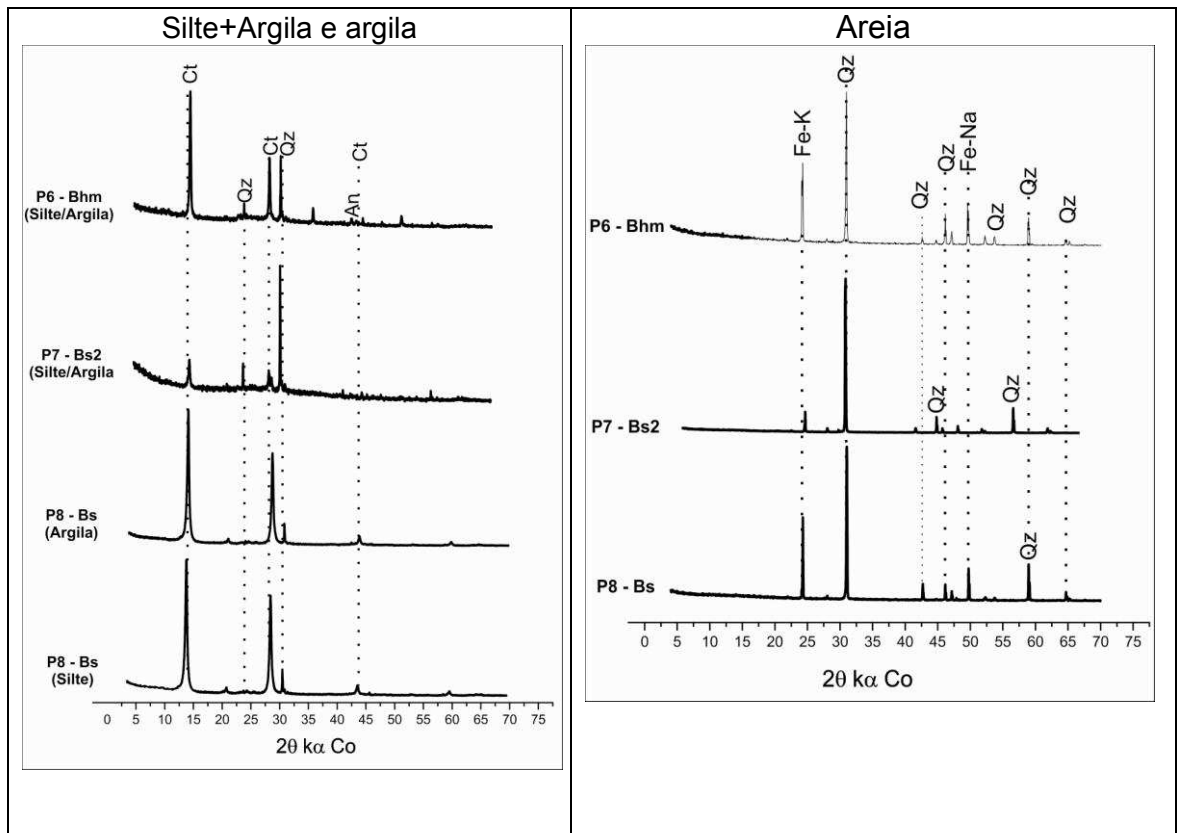
A assembleia mineralógica dos perfis de Neossolos é mais diferenciada nos horizontes desenvolvidos a partir de outros materiais geológicos, ou seja, os que foram identificados como descontinuidade, pois se trata de material geológico diferente dos sedimentos Pós-Barreiras, devido a este fator, foi verificado a presença de minerais de muscovita e caulinita nestes horizontes.

Os perfis classificados como Espodossolo revelaram assembleias de minerais semelhantes aos dos Neossolos na fração silte+argila e argila. Os horizontes Bhm e Bs apresentaram principalmente mineral de caulinita e quartzo, e outros minerais com picos de menor intensidade como anatásio.



**Figura 18** - Difractogramas de alguns solos e horizontes de Neossolos estudados. Fração silte+argila e areia. Ms- Muscovita; Ct-Caulinita; Qz-Quartzo.

A fração areia dos horizontes espódicos apresentou predominantemente mineral quartzo, e em alguns horizontes o mineral feldspato. Para outros horizontes dos Espodossolos a mesma tendência foi observada. Assim, pode-se afirmar que a constituição mineralógica das areias dos horizontes espódicos não apresenta variações significativas.



**Figura 19** - Difratoqramas de alguns solos e horizontes de Espodossolos estudados. Fração silte+argila, argila e areia. Qz- Quatzo; Ct- Caulinita; An- Anatásio; Fe-K – Feldspato-K; Fe-Na- Feldstapto- Na.

Como já mencionado, os sedimentos Pós-Barreiras são bastante intemperizados, o que implica em certa homogeneidade dos minerais dos Espodossolos. Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com minerais identificados em estudos de regiões tropicais para Espodossolos de tabuleiros costeiros e planícies do Quaternário, como por exemplo: Moreau et al. (2006a), (Coelho, 2008), (Oliveira et al., 2010), e Carvalho (2011). A principal diferença foi à ausência de vermiculita com hidróxi entre camadas.

#### 4. CONCLUSÃO

Os Neossolos Quartzarênicos não apresentaram grandes diferenças morfológicas e físico-químicas. Alguns Neossolos apresentaram descontinuidade litológica e nestes é que foram observadas mudanças morfológicas principalmente em cor e textura e sutis mudanças nas características químicas.

Todos os perfis apresentaram baixos teores de ferro, sendo maiores valores registrados em horizontes diagnosticados como descontinuidade, e oriundos dos sedimentos do Grupo Barreiras.

Cinco perfis apresentaram morfologia de Espodossolos, todavia somente os perfis P6, P7 e P8 foram diagnosticados com presença de horizontes espódicos. A constatação de descontinuidade litológica para os perfis com morfologia de Espodossolo (perfis P4 e P5), foi dada mediante a análise dos valores obtidos das relações de Zr/Ti, valor de uniformidade, e fracionamento de MO que combinadas permitiram enquadrar os perfis P4 e P5 na classe de Neossolo Regolítico.

Os perfis classificados como Espodossolos apresentaram sua gênese relacionada com processos de translocação de ferro e carbono orgânico, sendo que no perfil P6 foi observado e manifestação do caráter coeso pela presença de horizonte endurecido orstein em profundidade. Além disso, mesmo nos horizontes classificados como Bs, foi observada a baixa contribuição do Fe para sua formação, uma vez que foi observado maiores valores de  $Al_2O_3$  em relação aos teores de  $Fe_2O_3$ .

Os minerais identificados na fração areia foi o quartzo, e para fração silte+argila e argila foi mineral de quartzo e caulinita. A homogeneidade mineralógica deve-se ao fato que os sedimentos Pós-Barreiras são altamente intemperizados. Os difratogramas que apresentaram outros picos de minerais foram os derivados dos horizontes de descontinuidade litológica, porém sem muita variação.

## 5. REFERÊNCIAS.

ALMEIDA, Â. B. **História de preenchimento do vale inciso da lagoa encantada – Ilhéus-BA, durante o Quaternário.** 2006. 130 f, Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2006.

ANJOS, L. H. C.; LUCIELIO, M. S.; WADT, P. G. S.; LUMBRERAS, J. F.; PEREIRA, M. G., Eds. **Guia de Campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos.** Brasília: Embrapa, p.206ed. 2013.

ARNOLD, R. Pedological significance of lithologic discontinuities. **Trans. Int. Congr. Soil Sci., 9th, Adelaide.** v. 4, p. 595-603, 1968.

BENITES, V.; COELHO, M.; MENDONÇA-SANTOS, M.; SOUZA, L.; MADARI, B.; MACHADO, P.; SILVA, E.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, H. Fracionamento de substâncias húmicas em Espodosolos do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Anais. Ribeirão Preto, 2003.

BIGARELLA, J. J. The Barreiras group in northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** v. 47, p. 365-393, 1975.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos do Instituto de Ciências da Terra.** v. 2, p. 2-14, 1964.

BIRKELAND, P. W. **Soils and geomorphology.** New York: Oxford University Press, 1984. 372 p.

BORTOLUZZI, E. C.; PERNES, M.; TESSIER, D. Mineralogia de partículas envolvidas na formação de gradiente textural em um argissolo subtropical. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 32, p. 997-1007, 2008.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils.** USA: John Wiley and Sons, 1964. 470 p.

CARVALHO, V. S. **Caracterização e classificação de espodosolos nos Estados de Pernambuco e Paraíba.** 2011. 119 f. Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2011.

CARVALHO, V. S.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA, V. S. Caracterização de espodossolos dos Estados da Paraíba e do Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 37, p. 1454-1463, 2013.

CHAPMAN, S.; HORN, M. Parent material uniformity and origin of silty soils in northwest Arkansas based on zirconium-titanium contents. **Soil Science Society of America Journal**. v. 32, n. 2, p. 265-271, 1968.

COELHO, M. R. **Caracterização e gênese de Espodossolos da planície costeira do Estado de São Paulo**. 2008. 271 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) - ESALQ/USP, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2008.

COELHO, M. R.; VIDAL-TORRADO, P.; PEREZ, X. L. O.; MARTINS, V. M.; VÁZQUEZ, F. M. Fracionamento do alumínio por técnicas de dissoluções seletivas em espodossolos da planície costeira do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 1081-1092, 2010.

DE CONINCK, F. Major mechanisms in formation of spodic horizons. **Geoderma**. v. 24, n. 2, p. 101-128, 1980.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 1997.

\_\_\_\_\_. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. p. 412 p., 2006.

GOMES, F. H.; VIDAL-TORRADO, P.; MACÍAS, F.; GHERARDI, B.; PEREZ, X. L. O. Solos sob vegetação de Restinga na Ilha do Cardoso (SP). I-caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, n. 6, p. 1563-1580, 2007.

GUERRA, M. B. B.; NETO, E. L.; PRIANTI, M. T. A.; PEREIRA-FILHO, E. R.; SCHAEFER, C. E. G. R. Post-fire study of the Brazilian Scientific Antarctic Station: Toxic Elements Contamination and Potential Mobility on the Surrounding Environment. **Microchemical Journal**. 2013.

GUILLET, B.; ROUILLER, J.; SOUCHIER, B. Podzolization and clay migration in spodosols of eastern France. **Geoderma**. v. 14, n. 3, p. 223-245, 1975.

GUSTAFSSON, J. P.; BHATTACHARYA, P.; KARLTUN, E. Mineralogy of poorly crystalline aluminium phases in the B horizon of Podzols in southern Sweden. **Applied Geochemistry**. v. 14, n. 6, p. 707-718, 1999.

LIMA NETO, J. D. A.; RIBEIRO, M. R.; CORRÊA, M. M.; SOUZA-JÚNIOR, V. S. D.; ARAÚJO FILHO, J. C. D.; LIMA, J. F. W. F. Atributos químicos, mineralógicos e micromorfológicos de horizontes coesos de latossolos e argissolos dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 473-486, 2010.

LUCAS, Y.; CHAUVEL, A.; BOULET, R.; RANZANI, G.; SCATOLINI, F. Transição latossolos-podzóis sobre a formação Barreiras na região de Manaus, Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 8, n. 3, p. 325-335, 1984.

MAFRA, A.; MIKLÓS, A.; VOLKOFF, B.; MELFI, A. Pedogênese numa seqüência latossolo-espodossolo na região do Alto Rio Negro, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n. 2, p. 381-394, 2002.

MAURI, J.; RUIZ, H. A.; FERNANDES, R. B. A.; KER, J. C.; REZENDE, L. R. M. Dispersantes químicos na análise granulométrica de latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, p. 1277-1284, 2011.

MAYNARD, J. Chemistry of modern soils as a guide to interpreting Precambrian paleosols. **The Journal of Geology**. p. 279-289, 1992.

MCKEAGUE, J.; DECONINCK, F.; FRANZMEIER, D. Spodosols. **Developments in Soil Science**. v. 11, p. 217-252, 1983.

MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G. M. D. C. Efeitos da agitação mecânica e matéria orgânica na análise granulométrica do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, p. 680-685, 2011.

MOREAU, A. M. S. D. S.; COSTA, L. M.; KER, J. C.; GOMES, F. H. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, n. 6, p. 1021-1030, 2006a.

MOREAU, A. M. S. D. S.; KER, J. C.; COSTA, L. M. D.; GOMES, F. H. Caracterização de solos de duas toposseqüências em tabuleiros costeiros do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p. 1007-1019, 2006b.

MOREAU, A. M. S. S. **Gênese, mineralogia e micromorfologia de horizontes coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro no sul da Bahia** 2001. 138 p. Tese Doutorado Pós-Graduação Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

NOVAES FILHO, J. P.; COUTO, E. G.; RODRIGUES, L. C. M.; CHIG, L. A.; JOHNSON, M. S. Indicativos de descontinuidade litológica de regolitos derivados

de granitos em uma microbacia sob floresta Amazônica, em Juruena - MT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 36, p. 317-324, 2012.

OLIVEIRA, A. C. C. A.; SOUZA, R. M. Ecodinâmica dos sistemas dunares do município de Pirambu, Litoral Norte de Sergipe. **Sociedade e Território**. v. 23, n. 2, p. 2-20, 2012.

OLIVEIRA, A. P. D. **Pedogênese de Espodosolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. 2007. 115 f. Mestrado (Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.,

OLIVEIRA, A. P. D.; KER, J. C.; SILVA, I. R. D.; FONTES, M. P. F.; OLIVEIRA, A. P. D.; NEVES, A. T. G. Spodosols pedogenesis under barreiras formation and sandbank environments in the south of Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 847-860, 2010.

PANOSO, A. L. **Latossolo Vermelho-Amarelo de "Tabuleiro" do Espírito Santo: Formação, características e classificação**. 1976. 116 p. (Tese de Livre Docência), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

PANSU, M.; GAUTHEYROU, J. Analysis of Extractable and Total Elements. **Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods**. p. 895-974, 2006.

PEREIRA, A. D. C. **Lagoa encantada testemunho de uma baía quaternária Ilhéus – Bahia Brasil**. 2001. 166 p. Doutorado em Ciências da Terra. Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga-Portugal.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; SOUZA, L. S. B. Estratigrafia da sucessão sedimentar Pós-Barreiras (Zona Bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. **Revista Brasileira de Geofísica**. v. 19, p. 113-130, 2001.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A. M. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos barreiras e Pós-Barreiras na Região Bragantina, Nordeste do Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências da Terra**. p. 25-74, 1989.

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte+ argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, p. 297-300, 2005.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 95 p.

SCHAETZL, R. J. Lithologic discontinuities in some soils on drumlins: theory, detection, and application. **Soil science**. v. 163, n. 7, p. 570-590, 1998.

STEVENSON, F.; ELLIOTT, E. Methodologies for assessing the quantity and quality of soil organic matter. **Dynamics of Soil Organic Matter in Tropical Ecosystems**. v. 96822, p. 173-199, 1989.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: (Ed.). **Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical Methods**, 1996. p.1011-1069.

TATUMI, S. H.; SILVA, L. P. D.; PIRES, E. L.; ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; MUNITA, C. S. Datação de Sedimentos Pós-Barreiras no norte do Brasil: implicações paleogeográficas. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38, n. 3, p. 514-524, 2008.

TAYLOR, G.; EGGLETON, R. A. **Regolith geology and geomorphology**. Chichester: John Wiley, 2001. 375 p.

UCHA, J. **Processos de transformação Latossolo-Espodossolo sobre os sedimentos do Grupo Barreiras nos tabuleiros costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia**. 2000. 196 p. (Tese Doutorado) Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 73, n. 3, p. 417-427, 2001.

WAMBEKE, A. V. **Soils of the tropics: properties and appraisal**. New York: McGraw Hill, 1992. 343p.

WILDING, L.; STAHNKE, C.; RITCHIE, A.; HALL, G. Genetic implications of B horizons in Aqualfs of Northeastern Ohio. **Soil Science Society of America Journal**. v. 38, n. 2, p. 351-358, 1974.