

## **Faciologia e Análise Tectônica dos Materiais de Origem dos Solos dos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia**



ISSN 1678-0892

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 193***

### **Faciologia e Análise Tectônica dos Materiais de Origem dos Solos dos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia**

*Fábio Carvalho Nunes  
Geraldo da Silva Vilas Boas  
Enio Fraga da Silva  
Sebastião Barreiros Calderano  
José Jorge Sousa Carvalho*

Embrapa Solos  
Rio de Janeiro, RJ  
2011

*Embrapa Solos*  
*Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ*  
*Fone: (21) 2179-4500*  
*Fax: (21) 2274-5291*  
*Home page: [www.cnps.embrapa.br](http://www.cnps.embrapa.br)*  
*E-mail (sac): [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)*

#### **Comitê Local de Publicações**

**Presidente:** Daniel Vidal Pérez  
**Secretário-Executivo:** Jacqueline Silva Rezende Mattos  
**Membros:** Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.

**Supervisor editorial:** Jacqueline Silva Rezende Mattos  
**Normalização bibliográfica:** Ricardo Arcanjo de Lima  
**Revisão de texto:** André Luiz da Silva Lopes  
**Editoração eletrônica:** Jacqueline Silva Rezende Mattos

1ª edição  
E-book (2011)

#### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

N972f Nunes, Fabio Carvalho.

Faciologia e análise tectônica dos materiais de origem do solos dos Tabuleiros Costeiros do litoral norte da Bahia / Fabio Carvalho Nunes ... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011.

40 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 193).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes> > .

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2011).

1. Litofácies. 2. Neotectonismo. 3. Grupo Barreiras. I. Boas, Geraldo da Silva Vilas. II. Silva, Enio Fraga da. III. Calderano, Sebastião Barreiros. IV. Carvalho, José Jorge. V. Título. VI. Série.

---

CDD (21.ed.) 558.11

© Embrapa 2011

## Sumário

<b>Resumo</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>7</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>9</b>
<b>Materiais e Método</b> .....	<b>10</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>12</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>21</b>
Ambientes paleogeográficos deposicionais .....	<b>23</b>
Evidências de tectonismo pós-deposicional .....	<b>27</b>
<b>Conclusões</b> .....	<b>34</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>34</b>
<b>Referências</b> .....	<b>35</b>

# **Faciologia e Análise Tectônica dos Materiais de Origem dos Solos dos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte da Bahia**

---

*Fábio Carvalho Nunes<sup>1</sup>*

*Geraldo da Silva Vilas Boas<sup>2</sup>*

*Enio Fraga da Silva<sup>3</sup>*

*Sebastião Barreiros Calderano<sup>3</sup>*

*José Jorge Sousa Carvalho<sup>4</sup>*

## **Resumo**

Estudaram-se os elementos faciológicos, arquiteturais, morfogenéticos e os reflexos do tectonismo no Grupo Barreiras do Litoral Norte da Bahia – Brasil, com o intuito de oferecer subsídios para pesquisas posteriores dos solos e do relevo da região. Os estudos foram realizados através de descrições sedimentares de afloramentos, análises de fotografias aéreas, imagens de satélite e de radar, chegando as seguintes conclusões: a) os principais litofácies que compõem Grupo Barreiras na região são os Conglomerados Maciços Sustentados por Lama (Cmf), Conglomerados Maciços Sustentados por Clastos (Cmc), Arenitos Lamosos Conglomeráticos Maciços (Alcm), Arenitos Lamosos Conglomeráticos com Estratificação Cruzada (Alce), Arenitos Lamosos Maciços (Alm) e Argilitos Maciços (Agm), os quais indicam que os depósitos sedimentares são de origem basicamente fluvial; b) a presença dos elementos arquiteturais fluviais Canais (CH), Finos de Transborda-

---

<sup>1</sup> Professor do Instituto Federal Baiano, Campus de Santa Inês - Km 73 da BR 420 (Rodovia Santa Inês - Ubaíra). Zona Rural. Santa Inês - BA. CEP. 45.320-000. E-mail: fcnunes76@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Titular do Dep. de Sedimentologia da Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências, Rua Caetano Moura, 123 – Federação. CEP 40210340 - Salvador, Bahia. E-mail: gsvboas@ufba.br

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico. CEP 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil. E-mail - enio@cnps.embrapa.br, sebast@cnps.embrapa.br

<sup>4</sup> Fundação Visconde de Cairu, Faculdade Visconde de Cairu, CEPPEV. Rua do Salete, nº 50, Barris. CEP. 40070-200 - Salvador, BA - Brasil. E-mail: jjilibano@bol.com.br

mento (FF), Fluxos Gravitacionais de Sedimentos (SG) e Formas de Leito Arenosas (SB) indicam que os sedimentos do Grupo Barreiras são oriundos de sistemas fluviais entrelaçados e os depósitos ocorreram sob condições climáticas mais secas, em duas fases distintas, intercaladas por um clima úmido, responsável pelo entalhamento do relevo. Posterior à criação dos paleovales, o clima voltou a ser mais seco e houve uma instabilidade tectônica, proporcionando a mobilização de sedimentos em fluxos de detritos e fluxos de lama, os quais se depositaram nos canais em forma de leques coalescentes, uniformizando a superfície do Grupo Barreiras; c) depois da deposição do Grupo Barreiras, o mesmo foi afetado por reflexos da tectônica, os quais podem ser inferidos pela direção preferencial das drenagens, orientadas nas direções NW-SE, W-E, NE-SW e N-S, anomalias das drenagens, padrão de drenagem dendrítico/paralelo, retangular e treliça, vales em forma de "U" com talvegues chatos, presença de basculamentos de blocos e vales dissimétricos. O trabalho desenvolvido dar subsídios para um melhor entendimento da gênese e evolução dos solos e do relevo na região, porque o litofácies aflorante e a neotectônica afetam a drenagem superficial e interna, condicionando processos intempéricos, pedológicos e morfodinâmicos.

**Palavras-chave:** Grupo Barreiras, Litofácies, Elementos Arquiteturais Fluviais, Neotectonismo.

# **Facies Analysis and Tectonic Origin of Materials Coastal Tableland Soils Northern Coast of Bahia**

---

## **Abstract**

We studied the lithofacies, architectural elements, morphogenetic and tectonic consequences of the Barreiras Group of the North Coast Group of Bahia – Brazil, in order to provide support for further research of soil and topography of the region. The studies were conducted through descriptions of sedimentary outcrops, analysis of aerial photographs, satellite images and radar, reaching the following conclusions: a) the main lithofacies that comprise the Barreiras Group in the region are supported by massive conglomerates mud, supported by massive conglomerate clasts, massive conglomeratic muddy sandstones, conglomeratic muddy sandstones with cross bedding, massive muddy sandstone and massive mudstones, which denote that the sedimentary deposits are mainly fluvial origin; b) the presence of the architectural elements fluvial channels (CH), fine overflow (FF), sediment gravity flows (SG) and sandy bedforms (SB) indicate that sediments from the Barreiras Group of river systems are intertwined and deposits occurred climatic conditions are drier in two distinct phases, separated by a humid climate, responsible for relief carving. Subsequent creation of paleovalleys, the weather again became drier and there was a tectonic instability, allowing the mobilization of sediments in debris flows and mudflows, which were deposited in channels in the form of coalescing fans, and uniform surface the Barreiras Group; c) after the deposition of the barrier it has been affected by reflections of tectonics, which can be inferred from

the preferred direction of drainage, oriented in the directions NW-SE, W-E, NE-SW and N-S, abnormalities of the drainages, dendritic/parallel drainage pattern and rectangular drainage pattern, valleys in a "U" with talwegs boring, the presence of tilted blocks and valleys dissymmetry. The work to provide subsidies to a better understanding of the genesis and evolution of soils and relief in the region, because the lithofacies and neotectonic affecting surface drainage and internal conditioning weathering processes, soil and morphodynamic.

**Key-words:** Barreiras Group, Lithofacies, Architectural Elements River, Neotectonic.

## INTRODUÇÃO

Uma análise dos principais trabalhos sobre os solos do Grupo Barreiras, em especial, os desenvolvidos ao longo das últimas cinco décadas mostra que a maioria das pesquisas trata o referido grupo geológico de forma genérica, como se representasse unidades homogêneas ao longo do litoral brasileiro, não considerando suas especificidades regionais e locais (JACOMINE, 1996; RIBEIRO, 1998; BOULET et al., 1998; UCHA, 2000; FILIZOLA et al., 2001; GIAROLA, 2002; ARAÚJO FILHO, 2003; MOREAU et al., 2006a; MOREAU et al., 2006b; CORRÊA et al., 2008; LIMA NETO et al., 2009; GIAROLA et al., 2009; LIMA NETO et al., 2010).

O desconhecimento ou conhecimento superficial do material de origem ou dos materiais de origem pode levar a interpretações equivocadas da pedogênese e da geomorfogênese, bem como mascarar fenômenos correlativos em diferentes áreas. Como entender, por exemplo, a gênese de “horizontes coesos” e comparar diferentes áreas se não se tem certeza de que o material de origem é o mesmo?

Será que diferentes litofácies do Grupo Barreiras podem gerar solos com “horizontes coesos”? Ou será que diferentes unidades do Grupo Barreiras podem gerar “horizontes coesos” distintos? Duripãs ou fragipãs, comumente descritos e interpretados como oriundos de processos pedogenéticos, não poderiam ser diamictitos cimentados, ou seja, materiais de origem sedimentar, conforme estudado por Fortunato (2004)? O autor referido, tendo base à identificação de estruturas sedimentares, comprovou que duripãs e fragipãs são formadas por fluxos de detritos e fluxos de lama.

As questões supracitadas são relevantes e diferentes respostas para as mesmas podem ser aventadas, o que conduziria a interpretações totalmente diferentes da realidade. Para que ocorra uma melhor aproximação das realidades pedológicas e geomorfológicas que se desenvolveram e se desenvolvem sobre o Grupo Barreiras é preciso conhecê-lo melhor.

Devido à importância e necessidade de aprofundar o conhecimento dos materiais de origem dos solos do Grupo Barreiras, realizaram-se estudos de secções geológicas no Litoral Norte da Bahia, bem como aspectos da tectônica regional e local, a fim de identificar as influências da tectônica ressurgente na evolução dos solos e da paisagem.

## MATERIAIS E MÉTODO

Foi realizado um estudo sobre os materiais de origem dos sistemas pedológicos do Grupo Barreiras no Litoral Norte da Bahia, utilizando para isto afloramentos ao longo das rodovias BR-101, BR-110, BA-093, BA-099 e BA-233, vias secundárias, acessos e áreas empréstimos para construção. Os estudos geológicos foram realizados a partir de descrições dos sedimentos em campo (afloramentos), de análises de cartas topográficas na escala de 1:100.000 e 1:25.000, de imagens de satélite, fotografias aéreas e radar.

Nos afloramentos foram descritas as litofácies (cor, granulometria, espessura, continuidade lateral) a presença de fraturas e identificados os elementos arquiteturais fluviais, segundo Miall (1985, 1996), para posterior entendimento dos ambientes paleogeográficos deposicionais. As cartas topográficas, imagens de satélite, fotografias aéreas e radar foram utilizados para tentar identificar evidências da tectônica e sua influência na evolução da paisagem.

Os principais pontos observados englobam áreas mais próximas da costa, intermediárias e mais afastadas (**Figura 1**), em diferentes tipos de climas, a saber, clima úmido, úmido a subúmido e subúmido a seco.

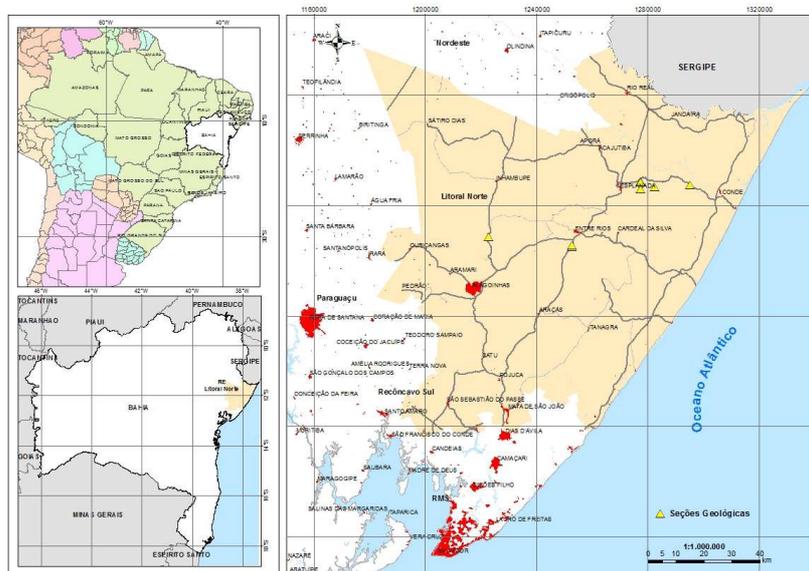


Figura 1. Mapa de localização dos afloramentos estudados.

Os estudos mineralógicos foram realizados nas frações areia, silte e argila. O estudo da fração areia foi realizado através de lupas de bolso, com aumento de 30X, bem como lupas em laboratórios da Universidade Federal da Bahia (UFBA). A fração argila ( $\emptyset < 0,002$  mm) foi separada no laboratório de física da Embrapa Solos, conforme Embrapa (1997). As amostras foram analisadas em condição “ao natural” e sob os seguintes tratamentos: desferrificação por CBD (citrato-bicarbonato-ditionito de sódio), de acordo com Mehra e Jackson (1960); saturação com potássio e aquecimento por duas horas, após montagem da lâmina, nas temperaturas: 110°, 350° e 550°C; saturação com magnésio e solvatação com etileno glicol, conforme Embrapa (1997) e Calderano et al. (2009). As lâminas foram preparadas de forma orientada, pelo método do esfregaço.

As amostras foram analisadas em Difratômetro de Raios-X, conforme as especificações: DRX RIGAKU; modelo Miniflex II; radiação Cu K $\alpha$  ..... $\lambda$  = 0,154 nm; sem filtro com monocromador de grafite; fendas 1,25° DS, 0,3 mm RS, 1,25° SS; energia de Irradiação 30 kV e 15 mA; intervalo de varredura 2° a 45° (2 $\theta$ ); unidade de contagem cps; constante de tempo 1 seg.; passo: 0,050°.

A fração silte ( $\emptyset < 0,053$  e  $> 0,002$  mm) foi separada nos laboratórios de física e mineralogia da Embrapa Solos, conforme Embrapa (1997). Foram realizadas lavagens sucessivas durante alguns dias, até que a solução se apresentasse límpida e clara, o que indicava que a fração argila havia sido totalmente eliminada.

As amostras também foram analisadas em Difratômetro de Raios-X, conforme as especificações: DRX RIGAKU; modelo Miniflex II; radiação Cu K $\alpha$  ..... $\lambda$  = 0,154 nm; sem filtro com monocromador de grafite; fendas 1,25° DS, 0,3 mm RS, 1,25° SS; energia de Irradiação 30 kV e 15 mA; intervalo de varredura 2° a 45° (2 $\theta$ ); unidade de contagem cps; constante de tempo 1 seg.; passo: 0,050°.

As amostras foram analisadas em condição “ao natural” conforme Embrapa (1997) e Calderano et al. (2009). As lâminas foram preparadas de forma não orientada, pelo método do pó. Todos os difratogramas foram interpretados

com base nas tabelas do JCPDS, constantes em Berry (1974), além de tabelas e critérios de Thorez (1976), Brindley e Brown (1984) e Moore e Reynolds (1997). A grafia dos nomes está de acordo com Branco (1987).

A partir das informações levantadas em campo e em laboratório, foram realizadas sínteses dos afloramentos analisados, com o intuito de subsidiar estudos pedológicos, morfogenéticos e morfodinâmicos que serão realizados posteriormente na região, bem como correlacionar com outros trabalhos realizados na região, principalmente os mais recentes, a saber: Vilas Boas, Sampaio e Pereira (2001) e Fortunato (2004).

## RESULTADOS

A observação e análise de afloramentos da região, a partir dos pressupostos preconizados por Bigarella e Andrade (1964), permitiram enquadrar os sedimentos do Grupo Barreiras em duas grandes unidades, separadas por um hiato deposicional e superfície de erosão (discordância erosiva?). Estes aspectos, os quais serão detalhados a seguir, foram fundamentais para o enquadramento desses sedimentos na categoria grupo, conforme também realizado por Vilas Boas, Sampaio e Pereira (2001) e Fortunato (2004).

Os litofácies comumente observados nas áreas são os Conglomerados Maciços Sustentados por Lama (Cmf), Conglomerados Maciços Sustentados por Clastos (Cmc), Arenitos Lamosos Conglomeráticos Maciços (Alcm), Arenitos Lamosos Conglomeráticos com Estratificação Cruzada (Alce), Arenitos Lamosos Maciços (Alm) e Argilitos Maciços (Agm), as quais são descritas a seguir.

Os Conglomerados Maciços Sustentados por Lama (Cmf) foram observados em vários afloramentos (**Fotos 1 a 4**), os quais apresentam matriz areno-lamosa, de natureza quartzosa, caulínica e ferruginosa ou argilo-ferruginosa. Ocorrem desde pequenos seixos a calhaus arredondados, com baixa esfericidade, distribuídos leatoriamente na matriz, sendo constituídos principalmente por quartzo e, secundariamente, por pequenos nódulos ferruginosos. Localmente, os conglomerados podem apresentar fábrica sustentada por clastos.



**Foto 1.** Conglomerado maciço sustentado por lama. SG1 - 11°46'47''S e 37°43'10''W.



**Foto 2.** Conglomerado maciço sustentado por lama. SG2 - 11°59'11''S e 38°06'05''W.



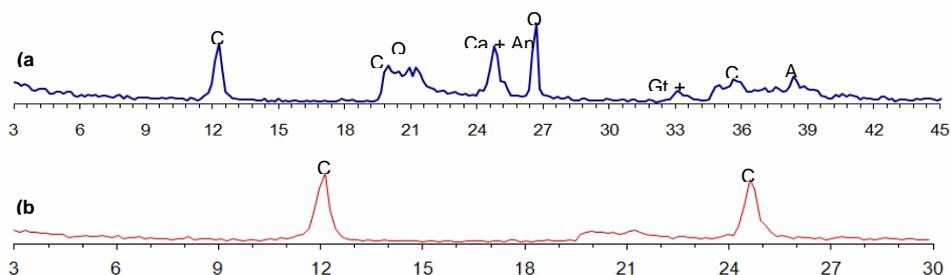
**Foto 3.** Conglomerado maciço sustentado por materiais argilo-ferruginosos (duricrosta ferruginosa).  
Localização: 11°59'28''S e 38°06'06''W.



**Foto 4.** Conglomerado maciço sustentado por materiais argilo-ferruginosos (duricrosta ferruginosa).  
Localização: 11°59'28''S e 38°06'06''W.

A fração silte do litofácies é composta por quartzo, caulinita, goethita, hematita e anatásio (**Figura 2a**) e a fração argila basicamente por caulinita, podendo também ocorrer goethita e hematita (**Figura 2b**).

Os conglomerados maciços sustentados por clastos (Cmc) são constituídos principalmente por seixos, calhaus e grânulos, com menos de 10% de matriz areno-argilosa (**Figura 7**). Os grãos variam de arredondados a subangulosos, compostos principalmente por quartzo e pequenos nódulos ferruginosos. Os sedimentos apresentam comumente grandodecresença ascendente, onde o conglomerado passa para arenitos conglomeráticos ou arenitos grossos mal selecionados.



**Figura 2.** Em (a) e (b), respectivamente, difratograma de raios-X da fração silte e argila de conglomerado sustentado por materiais argilo-ferruginosos (11°59'27''S e 38°06'05''W). Ca = caulinita; Qz = quartzo; Gt = goethita; Hm = hematita; An = anatásio.



**Figura 5.** Conglomerado maciço sustentado por clastos. SG5 - 11°58'00''S e 38°22'26''W.

Os Arenitos Lamosos Conglomeráticos Maciços (Alcm) possuem coloração amarelada, avermelhada e esbranquiçada, baixa maturidade textural, sendo constituídos basicamente por areia quartzosa média e fina, com grânulos imersos e clastos brancos de argila (caulinita) (**Fotos 6 a 8**). O litofácies possui estrutura levemente conglomerática, granodecrescência ascendente dos sedimentos e apresenta geometria de canais com base erosional côncava para cima.



**Foto 6.** Arenito lamoso conglomerático maciço (Alcm) na parte superior da foto. As setas indicam os clastos brancos argilosos. SG2 - 11°59'11''S e 38°06'05''W.



**Foto 7.** Arenito lamoso conglomerático maciço (Alcm). SG3 - 11°46'28''S e 37°52'58''W.



**Foto 8.** Arenito lamoso conglomerático maciço (Alcm). SG4 - 11°47'27''S e 37°50'09''W.

Os Arenitos Lamosos Conglomeráticos com Estratificação cruzada (Alce) possuem comumente coloração variegada, avermelhada e esbranquiçada, baixa maturidade textural, compostos por grãos de quartzo arredondados e com baixa esfericidade, matriz argilosa com grânulos e seixos imersos. Também pode ser observada estratificação plano-paralela e geometria de canais com concavidade voltada para cima (**Foto 9**).



Foto 9. Arenito lamoso conglomerático com estratificação cruzada. SG1 - 11°46'47''S e 37°43'10''W.

Os Arenitos Lamosos Maciços (Alm) possuem granulometria fina a grossa, grãos angulosos a subarredondados, mal selecionados, possuindo o arcabouço basicamente constituído por quartzo e matriz composta por caulinita e "óxidos de ferro" (Foto 10). A fração silte da litofácies é composta por quartzo, ocorrendo em alguns locais também caulinita (Figura 3).



Foto 10. Arenito lamoso maciço. SG3 - 11°46'28''S e 37°52'58''W.

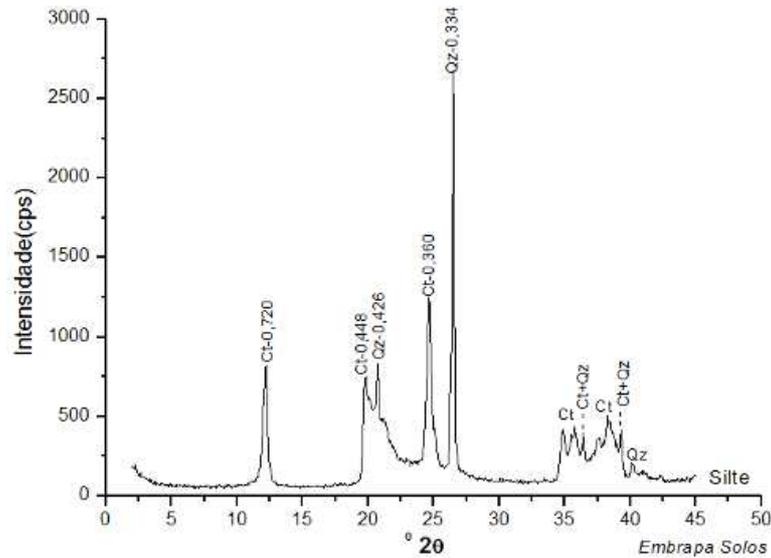
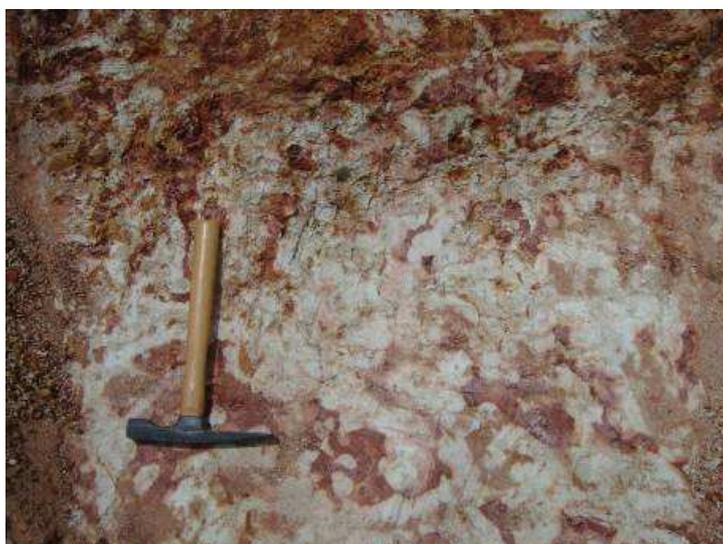


Figura 3. Difratograma de raios-X da fração silte arenito lamoso maciço (11°59'22''S e 38°06'02''W). Ct-caulinita; Qz-quartzo. Montagem em pó, não orientada. Espaçamento d em nm. Radiação CuK $\alpha$ .

Os Argilitos Maciços (Agm) são areno-siltosos ou muito argilosos, coloração acinzentada, avermelhada, amarelada e variegada (**Fotos 11 a 13**), com laminação plano-paralela difusa, sendo comumente espessos e com grande persistência lateral. Contudo, em algumas secções não foi possível comprovar a espessura e a continuidade lateral, isto porque a exposição do corte e a situação na paisagem não oportunizou uma total visualização (SG4 e ponto localizado a 11046'30''S e 37052'54''W), dependendo de equipamentos complementares, invasivos ou não, para uma averiguação.



**Foto 11.** Argilito maciço. SG1 - 11°46'47''S e 37°43'10''W.



**Foto 12.** Argilito maciço. Localização: 11°46'30''S e 37°52'54''W.



Foto 13. Argilito maciço. SG4 - 11°47'27''S e 37°50'09''W.

## DISCUSSÃO

O estudo dos litofácies que compõem o Grupo Barreiras na região permitiu a identificação dos seguintes elementos arquiteturais fluviais: Canais (CH), Finos de Transbordamento (FF), Fluxos Gravitacionais de Sedimentos (SG) e Formas de Leito Arenosas (SB) (MIALL, 1985; MIALL, 1996)<sup>1</sup>.

Vários autores têm utilizado o conceito de elementos arquiteturais proposto por Miall (1985 e 1996), dentre eles Lima (1991), Lima e Vilas Boas (1994), Spigolon e Alvarenga (2002), Lima (2002), Menezes (2004), Lima et al. (2006), Warren et al. (2008) e Santos (2010), isto porque o mesmo permite descrever o sistema fluvial e os depósitos correlacionados de forma mais objetiva, permitindo entender as relações genéticas entre os fácies e as condições hidrodinâmicas responsáveis pela deposição.

---

<sup>1</sup>Segundo o autor existem oito tipos básicos de elemento arquiteturais fluviais, os quais podem ser identificados a partir da assembléia das litofácies, da geometria interna e da natureza dos contatos superior e inferior que limitam cada elemento.

O primeiro dos elementos arquiteturais a ser discutido são os Canais (CH), os quais podem ser observados na região imersos em pacotes lamosos ou entre pacotes lamosos e areno-lamosos e apresentam, comumente, superfícies côncavas que sinalizam a presença da paleobase de canais fluviais que migraram durante as fases deposicionais (**Figura 4b** e **Figuras 5 a 7**).

Os finos de transbordamento (FF) aparecem normalmente intercalados por pacotes arenosos (formas de leitos arenosas), sendo compostos pelas litofácies argilitos maciços e argilitos laminados. Os finos de transbordamento observados são espessos<sup>2</sup> e possuem grande continuidade lateral, com evidências de preenchimento de canais. Os finos de transbordamento são cortados por canais, indicando que foram depositados em condições de planícies de inundação (COLLISON, 1996; FORTUNATO, 2004).

Os fluxos gravitacionais de sedimentos (SG) são representados pelas litofácies conglomerados maciços suportados por finos e por conglomerados maciços suportados por clastos, que aparecem em muitos cortes de estradas preenchendo paleocanais. Representam o elemento arquitetural que uniformizou a superfície Barreiras, depois de um período climático mais úmido, o qual foi responsável pelo entalhamento do relevo, incisão da drenagem e criação dos paleovales posteriormente preenchidos.

As formas de leito arenosas (SB) aparecem em vários afloramentos observados, normalmente interdigitados com os depósitos finos de planície de inundação (FF) e são representadas pelas litofácies arenitos lamosos conglomeráticos maciços (Alcm), arenitos lamosos conglomeráticos com estratificação cruzada (Alce) e arenitos lamosos maciços (Alm).

---

<sup>2</sup> Finos de transbordamento pouco profundos e com pequena continuidade lateral também podem ocorrer, contudo são necessários estudos complementares para confirmação, conforme sinalizado no item que discute a litofácia Agm.



**Figura 4.** Afloramento onde podem ser identificados os quatro elementos arquiteturais fluviais identificados na região: canais (CH), finos de transbordamento (FF), fluxos gravitacionais de sedimentos (SG) e formas de leito arenosas (SB). Localização: SG4 - 11°47'27''S e 37°50'09''W.

#### AMBIENTES PALEOGEOGRÁFICOS DEPOSICIONAIS

A aplicação do método utilizado por Bigarella e Andrade (1964), o estudo das litofácies e a identificação dos elementos arquiteturais permitiram enquadrar os sedimentos Barreiras na categoria Grupo, isto porque foi possível identificar na maioria dos afloramentos dois grandes eventos deposicionais, separados por uma fase denudacional importante, onde predominaram a erosão em sulcos e a formação de vales.

Nas **Figuras 5 a 7** podem ser observados paleocanais esculpidos sobre sedimentos lamosos ou areno-lamosos, notadamente sobre as litofácies associa-

das aos finos de transbordamento (FF) e formas de leito arenosas (SB), com posterior preenchimento dos mesmos por sedimentos associados a fluxos de detritos e fluxos de lamas, interpretação respaldada na identificação do elemento arquitetural fluxos gravitacionais, pela baixa maturidade textural (má seleção das partículas), distribuição aleatória dos clastos na matriz lamosa e ausência de estratificações nos sedimentos.

A presença de canais individualizados na maioria dos afloramentos e a identificação dos elementos arquiteturais finos de transbordamento (FF), formas de leito arenosas (SB), canais (CH) e fluxos gravitacionais de sedimentos (SG) sugerem que os sistemas fluviais foram os agentes predominantes durante as fases de transporte e deposição do Grupo Barreiras no Litoral Norte da Bahia.

As associações entre os elementos arquiteturais SB, FF e CH, comumente observadas nos afloramentos, mostram que existiu uma íntima associação entre as áreas de fluxo principal das correntes e as áreas de inundação, reforçando a idéia de domínio fluvial para a fase de deposição dos sedimentos Grupo Barreiras na região, conforme também observado por Lima (2002) e Lima et al. (2006) no litoral sul da Bahia.

A análise das litofácies associadas aos finos de transbordamento (FF) e formas de leito arenosas (SB) dos afloramentos sugere que foram depositadas sob condições ambientais mais secas e relativamente uniformes, ou seja, um período sem importantes atividades tectônicas, mudanças ou variabilidades climáticas expressivas. Essas assertivas estão embasadas na ausência de paleossolos, matéria orgânica e raízes, que representariam evidências de condições climáticas mais úmidas (MIALL, 1996; FORTUNATO, 2004).

A identificação de finos de transbordamento (FF) cortados por canais, comumente espessos e com grande continuidade lateral sugerem bacias de sedimentação associadas a planícies de inundação controladas por rios de média a alta sinuosidade, maduros, meandrantos e com lenta migração de canais (MIALL, 1996; FORTUNATO, 2004). Contudo, para maiores esclarecimentos, são necessários estudos sedimentológicos mais detalhados das secções geológicas do presente trabalho, bem como análise de outros

afloramentos e setores da paisagem, especialmente utilizando sensores geofísicos (GPR e Eletrorresistividade) com o intuito de averiguar a continuidade lateral e a real espessura de determinados pacotes sedimentares.

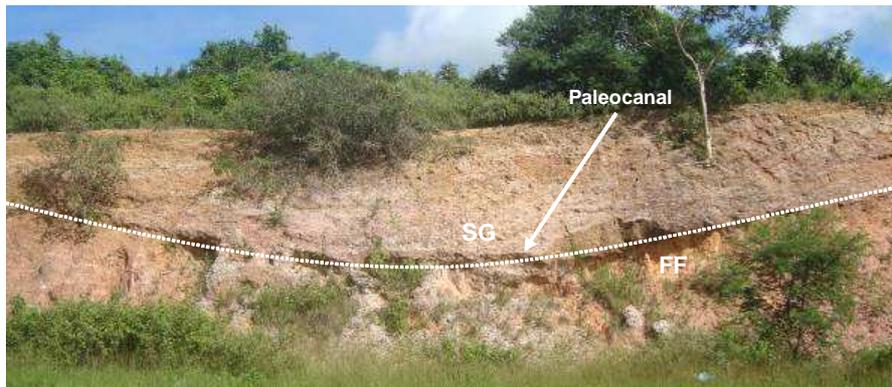
Em síntese, os estudos de vários afloramentos no Litoral Norte da Bahia sugerem que os sedimentos do Grupo Barreiras são oriundos de sistemas fluviais entrelaçados e os depósitos ocorreram sob condições climáticas mais secas, em duas fases distintas, intercaladas por um clima úmido, responsável pelo entalhamento do relevo. Posterior a criação dos paleovales, o clima voltou a ser mais seco e houve uma instabilidade tectônica, proporcionando a mobilização de sedimentos em fluxos de detritos e fluxos de lama, os quais se depositaram nos canais em forma de leques coalescentes, uniformizando a superfície do Grupo Barreiras.



**Figura 5.** Secção geológica anteriormente descrita por Fortunato (2004), a qual apresenta um paleocanal que cortou sedimentos finos de transbordamento (FF) e, posteriormente, foi preenchido por sedimentos oriundos de fluxos gravitacionais (SG). SG1 - 11°46'47''S e 37°43'10''W.



**Figura 6.** Secção geológica que apresenta um paleocanal que cortou sedimentos finos de transbordamento (FF) e, posteriormente, foi preenchido por sedimentos oriundos de fluxos gravitacionais (SG). SG6 - 11°47'57''S e 37°57'25''W.



**Figura 7.** Secção geológica que apresenta um paleocanal que cortou sedimentos finos de transbordamento (FF) e, posteriormente, foi preenchido por sedimentos oriundos de fluxos gravitacionais (SG). SG5 - 11°58'00''S e 38°22'26''W.

## EVIDÊNCIAS DE TECTONISMO PÓS-DEPOSICIONAL

A primeira grande evidência é o seccionamento do relevo pelos rios, com padrão de drenagem dendrítico/paralelo e orientados preferencialmente nas direções NW-SE, W-E, NE-SW e N-S, devido à friabilidade dos materiais e controle estrutural (**Figuras 8 a 10**). Drenagens do tipo retangular e treliça também podem ser observadas, como na sub-bacia do Rio Itapicuru, onde podem ser observados tributários obseqüentes de primeira e segunda ordem e subseqüentes retilíneos de terceira ordem e declividade que, muitas vezes, ultrapassa os 20° (COSTA JÚNIOR, 2008).

As direções preferenciais da drenagem coincidem com as anisotropias regionais, sinalizadas pelos trabalhos de Saadi (1993), Bezerra (1998), Bezerra et al. (2001) e Fortunato (2004). Segundo Bezerra et al. (2001), a região Nordeste do Brasil está submetida a esforços compressoriais E-W e extensionais N-S resultantes do deslocamento da Placa Sulamericana, os quais provocaram a partir do Plioceno reativações e falhamentos preferenciais no sentido NE-SW, NW-SE e N-S. Saadi (1993a) também enfatiza a presença de lineamentos E-W no Grupo Barreiras da região, oriundos de prolongamentos de falhas oceânicas recentes.

Presença de canais com passagens abruptas ou mesmo gradativa de um tipo de padrão de drenagem para o outro também são indicadores de controle estrutural. Anomalias da drenagem, como arcos ou cotovelos, caracterizando curvas acentuadas dos rios indicam alterações dos cursos fluviais provocadas por sistemas de falhas transcorrentes (LIMA, 2002; IBGE, 2009) (**Figuras 8 a 10**).

A adaptação de um canal de drenagem a feições planares, como juntas, fraturas e falhas, promove o aparecimento de padrões de drenagem facilmente identificáveis em imagens de satélite, em mapas topográficos ou imagens de radar. Esse fato é indicativo de que uma análise minuciosa da drenagem pode fornecer inúmeros subsídios ao mapeamento e, sobretudo, à análise evolutiva da paisagem, considerando-se que o rio sempre se ajusta às condições regionais vigentes (IBGE, 2009).





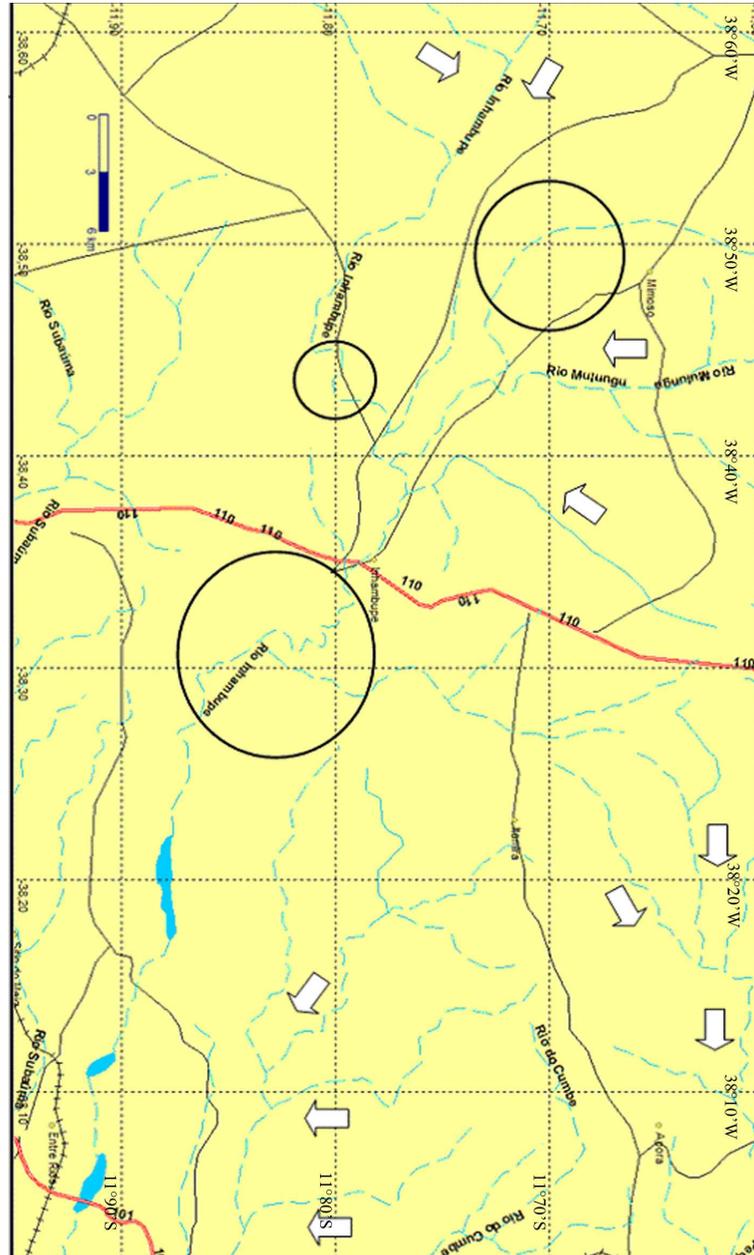
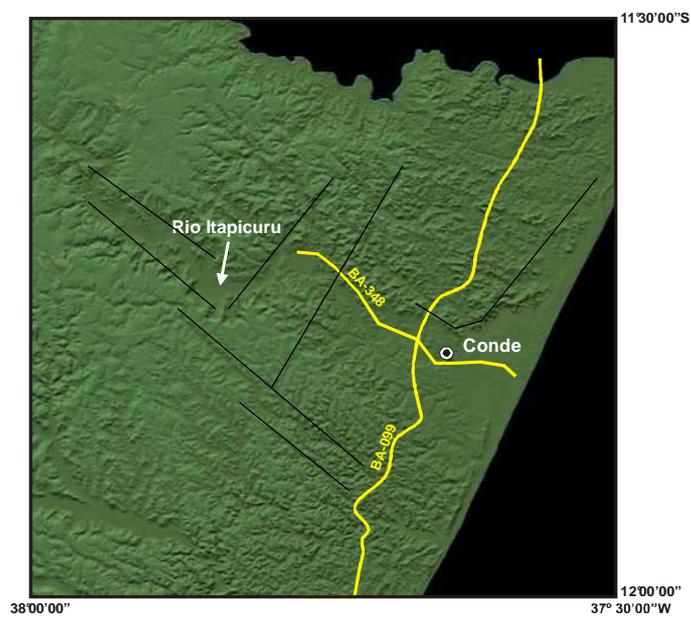


Figura 10. Orientações das drenagens preferenciais (setas) e anomalias de drenagens (círculos) na região estudada.

A segunda grande evidência é representada pela ocorrência de basculamentos de blocos. A análise tectônica da região permitiu destacar vários blocos estruturais, com densidade de drenagem mais elevada em baixos estruturais, indícios de inversão de cursos fluviais e presença de vales dissimétricos, com perfis bem diferentes que compõem as vertentes de um mesmo vale, ou seja, comprimento de rampas e declividades distintas (FORTUNATO, 2004). No que diz respeito à densidade das drenagens nos baixos estruturais, os estudos realizados por Costa Júnior (2008) nas bacias do Itapicuru e Itariri chegaram a conclusões semelhantes.

A terceira forte evidência é a geometria dos vales dos rios que, a exemplo do baixo Itapicuru, Itariri e cursos de menor porte, apresentam vales largos, com talwegues chatos preenchidos por aluviões e comumente apresentando zonas alagadiças (**Figura 11; Fotos 15 e 16**). Segundo Brasil (1983), Bittencourt et al. (1982) e Bittencourt et al. (1999), os efeitos tectônicos pós a deposição do Grupo Barreiras geraram falhamentos perpendiculares e oblíquos ao longo do Litoral Norte da Bahia e orientaram a formação de *canyons*, posteriormente afogados, como pode ser observado na foz do Rio Itapicuru, que se apresenta com um compartimento rebaixado limitado por falhas reativadas (COSTA JÚNIOR, 2008).

A quarta importante evidência pode ser aventada e se baseia nas observações realizadas por Fortunato (2004), o qual identificou frentes de erosão controladas por falhamentos (**Figura 12**). Segundo o mesmo autor, pode-se observar que alguns lineamentos aparentam controlar o avanço da dissecação do relevo, estabelecendo verdadeiros limites denudacionais. É importante denotar também a importância da natureza do substrato na evolução do modelado, o qual pode oferecer maior ou menor resistência às forças de destuição.



**Figura 11.** Imagem de satélite onde é possível visualizar lineamentos de falhas e superfícies rebaixadas limitadas por falhas, como no baixo curso do rio Itapicuru. Fonte: Modificado de Costa Júnior (2008).



**Foto 15.** Vale largo do Rio do Bu, apresentando talvegue chato preenchido por aluviões.



Foto 16. Vale largo do Rio Cabuçu, apresentando talvegue chato preenchido por aluviões.

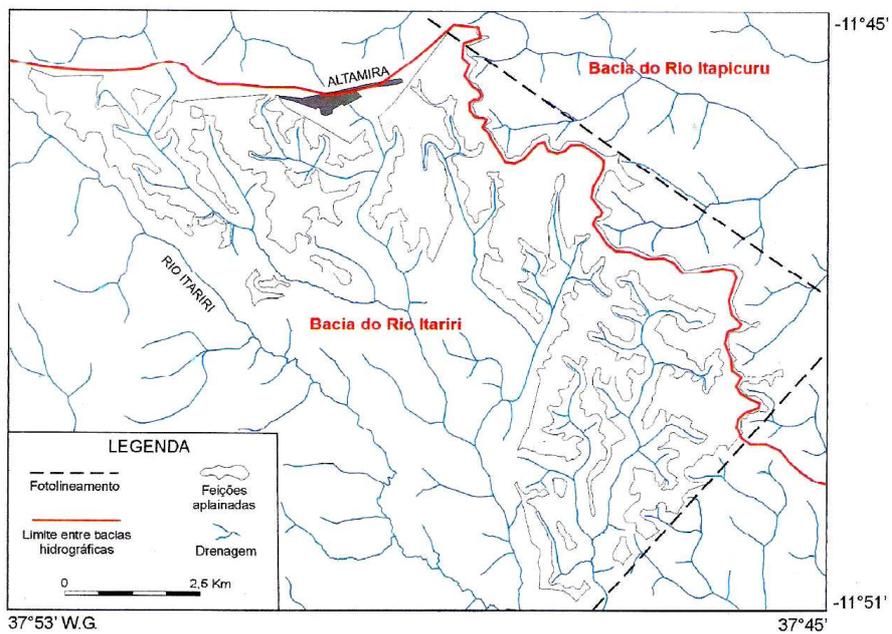


Figura 12. Domínio de feições aplainadas parcialmente conservadas destacado do domínio fortemente dissecado. Observam-se dois fotolineamentos que controlam limites erosivos entre os dois domínios e o divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Itapecuru e Itariri. Fonte: Fortunato (2004).

## CONCLUSÕES

O estudo mostra que os principais litofácies que compõem o Grupo Barreiras na região são os Conglomerados Maciços Sustentados por Lama (Cmf), Conglomerados Maciços Sustentados por Clastos (Cmc), Arenitos Lamosos Conglomeráticos Maciços (Alcm), Arenitos Lamosos Conglomeráticos com Estratificação Cruzada (Alce), Arenitos Lamosos Maciços (Alm) e Argilitos Maciços (Agm), os quais denotam que os depósitos sedimentares são de origem basicamente fluvial.

A presença dos elementos arquiteturais fluviais Canais (CH), Finos de Transbordamento (FF), Fluxos Gravitacionais de Sedimentos (SG) e Formas de Leito Arenosas (SB) indicam que os sedimentos do Grupo Barreiras são oriundos de sistemas fluviais entrelaçados e os depósitos ocorreram sob condições climáticas mais secas, em duas fases distintas, intercaladas por um clima úmido, responsável pelo entalhamento do relevo. Posterior à criação dos paleovales, o clima voltou a ser mais seco e houve uma instabilidade tectônica, proporcionando a mobilização de sedimentos em fluxos de detritos e fluxos de lama, os quais se depositaram nos canais em forma de leques coalescentes, uniformizando a superfície Barreiras.

Depois da deposição da última formação que compõe o Grupo Barreiras o mesmo foi afetado por reflexos da tectônica, os quais podem ser inferidos pela direção preferencial das drenagens, orientadas nas direções NW-SE, W-E, NE-SW e N-S, anomalias das drenagens, padrão de drenagem dendrítico/paralelo, retangular e treliça, vales em forma de "U" com talvegues chatos, presença de basculamentos de blocos e vales dissimétricos.

Um estudo mais acurado do material de origem ou dos materiais de origem dos solos de uma determinada área pode oportunizar um melhor entendimento local e regional das estruturas associadas, tais como horizontes coesos, horizontes dúricos, pães e *duricrusts*, pois permitirá uma correlação entre áreas. O estudo da tectônica local também pode ser importante para o entendimento da pedogênese e morfodinâmica, uma vez que a direção das camadas, orientação do basculamento e entrecruzamento de falhas podem alterar a percolação de fluidos.

## AGRADECIMENTOS

À Bioconsultoria Gestão e Licenciamento Ambiental LTDA por financiar o Projeto de Pesquisa e a Bahia Pulp por ceder áreas para a realização da pesquisa, apoio logístico e confecção de perfis e trincheiras para averiguação dos substratos.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J. C. de. **Horizontes cimentados em argissolos e espodossolos dos Tabuleiros Costeiros e em Neossolos Regolíticos e Planossolos da Depressão Sertaneja no Nordeste do Brasil**. 2003. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BEZERRA, F. H. R. **Neotectonics in Northeastern Brazil**. 1998. 208 f. Thesis (Doctor Philosophy), Department of Geological Sciences, University College London, London.

BEZERRA, F. H. R. *et al.* Pliocene-quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. Amsterdam, v. 14, p. 61-75, 2001.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos UR. ICT**, [S.l.], n. 2, p. 1-14, 1964.

BITTENCOURT, A. C. S. P. *et al.* Dados preliminares sobre a evolução do delta do Rio São Francisco (SE/AL) durante o Quaternário. Influência de variações do nível do mar. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL. 1982, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1982. p. 49-68,

BITTENCOURT, A. C. S. P. *et al.* Flexure as a tectonic control on the large scale geomorphic characteristics of the eastern Brazil coastal zone. **Journal of Coastal Research**, v. 15, p. 505-519, 1999.

BOULET, R.; FRITSCH, E.; FILIZOLA, H. F.; ARAÚJO FILHO, J. C de; LEPRUN, J. C.; BARRETO, F.; BALAN, E.; TESSIER, D. Iron bands, fragipans and duripans in the northeaster plateaus of Brazil – properties and genesis. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 78, n. 3, p. 519-530, 1998.

BRANCO, P. M. **Dicionário de Mineralogia**. 3. ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 362 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SD 24/25** Aracaju/Recife: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 856 p. 30 v.

BRINDLEY, G. W.; BROWN, G. **Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification**. London: Mineralogical Society, 1984. 495 p.

BRITO NEVES, B. B. de *et al.* Novos Dados Geológicos e Geofísicos para a Caracterização Geométrica e Estratigráfica da Sub-bacia de Alhandra (Sudeste da Paraíba). **Geol. USP (Sér. cient.)**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 63-87, 2009.

CALDERANO, S. B.; DUARTE, M. N.; GREGORIS, G. **Análise mineralógica das frações finas do solo por difratometria de raios-X**: revisão e atualização da metodologia e critérios usados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 53).

COLLISON, J. D. Alluvial sediments. In: READING, H. G. (Ed.). **Sedimentary Environments: process, facies and stratigraphy**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. p. 37-82.

CORRÊA, M. M. *et al.* Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 297-313, 2008.

COSTA JÚNIOR, M. P. **Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no litoral norte da Bahia** – município de Conde. 2008. 247f. Tese (Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).

FILIZOLA, H. F. *et al.* Os fragipãs e duripãs das depressões dos Tabuleiros Costeiros do nordeste brasileiro: uma proposta de evolução. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 947-963, 2001.

FORTUNATO, F. F. **Sistemas pedológicos nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do estado da Bahia**: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do Quaternário. 2004. 366 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

GIAROLA, N. F. B. **Similaridades entre solos coesos e hardsetting**: caracterização e comportamento físico. 2002. 65 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GIAROLA, N. F. B. *et al.* Mineralogia e cristalografia da fração argila de horizontes coesos de solos nos tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 33-40, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Glossário Geológico**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1999. 214 p.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. 180p

JACOMINE, P. T. K. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: NOGUEIRA, L. R. Q.; NOGUEIRA, L. C. (Ed.). REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. 1996, Cruz das Almas. **Pesquisa e desenvolvimento para os tabuleiros costeiros: anais**. Aracaju: Embrapa: UFBA, 1996. 13-26 p.

LIMA, C.C.U. **Reconstrução arquitetural da Formação Marizal na Bacia do Reôncavo, Bahia, Brasil**. 1991. 115 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LIMA, C. C. U.; VILAS BOAS, G. S. Mecanismos de transporte e deposição dos conglomerados da Formação Marizal (Cretáceo Inferior) na Bacia do Recôncavo, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 4, p. 240-246, 1994.

LIMA, C. C. U. de. **Caracterização sedimentológica e aspectos do Grupo Barreiras no litoral sul do estado da Bahia**. 2002. 141 f. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LIMA, C. C. U.; VILAS BOAS, G. S.; BEZERRA, F. H. R. Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no litoral sul do estado da Bahia. **Geologia USP (Série Científica)**, v. 6, n. 2, p. 71-80, 2006.

LIMA, C. C.; NASCIMENTO, E.; ASSUMPÇÃO, M. Stress orientations in Brazilian sedimentary basins from breakout analysis: implications for force models in the South American plate. **Geophysical Journal International**, v. 130, n. 1, p. 112-124. 1997.

LIMA NETO, J.A. *et al.* Caracterização e gênese do caráter coeso em Latossolos Amarelos e Argissolos dos Tabuleiros Costeiros do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1001-1011, 2009.

LIMA NETO, J. A. *et al.* 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.

MERHA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: NATIONAL CONFERENCE ON CLAYS AND CLAY MINERALS, 7., **Proceedings...** New York: Pergamon Press, 1960. p. 317-327.

MIALL, A. D. Architectural-element analysis: a new method of facies applied to fluvial deposits. **Earth Science Reviews**, v. 22, n. 4, p. 261-308. 1985.

MIALL, A. D. **The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology.** New York: Springer, 1996. 582 p.

MENEZES, L. **Mapeamento digital de análogos a reservatórios petrolíferos: exemplo para depósitos fluviais da Unidade Açú-3 - Bacia Potiguar.** 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

MOORE, D. M.; REINOLDS JUNIOR, R. C. **X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals.** 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1997. 378 p. 1 v.

MOREAU, A. M. S. S *et al.* Caracterização de solos de duas toposequências em tabuleiros costeiros do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 30, p. 1007-1019, 2006a.

MOREAU, A. M. S. S *et al.* Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 1021-1030, 2006b.

RIBEIRO, L. P. **Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: gênese, evolução e degradação.** Salvador: Seplantec: CADCT, 1998. 99 p.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretações preliminares. **Geonomos**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 1993.

SANTOS, M. G. M. **Tectônica e sedimentação na Bacia do Camaquã Central (RS):** exemplos do Grupo Guaritas e do Grupo Santa Bárbara. 2010. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SPIGOLON, A.; ALVARENGA, C. Fácies e elementos arquiteturais resultantes de mudanças climáticas em um ambiente desértico: Grupo Urucuia (Neocretáceo), Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 4, p. 579-586, 2002.

STOOPS, G. **Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections.** Madison, WI: **Soil Sci. Soc. Am.**, 2003. 184 p.

THOREZ, J. **Practical identification of clay minerals.** Liege: Liege State University, 1976. 90 p. 1 v.

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

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

WARREN, L. V. *et al.* Evolução sedimentar da Formação Rio do Rasto (Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro sul do estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, supl.1, p. 213-227, 2008.

**Embrapa**

---

**Solos**