

# Formação Karapotó – uma nova unidade estratigráfica paleozoica na Bacia de Sergipe-Alagoas

*The Karapotó Formation – a new Paleozoic stratigraphic unit in the Sergipe-Alagoas Basin*

Wagner Souza-Lima | Cláudio Borba | Cristiano Camelo Rancan | Lanamara Pinheiro Cangussu | Manoel Nabuco Chaves Costa | Maria Rosilene Ferreira Menezes Santos | Núcio Ribas | Cristina Pierini | Claudio Petrothelle Victor Bezerra

## resumo

A partir de trabalhos de campo realizados no Domo de Igreja Nova, porção central da Bacia de Sergipe-Alagoas, foi individualizada uma nova seção sedimentar basal, em contato direto com o embasamento. Esta seção, aqui denominada Formação Karapotó, é constituída por ortoconglomerados oligomíticos tipicamente compostos por seixos de quartzo branco, com raros fragmentos líticos do embasamento adjacente, e arenitos quartzosos muito grossos a finos, maduros. Formam corpos de geometria tabular a sigmoidal, com estratificações tabular e acanalada, cujas paleocorrentes indicam sentido preferencial N/NE, distinto das unidades sobrejacentes, numa associação de fácies típica de ambiente fluvial entrelaçado/deltaico. Análises bioestratigráficas não tiveram êxito em datar a Formação Karapotó, porém seu posicionamento sotoposto à Formação Batinga (pensilvaniana) lhe confere idade igual ou mais antiga que esta. Estudos efetuados nas bacias de Jatobá e Tucano Norte (gráben de Santa Brígida) sugerem sua similaridade textural, faciológica e estratigráfica com rochas da Formação Tacaratu. Esta última, de idade

pré-struniana, vem sendo atribuída na literatura ao Ordovício-Siluriano ou Siluro-Devoniano, com base em similaridades litológicas com o Grupo Serra Grande da Bacia do Parnaíba (Ordoviciano-Eodevoniano) e no seu posicionamento estratigráfico inferior à Formação Inajá (neodevoniana terminal). A análise de poços perfurados na Bacia de Sergipe-Alagoas constatou sua ocorrência em pelo menos 18 deles, distribuídos entre os baixos de São Cristóvão (Sergipe) e Pilar (Alagoas). Alguns poços exibem intercalações de folhelhos marrons ou negros, micáceos, de aspecto terroso ou ceroso, acicular ou blocoso, radiativos. Embora normalmente pouco espessa em superfície, um afloramento exibe uma seção com quase 100m de espessura, alcançando, em subsuperfície, espessuras próximas a 300m (p. ex., 1-FTD-2-AL). Além da Formação Tacaratu, a Formação Karapotó apresenta similaridades litológicas com as formações Mauriti/Cariri, da Bacia do Araripe, e parte superior do Grupo Serra Grande (Formação Jaicós), da Bacia do Parnaíba, com semelhança parcial quanto ao padrão de paleocorrentes.

**Palavras-chave:** estratigrafia | Paleozoico | Bacia de Sergipe-Alagoas

## abstract

*After fieldwork in the Igreja Nova Dome area, central portion of the Sergipe-Alagoas Basin, a new sedimentary basal section, in direct contact with the basement was recognized. This section, herein called the Karapotó Formation, consists of oligomictic orthoconglomerates typically composed of white quartz pebbles, with rare lithic fragments from the adjacent basement, and coarse to fine-grained mature quartz sandstones. They form tabular to sigmoidal bodies, with tabular and tangential cross-stratifications whose paleocurrents indicate preferential NINE direction, distinct from the overlying units, and a facies association typical of fluvial braided/deltaic environment. Biostratigraphic analyses have not yet been successful in dating the Karapotó Formation, but its positioning below the Pennsylvanian Batinga Formation provides an age equal to or older than this. Studies conducted in the Jatoba and North Tucano basins (Santa Brígida graben) suggest textural, stratigraphic and facies similarities with rocks from the Tacaratu Formation. This unit, pre-Strunian in age, has been attributed in literature to the Ordovician-Silurian or Siluro-Devonian based on lithological similarities with the Serra Grande Group of the Parnaíba Basin (Ordovician-Eodevonian) and on its stratigraphic position below the Inajá Formation (Neodevonian). Analysis of wells drilled in the Sergipe-Alagoas Basin indicates its occurrence in at least 18 wells, distributed between the São Cristóvão (Sergipe) and Pilar (Alagoas) lows. Some wells also exhibit interbedded brown or black, micaceous, earthy or waxy, acicular or massive, radioactive shales. Although normally thin on the surface, an outcrop displays a section almost 100m thick, and in subsurface its thickness reaches almost 300m (e.g., 1-FTD-2-AL). In addition to the Tacaratu Formation, the Karapotó Formation presents lithological similarities with the Mauriti/Cariri formations from the Araripe Basin, and with the uppermost part of the Serra Grande Group (Jaicós Formation) from the Parnaíba Basin, with partial similarity in the paleocurrent patterns.*

*(Expanded abstract available at the end of the paper).*

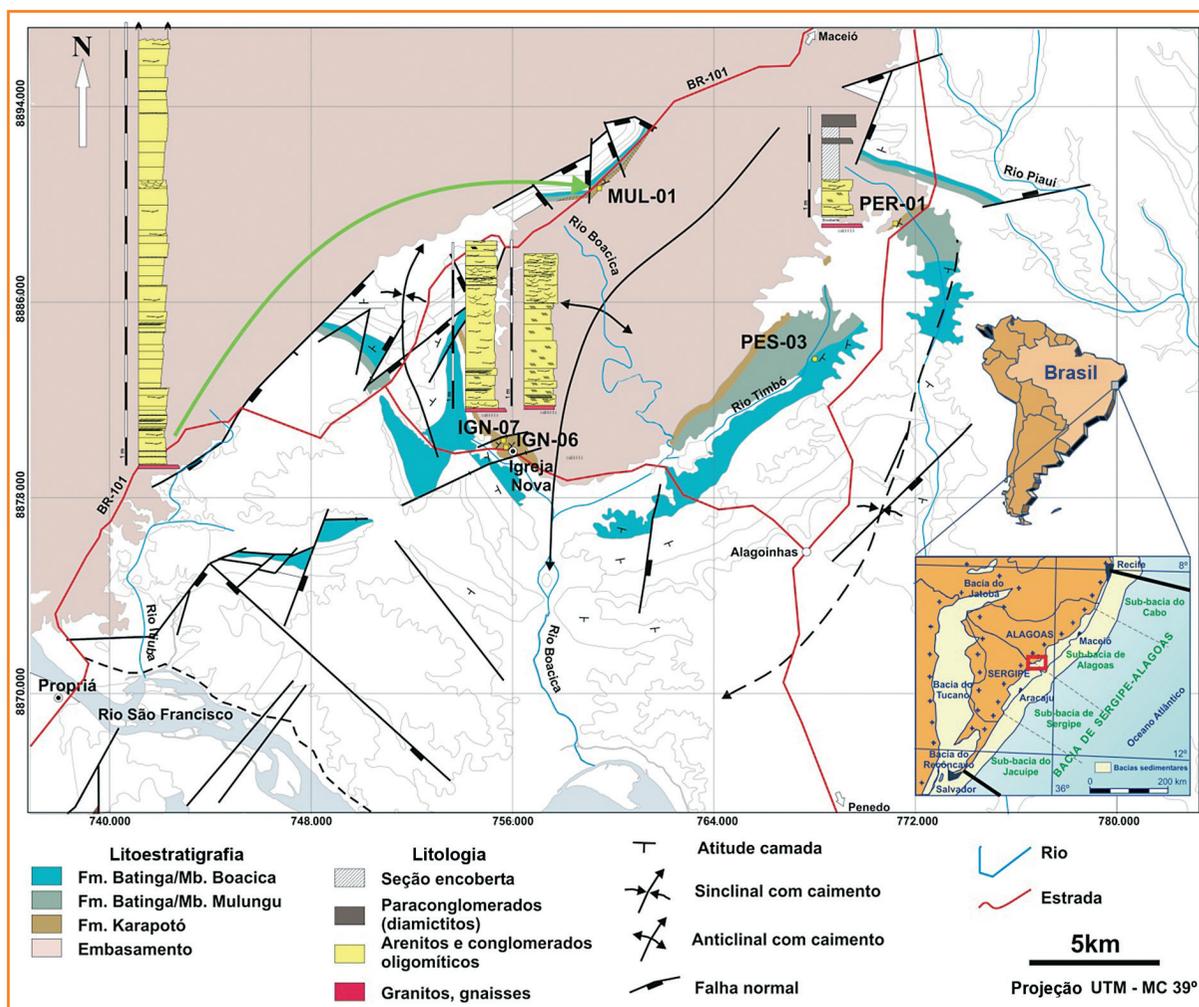
**Keywords:** stratigraphy | Paleozoic | Sergipe-Alagoas Basin.

## introdução

De todas as bacias sedimentares existentes em ambas as margens do Atlântico Sul, a Bacia de Sergipe-Alagoas destaca-se por apresentar o conjunto aflorante mais expressivo de seções abrangendo praticamente todos os estágios evolutivos de uma típica bacia de margem passiva, além de uma seção paleozoica representativa das grandes sinéclises desta era. Os melhores afloramentos desta seção sedimentar basal paleozoica são encontrados em sua região central, na área compreendida pelos altos de Japoatã, Penedo, Palmeira Alta e o Domo de Igreja Nova (fig. 1).

Na mais recente concepção do preenchimento sedimentar da Bacia de Sergipe-Alagoas (Campos Neto *et al.*, 2007), sua seção mais basal é constituída pela Formação Batinga (Bender, 1957), de idade neocarbonífera (Dino *et al.*, 2002). Esta unidade foi inicialmente dividida em três membros, Mulungu, Boacica e Atalaia (Teixeira *et al.*, 1968; Schaller, 1970). A inviabilidade do Membro Atalaia já havia sido apontada por Souza-Lima (2006c), posição esta seguida por Campos Neto *et al.* (2007).

Estudos de reconhecimento estratigráfico efetuados na última década na região do Domo de Igreja Nova (Souza-Lima, 2006a, 2006b, 2006c) mostraram que arenitos e conglomerados oligomíticos ocorrentes imediatamente sobre o embasamento em diversos afloramentos desta área são textural e composicionalmente distintos daqueles inseridos no contexto genético e estratigráfico da Formação Batinga em seus dois membros. Estas fácies sedimentares da Bacia de Sergipe-Alagoas apresentam elevada similaridade com seções aflorantes nas bacias de Tucano Norte (gráben de Santa Brígida) e Jatobá, atribuídas ao Ordovício-Siluriano ou Siluro-Devoniano naquelas bacias, sem qualquer comprovação bioestratigráfica até o momento, as quais podem apenas ser referidas com segurança como “pré-strunianas” (pré-Devoniano terminal). Deste modo, justifica-se individualizar esta seção descoberta na Bacia de Sergipe-Alagoas como uma unidade estratigráfica distinta, aqui proposta, denominada Formação Karapotó.



**Figura 1**  
Mapa geológico simplificado do Domo de Igreja Nova, ao sul do Estado de Alagoas, com ênfase na seção basal. Esta região, junto com a porção nordeste de Sergipe, constitui a mais importante área de afloramentos para a seção basal da Bacia de Sergipe-Alagoas (Souza-Lima, 2006a).

**Figure 1**  
Simplified geological map of the Igreja Nova Dome area, to the south of Alagoas, with emphasis on its basal section. This region, along with the northeastern portion of Sergipe, is the most important outcrop area in the basal section of the Sergipe-Alagoas Basin (Souza-Lima, 2006a).

## litoestratigrafia da seção basal

A Formação Batinga é extensivamente conhecida na Bacia de Sergipe-Alagoas tanto por meio dos cerca de 30 poços que atravessaram esta seção (Cruz, 1994) quanto pelos seus excepcionais afloramentos (Souza-Lima e Farias, 2006a, 2006b). Até meados da década de 1990, foi aceita para a bacia a subdivisão desta unidade em três membros, Mulungu, Atalaia e Boacica (Feijó, 1994). Porém, nos estudos efetuados com base em poços sobre a Formação Batinga, Cruz (1994) já discriminava dos típicos diamictitos do Membro Mulungu uma seção distinta, a qual denominou de “areno-conglomerática”.

O Membro Mulungu foi originalmente caracterizado “Por um litofácies de clásticos grosseiros, arenitos imaturos e conglomerados (orto

e paraconglomerados) com algumas intercalações de arenitos finos, siltitos e folhelhos cinza esverdeados, prêtos ou vermelho-acastanhados”, com seção-tipo definida “Nos arredores do povoado de Mulungu, situado às margens da rodovia BR-101” (Teixeira *et al.*, 1968; Schaller, 1970). Consiste fundamentalmente em paraconglomerados constituídos por seixos, blocos e matações de rochas ígneas e metamórficas (granitos, gnaisses, quartzitos, filitos, gabros, diabásios, xistos, metacarbonatos, etc.). Estes clastos, que podem atingir dimensões superiores a 2m de diâmetro, com arredondamento variável, estão imersos em uma matriz areno-conglomerática de coloração cinza-escuro a esverdeada, em parte argilosa, que os define texturalmente como diamictitos (Souza-Lima e Farias, 2006b). São comuns seixos facetados (*flat-iron*) e estriados (Rocha-Campos, 1981) e matações de rochas granítico-gnáissicas, alguns com faces polidas, além de pavimentos gnáissicos estriados (fig. 2), que também compõem o contexto

faciológico-deposicional desta unidade (Viviani *et al.*, 2000; Rocha-Campos *et al.*, 2003). Apesar do arranjo aparentemente caótico na distribuição dos clastos, Souza-Lima e Farias (2006b) mostraram que a orientação dos seus eixos maiores pode fornecer informações acerca da direção de fluxo do agente deposicional, atribuído ao avanço de geleiras, ou seja, a direção dos vales glaciais.

O Membro Boacica compreendeu o que originalmente se denominava “camadas listradas” (Mota, 1951), sendo caracterizado “pela ocorrência de siltitos laminados com alterações de folhelho e arenito mui fino” (Teixeira *et al.*, 1968; Schaller, 1970). Para sua seção-tipo foram definidos “... os 175 metros superiores da seção aflorante em cortes da Estrada de Ferro Leste Brasileiro, a partir de aproximadamente 900m nordeste da estação ferroviária de Batinga, rumo a Propriá, Sergipe” (Teixeira *et al.*, 1968; Schaller, 1970). O Membro Boacica é constituído predominantemente pela intercalação rítmica de siltitos laminados, folhelhos e arenitos

muito finos, com coloração cinza-esverdeada a cinza-clara/amarelo-clara (fig. 3). Níveis mais espessos de arenitos podem eventualmente ocorrer, porém mantêm a granulação fina típica da unidade e refletem processos deposicionais característicos de fluxos hiperpicnais. Seixos podem ser encontrados esparsamente imersos em arenitos finos, siltitos ou mesmo folhelhos silticos, interpretados como seixos pingados (*dropstones*) oriundos do degelo de *icebergs* destacados das geleiras que seriam responsáveis pela deposição do Membro Mulungu (Souza-Lima e Farias, 2006b). Os níveis de arenitos intercalados aos ritmos silito-folhelho apresentam abundantes estruturas *climbing-ripples* indicando sentido de fluxo de oeste a sudeste, com predomínio sudoeste (Souza-Lima e Farias, 2006b). O registro sedimentar do Membro Boacica é interpretado como a interdigitação de folhelhos de pró-delta com arenitos de frentes deltaicas, associados a fluxos gravitacionais subaquosos, estando geneticamente associada ao Membro Mulungu.

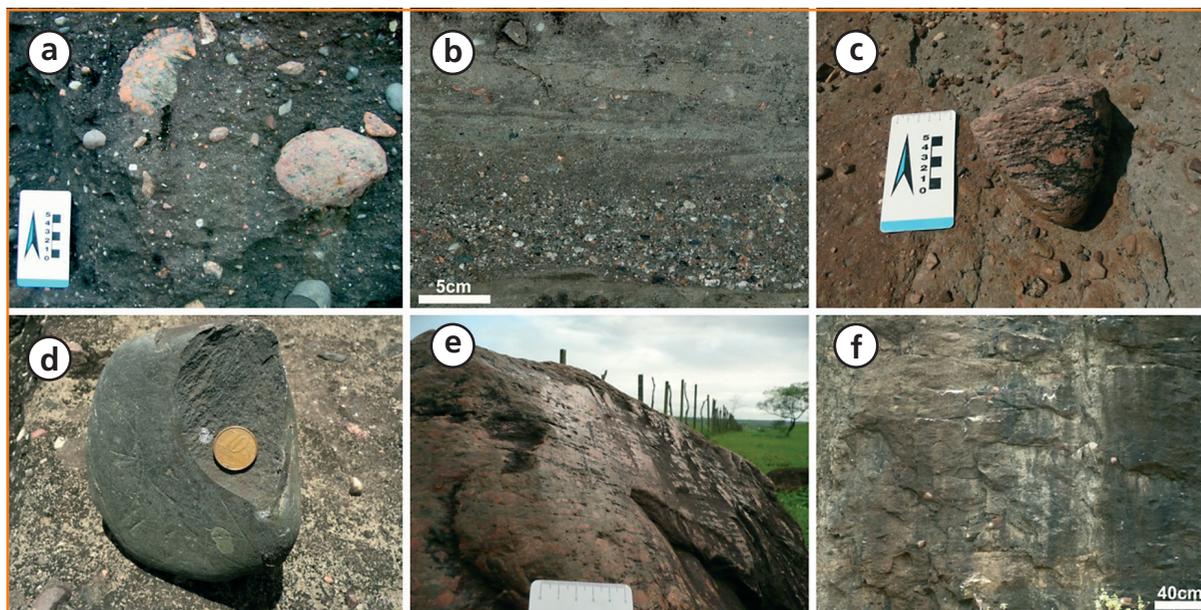


Figura 2 – Diversidade faciológica do Membro Mulungu da Formação Batinga observada em afloramentos na área conhecida como “Domo de Igreja Nova”, em Alagoas (Souza-Lima e Farias, 2006b): (a) paraconglomerados polimícticos compostos por seixos, blocos e matações imersos em matriz arenoconglomerática; (b) arenitos conglomeráticos imaturos, canalizados, com gradação normal; (c) seixo facetado (*flat-iron*) em paraconglomerado polimíctico; (d) seixo estriado (algumas estrias indicadas pelas setas); (e) matação de rocha granítico-gnáissica exibindo intenso polimento em uma das faces; (f) seção de paraconglomerados exibindo planos de cisalhamento sindeposicional (*shear surfaces*).

Figure 2 – Facies diversity for the Mulungu Member from the Batinga Formation observed in outcrops in the area known as “Igreja Nova Dome” in Alagoas (Souza-Lima e Farias, 2006b): (a) polymictic paraconglomerates composed of pebbles, boulders and blocks immersed in sandy conglomeratic matrix; (b) channelled immature conglomeratic sandstones with normal gradation; (c) faceted pebble (*flat-iron*) in polymictic paraconglomerate; (d) striated pebble (some striations indicated by arrows); (e) granite-gneiss boulder showing intense polishing on one side; (f) paraconglomerate section showing sin-depositional shear planes (*shear surfaces*).

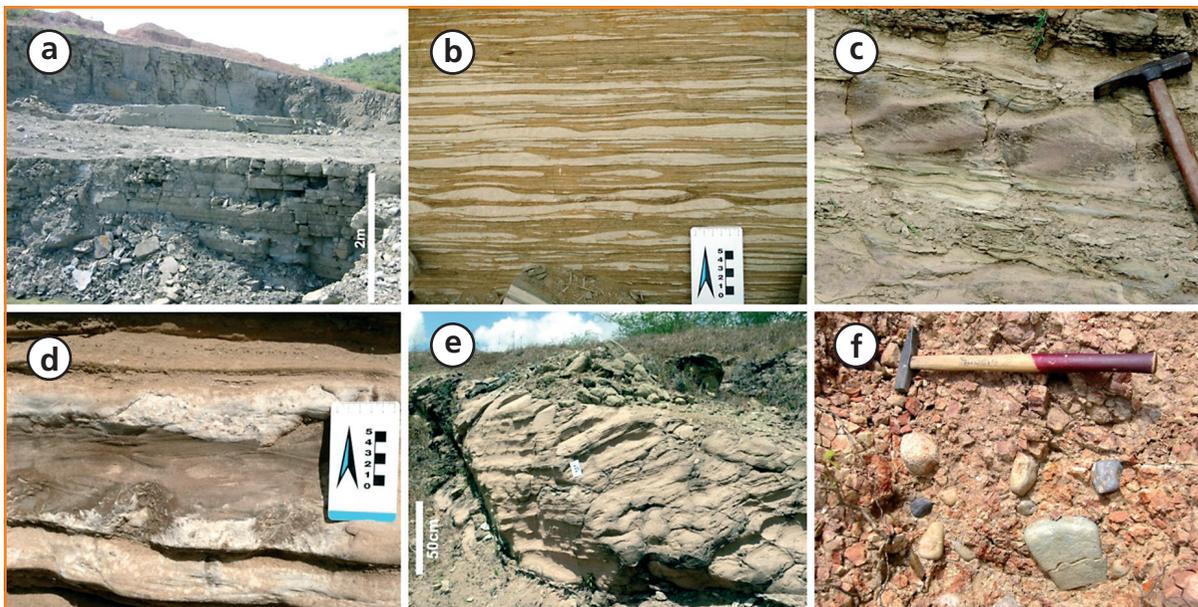


Figura 3 – Diversidade faciológica do Membro Boacica da Formação Batinga observada em afloramentos na área do Domo de Igreja Nova, Alagoas (Souza-Lima e Farias, 2006b): (a) visão geral dos ritmos de folhelho e siltito; (b) estruturas wavy-and-linsen geradas pelo fluxo de areia muito fina em contexto argilo-siltoso; (c) arenitos com estruturas climbing-ripples intercalados a ritmos folhelho-siltito; (d) arenitos com laminações de ondas senoidais sucedendo níveis com climbing-ripples; (e) arenitos com granulação descendente para o topo, em estratos cruzados; (f) arenitos muito finos, argilosos, contendo seixos e blocos esparsos, provavelmente representando tilitos subaquosos (waterlain tills).

Figure 3 – Facies diversity for the Boacica Member from the Batinga Formation observed in outcrops in the Igreja Nova Dome area, Alagoas (Souza-Lima e Farias, 2006b): (a) general overview of the shale and siltstone rhythmites; (b) wavy-and-linsen structures generated by very fine sand flow on clay-silt context; (c) sandstones with climbing-ripple structures interbedded with shale-siltstone rhythmites; (d) sandstones with sinusoidal lamination succeeding levels with climbing-ripples; (e) cross-stratified fining-up sandstones; (f) very fine-grained argillaceous sandstones containing scattered pebbles and blocks, probably representing subaqueous tillites (waterlain tills).

A principal razão para a inviabilização da denominação “Membro Atalaia” deveu-se ao fato de que sua proposição original definia como seção-tipo o intervalo de 2.328m a 2.352m do Poço 1-SM-1-SE (Santa Maria), perfurado nas proximidades da praia de Atalaia, Sergipe, de onde recebeu sua denominação. Contudo, este intervalo foi posteriormente datado como de idade Dom João (Campos Neto *et al.*, 2007) e reinterpretado como Formação Candeiro, o que inviabilizou sua proposição e resultou na invalidação da nomenclatura (Souza-Lima, 2006b; Campos Neto *et al.*, 2007).

O estudo da seção-tipo do Membro Mulungu, aflorante na localidade homônima (Teixeira *et al.*, 1968; Schaller, 1970), em Alagoas, mostrou que a maior parte da seção (cerca de 150m) é composta por arenitos claros, quartzosos, localmente feldspáticos, semifriáveis a coesos, depositados imediatamente sobre o embasamento granítico-gnássico. Apenas na parte superior desta seção são encontrados os diamictitos típicos do Membro Mulungu

(Souza-Lima, 2006a). Com a extensão dos estudos às demais áreas do Domo de Igreja Nova, fácies semelhantes foram encontradas, sempre ocorrentes imediatamente sobre o embasamento. Nas adjacências da cidade de Igreja Nova, também em Alagoas, além desta seção arenosa, ocorrem conglomerados oligomíticos, compostos essencialmente por seixos arredondados de quartzo leitoso (figs. 1 e 4).

A comparação destas litofácies com seções aflorantes nas bacias de Tucano Norte (principalmente no gráben de Santa Brígida) e Jatobá mostrou similaridade litológica e também relativa ao posicionamento estratigráfico destas seções (ambas abaixo de seções carboníferas e sobre o embasamento), embora isso não garanta o sincronismo de ambas as seções, tendo em vista a ausência efetiva de continuidade e a considerável separação geográfica entre elas. Com base em tais considerações, optou-se por individualizar uma nova unidade estratigráfica para a Bacia de Sergipe-Alagoas, subjacente à Formação Batinga, denominada Formação Karapotó.

# a Formação Karapotó

## etimologia

A denominação desta unidade deriva da reserva indígena da tribo Karapotó, da etnia Kariri, nação Tupi, cujas terras ocupam parte da região rural do município de São Sebastião, em Alagoas, território onde está situado o melhor afloramento conhecido desta unidade, no povoado denominado Mulungu (fig. 10).

## litoestratigrafia

A Formação Karapotó é constituída por arenitos mineralogicamente maduros, quartzosos, brancos a creme-claros, também róseos, de

granulação fina a muito grossa, angulosos a subarredondados, contendo grânulos ou níveis conglomeráticos, gradando a conglomerados (fig. 4). Os conglomerados são formados por seixos bem selecionados e de tamanho relativamente uniforme, constituídos por quartzo leitoso, com esfericidade alta a média, e, eventualmente, fragmentos líticos oriundos do embasamento proximal (quartzitos, granitos e gnaisses). Dispõem-se em corpos de geometria tabular a sigmoidal, exibindo estratificação tabular e acanalada.

Em subsuperfície, os arenitos são róseos a cinza-claros, também avermelhados, quartzosos, com fragmentos líticos, finos a grossos, subangulares, friáveis, ocorrendo intercalados a folhelhos vermelho-acastanhados a cinza-esverdeados, localmente negros, micáceos, piritosos, em parte betuminosos. É comum a presença de gradação normal e inversa e feições de erosão e preenchimento (p. ex., 1-SMC-1-AL, 3.082,20m; fig. 5).

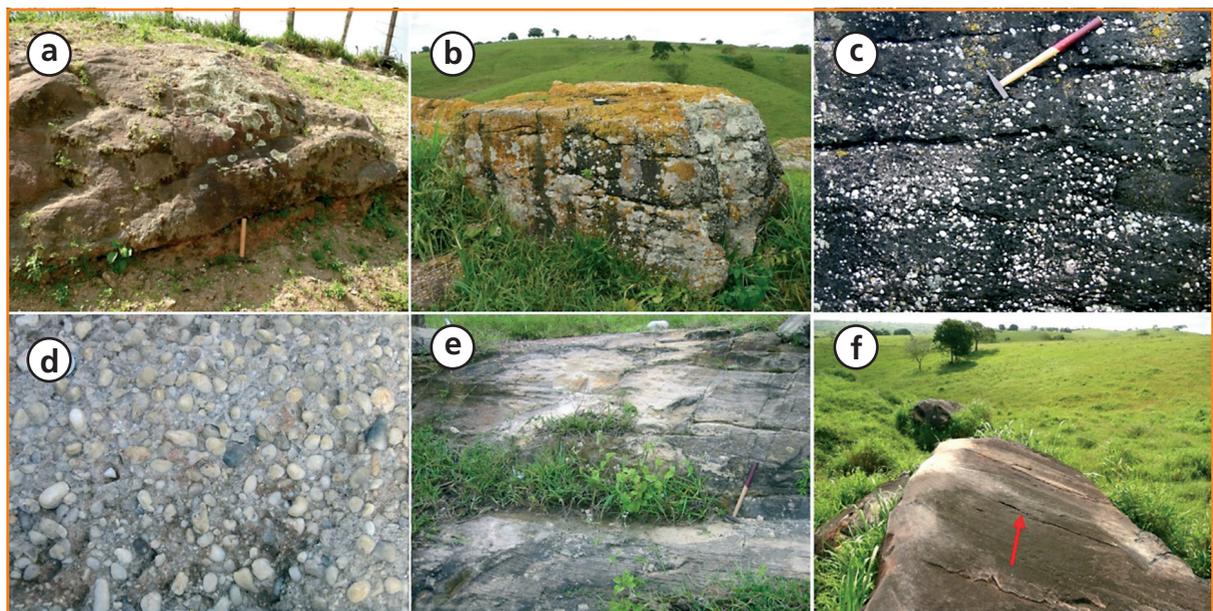


Figura 4 – Diversidade faciológica da Formação Karapotó observada em afloramentos na área do Domo de Igreja Nova, Alagoas (Souza-Lima, 2006c): (a) arenitos com estratificação tabular em contato discordante com o embasamento granítico milonitizado; (b) aspecto característico do modo de ocorrência dos arenitos e conglomerados quartzosos nos arredores de Igreja Nova (afloramento IGN-07); (c) estratificação acanalada, ressaltando-se os seixos de quartzo leitoso; (d) visão em planta da base de um canal exibindo a maturidade textural e mineralógica dos depósitos conglomeráticos; (e) sucessão sedimentar exibindo estratificações tabulares a tangenciais em sets decimétricos (entre 30cm e 50cm de espessura; afloramento IGN-06); (f) vista apical de uma barra longitudinal; o sentido da corrente é NW (seta).

Figure 4 – Facies diversity for the Karapotó Formation observed in outcrops in the Igreja Nova Dome area, Alagoas (Souza-Lima, 2006c): (a) sandstones with tabular stratification in discordant contact with mylonitic granitic basement; (b) characteristic mode of occurrence of the sandstones and quartz conglomerates around Igreja Nova area (outcrop IGN-07); (c) channeled stratification, highlighting the milky quartz pebbles; (d) plan view of a channel bottom exhibiting the mineralogical and textural maturity of the conglomeratic deposits; (e) sedimentary succession displaying tabular to tangential stratification in decimetric sets (30cm to 50 cm thick; outcrop IGN-06); (f) apical view of a longitudinal bar; the current direction is NW (arrow).

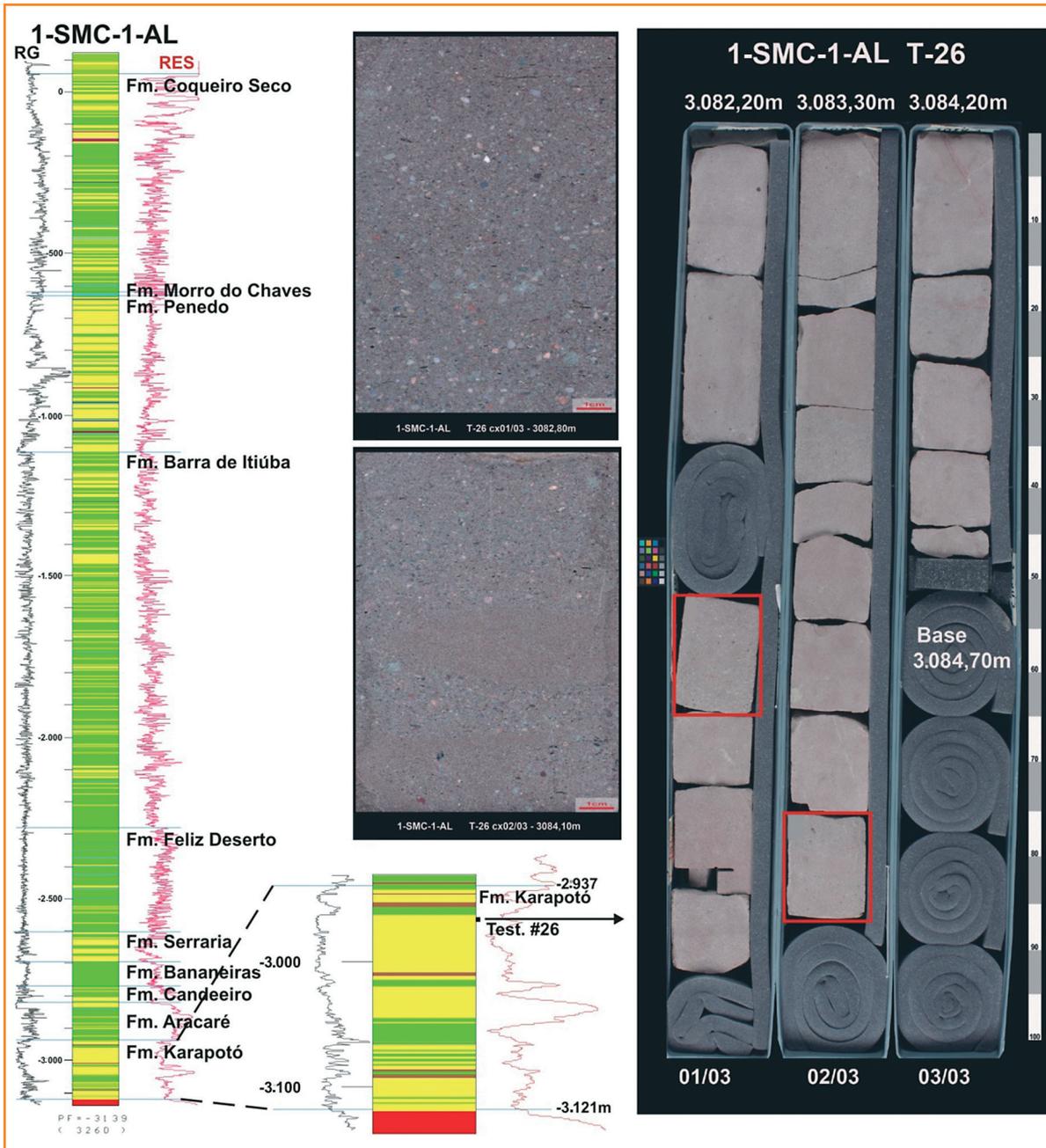


Figura 5 – Seção de referência para a Formação Karapotó no poço 1-SMC-1-AL, localizado na região da Plataforma de São Miguel dos Campos, em Alagoas, definida no intervalo 3.058m a 3.242m (-2.937m a -3.121m), com destaque para o testemunho que amostrou esta unidade (test. #26). Foram recuperados cerca de 2m de arenitos de coloração vermelha, mal selecionados, com granulação variando de fina a média e grossa com grânulos. Os grânulos são de composição variada, sendo mais comuns os subarredondados de quartzo hialino ou leitoso e intraclastos angulosos de folhelhos. Alguns fragmentos de cor escura podem ser matéria orgânica continental. Os arenitos são, em geral, maciços, com alguns intervalos levemente estratificados. São comuns os extratos com base abrupta de granulometria grossa com gradação normal. RG = raios gama; RES = resistividade.

Figure 5 – Reference section for the Karapotó Formation at well 1-SMC-1-AL, located in the region of the São Miguel dos Campos Platform, Alagoas, defined in the interval 3,058m to 3,242m (-2,937m to -3,121m), highlighting the core that sampled this unit (core n° 26). About 2m of poorly sorted red colored sandstones were recovered, with granulation ranging from fine to medium and coarse with pebbles. The granules are of varied composition, the most common are sub-rounded grains of hyaline or milky quartz and angular shale intraclasts. Some dark colored fragments are probably continental organic matter. The sandstones are generally massive, with some slightly stratified intervals. Coarse-grained fining upward strata with abrupt base are common. RG = Gamma Ray; RES = resistivity.

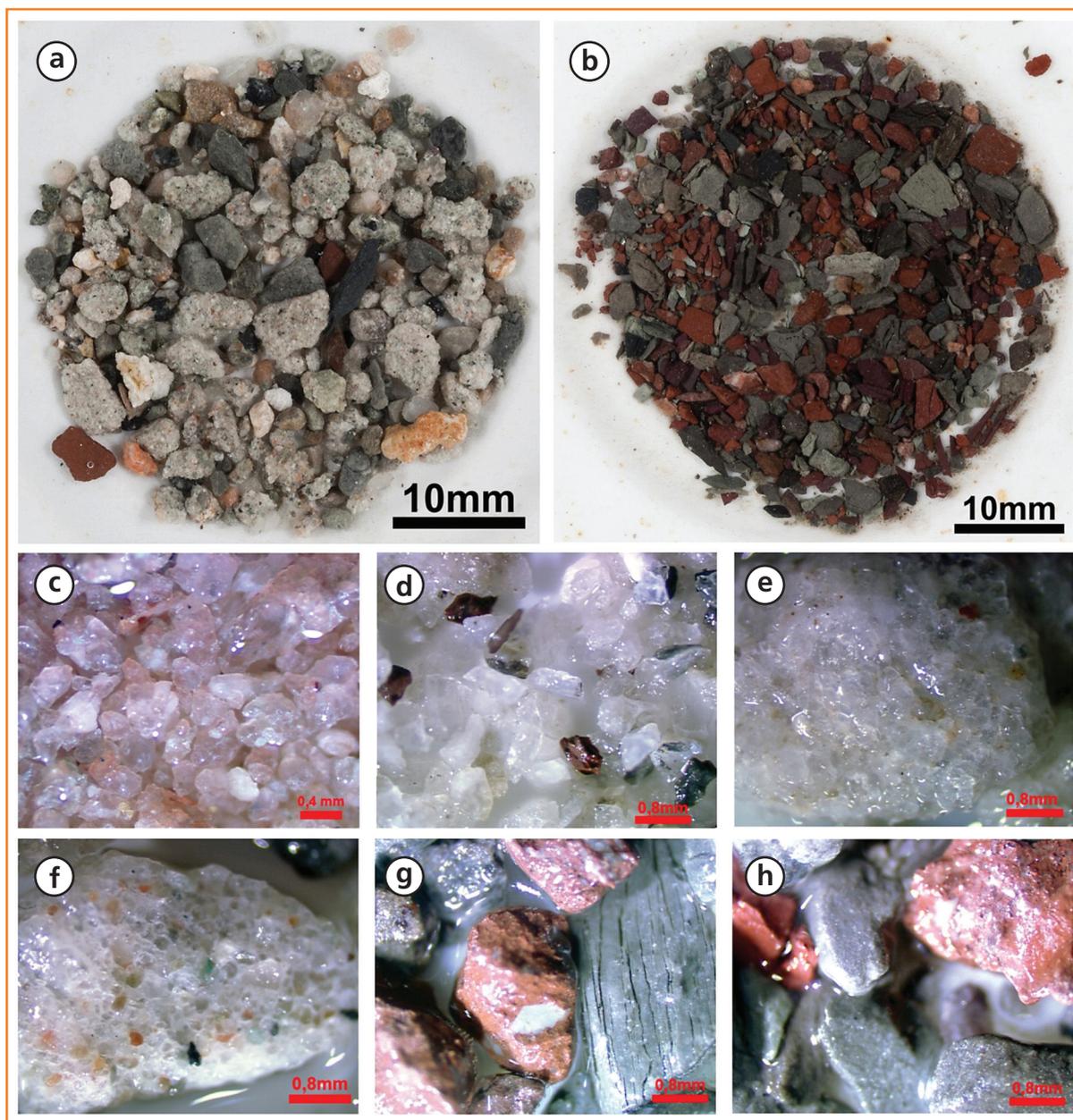
Em amostras de calha, os arenitos desta unidade são cinza-claros, esbranquiçados ou ligeiramente róseos, com grãos hialinos a róseos, de granulação média a muito grossa (figs. 6a, 6c, 6d, 6e e 6f). Eventualmente, são finos a muito finos, ou mesmo conglomeráticos. Os grãos são subangulares a subarredondados, mal selecionados, predominantemente quartzosos, podendo ser micáceos e feldspáticos, com aspecto caolinizado. São comuns fragmentos de rocha, predominantemente graníticas. A cimentação silicosa é muito comum; por vezes, os grãos apresentam um filme ferruginoso. A porosidade é regular a fechada, e os fragmentos são semifriáveis,

compactos ou desagregados. Em amostras de calha, os folhelhos são de coloração cinza-esverdeado/claro ou castanho-avermelhado, em parte sílticos, micromicáceos, levemente carbonosos, laminados ou maciços, semiduros (figs. 6b, 6g e 6h).

Comparados aos arenitos do Membro Mulungu da Formação Batinga, observa-se que esses últimos são mais ricos em fragmentos líticos de composição bastante diversa, feldspatos e micas, além de apresentar matriz de granulação muito fina a fina (fig. 7), cujo teor de argila varia de traços a quantidades suficientes para classificar a rocha como um diamictito.

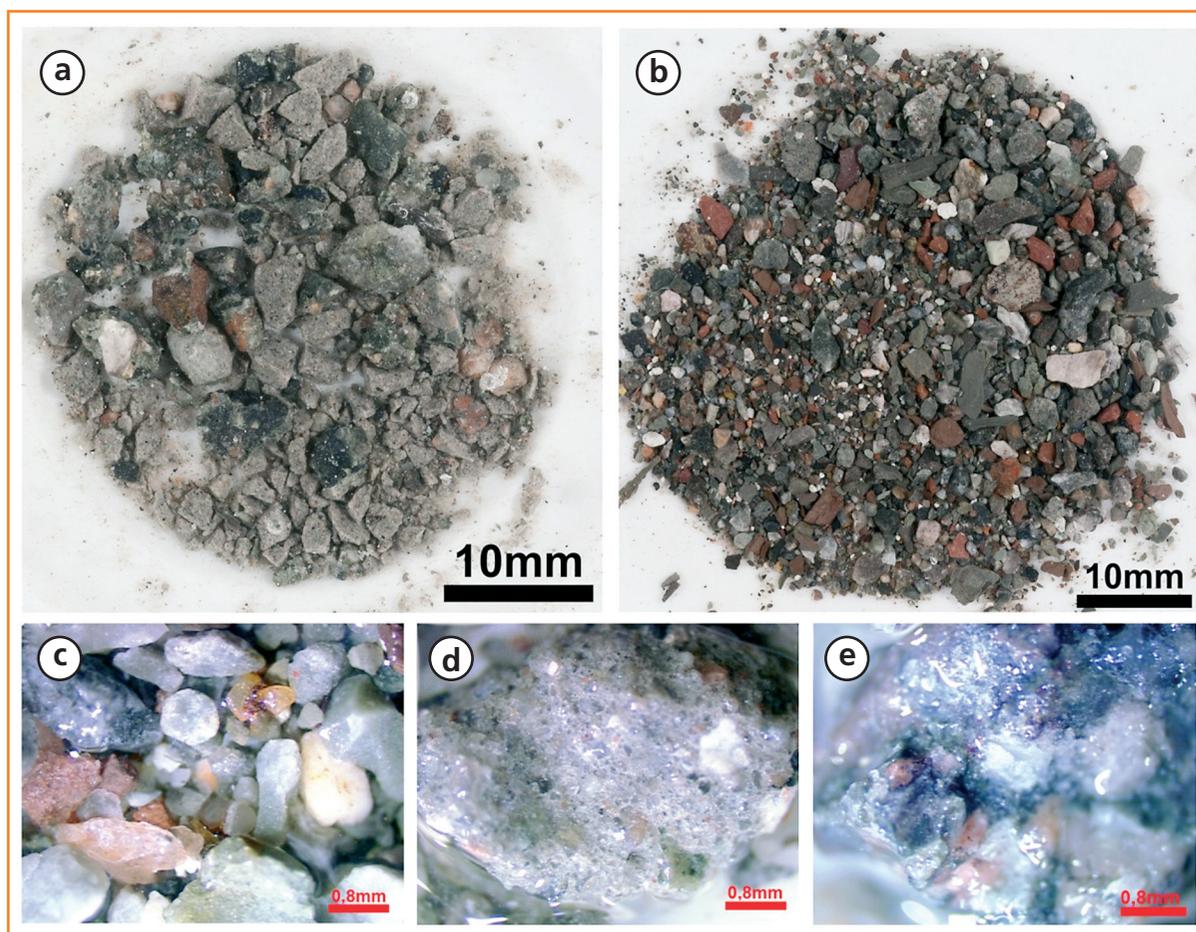
**Figura 6**

Aspecto geral das amostras de calha da Formação Karapotó em alguns poços da Bacia de Sergipe-Alagoas. Arenito hialino a róseo, subangular/subarredondado, fino a grosso: (a) 2-CPST-1-AL, 693m; (c) 1-SMC-1-AL, Test. 26, 3.082-3.084,7m; (d) 1-BAR-1-AL, 687m; (e) 3-FTD-2-AL, 1.902m; (f) 2-CPST-1-AL, 708m; Folhelho cinza-esverdeado/castanho-avermelhado, síltico, micromicáceo, laminado a maciço: (b), (g) e (h) 3-FTD-2-AL, 1.788m.



**Figure 6**

General overview of the cutting samples from the Karapotó Formation in some wells in the Sergipe-Alagoas Basin. Hyaline to pinkish sub-angular/sub-rounded fine to coarse sandstone: (a) 2-CPST-1-AL, 693m; (c) 1-SMC-1-AL, core n°26, 3.082-3.084,7m; (d) 1-BAR-1-AL- 687m; (e) 3-FTD-AL-2, 1.902m; (f) 2-CPST-1-AL, 708m; Greenish gray/reddish brown, silty, micromicaceous, laminated to massive shale: (b), (g) and (h) 3-FTD-2-AL, 1,788m.



**Figura 7**  
Aspecto do Membro Mulungu da Formação Batinga em amostras de calha (paraconglomerado polimítico em matriz de arenito muito fino a fino, rica em fragmentos minerais e de rocha). (a) 1-TN-1-SE, Test. 4, 988-990m; (b) 1-VN-1-SE, 1.449m; (c) e (d) 1-VN-1-AL, 1.449m; (e) 1-TN-1-AL, Test. 4, 988-990m.

**Figure 7**  
General view of cutting samples from the Mulungu Member of the Batinga Formation (polymitic paraconglomerate in very fine to fine sandstone matrix, rich in minerals and rock fragments). (a) 1-TN-1-SE, core n°4, 988-990m; (b) 1-VN-1-SE, 1.449m; (c) and (d) 1-VN-1-AL, 1.449m; (e) 1-TN-1-AL, core n°4, 988-990m.

## área de ocorrência e relações de contato

Com base no conhecimento atual, a Formação Karapotó apresenta área de afloramentos restrita à porção sul do Estado de Alagoas, na região do Domo de Igreja Nova. São afloramentos em geral pouco contínuos, que ocorrem como relictos isolados dispostos imediatamente sobre o embasamento, com espessura muitas vezes inferior a 1m, podendo, contudo, atingir quase 100m de seção vertical, a exemplo do afloramento da localidade de Mulungu (MUL-01, figs. 10 e 11). Em subsuperfície, foi constatado em 18 poços (tabela 1), estendendo a distribuição desta unidade desde o Baixo de São Cristóvão, em Sergipe, até o Baixo de Pilar, em Alagoas. A quase inexpressiva espessura em superfície contrasta com espessuras que podem atingir quase 300m em subsuperfície, a exemplo da constatada pelo Poço 1-FTD-2-AL, concluído ainda dentro desta unidade. As espessuras mais significativas ocorrem na Sub-bacia de Alagoas (tabela 1, figs. 8 e 9). Na Sub-bacia de Sergipe, foi identificada em apenas quatro poços, atingindo espessura máxima de 30m.

Poço (well)	Unidade sobreposta (upper unit)	Intervalo (cota m) (interval / elevation in meters)	Espessura (m) (thickness, m)
1-BB-1-AL	BAT/BOA	982-1.025 (-941 a -984)	43
1-BAR-1-AL	BAT/BOA	675-689 (-625 a -639)	14
1-CAV-1-SE	ARA	2.504-2.514 (-2.493 a -2.503)	10
1-CO-1-AL	BAT/BOA	1.714-1.753 (-1.674 a -1.713)	39
1-CP-1-SE	BAT/BOA	1.261-1.291 (-1.254 a -1.283)	29
3-CP-4-SE	BAT/BOA	1.284-1.290 (-1.236 a -1.242)	6
2-CPST-1-AL	BAT/MUL	685-742 (-635 a -692)	57
1-CSC-1-SE	ARA	2.679-2.709 (-2.626 a -2.656)	30
1-FTD-1-AL	ARA	1.940-2.103 (-1.810 a -1.973)	163
3-FTD-2-AL*	BAT/BOA	1.633 -1.906 (-1.501 a -1.774)	273
3-FTD-5-AL*	BAT/BOA	1.548-1.600 (-1.414 a -1.466)	52
3-FU-64-AL*	ARA	1.407-1.589 (-1.274 a -1.456)	182
3-FU-81-AL*	BAT/BOA	1.447-1.538 (-1.314 a -1.405)	91
7-FU-96-AL*	BIT	1.380-1.420 (-1.248 a -1.288)	40
4-FU-129-AL*	ARA	1.039-1.143 (-888 a -991)	104
1-NFD-1-AL	BAT/BOA	1.309-1.353 (-1.271 a -1.315)	44
6-PIR-227D-AL*	ARA	3.398-3.477 (-3.007 a -3.077)	70
1-SMC-1-AL	ARA	3.058-3.242 (-2.937 a -3.121)	184

Tabela 1 – Poços nos quais a Formação Karapotó foi atribuída em subsuperfície. BAT/BOA = Formação Batinga, Membro Boacica; BAT/MUL = Formação Batinga, Membro Mulungu; ARA = Formação Aracaré; BIT = Formação Barra de Itiúba.

Table 1 – Wells in which the Karapotó Formation was assigned in subsurface. BAT/BOA = Batinga Formation, Boacica Member; BAT/MUL = Batinga Formation, Mulungu Member; ARA = Aracaré Formation; BIT = Barra de Itiúba Formation.

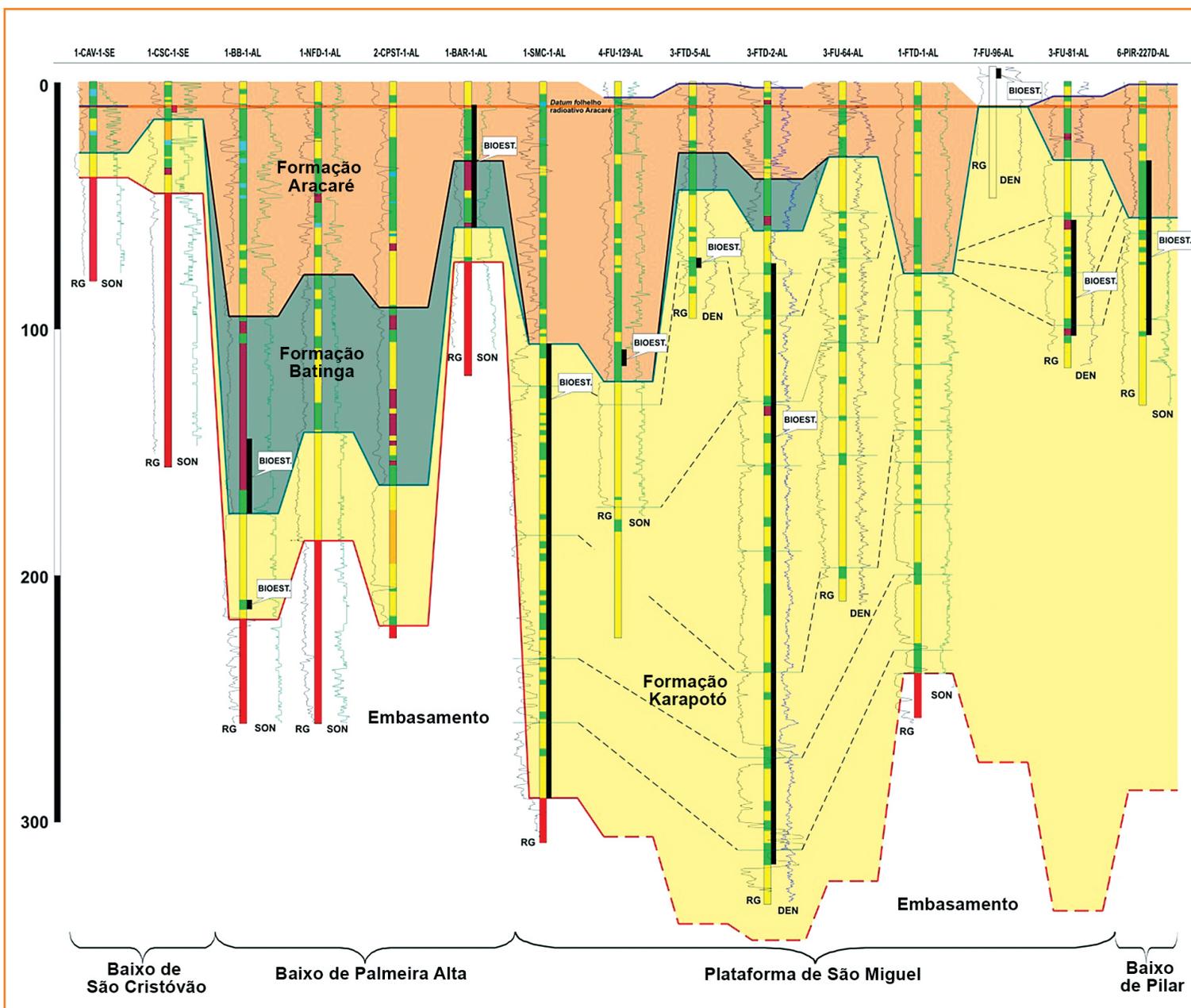


Figura 8 – Seção de correlação estratigráfica com datum definido em um folhelho radioativo na porção inferior da Formação Aracaré, exibindo a grande variação de espessura da Formação Karapotó entre as sub-bacias de Sergipe (dois primeiros poços à esquerda) e Alagoas (demais poços à direita). São apresentadas algumas tentativas de correlação de marcos internos à Formação Karapotó, mais bem evidenciadas na figura 17, bem como os intervalos de análise bioestratigráfica (retângulos pretos).

Figure 8 – Stratigraphic correlation section with datum defined in a radioactive shale in the lower portion of the Aracaré Formation, showing the wide variation in thickness of the Karapotó Formation between the Sergipe (the first two wells to the left) and Alagoas (other wells to the right) sub-basins. Some correlation attempts of internal marks from the Karapotó Formation are shown, better observed in figure 17, as well as the biostratigraphic analysis intervals (black rectangles).

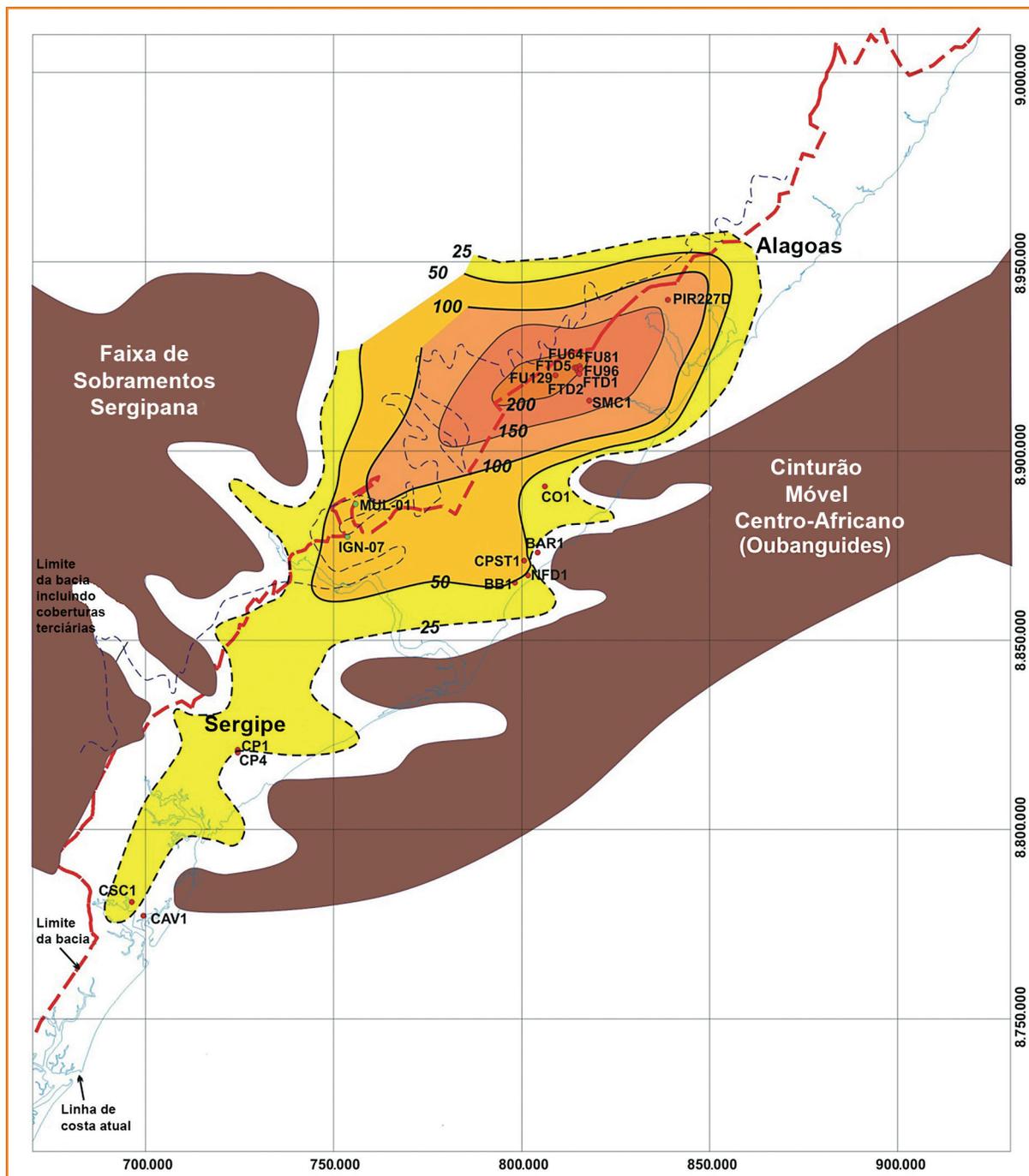


Figura 9  
Mapa de isópacas esquemático para a Formação Karapotó, construído com base em dados de afloramentos e poços, ajustado às interpretações paleogeográficas.

Figure 9  
Schematic isopach map for the Karapotó Formation built on outcrops and well data, adjusted to paleogeographic interpretations.

## seção-tipo

Para seção-tipo da Formação Karapotó foi definido o extenso afloramento localizado nos cortes na margem sudeste da BR-101 e sobre a mesma elevação, adjacente ao pequeno povoado de Mulungu, no trecho entre Porto Real do Colégio e São Sebastião, cerca de 1km após a ponte sobre o Rio Boacica, cuja região central se encontra nas coordenadas UTM 759.150E/8.889.950N (*datum* Córrego Alegre) e geográficas 10° 2'0"S/36°38'13"W

(fig. 10). Nesta área encontra-se o mais extenso afloramento identificado para esta unidade, exibindo uma seção com cerca de 100m de espessura, constituída essencialmente por arenitos finos a grossos, com níveis conglomeráticos (figs. 11 e 12). Outros afloramentos ocorrem em diversos pontos sobre o embasamento do Domo de Igreja Nova (fig. 1), complementando a diversidade faciológica desta unidade em superfície, a exemplo do afloramento IGN-07 (coordenadas 755.750E/8.880.200N).

Figura 10

Imagem de satélite da área definida como seção-tipo da Formação Karapotó no entorno da localidade Mulungu 1, situada na margem sudeste da BR-101, no trecho entre Porto Real do Colégio e São Sebastião, cerca de 1km a NE da ponte sobre o Rio Boacica, no povoado Mulungu (adaptado sobre imagem do Google Earth). As linhas tracejadas representam prováveis falhas que compartmentam a região estudada em três setores com empilhamentos estratigráficos distintos. EMB = Embasamento; KAR = Formação Karapotó; MUL = Formação Batinga/Membro Mulungu; BOA = Formação Batinga/Membro Boacica.

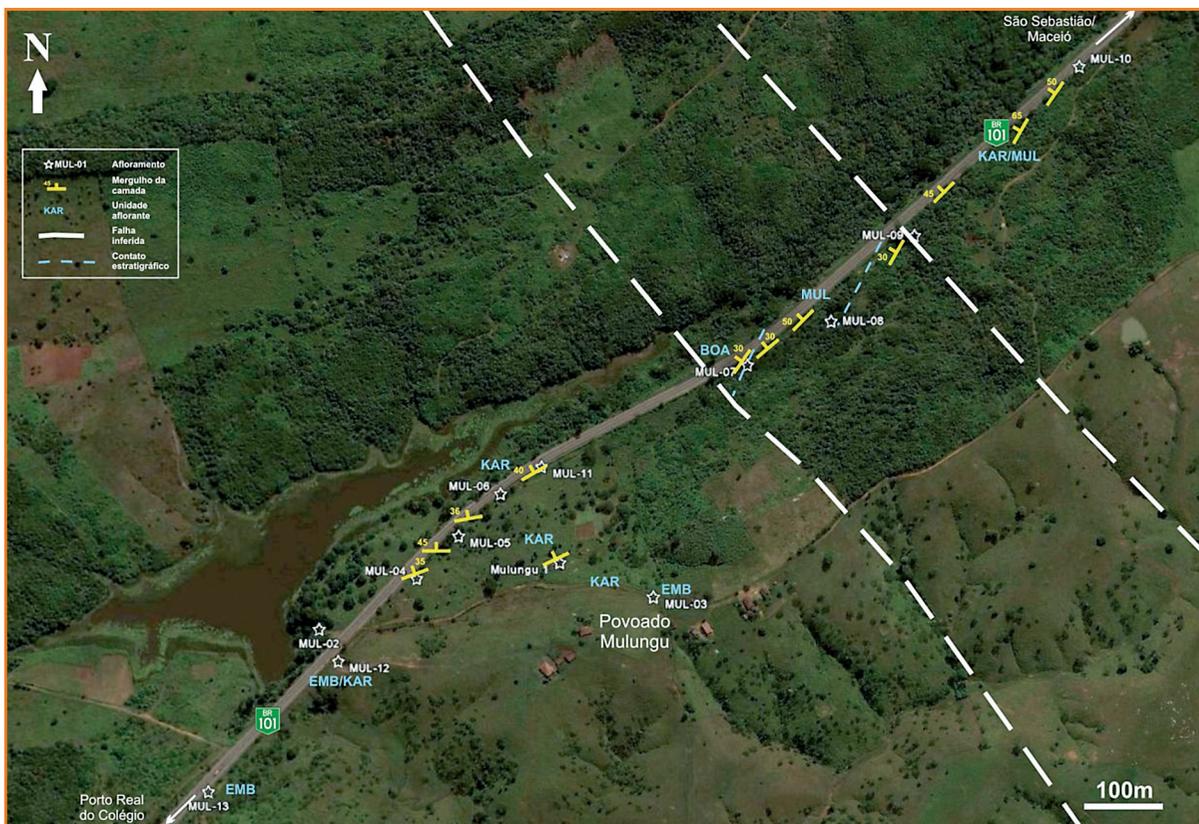


Figure 10

Satellite image from the area defined as type section for the Karapotó Formation in the vicinity of Mulungu 1, located on the southeastern side of the BR-101 highway, at the segment between Porto Real do Colégio and São Sebastião, around 1km NE of the bridge over the Boacica River in the village of Mulungu (adapted from a Google Earth image). The dashed lines represent probable faults that split the study area into three sectors with different stratigraphic stacks. EMB = Basement; KAR = Karapotó Formation; MUL = Batinga Formation/Mulungu Member; BOA = Batinga Formation/ Boacica Member.

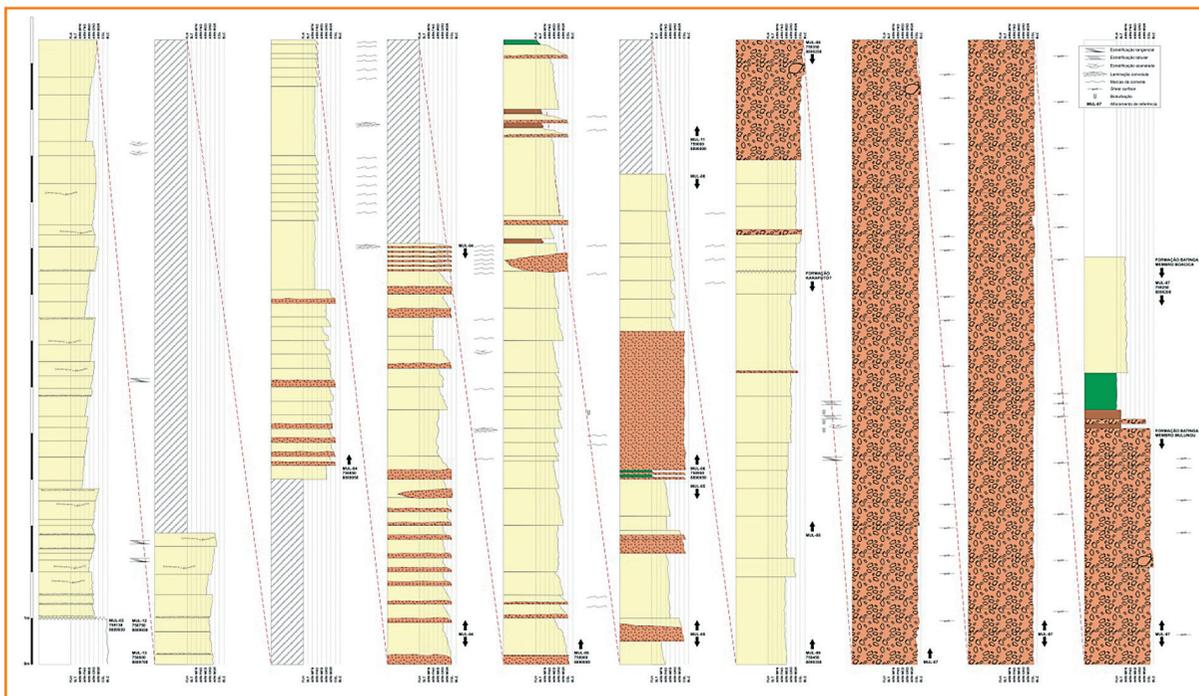


Figura 11 – Perfil estratigráfico composto da seção aflorante da Formação Karapotó em sua localidade-tipo (área do povoado Mulungu, Alagoas). A espessa seção de paraconglomerados do topo da seção corresponde ao Membro Mulungu da Formação Batinga. Para localização dos afloramentos que serviram de referência à construção do perfil composto, consultar a figura 10.

Figure 11 – Compound stratigraphic profile for the cropping out section of the Karapotó Formation at its type locality (Mulungu village area, Alagoas). The thick paraconglomerates section of the top of the section corresponds to the Mulungu Member of the Batinga Formation. For location of outcrops that served as reference for the construction of the composite profile, see figure 10.

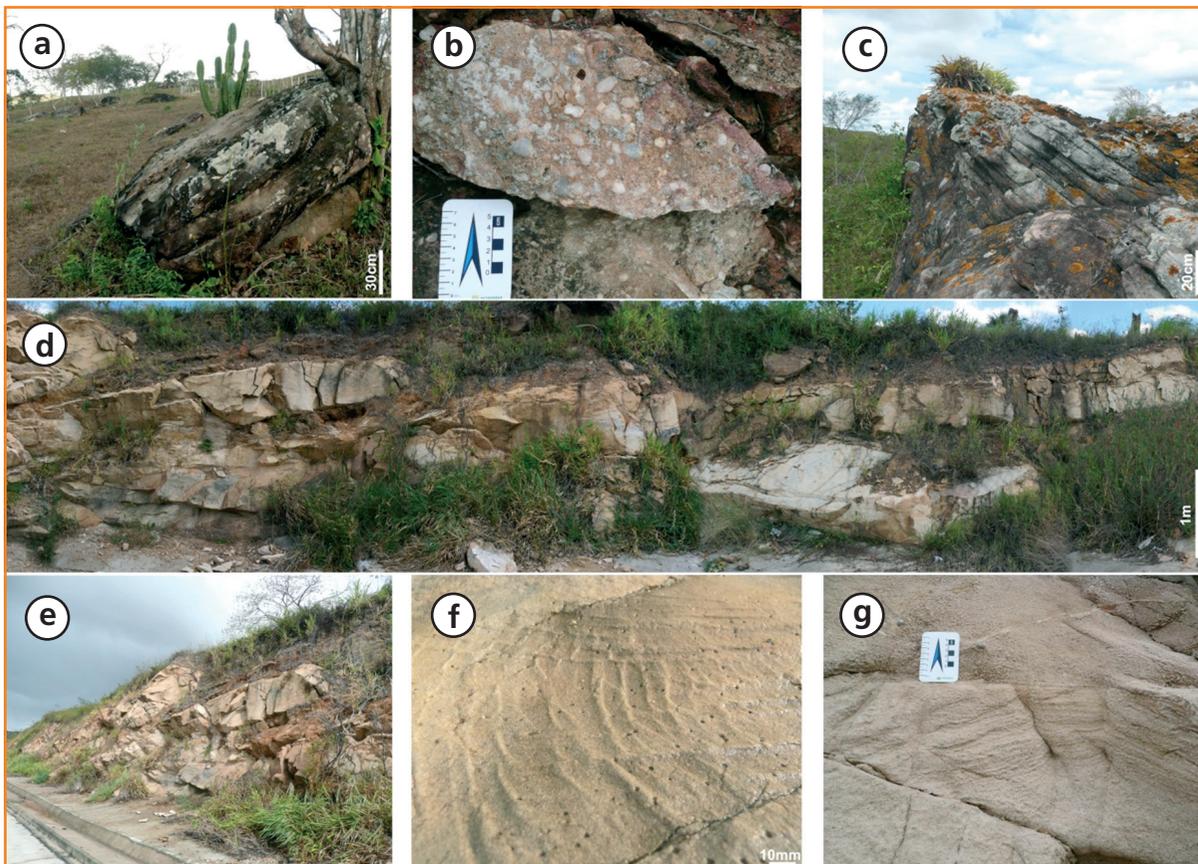


Figura 12 – Aspecto geral dos afloramentos da Formação Karapotó em sua localidade-tipo (área do povoado Mulungu). (a) barras fluviais amalgamadas; (b) depósitos conglomeráticos da base dos canais; (c) barras fluviais amalgamadas; (d) e (e) lobos sigmoidais de frente deltaica; (f) skolithos nos arenitos de frente deltaica; (g) estratificações tabulares em barras fluviais.

Figure 12 – General aspects of the outcrops from the Karapotó Formation at its type locality (Mulungu village area). (a) amalgamated fluvial bars; (b) conglomeratic deposits from a channel bottom; (c) amalgamated fluvial bars; (d) e (e) sigmoidal lobes from delta front; (f) skolithos in the delta front sandstones; (g) tabular stratification at fluvial bars.

Como seção de referência em subsuperfície foi definido o intervalo 3.058m a 3.242m (-2.937m a -3.121m) do Poço 1-SMC-1-AL (São Miguel dos Campos 1), totalizando 184m de espessura (fig. 5). Embora uma seção mais espessa tenha sido constatada no Poço 3-FTD-2-AL (273m), optou-se por propor este poço como referência pelo fato de ter sido testemunhado (testemunho nº 26).

## caracterização petrográfica e diagenética

Os arenitos da Formação Karapotó são mineralogicamente maduros, quartzosos (fig.

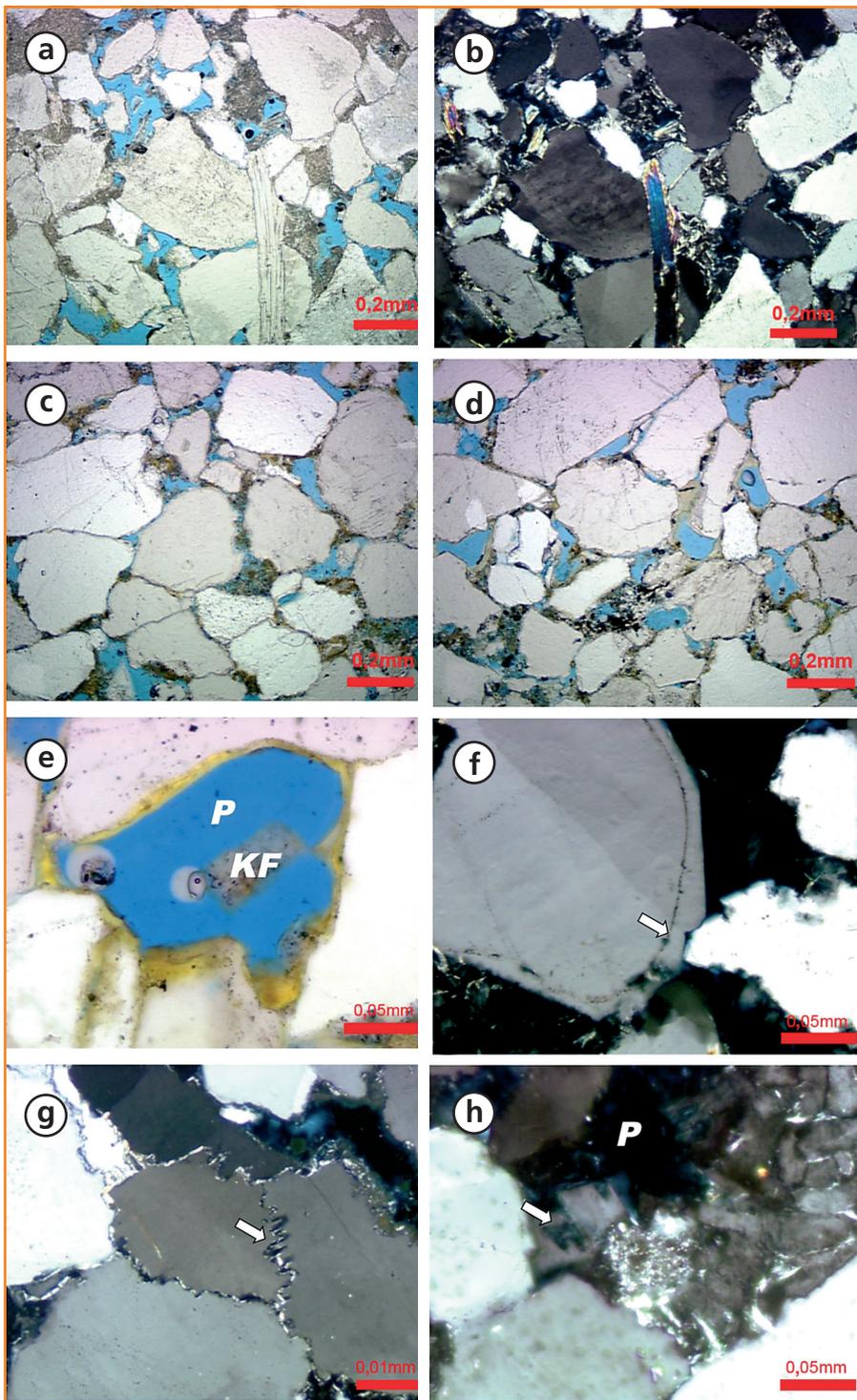
13), com menos de 5% de feldspato. Domina o quartzo monocristalino plutônico (de extinção reta, alguns com bastante apatita) e o quartzo de extinção ondulante, em detrimento do quartzo policristalino. O feldspato é sugestivo de originalmente ter sido ortoclásio, afetado posteriormente por processos de ilitização, dissolução, precipitação de K-feldspato diagenético e caulinita. K-feldspato diagenético aparece como aglomerados de pequenos cristais prismáticos, pós-crescimento secundário de quartzo, ocupando o espaço intergranular deixado pelos grãos originais. Intraclastos lamosos compreendem entre 5% e 10% da composição do arcabouço. O principal mineral acessório é muscovita, com

menos de 1%, apresentando também zircão, opacos, turmalina, rutilo, epidoto e minerais de titânio (titanita substituída por óxido de titânio), como constituintes traços. A muscovita se apresenta geralmente compactada, mas sempre com muito boa preservação, sem estar cloritizada ou ilitizada (apenas pontualmente).

Na localidade-tipo, os arenitos são de granulometria média a grossa, com grãos angulosos de muito baixa esfericidade, mostrando imaturidade textural. O empacotamento é normal a apertado, predominando contatos retos, pontualmente também côncavo-convexos e suturados. A macroporosidade média (fig. 13) é relativamente baixa, entre 9% e 10%, dominando o tipo intergranular secundário por dissolução de intraclastos lamosos e/ou aparentemente de origem primária alargada. Microporosidade está presente, entre os pequenos cristais prismáticos de K-feldspatos autigênicos, bem como interna a estes e aos intraclastos.

Os eventos diagenéticos observados são (figs. 13, 14 e 15):

- 1) precipitação ou herança de uma discreta cutícula de óxido de ferro de outro ciclo de deposição;
- 2) infiltração mecânica de argila (eodiagênese) na forma de finas cutículas, pontes e meniscos;
- 3) compactação mecânica, com desenvolvimento de contatos retos, côncavo-convexos e geração de pseudomatriz de intraclastos compactados (mesodiagênese rasa);
- 4) crescimentos secundários de quartzo (mesodiagênese rasa a moderada), envolvendo as cutículas de argila infiltrada;
- 5) dissolução de quartzo e do seu crescimento secundário devido à compactação química (mesodiagênese profunda);
- 6) dissolução de ortoclásio e precipitação de microcristais autigênicos de K-feldspatos e de discretas caulinitas (mesodiagênese moderada);
- 7) ilitização de cutículas de esmectita e/ou de I-S, bem como de caulinita, feldspatos e/ou fragmentos de rocha (mesodiagênese moderada);
- 8) substituição por anatásio em minerais primários de titânio (mesodiagênese moderada a rasa);
- 9) dissolução de intraclastos e pseudomatriz, gerando uma porosidade secundária móldica (telodiagênese);
- 10) dissolução parcial de cristais de K-feldspatos autigênicos, gerando porosidade intercristalina (telodiagênese);
- 11) segunda fase de infiltração mecânica de argila, agora com espessas cutículas de esmectita (telodiagênese).

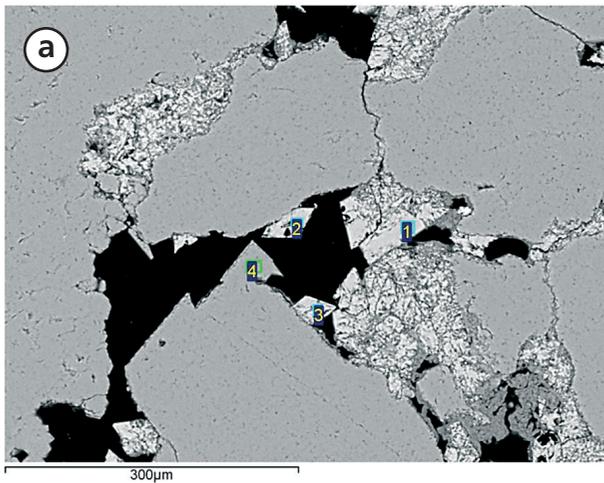


**Figura 13**

Fotomicrografias de alguns aspectos texturais e diagenéticos de amostras de afloramento. (a) arenito grosso a médio, subanguloso, com intraclastos compactados e porosidade de 9,6%. Porosidade secundária por dissolução de intraclastos e precipitação de K-feldspatos, com ilitização de uma matriz argilosa (nicóis paralelos; MUL-01); (b) arenito grosso a médio, quartzoso, subanguloso, com cutículas de I/S pré-compactação, recobrimdo os grãos e muscovitas bem preservadas (nicóis cruzados; MUL-01); (c) arenito grosso, subanguloso, porosidade intergranular de 9,0%, com meniscos e pontes de esmectitas (cor marrom-acastanhado) infiltradas, pós-compactação; também cutículas de argila pré-compactação (nicóis paralelos; MUL-01); (d) arenito grosso, subanguloso, porosidade intergranular de 10,4%, meniscos, pontes de esmectitas (cor acastanhada) infiltradas em porosidade secundária, pós-dissolução de intraclastos (nicóis paralelos; IGN-07); (e) infiltração mecânica de argila esmectítica, formando espessa cutícula telodiagenética, no interior de uma porosidade móldica (P), secundária, contendo um cristal de K-feldspato (KF; MUL-01); (f) cutícula de óxido de ferro pré-crescimento secundário de quartzo (seta; MUL-01); (g) Compactação química, com contatos suturados entre os grãos, com dissolução parcial dos grãos de quartzo; cutícula de I-S pré-compactação química (setas; MUL-01); (h) Cristais de K-feldspato no interior da porosidade primária alargada (P). Os cristais são pós-crescimento secundário de quartzo (seta) e foram parcialmente dissolvidos, talvez por uma telodiagenese (MUL-01).

**Figure 13**

Photomicrographs of some textural and diagenetic aspects on outcrop samples. (a) coarse to medium grained sub-angular sandstone with compressed intraclasts and 9.6% porosity. Secondary porosity by intraclast dissolution and K-feldspar precipitation, with argillaceous matrix illitization (parallel nicols; MUL-01); (b) coarse to medium grained quartzous sub-angular sandstone with I/S pre-compaction cuticle, covering the grains and well preserved muscovites (crossed nicols; MUL-01); (c) coarse grained sub-angular sandstone, with 9.0% of intergranular porosity, with menisci and infiltrated post-compaction smectite bridges (nut brown color); also with pre-compaction clay cuticles (parallel nicols; MUL-01). (d) coarse grained sub-angular sandstone, with 10.4% porosity, infiltrated menisci and smectite bridges (nut brown) in secondary porosity and post-dissolution intraclasts (parallel nicols; IGN-07); (e) Mechanically infiltrated smectite clay, forming a thick telodiagenetic cuticle within a moldic secondary porosity (P) containing a K-feldspar crystal (KF; MUL-01); (f) iron oxide pre-secondary quartz growth cuticle (arrow; MUL-01); (g) chemical compaction with sutured contacts between grains, with partial dissolution of quartz grains; pre-chemical compaction I-S cuticles (arrows; MUL-01); (h) K-feldspar crystals inside an enlarged primary porosity (P). The crystals are post-secondary growth quartz (arrow) and were partially dissolved, perhaps by a telodiagenesis (MUL-01).



Ponto 1 – K-feldspato autigênico

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	9,23	7,30	17,45	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	31,14	23,64	66,61	SiO <sub>2</sub>
K K	13,23	7,22	15,94	K <sub>2</sub> O
O	46,40	61,84		
Totals	100,00			

Ponto 4 - Quartzo sobrecrecido

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Si K	46,74	33,33	100,00	SiO <sub>2</sub>
O	53,26	66,67		
Totals	100,00			

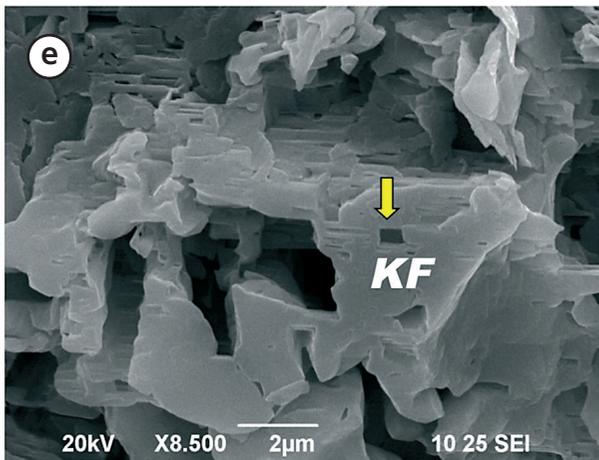
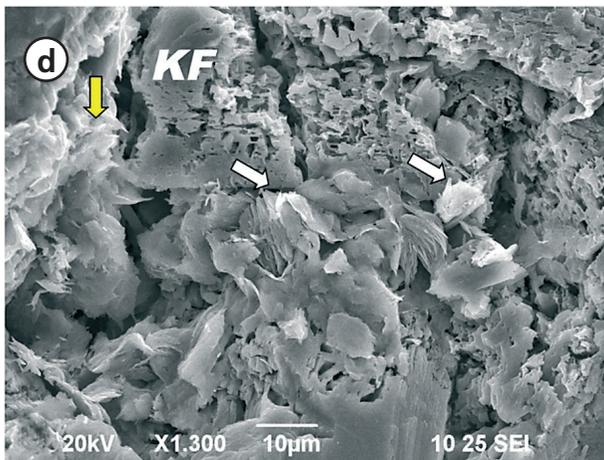
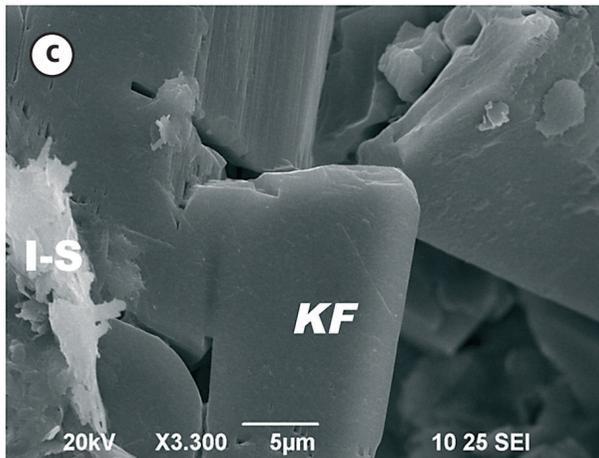
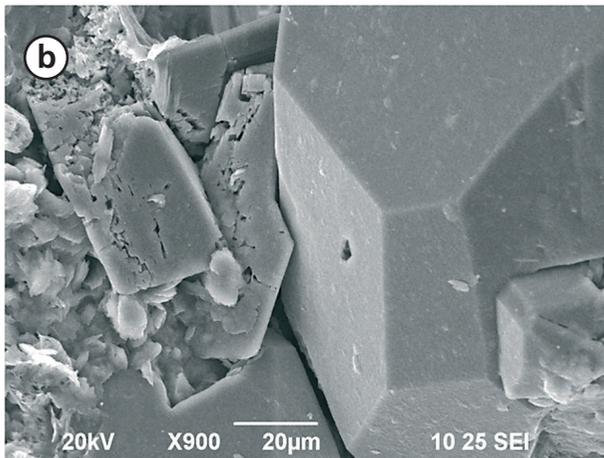


Figura 14 – Imagens dos minerais diagenéticos por Microscopia Eletrônica de Varredura: (a) crescimento secundário de quartzo (ponto 4) e K-feldspato autigênico (pontos 1, 2 e 3). Observe a composição dos pontos analisados. Backscattered Electron Image (MUL-01); (b) quartzo sobrecrecido sendo engolfado por K-feldspato também sobrecrecido (IGN-07); (c) sobrecrecimento de K-feldspato (KF) engolfando argilas parcialmente ilitizadas (I-S) (IGN-07); (d) K-feldspato (KF) parcialmente dissolvido, caulinitas parcialmente ilitizadas (setas brancas) e esmectita também parcialmente ilitizada (seta amarela), recobrendo a superfície de grão (IGN-07); (e) K-feldspato (KF) parcialmente dissolvido, com porosidade intragranular (seta amarela) (IGN-07).

Figure 14 – Images of diagenetic minerals by Scanning Electron Microscopy: (a) quartz secondary growth (point 4) and authigenic K-feldspar (points 1, 2 and 3). Notice the composition of the analyzed points (Backscattered Electron Image; MUL-01); (b) quartz overgrowth being engulfed by K-feldspar overgrowth (IGN-07); (c) Overgrowth of K-feldspar (KF) engulfing partially illitized clays (I-S; IGN-07); (d) partially dissolved K-feldspar (KF), partially illite-converted kaolinite (white arrows), and partially illite-converted smectite (yellow arrow), covering the grain surface (IGN-07); (e) partially dissolved K-feldspar (KF) with intra-granular porosity (yellow arrow; IGN-07).

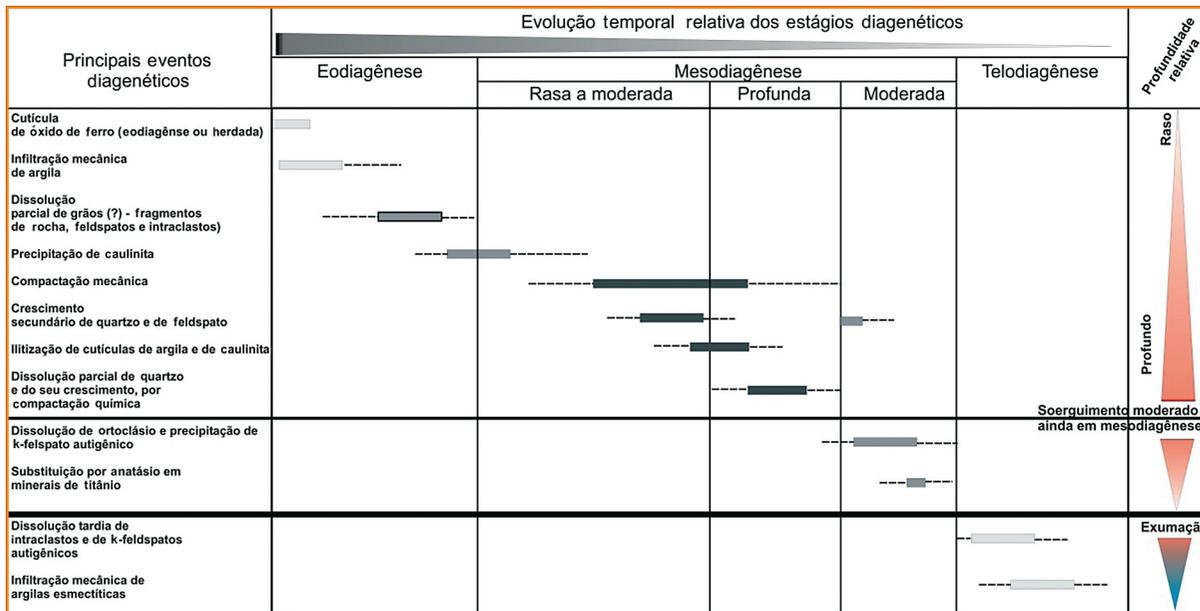


Figura 15 Quadro de evolução das fases diagenéticas da Formação Karapotó, construído a partir das análises petrológicas de lâminas delgadas da seção aflorante.

Figure 15 Diagram of the diagenetic phase evolution of the Karapotó Formation, built on the petrological analysis of thin sections from the cropping-out section.

## propriedades petrofísicas

A análise petrofísica realizada em perfis elétricos, sônicos (6 poços) e radioativos (12 poços) que atravessaram a Formação Karapotó revelou que os arenitos apresentam atributos bem marcados, caracterizando-se por um tempo de trânsito concentrado em uma estreita faixa, variando de 58µs/pé a 70µs/pé (fig. 16). Este parâmetro está intimamente relacionado às baixas porosidades dos arenitos, que oscilam entre um mínimo de 6% e um máximo de 15%. A baixa radioatividade natural dos arenitos, compreendida principalmente na faixa de 35 API a 75 API, reflete a composição da matriz quartzosa, aliada a uma argilosidade muito baixa. Os folhelhos, no entanto, apresentam picos de radioatividade elevada.

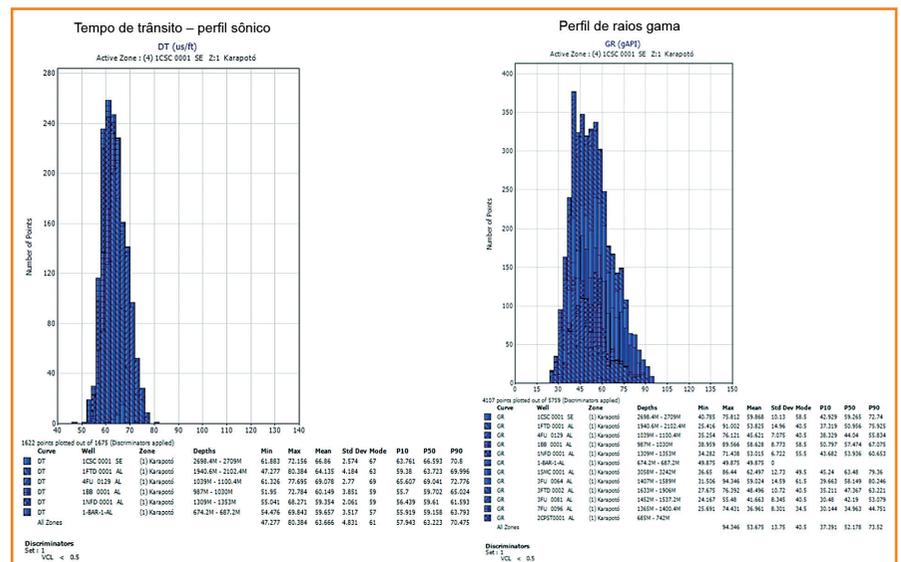


Figura 16 – Histogramas do tempo de trânsito e de raios gama baseados nas seções sedimentares atribuídas à Formação Karapotó em poços.

Figure 16 – Transit time and gamma-ray histograms based on the sedimentary sections assigned to the Karapotó Formation in wells.

## expressão sísmica

No dado sísmico, a Formação Karapotó está incluída em um conjunto de refletores plano-paralelos normalmente descontínuos, conhecidos informalmente como "a trilha", dos quais também fazem parte as demais camadas paleozoicas e as formações Candeeiro, Bananeiras e Serraria (fig. 17). Quando a espessura dessa unidade ocorre acima do limite de resolução e a qualidade sísmica permite sua caracterização, apresenta-se com uma geometria tabular, com sismofácies internas variadas, sendo mais comuns e típicas as de padrão paralelo e subparalelo, descontínuos.

Até o momento, os dados sísmicos referentes a esta unidade são de aquisição terrestre, em áreas de topografia irregular e com cobertura de sedimentos de baixa velocidade do Grupo Barreiras. Estes fatores causam problemas de correção estática, com o agravante de serem áreas geralmente muito falhadas, o que faz com que a qualidade sísmica não permita a obtenção de informações detalhadas sobre a geometria externa e interna dos depósitos.

Ao longo da porção emersa da bacia, longitudinalmente de sudoeste para nordeste, a Formação Karapotó é encontrada em profundidades relativamente elevadas no Baixo de Divina Pastora (cerca de 2.600m no Poço 1-CSC-1-SE), ficando progressivamente mais rasa até aflorar no Alto de Penedo-Japoatã, na região limítrofe entre Sergipe e Alagoas. A partir daí, volta a se aprofundar, atingindo 3.000m de profundidade na região do Baixo de Pilar (6-PIR-227D-AL), e, presumivelmente, pode atingir profundidades superiores a 5.000m no Baixo de Fazenda Guindaste, em Alagoas. Na porção submersa, a Formação Karapotó ainda não foi atingida por poços, mas presume-se que nos baixos estruturais de Mosqueiro, São Francisco e Coruripe atinja profundidades muito maiores do que nos baixos da área terrestre.

## ambientes deposicionais

A Formação Karapotó apresenta uma associação de fácies típica de ambientes fluviais entrelaçados, com depósitos canalizados do tipo *bed load*, definindo típicos padrões do tipo *sheet sands*, além de seções características de frentes deltaicas. As paleocorrentes medidas para a seção areno-conglomerática indicam sentido predominante N-NE, bastante distinto das paleocorrentes medidas para os arenitos do Membro Boacica, que indicam sentido preferencial SW (fig. 18). Quando comparadas com algumas direções medidas para os paraconglomerados do Membro Mulungu da Formação Batinga, pode-se imaginar, inicialmente, que haja alguma similaridade, porém as direções desta última unidade são muito variáveis entre diferentes localidades, refletindo a modificação da orientação dos vales glaciais onde seus tilitos de alojamento foram armazenados (Souza-Lima e Farias, 2006b).

Embora a composição dos arenitos da Formação Karapotó seja bastante quartzosa, a presença de quartzo plutônico, de micas bem preservadas e de alguns fragmentos de rochas graníticas (ou ortometamórficas) aponta pequena ou nenhuma contribuição das metamórficas de baixo grau.

As características faciológicas em afloramento são indicativas de que o afloramento de Igreja Nova e parte do afloramento Mulungu contemplam uma porção fluvial do sistema flúvio-deltaico da Formação Karapotó, com canais entrelaçados compostos por areias grossas e conglomeráticas apresentando estratificações de baixo ângulo, ou com acanaladas de médio porte, e ausências de fácies lamosas de planície de inundação. Areias maciças com mistura de frações granulométricas distintas e altas angulosidades dos grãos evidenciam o pouco transporte entre a área-fonte e o ambiente de deposição e também sugerem fluxos gravitacionais associados à deposição rápida, na transição para o sistema deltaico. Análises petrográficas das fácies tipicamente deltaicas ainda não foram iniciadas, mas macroscopicamente contemplam arenitos finos, quartzosos, predominantemente maciços, bastante litificados, eventualmente com *ripples* de corrente e topos ondulados.

A presença de cutículas de argila, pré-compacção, denuncia a infiltração mecânica de

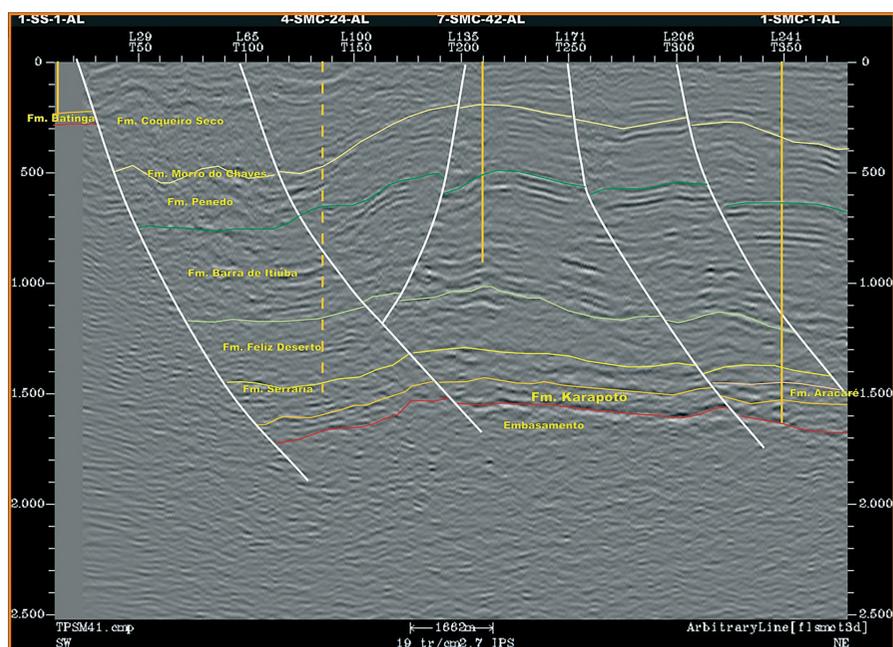


Figura 17 – Seção sísmica em tempo do levantamento 3D na área da Plataforma de São Miguel dos Campos, observando-se a trilha de refletores paleozóicos onde está incluída a Formação Karapotó. O grande número de falhas prejudica a caracterização sísmica desta unidade.

Figure 17 – Seismic section over time in a 3D survey at the São Miguel dos Campos Platform area, observing the Paleozoic reflectors' track where the Karapotó Formation is included. The large number of faults affect the seismic characterization of this unit.

argila, comum em clima árido, com enxurradas episódicas sem desenvolvimento de grandes planícies. Neste contexto, argila transportada durante os episódios de cheias fluviais infiltra quando o nível freático está muito baixo ou pode decantar em poças d'água (de pequenas depressões ao longo do leito do rio) se o lençol freático estiver elevado. Na cheia seguinte, essa argila será transportada como intraclastos e/ou será novamente diluída no fluxo e infiltrará novamente.

A presença, ainda que isolada, de grãos de quartzo com compactação química elevada, gerando empacotamentos muito apertados a estilolitizados em meio a empacotamento atualmente normal a frouxo (e sem estar em zona de falha), pode ser um indicativo de que a Formação Karapotó já esteve soterrada, no mínimo, superiores a 2.000m e posteriormente passou por fase(s) de soergimento(s), até sua atual exumação. Outras unidades quartzosas mais jovens da Bacia de Sergipe-Alagoas, como a Formação Serraria, Penedo ou Barra de Itiúba, mesmo em compartimentos estruturais com profundidades superiores a 2.000m, não evidenciam contatos estilolíticos, o que se coaduna com a hipótese de que, ao longo do tempo geológico, talvez tenham sido erodidos muito mais sedimentos sobrepostos à Formação Karapotó do que se imagina.

Arenitos médios a grossos, quartzosos a quartzo-subarcóseos, ricos em quartzo plutônico, com cimento eodiagenético de óxido de ferro, muscovitas bem preservadas, com crescimentos secundários de quartzo, dissolução parcial de feldspatos e precipitação de caulinita também foram descritos por Carvalho *et al.* (2010) em amostras da porção basal da Formação Tacaratu, de idade siluriana (Barbosa, 1964; Regali, 1964), na Bacia de Jatobá.

Considerando as características composicionais, diagenéticas e faciológicas descritas por Carvalho *et al.* (2010) para a Formação Tacaratu, parte dos arenitos da Formação Tacaratu é então semelhante aos da Formação Karapotó, guardadas as devidas proporções, já que, nas amostras analisadas da Formação Karapotó, os feldspatos presentes são essencialmente microclínio e ortoclásio, e praticamente não se observam grãos individuais de plagioclásio, não sendo comum também fácies de composição sublítica.

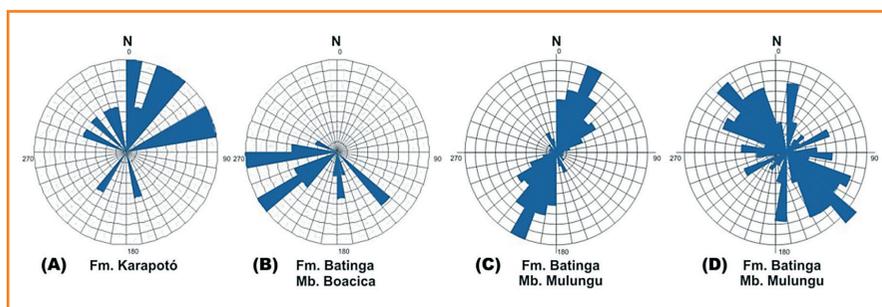


Figura 18 – Distribuição comparativa das paleocorrentes medidas para (a) os arenitos e ortoconglomerados oligomíticos da Formação Karapotó (sistema flúvio-deltaico); (b) para as intercalações arenosas do Membro Boacica da Formação Batinga (sistema deltaico-lacustre), (c) e (d) orientação do eixo maior dos clastos dos paraconglomerados em dois afloramentos do Membro Mulungu da Formação Batinga (sistema glacial). Observa-se que a Formação Karapotó e o Membro Boacica representam sistemas deposicionais claramente distintos, ao passo que a variação de orientação para o Membro Mulungu está relacionada à direção dos vales glaciais onde foram depositados os tilitos de alojamento desta unidade, não estando relacionados geneticamente à Formação Karapotó (adaptado de Souza-Lima, 2006c e Souza-Lima e Farias, 2006b).

Figure 18 – Comparative paleocurrents distribution measured for (a) the sandstones and oligomictic orthoconglomerates from the Karapotó Formation (fluvial-deltaic system); (b) the sandy intercalation from the Boacica Member of the Batinga Formation (deltaic-lacustrine system); (c) e (d) orientation of the major axis of the paraconglomerate clasts in two outcrops from the Mulungu Member of the Batinga Formation (glacial system). It can be observed that the Karapotó Formation and the Boacica Member represent clearly distinct depositional systems, whereas the variant orientation for the Mulungu Member is related to the direction of glacial valleys where the lodgment tills from this unit were deposited, and which are not genetically related to the Karapotó Formation (adapted from Souza-Lima, 2006c and Souza-Lima e Farias, 2006b).

Analisando-se uma seção estratigráfica com *datum* definido no embasamento (fig. 19), pode-se ter uma noção da magnitude dos processos erosivos que levaram à erosão e denudação desta seção, que teriam sido mais intensos na Sub-bacia de Sergipe. Em Sergipe, estes processos provavelmente estiveram relacionados à instalação dos vales glaciais, registrados pela deposição dos paraconglomerados da Formação Batinga (Membro Mulungu), cuja ação abrasiva foi suficiente para denudar quase completamente esta unidade, atingindo mesmo o embasamento durante os processos do avanço glacial. Por outro lado, em Alagoas, esta unidade teria sido menos afetada, justificando as maiores espessuras, tendo sido apenas parcialmente transgredida pelo avanço do Lago Boacica.

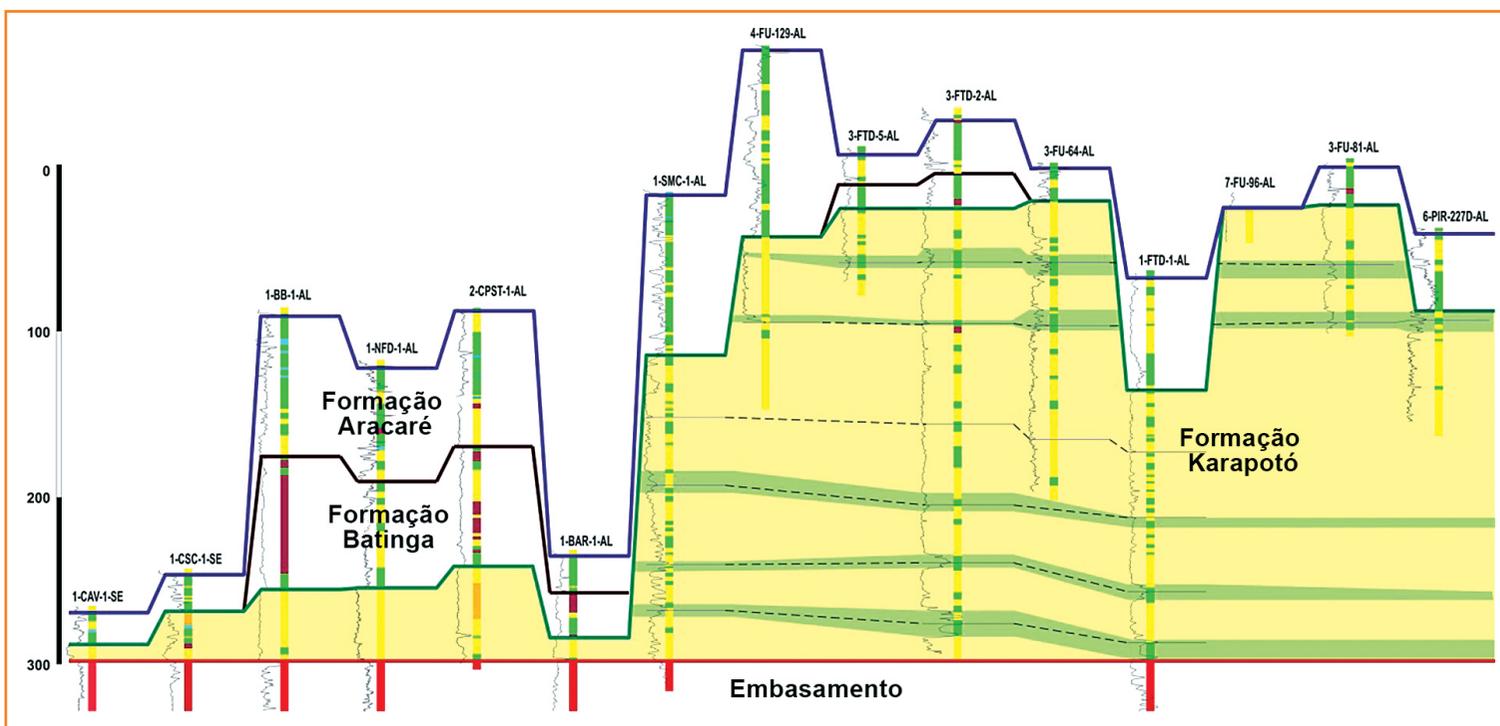


Figura 19 – Seção de correlação estratigráfica da Formação Karapotó com datum definido no topo do embasamento. A escolha desse datum apoia-se no fato de que a topografia de sistemas fluviais é, em geral, de baixa declividade – assim, um embasamento horizontalizado seria uma aproximação da topografia possível à época. As diferenças de espessura preservadas da Formação Karapotó refletiriam os processos erosivos oriundos da implantação do sistema glacial do Membro Mulungu da Formação Batinga durante o Carbonífero, mais atuante no sul (Sub-bacia de Sergipe), o que justificaria as menores espessuras da primeira unidade nesta Sub-bacia (poços à esquerda).

Figure 19 – Stratigraphic correlation section for the Karapotó Formation with datum set at the top of the basement. The choice of this datum is supported by the fact that the topography of river systems is generally a low slope - so a horizontalized basement would approximate the plausible topography at that time. The different preserved thickness for the Karapotó Formation reflects the erosive processes derived from the establishment of the glacial system from the Mulungu Member of the Batinga Formation during the Carboniferous, more active to the south (Sergipe Sub-basin), which could explain the smaller thicknesses of the first unit in this sub-basin (wells to the left).

## biocronoestratigrafia

Até o momento da individualização da Formação Karapotó, não se conhecem registros fósseis para este intervalo sedimentar. Seu posicionamento estratigráfico imediatamente sobre o embasamento e abaixo da Formação Batinga, não mais antiga que o Westphaliano tardio (Meso- a Neopensilvaniano) com base na análise de palinórfos (Dino *et al.*, 2002), sugere uma idade igual ou mais antiga que esta. Estudos efetuados nas bacias de Jatobá e Tucano Norte (gráben de Santa Brígida), onde aflora parte do registro paleozoico das bacias centrais, atestaram a similaridade textural, faciológica e estratigráfica dos arenitos e conglomerados da Formação Karapotó, aqui individualizada,

com aqueles inseridos na Formação Tacaratu, que nelas afloram (Souza-Lima, 2006b). Apesar de sua esterilidade paleontológica, a Formação Tacaratu vem sendo atribuída ao Ordovício-Siluriano ou Siluro-Devoniano, com base tanto em similaridades litológicas com o Grupo Serra Grande da Bacia do Parnaíba (Ordoviciano-Devoniano Inferior; Grahn e Caputo, 1992; Grahn *et al.*, 2005), quanto em seu posicionamento estratigráfico, visto que, na Bacia de Jatobá, ela ocorre sotoposta à Formação Inajá. A idade neodevoniana desta última é bem determinada pelo seu conteúdo fóssil (palinórfos, gastrópodos belerofontídeos, moluscos bivalvíos do gênero *Nuculites* e braquiópodes; Regali, 1964; Brito, 1967a, 1967b; Muniz, 1976; Quadros, 1980). A palinologia da Formação Inajá assegura-lhe

hoje idade struniana, isto é, devoniana terminal (Quadros, 1980; Dino *et al.*, 2011). Em face disso, a subjacente Formação Tacaratu pode ser referida com segurança apenas como “pré-struniana”, não se excluindo, por ora, uma idade ordovício-siluriana ou até mais antiga para a mesma. Isso porque, em sua porção superior, a Formação Tacaratu inclui prováveis depósitos glaciais/periglaciais eopaleozoicos potencialmente correlacionáveis com os da Formação Ipu, unidade basal do Grupo Serra Grande (Grahm e Caputo, 1992).

Foram realizadas análises bioestratigráficas qualitativa e quantitativa (palinologia) em amostras de calha e testemunhos de seções atribuídas à Formação Karapotó, em 18 dos 23 poços inicialmente atribuídos a essa unidade.

Os resultados, contudo, não foram totalmente conclusivos quanto à biocronoestratigrafia, devido ao excessivo desmoronamento de palinómorfos observado nas lâminas palinológicas, oriundo de seções pós-paleozoicas ou paleozoicas. Adicionalmente, há grande dificuldade de preservação de formas fósseis em seções siliciclásticas de alta energia, tais como nos ambientes deposicionais interpretados para a Formação Karapotó. As correlações estratigráficas efetuadas (figs. 8 e 19) indicam a existência de uma unidade de idade paleozoica claramente distinta das sobrepostas (formações Aracaré, permiana, e Batinga, pensilvaniana). A exemplo do que é observado em superfície, esta seção ocorre imediatamente sobreposta ao embasamento.

Em síntese, conclui-se que, apesar das diversas análises palinológicas efetuadas na Formação Karapotó, permanece ainda indefinido o posicionamento cronoestratigráfico da unidade aqui proposta, que tem se revelado estéril em macro- e microfósseis. Os dados bioestratigráficos atuais não permitem determinar sua idade, sendo possível no momento afirmar apenas que ela se situa entre o Cambro-Ordoviciano (ou Ordovício-Siluriano) e o Pensilvaniano. Correlações litológicas com a Formação Tacaratu da Bacia do Jatobá (ver capítulo seguinte) sugerem correlação mais restrita com a parte pré-struniana (pré-devoniana terminal) desse amplo intervalo cronoestratigráfico. Novas tentativas serão feitas em intervalos ou poços ainda não analisados, bem como sobre amostras pontuais de alguns níveis analisados de modo composto, a fim de minimizar as contaminações detectadas.

## correlação

A Formação Karapotó apresenta forte similaridade textural e faciológica com a Formação Tacaratu, de ampla distribuição nas bacias de Tucano Norte (gráben de Santa Brígida) e Jatobá, as mais próximas bacias com seções paleozoicas conhecidas, situadas a pouco mais de 100km a oeste da Bacia de Sergipe-Alagoas. Naquelas bacias, a relativa homogeneidade dos seixos de quartzo dos conglomerados desta unidade e seu aspecto muito peculiar os levaram a ser vulgarmente denominados “ovos de pomba” (Ghignone, 1963). Esta feição é também bastante característica nos conglomerados da Formação Karapotó preservados em afloramentos na área de Igreja Nova, Alagoas. Apesar desta notável similaridade, a falta de elementos bioestratigráficos em ambas as unidades impede uma correlação inequívoca.

Assim como faltam dados conclusivos para o posicionamento da Formação Karapotó na Bacia de Sergipe-Alagoas, também a Formação Tacaratu não teve, até o momento, sua idade definida, sabendo-se apenas que é pré-struniana, por estar subjacente à Formação Inajá. Uma idade tão antiga quanto o Ordovício-Siluriano é sugerida por Grahm e Caputo (1992), com base na identificação, na parte superior da Formação Tacaratu, de litofácies glaciais e periglaciais possivelmente correlatas com aquelas da Formação Ipu (Ordoviciano-Siluriano inferior, parte basal do Grupo Serra Grande), na Bacia do Parnaíba. Por outro lado, fácies sedimentares semelhantes àquelas da Formação Inajá são também observadas na porção superior da Formação Karapotó, a exemplo da assinatura deltaica que ocorre em sua localidade-tipo. Não é improvável que os registros sedimentares em questão estudados na Bacia de Sergipe-Alagoas representem porções amalgamadas das duas unidades, cuja separação é ainda difícil devido à pouca expressão em outros afloramentos.

Tanto a Formação Karapotó como a Formação Tacaratu apresentam similaridades estratigráficas e faciológicas com as formações Mauriti/Cariri, da Bacia do Araripe, e parte superior do Grupo Serra Grande (Formação Jaicós), da Bacia do Parnaíba (fig. 20). Comparando-se os padrões de paleocorrentes, as da Formação Karapotó divergem daqueles destas últimas unidades, predominantemente NE na primeira e N-NW nas demais. Estas diferenças

poderiam talvez refletir um real diacronismo, uma sedimentação (penecontemporânea ou não) em bacias estanques, ou, ainda, decorrer do fato de a Formação Karapotó ter sido gerada por uma drenagem superimposta quase ortogonalmente à cadeia brasileira (atual Faixa de Dobramentos Sergipana), ao passo que as encostas ocidentais desta mesma cadeia montanhosa teriam servido de terras altas para as drenagens que nela surgiam e se direcionavam para o oeste, em direção à Bacia do Parnaíba, passando pelas bacias de Tucano e Jatobá (fig. 21).

As direções das paleocorrentes obtidas na área de afloramentos da Formação Karapotó (Domo

de Igreja Nova) indicam origem da drenagem ao sul-sudoeste, direcionada principalmente para nordeste. A extensão dos depósitos atribuídos à Formação Karapotó alcança a Plataforma de São Miguel e, possivelmente, o Baixo de Pilar, em Alagoas. Não é conhecida sua extensão ao norte da sua atual área de ocorrência. A existência de terrenos soerguidos na região da Borborema ao norte desta área torna possível supor uma inflexão desse sistema fluvial para o oeste, na porção central da Sub-bacia de Alagoas, onde poderia coalescer com o sistema Tacaratu-Jaicós, supondo sua contemporaneidade com estes sistemas (fig. 21).

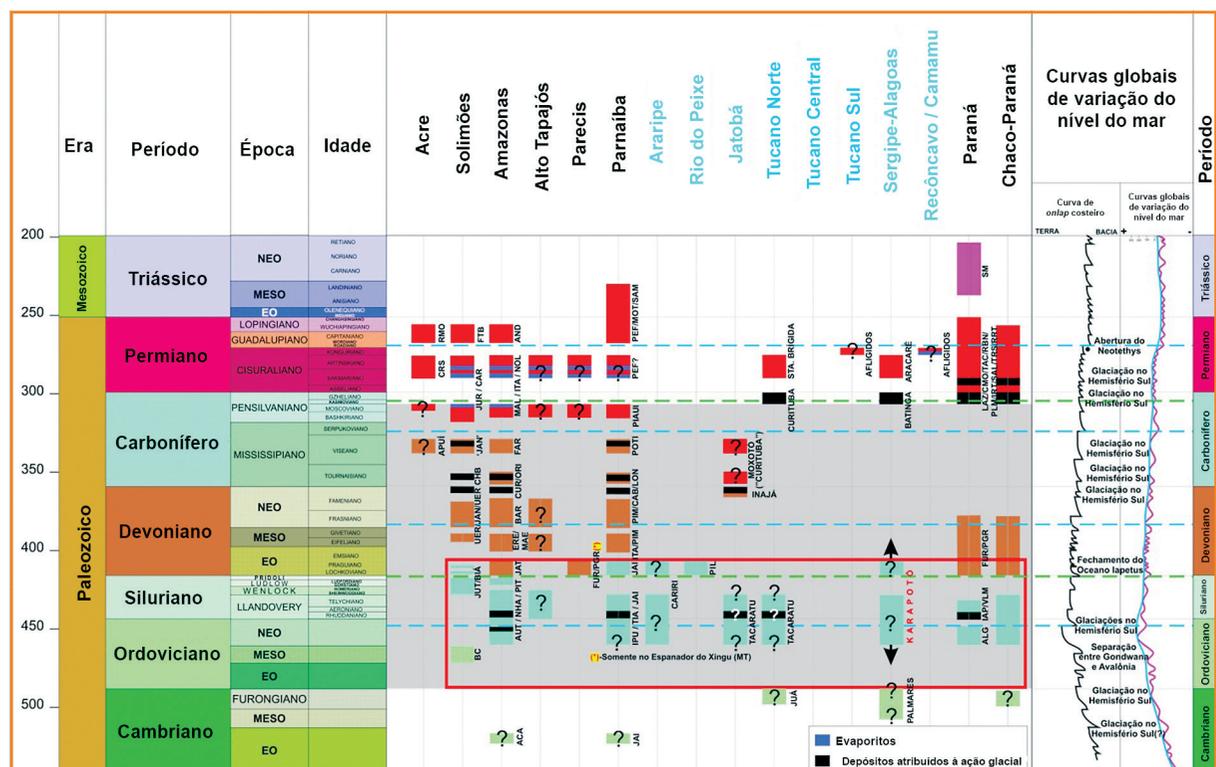
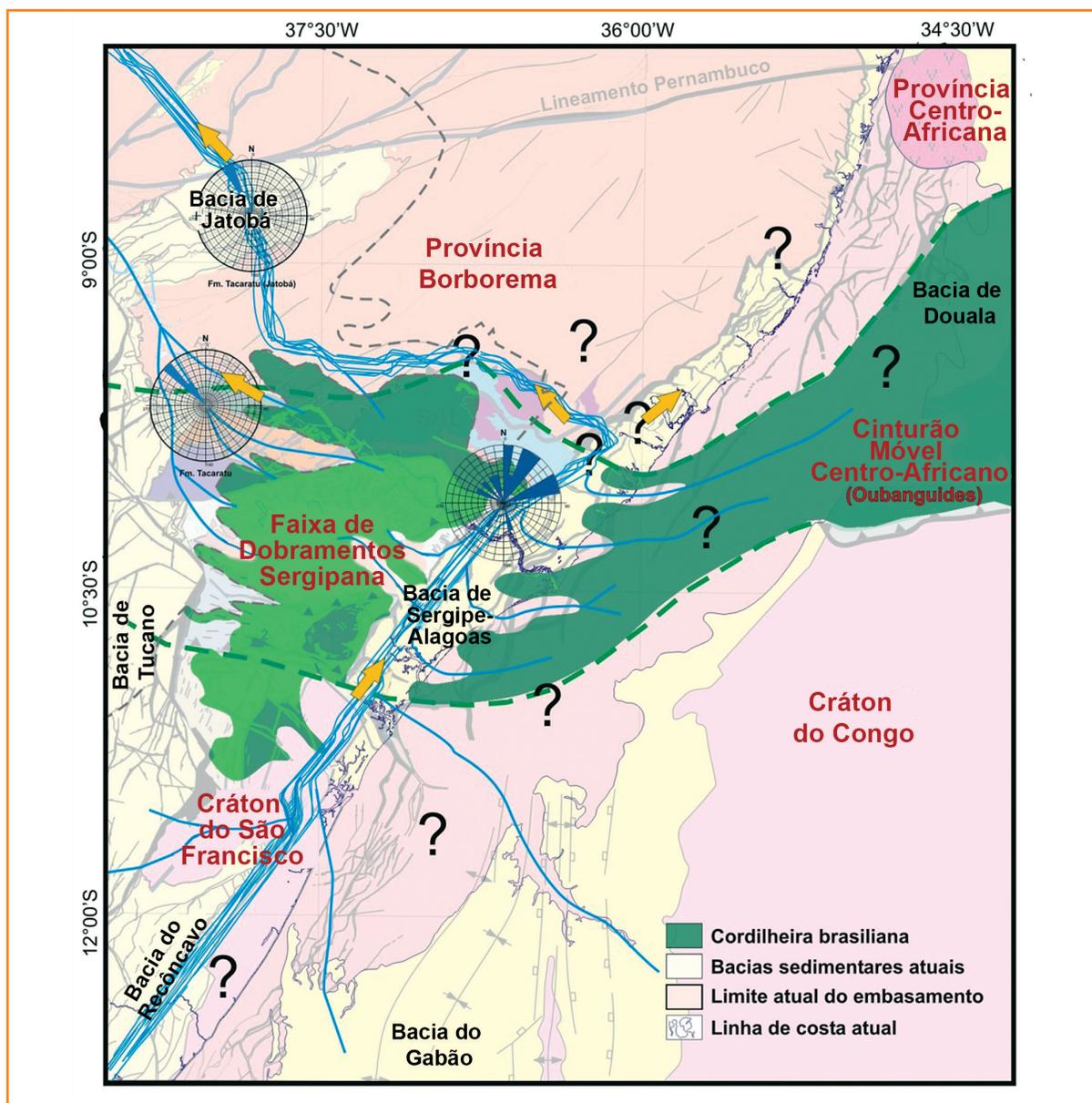


Figura 20 – Tentativa de correlação de registros sedimentares paleozóicos em bacias sedimentares brasileiras (modificado de Souza-Lima, 2006b, incorporando novos dados bioestratigráficos do Cenpes/PDGeo/BPA, em parte ainda inéditos). O intervalo sombreado em tom cinza-claro indica a máxima amplitude de idades possíveis para a Formação Karapotó, com base nos conhecimentos atuais. O retângulo vermelho destaca o intervalo Ordoviciano-Eodevonian, que abrange idades reputadas no momento entre as mais prováveis para esta unidade, conforme discutido no texto.

Figure 20 – Attempted correlation for the Paleozoic sedimentary records in the Brazilian sedimentary basins (modified from Souza-Lima, 2006b, incorporating new biostratigraphic data from Cenpes/PDGeo/BPA, in part unpublished). The shaded interval in light gray tone indicates the maximum range of possible ages for the Karapotó Formation based on the present knowledge. The red rectangle highlights the Ordovician-Eodevonian interval covering ages presently accepted as the most probable for this unit, as discussed in the text.



**Figura 21**  
Reconstrução artística da Bacia de Sergipe-Alagoas e áreas adjacentes que ilustra possíveis relações entre os sistemas fluviais das formações Karapotó (Sergipe-Alagoas) e Tacaratu (Tucano Norte e Jatobá), supostamente correlatas. Para mais informações, consultar o texto.

**Figure 21**  
Artistic reconstruction from the Sergipe-Alagoas Basin and adjacent areas, illustrating possible connections between the river systems from the Karapotó (Sergipe-Alagoas) and Tacaratu (Tucano North and Jatoba) formations supposedly interrelated. For more information, see text.

Estudos recentes na Bacia do Rio do Peixe, Paraíba (Roesner *et al.*, 2011) detectaram uma seção sedimentar composta por arenitos, conglomerados e siltitos cujos dados biocronoestratigráficos apontaram uma idade eodevoniana (eolochkoviana-eopraguiana), permitindo sua correlação com as porções não basais da Formação Jaicós e mesmo com a parte mais inferior da Formação Itaim, ambas da Bacia do Paraíba.

A seção marinha neodevoniana (struniana) da Formação Inajá, que ocorre na Bacia de Jatobá, é correlata aos sedimentos da porção superior da Formação Cabeças e inferior da Formação Longá, da Bacia do Paraíba, porém nenhum deles tem associação genética com os depósitos arenosos

identificados na Bacia do Rio do Peixe, que seriam eodevonianos (Lochkoviano-Praguiano).

Poder-se-ia adicionalmente tentar correlacionar a Formação Karapotó com outras seções arenosas pré-strunianas presentes na Bacia do Paraíba (p. ex., Tianguá, Ipu e Jaibas). Note-se que as mesmas diferem não apenas quanto ao padrão de paleocorrentes, como também quanto ao sistema deposicional. Isso confere assinaturas deposicionais claramente distintas para estas seções (Vaz *et al.*, 2007), quando comparadas à Formação Karapotó, porém sem prejuízo de um potencial sincronismo sedimentar entre elas, considerando as grandes distâncias paleogeográficas envolvidas.

## perspectivas exploratórias

Apesar da baixa porosidade conhecida para a Formação Karapotó (entre 6% e 15%), melhores condições permoporosas são esperadas em compartimentos onde a diagênese tenha sido menos agressiva ao espaço poroso e onde o sistema petrolífero tenha sido ativo. Contudo, por ser a seção sedimentar mais basal da bacia, a mesma ainda não foi adequadamente avaliada, a exemplo do que também ocorre com as seções permocarboníferas.

## agradecimentos

Os autores agradecem ao geólogo Cristiano Mundstock Fischer e ao técnico Paulo Dias de Souza Filho (UO-SEAL-EXP-SE), pelo auxílio nos trabalhos de campo; aos técnicos do UO-SEAL/EXP/SE e Cenpes/PDGEO/BPA, pelas confecções de lâminas petrográficas e bioestratigráficas e das análises de microscopia eletrônica de varredura; e aos geólogos Márcia Emilia Longhim e José Henrique Gonçalves de Melo (Cenpes/PDGEO/BPA), pelas análises bioestratigráficas e sugestões ao texto.

## referências bibliográficas

BENDER, F. **North-east Sergipe Coastal Basin: progress report of Sergipe geological field party TG-6.** Maceió: Petrobras/EXSA, 1957. 28 f. Relatório interno. Inclui mapas.

BARBOSA, O. **Geologia de parte da região do médio São Francisco, nordeste do Brasil.** Petrópolis: PROSPEC, 1964. 69 p.

BRITO, I. M. Contribuição ao conhecimento dos microfósseis devonianos de Pernambuco: I - archaeotritetes. **Anais da Academia Brasileira Ciências**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 281-283, 1967a.

BRITO, I. M. Contribuição ao conhecimento dos microfósseis devonianos de Pernambuco: II - aritarcha - ptermorphitae. **Anais da Academia**

**Brasileira Ciências**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 285-287, 1967b.

CAMPOS NETO, O. P. A.; SOUZA-LIMA, W.; CRUZ, F. E. G. Bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 405-415, maio/nov. 2007.

CARVALHO, R. R.; NEUMANN, V. H.; FAMBRINI, G. L.; VIEIRA, M. M.; ROCHA, D. E. G. A. Origem e proveniência da sequência siliciclástica inferior da Bacia do Jatobá. **Revista Estudos Geológicos**, Recife, v. 20, n. 2, p. 113-127, 2010.

CRUZ, F. E. G. **Análise estratigráfica das formações Batinga, Aracaré e Candeeiro, Bacia de Sergipe-Alagoas.** Aracaju: Petrobras/DENEST/DIREX/SELG, 1994. 24 f. Relatório Interno. Inclui fotografias. 10 seções estratigráficas.

DINO, R.; ANTONIOLI, L.; BERGAMASCHI, S.; RODRIGUES, M. A. C. Palinologia de depósitos aflorantes da Formação Batinga, Membro Boacica, Carbonífero superior da Bacia de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., 2002, João Pessoa. **Boletim de resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2002. p. 659.

DINO, R.; GONZÁLEZ, F.; ANTONIOLI, L.; MILHOMEM, P. S.; MORENO, C.; SÁEZ, R. Palinologia de estratos do Devoniano terminal e do Carbonífero Inferior da Bacia de Tucano - NE Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22., 2011, Natal. **Atas...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2011. p. 268-271.

FEIJÓ, F. J. Bacias de Sergipe e Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 149-161, jan./mar. 1994.

GHIGNONE, J. I. **Geologia do flanco oriental da Bacia de Tucano Norte (do Vasa Barris ao São Francisco).** Salvador: Petrobras/RPBA/DIREX/SETEX, 1963. 99 f. Relatório interno. Inclui mapas.

GRAHN, Y.; CAPUTO, M. V. Early silurian glaciations in Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**: an international journal for the geo-sciences, Amsterdam, v. 99, n. 1/2, p. 9-15, Nov. 1992.

- GRAHN, Y.; MELO, J. H. G.; STEEMANS, P. Integrated chitinozoan and miospore zonation of the Serra Grande Group (Silurian-Lower Devonian), Parnaíba Basin, northeast Brazil. **Revista Española de Micropaleontología**, Madrid, v. 37, n. 2, p. 183-204, mayo/ago. 2005.
- MOTA L. Estado de Sergipe. In: BRASIL. Conselho Nacional do Petróleo. **Relatório de 1950**. Rio de Janeiro: CNP, 1951. p. 96-99. Inclui mapa e tabela.
- MUNIZ, G. C. B. **Macrofósseis devonianos da Formação Inajá no Estado de Pernambuco**. 1976. 165 f. Tese (Livre Docência)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1976.
- QUADROS, L. P. Ocorrência de palinóforos em sedimentos paleozóicos da Bacia de Jatobá (Pernambuco). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 68-72, 1980.
- REGALI, M. S. P. Resultados palinológicos de amostras paleozoicas da Bacia de Tucano-Jatobá: seção paleozoica do Poço IMST-1-PE, na Bacia de Jatobá. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 165-180, abr./jun. 1964.
- ROCHA-CAMPOS, A. C. Late Palaeozoic tillites of the Sergipe-Alagoas Basin, Rondônia and Mato Grosso, Brazil. In: HAMBREY, M. J.; HARLAND, W. B. (Ed.). **Earth's pre-Pleistocene glacial record**. Cambridge: University Press, 1981. p. 838-841.
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; SANTOS, P. R.; SALVETTI, R. A. P. Iceberg scours and associated subglacial furrows and striae on sandstones of the Late Paleozoic Curitiba Formation, NE Brazil. In: LATIN AMERICAN CONGRESS OF SEDIMENTOLOGY, 3., 2003, Belém. **Abstract book**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2003. p. 142-144.
- ROESNER, E. H.; LANA, C. C.; LE HÉRISSÉ, A.; MELO, J. H. G. Bacia do Rio do Peixe (PB): novos resultados bioestratigráficos e paleoambientais. In: CARVALHO, I. S.; SRIVASTAVA, N. K.; STROCHSCHOEN JR., O.; LANA, C. C. (Ed.). **Paleontologia: cenários de vida**, volume 3. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 135-141.
- SCHALLER, H. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe/Alagoas. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 21-86, jan./mar. 1969.
- SOUZA-LIMA, W. Litoestratigrafia e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Sergipe-Alagoas: o Paleozóico e o domo de Igreja Nova. **Phoenix**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 93, p. 1-4, set. 2006a.
- SOUZA-LIMA, W. Litoestratigrafia e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Sergipe-Alagoas: o Paleozóico: introdução. **Phoenix**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 91 p. 1-6, jul. 2006b.
- SOUZA-LIMA, W. Litoestratigrafia e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Sergipe-Alagoas: o Paleozóico: a provável seqüência siluro-devoniana. **Phoenix**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 94, p. 1-4, out. 2006c.
- SOUZA-LIMA, W.; FARIAS, R. M. Litoestratigrafia e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Sergipe-Alagoas: o Paleozoico: a seqüência carbonífera (I). **Phoenix**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 95, p. 1-4, nov. 2006a.
- SOUZA-LIMA, W.; FARIAS, R. M. Litoestratigrafia e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Sergipe-Alagoas: o Paleozóico: a seqüência carbonífera (II). **Phoenix**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 96, p. 1-6, dez. 2006b.
- TEIXEIRA, A. A.; MEISTER, E. M.; SCHALLER, H.; PONTES, F. C. **Litoestratigrafia da Bacia de Sergipe-Alagoas**: subgrupo Igreja Nova. Parte I. Petrobras/RPNE, 1968. Relatório da Comissão de Revisão Estratigráfica. Relatório interno. 46 f.
- VAZ, P. T.; REZENDE, N. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R.; TRAVASSOS, W. A. S. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 253-263, nov. 2007.
- VIVIANI, J. B.; ROCHA-CAMPOS, A. C.; ERNESTO, M. Late Paleozoic glacial sedimentation in Northeastern Brazil: new results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 4, p. 597-610, Dec. 2000.

## expanded abstract

From all the South Atlantic sedimentary basins, the Sergipe-Alagoas Basin stands out by having a significant outcropping section typical of passive margin basins, as well as a basal section representative of the great Paleozoic synclisis. The best outcrops of this basal section are found in the area covered by the Japoatã, Penedo and Palmeira Alta highs, and the Igreja Nova Dome (fig. 1).

The Upper Carboniferous Batinga Formation (Bender, 1957; Dino et al., 2002) is well known in the basin (Cruz, 1994; Souza-Lima e Farias, 2006a, 2006b). Until the mid-1990s it was accepted as subdivided into the Mulungu, Boacica and Atalaia members (Feijó, 1994), the last one recently invalidated (Campos Neto et al., 2007). The Member Mulungu consists of polymictic paraconglomerates composed of pebbles, boulders and blocks of various rocks, which can reach dimensions larger than two meters in diameter and have variable rounding, with dark gray to greenish sandy-conglomeratic matrix, partially argillaceous (Souza-Lima e Farias, 2006b). Faceted (flat-iron) and striated pebbles (Rocha-Campos, 1981), boulders of granite-gneissic rocks with polished faces and striated pavements (fig. 2) compose the depositional and faciologic context of this unit, interpreted as of glacial origin (Viviani et al., 2000; Rocha-Campos et al., 2003).

The Boacica Member consists of a rhythmic intercalation of laminated siltstones, shales and very fine-grained sandstones, with grayish-green to light gray/light yellow color (fig. 3). Thicker sandstone levels may occur, but keep the typical fine-grained texture of the unit and reflect the depositional processes characteristic of hyperpycnal flows (Souza-Lima e Farias, 2006b). They are interpreted as products of interfingering prodelta shale and siltstones with delta front sandstones, associated with subaqueous gravity flows, being genetically associated with the Mulungu Member.

The study of the type-section of the Mulungu Member, cropping out in the homonymous locality (Teixeira et al., 1968; Schaller, 1970) in Alagoas, showed that most of the section is composed of clear, quartzous, locally feldspathic, semi-friable to cohesive sandstones and oligomictic orthoconglomerates. They exhibit rare lithic fragments derived from the proximal basement (quartzite,

granite and gneiss) and occur immediately above the granite-gneissic basement. Only at the top of this section, are the typical paraconglomerates from the Mulungu Member found (Souza-Lima, 2006a). With the studies extended over other areas of the Igreja Nova Dome, similar facies were found, always occurring immediately above the basement (figs. 1 and 4) and clearly distinct from the Batinga Formation associated facies. Thus, a new stratigraphic unit for the Sergipe-Alagoas Basin was individualized, herein named Karapotó Formation.

These rocks are arranged in tabular or sigmoidal bodies, with tabular and trough cross stratification. They were also identified in 18 wells, where they occur as clear gray, pinkish to reddish, fine to coarse, sub-angular and friable quartzous sandstones, with lithic fragments, interbedded with red-brown to greenish-gray, locally black micaceous and pyritic shales (e.g., 1-SMC-1-AL, 3.082,20m; fig. 5).

The Karapotó Formation crops out exclusively on the southern portion of the Alagoas State. It usually occurs as isolated relicts disposed immediately over the basement, 1m to 100m in thickness. Its type-section was defined on the sections at the southeastern side of the BR-101 highway and around the adjacent elevations, close to the village of Mulungu, around 1km after the bridge over the Boacica River (UTM 759150E / 8889950N, datum Córrego Alegre; fig. 10). In subsurface, it occurs between the São Cristóvão (Sergipe) and Pilar (Alagoas) lows, reaching nearly 300m in thickness (e.g. well 1-FTD-2-AL). The interval 3058-3242 m from the well 1-SMC-1-AL was chosen as the reference section (fig. 5).

The sandstones are quartzous (fig. 14), with a predominance of monocrystalline plutonic quartz, less than 5% of feldspar and muddy intraclasts (5% to 10%). The main accessory mineral is well preserved muscovite (<1%), with zircon, opaque, tourmaline, rutile, epidote, and titanium minerals in trace amounts. The packaging is normal to tight, mainly with straight contacts, but also concave-convex and sutured. The average porosity lies between 9% and 10% (fig. 16), being secondary intergranular due to the muddy intraclasts' dissolution and/or primary enlarged; microporosity is also present.

Petrophysical analysis in sonic and radioactive logs revealed that the sandstones have well marked

attributes, with transit times ranging from 58 $\mu$ s/foot to 70 $\mu$ s/foot (fig. 15). The sandstones' natural radioactivity, in the range of 35° API to 75° API, reflects the quartz matrix composition combined with a very low shaliness. Shales, however, have high radioactivity peaks.

In seismic data, the Karapotó Formation is included in a set of usually discontinuous plan-parallel reflectors, informally known as “the track”, which also include the other Paleozoic strata and the Candeeiro, Bananeiras and Serraria formations (fig. 16).

The Karapotó Formation exhibits a facies association typical of braided river environments, with bed load channeled deposits, defining the usual sheet sand patterns, besides sections characteristic of delta fronts. The presence of plutonic quartz, well preserved mica, and some granitic rock fragments in the sandstones, points to little or no contribution from low-grade metamorphic rocks. The clay cuticles denounce the mechanic infiltration, common in arid climates, related to episodic floods without development of broad flood plains. The presence of quartz grains with high chemical compression, with very tight to stylolitic packing, may indicate that the unit has been buried at least deeper than 2.000m, and subsequently underwent uplift phase(s) up to its current exhumation.

There are no known fossil records for the Karapotó Formation. Its stratigraphic position immediately over the basement and below the Batinga Formation (Meso to Neopennsylvanian; Dino et al., 2002) suggests an equal or older age. Studies conducted in the Jatoba and North Tucano (Santa Brígida graben) basins, where the Palaeozoic record of the central basins crop out, confirmed the textural, stratigraphic and facies similarity with the sandstones and conglomerates from the Karapotó Formation, and those inserted in the Tacaratu Formation (Souza-Lima, 2006c). The Tacaratu Formation has been assigned to the Ordovician-Silurian or Silurian-Devonian based on both lithological similarities with the Serra Grande Group of the Parnaíba Basin (Lower Ordovician-Devonian; Grahn e Caputo, 1992; Grahn et al., 2005) and on its stratigraphic position below the Inajá Formation in the Jatoba Basin, whose Late Devonian age (Strunian) is well determined by its fossil content (Regali, 1964; Brito, 1967a, b; Muniz, 1976; Quadros, 1980; Dean et al., 2011). In view of this, the underlying Tacaratu Formation

can only safely be referred to as “pre-Strunian”. On the other hand, sedimentary facies similar to those of Inajá Formation are also observed in the upper portion of the Karapotó Formation, such as the delta signature that occurs in its type locality. It is not unlikely that the sedimentary records studied in the Sergipe-Alagoas Basin represent amalgamated portions of both units, whose separation is still difficult due to its poor expression in other outcrops.

The biostratigraphy analysis (palynology) held in well sections assigned to the Karapotó Formation were not conclusive due to excessive downfall coming from post-Paleozoic or Paleozoic sections and also due to the great difficulty of fossil preservation in high energy siliciclastic sections, such as the depositional environments interpreted for this unit.

The Karapotó Formation has also stratigraphic and facies similarities with the Mauriti/Cariri formations from the Araripe Basin, and upper Serra Grande Group (Jaicós Formation) of the Parnaíba Basin (fig. 19). The paleocurrent patterns from the Karapotó Formation are slightly different from those of the latter units. This may reflect a real diachronic, a sedimentation (coeval or not) in closed basins, or be related to the fact that the Karapotó Formation has been generated by drainage superimposed almost orthogonally to a Late Proterozoic Brazilian mountain range (the Sergipano Fold Belt), while the Tacaratu drainages probably originated on the western slopes of the same mountain range, driving to the northwest, toward the Parnaíba Basin (fig. 20). The paleocurrents from the Karapotó Formation indicate a south-southwest origin, directed mainly northeastward. The existence of uplifted terrains up north in the region of the Borborema, makes it possible to assume a reversal of this river system to the west, in the central portion of the Alagoas Sub-basin, after which it could coalesce with the Tacaratu-Jaicós system, assuming its contemporaneity with these systems (fig. 20).

Despite the low porosities known for the Karapotó Formation (between 6% and 15%), better permo-porous conditions are expected in compartments where diagenesis has been less aggressive in the pore space and where the petroleum system has been active. As this unit is the most basal sedimentary section of the basin, it has not been adequately evaluated, like the Permo-Carboniferous sections.

## autores



### Wagner Souza-Lima

E&P Norte-Nordeste  
Unidade de Operações de Exploração e  
Produção de Sergipe e Alagoas  
Exploração  
Gerência de Sedimentologia e Estratigrafia  
[wagnersl@petrobras.com.br](mailto:wagnersl@petrobras.com.br)

**Wagner Souza-Lima** possui graduação em Geologia (1987) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), e especialização em Geologia do Petróleo (Petrobras-UFRJ). Realizou doutorado em Geologia (área de concentração Estratigrafia e Paleontologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000), com bolsa parcial na Alemanha pelo Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD), e especialização em rochas carbonáticas em 2004 (Petrobras-UFOP), com treinamento no Caribe (incluindo Bahamas), Leste Europeu e Oriente Médio. É presidente-pesquisador da Fundação Paleontológica Phoenix (Aracaju, SE) e geólogo na Petrobras. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Estratigrafia e Bioestratigrafia, além de sistemática de organismos do Cretáceo marinho, petrografia ígnea e sedimentar e sistemas deposicionais carbonáticos. É membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas. Atua principalmente nas bacias de Sergipe-Alagoas, Camamu, Almada, Pernambuco-Paraíba e Potiguar.



### Cláudio Borba

E&P Norte-Nordeste  
Unidade de Operações de Exploração e  
Produção de Sergipe e Alagoas  
Engenharia de Produção  
Gerência de Caracterização e Estudos  
Especiais de Reservatórios  
[cborba@petrobras.com.br](mailto:cborba@petrobras.com.br)

**Cláudio Borba** possui graduação em Geologia (1986) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Tem mestrado em Geoengenharia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e doutorado em Geologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Ingressou na Petrobras em 1986. Atua na atividade de caracterização e estudos de reservatórios, em Aracaju (SE), e é membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas.



### **Cristiano Camelo Rancan**

E&P Avaliação Exploratória,  
Desenvolvimento da Produção e Gestão  
de Investimento de Libra

Exploração e Competências Técnicas  
Gerência de Interpretação e Avaliação

[cristianorancan@petrobras.com.br](mailto:cristianorancan@petrobras.com.br)

**Cristiano Camelo Rancan** possui graduação em Geologia pela Universidade de Brasília (UnB), formado em 2004, ano em que ingressou na Petrobras. Trabalhou com avaliação e acompanhamento geológico. Atuou na interpretação exploratória da Unidade Operacional de Sergipe-Alagoas, onde trabalhou cerca de oito anos com as águas profundas a ultraprofundas da Sub-bacia de Sergipe e participou de forma efetiva nas recentes descobertas do último ciclo exploratório. O tema sedimentação em águas profundas foi seu principal foco de trabalho ao longo desse período, mas também tem estudado e trabalhado com rochas carbonáticas organoquímicas e químicas, sistemas deltaicos, geologia de evaporitos, tectônica, cinturões colisionais fanerozóicos e sistemas petrolíferos. Tem buscado diálogo com estudantes a Universidade Federal de Sergipe (UFS) nesses temas, por meio de minicursos, palestras e encontros informais. Além da interpretação, também faz parte da equipe de instrutores do Seminário de Campo na bacia de Sergipe-Alagoas e é membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas, ambos órgãos internos à Petrobras.



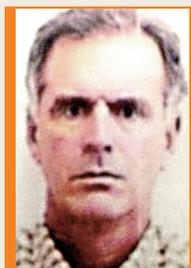
### **Lanamara Pinheiro Cangussu**

E&P Norte-Nordeste  
Unidade de Operações de Exploração e  
Produção de Sergipe e Alagoas

Engenharia de Produção  
Gerência de Caracterização e Estudos  
Especiais de Reservatórios

[lanamara@petrobras.com.br](mailto:lanamara@petrobras.com.br)

**Lanamara Pinheiro Cangussu** possui graduação em Engenharia Geológica (1984) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Obteve o grau de Mestre em Análise de Bacias Sedimentares na mesma universidade, em 1987 e neste mesmo ano ingressou na Petrobras, trabalhando com Interpretação Geológica na Exploração de Petróleo na Bacia de Sergipe-Alagoas, até 1998. Nesta época, começou a trabalhar com Exploração de Petróleo, nesta bacia, na área de Caracterização Geológica de Reservatórios. Em 2006, fez Especialização em Modelagem Geológica 3D na UFOP e a partir daí trabalha na integração de dados geofísicos, geológicos e petrológicos em modelos tridimensionais para auxiliar o Gerenciamento da Produção dos reservatórios. É membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas.



### **Manoel Nabuco Chaves Costa**

Geólogo

[nabuco.se@gmail.com](mailto:nabuco.se@gmail.com)

**Manoel Nabuco Chaves Costa** possui graduação em Geologia pela Universidade Federal da Bahia em 1979. Ingressou na Petrobras em 1980. Trabalhou na Unidade de Operações de Exploração e Produção de Sergipe-Alagoas, no setor de Avaliação de Blocos e Interpretação Geológica e Geofísica. Foi membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas. Atualmente aposentado.



**Maria Rosilene Ferreira de Menezes Santos**

E&P Norte-Nordeste  
Unidade de Operações de Exploração e Produção de Sergipe e Alagoas  
Exploração  
Gerência de Sedimentologia e Estratigrafia  
[rosimenezes@petrobras.com.br](mailto:rosimenezes@petrobras.com.br)

**Maria Rosilene Ferreira de Menezes Santos** possui graduação em Geologia (1996) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestre em Geodinâmica (1999) pela mesma universidade. Trabalhou como geóloga no convênio Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Sergipe/Petrobras, entre 2003 e 2005. Ingressou na Petrobras em 2006, onde atua na área de Estratigrafia, Sedimentologia e Petrografia. É membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas.



**Nucio Ribas**

E&P Norte-Nordeste  
Unidade de Operações de Exploração e Produção de Sergipe e Alagoas  
Exploração  
Gerência de Programação e Controle da Exploração  
[nucioribas@petrobras.com.br](mailto:nucioribas@petrobras.com.br)

**Nucio Ribas** possui graduação em Geologia (1987) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), mesmo ano em que ingressou na Petrobras. Trabalhou nas bacias do Recôncavo, Sergipe-Alagoas, Espírito Santo e Santos. É membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas.



**Cristina Pierini**

E&P Norte-Nordeste  
Unidade de Operações de Exploração e Produção de Sergipe e Alagoas  
Exploração  
Gerência de Sedimentologia e Estratigrafia  
[crispierini@petrobras.com.br](mailto:crispierini@petrobras.com.br)

**Cristina Pierini** possui graduação em Geologia (1998), Mestrado (2001) e Doutorado (2006) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Estratigrafia. Trabalha na Petrobras, no Laboratório de Sedimentologia e Estratigrafia vinculado à Exploração, em Aracaju. É membro da Comissão de Revisão Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas.



**Cláudio Petrothelle Victor Bezerra**

E&P Norte-Nordeste  
Unidade de Operações de Exploração e Produção de Sergipe e Alagoas  
Exploração  
Gerência de Avaliação e Acompanhamento Geológico  
[claudio\\_victor@petrobras.com.br](mailto:claudio_victor@petrobras.com.br)

**Cláudio Petrothelle Victor Bezerra** possui graduação em Geologia (2000) pela Universidade Federal do Ceará (UFCE). Ingressou na Petrobras em 2006, atuando no setor de Acompanhamento e Avaliação Geológica (AAG), da UO-SEAL. Fez curso de especialização em Análise de Bacias Sedimentares (2006) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)/Universidade Petrobras (UP) e em Petrofísica pela UP, em 2009.