

ESTRATIGRAFIA DO NEÓGENO NA REGIÃO OESTE DA PLANÍCIE DO RECIFE, A PARTIR DE SONDAGENS NA CIDADE UNIVERSITÁRIA (*Campus UFPE*)

Ebenézer Moreno de Souza^{1,2}

Virgínio Henrique Neumann²

Mário de Lima Filho²

Crescêncio Andrade Silva Filho¹

Emerson Emiliano Farias²; Elvis J. França²

Doi: 10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v25n2p15-38

1 – Centro Regional de Ciências Nucleares-CRCN; 2 – Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

RESUMO

Este trabalho visa apresentar a estratigrafia no final do Neógeno, da parte oeste da planície recifense, a partir de dados de sondagens na Cidade Universitária. O resultado da interpretação geológica das sondagens foi comparado com dados da evolução da costa atlântica nordestina e da planície recifense como um todo. A faixa sedimentar costeira norte pernambucana, apresenta um relevo entrecortado por pequenas baías que avançam entre 10 e 15 km continente adentro, como no caso da planície recifense. Essas paleoenseadas são preenchidas por sedimentação flúvio-marinha, deixando como testemunho os terraços pleistocênicos e holocênicos que compõem a planície atual. As informações foram coletadas em poços no *Campus* da UFPE, na Cidade Universitária, que se localiza na região oeste do Recife. Cinco sondagens atingiram a rocha cristalina, na profundidade média de 40 m, e doze chegaram a profundidades em torno de 20 metros. O furo S.2 foi tomado como representativo, pois, além de alcançar o embasamento cristalino (40 m de profundidade) e ter sido o que houve melhor recuperação, se encontra localizado na porção central da área estudada e nele houve amostragem a cada meio metro. As amostras foram analisadas em dois equipamentos de análises químicas (ICP-MS e AAS) do Laboratório de Análises Ambientais do **Centro Regional de Ciências Nucleares** do Nordeste (CRCN-NE), e o resultado das análises permitiu a separação entre rochas cristalinas e rochas sedimentares e, nestas últimas, material retrabalhado, terraços marinhos pleistocênicos e terraços continentais holocênicos. Identificou-se um enorme hiato de deposição entre o cristalino e os terraços, indicando grande erosão nesse intervalo de tempo, ou não deposição nesta região dos sedimentos da Bacia da Paraíba.

Palavras chaves: Estratigrafia da Planície do Recife, Terraços Pleistocênicos, Terraços Holocênicos, Neógeno, Paleogeografia.

Abstract. This work presents the Late Neogene stratigraphy of the western part of the strandplain of Recife City, from drill hole data. The result of the geological interpretation of wells was compared with data from the northeastern Atlantic coast and of Recife plain evolution as a whole. The coastal zone of Pernambuco State has small bays that penetrate up to 15 km into the coast, as in the case of Recife City. The sedimentary fill of these paleobays is composed of fluvial-marine deposits, represented by pleistocenic and holocenic marine terraces. The information was collected in well samples drilled on the Campus of the Federal University of Pernambuco-UFPE, which is located in the western region of Recife. Five wells reached the crystalline rocks at the average depth of 40 m and twelve of 20m. The borehole

S.2 was taken as representative of this work because it is located in the central portion of the study area and in there were sampled every half meter. The samples were analyzed in an ICP-MS and AAS of the Regional Centre of Nuclear Sciences-CRCN Laboratory. The results allowed the separation of crystalline and sedimentary rocks. Reworked material, pleistocenice and holocenice marine terraces, and continental terraces were also identified. It was observed a gap between the crystalline basement and the marine and continental terraces, indicating great erosion or not deposition of sediments in this time interval.

Keywords: Stratigraphy of Recife City plain, pleistocenice and holocenice marine terraces, Neogene, paleogeography.

INTRODUÇÃO

A faixa sedimentar da costa norte pernambucana, apresenta um relevo formado por Tabuleiros, entrecortados por pequenas baías que avançam entre 10 e 15 km continente adentro, como no caso da planície recifense. Geralmente, essas paleoenseadas são preenchidas por sedimentação flúvio-marinha, deixando como testemunho desses eventos os terraços pleistocênicos e holocênicos que compõem a planície atual (Lima Filho *et al.*, 1981).

Esses terraços marinhos estão presentes por todo o Neógeno costeiro nordestino e de acordo com os trabalhos de Bittencourt *et al.* (1979 a), Martin *et al.* (1980); Bittencourt *et al.* (1983 a, b), Martin (1988); Dominguez *et al.* (1990), são decorrentes das oscilações globais do nível do mar.

Os estudos desses pesquisadores demonstraram que a evolução paleogeográfica costeira foi resultado de dois grandes ciclos de transgressão-regressão, o primeiro, a 120.000 anos AP, no evento denominado “Penúltima Transgressão”, que alcançou cotas máximas entre 8 – 10 m do nível do mar atual (Martin *et al.*, 1982), e o segundo a 5.100 anos AP, denominado “Última Transgressão”, alcançou um máximo entre 3 – 5 m acima do nível médio do mar atual (Bittencourt *et al.*, 1979).

Estão presentes também, os terraços fluviais quaternários que estão situados ao longo das calhas dos rios, principalmente a

do rio Capibaribe, e depósitos costeiros como manguezais, praias e lagunares recentes.

Especialmente na área da paleoenseada recifense, os trabalhos de Lima Filho *et al.* (1981) e Alheiros *et al.* (1985), são os mais destacados no sentido do estudo dos terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, e dos terraços flúvio-marinhos quaternários. Os primeiros representam uma morfologia com cotas entre 7 e 10 metros, constituídos de areias quartzosas claras e inconsolidadas em superfície, mas compactas e escuras em profundidade (3 a 5 m em relação à superfície do terraço) devido à cimentação pelo ácido húmico e óxido de ferro e, localmente, ainda observadas na área do aeroporto, em Recife. Os terraços holocênicos ocupam a faixa de praia propriamente dita, e foram instalados em torno de 5.000 AP, atingindo cotas entre 3 e 5 metros, sendo comum em seus sedimentos a presença de restos inteiros e fragmentados de valvas de origem marinha.

Os terraços fluviais se distribuem principalmente ao longo do vale do rio Capibaribe, o qual participou ativamente no preenchimento sedimentar da paleoenseada. Nas demais áreas urbanas da planície recifense, os terraços em tela estão recobertos por aterros tendo em vista a ocupação da cidade, sendo reconhecidas apenas através de sondagens.

Porém, na região estudada situada na parte oeste da planície atual, abrangendo os bairros da Várzea e Cidade

Universitária (Figura 1), os dois terraços marinhos encontram-se a profundidades entre 30,00 – 18,00 m e 18,00 – 10,00 m, pleistocênico e holocênico, respectivamente. Esse afundamento comprova a existência de atividade neotectônica durante o Néogeno de todo pacote sedimentar, comprovando a mudança de rumo do rio Capibaribe, de SE para NE, nas imediações da Várzea, com seu leito encaixado numa falha, conforme atestam Lima Filho *et al.* (1981), corroborada pelo Mapa Geológico do Recife (Alheiros *et al.*, 1985).

Os estudos deste trabalho foram desenvolvidos a partir de sondagens

executadas na porção SE do *Campus* da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE (Figura 2), na Cidade Universitária, localizada na região oeste do Recife. Cinco sondagens das doze estudadas atingiram a rocha cristalina, na profundidade média de 40 m. Tendo em vista a as semelhanças sedimentares, mineralógicas e morfoscópicas entre as camadas, as amostras coletadas e os perfis dos furos, foi tomado como representativo o furo S.2, localizado na porção central da área estudo, foi realizada amostragem a cada meio metro.

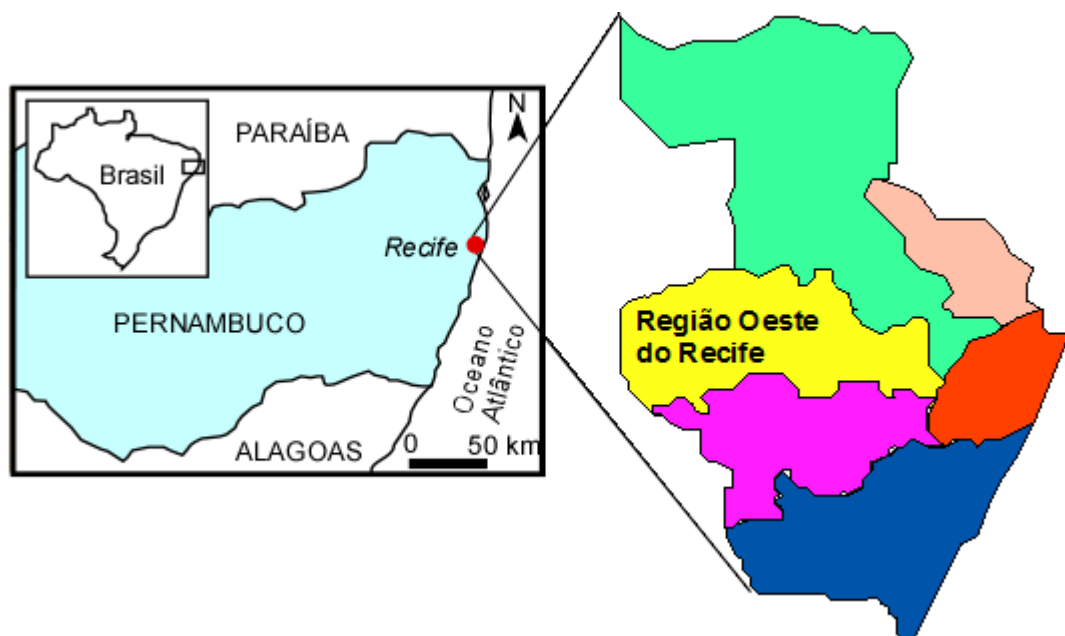


Figura 1 – Região Oeste de Recife onde se encontra a Cidade Universitária.

Fonte: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/planodiretor/mapa1.html>, com modificações.

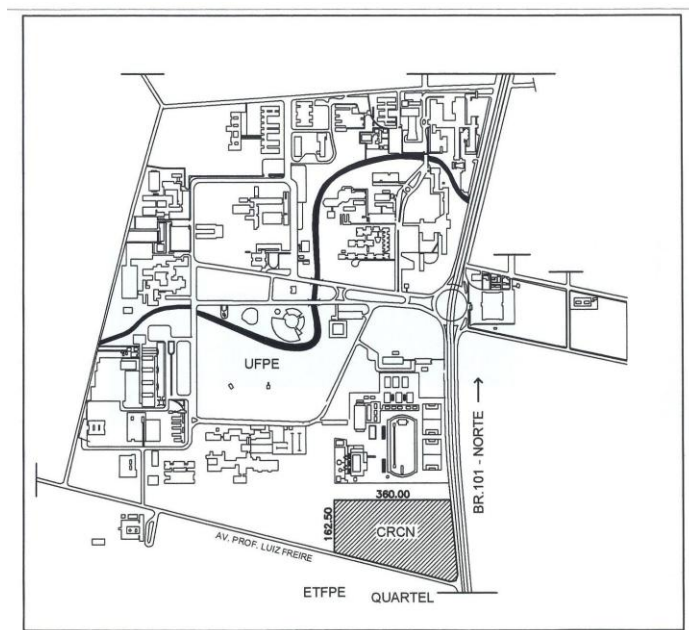


Figura 2 – Localização do **Centro Regional de Ciências Nucleares** do Nordeste (CRCN-NE) no SE do *Campus* da UFPE.

Fonte: http://www.ufpe.br/ufpenova/images/mapa_ufpe_simples1.jpg, com modificações.

Caracterização Geral

A paleoenseada recifense é circundada por morros constituídos de sedimentos areno-argilosos inconsolidados e com coloração variegada, da Formação Barreiras, morfologicamente semelhante às arquibancadas de um anfiteatro, formada através de sistemas de leques aluviais e flúvio-marinhos, de idade plio-pleistocênica. No extremo oeste desse anfiteatro que forma a planície, sob o tabuleiro sedimentar, afloram rochas cristalinas graníticas, no trecho de subida para Aldeia pela rodovia PE-22, com idade meso a neoproterozóica. Já os sedimentos neógenos foram identificados como terraços marinhos pleistocênicos, terraços holocênicos, depósitos flúvio-lagunares e manguezais (Souza *et al.*, 2007; Lima Filho *et al.*, 1991).

Materiais e Métodos

Os dados geológicos foram obtidos a partir do “Mapa Geológico do Recife” (Alheiros *et al.*, 1995), onde a área estudada encontra-se nos domínios da unidade “Terraços Marinhos Pleistocênicos Modificados”. Os dados de subsuperfície foram obtidos através de dois poços para captação de água subterrânea, um existente no Instituto Federal de Educação Tecnológica-IFET, perfurado pela Prohidro, e outro no Centro Regional de Ciências Nucleares-CRCN, perfurado pela HidroConsult e, também, através de sondagens a percussão para geotecnia no sudeste do *Campus* da UFPE, para construção do CRCN, realizadas pelas empresas Ensolos e Geosolos.

As sondagens para geotecnia da Ensolos, com média de 20 metros de profundidade, foram analisadas e algumas delas reinterpretadas para geologia (estratigrafia). Elaborou-se, então, três seções E-W, ao norte, centro e sul da área do CRCN, com os 9 furos mais representativos. As sondagens realizadas pela Geosolo, em número de 3, localizaram-se na parte central da área e todos eles atingiram o embasamento cristalino na profundidade de 40 metros. Estes furos visavam o estudo do solo para a construção do prédio do Cíclotron, possibilitando o acompanhamento mais detalhado e coleta de amostras a cada 0,5 metro.

O furo S.2 foi selecionado como o mais representativo do substrato por se encontrar na parte central da área. Em seguida, os dados foram comparados com os dos poços para água subterrânea, preparada uma seção estratigráfica da coluna do poço e as camadas sedimentares interpretadas à luz da Estratigrafia de Sequências.

As amostras foram analisadas em um equipamento de análises químicas (ICP-MS- elementos maiores, menores e traços) e a determinação do elemento Na foi realizada em um Espectrômetro de Absorção Atômica por Chama (FAAS), com cada amostra pesando uma grama. A

digestão das amostras obedeceu aos procedimentos do EPA – 3052, cotejadas em seguida com os materiais de referência, certificados. Ambos do Laboratório de Análises Ambientais do **Centro Regional de Ciências Nucleares** do Nordeste (CRCN-NE).

Síntese Geológica

As unidades estratigráficas que ocorrem na região da paleoenseada recifense englobam, da mais antiga para a mais jovem: Embasamento Cristalino, Grupo Paraíba, Formação Barreiras e Depósitos Quaternários (Souza, 1999). Os sedimentos do Grupo Paraíba e da Formação Barreiras, não foram encontrados nos furos situados no *Campus* da UFPE.

Tratando-se, especificamente, das unidades que ocorrem na planície, Alheiros *et al.* (1995) identificaram 5 unidades: Terraço Marinho Pleistocênico, Terraço Marinho Pleistocênico Modificado, Terraço Marinho Holocênico, Manguezais e Depósitos Flúvio-Lagunares.

A paleoenseada é circundada por morros que são constituídos de sedimentos areno-argilosos pouco consolidados e com coloração variegada, pertencentes à Formação Barreiras (Figura 3), formados através da deposição em leques aluviais e em fluxo de detritos.



Figura 3 – Sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras, que circundam a Planície de Recife. Fonte: Souza (2006).

No extremo-oeste desse anfiteatro, próximo da área estudada, ocorrem sob o tabuleiro sedimentar em cortes de estrada, afloramentos de rocha cristalina de composição granítica e idade neoproterozoica (Figura 4).

O Terraço Marinho Pleistocênico representa uma antiga praia, com idade em torno dos 100 mil anos. É uma unidade morfológica com cotas entre 7 e 10 metros, em contraste com as encostas dos morros que cercam a planície. Constituí-se de areias quartzosas claras, inconsolidadas em superfície e compactas e escuras em profundidade, devido à cimentação das areias pelo ácido húmico e óxido de ferro.

O Terraço Marinho Pleistocênico Modificado corresponde a uma parte da unidade anterior que foi profundamente alterada pela ação dos rios. Seu

comportamento em subsuperfície é bastante irregular, ora dominando areias retrabalhadas, os depósitos de argila moles, orgânicas, depositadas nas antigas planícies fluviais de inundação.

O Terraço Marinho Holocênico, representa a faixa arenosa de praia atual, instalada aproximadamente há 5 mil anos, com cotas entre 3 e 5 metros e presença de conchas inteiras e fragmentadas de origem marinha.

Os Manguezais constituem áreas morfológicamente rebaixadas e encaixadas entre os terraços marinhos, desenvolvendo sedimentos argilo-siltosos e matéria orgânica. Os Depósitos Flúvio-Lagunares reúnem as aluviões e os sedimentos lagunares, estuarinos e deltaicos antigos e recentes.



Figura 4 – Rocha granítica aflorando na rodovia PE-22, na subida para Aldeia (bairro da Cidade de Camaragibe-PE). Fonte: Souza (2006).

Resultados Obtidos

A seção estratigráfica do poço estudado (Figura 5) mostra cinco conjuntos distintos quanto à sedimentogênese: Rocha Cristalina Granítica, intemperizada; Sedimentos areno-argilosos misturados (retrabalhamento?); Terraço Marinho Pleistocênico; Terraço Marinho Holocênico, e Terraços Fluviais e Mangues.

Cronologicamente, da base para o topo, o perfil começa com litotipos de idade proterozóica e termina com os sedimentos inconsolidados atuais que estão sobrepostos aos sedimentos holocênicos. Foram identificadas duas discordâncias, a primeira (D1) entre o cristalino proterozóico e o terraço pleistocênico e a segunda (D2) entre este terraço e o terraço holocênico.

O embasamento cristalino foi encontrado a partir dos 37,70 metros de profundidade como rocha intemperizada,

até aos 40,75 metros, quando a sondagem encontrou a rocha sã. A espessura desse manto de intemperismo é de cerca de 3,0 metros, sendo resultado da decomposição *in situ* da rocha mãe. Estes dados estão de acordo com os furos para água subterrânea do CRCN e do IFPE. Apresenta uma composição quartzo-feldspática com muitas palhetas micáceas, coloração cinza clara, granulação média a grossa, e abundantes fragmentos de rocha cristalina que aumentam a quantidade à medida que se avança na profundidade.

Assentado discordantemente sobre esse substrato granítico neoproterozoico, ocorre um pacote sedimentar constituído de sedimentos areno-argilosos retrabalhados (na base aparece cristalino alterado, com fragmentos graníticos, e em direção ao topo, aparecem sedimentos da Formação Barreiras – material retrabalhado na seção estratigráfica do furo S.2 da figura 5).

A História geológica da sedimentação quaternária do anfiteatro recifense é decorrente das oscilações globais do nível do mar (Martin, 1988; Dominguez *et al.*, 1990; Alheiros *et al.*, 1995), então, temos entre o final do manto de intemperismo do embasamento e o início da camada basal do primeiro terraço, uma lacuna temporal que vai do Proterozóico ao Plioceno, representada pela discordância D1 (com ausência dos sedimentos da Bacia da Paraíba e da Formação Barreiras (Vide Figura 5).

Esta discordância D1, em si mesma, representa necessariamente ou a falta de sedimentação pré-neógena, ou a erosão das camadas pós-proterozoicas, mais precisamente paleozoicas-mesozoicas-paleógenas, mas que, evidentemente, intuem a uma descontinuidade litológica e temporal.

O Terraço Marinho Pleistocênico-TMP (Vide Figura 5) ocorre no intervalo entre 37,70 – 30,30 metros do perfil do furo de sondagem, portanto, com 7,40m de espessura, e assentado diretamente sobre o cristalino em discordância litológica e erosiva. No intervalo do TMP é possível reconhecer dois pequenos ciclos de sedimentação, com granulação granodecrescente ascendente seguida de outro com granocrescência, possivelmente, representando pequenas oscilações da linha de costa.

No ciclo inferior (primeiros 2,0 metros basais) a deposição inicia com areias quartzo-feldspáticas e granulação diminuindo de areia média até fina, culminando com a deposição de siltes. A presença da matriz arcossiana no sedimento indica imaturidade e fonte muito próxima, cuja deposição é resultado direto da erosão sobre os sedimentos da Formação Barreiras, que formam as falésias dos morros circunjacentes ao anfiteatro recifense durante a chamada “Penúltima Transgressão”.

O ciclo superior, com espessura em torno de 5,40 metros, é constituído de uma seqüência silte-argila/areia média/areia

grossa/areia média/areia fina/silte, parecendo refletir pequenos ciclos T-R, dentro do quadro de regressão geral, onde a deposição do terraço é resultante das areias litorâneas regressivas decorrentes da progradação da linha de costa.

A regressão que deu origem ao TMP é subsequente à “Penúltima Transgressão”, em torno dos 120.000 anos AP (Martin *et al.*, 1983), a qual atingiu os limites da paleoenseada pliocênica e erodiu as falésias existentes, constituídas de sedimentos da Formação Barreiras (Lima Filho *et al.*, 1991), caracterizada pela granocrescência de sedimentos arenosos sobre os silte-argilosos, comprovando a contribuição continental por leques aluviais e soterrando os antigos pântanos e lagunas da transgressão-estabilização anterior.

O Terraço Marinho Holocênico-TMH (Vide Figura 5), mostra uma espessura com cerca de 28,0 metros (entre 2,0 – 30,0 m) e também se caracteriza por pequenos ciclos T-R ou oscilações do nível do mar dentro da regressão geral. Está depositada em discordância erosiva (D₂) sobre o TMP, marcada pela presença de siltes e argilas resultantes da “Última Transgressão, com idade por volta dos 5.100 anos AP (Alheiros *et al.*, 1995), onde o mar avançou com menos intensidade, porém, com recuos e avanços mais frequentes, formando em ciclos de areia grossa até silte-argila, como se a linha de costa tivesse progradado gradativamente em três patamares nos quais afogou os vales dos rios e estabeleceu lagunas e pântanos ao longo do avanço e da estabilização consequente.

Por último, os Terraços Fluviais e Mangues-TFM, que representam o presente e são resultantes das oscilações do nível do mar com seus pequenos avanços e recuos ao longo da costa estabilizada, afogando os vales dos rios e formando lagunas e mangues. A espessura varia em torno de 8 metros, sendo constituída de sedimentos arenosos pouco consolidados, quartzosos e granulometria de fina a

grossa, com fragmentos de conchas na base e, na porção superior dominam argilas escuras associadas com matéria carbonosa e argilas plásticas escuras. No topo do perfil, encontra-se argila síltica escura (orgânica) e solo argiloso com material orgânico ainda não totalmente decomposto (folhas e fragmentos vegetais).

Há uma evidente lacuna temporal entre o embasamento cristalino proterozóico (Médio-Superior?) e os sedimentos retrabalhados (Pliocênicos-pleistocênicos?), com ausência dos sedimentos basais da Bacia da Paraíba (Formação Beberibe) ou, até mesmo das Formações Cabo ou Algodoads, da Bacia de Pernambuco, no limite sul da área estudada.

Igualmente, a Formação Barreiras, de idade plio-pleistocência, que constitui os morros circunjacentes à planície recifense, também se encontra ausente como uma unidade distinta. Entre as rochas cristalinas e os terraços marinhos, são encontrados sedimentos areno-argilosos muito misturados, constituídos de material cristalino na porção basal e material sedimentar de granulometria e coloração variada, lembrando retrabalhamento, denominados neste trabalho de unidade RGB.

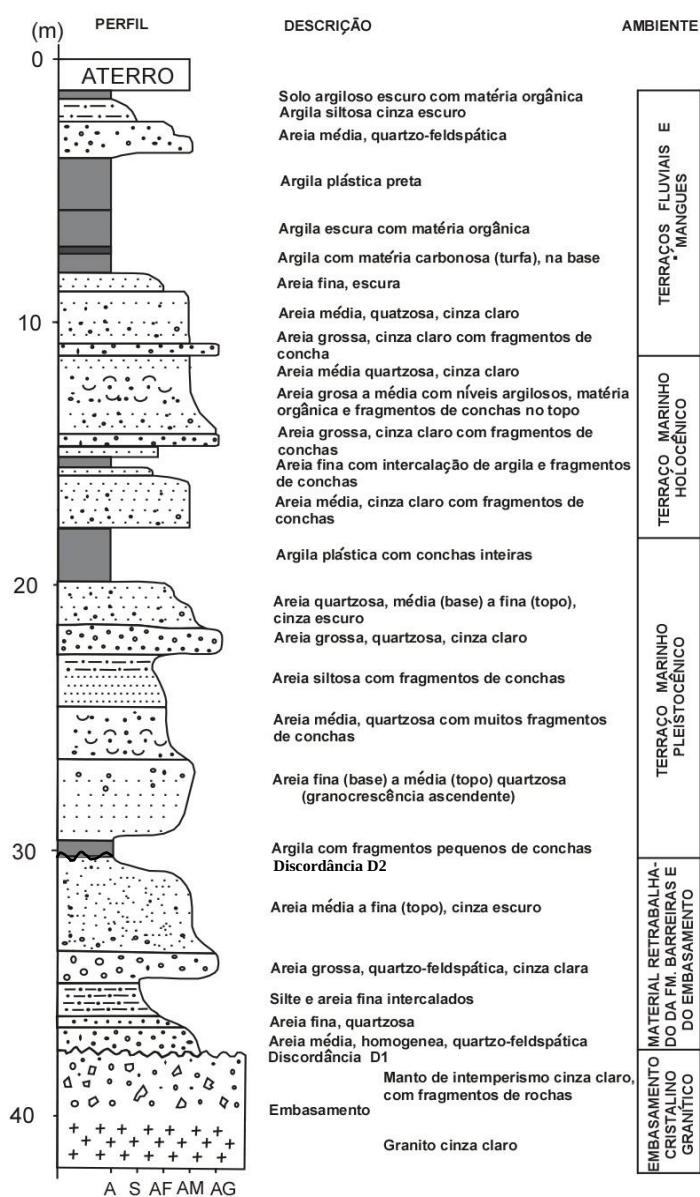


Figura 5 – Seção estratigráfica do furo S2 da área estudada.

Há uma evidente lacuna temporal entre o embasamento cristalino proterozóico (Médio-Superior?) e os sedimentos retrabalhados (Pliocênicos-pleistocênicos?), com ausência dos sedimentos basais da Bacia da Paraíba (Formação Beberibe) ou, até mesmo das Formações Cabo ou Algodoais, da Bacia de Pernambuco, no limite sul da área estudada.

Igualmente, a Formação Barreiras, de idade plio-pleistocência, que constitui os morros circunjacentes à planície recifense, também se encontra ausente como uma unidade distinta. Entre as rochas cristalinas e os terraços marinhos, são encontrados sedimentos areno-argilosos muito misturados, constituídos de material cristalino na porção basal e material sedimentar de granulometria e coloração variada, lembrando retrabalhamento, denominados neste trabalho de unidade RGB.

Discussão dos Resultados

Os estudos mostram que na porção oeste da planície recifense são reconhecidos cinco conjuntos sedimentares a partir dos dados de sondagens, a saber: a) Embasamento Cristalino Granítico-ECG; b) Retrabalramento do Cristalino e da Formação Barreiras-RCB; c) Terraço Marinho Pleistocênico-TMP; d) Terraço Marinho Holocênico-TMH; e) Terraços Fluviais e Manguezais-TFM, de acordo com a coluna apresentada na Figura 5.

Os contatos são marcados por discordâncias (D1, erosiva e D2, paraconformidade), entre as unidades ECG/RCB e RCB/TMP, respectivamente, e por discordâncias correlatas entre as demais.

Em seguida ocorrem três terraços, o primeiro, TMP ou Terraço Marinho Pleistocênico, cujas análises químicas mostram presença de Ca, Mg, Mn, Zn, e conchas, o segundo, TMH ou Terraço Marinho Holocênico, com domínio de

material continental e por último, os Terraços Fluviais e Mangues, TFM, com presença de areias, argila e matéria orgânica. Estas unidades são separadas entre si por discordâncias correlativas ou paraconformidades.

Unidade ECG – Esta unidade forma o embasamento cristalino regional e foi reconhecida através da grande quantidade de fragmentos graníticos de coloração cinza, constituídos de quartzo-feldspato-biotita, dispersos no manto de intemperismo, desde os 37,70 m, até a sondagem encontrar a rocha sã ao 40,48 metros de profundidade. Esse intervalo é constituído de areia grossa a média de coloração cinza, homogênea, quartzosa e com muito fragmento granítico e por isso interpretado como o manto de intemperismo.

As análises químicas dos óxidos presentes nos fragmentos são compatíveis com a composição granítica da rocha sã. O embasamento cristalino no local (bairros da Cidade Universitária e Várzea) foi encontrado a partir de 37 metros de profundidade, porém ele aflora nas proximidades, no limite oeste da paleoenseada, na subida do Tabuleiro de Aldeia, do qual é substrato (Souza, 2006). Vale salientar que a vertente leste desse tabuleiro é um paredão granítico de quase 70 metros entre a Faculdade de Odontologia-FOP e o bairro Vale das Pedreiras. Essa escarpa íngreme é resultante da falha onde o rio Capibaribe instalou seu curso retilíneo na chegada à paleoenseada no Neógeno, contribuindo com seus detritos para entulhá-la.

Tabela I – Análises Químicas das Unidades

Unidades	Camada	Profundidade	Umidade (%)	Perda ao fogo (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	ZnO (%)	MnO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	SiO ₂ (%)
Terraço Fluvial e Mangue (TFM)	1	1,30 – 1,60 m	5,35	3,12	38,13	3,85	0,41	25,52	0,0080	0,0900	0,140	10,1 ₁	16,47
	2	1,60 – 2,35 m	4,04	3,64	6,13	3,75	0,57	18,02	0,0030	0,0140	0,090	4,52	28,65
	3	2,35 – 3,70 m	5,00	3,70	6,52	3,38	0,59	18,04	0,0034	0,0180	0,100	5,32	25,33
	4	3,70 – 5,80 m	12,6	3,80	6,30	3,20	0,58	17,05	0,0030	0,0210	0,131	6,58	20,36
	5	5,80 – 7,35 m	17	4,76	15,26	3,18	0,60	17,96	0,0028	0,0230	0,130	7,72	17,53
	6	7,35 – 8,30 m	10,76	5,48	30,92	3,73	0,61	17,82	0,0046	0,0490	0,135	6,38	19,72
	7	8,30 – 8,90 m	11,92	2,63	22,50	4,18	0,45	18,77	0,0034	0,0370	0,148	4,80	5,83
	8	8,90 – 10,80 m	8,33	0,79	3,93	3,30	0,44	15,04	0,0020	0,0090	0,154	5,54	6,07
Terraço Marinho Holocênico (TMH)	9	10,80 – 11,30 m	40,52	0,31	4,88	2,99	0,53	12,67	0,0015	0,0120	0,144	6,56	12,75
	10	11,30 – 11,85 m	5,83	1,03	4,22	3,81	0,64	16,83	0,0012	0,0091	0,145	6,13	27,09
	11	11,85 – 14,30 m	10,23	1,72	11,56	2,89	0,45	11,95	0,0024	0,0180	0,187	6,03	17,29
	12	14,30 – 14,95 m	9,18	1,51	6,45	3,58	0,51	15,99	0,0017	0,0181	0,143	5,58	11,72
	13	14,95 – 15,90 m	16,94	2,41	29,00	3,23	0,92	21,57	0,0047	0,0413	0,225	6,73	3,82
	14	15,90 – 17,80 m	13,87	1,06	9,26	3,48	1,02	16,18	0,0063	0,0220	0,186	5,17	20,46
Terraço Marinho Pleistocênico (TMP)	15	17,80 – 19,80 m	20,00	7,08	7,69	2,44	0,27	23,82	0,0032	0,0414	0,158	6,38	11,13
	16	19,80 – 21,70 m	12,82	0,83	8,14	3,92	0,64	13,41	0,0022	0,0206	0,137	4,47	19,23
	17	21,70 – 22,65 m	15,37	1,65	5,12	3,12	0,62	15,55	0,0096	0,0116	0,144	5,93	3,75
	18	22,65 – 24,70 m	21,59	4,47	25,43	5,29	0,43	16,32	0,0140	0,0504	0,129	5,56	6,65
	19	24,70 – 26,65 m	11,59	1,56	43,50	4,33	0,46	18,88	0,0060	0,0775	0,128	5,79	4,08
	20	26,65 – 29,70 m	8,59	0,85	20,46	2,92	0,45	15,30	0,0170	0,0426	0,120	2,98	11,53
Retrabalhamento Cristalino-Barreiras (RCB)	21	29,70 – 30,30 m	14,29	3,20	24,58	3,18	0,56	17,22	0,0072	0,0234	0,134	3,22	3,60
	22	30,30 – 33,80 m	10,95	1,23	7,06	3,97	0,53	17,45	0,0037	0,0169	0,010	5,40	6,16
	23	33,80 – 35,00 m	15,55	0,88	8,49	2,96	0,55	12,55	0,0042	0,0130	0,168	6,11	45,25
	24	35,00 – 36,30 m	12,11	3,97	15,83	3,94	0,62	17,74	0,0067	0,0194	0,136	5,91	13,68
	25	36,30 – 36,85 m	5,15	0,40	6,11	2,85	0,43	14,75	0,0035	0,0104	0,144	7,78	7,46
	26	36,85 – 37,70 m	10,06	0,65	4,68	3,30	0,37	14,04	0,0038	0,0090	0,131	6,54	2,48
ECG	27	37,70 – 40,48 m	9,67	0,43	6,68	3,88	0,51	20,11	0,0037	0,0117	0,109	8,30	13,01

Discordância D1

Entre as unidades ECG e RCB, de caráter erosivo é materializada por uma enorme lacuna temporal e ausência dos depósitos continentais da Formação Beberibe, os clásticos basais da Bacia da Paraíba (Souza, 2006), esperados na área, bem como os depósitos clásticos continentais da Formação Barreiras (Plio-Pleistocênica).

Tampouco são encontrados os remanescentes da Bacia de Pernambuco (Lima Filho, 1998), no limite sul da paleoenseada (Formações Cabo ou Algodoads). Desse modo, é encontrada na área estudada, uma história de erosão, e/ou não deposição, e de retrabalhamento na coluna estratigráfica da Bacia da Paraíba no limite oeste da planície recifense, no intervalo entre o embasamento cristalino, de idade, no mínimo neoproterozóica e o pacote sedimentar que lhe é sobreposto, formado por sedimentos retrabalhados, admitidos como pós-Formação Barreiras ou de idade plio-pleistocênica, no mínimo.

Unidade RCB

Resultante da mistura de sedimentos retrabalhados da Formação Barreiras e de material erodido do Embasamento Cristalino, durante o intervalo de lacuna temporal aventada na discordância D1, a partir da erosão marinha nas falésias formadas pelos sedimentos da Formação Barreiras e que circundavam a paleoenseada

e atualmente formam os morros que contornam e limitam a planície do Recife.

Esta unidade está constituída de dois ciclos com granodecrescência ascendente, variando de areias com granulometria média, homogênea, quartzo-feldspática, areias finas quartzosas e silte-argila, no topo. O pacote apresenta 8,0 m de espessura, sendo o ciclo superior mais espesso na camada arenosa (Figura 3).

Na base do primeiro ciclo a presença de feldspato indica imaturidade do sedimento, maturo na camada sobreposta de areia quartzosa, fina e homogênea, seguida de finas intercalações silte-argila-areia fina, refletindo estabilidade no ambiente, com deposição de sedimentos em baixa energia.

O segundo ciclo, irrompe com a deposição de sedimentos clásticos de alta energia, depositando areia grossa quartzo-feldspática, demonstrando nova imaturidade mineralógica e textural, seguida de novo pacote, o mais espesso da seqüência, constituído de areias médias a finas, com granodecrescência ascendente, coloração cinza clara a escura, mostrando diminuição de energia em direção ao topo, recoberto por fina camada de argila com fragmentos de conchas, encerrando o ciclo.

As análises geoquímicas desse pacote sedimentar mostram valores elevados em Si, Al, K, Fe e Na, com forte correlação positiva entre Al-Na, Zn-Fe e Zn-Ca, Mn-Fe, Mn-Ca, Mn-Al e Mn-Zn (Figura 4), compatíveis tanto com a geoquímica do embasamento quanto dos clásticos continentais da Formação Barreiras (Tabela I).

	Umidade	P.F	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Umidade	1										
P.F	0,422868	1									
Fe	0,50118	0,82136	1								
Na	0,129331	0,514953	0,077988	1							
Ca	0,762718	0,821282	0,568038	0,598493	1						
Al	-0,0646	0,689306	0,492721	0,766685	0,406486	1					
Zn	0,499841	0,94338	0,952846	0,232087	0,723955	0,535446	1				
Mn	0,546269	0,856012	0,897543	0,468569	0,706858	0,733906	0,874557	1			
Mg	0,151885	0,104288	0,244772	-0,68536	0,028218	-0,55846	0,291901	-0,16808	1		
K	-0,68564	-0,59867	-0,83099	-0,2371	-0,56158	-0,48376	-0,70827	-0,91122	0,174441	1	
Si	0,513782	-0,29148	-0,31144	-0,33465	0,187239	-0,80463	-0,23891	-0,41352	0,483705	0,242675	1

Figura 4 – Matriz de Correlação dos Elementos Presentes na *Unidade RCB*, camadas 21 a 26 (Tabela I), mostrando forte correlação positiva (entre 0,7 e 1) e forte correlação negativa (entre -0,7 e 1), entre os elementos.

Discordância D2

Concordância Correlativa ou Paraconformidade que marca o contato entre as unidades RDB e TMP, ou passagem de ambiente de estabilidade na bacia, marcada por ambiente lagunar de baixa energia com depósito de argilas e siltes para um regime neotectônico com ascensão continental, recuo da linha de costa e entalhe fluvial resultando na formação de terraços marinhos pleistocênicos.

Unidade TMP

Esta unidade inicia com pacote espesso de areias finas até areias médias no topo e granocrescência ascendente, quartzosas e claras. Seguida de areias médias quartzosas e muitos fragmentos de conchas, sotopostas às areias e siltes finamente intercalados, mas com domínio das areias até

o terço médio e de siltes no topo, com muitos fragmentos de conchas em tamanho pequeno, como se tivessem sido retrabalhados por ação de ondas.

Um segundo pacote inicia com areia grossa, quartzosa, cinza clara, seguida de areia quartzosa média na base e fina no topo de coloração cinza escura. O ciclo encerra com espessa camada de argila plástica com conchas inteiras, com presença de matéria orgânica, lembrando ambiente calmo ou transicional, possivelmente pantanoso. Há uma diminuição de energia no sistema tendo em vista a granodecrescência ascendente.

As análises químicas mostraram maiores teores em Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , Al_2O_3 , ZnO e MnO , e forte correlação positiva entre Al-Fe, Mn-Fe e Mn-Al, Mg-Ca (Figura 5) e compatíveis com as camadas sedimentares encontradas.

	Umidade	P.F	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Umidade	1										
P.F	0,914891	1									
Fe	-0,08073	0,238141	1								
Na	0,729857	0,802964	0,484062	1							
Ca	-0,08289	-0,47802	-0,77889	-0,40623	1						
Al	0,044012	0,289186	0,876788	0,351521	-0,63288	1					
Zn	0,092415	0,355159	0,082181	-0,12449	-0,65797	0,108251	1				
Mn	-0,08149	0,250859	0,996279	0,498562	-0,8109	0,837963	0,118164	1			
Mg	0,346427	-0,03908	-0,62544	-0,09526	0,847178	-0,31086	-0,56853	-0,67997	1		
K	0,624598	0,485705	0,174259	0,497039	0,145384	0,487241	-0,38492	0,110248	0,610546	1	
Si	-0,3063	-0,42714	-0,42816	-0,14317	0,392904	-0,79265	-0,32144	-0,3734	-0,06457	-0,64043	1

Figura 5 – Matriz de Correlação dos Elementos Presentes na Unidade TMP, camadas 15 a 20 (Tabela I), mostrando forte correlação positiva (entre 0,7 e 1) e forte correlação negativa (entre -0,7 e 1), entre os elementos.

Unidade TMH

Apresenta também dois ciclos, o inferior caracterizado por uma camada de areia média cinza cara, quartzosa e com fragmentos de conchas, seguido de areia fina e argila em finas camadas, geralmente com presença de fragmentos pequenos de conchas. O segundo pacote inicia com camada de areia grossa, cinza clara e fragmentos de conchas, seguido de espessa

camada de areia grossa a média com níveis de argila, matéria orgânica e fragmentos de conchas até o topo da camada.

A geoquímica mostra teores mais elevados de SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, MgO e MnO (Tabela 1) e forte correlação positiva entre Zn-Ca, Mn-Al, Mg-Fe e Mg-Zn (Figura 6), compatíveis com os sedimentos dessa camada.

	Umidade	P.F	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Umidade	1										
P.F	-0,02951	1									
Fe	-0,07292	0,101549	1								
Na	-0,48582	-0,69986	-0,09039	1							
Ca	-0,14392	-0,49843	0,490329	0,576208	1						
Al	-0,11634	0,790034	0,405279	-0,26947	0,00172	1					
Zn	-0,08229	0,144149	0,527587	-0,0506	0,700792	0,357064	1				
Mn	0,028766	0,77005	0,668518	-0,54713	0,03589	0,845936	0,55337	1			
Mg	-0,15195	0,05595	0,919302	-0,11587	0,589462	0,266	0,721757	0,594297	1		
K	0,488282	0,272318	0,397587	-0,45726	-0,28788	0,308128	-0,31512	0,345711	0,161275	1	
Si	-0,39626	-0,35554	-0,65003	0,476662	0,050343	-0,42225	-0,20344	-0,71009	-0,42957	-0,49769	1

Figura 6 – Matriz de Correlação dos Elementos Presentes na Unidade TMH, camadas 09 a 14 (Tabela I), mostrando forte correlação positiva (entre 0,7 e 1) e forte correlação negativa (entre -0,7 e 1), entre os elementos.

Unidade TFM

Inicia com areia grossa, cinza clara e fragmento de conchas, seguida de espesso pacote de areia média, quartzosa, cinza clara, e areia fina, quartzosa e de coloração escura e pequena espessura. Segue-se um espesso pacote de argila com matéria carbonosa (níveis de turfa), seguido de argilas com intercalações finas de matéria orgânica e argila plástica encerrando o pacote.

A unidade termina com camada de areia média, quartzo-feldspática e argila siltica cinza escura, finalizando com camada de solo argiloso escuro e matéria orgânica onde se reconhece ainda folhas e pequenos galhos.

A geoquímica é dominada pelos seguintes elementos: Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O e Na_2O (Tabela 1) e forte correlação positiva entre Al-Fe, Zn-Fe e Zn-Al, Mn-Fe e Mn-Al e Mn-Zn, K-Al e K-Zn e K-Mn, Si-Ca e Si-Al, compatíveis com ambientes transicionais (Allan, 1997; Emsley, 1998; Alloway, 2013; Figura 7).

Análise Estatística dos Dados Geoquímicos

Com o auxílio da estatística, procurou-se confirmar a existência de determinadas associações geoquímicas entre os elementos químicos analisados (Tabela I), de modo a corroborar a separação das unidades sedimentares que levaram a elaboração da coluna estratigráfica (Figura 5), em acordo com os dados geoquímicos.

A Análise de Componentes Principais (ACP) se configurou numa boa técnica estatística aplicável para a diferenciação das unidades sedimentares em tela neste estudo, tanto pela redução do número de variáveis quanto pela visão global de cada conjunto de amostras e, também, pela ajuda na caracterização de cada uma das camadas sedimentares que compõem as unidades, privilegiando agrupamentos por afinidades geoquímicas, sedimentológicas e mineralógicas.

	Umidade	P.F	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Umidade	1										
P.F	0,31174	1									
Fe	0,04385	0,320513	1								
Na	-0,29693	-0,05738	0,602105	1							
Ca	0,269882	0,78242	-0,31878	-0,45746	1						
Al	-0,30413	0,12863	0,768022	0,483905	-0,43453	1					
Zn	-0,32695	0,192246	0,85439	0,462895	-0,38316	0,945759	1				
Mn	-0,14352	0,189883	0,940803	0,526975	-0,43469	0,908015	0,970607	1			
Mg	0,475325	-0,38952	0,390568	0,110744	-0,59679	0,043058	0,132369	0,322234	1		
K	0,125777	0,193995	0,647019	-0,09148	-0,26349	0,744526	0,764841	0,76912	0,330622	1	
Si	-0,36859	0,620008	-0,18798	-0,21959	0,703267	0,083738	0,078441	-0,10519	-0,90796	-0,04036	1

Figura 7 – Matriz de Correlação dos Elementos Presentes na Unidade TFM, camadas 01 a 08 (Tabela I), mostrando forte correlação positiva (entre 0,7 e 1) e forte correlação negativa (entre -0,7 e 1), entre os elementos.

Na Tabela II estão mostrados os nove elementos selecionados para a análise estatística (Fe, Mn, Al, Si, K, Na, Ca, Mg e Zn), juntamente com a Média, o Desvio padrão, e o número de amostras de cada unidade. Os dados estatísticos possibilitaram a identificação preliminar de assinaturas

geoquímicas para cada unidade sedimentar (RCB, TMP, TMH e TFM), deixando de fora apenas a unidade ECG devido ao baixo número de amostras, uma vez que ao atingir a rocha cristalina não alterada, a sondagem encerrava os furos.

Tabela II – Nove elementos selecionados para análise química por unidade sedimentar, com a média, desvio padrão e número de amostras analisadas.

Unidade	Elementos	Média (%)	Desvio Padrão (%)	Número de Amostra	Unidade	Elementos	Média (%)	Desvio Padrão (%)	Número de Amostra
MFT	Fe	11.339	9.088	8	RCB	Fe	7.782	5.357	6
	Na	2.649	0.267	8		Na	2.498	0.358	6
	Ca	0.380	0.059	8		Ca	0.364	0.066	6
	Al	9.806	1.608	8		Al	8.270	1.137	6
	Zn	0.003	0.001	8		Zn	0.004	0.001	6
	Mn	0.025	0.021	8		Mn	0.012	0.004	6
	Mg	0.077	0.013	8		Mg	0.073	0.034	6
	K	5.289	1.522	8		K	4.837	1.253	6
	Si	8.178	3.816	8		Si	6.126	7.586	6
HMT	Fe	7.620	6.497	6	GBC	Fe	4.672	-	1
	Na	2.470	0.264	6		Na	2.878	-	1
	Ca	0.485	0.169	6		Ca	0.364	-	1
	Al	8.397	1.820	6		Al	10.643	-	1
	Zn	0.002	0.002	6		Zn	0.003	-	1
	Mn	0.016	0.009	6		Mn	0.009	-	1
	Mg	0.104	0.020	6		Mg	0.066	-	1
	K	5.009	0.487	6		K	6.890	-	1
	Si	7.255	3.742	6		Si	6.081	-	1
PMT	Fe	12.862	10.279	6					
	Na	2.723	0.778	6					
	Ca	0.342	0.098	6					
	Al	9.110	1.953	6					
	Zn	0.007	0.005	6					
	Mn	0.032	0.018	6					
	Mg	0.082	0.008	6					
	K	4.304	1.041	6					
	Si	4.392	2.741	6					

Considerando que o número máximo de amostras analisadas por estrato foi oito ($n=8$ no TFM) e que as demais unidades analisadas, apresentavam seis amostras cada uma, optou-se após a avaliação dos dados fornecidos pelos gráficos ACP, elaborar matrizes de correlação de Pearson para cada unidade com 95% de grau de confiança (Souza et al, 2012), cujos resultados serão vistos a seguir.

A Unidade Retrabalhamento do Cristalino e da Formação Barreiras-RCB é constituída de uma mistura de sedimentos areno-argilosos (Formação Barreiras) com inúmeros fragmentos angulosos de rocha

cristalina, principalmente, no seu terço inferior, em contato com o manto de intemperismo da rocha do embasamento (granito). Os possíveis minerais mais abundantes e hospedeiros destes sedimentos são: os feldspatos, as micas e os minerais de argila (Reimann & Caritat, 1998).

O gráfico resultante da ACP (Figura 8) mostrou uma correlação positiva forte-média entre o Fe-Zn, e Ca-Mn e correlação negativa entre Mg-Na e K-Mn, compatíveis com o ambiente de retrabalhamento do cristalino alterado misturados com os sedimentos da Formação Barreiras (Reimann & Caritat, 1998).

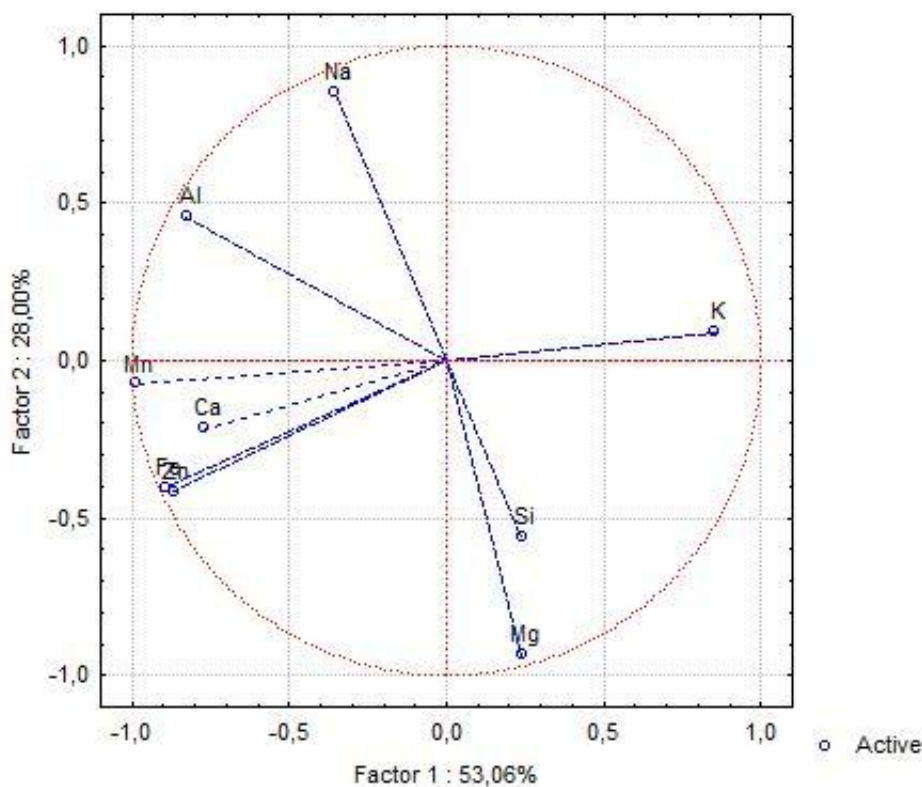


Figura 8 – Gráfico ACP da Unidade Unidade Retrabalhamento do Cristalino e da Formação Barreiras - RCB (Souza et al, 2012)

ESTRATIGRAFIA DO NEÓGENO NA REGIÃO OESTE DA PLANÍCIE DO RECIFE...

Por sua vez, a Matriz de Correlação com confiança de 95% (Pearson), confirmou a forte correlação positiva entre Fe-Zn, Fe-Mn, correlação positiva média a forte entre Ca-Mn, Zn-Mn. Também apontou correlação forte e negativa entre K-Fe, Na-Mg e K-Mn (Figura 9).

A Unidade Terraço Marinho Pleistocênico-TMP, vista sob a ótica da

ACP, não mostrou claramente relações conspícuas entre os elementos que pudessem caracterizar uma assinatura geoquímica da unidade (Figura 10), tendo em vista que os elementos apresentam-se muito dispersos, mas se observa Al-K e Fe-Mn em moderada correlação positiva e Ca-Al e Zn-Mg em correlação negativa

Correlação entre os elementos da Unidade RCB									
	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Fe	1,000000								
Na	-0,108104	1,000000							
Ca	0,652554	0,291710	1,000000						
Al	0,567519	0,625364	0,522188	1,000000					
Zn	0,953383	-0,085641	0,691985	0,587037	1,000000				
Mn	0,908207	0,297809	0,808293	0,769260	0,862872	1,000000			
Mg	0,184071	-0,936712	-0,049730	-0,551831	0,247422	-0,190295	1,000000		
K	-0,832003	-0,208281	-0,537671	-0,522491	-0,726872	-0,863864	0,190334	1,000000	
Si	-0,136625	-0,276113	0,357001	-0,594699	-0,115033	-0,144533	0,426617	0,149343	1,000000

Figura 9 – Matriz de Correlação dos elementos da unidade RCB com 95% de confiança, mostrando as correlações positivas e negativas entre elementos analisados.

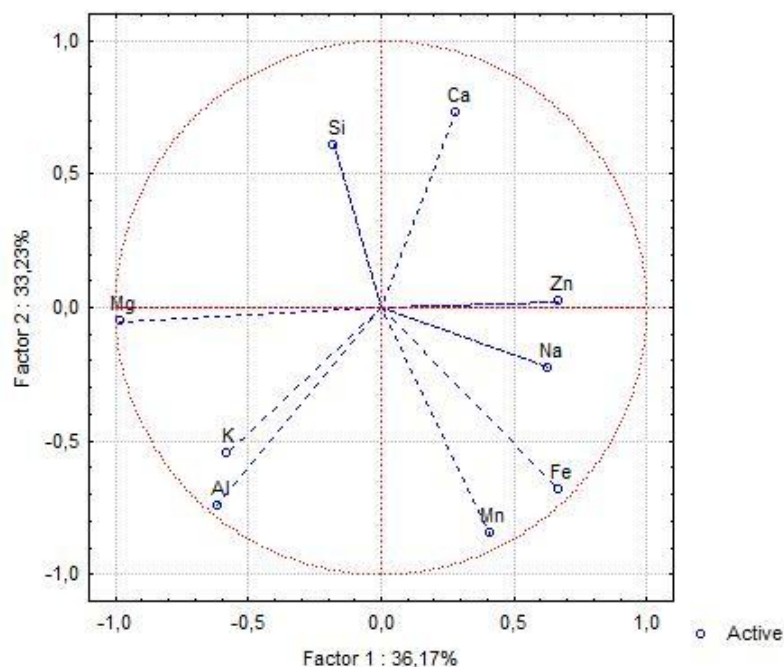


Figura 10 – Gráfico ACP da Unidade TMP, mostrando os elementos dispersos.

	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Fe	1,000000								
Na	0,575054	1,000000							
Ca	-0,216138	0,209073	1,000000						
Al	0,080985	-0,365482	-0,857836	1,000000					
Zn	0,228869	0,167154	-0,053949	-0,347583	1,000000				
Mn	0,925264	0,399350	-0,549410	0,415993	0,098763	1,000000			
Mg	-0,637825	-0,504230	-0,254220	0,606929	-0,665267	-0,400050	1,000000		
K	-0,022536	0,091570	-0,263875	0,616489	-0,513884	0,104535	0,698565	1,000000	
Si	-0,447470	-0,199217	0,149588	-0,249897	-0,349256	-0,367222	0,076567	-0,492713	1,000000

Figura 11 – Matriz de Correlação de Pearson (95% de confiança) para Unidade TMP

Entretanto, utilizando a ferramenta Matriz de Correlação com 95% de confiança (Figura 11), obteve-se uma forte correlação positiva entre Fe-Mn e média correlação negativa entre Al-Ca.

A correlação negativa Al – Ca, sugere que o Al representaria as argilas e o

Ca as conchas marinhas calcárias. Onde há mais conchas há menos argilas. A forte correlação positiva entre o Fe e Mn esta associada aos óxidos e hidróxidos presentes nos solos e são substâncias que adsorvem muitos cátions presentes.

A Unidade Terraço Marinho Holocênico-THM, de acordo com a ACP (Figura 12), mostra forte correlação entre Fe-Mn, Fe-Mg, Al-Zn, Mg-Mn e Ca-Zn e fraca correlação positiva entre Al-Ca, e correlação negativa entre K-Mg.

De acordo com a Matriz de Correlação (Figura 13), existe uma correlação positiva entre Ca-Zn, Fe-Mn, Fe-Mg e Mn-Mg, sem nenhuma correlação negativa com 95% de confiança.

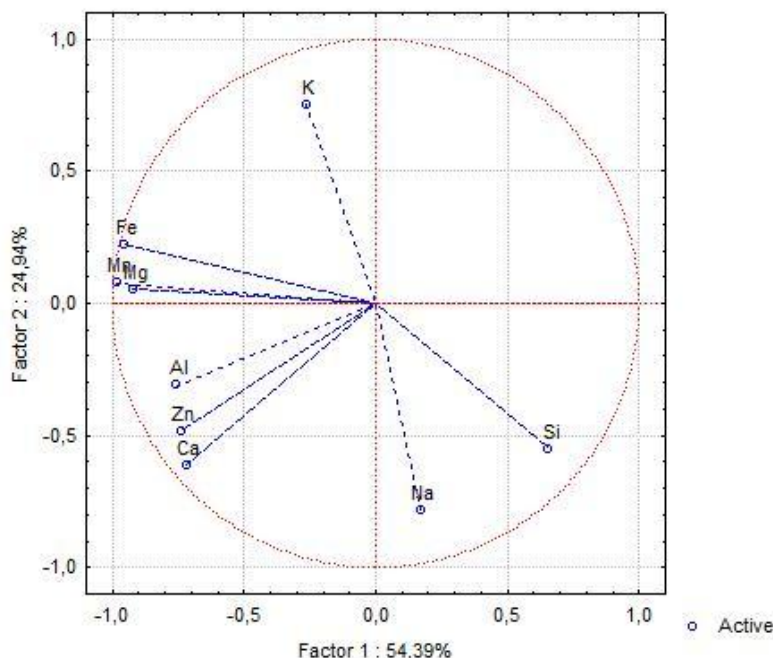


Figura 12 – Gráfico ACP mostrando as correlações positivas e negativas entre os elementos da unidade THM.

	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Fe	1,000000								
Na	-0,279133	1,000000							
Ca	0,506833	0,279204	1,000000						
Al	0,703712	0,453850	0,688328	1,000000					
Zn	0,540211	-0,024472	0,896172	0,450146	1,000000				
Mn	0,965218	-0,194136	0,610608	0,739608	0,664672	1,000000			
Mg	0,917665	-0,344227	0,613987	0,535755	0,740756	0,893945	1,000000		
K	0,448387	-0,424331	-0,189445	0,205038	-0,336203	0,260759	0,209794	1,000000	
Si	-0,705803	0,468297	-0,099066	-0,382022	-0,198224	-0,745269	-0,485244	-0,469859	1,000000

Figura 13 – Matriz de correlação mostrando os elementos da unidade TFH.

A Unidade Terraço Fluvial e Mangue – TFM, mostra no gráfico ACP (Figura 14), os elementos Al-Fe, Al-Zn, Al-Mn, Al-K, K-Zn e K-Mn, estão com forte correlação positiva e Si-Mg em correlação negativa.

Na Matriz de Correlação (Figura 15), os elementos Al-Fe, Fe-Mn, Al-Zn e Zn-Mg mostram a existência de correlação positiva, enquanto Mg-Si encontram-se em, correlação negativa.

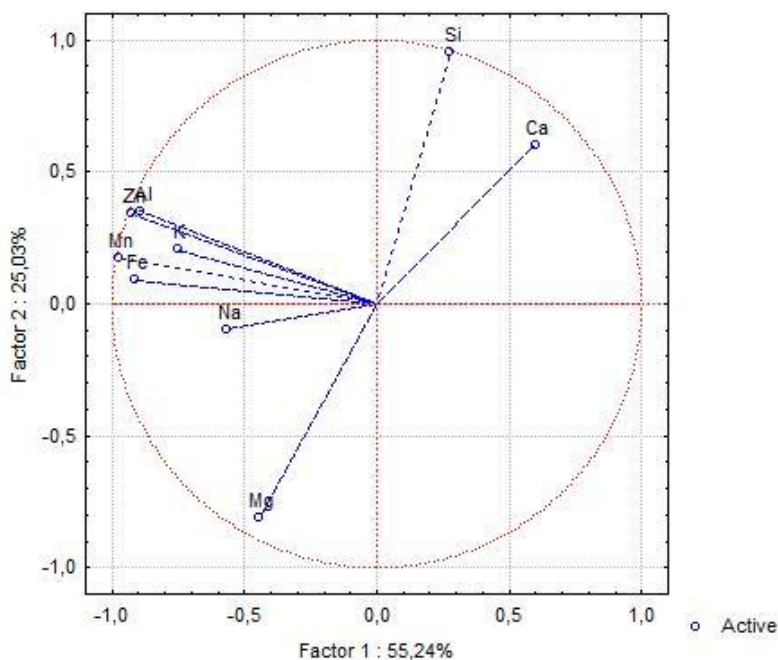


Figura 14 – Gráfico ACP da unidade TFM mostrando as correlações entre os elementos.

	Fe	Na	Ca	Al	Zn	Mn	Mg	K	Si
Fe	1,000000								
Na	0,602105	1,000000							
Ca	-0,318784	-0,457465	1,000000						
Al	0,768022	0,483905	-0,434531	1,000000					
Zn	0,854390	0,462895	-0,383159	0,945759	1,000000				
Mn	0,940803	0,526975	-0,434690	0,908015	0,970607	1,000000			
Mg	0,390568	0,110744	-0,596787	0,043058	0,132369	0,322234	1,000000		
K	0,647019	-0,091479	-0,263488	0,744526	0,764841	0,769120	0,330622	1,000000	
Si	-0,187983	-0,219593	0,703267	0,083738	0,078441	-0,105194	-0,907963	-0,040357	1,000000

Figura 15 – Unidade TFM mostrando as correlações positivas e negativas entre os elementos.

Tabela III – Resumo das correlações positivas e negativas entre os principais elementos químicos de acordo com os gráficos ACP e as matrizes de correlação de Pearson com 95% de confiança.

Unidades	Grupos de Elementos Correlacionados Positivamente	Grupos de Elementos Correlacionados Negativamente
TFM	Fe-Mn-Al-Zn e K-Al-Mn-Zn	Si-Mg
TMH	Fe-Mn-Mg e Ca-Zn	Não Identificado
TMP	Fe-Mn	Al-Ca
RCB	Fe-Mn-Zn	Na-Mg; Fe-K; Mn-K

Foi observada a correlação positiva Fe-Mn-Al-Zn e K-Al-Mn-Zn e provável associação de argilas e silicatos (feldspatos) alterados nesta unidade. O Al (argilas escuras com M.O. – matéria orgânica) desta unidade pode estar adsorvendo boa parte do cátions. A correlação negativa da Si e Mg induz que o Si seria proveniente das areias quartzosas. O Mg teria sua origem dos bioclastos magnesianos. Assim, é sugestiva a ideia onde predomina areia teria menos bioclastos ricos em Mg.

CONCLUSÕES

No Neógeno da porção oeste da planície recifense foi encontrada uma grande lacuna deposicional entre o pré-cambriano cristalino e os sedimentos pós Formação Barreiras, com idades pleistocênicas (no máximo) constituídos de material retrabalhado tanto do embasamento quanto das falésias formadas pela Formação Barreiras e que circundavam a paleoenseada. Sobre esse pacote sedimentar retrabalhado (RCB), ocorrem três terraços bem distintos TMP, TPH e TFM, o primeiro um marinho e pleistocênico, o segundo, marinho e holocênico e o último fluvial e com mangues.

É notória a ausência de sedimentos da Bacia da Paraíba (Souza, 2006), mormente os basais ou da Formação Beberibe, esperados no local estudado. É

possível que tenham sido erodidos entre o final do proterozoico – embasamento cristalino (ECG) e os sedimentos retrabalhados RCB, marcados pela discordância erosiva D1. Ressalta-se ainda a presença de falhamento que desviou e encaixou o curso do Rio Capibaribe, reconhecido por Lima Filho *et al.*, 1991, e que neste trabalho foi confirmado pela existência de um paredão íngreme de rocha cristalina sob o Tabuleiro de Aldeia, por trás da Faculdade de Odontologia de Pernambuco (no alto) e o bairro de Nazaré (na baixada). Esta constatação é condizente com um afundamento do cristalino na área estudada e erosão da bacia cretácea e das falésias plio-pleitocências da Formação Barreiras e o retrabalhamento de sedimentos das unidades pretéritas deixando marcada na estratigrafia local um “gap” temporal.

Posteriormente, foram instalados na planície do Recife os terraços que são harmônicos com a evolução dos litorais orientais nordestinos. De acordo com Dominguez *et al.*, 1990; Lima Filho *et al.*, 1991; Alheiros *et al.*, 1995, essas três camadas/terraços correspondem aos três níveis do mar acima do atual, denominados de “transgressão mais antiga” (maior que 120.000 anos AP), “penúltima transgressão” (c. 120.000 anos AP) e “última transgressão” (c. 5.100 anos AP) e, conseqüentemente, as regressões subseqüentes

Neste trabalho, as evidências mineralógicas e sedimentológicas desse quadro, estão presentes em dois terraços marinhos situados acima do nível atual de deposição e, também, por antigas gerações de *beach rocks* encontradas em alguns furos de sondagens (p.ex. no DNPM, em Casa Amarela). Como evidência ecológica e paleogeográfica, estão presentes conchas de lamelibrânquios, ouriços e ostras, encontrados em níveis mais elevados que seus *habitat's* atuais.

A análise da coluna mostrada na Figura 5 permite intuir que o atulhamento preponderante na paleoenseada ocorreu durante o Holoceno, provavelmente, com substancial ajuda do delta primitivo do rio Capibaribe, na Várzea. É também patente a ausência da sedimentação cretácea na área estudada (Cidade Universitária) no oeste da planície, a qual é proeminente em toda faixa sedimentar costeira. Se ocorreu erosão ou não deposição nessa área, ainda está em aberto, apenas observa-se a deposição pleistocênica diretamente assentada sobre o cristalino proterozóico (Discordância 1).

REFERÊNCIAS

- Alheiros, M.M.; Ferreira, M.G.X.; Lima Filho, M.F. 1995. Mapa Geológico do Recife. Conv.FINEP/LSI/DEC/UFPE.
- Allan, R. 1997. Introduction: Mining and metals in the environment. *Journal of Geochem. Exploration*, v. 58, p. 95-100.
- Alloway, B. J. 2013. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Springer. *Environmental Pollution*, v. 22, p. 3-9.
- Dominguez, J.M.; Bittencourt, A.C.S.P.; Leão, Z.M.A.N.; Azevedo, A.E.G. 1990. Geologia do Quaternário costeiro do Estado de Pernambuco. *Rev. Bras. Geoc.* **20** (1-4): 208-215.
- Emsley, J. 1998. *The Elements*. 3rd edition. Oxford, Clarendon Press. 251 pp.
- Lima Filho, M.F.; Corrêa, A.A.; Mabesoone, J.M.; Silva, J.C. 1991. Origem da Planície do Recife. *Estudos e Pesquisas*, 10, 157-176.
- Martin, L. 1988. Mapeamento geológico ao longo da faixa costeira. In: Simp. Depós. Quart. Baix. Litorâneas Brasileiras. Rio de Janeiro: **2**(1):2-29.
- Martin, L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Dominguez, J.M.L.; Ferreira, Y.A. 1983. Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas. *São Paulo, Ver. Brás. Geoc.*, **13**(2):93-97.
- Plano Diretor do Recife, Mapa 1- <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/planodiretor/mapa1.html>
- Reimann, C., & De Caritat, P. 2012. *Chemical elements in the environment: factsheets for the geochemist and environmental scientist*. Springer
- Souza, E.M. 1999. Levantamento radiométrico das unidades estratigráficas da Bacia Paraíba. Dissertação de Mestrado. UFPE/CGT/DGEO, 152p.
- Souza, E. M.; Lima Filho, M.; Neumann, V. H.; Barbosa, J. A. 2007. Estratigrafia do Neógeno na Região Oeste da Planície do Recife, a Partir de Sondagens no Campus da UFPE. Natal, SIMP. GEOL. NORDESTE, Boletim 20, p. 72.
- Souza, E. M.; Farias, E. E. G.; França, E. J.; Almeida, M. E. S.; Hazin, C. A.; Honorato, E. V.; Silva Filho, C. A.; Neuman, V. H. – Geochemistry Applied to the Neogene in the West Region of Recife, Pernambuco State, Brazil. Búzios-RJ, *Geoanalysis*, set/2012.
- Silva, J. B. P.; Malvestiti, I.; Hallwass, F., 2005. Principal component analysis for verifying ¹H NMR spectral assignments: the case of 3-aryl (1,2,4)-oxadiazol-5-carbohydrazide benzyldienes. *Quim. Nova*, vol.28, no.3, p.492-496.
- Virgilito, S.B., 2006. *Estatística Aplicada*. São Paulo, Edicon, 3ed, 590 p.