

Caracterização geotécnica das falésias no município do Conde, Paraíba

Conrad Rodrigues Rosa
UNB, João Pessoa, Brasil, conradrosa@gmail.com

Newton Moreira de Souza
UNB, Brasília, Brasil, nmsouza@unb.br

Olavo Francisco dos Santos Junior
UFRN, Natal, Brasil, olavo_santosjr@yahoo.com.br

Thomaz de Aquino Paulo Neto
UFRN, Natal, Brasil, thomaznt@hotmail.com

RESUMO: O município do Conde/ PB é caracterizado pelas formas de relevo detabuleiros e falésias costeiras com alturas variando até 40 metros. Em termos geológicos a região está inserida na Formação Barreiras, caracterizada por sedimentos com deposição de origem continental e marinha em sucessivos processos de deposição sedimentar. Esse trabalho busca caracterizar os sedimentos da Formação Barreiras no município do Conde, especificamente nos 17 km de falésias. São tratados, os aspectos geotécnicos e se investiga a fragilidade desses ambientes em relação aos processos erosivos. Este estudo se deve ao intenso processo de uso e ocupação da área e principalmente dos topos das falésias que estão apresentando acentuada instabilidade e insegurança para os usuários da praia bem como dos moradores que residem próximos as falésias. Amostras foram extraídas na face da falésia tendo como referência a mudança nas camadas estratigráficas a partir de características de identificação tátil visual. Com essas amostras foram desenvolvidos ensaios de caracterização geotécnica com base nas normas da ABNT. Foram realizados ensaios de análise granulométrica com e sem defloculante, dispersividade das argilas, limites de plasticidade e liquidez. Além desses foi realizada difratometria de raio X, e ensaio de cisalhamento direto. Com base nos resultados dos ensaios os sedimentos presentes nas falésias são predominantemente arenosos com baixa plasticidade. Apresentam uma consistência que não é só oriunda de material argiloso, que se encontra em pequena quantidade, mas principalmente de outros minerais cimentantes. Assim a estabilidade das falésias está condicionada ao estado de agregação das argilas e da cimentação que lhe proporcionam uma coesão facilmente modificada pelas intempéries e a ação humana, mostrando a fragilidade dessas feições. Apresenta uma cimentação fraca, fato esse agravado pelo meio de exposição das falésias sejam eles ventos fortes, meio salino, e principalmente infiltração das águas de chuvas que levam consigo produtos da decomposição vegetal e efluentes produzidos pela ocupação humana e que podem dissolver os materiais cimentantes e agregados, facilitando a perda da sua estabilidade. Importante também é a ação do escoamento das águas superficiais que devido a retirada da cobertura vegetal e de arruamentos mal planejados e sem a devida drenagem superficial resultam na concentração do fluxo acelerando os processos erosivos já naturalmente intensos na área.

Palavras-chave: Formação Barreiras, Caracterização Geotécnica, Falésias Costeiras, Conde/PB.

1 INTRODUÇÃO

A costa está submetida a ações naturais (ataque de ondas, marés, chuvas intensas, salinidade, ventos, declividades acentuadas, etc.) que provocam constantes modificações físicas na região, tornando-a uma zona com alto nível de instabilidade geomorfológica. Esse fator é cada vez mais agravado com a ocupação territorial desenfreada, devido à indústria turística-imobiliária, que atrai empreendimentos e grandes fluxos de pessoas para uma região que não suporta esses empreendimentos.

No município do Conde, situado no litoral sul da Paraíba, são observadas todas essas projeções de ocupação urbana sobre a falésia. A ocupação tem se dado, em sua maioria, por equipamentos turísticos, tais como pousadas, hotéis e condomínios de veraneio.

O litoral sul do Estado da Paraíba é constituído de uma faixa geológica caracterizada por deposição de sedimentos Barreiras, que é descrita como sendo uma cobertura sedimentar de arenitos continentais médios e grossos e arenitos conglomeráticos sobre depósitos de arenitos carbonáticos (BARBOSA et al, 2003; ROSSETI et al, 2009).

O ambiente em que a população se assenta e ocupa pode ter sua dinâmica natural alterada devido a situações de riscos geotécnicos que podem surgir, por isso o enfoque está direcionado ao perigo que essas situações oferecem.

Assim sendo, o que se propõe neste trabalho é investigar quais as propriedades geotécnicas dos sedimentos Barreiras para o desenvolvimento de ocupação na faixa costeira do município do Conde – PB.

Esta pesquisa tem por objetivo identificar, conhecer e modelar os atributos geotécnicos dos sedimentos da falésia costeira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Bigarella e Andrade (1964) os sedimentos do Barreiras são caracterizados por discordâncias erosivas com deposição sedimentar originada no Mioceno (citado por Nunes et al, 2011) a partir de processos de eustasia marinha (VILLAS BOAS et al, 2001); (ARAI, 2006).

Mabesoone e Lobo (1980) afirmam que os sedimentos que compõem o Barreiras são originados a partir de duas fases: ciclos de erosão e deposição. A erosão ocorrida na superfície dos Cariris Velhos (Oligoceno) sendo os sedimentos depositados no Mioceno no Ciclo de Superfícies de Tabuleiros e por fim, depósitos de areia branca no Holoceno.

Moraes et al (2006), Breda et al (2011) buscando compreender o paleoambiente deposicional com base nas descrições granulométricas e mineralógicas, definiram as estruturas sedimentares e a geometria das camadas em fácies de cascalhos, areias e lamosas, apresentando um ambiente fluvial de intensa ferruginização.

Dominguez et al (1990) apontam evidência para os sedimentos a partir de episódios de transgressões marinhas no quaternário, com testemunhos de terraços marinhos acima do nível de preamar atual, areia com granulometria fina a grossa e sedimentos siltico-argilosos; depósitos lagunares com textura fina.

Santos Jr et al (2012) classifica os sedimentos costeiros em duas categorias: consolidados e inconsolidados, sendo que o primeiro apresenta cimentação entre as partículas, enquanto os inconsolidados não apresentando cimentação ou cimentação fraca e são vulneráveis à erosão.

De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia Brasileiro, IBGE (2009), a faixa costeira brasileira tem uma morfologia de tabuleiros costeiros e planície litorânea. Brito Neves et al. (2004) discutem a formação superficial ocasionada pelos movimentos internos, e inferem que a linha de falhas com direção E-W e a zona de cisalhamento com direção NE-SW ocasiona a rede de drenagem com orientação principal E-W e secundária NE-SW.

Gusmão Filho (1995) considera o subsolo como complexo devido em parte pela geomorfologia de planícies fluviomarinhas e morros e afirma que no fim do Terciário a área sofreu um basculamento, constituindo-se em sedimentos de granulometria variada, mistura de areias e argilas, com horizontes de seixos constituídos por sedimentos não consolidados.

Em ensaios de laboratório Galindo et al. (2012) caracterizaram as camadas de sedimentos como sendo argilo-arenosa com

traços de silte originados de solos residuais e sedimentares. Em pesquisas nos sedimentos Barreiras no Rio Grande do Norte as camadas sedimentares foram caracterizadas como intercalações de argilitos, siltitos, arenitos, com diferentes teores de silte e argila e arenitos conglomeráticos com presença de cimentação ferruginosa (SANTOS JR. et al., 2015).

Severo (2005) identifica no litoral do Rio Grande do Norte a presença de carbonato de cálcio como agente cimentante da face da falésia costeira, e caulinita e óxido de ferro para o solo do tabuleiro, o autor observa ainda uma descontinuidade na curva granulométrica e a relaciona à forte cimentação.

Martinez (2003) apresenta em estudo nos solos do Barreiras na cidade de João Pessoa - PB que a cimentação se dá por por gibbsita, afirmando que os sedimentos estudados sofreram um transporte retrabalhando os grãos de quartzo envolvendo-os em óxido de ferro.

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

A área de pesquisa está situada no município do Conde – Paraíba, Brasil com enfoque na área de ocupação litorânea (fig. 1).

Cidade com aproximadamente 24 mil habitantes (estimativa IBGE 2015), correspondente a 0,60% da população paraibana e 2,81% da população litorânea. O litoral do Conde possui 17 km, distribuídos em 9 praias.

Segundo relatório da CPRM (2005) no município do Conde - PB é precária a rede de esgoto, sendo que o uso de fossa séptica tem uma abrangência de mais de 90%, conta ainda com poços de abastecimento de água e uma reduzida rede de água. Medeiros (2010) relata a presença de vestígios arqueológicos pré-históricos e históricos.



Figura 1 - Localização da área de pesquisa

3.1 ASPECTOS FISIOGRAFICOS

Os aspectos fisiográficos do município são planícies costeiras, tabuleiros costeiros, falésias, vales encaixados, rios perenes, clima tropical úmido, com temperaturas médias anuais entre 22 e 26°C, umidade entre 50 e 90%, ventos alísios de nordeste a sudeste, e precipitação superior a 1.500 mm, de acordo com o Projeto Orla, MMA (2008) e Becker et al (2011). Possui um litoral semi abrigado por enseadas e recifes. Ao sul o rio Graú é o limite municipal com Pitimbu, o limite ao norte é o rio Gramame; a leste o município limita-se com a faixa de praia e plataforma rasa.

As praias são caracterizadas por sedimentos quaternários, com geometria em arco, formando enseadas e protegidas por recifes, e praias abertas, com forma retilínea sem proteção natural de recifes. As praias do município são, do Norte para o Sul: Barra de Gramame, Amor, Jacumã, Carapibus, Tabatinga, Coqueirinho, Arapuça, Tambaba e Bela.

As falésiasacompanham, com raras exceções, todas as praias com altura que variam de 12 m a 50 m; o topo das falésias é um limiar para a unidade fisiográfica tabuleiros costeiros, se estendendo por todo o município. Segundo a CPRM (2005), o município possui uma rede hidrográfica que trabalhou o relevo em vales estreitos com encostas abruptas e várzeas, com exceção da praia de Jacumã, que se encontra em uma área de terraço marinho, onde as falésias passam a ter altura entre 1 m e 5 m.

O IBGE (2009) define os tabuleiros costeiros como sendo uma unidade geomorfológica e as falésias como formas do relevo. O tabuleiro conta com uma rede de drenagem associada às falhas formando vales encaixados e falésias vivas e falésias mortas.

A área do município do Conde - PB está inserida nas bacias hidrográficas do rio Gramame, rio Guruji, rio Bucatu e rio Graú.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização geotécnica se deu a partir do uso das normas: ASTM D2488, análise tátil visual, NBR – 6457, preparação de amostras; NBR - 7181, granulometria por peneiramento e sedimentação; NBR - 7180 e 6459, limites de plasticidade e liquidez; NBR - 7180 e 6508, massa específica dos grãos, ASTM D3080,

cisalhamento do solo. Foram coletadas ao todo 27 amostras. Sendo 26 deformadas e 1 indeformada.

Para essa caracterização, as amostras foram coletadas a partir da diferença visual de cor e textura entre as camadas a partir dos ensaios tátil-visuais, identificando a cor, estrutura, umidade e resistência ao esmagamento.

A caracterização geotécnica partiu dos ensaios de granulometria, massa específica, umidade higroscópica e limites de Atterberg. Os ensaios de granulometria foram realizados com peneiramento do material seco ao ar, a fase de sedimentação foi realizada de duas formas: com uso de defloculante hexametáfosfato de sódio e sem uso de defloculante, com base na norma NBR 13602, para avaliação de argila dispersa.

Os ensaios de limites de consistência foram executados em todas as amostras, no entanto, nem todas apresentaram limites de liquidez e de plasticidade.

Para os ensaios de cisalhamento direto foram coletadas amostras indeformadas, a fim de se analisar a real condição da encosta. Apenas a praia de Carapibus recebeu o estudo feito pelo cisalhamento direto, uma vez que ela apresenta a maior ocupação imobiliária próxima a borda do tabuleiro. Os ensaios foram realizados em duas situações: com umidade de campo e inundados. A primeira possibilitou a análise da amostra em condições da época de amostragem em dezembro de 2015, para a qual foram calculados o ângulo de atrito e coesão. A segunda situação possibilitou a análise do material de forma mais desfavorável possível, uma vez que a água elimina a coesão aparente devido à sucção do solo. Foram aplicados três estágios de tensões na execução: 50, 100 e 200 kPa.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Praia Bela

A Praia Bela, limite Sul do município do Conde tem 1.000 m de extensão com falésia sem contato com o mar (falésia morta). As características do perfil praiar inclui: praia com aproximadamente 80 m entre a baixa mar e a berma; pós-praia: 25 m da berma até o 1º talude, caracterizando um primeiro patamar; e o 2º terraço: com 30 m até a base da falésia, e a

falésia com aproximadamente 40 m de altura. A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios realizados no material das falésias da Praia Bela.

Tabela 1 Resultados dos ensaios – Praia Bela

Característica	Am 1	Am 1.1	Am 2	Am 3
Pedregulho (%)	5	1	12	1
Areia (%)	76	81	82	95
Silte (%)	4	3	1	3
Argila (%)	15	16	5	1
Limite de Liquidez	27	28	NL	NL
Limite de Plasticidade	19	19	NP	NP
Índice de Plasticidade	8	9	-	-
Classificação	SC	SC	SP-SM	SP

Nas amostras 1 e 1.1 há uma diferença na granulometria com e sem hexametáfosfato de sódio, o que leva à hipótese de que a fração de finos apresenta grãos aglutinados e ou cimentados. Na amostra 2 a presença do defloculante não acarretou variação significativa na fração fina. E, na amostra 3 o uso do defloculante mostrou uma desagregação na fração argila e silte em relação ao ensaio sem defloculante, ou seja, a argila existente estava agregada formando partículas do tamanho silte.

Praia de Tambaba

A praia de Tambaba caracteriza-se por ser uma praia com trecho abrigado com recifes. Possui um substrato consolidado, onde foi possível perceber linhas de fratura. A falésia não possui contato direto com o mar, e apresenta, talude, planície e falésia; os movimentos na face da falésia continuam ativos. A Tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios realizados no material das falésias da Praia de Tambaba.

O uso do defloculante nas amostras de Tambaba fez com que partículas agregadas se soltassem, alterando a curva na fração silte e argila. A amostra 7 não apresentou alteração com uso ou não do defloculante.

Tabela 2 Resultados dos ensaios – Praia de Tambaba

Caract.	Am 4	Am 5	Am 6	Am 7	Am 8
Pedregulho (%)	22,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Areia (%)	71,0	90,0	63,0	92,0	81,0
Silte (%)	3,0	3,0	9,0	3,0	7,0
Argila (%)	4,0	6,0	28,0	5,0	12,0
LL	NL	NL	NL	NL	NL
LP	NP	NP	NP	NP	NP
IP	-	-	-	-	-
Classificação	SW-SM	SP-SM	SM	SP-SM	SP-SM

Praia de Arapuca

As amostras referentes à praia de Arapuca foram coletadas na face da falésia e nas faces da erosão. A morfologia dessa praia é de praia não abrigada, porém ocorrem testemunhos de rocha na área submersa da plataforma que ficam exposta na maré baixa, areia da praia com seixos médios e arredondados. Caracteriza-se ainda por conter erosões na falésia. A Tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios realizados no material das falésias da Praia de Arapuca.

Tabela 3 Resultados dos ensaios – Praia de Arapuca

Caract.	Am 9	Am 10	Am 11	Am 12	Am 13	Am 14	Am 15
Pedregulho (%)	1,0	40,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
Areia (%)	85,0	54,0	86,0	60,0	77,0	68,0	67,0
Silte (%)	10,0	3,0	13,0	21,0	5,0	5,0	16,0
Argila (%)	4,0	3,0	1,0	19,0	13,0	27,0	20,0
LL	NL	NL	NL	NL	NL	23,0	27,0
LP	NP	NP	NP	NP	NP	19,0	22,0
IP	-	-	-	-	-	4,0	5,0
Classificação	SM	SW-SM	SM	SM	SM	SC-SM	SC-SM

Praia de Coqueirinho

A praia de Coqueirinho possui a faixa de praia, falésia recuada e uma área de tabuleiro com erosão, onde foram feitas as coletas de amostras. A erosão tem como dimensão aproximadamente 770 m de comprimento e 200 m na parte mais larga. A Tabela 4 apresenta os

resultados dos ensaios realizados no material das falésias da Praia de Coqueirinho.

Tabela 4 Resultados dos ensaios Praia de Coqueirinho

Caract.	Am 16	Am 17	Am 18	Am 19
Pedregulho (%)	2,0	0,0	5,0	2,0
Areia (%)	83,0	90,0	82,0	82,0
Silte (%)	6,0	4,0	3,0	6,0
Argila (%)	9,0	6,0	10,0	10,0
LL	NL	NL	NL	NL
LP	NP	NP	NP	NP
IP	-	-	-	-
Classificação	SM	SP-SM	SM	SM

Praia de Tabatinga

A erosão nessa praia é avançada, porém não há ocupação nas falésias. Algumas regiões apresentam uma estabilidade já consolidada. A Tabela 5 apresenta os resultados dos ensaios realizados no material das falésias da Praia de Tabatinga.

Tabela 5 Resultados dos ensaios – Praia de Tabatinga

Caract.	Am 20	Am 21	Am 22
Pedregulho (%)	0,0	3,0	3,0
Areia (%)	86,0	89,0	88,0
Silte (%)	5,0	3,0	3,0
Argila (%)	9,0	5,0	6,0
LL	NL	NL	NL
LP	NP	NP	NP
IP	-	-	-
Classificação	SM	SP-SM	SP-SM

Praia de Carapibus

A praia de Carapibus possui uma faixa de areia de praia limitada pela falésia que se encontra viva, com adensamento de edificações no topo da falésia. As edificações são divididas entre residências, casas de veraneio e pousadas. Essa ocupação no topo está sofrendo as consequências do intemperismo na face da falésia, que apresenta processo ativo de movimentos de massa, ocasionando queda das edificações. A Tabela 6 apresenta os resultados dos ensaios realizados no material das falésias da Praia de Carapibus.

Para o ensaio de cisalhamento direto com a amostra indeformada e umidade de 8,33%, situação com umidade de retirada da amostra,

as tensões obtidas, em kPa, são apresentadas na Tabela 7:

Caract.	Am 23	Am 24	Am 25	Am 26
Pedregulho (%)	1,9	0,2	7,3	22,6
Areia (%)	82,2	89,7	65,7	56,1
Silte (%)	10,6	3,8	4,4	12,5
Argila (%)	5,5	6,3	22,7	8,9
LL	NL	NL	27	NL
LP	NP	NP	21	NP
IP	-	-	6	-
Classificação	SM	SP-SM	SC-SM	SM

Tabela 7 Tensões com umidade higroscópica

Estágio	Normal	Cisalhante
1°	49,91	64,38
2°	99,82	144,01
3°	199,63	180,01

$$\tau = 46,4 + \sigma \cdot \text{tg}(35,5^\circ) \quad (1)$$

Para essa condição, foram obtidos os valores de coesão aproximada, equação (1), de 46 KPa e ângulo de atrito de 35,5°.

A amostra indeformada na condição inundada, portanto saturada, apresentou uma umidade aproximada de 21,3%, as tensões obtidas, em kPa, são apresentadas na Tabela 8:

Tabela 8 Tensões em condição saturada

Estágio	Normal	Cisalhante
1°	49,91	62,54
2°	99,82	95,95
3°	199,63	164,45

$$\tau = 28,3 + \sigma \cdot \text{tg}(34,3^\circ) \quad (2)$$

Nessa condição, equação (2), a coesão foi de 28 KPa e ângulo de atrito de 34,3°.

Apesar da grande porcentagem de finos, o material não apresentou limites, tornando um solo tipicamente arenoso, Tabela 9. A coesão não é natural, sendo oriunda de um mineral.

Tabela 9 Resultado amostra indeformada

Característica	Indeformada
Pedregulho (%)	1,0
Areia (%)	79,0
Silte (%)	12,0
Argila (%)	8,0
Limite de Liquidez	NL
Limite de Plasticidade	NP
Índice de Plasticidade	-
Classificação	SM

7 CONCLUSÕES

O presente trabalho analisou as amostras referentes à falésia e erosões, e assim obteve-se as características dos sedimentos classificando-os em areia média segundo a classificação da ABNT, e na classificação ASTM um solo SM areia siltosa e algumas amostras apresentam classificação SP. Com presença de grãos de quartzo com faces angulosas, ou seja, baixa esfericidade, com cores translúcidas, com superfícies rosa, amarelo e preto caracterizando uma pigmentação externa ao grão, há ainda presença de clastos de argila arredondadas com cores cinza, branca e roxa.

O ensaio de cisalhamento direto nos mostra a baixa coesão no material em análise diante da resistência de atrito entre as partículas, comportamento típico da maioria das rochas sedimentares. Observa-se também a baixa parcela da coesão aparente, comprovando que o material arenoso possui agente coesivos. Comparados com os valores de cisalhamento direto obtidos por Severo (2005), o solo em análise no presente trabalho possui ângulos de atrito maiores e coesões menores, nas duas condições.

A partir dos critérios avaliados bem como da revisão da literatura se acredita que a cimentação do sedimento na falésia é constituída de cimentação ferruginosa principalmente na camada superior classificada como sedimento pós-barreiras sendo o solo laterizado.

As faces das falésias estudadas apresentam fissuras que formam blocos, edescontinuidades erosivas além de camadas de estratigrafia cruzada sugerindo atividades do neotectonismo influenciando os movimentos de massa e processos erosivos na face e na borda da falésia.

REFERÊNCIAS

- ABNT (1984). Norma Técnica NBR 6459. Método de Ensaio: Solo – *Determinação do Limite de Liquidez*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, Rio de Janeiro, R.J. 6p.
- ABNT (1984). Norma Técnica NBR 7180. Método de Ensaio: Solo – *Determinação do Limite de Plasticidade*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, Rio de Janeiro, R.J. 3p.
- ABNT (1984). Norma Técnica NBR 7181. Método de Ensaio: Solo – *Análise Granulométrica*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, Rio de Janeiro, R.J. 13p.
- ABNT (1986). Norma Técnica NBR 6457. Amostras de Solo: *Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, Rio de Janeiro, R.J. 9p.
- ABNT (1986). Norma Técnica NBR 6508. Método de ensaio: *Determinação de massa específica*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, Rio de Janeiro, R.J. 8p.
- ABNT (1986). Norma Técnica NBR 13602. Solo: *Avaliação da dispersibilidade de solos argilosos pelo ensaio sedimentométrico comparativo*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, Rio de Janeiro, R.J. 5p.
- ASTM - American Society for Testing Materials. (1984) D2488 - *Standard practice for description and identification of soils*
- ASTM - American Society for Testing Materials. (1998) D3080 - *Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions*.
- ARAI, M. (2006). A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Revista do Instituto de Geociências – USP*. Série Científica, v. 6, n. 2, 1 – 6.
- BARBOSA, J. A., SOUZA, E. M. de, LIMA FILHO, M. F.; NEUMANN, V. H. (2003). A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. *Revista Estudos Geológicos*, v. 13.
- BECKER, C. T.; MELO, M. M. M. S.; COSTA, M. N. de M. e RIBEIRO, R. E. P. (2011) Caracterização climática das regiões pluviometricamente homogêneas do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, n. 01, 286-299
- BRITO NEVES, B. B. de; RICOMINNI, C.; FERNANDES, T. M. G. e SANT'ANNA, L. G. (2004) O sistema tafrogênico terciário do saliente oriental nordestino na Paraíba: um legado proterozóico. *Revista Brasileira de Geociências*, 34 (1): 127-134
- BRÊDA, T. C., MELLO, C. L.; GOMES, B. L. (2011) *Paleoambiental deposicional da Formação Barreiras na porção centro-sul da área emersa da bacia de Campos (Rio de Janeiro)*. XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. (2005) *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município do Conde, estado da Paraíba*. BELTRÃO, B. A., MORAIS, F. de, MASCARENHAS, J. de C. MIRANDA, J. L. F. de, SOUZA JUNIOR, L. C. de e MENDES, V. A. (Org.) Recife: CPRM/ PRODEEM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/COND060.pdf>.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. da S. P.; LEÃO, Z. M. de A. N.; AZEVEDO, A. E. G. de. (1990) Geologia do quaternário costeiro do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências*. 20 (1-4), p. 208-215.
- GALINDO, M. S. V., BENESSIUTI, M. F., TENÓRIO, M. O.; RAMOS, V. C. L. (2012) *Estudo da curva característica de solos da Formação Barreiras, Maceió-AL*. COMBRASEG.
- GUSMÃO FILHO, J. de A. (1995) A experiência em encostas ocupadas do Recife: integração técnica, institucional e comunitária. *Revista Instituto de Geociências*. Volume Especial.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. (2009) *Manual técnico de geomorfologia*. Rio de Janeiro: IBGE.
- MABESOONE, J. M.; LOBO, H. R. C. *Paleosols as stratigraphic indicators for the cenozoic history of northeastern Brazil*. *Journal Catena*, v. 7, p. 67-78.
- MARTINEZ, G. S.; S. (2003) *Estudo do comportamento mecânico de solos lateríticos da Formação Barreiras*. Tese de doutorado, defendida no programa de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 291p.
- MEDEIROS, I. H. A. de (2010) *Relatório final: projeto de arqueologia preventiva: implantação do complexo ecoturístico reserva Garaú - Município do Conde/PB*. João Pessoa. Relatório Final para a composição de estudos ambientais para instalação de projeto de abastecimento de água, no município de Conde/PB.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. (2008) *Projeto orla, plano de gestão integrada da orla marítima do município do Conde - PB*. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/pgi_orla_condepb_aprovado_ctepb_11.pdf.

- MORAIS, R. M. O. de; MELLO, C. L., COSTA, F. de O; SANTOS, P. de F. (2006) Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no Estado do Rio de Janeiro. *Revista do Instituto de Geociências*, v. 6, n. 2. Série Científica.
- NUNES, F. C.; SILVA, E. F. da; VILAS BOAS, G. da S. (2011). *Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 194. 31 p.
- ROSSETTI, D. de F.; VALERIANO, M. de M.; BEZERRA, F. H.; BRITO-NEVES, B. B. e GÓES, A. M. (2009). *Caracterização morfológica da porção sul da Sub-bacia de Alhandra, Bacia Paraíba, com base em dados SRTM: contribuição na compreensão do arcabouço estrutural*. Natal: INPE. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais XIV, 3325 – 3332.
- SANTOS JR., O. F. dos; SCUDELARI, A. C.; COSTA, C. M. L. e COSTA, Y. D. J. (2012) *Mecanismos de movimentos de massas e medidas mitigadoras contra a erosão costeira em falésias*. In: Desastres naturais: susceptibilidade e riscos, mitigação e prevenção, gestão e ações emergenciais. LACERDA, W. A. (org.). Rio de Janeiro: COPPE/ UFRJ, 211p
- SANTOS JR, O. F. dos; COUTINHO, R. Q. e SEVERO, R. N. F. (2015) Propriedades geotécnicas dos sedimentos da formação Barreiras no litoral do Rio Grande do Norte - Brasil. *Revista Geotecnica*, n. 134, pp. 87 - 108
- SEVERO, R. N. F. (2005) *Análise de estabilidade das falésias entre Tibau do Sul e Pipa - RN*. UFRN, Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 159p.
- VILAS BOAS, G. S., SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. M. S. (2001) The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73 (3).