

# **A Abordagem Morfoestratigráfica como Instrumento para Reconstrução Ambiental dos Depósitos de Tanques em Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco**

**Danielle Gomes da Silva**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia/UFPE - [dannyavlis@yahoo.com.br](mailto:dannyavlis@yahoo.com.br)

**Antonio Carlos de Barros Corrêa**

Professor Adjunto do Departamento de Ciências Geográficas/UFPE - [dbiase2001@terra.com.br](mailto:dbiase2001@terra.com.br)

## **Resumo**

Os sedimentos quaternários e seus modelados de acumulação resultantes são registros dos processos geomórficos que exerceram controle sobre a evolução da paisagem, principalmente nos contextos geotectônicos plataformais tropicais. Por se tratarem de depressões confinadas, os tanques são relevantes para a elucidação da dinâmica paleoambiental do semi-árido nordestino. A pesquisa procura definir o significado geomorfológico dos depósitos de tanques e estabelecer uma possível relação entre a gênese dessas unidades geomórficas e os materiais que as preenchem, o que pode ajudar à compreensão da evolução quaternária da área, mediante a investigação de um ambiente de deposição ainda estreitamente vinculado à paisagem atual. A área de estudo localiza-se no distrito de Fazenda Nova, a 180 km da cidade do Recife, na microrregião do Vale do Ipojuca. As amostras foram coletadas em trincheira escavada desde a borda do tanque até o embasamento rochoso. As descontinuidades deposicionais foram cuidadosamente identificadas ao longo da seção, objetivando a caracterização qualitativa e quantitativa dos sedimentos. O depósito do tanque da Fazenda Logradouro (Fazenda Nova) apresenta formato ocelar, com diâmetro superior à profundidade evidenciando a ocorrência de zonas de intercessão de linhas de fraturas verticais com planos das juntas de alívio de pressão, associados a um granito pórfiro e geomorfológicamente restrito à ocorrência de formas residuais do tipo “inselbergs”. O depósito apresenta espessura de 3,20m, exibindo quatro unidades estratigráficas distintas. Os sedimentos variam de pobremente a moderadamente selecionados, com forte tendência à assimetria muito positiva. A curtose reflete a ocorrência de amostras com predomínio de distribuições muito platicúrticas e a ocorrência de um pico de concentração de cascalho, sugerindo controle direto dos mantos de alteração gerados sob condições semi-áridas, que forneceram o material para a colmatção dos tanques, mediante um regime de transporte de alta energia. Os resultados obtidos mostram que os depósitos que preenchem o tanque da Fazenda Logradouro foram derivados por sedimentação gravitacional do tipo fluxo de detrito, sob condições torrenciais, evidenciando que estes registros tiveram sua gênese associada a ciclos de pedogênese/morfogênese sob diversas combinações de semi-aridez atuantes na área desde o Pleistoceno Superior até o presente.

**Palavras-chave:** Geomorfologia do semi-árido, geomorfologia do quaternário, depósitos de cacimbas, Planalto da Borborema.

## **Abstract**

Quaternary sediments and their resulting accumulation landforms are the record of geomorphic processes that exerted control upon landscape evolution, mainly within tropical plataformal contexts. Being confined depressions; weathering pools are relevant for the elucidation of paleo-environmental dynamics of the Brazilian semi-arid core. This research seeks to define the geomorphologic meaning of weathering pool deposits and to establish a possible relation between the origin of those

geomorphic compartments and their infill materials. This procedure may help understand the Quaternary evolution of the area by means of investigating the depositional environment, which is still closely linked to the contemporary landscape. The study area is located in the Fazenda Nova district, 180 km from the city of Recife, in the micro-region of Vale do Ipojuca. Samples were collected from a trench that was dug across the weathering pool, until its rock basement was reached. Depositional discontinuities were carefully identified across the log section, aiming at the qualitative and quantitative characterization of sediments. The weathering pool deposit of Fazenda Logradouro (Fazenda Nova) exhibits an elliptical shape; its diameter is superior to its depth which suggests the occurrence of fracture intersection zones, associated to a porphyritic granite which outcrops in the shape of residual inselbergs. The deposit is 3.2 meters thick and displays four distinct stratigraphic units. Sediments vary from poorly to moderately sorted, with a strong trend to very positive asymmetry. Kurtosis reflects the occurrence of very platycurtic distributions and the occurrence of a peak of gravel concentration, which suggests a direct control of weathering mantles formed under semi-arid conditions, which provided materials for the infilling of the pools in a high energy transport regime. The results show that the sedimentary infill of the weathering pools derived from gravitational sedimentation of debris-flow type, under torrential conditions, which allowed the inference that these records had their origin associated with cycles of pedogenesis/morphogenesis under several combinations of semi-aridity present in the area since the upper Pleistocene.

**Keywords:** Semi-arid geomorphology, Quaternary geomorphology, weathering pool deposits, Borborema highlands.

## 1. Introdução

A análise da origem e evolução do relevo através dos depósitos correlativos caracteriza-se como um procedimento metodológico de extrema relevância voltado para a elucidação das evidências associadas aos processos formadores do relevo. Por sua vez, o clima apresenta uma estreita relação com o desencadeamento dos processos morfogenéticos deposicionais, e, por conseguinte constitui elemento fundamental para a compreensão da evolução do modelado durante o Quaternário, seja em virtude do caráter das suas flutuações cíclicas ou de eventos episódicos de máxima magnitude, que envolvem a manifestação de um elevado grau de energia em um curto espaço de tempo (Fávera, 1984). Assim, os sedimentos depositados durante o Quaternário e seus modelados de acumulação resultantes tornam-se registros dos processos geomórficos que exerceram controle sobre a evolução da paisagem, principalmente nos contextos geotectônicos plataformais da zona tropical.

Para Mabesoone (1983) os modelados de acumulação estariam ligados a uma abordagem sistêmica de modelo processo-resposta, onde os processos seriam definidos pelo tipo de energia que opera no sistema, sendo este regulado pelas características fisiográficas da área. Desta forma, os sedimentos apresentariam as características dos elementos que possibilitaram a sua formação. Contudo, segundo o autor, a geometria do ambiente seria o fator limitante à produção de sedimentos, influenciando o nível de energia disponível e a

forma da superfície deposicional. As respostas aos processos, por sua vez, são as diversas geometrias dos depósitos sedimentares, sua composição e distribuição espacial, e no caso dos depósitos recentes, a superfície contemporânea do terreno pode ser diretamente afetada, como resposta ao sistema deposicional.

No Nordeste semi-árido do Brasil é possível encontrar registros das mudanças ambientais no Quaternário tardio responsáveis pela elaboração do relevo, evidenciando a existência de episódios úmidos alternados com fases áridas e semi-áridas prevalentes. Partindo-se dessa premissa, buscar-se-á uma interpretação dos processos formativos envolvidos na gênese da unidade dos depósitos de tanques – procurando entender como tais feições evoluíram ao longo do Pleistoceno Superior/Holoceno e quais implicações ambientais podem ser inferidas a partir da análise morfoestratigráfica.

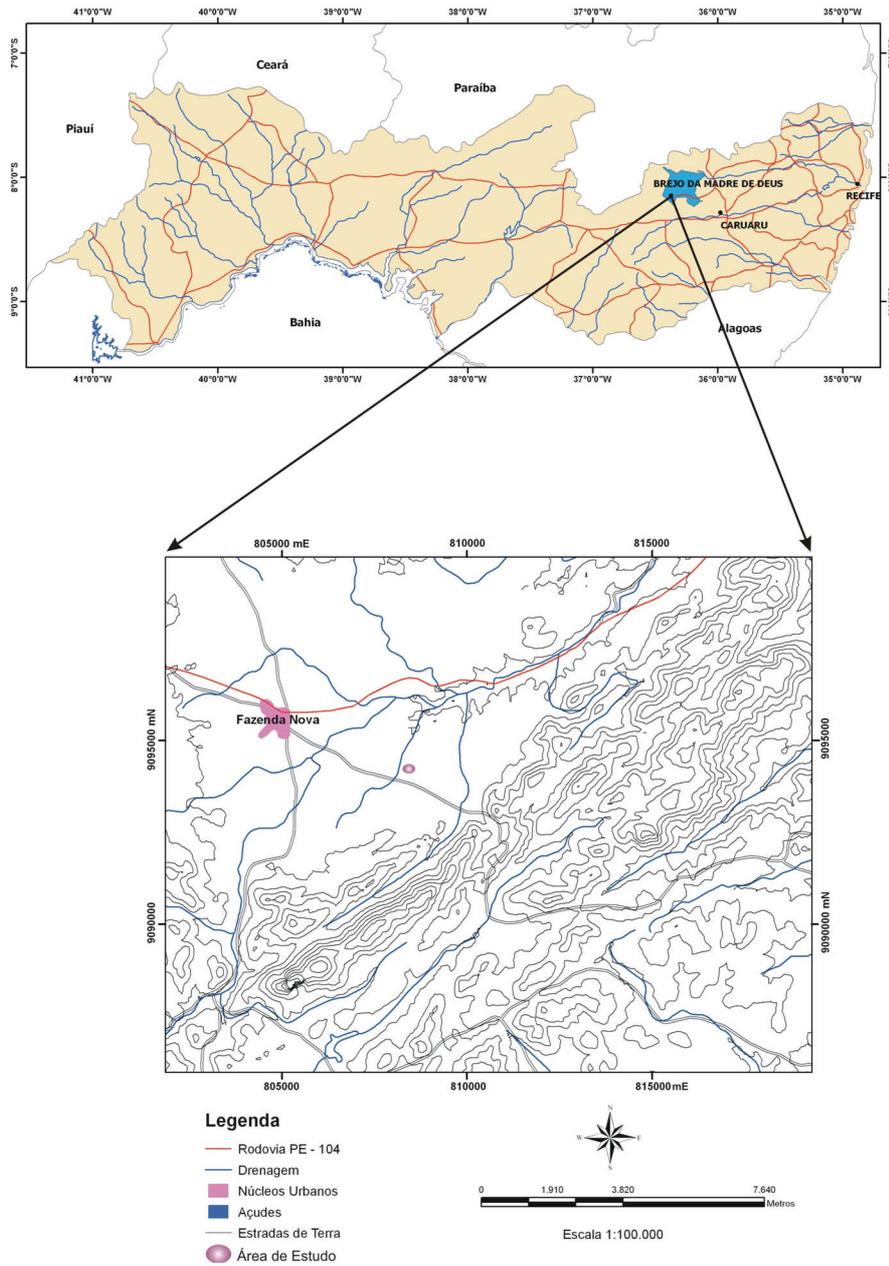
## **2. A área de estudo**

A área de estudo localiza-se no distrito de Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus, microrregião do Vale do Ipojuca, a 180 km da cidade do Recife, na Fazenda Logradouro, compreendendo a área de semi-aridez mais severa do agreste pernambucano (Figura 01). O clima local é do tipo tropical semi-árido, com chuvas de outono-inverno (abril a julho). A precipitação média anual é de 431,8mm. A cobertura vegetal encontra-se diretamente relacionada às condições climáticas da região, sendo esta composta basicamente por uma fitofisionomia de caatinga arbustiva aberta.

Geologicamente os depósitos de tanques ocorrem mais conspicuamente na Província estrutural da Borborema, que abrange uma área de aproximadamente 400.000 Km<sup>2</sup> no extremo nordeste da Plataforma Sul-americana, compreendendo zonas de cisalhamento como as principais feições estruturais (Melo, 2002). A área estudada compreende pequenos corpos deposicionais alojados em depressões erosivas sobre as rochas ígneas do batólito Brejo da Madre de Deus, de idade Neoproterozóica, que por sua vez, está inserido no batólito Caruaru-Arcoverde.

Morfologicamente, a área apresenta-se como uma depressão inter-planáltica, largamente aplainada, e pouco dissecada, decorrente das diversas fases de denudação pós-cretácea do Planalto da Borborema. A uniformidade topográfica da superfície dos pedimentos só é interrompida pelos relevos residuais em forma de inselbergs e alinhamentos de serras,

com altitudes variando de 500 a mais de 900 m, testemunhos das antigas superfícies cenozóicas.



**Figura 01 – Localização da área de estudo**

### **3. A Morfoestratigrafia e os estudos geomorfológicos**

A análise geomorfológica dos ambientes atuais constitui a base para a compreensão da seqüência evolutiva da paisagem no passado geológico recente. Sendo assim,

um aspecto essencial para tal entendimento está na associação do registro estratigráfico aos estudos geomorfológicos como instrumento material para a interpretação da evolução da paisagem. A análise estratigráfica de depósitos quaternários, por sua vez, deve considerar os diferentes padrões de organização das paisagens, já que estes ocorrem distribuídos irregularmente sobre as múltiplas formas de relevo. Desta forma, a abordagem morfoestratigráfica visa correlacionar o estudo das formas à temporalidade e características intrínsecas dos materiais estruturadores da paisagem.

Em estudos no Planalto Atlântico do Sudeste do Brasil, Meis & Moura (1984) através da análise comparada entre a geometria das formas superficiais e dos corpos que constituem a sua estrutura superficial, sugeriram a restrição do conceito às condições nas quais seja possível detectar, com base na lito ou na alostratigrafia, uma relação genética direta entre o depósito e a forma topográfica tornando possível o estabelecimento de relações morfoestratigráficas menos abrangentes e mais coerentes com o significado estratigráfico dos depósitos. Dentro de um contexto geomorfológico, as feições de rampas de colúvio e terraços fluviais de acumulação surgem como importante significado morfoestratigráfico (Moura, 2003), sendo formas topográficas associadas à deposição vinculadas a uma dinâmica complexa que possibilita a reconstituição dos processos que contribuíram para a evolução da paisagem. Considerando-se que as seqüências deposicionais constituem o único registro material preservado que explica a história evolutiva da paisagem, a associação entre forma e depósito tem-se mostrado como um instrumento imprescindível à interpretação da dinâmica ambiental, representando o elo que une os processos ocorridos no passado e que ocorrem no presente dentro do contexto evolutivo da paisagem geomorfológica.

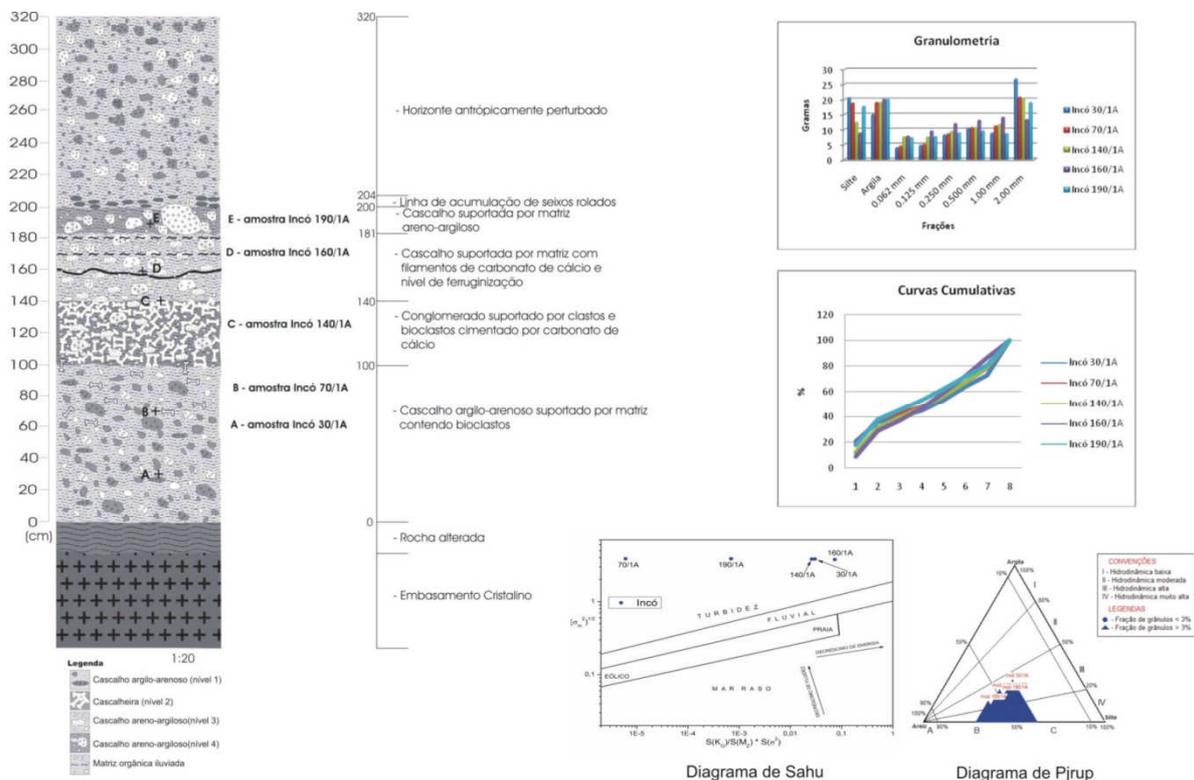
#### **4. Metodologia**

Foram confeccionadas seções estratigráficas verticais do depósito a partir das quais foram selecionados os pontos de amostragem de sedimentos. As amostras de sedimentos foram coletadas em uma trincheira escavada desde a borda do tanque até seu embasamento rochoso, como referências foram consideradas as discontinuidades deposicionais identificadas ao longo da seção, coletando-se um total de cinco amostras, respectivamente a 30 cm, 70 cm, 140 cm, 160 cm e 190 cm da base do contato dos sedimentos com o embasamento cristalino intemperizado. Foi realizada uma descrição da macro-fábrica dos sedimentos na própria trincheira, uma vez que a arquitetura do depósito

contendo seixos e calhaus não poderia ser reconstituída em laboratório. As análises sedimentológicas objetivaram a caracterização qualitativa e quantitativa dos sedimentos, além de se constituir em uma etapa para a preparação das amostras para a análise morfoscópica. Para a análise granulométrica, as amostras foram peneiradas no Laboratório de Física dos Solos do Departamento de Agronomia da UFRPE. Os resultados das análises granulométricas foram tratados estatisticamente, usando-se os parâmetros granulométricos de Folk & Ward (1957), com a finalidade de caracterizar os sedimentos quanto aos seus parâmetros estatísticos e sedimentológicos, a saber: distribuição granulométrica, incluindo o diâmetro médio, grau de seleção, grau de assimetria e a curtose gráfica. Gráficos empíricos como de Pejrup (1988) e Sahu (1964) foram usados para obter dados sobre a hidrodinâmica da deposição, utilizando-se para a confecção destes apenas os dados granulométricos provenientes da matriz dos sedimentos. A interpretação de algumas feições diagnósticas do solo foi realizada de acordo com as definições do Manual de Microscopia de Solo e Micromorfologia de Fitzpatrick (1993). As lâminas das amostras foram analisadas em microscópio petrográfico com aumento de 40X. Fotomicrografias foram feitas sob luz branca e polarizada quando se quis realçar algumas feições. Contudo, as amostras Incó 30/1A e 70/1A não puderam ter as suas microfábricas analisadas devido à impossibilidade de coleta de amostras indeformadas.

## **5. A análise morfoestratigráfica do depósito de tanque**

Na área de Fazenda Nova o principal registro da sedimentação quaternária encontra-se associado à ocorrência de tanques, que constituem os principais setores de armazenamento de sedimentos na paisagem semi-árida aqui considerada. O tanque da Fazenda Logradouro apresenta formato ocelar, com diâmetro superior à profundidade (27m de comprimento X 8,90m de largura) evidenciando a ocorrência de zonas de intercessão de linhas de fraturas verticais com planos das juntas de alívio de pressão subparalelos à superfície do terreno, que facilitam a penetração horizontal da água, favorecendo o crescimento lateral da marmitta em detrimento de sua profundidade. Este “tanque” está associado a um granito pórfiro, e geomorfologicamente restrito à ocorrência de relevos residuais do tipo “inselbergs”, porém com morfologia atual evoluindo para relevo em *tors*, produzido através da ação da erosão diferencial e remoção dos mantos de intemperismo. O depósito que preenche o tanque apresenta espessura de 3,20 metros da base ao topo, exibindo quatro unidades estratigráficas distintas (Figura 02).



**Figura 02 – Seção vertical do depósito de tanque e diagramas com dados granulométricos.**

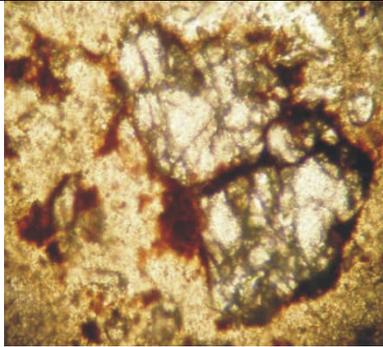
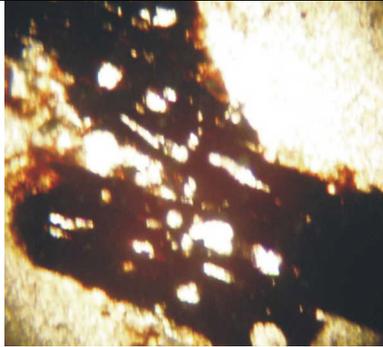
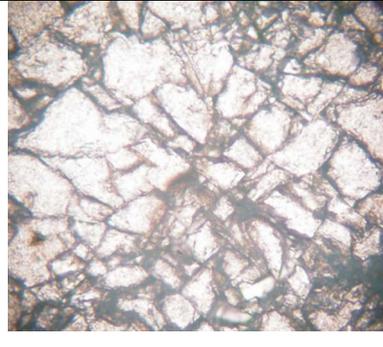
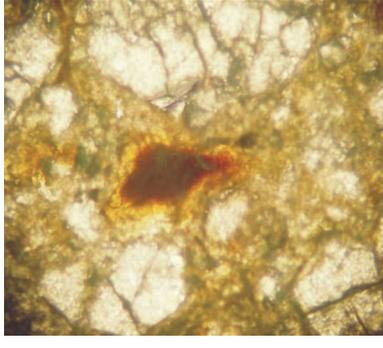
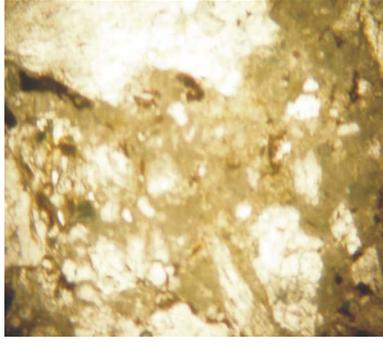
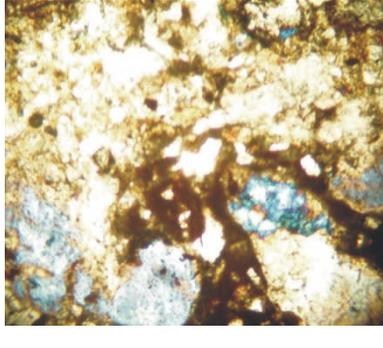
No intuito de caracterizar a unidade deposicional do tanque foram realizadas análises sedimentológicas das amostras para a definição de granulometria, morfoscopia e parâmetros estatísticos. Os valores de curtose, seleção e assimetria foram calculados segundo Folk & Ward (1957). As classes modais para a matriz dos sedimentos estudados refletiram o transporte e a maturidade dos sedimentos, com predomínio de classes modais entre areia média e areia fina. A análise morfoscópica demonstrou uma distribuição bastante heterogênea quanto à forma dos grãos, baixa esfericidade e um predomínio de grãos muito angulosos a angulosos. Tais parâmetros sugerem pouca variação dos processos de transporte, com predomínio de fluxos de detritos com área fonte próxima. A morfologia dos grãos deve-se, principalmente à alteração da rocha-mãe, com pouca modificação morfológica pelo transporte. As amostras apresentaram abundância de material em diversos estágios de alteração e presença de feldspatos frescos, o que sugere transporte relativamente rápido e isolamento do material após a deposição, além da ineficácia do clima em gerar um material de alteração mais amadurecido mineralogicamente. O dados acima levaram à conclusão de que a área fonte dos sedimentos foi o próprio inselberg onde o tanque se encontra. Devido à sua

geometria e grau de inclinação das encostas, o tanque constitui uma bacia auto-contida. Embora atualmente o inselberg se apresente sem qualquer cobertura superficial de alteração, o mesmo pode ter servido como área fonte de sedimentos antes do manto de alteritas ser totalmente desnudado. A avaliação da dispersão das percentagens granulométricas segundo Folk & Ward (1957) para a matriz dos sedimentos (frações areia e silte/argila), indicam que estes são muito pobremente selecionados. Camargo Filho e Bigarella (1998) afirmam que o coeficiente de seleção indica uma variação nas condições do fluido transportador, assim, a seleção seria o resultado do processo de sedimentação que atua sobre o material, e os depósitos com distribuição granulométrica heterogênea tendem a ser pobremente selecionados. O sinal da assimetria fornece indicações sobre a natureza do fluxo transportador dos sedimentos, se unidirecional (assimetria positiva) ou bidirecional (assimetria negativa). Os valores de assimetria muito positiva estão relacionados às fácies areno-argilosas e as muito negativas àquelas argilo-arenosas e argilo-sílticas. Para as amostras do tanque em questão, observou-se forte tendência à assimetria muito positiva, indicando o caráter arenoso do material, com concentração variável de grossos, que atinge mais de 25% na amostra Incó 30/2A. Esta situação, segundo Corrêa (2001), reflete o clima tropical semi-árido, onde depósitos de cascalhos podem ser formados por remoção de fácies argilo-sílticas, resultando dos processos como erosão laminar, com evacuação de finos e fluxo de detritos de baixa viscosidade. As análises estatísticas ora consideradas corroboram a hipótese sugerida por Silva & Corrêa (2004), de que há um controle direto dos mantos de alteração elaborados sob condições semi-áridas que forneceram o material para a colmatação dos tanques, sob um regime de transporte de alta energia. Esta assertiva confirma-se pelos diagramas de Pejrup (1988), onde a hidrodinâmica dominante durante o processo de sedimentação variou de alta a muito alta; e de Sahu (1964), que sugere que o ambiente deposicional foi de baixa viscosidade e fluidez, condizente aos transportes por fluxo de detritos a curtas distâncias.

### **5.1 A análise micromorfológica dos solos**

A amostra **Incó 140/1A** apresentou diversos grãos poliminerálicos com cimentação carbonática, distribuição relacionada quitônica a porfirítica e formação de argila *in situ*. Alguns nódulos de ferro envolvendo grãos de quartzo e feldspatos com revestimento em halos indicam uma fase de ferruginização no perfil posterior à carbonatação (Figura 03 e 04). A amostra **Incó 160/1A** apresentou-se maciça, com pouca porosidade e com uma

distribuição porfirítica aberta a duplo espaço. Os grãos poliminerálicos apresentaram-se opacos, com revestimento de argila neoformada e agregados formando glébulas *in situ*. Observou-se formação de pseudomorfos de feldspato com nódulos de Fe *in situ*. Também foi observada evidência de carbonatação precipitando-se entre as redes de fraturas e planos de clivagem dos feldspatos, com bordas difusas integrando-se paulatinamente ao fundo matricial (Figura 05 e 06). A carbonatação apresenta-se amorfa não formando cristalárias, enquanto a sobreposição da ferruginização ao cimento carbonático forma nódulos de Fe com bordas difusas. A amostra **Incó 190/1A** apresentou estrutura maciça, grãos poliminerálicos; distribuição porfirítica aberta com grãos maiores pouco abundantes imersos em massa contínua de material fino. A matriz apresenta filamentos de matéria orgânica e o esqueleto é primordialmente formado por grãos de feldspatos. Nas zonas de concentração de argila nota-se a ocorrência de nódulos ferruginosos formados *in situ* (Figura 07 e 08).

		
<p><b>Figura 03 - Nódulos de Fe com revestimento em halo envolvendo grãos de feldspatos.</b></p>	<p><b>Figura 04 - Nódulo ferralítico sobreposto ao cimento carbonático.</b></p>	<p><b>Figura 05 - Cimento carbonático formando acumulação entre a rede de fraturas e planos de clivagem dos feldspatos.</b></p>
		
<p><b>Figura 06 - Nódulos de Fe sendo formado <i>in situ</i> e sofrendo remobilização.</b></p>	<p><b>Figura 07 - Estrutura maciça com nódulos de Fe.</b></p>	<p><b>Figura 08 - Grãos poliminerálicos com filamentos de matéria orgânica.</b></p>

## 6. Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos por meio da observação *in situ* dos sedimentos e análise dos parâmetros estatísticos, granulométricos e de micromorfologia de solos, conclui-se que os depósitos do tanque da Fazenda Logradouro foram derivados por sedimentação gravitacional do tipo fluxo de detrito, sob condições torrenciais. Estes registros tiveram sua gênese associada a ciclos pedogênese/morfogênese sob diversas combinações de semi-aridez atuantes na área desde o Pleistoceno Superior. A ocorrência de um nível conglomerático atesta ainda o regime de perda das frações finas característico do ambiente deposicional semi-árido sob domínio dos fluxos hortonianos. A presença de carbonato de cálcio no depósito datado em 19,4 Ka (Alves, 2007) atesta um período de aridez severa que antecedeu a reumidificação geral do Saliense Nordeste na transição Pleistoceno/Holoceno. Nódulos de Fe sobrepostos ao cimento carbonático demonstram que fases úmidas do Holoceno deram início a uma destruição do carbonato por ferruginização. A análise do registro sedimentar foi um instrumento valioso de reconhecimento da gênese dos depósitos quaternários resultantes da modelagem de formas de relevo sob condições paleoclimáticas distintas da atual.

## 7. Referências Bibliográficas

- Alves, R. S. (2007) *Os Mamíferos Pleistocênicos de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Brasil*. Recife. 155p. Dissertação de Mestrado – DGEO, UFPE.
- Camargo Filho, M. & Bigarella, J. J. (1998) Correlação de parâmetros estatísticos de sedimentos de vertentes, rampas de colúvio-alúvio e terraço de várzea da bacia do Bananas – Guarapuava – PR. *Geosul*, v. 14, p. 438 – 442.
- Corrêa, A. C. B. (2001) *Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil*. Rio Claro. 386p. Tese de Doutorado – IGCE, UNESP.
- Fávera, J. C. D. (1984) Eventos de sedimentação episódica nas bacias brasileiras. Uma contribuição para atestar o caráter pontuado do registro sedimentar. In: *XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*. Rio de Janeiro, Anais, 489-501.
- Fitzpatrick, E. A. (1993) *Soil Microscopy and Micromorphology*. New York: Wiley.
- Folk, R. L. & Ward, W. (1957) Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27: 3-26.
- Mabesoone, J. M. *Sedimentologia*. Recife: Editora Universitária, 1983.
- Melo, S.C. (2002) *Estrutura, petrologia e geocronologia do batólito Brejo da Madre de Deus (estado de Pernambuco), relações com a zona de cisalhamento pernambuco leste, Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 118 p.

Meis, M. R. M. & Moura, J. R. S. (1984) Upper Quaternary sedimentation and hillslope evolution: Southeastern Brazilian Plateau. *American Journal of Science*, Vol. 284, March, p. 241-254.

Moura, J. R. S. (2003) Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs). *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. 5º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 335-364.

Pejrup, M. (1988) The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: DE BOER, P. L., VAN GELDER, A., NIO, S. D. (eds). *Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies*. Ridel, Dordrecht, 289-300.

Sahu, B. K. (1964) Depositional mechanisms from size analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34: 73-83.

Silva, D. G.; Corrêa, A. C. B. (2004) Contribuição à interpretação geomorfológica da gênese das cacimbas de Conceição das Crioulas, Salgueiro – PE, e dos seus preenchimentos sedimentares. In: *V Simpósio Nacional de Geomorfologia*. Anais de Trabalhos Completos. Santa Maria, 1-11.