



---

---

## ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ERODIBILIDADE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ AÇÚ<sup>1</sup> – MANAUS (AM)

ADORÉA REBELLO ALBUQUERQUE<sup>2</sup>

Universidade Federal do Amazonas

[dorearebelo@ufam.edu.br](mailto:dorearebelo@ufam.edu.br)

CARLOS ANDRÉ GAVINHO<sup>3</sup>

Universidade Federal do Amazonas

Centro de Ciências do Ambiente

[wuchi@bol.com.br](mailto:wuchi@bol.com.br)

**Palavras-chave:** *basia, ocupação, erosão.*

**Eixo Temático:** Análise e Diagnóstico de Processos Erosivos

### 1. Introdução

A bacia do Tarumã-Açú localiza-se na zona oeste do município de Manaus, dentre as seguintes coordenadas geográficas:  $-2^{\circ} 52' 12''$  e  $-3^{\circ} 04' 30''$  de latitude S e  $60^{\circ} 06' 54''$  e  $60^{\circ} 10' 48''$  de longitude W de Greenwich. Durante a década de 50, o local foi ocupado por agricultores e extrativistas, que a partir da década de 80, encontraram-se pressionados pela expansão urbana e especulação imobiliária local. A referida área, então valorizada pela classe média e alta, foi marcada pela ocupação de marinas, condomínios e um grande número de moradias do tipo segunda residência. De modo geral, nas duas últimas décadas, estabeleceu-se uma ocupação ao longo de toda a bacia de drenagem, onde é possível identificar a predominância de estabelecimentos comerciais, condomínios residenciais, hotelaria e pousadas ecológicas.

Esta ocupação tem ocasionado a degradação do solo, que se manifesta de forma acentuada nos limites e entorno da bacia, devido à elevada *erodibilidade* do terreno. Com a finalidade de investigar as causas específicas deste processo, foi proposta neste trabalho a

---

<sup>1</sup> Afluentes como o Tarumã-Açú, recebem nomenclatura regional na Amazônia de Igarapés, palavra indígena que significa “trilha de canoa”.

<sup>2</sup> Docente – Orientadora/ Doutoranda UFRJ

<sup>3</sup> Discente Orientado - UFAM



metodologia de reconhecimento de campo com análises de amostras de solo, coletadas em pontos previamente selecionados, ao mesmo tempo em que se procurou identificar a dinâmica dos processos erosivos presentes.

A retirada da vegetação é um dos vetores do impacto ambiental que compromete o canal hidrográfico do Tarumã-Açú, na sua margem esquerda, principalmente devido à exposição do solo à ação das chuvas. As ravinas e voçorocas são os principais processos erosivos encontrados ao longo da Bacia conforme os resultados expostos a seguir.

## 2. Objetivos

A finalidade deste trabalho é estudar a dinâmica dos processos erosivos na Bacia do Tarumã-Açú, investigando de modo específico o comportamento das propriedades físicas do solo, na área da bacia, verificando de que forma estas propriedades influenciam a magnitude do risco erosivo.

## 3. Referencial Teórico

Em trabalhos conduzidos no estado do Amazonas Ranzani (1980) constatou que nesta localidade os Latossolos Amarelos, tendem a apresentar menor resistência à erosão em horizontes situados a 30-40 cm de profundidade. Evidências como estas indicam que a necessidade de entendimento sobre as propriedades físicas do solo, como fator de controle da erosão é primordial. Morgan (1986), menciona que as propriedades físicas do solo são de grande importância no estudo da erosão uma vez que, estas determinam a maior ou menor susceptibilidade do mesmo aos processos erosivos. Este mesmo autor (*op cit.*) define a *erodibilidade*, como sendo a resistência do solo em ser removido e transportado. As propriedades que afetam a erosão dos solos são textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, estabilidade dos agregados e o pH do solo. A textura afeta a erosão pelo fato de algumas frações granulométricas serem removidas mais facilmente do que outras. Farmer (1973) reporta que a remoção de sedimentos é maior na fração areia média e diminui nas partículas maiores ou menores. O teor de silte também afeta a taxa *erodibilidade* e quanto maior seu teor, maior a susceptibilidade dos solos em serem erodidos. Wischmeier e Smith (1958), ressaltam que de modo geral, a desagregação se torna mais acentuada à medida



que aumenta o tamanho das partículas do solo, enquanto o transporte aumenta com a diminuição do tamanho destas partículas. Este aspecto indica que as partículas de argila se desprendem com maior dificuldade que os grãos de areia, todavia tornam-se mais fáceis de transportar.

As percentagens de areia, silte e argila devem ser analisadas em conjunto com outras propriedades, porque a agregação dessas frações granulométricas é afetada por outros elementos, como o teor de matéria orgânica. A formação de matéria orgânica, por sua vez, tem sua produção condicionada a flora e fauna existentes sobre ou dentro do solo, cuja parte considerável é formada por raízes e microorganismos. Um solo com 2 a 5 % de matéria orgânica, por exemplo, pode conter agregados relativamente estáveis, todavia, estes agregados são incapazes de resistir à ação conjunta da umidade e efeito contínuo das gotas de chuva. (Osborn, 1954).

Guerra (1994a), expressa que a matéria orgânica representa um papel importante como agregador e estabilizador das partículas. Há uma concordância de que a matéria orgânica proporciona maior estabilidade aos agregados do que as argilas.

Ploey e Posen (1985) afirmam que a estabilidade dos agregados é um dos fatores controladores mais importantes da hidrologia do topo do solo, dificultando a formação de crostas na superfície do mesmo.

Reduzida a resistência interna dos agregados, a força aplicada pelas gotas das chuvas quebra esses agregados, produzindo uma série de pequenas partículas, que cobre a superfície do solo formando uma crosta que dificulta a infiltração. Dessa forma, a alta estabilidade dos agregados no solo reduz sua *erodibilidade*, pois eleva o índice de porosidade, aumenta a taxa de infiltração e reduz o *runoff*, proporcionando maior resistência ao impacto das gotas da chuva, diminuindo a erosão por *splash*.

A densidade aparente correlaciona-se ao teor de matéria orgânica, pois à medida que a matéria orgânica diminui, aumenta a ruptura dos agregados, e as crostas se formam na superfície do solo aumentando a sua compactação. A densidade aparente aumenta com os incrementos de água no solo.

A porosidade está relacionada inversamente com a densidade aparente, ou seja, à medida que a densidade aparente de um solo aumenta, a porosidade diminui e, em consequência, ocorre a redução de infiltração no solo (Guerra, 1996 p. 160). D'Agostini (1999) reitera que o significado de porosidade do solo, mais do que um vazio é o de interface



entre sólidos e fluídos, em que a energia mecânica gravitacional da água pode se dissipar em manifestações de viscosidade.

A cobertura vegetal é outro elemento que merece ser estudado quanto às condições de *erodibilidade* do solo. São as modalidades ou tipos de cobertura que protegem o solo contra a erosão de acordo com os seguintes aspectos: a) amortecem o impacto das gotas de chuva na superfície do solo; b) oferecem resistência à água em movimento e diminuem a velocidade de escoamento da mesma; c) as raízes das plantas auxiliam a fixação do solo; d) as raízes e restos de vegetais contribuem para a melhora da estrutura do solo tornando-o mais poroso e mais apropriado para absorver a água da chuva.

As encostas intemperizadas, sem vegetação, apresentam valores de infiltração que variam de 60 a 174mm/h, enquanto nas encostas vegetadas, com mesmo tipo de solo, as taxas de infiltração oscilaram entre 138 e 894mm/h (Francis, 1990).

As condições de infiltração também exercem influência nos processos erosivos. A água que chega ao solo pode ser armazenada em pequenas depressões ou se infiltrar, aumentando a umidade do solo ou abastecendo o lençol freático. Quando o solo não consegue mais absorver água, o excesso começa a escoar em superfície ou em subsuperfície, podendo provocar erosão.

A taxa de infiltração é o índice que mede a velocidade com que a água da chuva se infiltra no solo, exercendo importante papel sobre o escoamento superficial. A água se infiltra por gravidade e capilaridade, e cada partícula do solo é envolvida por uma fina película de água. Os espaços entre as partículas são preenchidos por água, e as forças capilares decrescem. As taxas são mais rápidas no começo da chuva e diminuem até atingir o máximo que o solo pode absorver. Essa taxa máxima é a capacidade de infiltração, que corresponde à condutividade hidráulica saturada do solo. É a condutividade hidráulica real da zona molhada que controla a capacidade de infiltração, geralmente um pouco mais baixa do que a condutividade hidráulica saturada.

Solos de textura mais grosseira, como os arenosos, possuem taxas de infiltração maiores do que as dos argilosos. Solos argilosos, com grandes agregados e a presença de micro e macrosporos, podem transportar grande quantidade de água, aumentando as taxas de infiltração. Thornes (1980) menciona que um poro de 1mm de diâmetro teoricamente conduz 10 vezes mais água do que um poro de 0.1 mm de diâmetro.



As partículas mais susceptíveis a serem erodidas são de 0,1 a 0,3 mm de diâmetro e raramente são transportadas com mais de 1 mm de diâmetro.

Alberts *et al* (1980 apud Guerra b) afirmam que com o tempo as encostas que sofrem erosão tendem a se tornar mais arenosas, enquanto o sopé dessas encostas se torna mais siltosos e argilosos. O escoamento subsuperficial pode ocorrer em fluxos concentrados - túneis ou dutos sob efeitos erosivos, provocando colapso da superfície situada acima, formando voçorocas.

#### **4. A Área de Estudos**

A Bacia do Tarumã-Açú, como já mencionado anteriormente localiza-se no setor oeste da cidade de Manaus. Este setor da cidade apresenta forma de ocupação espacial delimitada por bairros como São Raimundo, Compensa e Glória, que podem ser consideradas como formas de ocupação do tipo espontânea e por bairros classificados como nobres onde se enquadram os bairros do Tarumã e Ponta Negra, nos quais se tornam evidentes modalidades de ocupação planejada e direcionada para o turismo e lazer. (Jezini & Albuquerque, 2002a).

#### **5. Antecedentes da ocupação humana na bacia**

As informações obtidas através de entrevistas realizadas com moradores locais, evidenciaram que a bacia do Tarumã-Açú foi inicialmente ocupada por populações de agricultores e extrativistas, no início da década de 50. A partir da década de 80, a expansão urbana para este setor da cidade, possibilitou a construção de empreendimentos classificados como: segunda residência, moradias e prédios de alto padrão, marinas, postos de gasolina e lojas de conveniência flutuantes, empreendimentos de lazer, recreação e atividades turísticas, estes elementos de produção espaço favorecem a expansão do mercado imobiliário.

As estratégias de planejamento urbano para o local, prevêem a implantação de empreendimentos hoteleiros e imobiliários como forma de valorização do espaço. Todavia é factível a inexistência de uma proposta que contemple políticas de conservação e preservação dos ambientes naturais e dos recursos hídricos, uma vez que os impactos se acentuam de forma grave, seja nas condições do meio, como na qualidade de vida e bem estar social das



comunidades ribeirinhas, que estão perdendo gradativamente seu território para as propriedades de alto padrão (Jezini & Albuquerque, 2002b).

A forma de ocupação e uso do solo é recente. O primeiro condomínio construído às margens do Tarumã marca o início dos anos 80, nesta fase é estabelecida a construção da primeira marina; em fases subseqüentes, é possível identificar as implantações de atividades do porto e demais marinas existentes no local, este é um momento que se propaga por toda a década de 90, onde propostas de planejamento de atividades turísticas marcam uma nova fase de ocupação. No entanto, todas as ocupações e loteamentos estabelecidos no curso médio/superior da bacia de drenagem, área tradicionalmente ocupada por populações ribeirinhas, datam do início do ano 2000.

## **6. Metodologia**

O trabalho foi conduzido na área drenada pelo canal principal da bacia do Tarumã-Açu. Através de visitas e levantamentos no entorno da bacia, procurou-se verificar os aspectos físicos que se apresentavam na faixa da encosta, buscando-se identificar os elementos característicos de alteração da paisagem.

A metodologia de coleta dos solos foi adotada de acordo com Lemos (1996), do Manual de descrição e coleta de solo no campo, no qual foram identificados os horizontes do solo em um ponto selecionado em seguida examinadas as características pedológicas da encosta.

A coleta do material partiu da saída da região conhecida como Igarapé do Mariano, sendo coletado o material dos horizontes do perfil do solo em um ponto localizado na encosta do igarapé, com as seguintes coordenadas: 2°58'57" latitude e 60°6'14" longitude Gr.

Posteriormente foi levado o material coletado ao Laboratório de Análise de Solos do departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas, para ser analisado quanto a sua estrutura física, sendo seco ao ar e depois peneirado em tamis, utilizando-se procedimentos técnicos padronizados.

## **7. Resultados e Discussões**



A morfologia da paisagem local é marcada por formas muito suaves, que se caracterizam como interflúvios entre um canal e outro, funcionando como divisores de redes de drenagem, conforme os levantamentos obtidos em mapas de curvas de nível na escala de 1:100.000 estes divisores não ultrapassam cotas altimétricas de 100m, o aspecto em forma de mesa é característica determinante no relevo. Nos reconhecimentos de campo, reiteraram a interpretação que a predominância do relevo se define por encostas de topo plano e rebordos bastante erodidos por formações de ravinas e voçorocas. A fraca declividade na ordem de 2% indica que este parâmetro não interfere de modo decisivo as perdas de solo. As constatações de Ranzani, (1980a), tornaram-se evidentes, comprovando que os latossolos apresentam menor resistência à erosão em horizontes situados a 30-40 cm de profundidade.

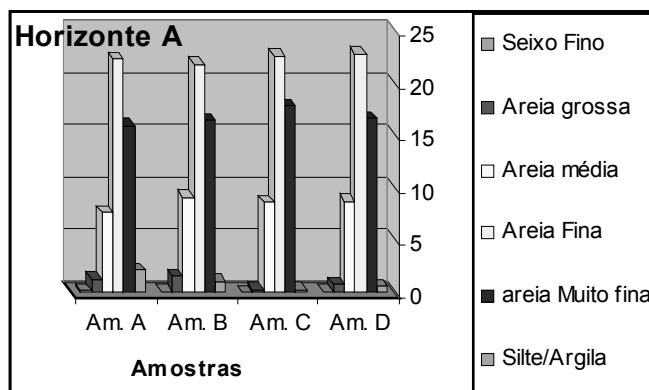
As margens do canal encontram-se fortemente erodidas, devido principalmente à retirada da vegetação ciliar, responsável por manter e conservar a estrutura física e química do solo, favorecendo o crescimento da fauna e flora.

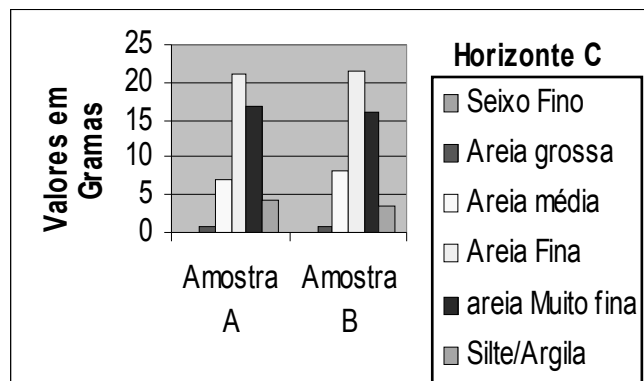
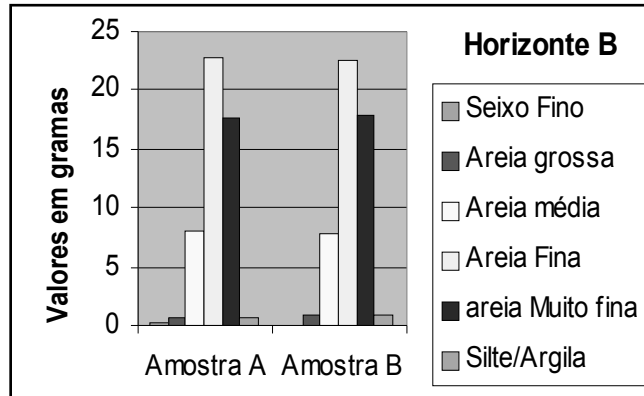
A retirada da cobertura vegetal do solo o torna mais susceptível a ação erosiva da chuva, devido aos elevados níveis da fração areia fina. Ao mesmo tempo a ação antrópica contribui para o aceleração dos efeitos da erosão, devido principalmente a ocupações e construções irregulares nas margens da Bacia do Tarumã-Açú.

Foi observado nas encostas as formas erosivas do tipo ravinas e voçorocas, além de escoamento superficial muito intenso.

Na análise do perfil do solo, dos Horizontes A e B, o seixo fino, o silte e a argila apresentaram as menores percentagens em amostras de 50g de solo. Os maiores percentuais apresentados foram os de areia fina e areia muito fina.

Gráficos: Análises de amostras de solo coletadas.





Com relação ao horizonte C os maiores percentuais permaneceram nas frações de areia muito fina. Estas partículas favorecem a erosão na localidade.

Estes resultados ressaltam que o material de origem dos solos presentes na bacia é predominantemente arenoso, derivados da Formação Alter do Chão e caracterizam-se como solos de grande instabilidade e elevado risco erosivo. As pressões antrópicas que ali ocorrem favorecem a exposição do material parental de forma a torná-lo altamente susceptível a processos erosivos. As rochas que existem no local são rochas sedimentares conhecidas como Arenito Manaus, que se rompem facilmente com as atividades de construção no local.

Para que a erosão seja evitada recomenda-se o reflorestamento com espécies nativas locais e retirada limitada de cobertura vegetal. Todavia merece ser aqui mencionado que estes são resultados preliminares de um estudo que merece ser aprofundado.

## 8. Considerações Finais





Os resultados aqui apresentados compõem apenas uma mostra de análises preliminares e parciais de um estudo que sem sombra de dúvida, merece ser aprofundado de forma adequada. Entretanto, ainda que o aprofundamento desta pesquisa seja algo futuro, merece ressalva a necessidade de compreender as formas erosivas da Bacia do Tarumã-Açú a partir do conhecimento sobre material de origem dos solos, ou seja, da unidade geológica que é a Formação Alter do Chão. As análises evidenciaram, que grande parte dos solos presentes na bacia, pela elevada composição de areia fina, podem se tornar altamente erodíveis se submetidos às pressões antrópicas e ocupação sem planejamento correto das formas de uso do solo.

## 9. Referências

- ALBERTS, E. E., MOLDENHAUER, W.C. E FOSTER, G.R. **Soil aggregates and primary particles transported in rill and interrill flow**. Soil Sci. Soc.Am. J.,44,590-595 (1980).
- D'AGOSTINI, L, R. **Erosão: o problema mais que o processo**. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. p. 14. 1999
- DE PLOEY, J. E POESEN, J. **Aggregate stability, runoff generation and interrill erosion**. In Geomorphology and soils. Editores:K. S. Richards,R.R.Arnett e S. Ellis,99-120 (1985).
- ELLISON,W. D. **Soil erosion studies. II. Soil detachment hazard by raindrop splash**. Agric. Engng.,28, 197-201 (1947).
- FARMER, E. E. **Relative detachability of soil particles by simulated rainfall**. Soil Science Society American Proceedings, 37, 629-633 (1973).
- FRANCIS, C. **Soil erosion and organic matter losses on fallow land: a case study from Southeast Spain**. In Soil erosion on agricultural land. Editores: J. Boardman, I. D. L. Foster e J.A . Dearing, 331-338. (1990).
- GUERRA, A. J. **Processos Erosivos nas Encostas**, in Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos/ org. Antonio J. T. Guerra e Sandra B. Cunha - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. P.149-209, 1994.
- GUERRA, A . T., GUERRA, A . J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 652p. 1997



- HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrological approach to quantitative morphology.** Bull. Geol. Soc.Am.,56,p. 275-370; 1945.
- JEZINI, J. F. A .,ALBUQUERQUE, A . R. DA C. **Organização Sócio-espacial da Bacia do Igarapé do Tarumã-Açú: Expansão Urbana versus Uso Sustentável da Paisagem.** Projeto final PIBIC. Dep. Geografia. Manaus, AM. 45p 2002.
- LEMONS, R. C. DE E DOS SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo,** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 3ª ed. Campinas, SP. 84p,1996.
- MORGAN, R. P.C. **Soil erosion and conservation.** Longman Group, Inglaterra, 298p. 1986.
- MOSS, A .J., GREEN, P. E HUTKA, J. **Small channells: their formation, nature and significance.** Earth Surface Processes and Landforms, 7, 401-415, .(1982).
- OSBORN, B. **Effectiveness of cover in reducing soil splash by raindrop impact.** J. Soil Water Conserv., 9:70-76. 1954
- RANZANI, GUIDO. **Erodibilidade de alguns solos do Estado do Amazonas.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia 10(2) : pp.263-269. Manaus, AM. 1980.
- STOCKING, M. A . E ELWELL, H. A . **Vegetation and erosion: a review.** Scottish Geographical Magazine, 92, 4-16. (1976).
- THORNES, J. B. **Erosional process of running water and their spatial and temporal controls: a theoretical viewpoint.** In Soil erosion. Editores:M.J.Kirby e R.P.C.Morgan, 129-182. (1980).
- YOUNG, R.A . E WIERSMA, J.L **The role of rainfall impact in soil detachment and transport.** Water Resources Research, 9,1629-1639, (1973).
- WICHMEIER, W. H., SMIHT,D.D. **Rainfall energy and its relationship to soil loss.** Trans. Amer.geophys.Union, 39:285-291.1958.