

PERFIS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS: UMA ANÁLISE MORFOLÓGICA E MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO SANTA BÁRBARA, ILHA DO MARANHÃO

Quésia Duarte da Silva

Profa. Curso de Geografia da UEMA/ Aluna do Curso de Pós-Graduação de Geografia/
UNESP Presidente Prudente / quesiasilva@ig.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi compreender as morfologias da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara a partir da elaboração e análise dos perfis longitudinais e transversais. Os procedimentos metodológicos incluíram o levantamento e análise do material bibliográfico e cartográfico, elaboração de perfis transversais e longitudinais, realização de trabalho de campo e análise de dados. A área em estudo está localizada ao norte da bacia hidrográfica do Tibiri, na ilha do Maranhão, na porção norte do Estado do Maranhão. Quanto aos perfis topográficos, foram elaborados 24 perfis longitudinais dos canais das microbacias, 1 perfil longitudinal do canal principal da sub-bacia do Santa Bárbara e 6 perfis topográficos transversais. Dos 10 perfis longitudinais dos canais com planícies intertidais nas fozes, apenas 2 apresentam morfologias indicadoras de estabilidade do canal. Dos 13 perfis longitudinais dos canais das planícies fluviais analisados, apenas 3 canais apresentam fortes gradientes, o que caracteriza perfis interrompidos. Sobre os perfis topográficos transversais elaborados conclui-se que todos são assimétricos em virtude da menor extensão dos canais da margem direita da sub-bacia hidrográfica em questão do que os da margem esquerda, indicando a presença de controle estrutural. Finalmente afirma-se que o estudo de perfis topográficos é fundamental para a análise da fisiografia fluvial, da dinâmica das águas correntes, da dinâmica dos processos fluviais e do equilíbrio dos rios.

ABSTRACT

The goal of this study was to understand the morphology of the sub-basin of the Santa Barbara from the elaboration and analysis of longitudinal and transverse profiles. Methodological procedures included a survey and analysis of cartographic and bibliographic material, preparation of transverse and longitudinal profiles, conducting fieldwork and data analysis. The study area is located north of the basin Tibiri on the island of Maranhao, in the northern state of Maranhao. As for the topographical profiles were prepared 24 longitudinal profiles of channels of the watersheds, a longitudinal profile of the main channel of the sub-basin of the Santa Barbara and six transverse topographic profiles. Of the 10 longitudinal profiles of channels with tidal plains in the mouths, only two have morphologies indicative of stability of the channel. Of the 13 longitudinal profiles of alluvial plains of the channels tested, only three channels have strong gradients, which features profiles stopped. On the transverse topographic profiles drawn conclusion is that all are asymmetric due to the smaller extension of the channels from the right edge of the sub-basin in question than the left margin, indicating the presence of structural control. Finally it is stated that the study of topographical profiles is crucial for the analysis of fluvial physiography, the dynamics of water currents, the dynamics of fluvial processes and the balance of rivers.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho foi compreender as morfologias da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara a partir da elaboração e análise dos perfis longitudinais e transversais. Esta área está localizada na ilha do Maranhão, na porção norte do estado do Maranhão (Figura 1).

A ilha do Maranhão está situada na porção central do golfo Maranhense, sendo este, a maior reentrância do litoral do estado. A ilha é limitada ao norte pelo oceano Atlântico, ao sul com a baía de São José e o estreito dos Mosquitos, a leste com a baía de São José e a oeste com a baía de São Marcos.

Segundo Schobbenhaus (1984) toda a ilha do Maranhão e, conseqüentemente, a área em estudo, pertence à bacia de São Luís. Esta ocupa uma área de aproximadamente de 33.000 km². Supõe-se que 4.500 metros de sedimentos foram acumulados, sendo destes, 2.500 m do Mesozóico e Cenozóico (RODRIGUES, 1994); assim afloram nesta área apenas rochas sedimentares.

Em relação à litoestratigrafia, a bacia de São Luís apresenta três unidades: Formação Itapecuru, Formação Barreiras e Formação Açuí. A Formação Itapecuru é a primeira unidade que designa um conjunto de sedimentos representados por arenitos, siltitos e folhelhos (RODRIGUES, 1994).

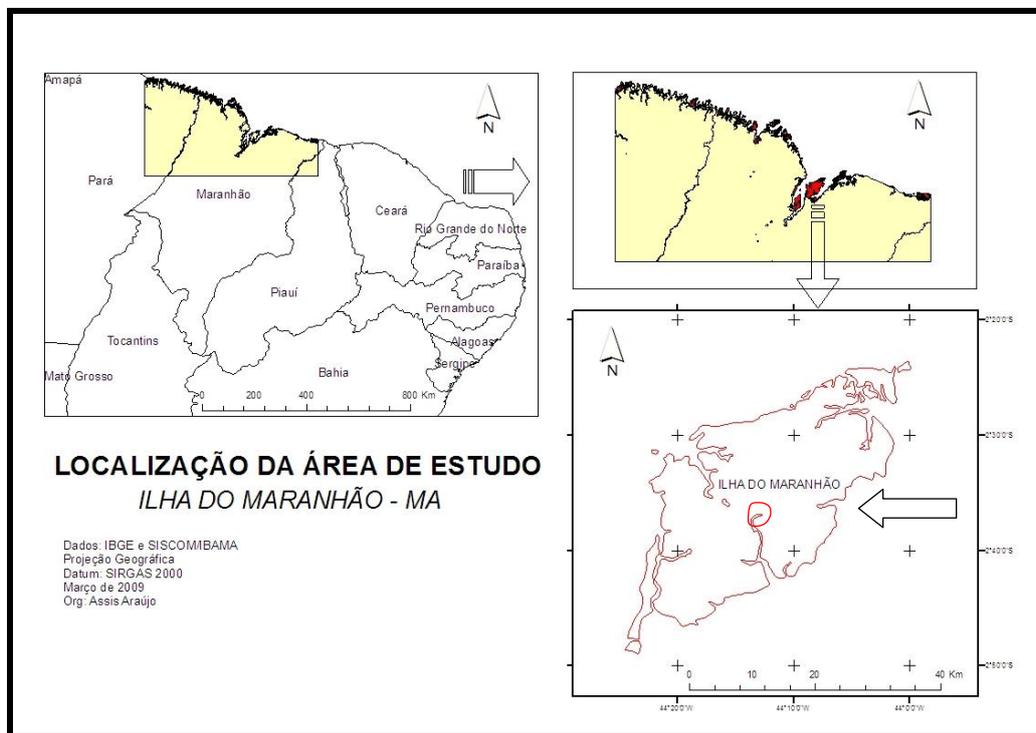


Figura 1 – Localização da ilha do Maranhão e da área de estudo

A fácies dominante dela é composta por arenitos finos róseo-claros, com estratificação cruzada, arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulíníticos, com estratificação cruzada de grande porte e estruturas de corte e preenchimento. Esta unidade constitui o substrato rochoso de grande parte da bacia de São Luís e especificamente de toda a ilha do Maranhão e data do Cretáceo.

Caracterizada por sedimentos areno-argilosos de coloração róseo-avermelhado e ferruginizados, a Formação Barreiras apresenta, ao longo da costa, depósitos discordantemente recobertos por sedimentos holocênicos, com falésias esculpidas nas rochas terciárias (RODRIGUES, 1984).

Na ilha do Maranhão, esta formação apresenta-se com um perfil pouco evoluído ou imaturo. Os sedimentos desta formação se formaram em uma época de intensa regressão marinha onde houve o rebaixamento do nível de base de erosão e retratação da linha de costa, resultado das glaciações.

A Formação Açuí é composta de sedimentos arenosos inconsolidados e argilosos; apresenta uma idade pleistocênica tardia e holocênica e aflora nas áreas topograficamente mais rebaixadas (RODRIGUES, 1994).

As unidades estratigráficas que afloram na sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara são a Formação Barreiras e a Formação Açuí. A primeira aflora no Cruzeiro de Santa Bárbara, apresentando rochas bem estratificadas com presença de arenitos e siltitos, seguidos de argilitos e folhelhos, onde ocorrem as morfologias tabulares e subtabulares. A Formação Açuí está relacionada às planícies intertidais e fluviais.

Morfologicamente, a ilha do Maranhão é caracterizada ao norte pela presença de amplas praias, com neossolos quartzarênicos, seguidas pela ocorrência de falésias. Muitas destas sofreram processos erosivos com conseqüente recuamento; configuraram-se algumas paleofalésias recobertas por areias, constituindo ambientes de sedimentação marinha e eólica com presença de dunas, paleodunas e restingas.

Em direção ao centro da ilha do Maranhão, tem-se um compartimento caracterizado por morfologias concordantes horizontais, apresentando extensão, declividade e formas variadas, com declives suaves e abruptos e vertentes côncavas, convexas e planas.

Esse compartimento é formado por superfícies tabulares e subtabulares, onde ocorrem formas residuais modeladas pelos processos exógenos, e com altitudes máximas em torno de 70 metros, com vários graus de dissecação. Por estas características, esta porção central se comporta como o principal divisor de águas da drenagem da ilha, e, por isso, apresenta uma significativa importância quanto à recarga dos aquíferos.

A porção sul da área em questão está, devido à situação geográfica, parcialmente protegida da ação dos processos oceanográficos formadores de praias arenosas, com o predomínio de planícies intertidais.

A sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara, com uma área de 8,35 km², está localizada ao nordeste da bacia hidrográfica do Tibiri (Figura 1). Esta, por sua vez, está

totalmente incluída no município de São Luís-MA, na parte sudeste da ilha do Maranhão. Limita-se a leste com bacia do rio Tijupá e a bacia do rio Jeniparana, a oeste com o distrito industrial de São Luís, ao norte com o aeroporto Marechal Cunha Machado e o Parque de Exposição Agropecuária, e ao sul com a baía de São José onde deságua e apresenta uma área total de 98.057 km² (SILVA, 2001).

Esta área em questão é ocupada por populações de baixa renda que se deslocaram para a área em virtude de não poderem arcar com os altos custos de moradia nas áreas centrais da cidade de São Luís. O povoamento foi iniciado em meados do século XX e segundo Silva (2001) apresenta uma população de 1.231 habitantes. Muitas residências ocupam áreas de encostas com acentuado declive e completamente impróprias para moradia.

Quanto ao escoamento global a sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara possui uma drenagem exorréica. Em relação ao padrão de drenagem a área é classificada como dendrítica, entretanto, considerando toda a ilha do Maranhão, afirma-se que o padrão predominante é radial centrífuga, em virtude de que praticamente todas as principais bacias hidrográficas da ilha têm suas nascentes na porção central e os canais se dirigem, de forma divergente e radial, em todas as direções para a costa.

Conforme os estudos de Pereira (2009) o canal principal da sub-bacia em questão é reto, pois apresenta como índice de sinuosidade o valor de 21,05%. Utilizando a mesma técnica encontrou valores inferiores a 20% para os canais principais das microbacias com tributários e microbacias com um canal de drenagem, apresentando formas muito retas. Com o uso de outra técnica, a autora encontrou para estes canais, valores que variam entre 1,2 e 2,0, que significa que apresentam formas intermediárias entre retilíneo e sinuoso, ou seja, são divagantes. Quanto à hierarquia, o canal principal, Santa Bárbara, é considerado, segundo a classificação de Strahler, de quarta ordem.

Sobre a importância dos perfis transversais e longitudinais, elaboração dos mesmos e análise dos dados foram utilizados os trabalhos de Christofolletti (1980), Cunha (1998), Santos (1999), Rocha (2001), Bigarella (2007), Silva, Souza Filho e Cunha (2008).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o alcance do objetivo definido, além do levantamento e análise do material bibliográfico e cartográfico, foram elaborados perfis transversais e longitudinais e realizados trabalho de campo e análise de dados.

Para a elaboração em meio digital dos perfis topográficos transversais e longitudinais foi utilizada a imagem do SRTM ([Shuttle Radar Topography Mission](#)), Formato GEOTIFF (16 bits), Resolução espacial: 90 metros, Unidade de altitude em metros, Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum WGS-84, disponível no site da Embrapa (FARR, 2009).

Após a importação desta imagem para o banco de dados estabelecido foi gerada a grade retangular no modelo numérico do terreno para a elaboração dos citados perfis topográficos no SPRING. Posteriormente eles foram exportados no formato ASC II e trabalhados graficamente no Programa Excel, onde receberam o acabamento final.

A escolha dos traçados dos perfis foi realizada por meio do mapa de drenagem da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara. Foram elaborados 6 (seis) perfis transversais, 24 (vinte e quatro) perfis longitudinais, sendo um para cada canal principal das sub-bacias da área de estudo e 1 perfil longitudinal do canal principal do rio Santa Bárbara.

O trabalho de campo objetivou realizar o reconhecimento da área de estudo; visualizar as características e processos morfológicos e hidrogeográficos da área e dos perfis topográficos transversais e longitudinais; checar os dados obtidos através do levantamento da drenagem e da morfologia da sub-bacia hidrográfica; dirimir as dúvidas acerca da interpretação visual e automática da imagem de satélite; e realizar sessão de fotos.

3. RESULTADOS

O perfil longitudinal do rio principal da sub-bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara apresenta comprimento total de 4,56 km (ver canal 13 da Figura 2). Este rio principal nasce na altitude de 54,60 m e o fluxo se dirige inicialmente para o sul e posteriormente para o sudoeste, onde se encontra com o rio Tibiri. A localização dos 24 perfis longitudinais de cada canal principal das sub-bacias da área de estudo está na figura 2.

A figura 3 apresenta o perfil longitudinal do canal principal do rio. Nesta figura, três patamares podem ser observados, os quais compartmentam altimetricamente a área. Da nascente até aproximadamente 32 metros de altitude ocorre o alto curso. O curso médio vai de 30 a 20 metros de altitude e, finalmente o baixo curso que vai de 20 até 6,44 metros de altitude.

No baixo curso predomina a incursão da maré de salinidade com presença da Vegetação Paludosa Marítima de Mangue (SILVA, 2001) e no alto curso, ambiente de água doce, com presença de uma mata galeria com juçara, buriti, imbaúba e outras espécies adaptadas à planície fluvial. No médio curso tem-se um ambiente de interface entre as águas doces do alto curso e as águas salinas do baixo curso. O perfil teórico do equilíbrio, observado na figura 3 indica que o rio está mais ajustado no baixo curso do que no alto e médio curso.

Os perfis longitudinais 1 a 13 estão situados na margem direita do canal principal do rio Santa Bárbara, enquanto os perfis 14 a 24 estão na margem esquerda. Apesar da proximidade e da extensão semelhante dos perfis longitudinais 1 e 2, estes apresentam comportamento morfológico diferente. Enquanto no perfil 1 os processos agradacionais predominam no alto e médio curso, no perfil 2 tem-se um equilíbrio relacionado aos processos (Figura 2).

Destaca-se ainda, que nos canais 1 ao 7 e de 21 a 24, há ocorrência do geossistema de manguezal nas fozes. Tal situação interfere diretamente nos processos de erosão e transporte e deposição dos sedimentos e na dinâmica da morfologia dos perfis longitudinais (Figura 4).

Os canais fluviais relacionados aos perfis 4 e 5 ainda estão procurando alcançar o perfil de equilíbrio, sendo que no 4, a denudação deverá ser mais incisiva, principalmente na porção do médio curso, o que tem gerado um perfil convexo.

Os perfis longitudinais 6 e 7 apresentam trecho do baixo curso relativamente equilibrado. No médio e alto curso os canais fluviais em questão apresentam morfologias diferenciadas, necessitando ambos de ativos processos denudacionais até o alcance do perfil teórico de equilíbrio, sendo que no primeiro, o perfil apresenta-se mais côncavo e no segundo, têm-se duas fortes rupturas.

O perfil 8 apresenta-se concavizado nos cursos superior e médio, com altitudes superiores ao perfil teórico de equilíbrio. O perfil 9 apresenta um relativo equilíbrio apenas no curso inferior e com trechos convexizados no alto e médio curso (Figura 5).

Estando relativamente retilinizado no alto e médio curso, o perfil 10 apresenta uma forte ruptura no médio curso e um padrão convexizado. No baixo curso, este perfil está praticamente equilibrado. O perfil 11 apresenta em quase todo o curso longitudinal uma morfologia convexa, aproximando somente no baixo curso no perfil teórico de equilíbrio.

O perfil longitudinal 12 está praticamente equilibrado do ponto de vista morfológico, considerando o perfil teórico. Destaca-se que este canal está situado numa área de ocupações inadequadas. Com o aspecto retilíneo e convexo, o perfil 13 também está distante o perfil teórico de equilíbrio.

O perfil 15 apresenta o curso superior suavemente retilinizado e o curso médio muito côncavo, indicando a presença de sedimentação do curso superior e muita erosão do curso médio e inferior.

Assim como o perfil longitudinal 11, o perfil 16 apresenta uma morfologia convexizada, o que indica predomínio dos processos de agradação sobre os de degradação nos cursos alto e médio do canal. Nesta perspectiva, considera-se este canal como desequilibrado.

O perfil a seguir apresenta-se concavizado no alto e médio curso com uma ruptura no baixo curso e uma morfologia convexizada. No geral, defende-se que este canal está relativamente equilibrado.

Apresentam-se equilibrados no baixo curso, os perfis 18 e 19; enquanto o primeiro apresenta-se também equilibrado no alto curso, o 19 apresenta-se retilinizado nos cursos superior e médio.

Os perfis 20 e 21 apresentam totalmente diferentes quanto às características morfológicas dos canais. No primeiro a concavidade predomina em quase todo o curso, com exceção para o médio curso, com a presença de um nickpoints sendo por isto, considerado um perfil interrompido (ROCHA, 2001).

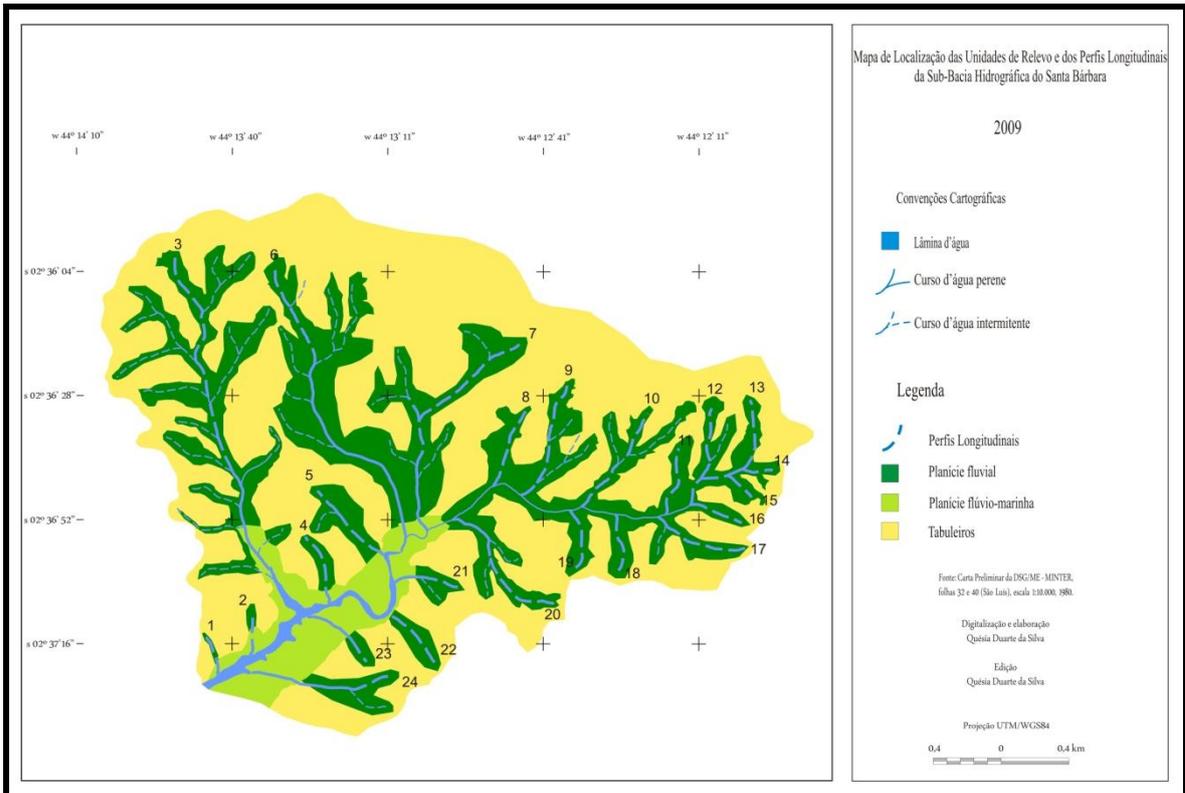


Figura 2 – Mapa de localização dos perfis longitudinais e das unidades de relevo da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara.

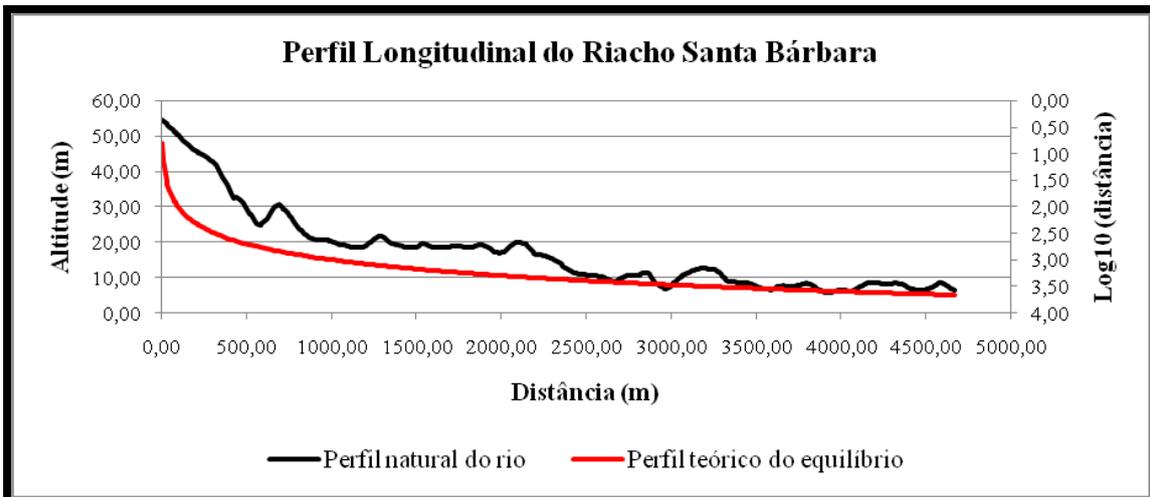


Figura 3 - Perfil longitudinal do canal principal do rio Santa Bárbara.

Encontra-se concavizado em toda a sua extensão, o perfil 21, com altitudes inferiores às consideradas no perfil teórico de equilíbrio. Neste último perfil acredita-se que tenham ocorrido fortes processos denudacionais como consequência do uso e ocupação inadequados do solo.

Destaca-se ainda que os perfis longitudinais de 8 a 20 estão situados em ambientes lóticos, fluviais, com a influência da maré de salinidade, mas sem a planície intertidal, característica do ambiente de manguezal.

O perfil 22 está em equilíbrio. Apesar de levemente concavizado no alto e médio curso e estar equilibrado no baixo curso, o perfil longitudinal 23 apresenta-se altimetricamente mais elevado, considerando o perfil teórico.

O último perfil, 24, apresenta grande alteração morfológica no sentido longitudinal, uma vez que apresenta duas áreas com fortes rupturas e áreas convexas na porção inferior do alto curso e no médio e baixo curso.

Finalmente, pode-se afirmar que, em geral, o efeito do desequilíbrio ou das alterações antrópicas é observado no baixo curso dos canais, à medida que os afluentes vão contribuindo com os seus fluxos.

As figuras 4 e 5 apresentam todos os 24 perfis longitudinais já discutidos. Tal sistematização foi realizada considerando as diferenças morfogenéticas encontradas nas áreas, uma vez que, na figura 4, têm-se todos os perfis longitudinais dos canais em que, no baixo curso destes, são encontradas as planícies intertidais, isto é, dos canais numerados de 1 a 7 e de 21 a 24. Na figura 5, têm-se apenas os canais em ambientes lóticos, ou seja, os canais fluviais de planícies fluviais.

Os perfis topográficos longitudinais de 8 a 20 estão situados nos canais fluviais das planícies fluviais (Figura 5). Com exceção dos perfis 10, 11 e 16, os canais fluviais situados inteiramente nas planícies fluviais são relativamente semelhantes entre si, com pequenas e não extensas modificações morfológicas (Figura 5).

Em contraposição, a figura 4 mostra perfis topográficos longitudinais muito heterogêneos entre si, os quais fluem para o baixo curso do rio Santa Bárbara e, por isto, têm em suas fozes, planícies intertidais. A exceção para esta situação de

heterogeneidade ocorre nos perfis 2 e 22, ambos com canais longitudinais morfologicamente considerados equilibrados.

Observando a imagem do Google Earth 5.0.1 datadas de 27 de junho de 2007, verificou-se que justamente as áreas drenadas pelos canais da figura 5, que apresentam maior número de canais relativamente equilibrados, estão sendo mais densamente ocupadas pela população local, enquanto que as áreas drenadas pelos canais apresentados pela figura 4, mais heterogêneos entre si e morfologicamente considerados em desequilíbrio, estão menos ocupados.

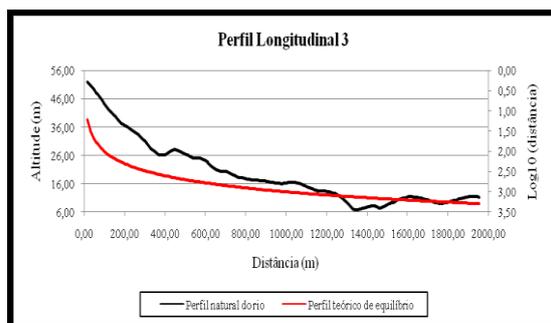
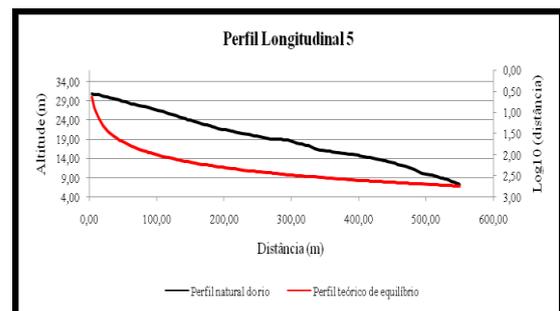
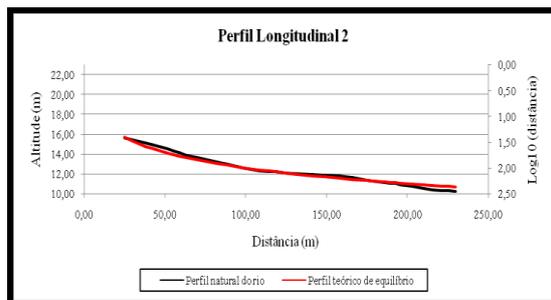
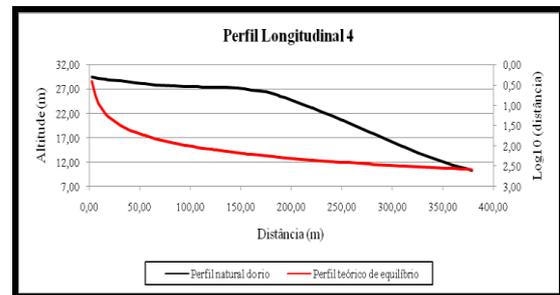
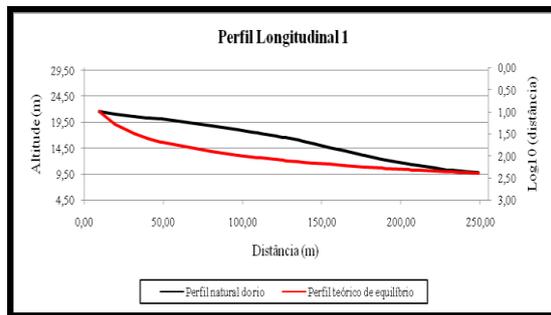
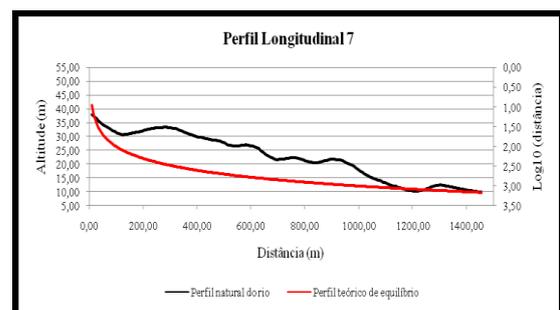
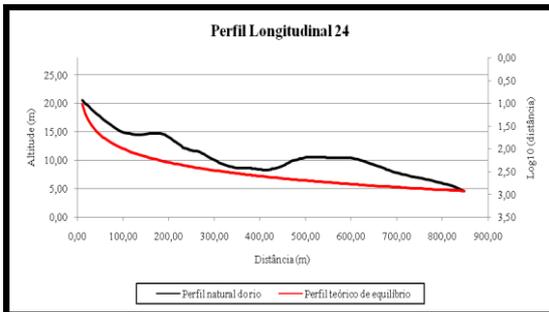
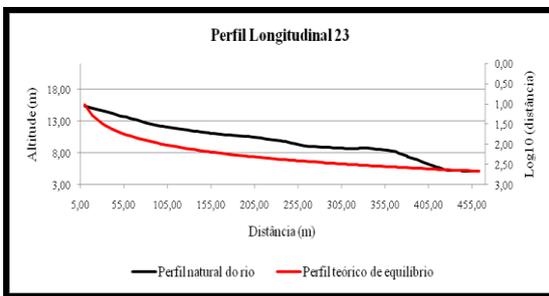
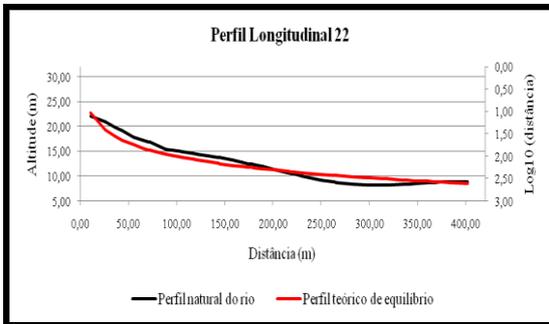
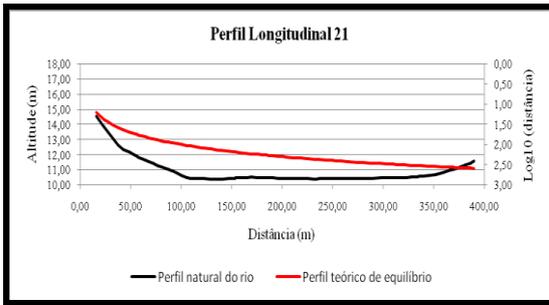


Figura 4 – Perfis longitudinais dos canais das planícies intertidais





fluviais

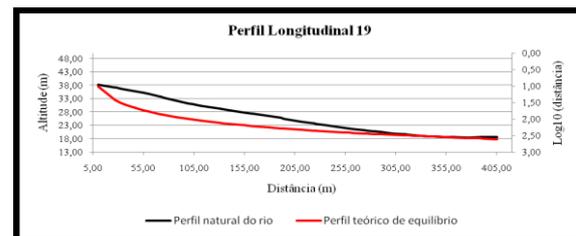
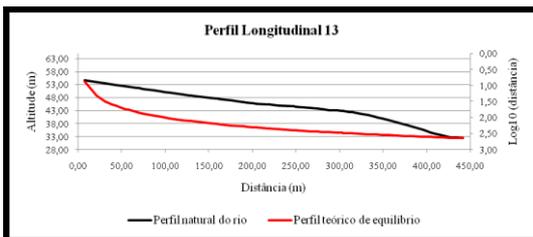
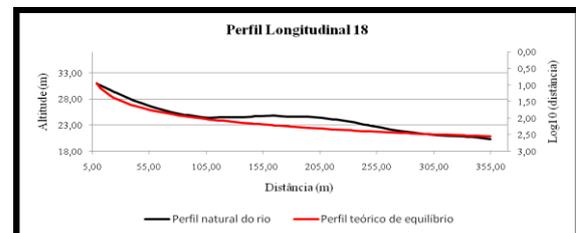
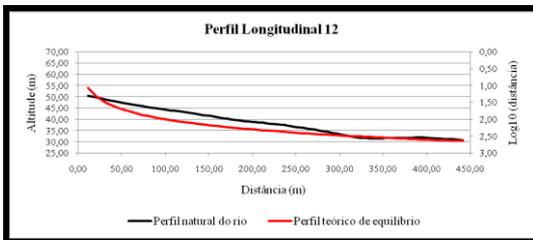
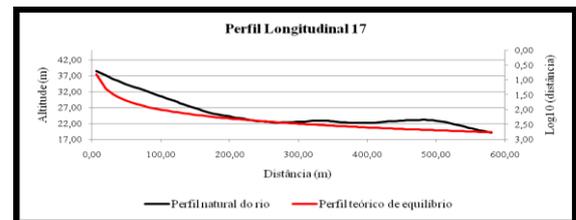
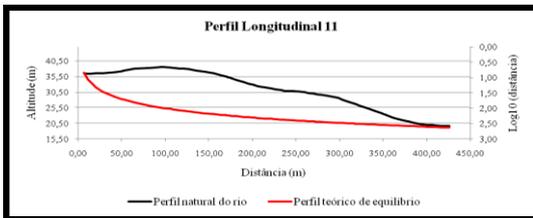
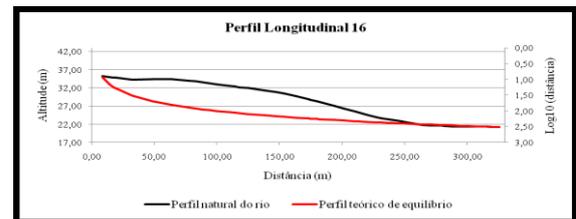
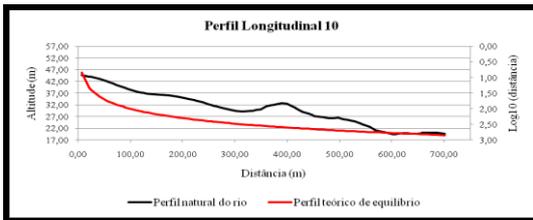
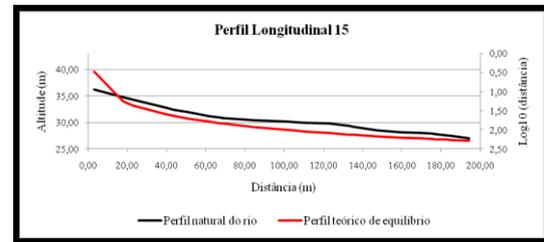
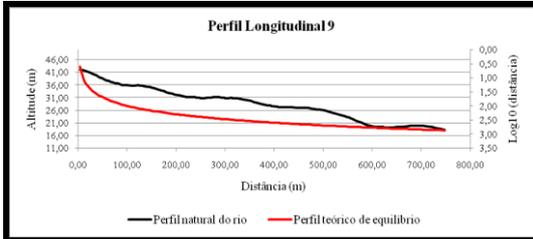
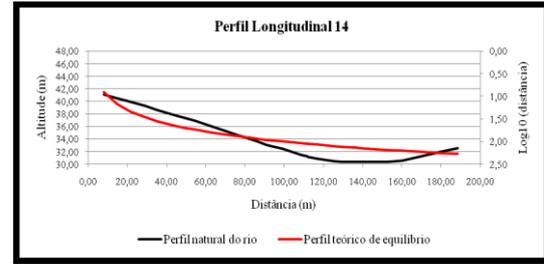
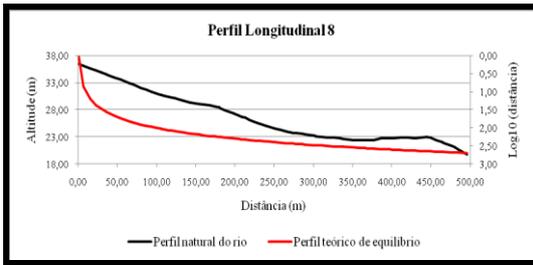
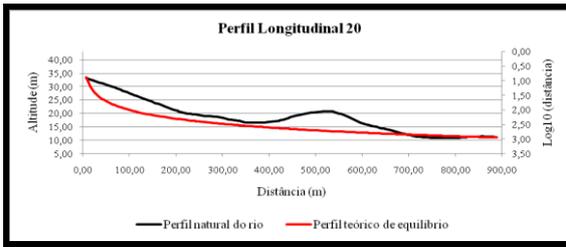


Figura 5 – Perfis longitudinais dos canais das planícies



Considerando as informações obtidas até o presente momento, pode-se afirmar que os perfis topográficos longitudinais com planícies intertidais nas fozes estão atualmente mais desequilibrados em função da dinâmica estuarina.

É necessário avaliar em trabalhos posteriores se os perfis longitudinais dos canais fluviais totalmente inseridos nas planícies fluviais ainda não se adaptaram à situação de antropismo, razão porque ainda podem ser considerados morfologicamente antropizados.

A figura 6 mostra a localização dos 6 perfis topográficos transversais e as unidades de relevo na bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara. Destaca-se que todos os perfis são assimétricos. Observando o mapa de localização dos perfis transversais, o qual apresenta a drenagem da sub-bacia, é possível afirmar que tal assimetria se dá em função de que os canais da margem direita da área são mais extensos do que os da margem esquerda. Apesar da indicação de controle estrutural por parte da drenagem em função das suas características morfológicas, não é possível afirmar ainda tal situação.

Em função da morfologia e pelo fato de estarem respectivamente no alto e baixo curso da área de estudo, os perfis A-B e L-M são bem menos extensos que os outros.

7. CONCLUSÃO

Conforme a literatura especializada afirma-se que o estudo de perfis topográficos é fundamental para a análise da fisiografia fluvial, da dinâmica das águas correntes, da dinâmica dos processos fluviais e do equilíbrio dos rios.

Quanto aos perfis topográficos, foram elaborados 24 perfis longitudinais dos canais das microbacias, 1 perfil longitudinal do canal principal da sub-bacia do Santa Bárbara e 6 perfis topográficos transversais.

A partir dos dados gerados por esses perfis, pode-se afirmar que dos 10 perfis longitudinais dos canais com planícies intertidais nas fozes, apenas 2 apresentam morfologias indicadoras de estabilidade do canal. Tal fato pode ser explicado, uma vez

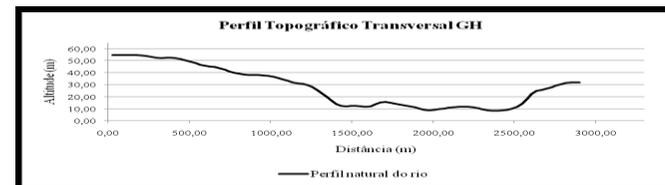
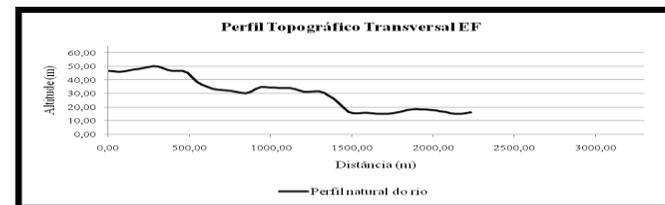
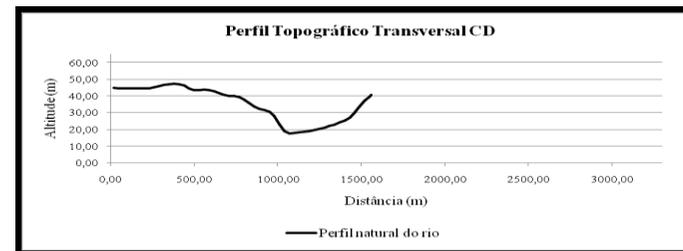
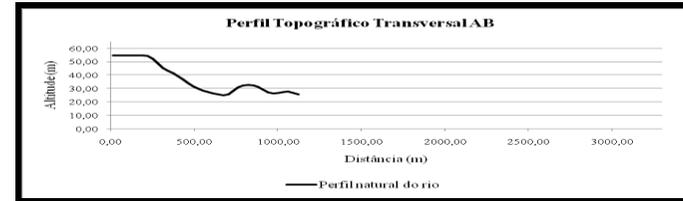
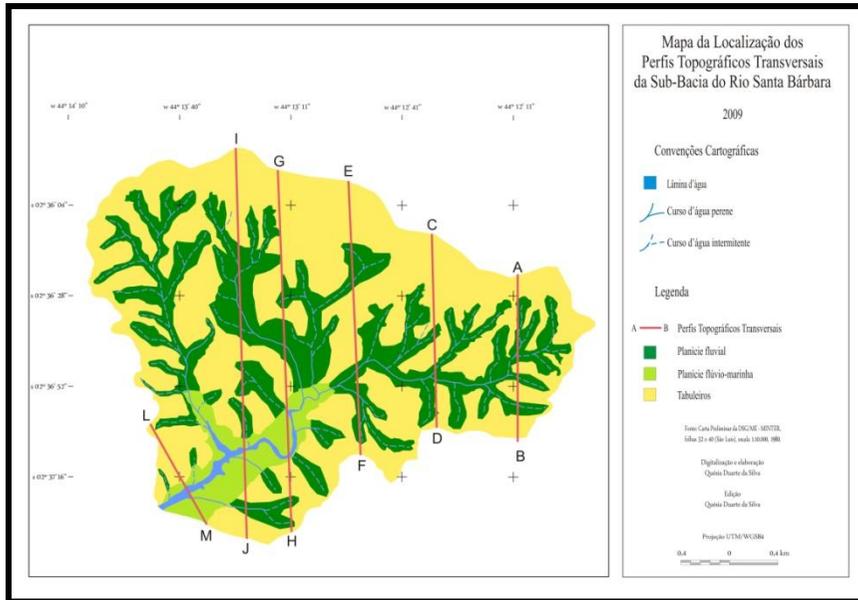
que a concentração de sedimentos em suspensão de origem fluvial e marinha é alta na região de transição, entre a zona do rio (ZR) e a zona de maré (ZM), formando a chamada zona de máxima turbidez, podendo acelerar os processos de agredação dos materiais de origem mineral e orgânica acumulados sobre o assoalho, impedindo ou retardando a saída para a zona costeira (ZC).

Dos 13 perfis longitudinais dos canais das planícies fluviais analisados, apenas 3 canais apresentam fortes gradientes, o que caracterizam perfis interrompidos. Teoricamente era esperado que mais perfis estariam alterados morfologicamente, uma vez que a população local tem instalado a sua estrutura domiciliar e de comércio nestas áreas, conforme observado pelas imagens de satélite.

É necessário avaliar em trabalhos posteriores se os perfis longitudinais dos canais fluviais totalmente inseridos nas planícies fluviais ainda não se adaptaram à situação de antropismo, razão porque ainda podem ser considerados morfologicamente antropizados.

Sobre os perfis topográficos transversais elaborados conclui-se que todos são assimétricos em virtude da menor extensão dos canais da margem direita da sub-bacia hidrográfica em questão do que os da margem esquerda. Apesar da indicação de controle estrutural por parte da drenagem em função das suas características morfológicas, não é possível afirmar ainda tal situação.

Sugere-se que os perfis transversais desta área sejam analisados individual e mais detalhadamente, em virtude da importância destes estudos para o entendimento da dinâmica geoambiental da região e das consequências do uso e da ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara.



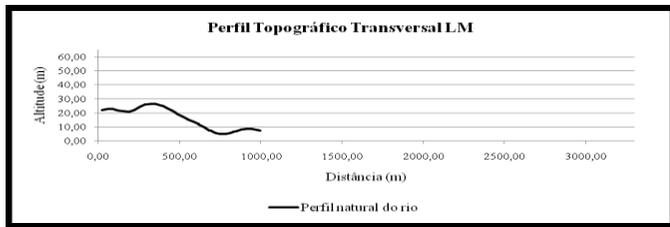
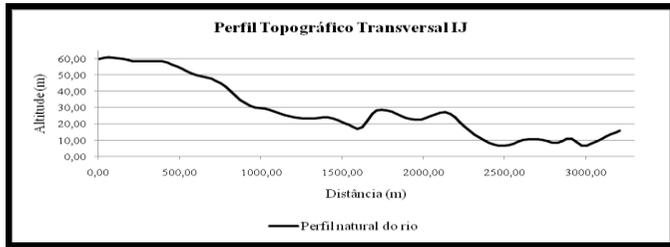


Figura 6 – Perfis transversais da área de estudo



REFERÊNCIAS

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2 ed., v. 3. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p. 211-252.
- FARR, T. G. et al. The Shuttle Radar Topography Mission. **Revista Geophys**. 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183, 2007. Disponível em:
<<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/srtmBibliography.html>>. Acesso em: 08 set. 2009.
- PEREIRA, K. D. **Morfometria: um estudo de caso da sub-bacia hidrográfica do Santa Bárbara, São Luís-MA**. Monografia de Graduação. Curso de Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, 2009.
- ROCHA, P. C. **Morfogênese e hidrodinâmica nas planícies de inundação e seus sistemas fluviais**. Exame Geral de Qualificação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, 2001.
- RODRIGUES, T. L. N. et al. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. São Luís. Folha AS.23-Z-A, Cururupu. Folha AS.23-X-C, Estado do Maranhão. Brasília, CPRM, 1994.
- SANTOS, G. F. Perfil longitudinal dos principais canais de drenagem do vale do Itajaí-Açu. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 1, n. 2, 1999, p. 89-94.
- SCHOBENHAUS, C. et al. **Geologia do Brasil**. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1984.
- SILVA, Q. D. **Proposta de Zoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Tibiri, São Luís – MA**. (Dissertação de Mestrado) Fortaleza, 2001.
- SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E.; CUNHA, S. B. Padrões de canal do rio Paraguai na região de Cáceres (MT). **Revista Brasileira de Geociências**. 38 (1), marc. 2008, p. 167-177.