

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO DE MANAUS – AM

Eduardo Bulcão da Silva Costa
Universidade Federal do Amazonas
csilva@ufam.edu.br

Clauzionor Lima da Silva
Doutor em Geologia Regional - UFAM
eduardobul@hotmail.com

Márcio Luiz da Silva
Doutor em Geociências e Meio Ambiente - INPA
marciols@inpa.gov.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fazer uma caracterização física das bacias hidrográficas da área urbana do município de Manaus - AM, se limitando as bacias hidrográficas do Tarumã-Açu e Puraquequara. Para tanto foi utilizado o programa computacional ArcGis 9.2[®], para o processamento dos dados SRTM. Diante dos resultados obtidos, foi verificado que as bacias hidrográficas do Tarumã-Açu e Puraquequara, no município de Manaus-AM, podem ser classificadas como grandes, quanto à área. Naturalmente, as bacias hidrográficas estudadas não são tão influenciadas pelas enchentes, são pouco dissecadas e com baixa declividade, o que resultará em uma resposta hidrológica lenta, com redução dos picos de enchente.

Palavras-chave: Bacia de drenagem. Bacia do Tarumã-Açu. Bacia do Puraquequara. Amazônia.

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF HYDROGRAPHIC BASINS IN THE MANAUS REGION - AM

ABSTRACT

The main of this paper was to make a physical characterization in the Tarumã - Açu and Puraquequara hydrographic basins in urban area of Manaus – AM. To this purpose was used the software ArcGIS 9.2[®], for processing the SRTM data. Based on these results, was determined that the basins of the Tarumã-Açu and Puraquequara can be classified as large as the area. They are naturally less subject to flooding, little dissected and low slope, that result in a slow hydrological response with reduction of peak flood.

Keywords: Drainage basin. Tarumã-Açu basin. Puraquequara basin. Amazon.

INTRODUÇÃO

Os dados topográficos são fontes de variáveis importantes e frequentemente solicitadas nas análises ambientais aplicadas a microbacias. Os estudos envolvendo dados topográficos têm se voltado à caracterização de unidades da paisagem com base em variáveis morfológicas, estreitamente ligadas às feições geométricas da superfície a ser analisada. A disponibilidade crescente de bases topográficas digitais, aliada ao uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), tem impulsionado o desenvolvimento de métodos automáticos de extração de variáveis topográficas, para posterior tratamento e integração em ambiente computacional (Valeriano e Carvalho Filho, 2003).

Recebido em 28/11/2012
Aprovado para publicação em 17/04/2013

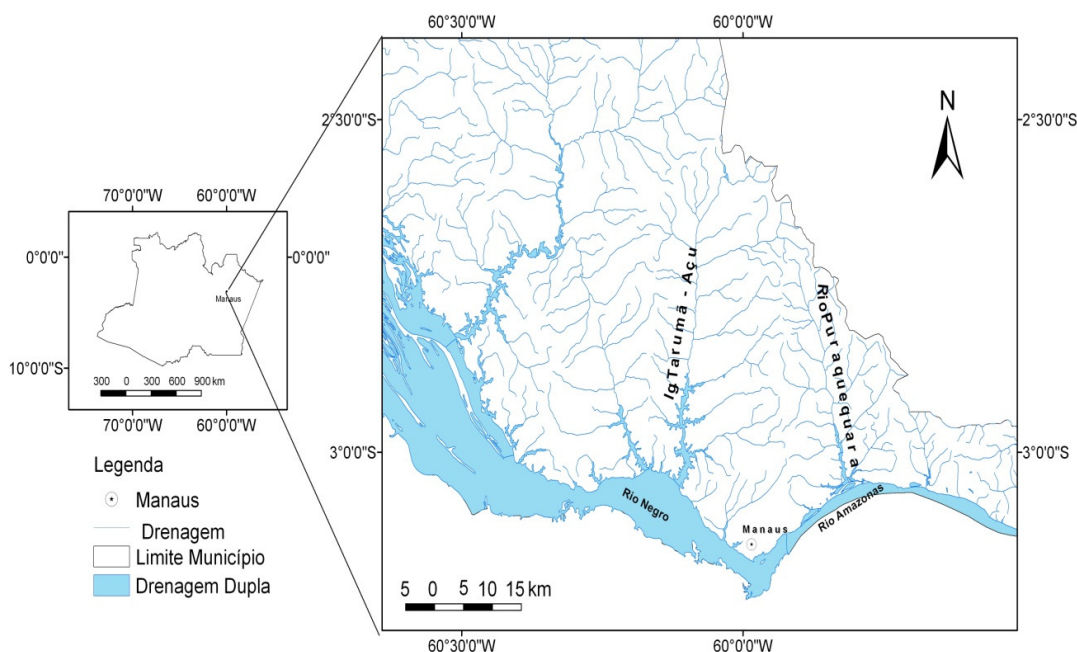
Na região de Manaus, as pesquisas têm mostrado a necessidade do entendimento acerca dos processos geológicos e estruturais, importantes no controle tectônico dos rios na região. Nesse contexto, diversos autores têm apontado que fatores geológicos são fundamentais no controle tectônico da região (Sternberg, 1950; Silva, 2005 e Silva et al, 2007). Como exemplo, Val (2009) menciona que o paleocanal do Tarumã-Mirim situado entre os igarapés do Tarumã-Mirim e o rio Cueiras, a noroeste de Manaus, foi desenvolvido por processos tectônicos e morfodinâmicos associados resultando no abandono de um antigo canal que ligava o rio Cueiras e o Tarumã-Mirim, assim como na divagação de canais, migração de *knickpoints* e na forma assimétrica da bacia do rio Cueiras. Ao analisar a tectônica cenozóica da região de Manaus, Silva (2005) notou que as falhas e fraturas geológicas promoveram alterações importantes nos parâmetros morfométricos das bacias hidrográficas, tais como mudanças na forma e orientação.

Portanto, o presente estudo visou analisar as bacias hidrográficas do Tarumã-Açu e Puraquequara, sob a ótica da geomorfologia e da geologia estrutural, a partir da quantificação dos parâmetros morfométricos.

MATERIAL E MÉTODOS

As bacias hidrográficas do Tarumã-Açu e do Puraquequara localizam-se no município de Manaus. Toda a região em estudo, está sobre a Formação Alter do Chão, constituída por rochas siliciclásticas avermelhadas que incluem argilitos, folhelhos, siltitos, arenitos e conglomerados. As Unidades de Depósitos Aluvionares, são caracterizadas por depósitos recentes, de idade Quaternário/Terciário, constituídas por associações de sedimentos de canal fluvial (areias e siltes) e de planície de inundação (argila e caulim) (Amaral, 1974; Eiras et. al., 1994) (Figura 01).

Figura 01: Localização da cidade de Manaus e das bacias hidrográficas do Tarumã-Açu e Puraquequara.



Para a realização da extração das redes de drenagem, foi feita a aquisição dos modelos SRTM a partir do banco de dados da NASA, através do site <http://e0srp01u.ecs.nasa.gov> e da EMBRAPA através do site <http://www.relevobr.cnpem.br/download/index.htm>. Utilizando os modelos SRTM foi construída a rede de drenagem e a delimitação das bacias em estudo e, posteriormente, a hierarquização fluvial, de acordo com a metodologia proposta por Strahler (1957).

Para a confecção do mapa hipsométrico, fez-se uso do programa computacional ArcGis 9.2[®], onde se estabeleceu primeiramente as classes de altimetria que mais se adequaram às áreas a

serem mapeadas. Para ambas as bacias, o número de classes definido foi da ordem de cinco. Definidas as classes, o mapa hipsométrico foi obtido através da guia *Classification Statistics* no ArcGis 9.2[®].

As características físicas das bacias hidrográficas da área urbana de Manaus também foram determinadas com o auxílio do programa computacional ArcGis 9.2[®] (Esri, 2005). As equações utilizadas foram:

- para o coeficiente de compacidade a $K_c = 0,28 \times P/A$ (sendo: K_c = coeficiente de compacidade; P = perímetro e A = área de drenagem);
- para o fator de forma (k_f) a $F = A/L^2$ (Sendo: F = fator de forma; A = área de drenagem e L = comprimento do eixo da bacia);
- para o índice de circularidade a $IC = 12,57 \times A/P^2$ (Sendo: IC = índice de circularidade; A = área de drenagem e P = perímetro);
- para a densidade de drenagem a $D_d = L_t/A$ (Sendo: D_d = densidade dos rios; L_t = comprimento total dos canais; A = área de drenagem); e
- para a densidade hidrográfica a $D_h = N/A$ (sendo: D_h = densidade hidrográfica; N = número de rios ou cursos d'água e A = área de drenagem).

A declividade foi classificada, de acordo com valores gerados pelo ArcMap, a partir do arquivo vetorial das curvas de nível (EMBRAPA, 1979).

O sistema de drenagem foi determinado segundo critérios propostos por Strahler (1957):

- a sinuosidade do curso da água (Sin) foi calculada pela equação $Is = L/Dv$ (Sendo: Is = índice de sinuosidade; L = comprimento do canal principal; e Dv = distancia vetorial do canal principal).

Este projeto de pesquisa foi apresentado, de forma parcial, na XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA, fomentado pelo CNPq e FAPEAM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de drenagem da bacia do Tarumã-Açu é de 1353,271 km² e a do Puraquequara de 694.834 km², sendo classificadas como de tamanho grande, pois apresentam áreas superiores a 1000 km². A bacia hidrográfica do Tarumã-Açu apresentou perímetro de 229.122 km, comprimento do canal principal de 42.105 km, comprimento vetorial do canal principal de 37.612 km e comprimento total dos canais da bacia de 1065.387 km. Já a bacia hidrográfica do Puraquequara, apresentou perímetro de 151.731 km, comprimento do canal principal de 19.541 km, comprimento vetorial do canal principal de 16.334 km e comprimento total dos canais da bacia de 544.985 km. Os valores de K_c foram superiores a uma unidade, levando-se a concluir que as bacias têm pouca tendência a enchentes, devido a sua forma mais alongada e maior área (Tabela 01).

Quanto ao índice de circularidade, a bacia hidrográfica do Tarumã-Açu foi de 0,32 e do Puraquequara de 0,37 e ao fator de forma, de 0,41 e 0,45, respectivamente. De acordo com Vilella e Mattos (1975), o K_f é outro índice indicativo da maior ou menor tendência para enchentes numa bacia hidrográfica. Segundo proposto pelos autores, quanto menor for o fator de forma de uma bacia hidrográfica, esta terá uma maior chance de apresentar um formato mais retangular, ou seja, mais estreita e longa, portanto, menos sujeita a enchentes. Sendo assim, a partir dos resultados obtidos, pode-se confirmar a tendência que estas bacias hidrográficas não estão sujeitas a enchentes.

Com relação ao ordenamento dos cursos de águas, a bacia hidrográfica do Tarumã-Açu é uma bacia hidrográfica de 5^a ordem (Figura 02) e a do Puraquequara de 4^a ordem (Figura 03) (Tabela 01).

Os valores de D_d são de 0,79 km/km² para a bacia do Tarumã-Açu e 0,78 km/km² para a do Puraquequara. Considerando a variação deste índice de 0,5 km/km² para as bacias com drenagem pobre e 3,5 km/km² para bacias excepcionalmente bem drenadas, de acordo com Vilella e Mattos (1975), verifica-se que as bacias analisadas podem ser consideradas de

drenagem pobre. São, portanto, bacias pouco dissecadas e, baseado apenas nos valores de densidade de drenagem, tendem a apresentar uma resposta hidrológica lenta, pois o caminho que a água da chuva terá que percorrer pelas vertentes é maior.

Figura 02: Rede hidrográfica e ordenamento de canais da bacia do Tarumã-Açu no município de Manaus – AM.

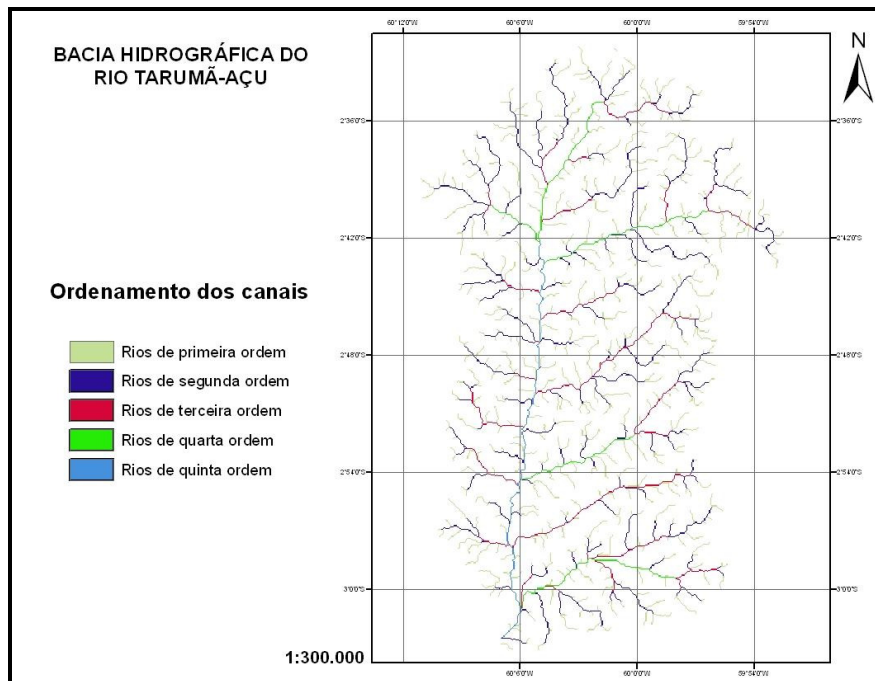
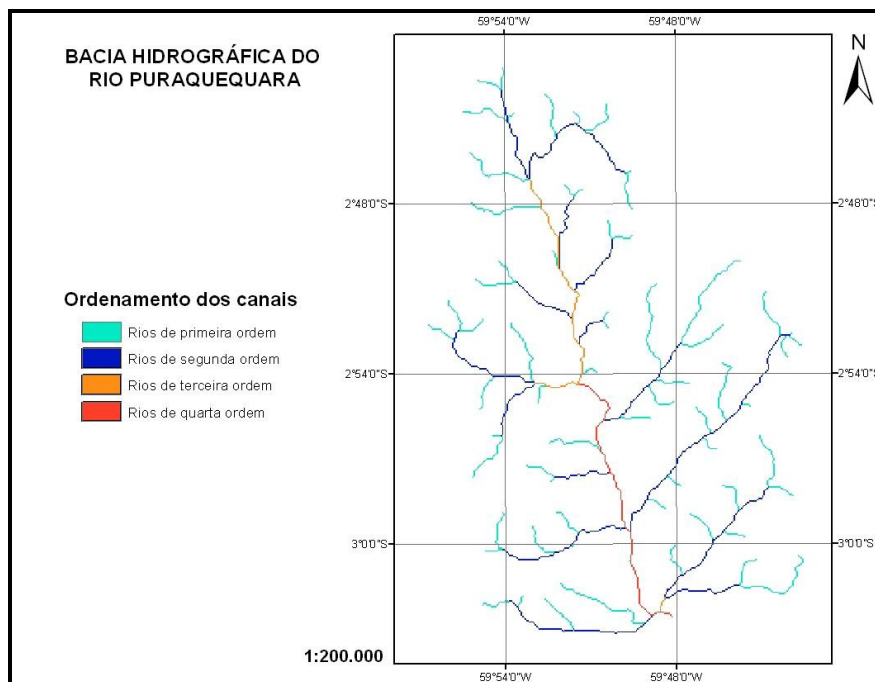


Figura 03: Rede hidrográfica e ordenamento de canais da bacia do Puraquequara no município de Manaus – AM.



A Dh da bacia hidrográfica do Tarumã-Açu foi de 0,62 canais /km² e do Puraquequara de 0,64 canais /km², enquanto que o Sin foi de 1,11 para a do Tarumã-Açu e de 1,18 para a do

Puraquequara, indicando que quase não existem ou não se têm sinuosidades elevadas nessas bacias (Tabela 01). O Sin próximo a 1 indica que os canais tendem a serem retilíneos e segundo Antoneli e Thomaz (2007), esse tipo de canal favorece um maior transporte de sedimento.

Os mapas de declividade para as bacias hidrográficas analisadas estão representados nas figuras 04 e 05. As bacias analisadas apresentaram valores de declividade média entre 0 e 3, portanto, baseada na classificação de declividade proposta pela EMBRAPA (1979), as bacias do Tarumã-Açu, que possui uma declividade média de 1,84, e do Puraquequara, com uma declividade média de 2,02, podem ser consideradas como bacias de baixa declividade (Tabela 01).

Figura 04: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Tarumã-Açu no município de Manaus – AM.

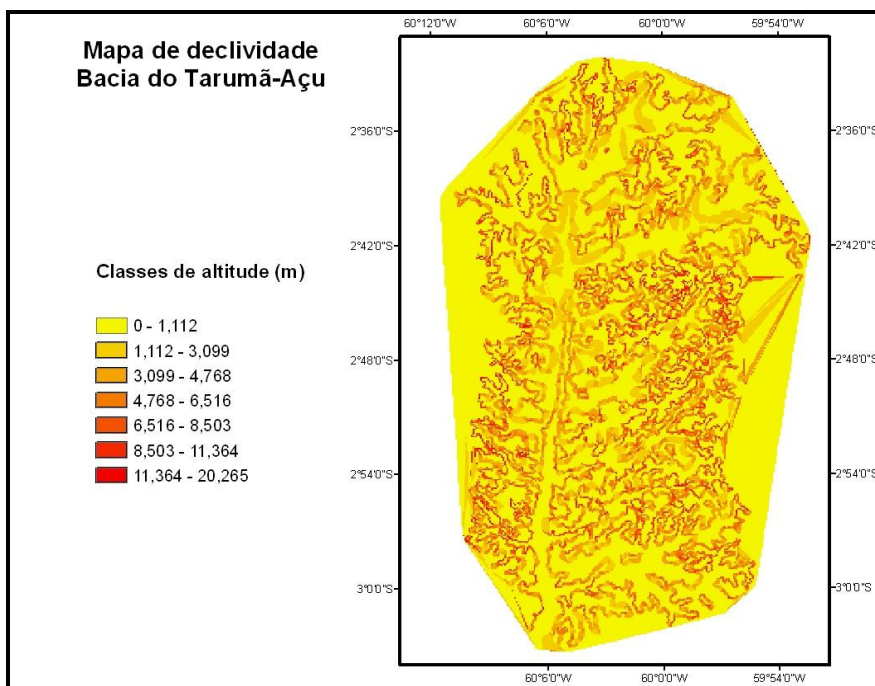
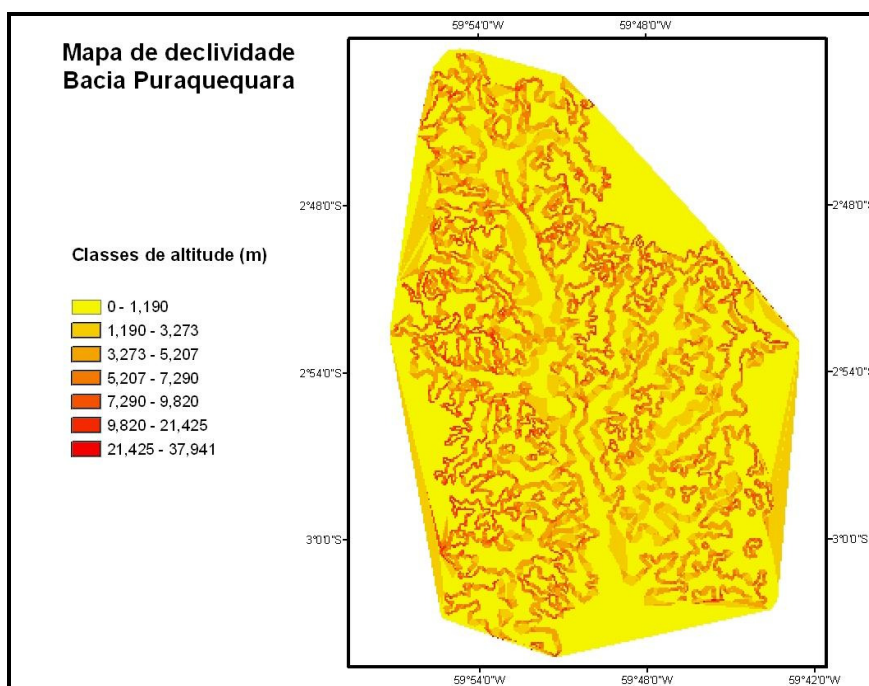


Figura 05: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Puraquequara no município de Manaus – AM.



Os mapas hipsométricos das bacias hidrográficas analisadas, com a altitude máxima, mínima e amplitude altimétrica, estão representados nas figuras 06 e 07. A bacia hidrográfica do Tarumã-Açu apresenta seu ponto mais alto de 110 m a 154 m e a bacia do Puraquequara de 106 m a 147 m. A partir dos pontos de altitude máxima e mínima, se obteve os valores de amplitude altimétrica das bacias hidrográficas analisadas. A bacia do Tarumã-Açu tem uma amplitude altimétrica de 152 m e a do Puraquequara de 140 m.

Tabela 01: Parâmetros morfométricos das bacias hidrográficas do Tarumã-Açu e Puraquequara no município de Manaus – AM.

Parâmetros	Valores e Unidades	
	bacia do Tarumã-Açu	bacia do Puraquequara
Área	1.353,271 km ²	694.834 km ²
Perímetro	229.122 km	151.731 km
Comprimento do canal principal	42.105 km	19.451 km
Comprimento vetorial do canal principal	37.612 km	16.334 km
Comprimento total dos canais	1065,387 km	544,985 km
Coefficiente de compacidade	1,74	1,61
Fator forma	0,41	0,45
Índice de circularidade	0,32	0,37
Ordem do córrego	5 ^a	4 ^a
Densidade de drenagem	0,79 km/km ²	0,78 km/km ²
Densidade hidrográfica	0,62 canais/km ²	0,64 canais/km ²
Índice de Sinuosidade	1,11	1,18
Declividade média	1,84	2,02
Altitude máxima	154 m	147 m
Altitude mínima	2 m	7 m
Amplitude altimétrica	152 m	140 m

Essas variações de altitude poderão causar diferenças na temperatura de até 1°C que, por sua vez, causando variações na evaporação e transpiração. E, as possíveis variações de precipitação anual serão mais significativas, o que trará consequências diretas sobre o deflúvio médio, podendo afetar o seu tempo de concentração, de acordo com Woodcock, (1976) e Vilella e Mattos (1975).

Figura 06: Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Tarumã-Açu no município de Manaus – AM.

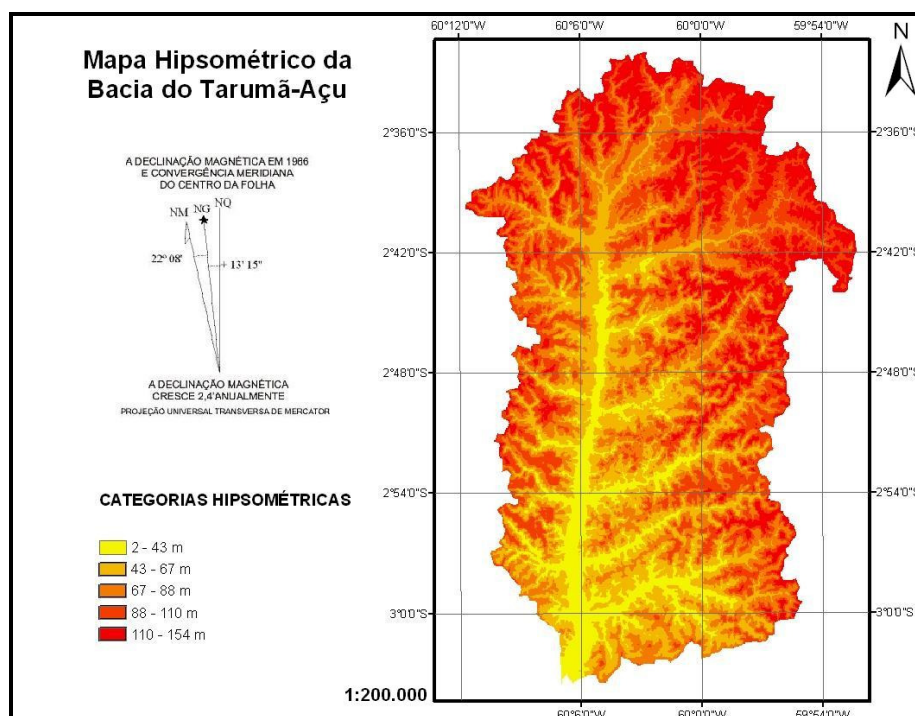
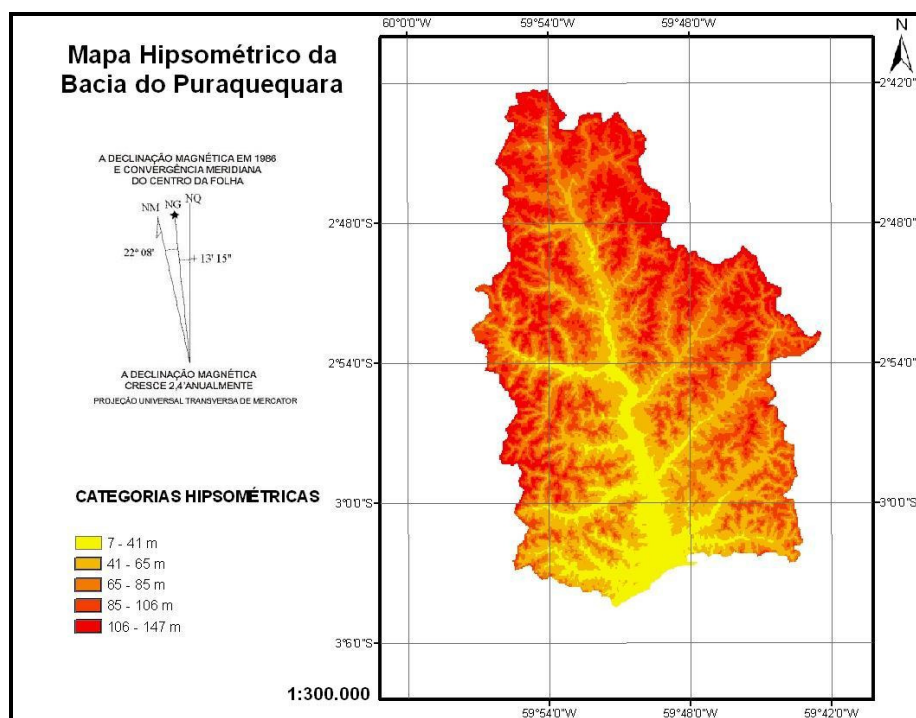


Figura 07: Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Puraquequara Açu no município de Manaus – AM.



CONCLUSÃO

O estudo de bacias hidrográficas possui múltiplas finalidades e vem sendo muito utilizado no Brasil para estudos ambientais e planejamento territorial. A averiguação de padrões morfométricos em uma bacia hidrográfica, amplia o conhecimento sobre a bacia e fornece dados numéricos que quantificam as informações. É fundamental em estudos mais detalhados e subsidia, de forma mais concreta, estudos ambientais, hidrológicos e de planejamento, além de auxiliar futuras intervenções humanas que possam ocorrer na bacia ou em algum canal fluvial.

Diante dos resultados obtidos, foi verificado que as bacias hidrográficas do Tarumã-Açu e Puraquequara, no município de Manaus-AM, podem ser classificadas como grandes quanto à área. Naturalmente, as bacias hidrográficas estudadas não são tão influenciadas pelas enchentes, são pouco dissecadas e com baixa declividade, o que resultará em uma resposta hidrológica lenta, com redução dos picos de enchente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaral, G. 1974. **Geologia pré-cambriana da região Amazônica**. São Paulo: USP, 1974. Tese (Livre Docência), Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 212p

Antoneli, V.; Thomaz, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Caminhos da Geografia**: Uberlândia, v.8, n.21: 46-58. 2007.

Eiras, J. F., Becker, C. R., Souza, E. M., Gonzaga, F. G., Silva, J. G. F., Daniel, L. M. F., Matsuda, N. S., Feijó, F. 1994. Bacia do Amazonas. Rio de Janeiro: **Bol. Geoc. PETROBRÁS**. v.8, n.1, p.17-45.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 1979. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ)**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro. 83p.

Esri. 2005. **Arcview GIS 9.2**. Esri: United States.

Silva, C. L. 2005. **Análise da tectônica cenozóica da região de Manaus e adjacências**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 282p.

Silva C. L.; Morales, N.; Crósta, A.P.; Costa, S. S.; Jimenez-Rueda, J. R. 2007. Analysis of tectonic-controlled fluvial morphology and sedimentary processes of the western amazon basin: an approach using satellite images and digital elevation model. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.79, n. 4, p. 693-711.

Sterneberg, H. O. R. 1950. Vales tectônicos na planície amazônica? **Revista Brasileira de Geografia**. v. 12, nº 4, p. 3-26.

Strahler, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen: **Transactions - American Geophysical Union**. v.38. p. 913-920. 1957.

Val, P. F. A. Estudo geomorfológico da região entre os rios cuieiras e tarumã-mirim: baixo curso do rio Negro (AM). Relatório de Iniciação Científica/PIBIC (UFAM). 2009. 64p.

Valeriano, M. M.; Carvalho Júnior, O.A. Geoprocessamento de Modelos Digitais de Elevação para Mapeamento da Curvatura Horizontal em Microbacias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v.4, p. 17-29. 2003.

Villela, S. M.; Mattos, A. 1975. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAWHill do Brasil. 245p.

Woodcock, R. G. **Weather and Climate**. Estover: MacDonal & Evans. 1976.