



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **ANÁLISE CRÍTICA DOS TRABALHOS DE CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DO RELEVO E DRENAGEM NA BACIA AMAZÔNICA**

João Paulo Soares de Cortes <sup>(a)</sup>, Johnathas Siqueira Rodrigues <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará,  
[decortesjps@gmail.com](mailto:decortesjps@gmail.com)

**Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas**

### **Resumo**

A utilização de índices morfométricos para caracterização de padrões de relevo e drenagem, assim como para formulação de estratégias de gestão e planejamento ambiental tem sido ampliada com o acesso às geotecnologias e técnicas de sensoriamento remoto. Na bacia hidrográfica amazônica, apesar de certas limitações para extração destes dados, como baixa amplitude média do relevo, se torna fundamental o uso de ferramentas que sejam capazes de fornecer informações em áreas de acesso restrito e com dados de base escassos e em escalas inadequadas para análise regional. Este trabalho analisa parte da produção bibliográfica que se utiliza de dados morfométricos na bacia amazônica de modo a avaliar a aplicabilidade destes dados, a espacialidade das amostragens e das produções, entre outros padrões. Os resultados indicam a possibilidade de que seja intensificada a interpretação dos dados levantados por parte dos pesquisadores que se utilizam destes índices.

**Palavras chave: Análise Quantitativa; Planejamento Ambiental; Gestão de Recursos Hídricos; Geomorfologia; Metodologia**



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **Introdução**

A utilização de dados morfométricos em geomorfologia têm sido difundida desde a segunda metade do século passado, como uma maneira de se buscar resultados mais objetivos e replicáveis. Dentre as vantagens da utilização destes dados está a possibilidade de buscar padrões que possam evidenciar processos em curso ou passados e categorizar áreas de acordo com critérios objetivos, permitindo a comparação entre diferentes bacias, por exemplo. Por outro lado, o tratamento estatístico destes dados permite que os mesmos sejam confrontados com padrões esperados como uma ferramenta de investigação de processos tectônicos (Jordan, 2003). Outra aplicação importante se refere à caracterização de bacias hidrográficas como suporte para análises de impactos e riscos ambientais e ações de planejamento e manejo.

No Brasil, esta abordagem passou a ser amplamente utilizada com o auxílio dos trabalhos de Christofolletti (1980). Com o avanço dos sistemas de informação geográficos (SIGs), o aumento da capacidade computacional e a disponibilidade de dados gratuitos e com resolução adequada sobre o relevo a nível global, o acesso à métricas que representem o relevo e a drenagem foi ampliado e facilitado. A extração automática destes parâmetros, no entanto, apresenta limitações, que podem ser ampliadas em determinados terrenos (onde há baixa amplitude de relevo, por exemplo) e de acordo com os sensores utilizados na aquisição dos dados que podem ou não ser sensíveis a fatores como presença de nuvens e cobertura vegetal espessa. Neste sentido, a região amazônica apresenta uma série de fatores que devem ser considerados na aplicação de técnicas de extração e análise de dados morfométricos.

O objetivo deste trabalho é avaliar uma gama de trabalhos publicados no Brasil utilizando como critério espacial a bacia hidrográfica amazônica, de modo a se compreender a aplicabilidade destes estudos e outros padrões relativos a esta produção, como índices mais utilizados, áreas amostradas e origem das pesquisas.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 1. Materiais e Métodos

Foram levados em consideração trabalhos publicados entre os anos de 2007 e 2017, em língua Portuguesa, e disponíveis nas bases de dados Google Acadêmico e Scielo. A Tabela 1 foi organizada com o nome do primeiro autor e o ano de publicação, instituição do primeiro autor, localização das bacias onde foram realizadas as análises, classe de índices morfométricos utilizados e os objetivos do trabalho. As localizações das bacias hidrográficas foram plotadas em um mapa contendo como plano de fundo a rede hidrográfica amazônica dividida em subbacias de maior ordem com auxílio do software ARCGIS 10.2.

A classificação dos índices morfométricos seguiu a proposta de Tonello (2005), que considera três classes distintas; características geométricas ( ex. coeficiente de compacidade, fator de forma, área, perímetro, índice de circularidade, densidade hidrográfica) características do sistema de drenagem (ex. ordem hierárquica de Strahler, densidade de drenagem-Dd, qualificação da Dd, extensão média de escoamento superficial, índice de sinuosidade, razão de bifurcação) e características do relevo (ex. índices de declividade, curva hipsométrica, elevação média da bacia, altitudes máxima, mínima e média, amplitude altimétrica, gradiente de canais, relação de relevo, fator de simetria topográfica transversal).

Os objetivos dos trabalhos foram classificados em caracterização fisiográfica, quando não houve uma proposta de aplicação clara aos dados levantados e gestão e planejamento ambiental, quando os resultados apontaram para medidas e fatores a serem observados no processo de gestão das bacias analisadas.

## 2. Resultados e Discussão

Os trabalhos analisados revelaram que há uma concentração de áreas amostradas, que incluem bacias em áreas urbanas e próximas aos centros de produção dos conhecimentos. Belém e Manaus foram as cidades com mais estudos de caso aplicados. Os desafios enfrentados por estas cidades com respeito à drenagem urbana incluindo problemas com



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

enchentes alagamentos ou mesmo estiagem são utilizados como justificativa para realização dos trabalhos (figura 1A). O padrão de produção de conhecimentos nesta área de certa forma refletiu o próprio processo de ocupação da região amazônica, com bacias extensas como a dos rios Trombetas e Nhamundá não tendo sido representadas dentro da amostragem analisada, gerando grandes lacunas de produção de conhecimento nesta área.

Um ponto interessante observado foi que a maior parte das instituições onde foram realizados os estudos pertencem à região da Amazônica, um fator considerado positivo devido a estas instituições estarem próximas aos problemas que envolvem suas respectivas áreas de atuação. Os demais autores dos trabalhos foram advindos de instituições amazônicas e de outras regiões brasileiras o que indica também a presença de redes de investigação ativas nestas áreas de pesquisa.

Com relação a aplicação dos dados morfométricos levantados, foi observado que a maioria dos trabalhos objetiva caracterizar fisicamente as bacias, a fim de gerar subsídios para aplicações futuras, sem no entanto se aprofundar na aplicação concreta dos resultados. Exceções a esta regra aparecem em Ataíde *et al* (2017), Santos *et al* (2016), Rocha *et al* (2016), Nascimento *et al* (2012), Umetsu *et al* (2011) e Lira *et al* (2010) que apresentam análises mais complexas dos dados levantados, interpretando o significado dos índices morfométricos com relação ao planejamento e uso dos recursos hídricos. A figura 1B ilustra a porcentagem de trabalhos que expressaram claramente em seus objetivos e resultados as implicações dos índices obtidos em estratégias de gestão e manejo das bacias estudadas.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

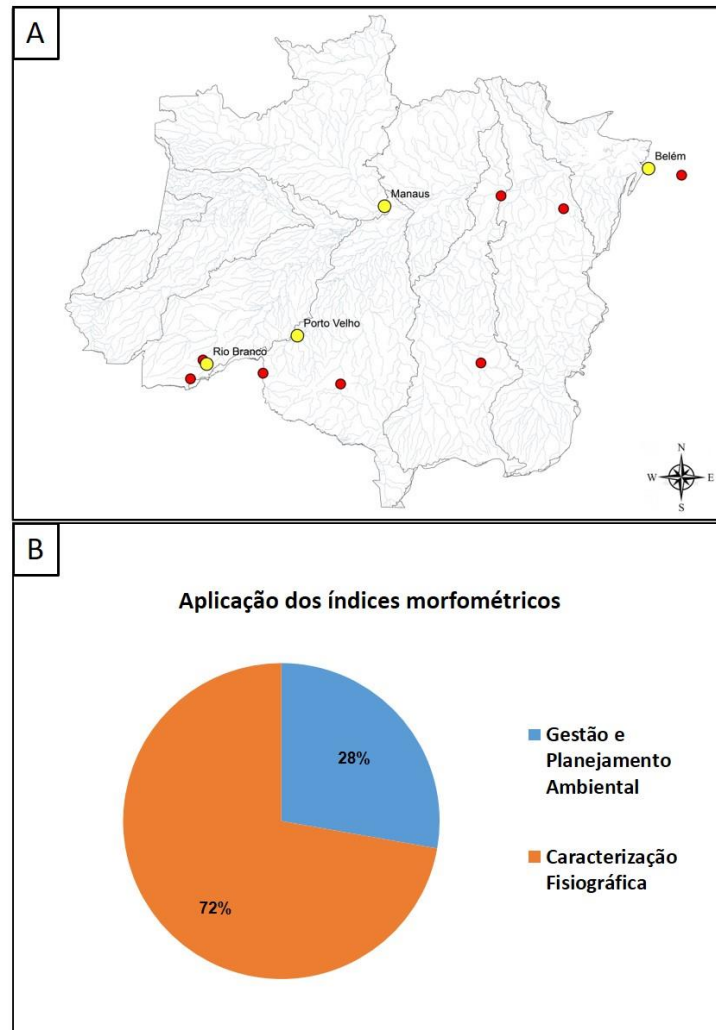


Figura 1- Distribuição espacial das bacias estudadas nos trabalhos amostrados (A) e porcentagem relativa de trabalhos que associaram os resultados obtidos com estratégias de gestão e planejamento ambiental (B)

Os resultados obtidos foram sintetizados na Tabela 1, que relaciona os autores e ano, instituição de origem do primeiro autor, área da bacia hidrográfica estudada, tipos de índices extraídos (geométricos, de relevo e drenagem) e os objetivos do trabalho. Através da análise da tabela, é possível observar, entre outras coisas que a maioria dos trabalhos considerou índices associados de relevo e drenagem assim como os geométricos.



# XVIII SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

## GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

| AUTOR/ANO              | INSTITUIÇÃO                                      | ÁREA DE ESTUDO                                     | FATORES/ÍNDICES MORFOMÉTRICOS    | OBJETIVO DO TRABALHO            |
|------------------------|--|--|----------------------------------|---------------------------------|
| Ataide et al (2017)    | UFPA   | Bacia hidrográfica do Rio Taua (PA)                | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Gestão e Planejamento Ambiental |
| Pontes et al (2017)    | UFCG   | 11 bacias hidrográficas, no município de Belém-PA  | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Gestão e Planejamento Ambiental |
| Santos et al (2016)    | UEPA   | Rio Moju, bacia do rio Curuá-Una. (PA)             | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |
| Sousa et al (2016)     | UFAM   | 16 municípios, alto Solimões e médio Amazonas (AM) | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |
| Rodrigues et al (2016) | UFPA   | Igarapé da Prata, Capitão Poço, PA                 | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |
| Santos et al (2016)    | UEPA   | Belém (PA)   | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Gestão e Planejamento Ambiental |
| Marinho et al (2016)   | UFAM   | Manaus (AM),                                       | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |
| Rocha et al (2016)     | UFPB   | Ji-Paraná (RO)                                     | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Gestão e Planejamento Ambiental |
| Abud et al (2015)      | Secretaria de Estado de Extensão Rio Branco (AC) | Xapuri (AC)  | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |
| Ribeiro et al (2015)   | UFRA   | Igarapé do Una, Belém. (PA)                        | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

|                         |          |   |                                  |                                 |
|-------------------------|----------|---|----------------------------------|---------------------------------|
| Araújo et al (2015)     | UFRA     | Altamira (PA)   | Geométrica<br>Drenagem           | Caracterização Fisiográfica     |
| Costa et al (2013)      | UFAM     | Manaus (AM)   | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |
| Lira et al (2012)       | UFAC     | A bacia do Igarapé Amaro está localizada no município de Rio Branco | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |
| Melo et al (2012)       | UEA      | Bacia do rio Solimões, (AM)   | Geométrica<br>Relevo             | Caracterização Fisiográfica     |
| Nascimento et al (2012) | UFAC     | Rio Branco e Bujari (AC)  | Geométrica<br>Drenagem           | Gestão e Planejamento Ambiental |
| Umetsu et al (2011)     | UNEMAT   | Carlinda, MT.   | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Gestão e Planejamento Ambiental |
| Ibanez et al (2011)     | USP      | Rios Urubu e Uatumã (AM)  | Relevo                           | Caracterização Fisiográfica     |
| Marcuzzo et al (2011)   | CPRM/SGB | A sub-bacia abrange 70 municípios (AM, MT, PA e RO)                 | Relevo                           | Caracterização Fisiográfica     |
| Lira et al (2010)       | UFAC     | Rio Branco (AC)   | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Gestão e Planejamento Ambiental |
| Lima et al (2009)       | UNIR     | Porto Velho e Nova Mamoré (RO)                                      | Geométrica<br>Drenagem<br>Relevo | Caracterização Fisiográfica     |

Tabela I – Síntese dos trabalhos analisados

### 3. Considerações Finais

Os resultados obtidos permitem que seja traçado um panorama das pesquisas em geociências que se utilizam de índices morfométricos ao longo da porção brasileira da bacia hidrográfica amazônica entre os anos de 2007-2017. A amostragem realizada não buscou



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

esgotar todos os trabalhos mas sim obter uma parcela dos estudos que indicasse padrões de produção do conhecimento, especialmente em termos espaciais (quais áreas estão sendo analisadas, onde estão os pesquisadores) e de aplicação. Sobre a aplicação destes estudos a pergunta feita foi “os dados extraídos estão sendo interpretados em termos de seu significado na conformação do relevo ou para aplicação em estratégias de gestão e planejamento ambiental?”. Os resultados indicaram que a interpretação e aplicação destes índices muitas vezes é deixada para trabalhos futuros, limitando o objetivo dos trabalhos à caracterização fisiográfica de bacias.

Desta maneira, o padrão encontrado a partir do recorte feito indica a possibilidade de que os índices morfométricos sejam aplicados de maneira mais efetiva nos estudos em que são utilizados. Uma possibilidade de investigar se de fato há uma percepção concreta das possibilidades de aplicação destes índices é através de um levantamento semelhante em estudos técnicos a partir da seguinte perspectiva; estarão os estudos técnicos de ordenamento territorial e ambiental (planos de manejo, diagnósticos ambientais, zoneamentos ecológico-econômicos, planos diretores) levantando e utilizando informações morfométricas e as interpretando para formulação de estratégias de gestão e planejamento?

### **3. Referências Bibliográficas**

ABUD, E. A.; LANI, J. L.; ARAÚJO, E. A.; AMARAL, E.F.; BARDALES, N. G.; FILHO, E. I. F. Caracterização morfométrica das sub-bacias no município de Xapuri: subsídios à gestão territorial na Amazônia Ocidental. Secretaria de Estado de Extensão Agro-florestal e Produção Familiar, Rio Branco, AC. 11p. 2015.

ARAÚJO, M. G. S.; ALVES, E. S.; CAMPOS, M. S.; MONTEIRO, N. B. Delimitação e caracterização morfométrica da sub-bacia da foz do rio Iriri no município de Altamira-Pará-Amazônia. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 23 a 26., 2015.

ATAIDE, L. C. P.; RODRIGUES, R. S. S.; PESSOA, F. C. L. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tauá, nordeste paraense. In: Revista Brasileira de Gestão Ambiental, 07., 2017, Pombal – PB. Anais. v. 11, p.130-138.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CHRISTOFOLETTI, A., Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COSTA, E. B. S.; SILVA, C. L.; SILVA, M. L. Caracterização física de bacias hidrográficas na região de Manaus– AM. Revista Caminhos de Geografia, 17., 2013, Uberlândia. Anais. v. 14, p. 93–100.

IBANEZ, D. M.; RICCOMINI, C. O uso da assimetria de bacias para o estudo neotectônico na Amazônia Central. Curitiba, PR: INPE. 2011. p.3467.

JORDAN G Morphometric analysis and tectonic interpretation of digital terrain data: a case study. Earth Surf Proc Land 28:807–822, 2003.

LIMA, J. S.; CAETANO, N. R. ; NUNES, D. D. CHECCHIA, T. E. Caracterização Morfométrica da Bacia do Rio Mutum Paraná-RO. In: XVIII Seminário Final de Iniciação Científica, 2009, Porto Velho. XVIII Seminário Final de Iniciação Científica, 2009.

LIRA, E. M.; SANTOS, W. L.; OLIVEIRA, J. S. Correção da rede de drenagem e morfometria da bacia do igarapé judia – Acre – brasil. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010, Rio Branco. p. 8-20.

LIRA, E. M.; NASCIMENTO, F. I. C.; ALMEIDA, G. O. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do igarapé amaro, Acre-brasil. Revista Geonorte, 2012, Rio Branco. V.3, N.4, p. 606-616.

MARINHO, R. R.; SILVA, E. C. M. Análise morfométrica de áreas afetadas por inundação urbana em Manaus (AM). Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia, v. 17, n. 59, p. 162–176, 2016.

MARCUZZO, F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D.; FILHO, R. F. P. Hipsometria da sub-bacia 17 na região hidrográfica do rio Amazonas. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 28., 2011, Cuiabá - MT, Brasil.

MELO, E. C. Fatores de controle dos fluxos fluviais de material em suspensão em diferentes cenários climáticos na bacia do rio Solimões. Manaus, 2012. 166 p.

NASCIMENTO, F. I. C.; SANOTS, W. L.; LIRA, E. M.; ARCOS, F. O. Caracterização Morfométrica como Base para o Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Acre. Revista Brasileira de Geografia Física, 2012, Rio Branco. V.06, N.02. 170-183.

PONTES, M. L. C.; LIMA, A. M. M.; JUNIOR, J. A. S.; SADECK, C. C. A. Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos alagamentos. Caderno de Geografia, 2017, Belém-PA. v.27, n.49, p. 285.

RIBEIRO, E. G. P.; FERREIRA, B. M.; MACIEL, M. N. M.; PEREIRA, B. W. F.; SOARES, J. A. C. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do igarapé do una por meio de



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

geotecnologias. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 2015, Goiânia. v.11 n.21; p. 2961.

ROCHA, V. N. L.; SANTOS, C. A. G. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio nazaré, ji-paraná, Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2016, JI-PARANÁ-RO. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade Vol. 4, 2318-7603.

RODRIGUES, R. S. S.; FERNANDES, L. L.; CRISPIM, D. L.; VIEIRA, A.S.A.; PESSOA, F.C.L. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, Capitão Poço, Pará, Brasil. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2016, Pombal-PB. v. 11, n.3, p.143-150.

SANTOS, L. S.; GUTIERREZ, C. B. B.; PONTES, A. N.; SOUZA, A. A. A.; MARTORAN, L. G.; JUNIOR, O. M. S. Geotecnologia aplicada na análise de bacias hidrográficas e rede de drenagem: estudo das bacias hidrográficas do murucutu e aurá, Belém, Pará. Revista Sodebras, 2016, Belém- PA. Vol. 11, n. 124, p. 1809-3957.

SANTOS, L. S.; MARTORANO, L. G.; BATALHA, S. S. A.; PONTES, A. N.; TANCREDI, N. S. H. Morfometria da sub-bacia do rio Moju na flona do tapajós, oeste do Pará. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 2016, Goiânia. v.13, n.24; p. 755.

SOUSA, J. S.; ARRAES, C. L.; COSTA, A. L. Caracterização morfométrica de sub-bacias hidrográficas na calha do rio Solimões /Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos (Sensoriamento Remoto)-UFAM-ICET. Manaus-AM. 2016.

TONELLO, K.C. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhões, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

UMETSU, R. K.; PEREIRA, N.; CAMPOS, E. M.; UMETSU, C. K.; MENDONÇA, R. A. M.; BERNASCONI, P.; CAMARGO, M. F. Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica amazônica, Carlinda, MT. Revista Árvore, 2012, Viçosa-MG. v.36, n.1, p.83-92.