

Antonio Puentes Torres

Professor adjunto, Departamento e Mestrado de Geografia da UFBA
antoniopuentes@hotmail.com

Ricardo Acácio de Almeida

Licenciado em Geografia pela UFBA
ricardoacacio@hotmail.com

Esboço sócio-ambiental da bacia hidrográfica do rio Passa Vaca, SSA-BA¹

Resumo

O trabalho apresenta o resultado de estudos iniciais sobre a bacia hidrográfica do rio Passa Vaca, que se encontra com o Rio Jaguaribe na sua foz, localizada na orla Leste de Salvador, Bahia. Utiliza como método de interpretação espacial a análise morfométrica para obter os parâmetros físicos mais significativos da bacia e algumas características ambientais como, por exemplo, fatores do potencial ecológico e exploração biológica, entre outros. Analisa as formas das vertentes encontradas, as características geológicas, hídricas e morfológicas da área. Questiona, a partir das principais atividades socioeconômicas desenvolvidas no espaço geográfico estudado, os impactos evidenciados pela supressão da cobertura vegetal em toda a bacia e seus reflexos na degradação do manguezal localizado em seu estuário. Referencia-se numa estreita interação dinâmica com as atividades socioeconômicas desenvolvidas no interior do recorte estudado, para identificar as modificações fisiográficas da paisagem do curso do rio e de seus tributários.

Palavras-chave: bacia Hidrográfica, rio Passa Vaca, modificações fisiográficas, análise morfométrica, problemática sócio-ambiental.

Resumen

ESBOZO SÓCIOAMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO PASA VACA, SSA-BA

El trabajo muestra el resultado de los estudios preliminares sobre la cuenca hidrográfica del río Passa Vaca, que se encuentra en su desembocadura con el Río Jaguaribe, localizada en la orla Este de Salvador, Bahía. Fue utilizado como método de interpretación espacial el análisis morfométrico para obtener los de

parámetros físicos mas significativos de la cuenca y algunas características ambientales como, por ejemplo, factores de potencial ecológico y exploración biológica, entre otros. Analiza las formas de las vertientes, las características geológicas, hídricas e morfológicas de la cuenca. Esta orientado a distinguir las principales actividades socioeconómicas desarrolladas en el espacio geográfico estudiado, los impactos originados por la eliminación de la cobertura vegetal en toda la cuenca y sus reflejos en la degradación del mangle localizado en su estuario. Se evidencia una clara interacción dinámica con las actividades socioeconómicas desarrolladas en la cuenca objeto de estudio, para identificar las modificaciones fisiográficas del paisaje, del curso del río y de sus afluentes.

Palabras Claves: Cuenca Hidrográfica, río Passa Vaca, modificaciones fisiográficas, análisis morfométrico, problemática socioambiental.

1. Introdução

Nos dias atuais, o estudo de bacias hidrográficas vem aumentando em importância e sendo empregado tanto em áreas urbanas, quanto em áreas rurais. Tal fato é consequência da necessidade de um estudo integrado dos elementos sócio-ambientais que compõem a paisagem como um todo, o estudo sistêmico (BERTALANFFY, 1977, p. 64). A partir deste conceito de análise sistêmica, as bacias hidrográficas podem ser enquadradas na perspectiva integradora do estudo, pois é uma unidade indicada com a pretensão de compreender como se desenvolvem os fenômenos socioeconômicos e culturais e a sua influência e interação com o meio-ambiente e vice-versa, onde o divisório de águas não pode ser interpretado como uma fronteira para a compreensão dos fenômenos que se desenvolvem nele e sim como um componente natural a mais que define a bacia hidrográfica.

O estudo integrado de bacias hidrográficas tem seu início na década de 1970, alcançando uma maior relevância com os trabalhos desenvolvidos pela UNESCO e pela UNEP, em 1987, propondo uma metodologia de análise integrada para a avaliação do manejo efetivo e ambientalmente sadio dos recursos hídricos e do patrimônio natural nas bacias hidrográficas, considerando a bacia como um sistema não isolado e aberto, dinâmico, explicado pelas constantes trocas de energia e matéria numa relação de entrada e saída. Os estudos sistêmicos, que utilizam como limite de estudo a bacia hidrográfica, têm se tornado mais importantes para os projetos

de conservação, planejamento e desenvolvimento sócio-ambiental utilizados nos dias atuais.

2. Características gerais da bacia do rio Passa Vaca

A bacia hidrográfica do rio Passa Vaca, pertencente à bacia do rio Jaguaribe, está localizada nas coordenadas S 12° 58 e 12° 56, W 38° 24 e 38° 25, ocupando uma superfície de 3,76 quilômetros quadrados (Figura 1). Nesta bacia, localizada na cidade de Salvador (BA), estão acontecendo modificações fisiográficas oriundas de inúmeras alterações, típicas de cidades grandes e metrópoles, que se desenvolveram sem planejamento. A forte pressão imobiliária na bacia tem provocado modificações na paisagem, responsáveis pela redução da área de captação da bacia, alteração na rede de drenagem, diminuição do volume hídrico e da capacidade de infiltração, originada principalmente da construção da Avenida Paralela (Avenida Luis Viana Filho), que isolou a parte alta da bacia, onde existem algumas nascentes, da parte baixa. A construção de condomínios e de outras obras civis provocou o desmatamento das encostas e modificações nas formas de relevo, alterando o estado fisiográfico natural desta bacia.

Figura 1
LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PASSA VACA



É importante destacar que nesta bacia encontra-se o parque ecológico do manguezal do Rio Passa Vaca, em Jaguaribe. Trabalhos desenvolvidos por Caetano (2003) mostram que o parque do manguezal estaria representado por uma superfície de 14 mil metros quadrados. O equilíbrio sócio-ambiental deste parque, onde a figura relevante é o manguezal (ecossistema de alta fragilidade), está comprometido pela falta de um plano de desenvolvimento estratégico coerente com a proteção e conservação dos recursos naturais.

Segundo o Governo do Estado da Bahia (BAHIA, 1974), toda a área desta bacia sofre uma grande influência climática do mar, não apresentando variações de porte. Utilizando a classificação climática de Köppen (1928), o clima poder ser considerado do tipo "Af", tropical úmido, sem estação seca marcante.

2.1 *Dados morfométricos*

Por meio dos softwares ARC GIS 8.3, Auto Cad 2000 e com auxílio da base cartográfica da CONDER 1:2.000 do ano de 1992, foi criado o mosaico das curvas hipsométricas para cobrir a área da bacia em estudo. Com esta base cartográfica procedeu-se à análise da bacia hidrográfica, seguindo o método proposto por Robert E. Horton (1945) e adaptado por Arthur N. Strahler (1952), para os cálculos lineares da análise areal e da hierarquia de canais. Os cálculos morfométricos, como densidade de drenagem, relação de bifurcação, densidade hidrográfica, coeficiente de manutenção, índice de circularidade e coeficiente de capacidade (Gravelius) foram interpretados segundo Mário Lima (2002, p. 27-32) e Granell-Perez (2004, p. 91).

A Tabela 1 mostra que a bacia é de pequeno porte (3,76 km²), seccionada em duas áreas (Figura 1), como resultado da construção da Av. Paralela, separando uma parte importante das nascentes do restante da bacia, interferindo significativamente nos processos hidrológicos relacionados com as entradas e saídas (chuva e vazão). Nesta bacia não se encontram altitudes significativas, o valor máximo não ultrapassando os 62 metros de altitude.

Tabela 1

PARÂMETROS FÍSICOS MAIS SIGNIFICATIVOS NA BACIA DO RIO PASSA VACA

Nome	Valor
Área da bacia	3,76 Km ²
Área interceptada pela Av. Paralela	0,79 Km ²
Perímetro da bacia	12,85 Km
Comprimento da bacia	4,27 Km
Comprimento dos canais	
1ª ordem	8564,4 m
2ª ordem	2065,9 m
3ª ordem	4494,5 m
4ª ordem	937,6 m
Ponto de maior altitude	63 m
Ponto de menor altitude	0 m

Com relação aos cálculos dos índices físicos (Tabela 2), utilizados neste estudo preliminar, visando à compreensão da dinâmica de interação do relevo e os processos hidrológicos na bacia, foram adquiridas as seguintes informações, de acordo com a classificação de Strahler (1952):

Tabela 2

ÍNDICES MORFOMÉTRICOS NA BACIA DO RIO PASSA VACA

Nome do índice	Sigla	Fórmula	Valor Numérico	
Quantidade e Comprimento médio dos canais	Cmc		1ª ordem	42 8564,4 m
			2ª ordem	16 2065,9 m
			3ª ordem	15 4494,5 m
			4ª ordem	1 937,6 m
			0,0428 Km/ ha	
Densidade de Drenagem	Dd	$\Sigma L/A$	0,0381 km/ha	
Densidade Hidrográfica	Dh	1/Db	1ª e 2ª ordens	2,6
Relação de bifurcação	Rb		2ª e 3ª ordens	1,1
Coeficiente de Manutenção	Cm	1/Dd	23,36 ha /km	
Índice de Circularidade	Ic	A/Ac	0,286	
Coeficiente de capacidade (Gravelius)	Kc	$0,28 \times P / \sqrt{A}$	1,85	

2.2. Caracterização e análise morfométrica da bacia de drenagem

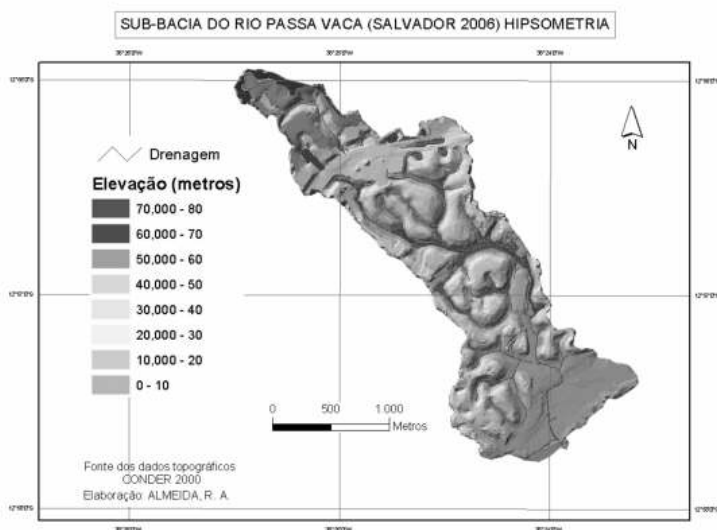
Seu relevo se apresenta como um “mar de morros” (CUNHA; GUERRA, 2004, p. 120), chegando a uma altitude máxima de 62 metros (Figura

2), nas proximidades de sua nascente. Os morros arredondados aparecem na maior parte da área em estudo, com uma vegetação altamente degradada, típica de remanescente da Mata Atlântica, sendo que o baixo curso está representado por terras baixas, características da planície costeira litorânea com vegetação arbórea de baixo porte, altamente antropizada, originada do extrativismo predatório e da pressão imobiliária.

Os valores do índice de bifurcação oscilam entre 2,6 e 1, pois, segundo Strahler (1964, apud BORSATO; MARTONI, 2004), a relação de bifurcação não será exatamente a mesma de uma ordem para outra devido às variações na geometria da bacia, mas tenderá a ser constante. Já segundo Linsley et al. (1975), a relação de bifurcação varia normalmente entre 2 e 4, os valores calculados mostram a pouca variação na relação de bifurcação, com valor médio para a bacia de 1,85.

Pode-se afirmar que a composição geológica cristalina é homogênea, em forma de "V", predominando o fundo achatado em forma de trapézio nas partes média e baixa da bacia, revelando uma fase intermediária de erosão na parte média, e fase de deposição na parte baixa, coincidindo esta última com a planície de inundação do rio.

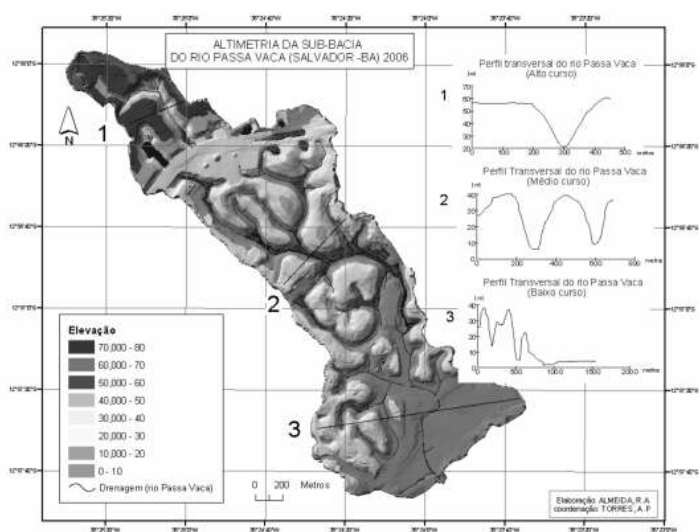
Figura 2
HIPSOMETRIA E REDE DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO PASSA VACA



Nos trabalhos de campo pôde-se observar interflúvios estreitos e arredondados, associados a uma baixa densidade de drenagem, com trechos alagadiços em alguns de seus tributários e uma maior declividade nas encostas do alto curso (forma em V), enquanto que o médio e o baixo cursos apresentam-se com menor declividade, segundo a classificação adotada por Lima (2002, p. 61).

O médio e o baixo cursos do rio apresentam, em alguns casos, vertentes com declividade pronunciadas, em forma de U, segundo os perfis longitudinais (Figura 3), com vales de fundo chato, ou plano, tanto no rio principal, como nos tributários, manifestando-se na paisagem a presença de pequenas lagoas.

Figura 3
PERFIS TRANSVERSAIS DA BACIA DO RIO PASSA VACA

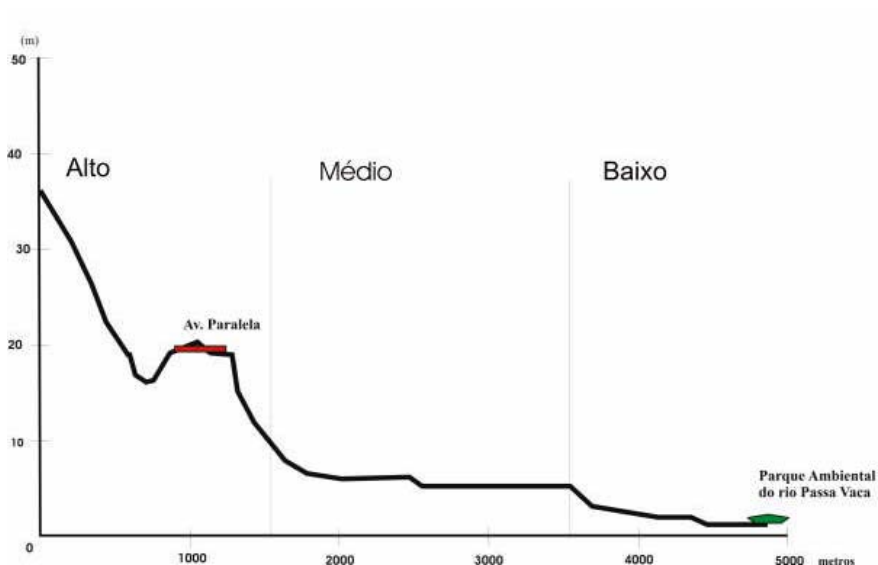


O Índice de Gravelius (1,85) demonstra as características alongadas e estreitas da bacia, com pouca tendência para as enchentes acentuadas e caudais baixos, o que, combinado com um fator de forma baixo, faz com que a contribuição dos afluentes atinja o rio principal em vários pontos ao longo do mesmo, diminuindo as possibilidades das enchentes.

Corroborando o antes exposto, o perfil longitudinal do rio (Figura 4) apresenta clara evidência de maior declividade na parte superior (5,6 %),

onde predominam os processos de erosão e os vales em forma de “V” acentuados, já nas partes média e baixa do rio principal, a declividade tem valor médio de 1,2 %, onde o vale adquire forma de “V”, com fundo achatado em forma de trapézio.

Figura 4
PERFIL LONGITUDINAL DO RIO PASSA VACA



De forma geral, o perfil longitudinal do rio apresenta características que sugerem a predominância de processos de sedimentação, manifestando-se através do fato de ser um rio de baixo volume de escoamento, que em determinados lugares referentes às seções média e baixa, e em época de seca, se apresenta como um pequeno fio de água que escoar sobre a superfície da bacia, associado a uma baixa velocidade de escoamento, verificado nos trabalhos de campo.

A bacia apresenta uma baixa densidade de drenagem, mostrando-se como uma bacia mal drenada, ou de baixa eficiência na sua rede de drenagem. De acordo com Carlston (1963 apud CHRISTOFOLETTI, 1970, p. 158), “a transmissibilidade (medida da permeabilidade do terreno) aumenta quando a densidade de drenagem diminui, e a transmissibilidade diminui quando a densidade de drenagem aumenta”. Tal índice revela a

tendência a uma alta transmissibilidade do terreno e baixo potencial de erodibilidade.

A drenagem dendrítica está encaixada em um complexo de rochas cristalinas, revelando um fraco controle estrutural ou topográfico de suas rochas, reafirmando a característica homogênea.

A cobertura vegetal constitui-se de resquícios de uma floresta ombrófila densa, associada a um ecossistema de mangue na foz, que sofre uma grande e progressiva devastação ocasionada pelo crescimento imobiliário no bairro do Jaguaribe.

3. Ocupação da bacia

A bacia hidrográfica tem uma superfície de 3,76 km² ocupada por vestígios de um ecossistema de Mata Atlântica altamente degradado em todo seu alto curso, já no baixo curso apresenta uma pequena área de manguezal também degradada. Uma das causas fundamentais da degradação ambiental da bacia é a construção de ruas, avenidas, condomínios, clubes e faculdades.

O extenso ecossistema de Mata Atlântica, antes da ocupação do bairro do Jaguaribe e a construção das Avenidas Paralela e Pinto de Aguiar, formava um conjunto único, abrangendo locais, que, hoje, são ocupados pela vila do São Francisco, nos bairros de São Marcos e Pau da Lima.

Pode-se afirmar que o processo de urbanização é, em grande parte, responsável pela modificação de alguns dos parâmetros físicos, como o relevo, por meio da terraplanagem e construções civis, que exercem marcada influência no abastecimento hídrico da bacia, através da diminuição do setor da superfície de terreno de captação natural da água precipitada, causador da interferência no ciclo hidrológico.

A construção da Avenida Paralela exemplifica um dos grandes impactos na área de captação, pois sua construção ocasionou uma diminuição da área de abastecimento hídrico da bacia, verificando-se a presença de um espelho de água formado próximo à avenida no alto curso do rio.

4. Impactos ambientais relevantes na bacia decorrentes da urbanização

Na bacia do rio Passa Vaca, aconteceram modificações originadas principalmente pela pressão imobiliária, podendo-se citar:

- Próximo à CHESF encontra-se sua nascente, interceptada pela construção da Avenida Paralela (Figura 5), reduzindo aproximadamente em 21% a área total de drenagem da bacia, ocasionando o encurtamento do rio Passa Vaca e diminuindo o aporte hídrico do maior contribuinte da bacia, provocando, em parte, a diminuição do fluxo superficial do rio. A área interceptada não possuía uma conexão com o restante do rio, ocasionando um represamento da água no vale da vila São Francisco (bairro de São Marcos) e no vale adjacente ao morro onde se localiza a CHESF;

Figura 5
ÁREA INTERCEPTADA PELA AVENIDA PARALELA



- A impermeabilização da área da bacia, comprovada nos trabalhos de campo, oriunda da pavimentação das ruas e construção de condomínios, associada ao desmatamento incontrolado da cobertura vegetal nativa,

permite inferir a redução do potencial de infiltração, o que contribuiu de forma significativa para a alteração da evapotranspiração, com o aumento do escoamento superficial direto e a diminuição da recarga subterrânea;

· No baixo curso do rio, representado por terras baixas, houve a canalização e construção de uma ponte (Figura 6), correspondendo à Avenida Otávio Mangabeira, diminuindo consideravelmente a dinâmica de aporte de água salgada ao ecossistema manguezal, contribuindo para a ruptura do já frágil equilíbrio existente;

Figura 6
OCUPAÇÃO DAS ÁREAS E CANALIZAÇÃO NA FOZ DO RIO PASSA VACA



· Alguns afluentes do rio Passa Vaca apresentam trechos do curso onde as áreas referentes à planície de inundação foram submetidas a uma forte pressão imobiliária, erguendo-se construções, clubes e condomínios, que lançam efluentes no seu curso. Detectou-se três pontos de lançamento de esgotos, localizados na parte baixa do curso do rio;

Figura 7
MUDANÇAS NA PAISAGEM



· Um análise preliminar das imagens de satélite da região mostra o acelerado processo de desmatamento da cobertura vegetal primária (Figura 7). O processo tem dimensões alarmantes, originado principalmente da pressão imobiliária e da ocupação desordenada. A mata ciliar original praticamente desapareceu, dando lugar a uma cobertura vegetal de baixo valor econômico, biológico e social, trazendo consigo mudanças significativas na composição paisagística da bacia.

5. Remanescente de manguezal do rio Passa Vaca

Constituído por um ecossistema localizado no bairro de Patamares na foz do rio Passa Vaca, abrangendo o prisma praial, o qual se encontra com a foz do rio Jaguaribe, desembocando ambos no mar, o manguezal é parte representativa da paisagem litorânea soteropolitana, inserida na planície litorânea e constituída por dunas quaternárias.

Esta seção da bacia corresponde a uma área litorânea de baixa altimetria, entre 0 a 10 metros da altitude e teve seu ecossistema de manguezal delimitado no ano de 1980 pela Secretaria Municipal de Planejamento de Salvador (SEPLAM), com uma dimensão de 50 mil metros quadrados, possuindo hoje cerca de 14 mil metros quadrados (CAETANO, 2003, p. 19). A redução é decorrente de aterros feitos com a finalidade de construção de condomínios, escolas, clubes e de duplicação da Avenida Otávio Mangabeira no mesmo ano. Estas alterações no sistema natural, além de provocar uma maior descaracterização na vegetação natural do Manguezal, já modificado pela ocupação do bairro do Jaguaribe, fato verificado nas fotografias de 1991 dos arquivos da ONG Nativo, comprometeram os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos responsáveis pela reconfiguração atual do litoral.

Outro fato consiste na redução da taxa de aporte de sedimentos de forma parcial entre o estuário e a face da praia, devido à construção do duto atravessado pela foz do rio Passa Vaca. O resultado da modificação desse estuário seria a curvatura que se verifica na linha costeira da praia do Jaguaribe, indicando uma redução da taxa de sedimentos, que teria sido compensada por sedimentos oriundos de trechos adjacentes.

6. Considerações finais

A cada dia verifica-se o crescimento desordenado das metrópoles e, com ele, os grandes impactos ambientais nas cidades metropolitanas. O estudo de bacias urbanas se torna cada vez mais necessário e traz à tona a importância da abordagem sistêmica proposta por Bertalanffy (1977) em sua obra "Teoria Geral dos Sistemas".

Enfocando o estudo da bacia do rio Passa Vaca como um sistema dinâmico, aberto e em constante evolução, define-se a grande problemática de expansão imobiliária, que desmata, a cada dia, a vegetação ombrófila densa restante na cidade de Salvador, comprometendo o equilíbrio e a dinâmica sócio-ambiental da região.

As características morfométricas, representadas pela forma da bacia, pela densidade de drenagem e pelas encostas com declividades pouco

acentuadas, que originam um relevo suave de formas arredondadas, e a presença da mata ciliar altamente antropizada em alguns trechos são elementos que definem o baixo potencial de enchentes na bacia.

É importante salientar o alto poder aquisitivo da população residente nos médio e baixo cursos, resultando em construções nas vertentes, sujeitas a possíveis desmoronamentos provocados pelo escoamento superficial em épocas de chuva. Esta intensa ocupação imobiliária é a grande responsável pela poluição do rio Passa Vaca e tributários que recebem efluentes de diversos condomínios instalados na bacia em questão.

Sabe-se que a maneira ideal de gestão de uma bacia hidrográfica pressupõe integração de variáveis naturais e sociais, como também a subdivisão da bacia de maior ordem em bacias menores, a fim de melhor analisar os impactos ocorridos em cada área. Assim, o estudo da bacia do rio Passa Vaca torna-se relevante para a gestão integrada da bacia do rio Jaguaribe e um futuro gerenciamento integrado de bacias urbanas dentro das propostas estabelecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Notas

¹ Com a colaboração de Msc. Carlos Alberto Caetano, Professor UESC.

Referências

BAHIA. Governo do Estado da Bahia, Secretaria de Indústria e Comércio, Coordenação de Fomento ao Turismo. **Plano Diretor da Orla Marítima**. 1974.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1977.

BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. **Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá no Estado do Paraná**. Acta Scientiarum Human and Social Sciences, Maringá, Paraná, v. 26, n° 2, p. 273-285, 2004.

CAETANO, C. **Manguezal do Rio Passa Vaca: uma proposta de política pública em Salvador – Bahia**. Salvador: edição do autor, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas do Planalto de Poços de Caldas (MG)**. Tese de Livre-Docência, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro, 1970.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: _____. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004. p.352-365.

GRANELL-PEREZ. M. **Trabalhando geografia com cartas topográficas**. 2ª edição. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geol. Soc. America Bulletin, p. 275-370,1945.

LIMA, M. I. C. **Análise da drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belém, 2002.

LINSLEY, R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L.H. **Hidrology for Engineers**. 2ª edição. New York: Mac Graw-Hill, 1975. 482 p.

STRAHLER, A. N. **Hypsometric analysis of erosional topography**. Geol. Soc. American Bulletin, p.1117-1142, 1952.

