



ANÁLISE EVOLUTIVA DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENFICA (PA): PROCESSOS, DINÂMICA E TENDÊNCIAS

Sâmella Patrícia Lima Paungarten¹, Carlos Alexandre Leão Bordalo² e Aline Maria Meiguins de Lima³

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Benfica, localizada na Região Metropolitana de Belém-PA, se apresenta como área importante para observação dos processos de alteração da paisagem, pois nos últimos trinta anos, passou por significativas transformações, impostas pela dinâmica de uso e cobertura da terra. Diante deste contexto, objetivou-se avaliar o processo de evolução da paisagem da bacia do rio Benfica, considerando suas características físicas e a análise multitemporal de uso e cobertura do solo. Onde foi realizada a análise das informações referentes ao meio físico e a dinâmica do uso e cobertura da terra entre os anos de 1984, 1993, 1999 e 2009. Os principais resultados obtidos demonstram que a bacia hidrográfica do rio Benfica passou por uma expressiva expansão urbana nos últimos trinta anos, com diferentes problemas ambientais. Esta dinâmica perfaz sobre uma unidade física caracterizada, sobretudo, por baixas amplitudes e declividades altimétricas, com processos sedimentológicos em detrimento dos erosionais.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, rio Benfica, planejamento ambiental, recursos hídricos.

ABSTRACT

The hydrographic basin of Benfica's river, located in Belém-PA metropolitan's region, is presented as an important area for observation of the alteration processes of the landscape, because this unit, in the last thirty years, went through significant transformations, imposed by the dynamics and use of the land. In this context, the objective was to evaluate the landscape evolution of Benfica river basin, their physical characteristics and the multi-temporal analysis of land use and land cover. In a specific manner, it was executed the analysis of the information, which was referred to the physics' environment and dynamics of the use and coverage of the soil among the years of 1984, 1993, 1999 and 2009. The main results obtained show an expressive urban expansion in the hydrographic basin of Benfica's river in the last 30 years, with different environmental problems. This dynamics totals on a physical unit characterized, especially, by low amplitudes and altimetric slopes, with sedimentological processes over the erosional.

Keywords: Hydrographic basin, Benfica's river, environmental planning, hydric resources.

¹ Universidade Federal Do Pará. Programa de Pós Graduação em Geografia. Rua Augusto Corrêa, Nº 1 – CEP: 66075-110 - Belém-PA – Brasil. Samellaplp@gmail.com

² Universidade Federal Do Pará. Programa de Pós Graduação em Geografia. Rua Augusto Corrêa, Nº 1 – CEP: 66075-110 - Belém-PA – Brasil. carlosbordalo@oi.com.br

³ Universidade Federal Do Pará. Instituto de Geociências. Rua Augusto Corrêa, Nº 1 – CEP: 66075-110 - Belém-PA – Brasil. alinemeiguins@gmail.com

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano intenso e, em muitos casos, desordenados das cidades brasileiras nas últimas décadas tem demonstrado a falta ou ineficácia de políticas de planejamento. O nordeste paraense enquadra-se nesta condição, pois se constitui como uma das mais antigas áreas de colonização da Amazônia – processo que se intensificou com a consolidação da estrada de ferro Belém-Bragança, a partir do fim do século XIX (PENTEADO, 1967).

O reflexo destes espaços, urbano e rural, no território constitui-se em um mosaico de paisagens, cuja diversidade é produto das formas de ocupação e exploração e do tratamento dado aos recursos naturais (ALVES; SILVEIRA, 2008). A paisagem, porção do espaço resultante da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos (BERTRAND, 2007) se organizam em função de atributos temporais e espaciais que demandam por um método de abordagem integrada/associada a informações quantitativas e qualitativas detalhadas satisfatoriamente a condicionar unidades homogênea, dotada de um comportamento e uma estrutura própria (MANOSSO, 2009; PENG et al., 2010).

As bacias hidrográficas, entendidas como unidade natural da paisagem, são áreas extremamente sensíveis a pequenas mudanças, sejam estas naturais ou antrópicas.

A alteração paisagística dessa unidade repercute negativamente na sustentabilidade dos seus recursos hídricos (superficiais e/ou subterrâneos) e, o entendimento destes sistemas através da caracterização de seus constituintes físicos associados às tipologias de uso, configura-se como um atributo essencial na busca de soluções para o desenfreado impacto sobre os recursos hídricos.

Neste contexto discute-se a composição e dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Benfica, localizada na Região Metropolitana de Belém (RMB), cuja paisagem é marcada por características rurais (agricultura familiar, pecuária turismo) e urbanas (consolidação e expansão de indústrias, condomínios e ocupações espontâneas). É atravessada pelo principal eixo de circulação de pessoas e mercadorias que dá acesso à capital do estado, a Rodovias BR-316/Belém-Brasília. Neste contexto, objetiva-se avaliar o processo de evolução da paisagem da bacia do rio Benfica, considerando suas características físicas e antrópicas mediante a análise temporal de uso e cobertura do solo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A bacia hidrográfica do rio Benfica possui uma área aproximada de 134 km², com seu rio principal estendendo-se por, aproximadamente, 19 km desde as proximidades da área urbana de Benevides, onde está localizada sua nascente, até sua foz no complexo hidrográfico que forma a Baía do Guajará. A maior parte da bacia situa-se no município de Benevides, onde ocupa uma área de 66,52 km², ou seja, 49,56% de sua área total, o restante concentra-se nos municípios de: Marituba (35,40%), Ananindeua (14,96%) e Belém (0,08%).

A sua foz desagua em um conjunto hídrico que compõe o denominado localmente “Furo do Maguari”, que representa um conjunto de águas e unidades insulares que fazem parte da Baía do Guajará e do sistema estuarino da foz do rio Amazonas. Os estuários são ambientes de transição com hidrodinâmica fluvial e marinha, que movimenta uma grande quantidade de sedimentos com um regime de vazões influenciado pela dinâmica das marés (ROY et al., 2013).

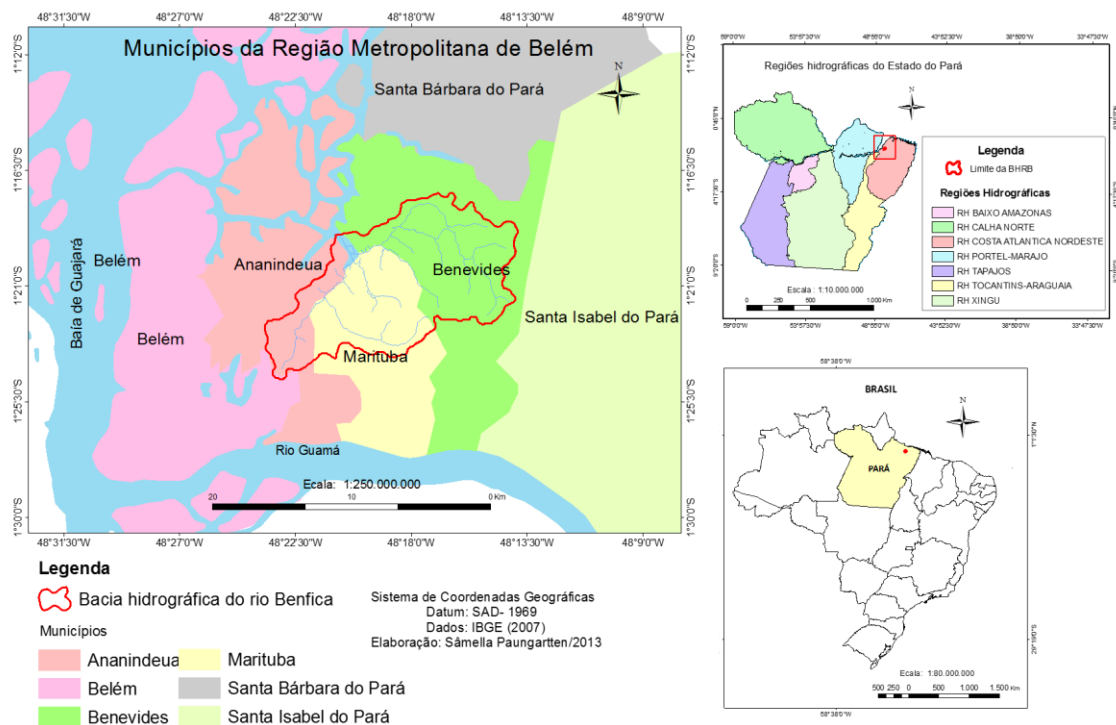


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Benfica.

O método adotado baseia-se na proposta de empregada por Rodriguez (1994), que proporciona uma integração das características físicas e de uso e cobertura do solo (LOPES et al., 2010). A primeira etapa correspondeu ao inventário, onde foram levantadas informações relativas aos aspectos fisionômicos da bacia (geologia, clima, pedologia, vegetação, relevo e morfometria). A escala dos mapas empregados variou de 1:25.000 até 1:250.000; o que permitiu definir unidades físicas relativamente homogêneas, uma vez que adotou-se a menor escala apenas para informações mais regionais (geologia, solos, clima). A fase seguinte envolveu a seleção e obtenção dos dados de entrada, a análise integrada e a elaboração de indicadores.

Foram empregados na elaboração dos produtos gerados os seguintes instrumentos e bases cartográficas: mapa geológico, escala 1:1000.000 (CPRM, 2008); mapa com unidades de cobertura de solo, escala 1:250.000 (IBGE, 2007); cartas topográficas -SA. 22-X-D-III-3 (MI-384-3) e SA. 22-X-D-III-4 (MI-384-4), folhas Belém e Santa Isabel do Pará, respectivamente (ambas na escala de 1:50.000); imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*); imagens de satélite Landsat/TM-5, cena 223-061, referente aos anos de 1984, 1993, 1999 e 2009; e imagem SPOT, ano 2010, para caracterização das formas de uso do solo, cobertura vegetal e áreas de preservação permanente (APP).

A delimitação da bacia hidrográfica do rio Benfica teve como subsídio as cartas topográficas e os dados de altitude obtidos interferometricamente a partir das imagens SRTM (GETIRANA, 2010). Considerando as bases existentes foram gerados, as cartas de unidades de relevo, hipsométrica e de declividade. No mapeamento das formas de relevo da bacia hidrográfica do rio Benfica utilizou-se a proposta taxonômica do relevo apresentada por Ross (1992), com interpretação em escala mínima de mapeamento de 1:100.000.

Na análise multitemporal de uso e cobertura do solo optou-se pelo uso de imagens do satélite *Landsat/TM-5* (cena 223-061, resolução espacial de 30 m) que forneceram o registro histórico (1984, 1993, 1999 e 2009), seguindo o critério de menor cobertura de nuvens, com preferência para os anos próximos aos meses de julho e agosto. Inicialmente, foi realizado o registro das imagens e, posteriormente, a classificação supervisionada; depois, as classes definidas foram reinterpretadas

visualmente por meio das respostas espectrais dos alvos geográficos e pela sua geometria espacial na composição colorida RGB bandas (5,4,3). As classes temáticas representadas foram definidas a partir das orientações do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013) em conformidade à escala a ser representada e aos interesses de representação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização Geral Da Bacia Do Rio Benfica

O clima da região é caracterizado como clima úmido (com pequena ou nenhuma deficiência de água), onde a temperatura máxima média anual fica entre 31° a 32° C e a temperatura mínima média anual, entre 22° a 23°C, refletindo o predomínio de temperaturas altas, com pouca variação ao longo do ano; a precipitação pluviométrica é superior a 2000 mm anuais sendo influenciada por inúmeros fenômenos atmosféricos: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), as Linhas de Instabilidades (LI), os Sistemas Convectivos Circulares (SCC), o efeito de brisa e pela convecção local, que representa um dos principais fenômenos responsáveis pela precipitação na época menos chuvosa (SOUZA et al., 2009; REIBOTA, et al., 2010; ALCÂNTARA, 2011; CAMPONOGARA; SILVA, 2011; LOPES et al., 2013).

No contexto geológico regional a área é constituída por terrenos terciários da Formação Barreiras, composta por arenitos grosseiros e finos, siltitos e argilitos caulíníticos e por sedimentos recentes do quaternário, representados por cascalhos, areias e argilas inconsolidadas que ocorrem nas faixas estreitas e descontínuas, acompanhando os cursos d'água (CPRM, 2008). Associadas ocorrem coberturas de Latossolo Amarelo, Plintossolo Pétrico e Gleissolo Háptico (SANTOS, 2012).

A cobertura florestal primária (Floresta densa dos baixos platôs) da área da bacia do rio Benfica foi praticamente toda removida para o estabelecimento de culturas agrícolas de subsistência, atividades agropecuárias e extração de madeira para usos diversos, sobretudo como lenha para uso em panificadoras, fabricação de carvão, cerâmica, etc; e atualmente, a cobertura predominante na região e na área da bacia é representada pela vegetação secundária. Segundo o mapeamento de uso e cobertura do

solo realizado, a cobertura vegetal para o ano de 2010, corresponde a uma área de 35,68 km², cerca de 26% da área da bacia hidrográfica do rio Benfica.

Amplitude altimétrica, declividade e caracterização das unidades de relevo

A bacia apresenta uma amplitude altimétrica de 34 m com cotas topográficas mínimas de 2 m e máximas de 55 m, sendo que as maiores classes hipsométricas estão entre 14 e 35 m; distribuídas em mais de 40 % na bacia (Figura 2). As classes de declividade obtidas concentram 28,41% em valores menores ou iguais a 1%; 31,14% de 1,01 a 2 %; 17,12% de 2,01 a 4%; 13,21% de 4,01 a 6%; e 10,12% com valores maiores que 6%. As distribuições hipsométricas e de declividade na bacia indicam as maiores classes localizadas na sua porção leste e sul, enquanto que as menores, a norte e a oeste da bacia.

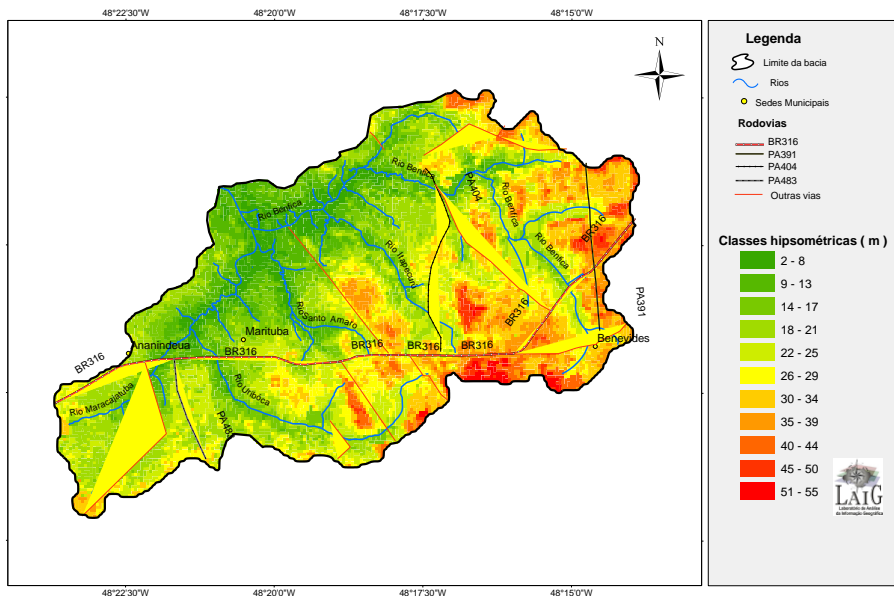


Figura 2. Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Benfica.

A bacia do rio Benfica é composta por 2 sub-bacias hidrográficas (Figura 3): do rio Mocajutuba (3ª Ordem) e do rio Itapecuru (2ª Ordem), segundo a escala de trabalho (1:50.000). São considerados afluentes do rio Mocajutuba, os rios Uribóca e Santo Amaro, os dois de 2ª Ordem e a bacia apresenta formato triangular. A ordem final

(próxima à foz) da bacia é de 4ª Ordem e seus maiores rios apresentam direções predominantemente NE-SW e NW-SE.

Empregando o modelo de Ross (1992), que propõe uma classificação em *táxons* para os padrões de formas semelhantes contidas nas unidades morfoestruturais maiores (3º *taxon*), as formas identificadas foram (Figura 4): Planície de inundação (16 km², com amplitudes altimétricas entre 2 e 4 m), Baixo Platô (área de 84 km²), Tabuleiros (área de 29,02 km², correspondendo a 21,62 % da área da bacia e com localização mais expressiva nas bordas Leste) e Colinas (amplitudes altimétricas entre 30 a 40 m, com uma pequena área de 2,92 km²).

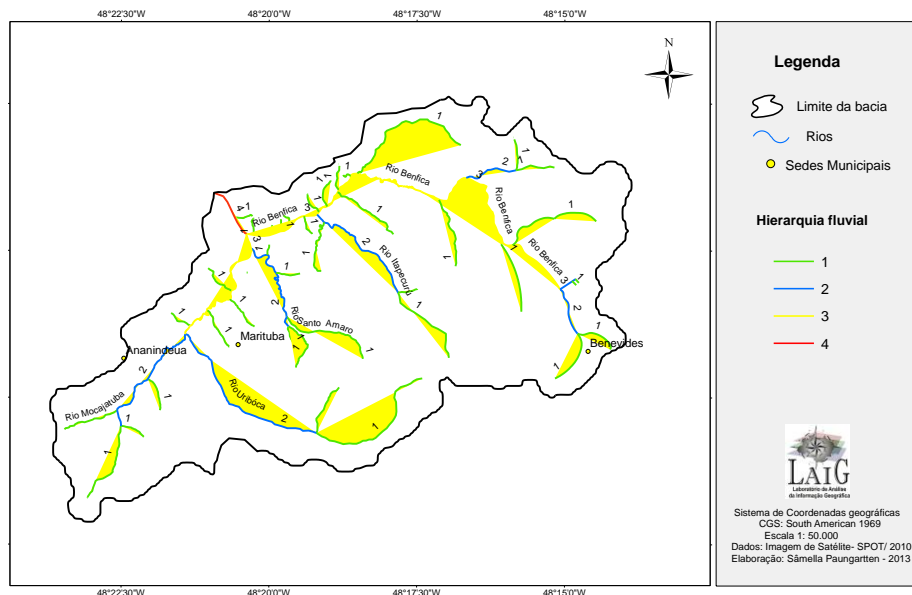


Figura 3. Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Benfica, segundo Strahler (1957).

A disposição da drenagem da bacia hidrográfica do rio Benfica em forma paralela está associada a sua formação geológica, constituída por terrenos terciários da formação Barreiras e Pós-Barreiras e por sedimentos atuais provenientes da erosão ocorrida nos terrenos dos grupos Barreiras e Pós-Barreiras encontrados ao longo das planícies fluviais, baixos platôs e planícies de inundação. Os tabuleiros (localização mais expressiva na borda leste da bacia) e as colinas demarcam as maiores declividades e amplitudes altimétricas (entre 30 a 40 m). Tais características deram suporte a setorização da bacia. Em função de suas características geométricas, optou-se pela sua subdivisão adotando-se o divisor topográfico que a segmenta no sentido SW (Setor A - 60,34 km²) e a NE (Setor B - 72, 86 km²).

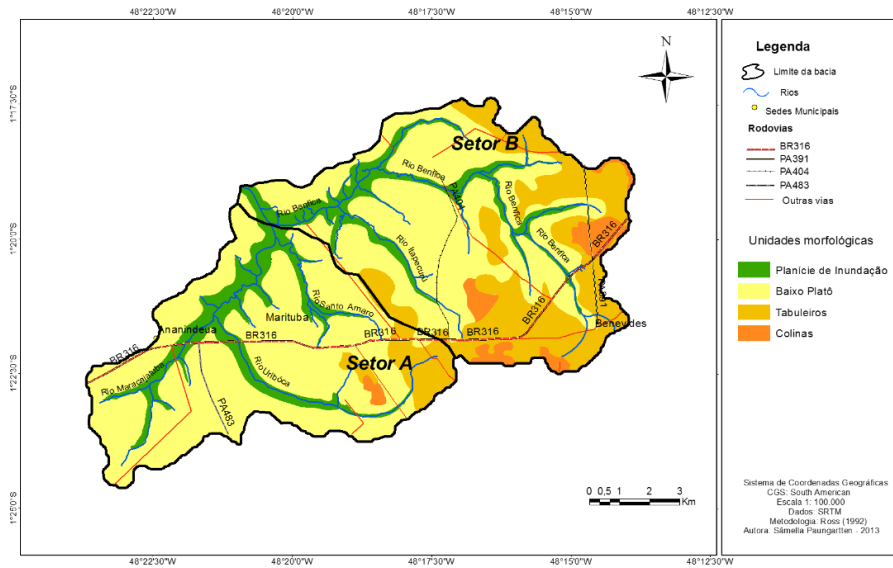


Figura 4. Unidades morfológicas presentes e setorização da bacia hidrográfica do rio Benfica.

A Tabela 1 expõe as principais características relacionadas aos aspectos físicos da bacia, com a inferência de comportamento e tendência natural associada.

Tabela 1. Comportamento físico tendencial da bacia do rio Benfica.

Características	Inferência de comportamento	Tendência natural associada
Predomínio de bacias hidrográficas de primeira ordem.	Influência na recarga de aquíferos.	Maior grau de vulnerabilidade da bacia, sua redução pode implicar em perda quantitativa de água na bacia e maior dependência dos períodos chuvosos.
O Setor B tem maior diversificação de ordem de canais e variabilidade de comprimento que o Setor A.	Diferentes níveis de retrabalhamento do relevo.	O Setor B tende a reproduzir um comportamento mais erosivo e o Setor A, mais deposicional.
O Setor B é a área que corresponde as maiores dimensões de área, perímetro e altimetria.	Maior variabilidade de feições de relevo associadas.	Respostas diferenciais quanto à intervenções de uso e ocupação do solo e retirada da cobertura vegetal.
O Setor A representa uma área ampla da bacia, porém mais plana.	Maior uniformidade nas feições do relevo associadas.	Maior uniformidade de respostas quanto às intervenções de uso e ocupação do solo e retirada da cobertura vegetal.

Análise Multitemporal de Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Benfica Entre os Anos 1984, 1993, 1999 e 2009

A análise multitemporal das formas de uso e cobertura dos anos de 1984, 1993, 1999 e 2009 é apresentada na Figura 5. A classe área urbana compreende às áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. No ano de 1984, a área urbana correspondia aproximadamente a 16 km², ou seja, 12% da área total da bacia. Observa-se que sua concentração ocorre nas proximidades de alguns dos principais rios da bacia, como é o caso do rio Benfica (nos núcleos urbanos de Benevides e distrito de Benfica) no entorno do baixo curso do rio Urubóca e, principalmente, no alto curso do rio Mocajatuba.

O quadro urbano no intervalo de 1984 a 1993 permaneceu crescendo, passando de 16 km², ou 12%, a 26 km², em torno de 20% na área da bacia. A manifestação desse crescimento revela-se, principalmente em torno da BR- 316 e das áreas rurais, sobretudo, de Ananindeua e Marituba. Em 1999, nota-se uma variação na classe área urbana para 36 km² ou 27%. A espacialização dessa urbanização permanece em torno da rodovia, sobrepondo-se às áreas rurais e aos principais rios da bacia. De 1999 a 2009, acompanha-se um elevado acréscimo das malhas urbanas em direção às áreas rurais, agora com um salto para 40% no ano de 2009.

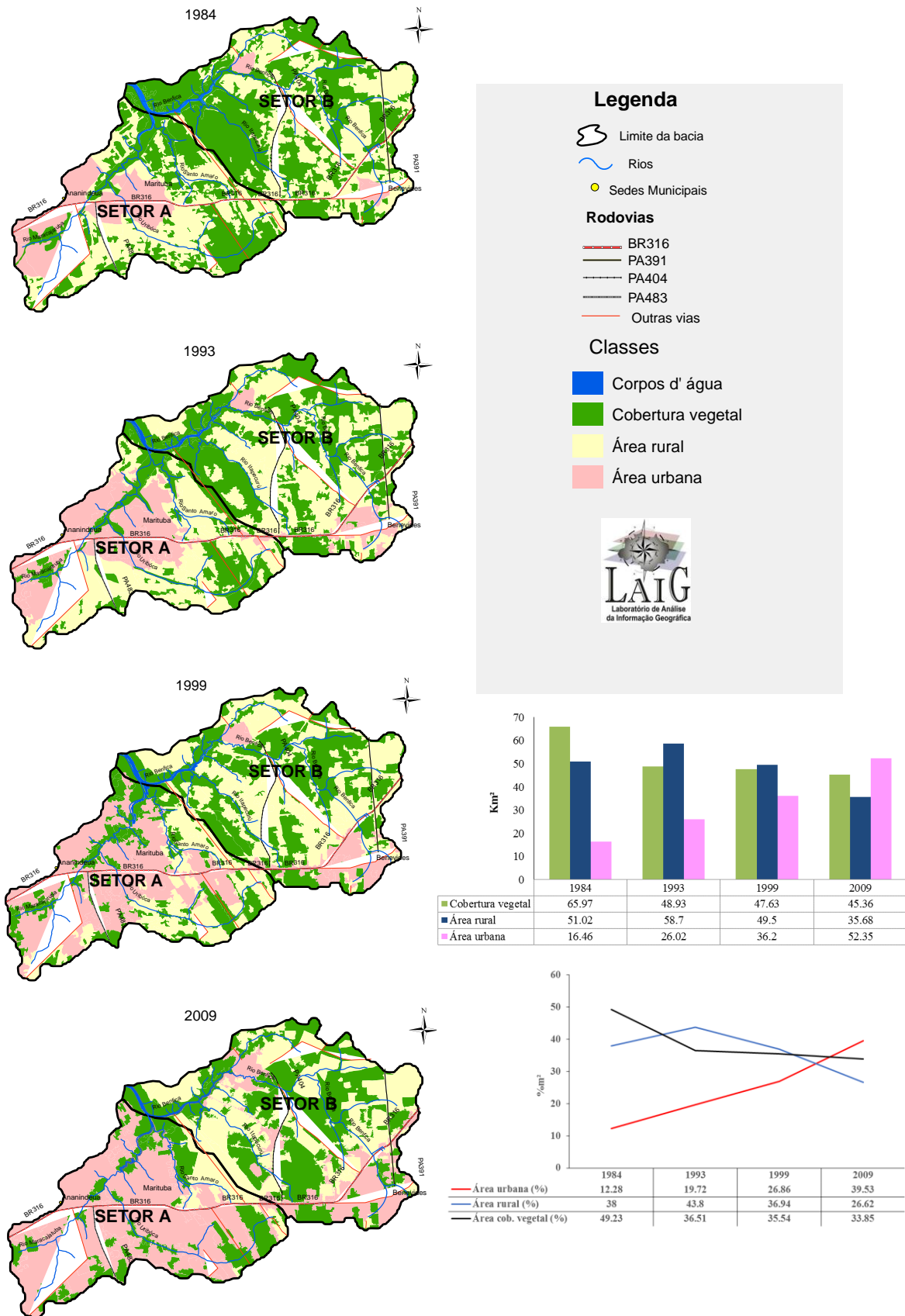


Figura 5. Classes de uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Benfica.

As transformações espaciais ocorridas na bacia ou mesmo nos municípios que a compõem podem ser compreendidas por um processo intenso de urbanização vivenciado não somente pela RMB (Região Metropolitana de Belém, que inclui os três municípios aqui discutidos), mas por muitas cidades brasileiras. Segundo Cardoso et al. (2006), essas redefinições territoriais remetem a um processo político-econômico no Brasil e, particularmente, na Amazônia de reforçar a presença do poder público na região dada sua grande extensão e a baixa densidade territorial. A expansão urbana da RMB induziu, conseqüentemente, a uma mudança de uso e cobertura da terra como mostra este estudo e essas mudanças trouxeram condomínios habitacionais, indústrias e, principalmente, a expansão de ocupações espontâneas no interior do espaço metropolitano.

Nos últimos anos a área em estudo vem atraindo, simultaneamente aos grandes empreendimentos urbanos, muitas ocupações de natureza espontâneas, com baixas ou nenhuma condição de saneamento básico. De acordo com último censo demográfico do IBGE (2011), a área possui pelo menos 24 aglomerados subnormais, divididos entre os municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides; com a maior parte deles localizados em Marituba (21 aglomerados subnormais).

Os problemas ambientais atrelados a esse tipo de ocupação se devem, na maioria dos casos, segundo dados do IBGE (2012) e as pesquisas em campo, às condições mínimas de saneamento básico existente; algumas ocupações por serem mais recentes apresentam condições de saneamento precárias. As casas não possuem esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo, sistema de drenagem e, assim, os dejetos, as águas servidas e o lixo são lançados diretamente no solo e no rio; condições estas que são vivenciadas não somente pelas ocupações espontâneas, mas em muitos domicílios particulares situados nos limites da bacia.

A classe temática “Área Rural” analisada corresponde principalmente às atividades agrícolas de lavoura permanente, lavoura temporária, pastagem plantada e solo exposto. Com base no mapeamento realizado e na sua quantificação a área rural na bacia do rio Benfica no ano de 1984 correspondia a cerca de 51 km², equivalente a 38% da área total da bacia. Esse valor muda em 1993 e chega a, aproximadamente, 59km² ou

a 44 %. Esse aumento pode ser entendido pelo aumento do desmatamento em favor da agricultura ou da pecuária.

Em 1999 há uma pequena diminuição nessa área passando de 59 km² para 49,5km². Esse ritmo permanece em 2009 chegando a, aproximadamente, 36 km². O quadro rural predominante na bacia no ano de 1984 é explicado pelo processo de colonização dos municípios pertencentes à área da bacia na segunda metade do século XIX (MIRANDA, 2012). Essa colonização foi marcada pelo incentivo à criação de várias colônias agrícolas.

A classe Cobertura Vegetal, aqui analisada, corresponde à vegetação secundária surgida após a cobertura florestal primária (Floresta densa dos baixos platôs) que foi praticamente toda removida durante a colonização desta área. Hoje, a vegetação predominante é uma vegetação secundária de pequeno porte muitas vezes intercalada por áreas rurais (agricultura, pecuária e solos expostos) e urbanas. A quantificação da cobertura vegetal na bacia em 1984 corresponde, aproximadamente, a 66 km². Apesar de área de cobertura vegetal em 1984 ser maior, o que se verifica é que essa vegetação já possui um aspecto ou porte de recuperação.

Em 1993 essa área decaiu para cerca de 49 km², perdendo uma área de aproximada de 17 km². Os dados sugerem que houve uma grande alteração de 1984 para o ano de 1993; e após este ano, há uma gradativa diminuição da vegetação na área da bacia, porém, em alguns trechos na bacia ainda presencia-se a mata ciliar em recuperação. A avaliação espacial do período de estudo indica que a vegetação ciliar nos últimos anos tem sido removida em prol da expansão das áreas rurais e urbanas, especialmente nos municípios de Marituba, Ananindeua e, mais recentemente, no município de Benevides quando há um aumento das manchas urbanas em 2009.

A bacia possui 38 nascentes conforme a escala adotada, totalizando 0,29 km² de APPs; as margens de cursos de água somaram um total de 7,36 km², desconsiderando as áreas de sobreposição (Figura 6). A área de APP para a bacia soma 7,65 km² e, desse total, 4,06 km² de vegetação estão preservadas e 2,10 e 1,43 km² de área urbana e rural respectivamente, estão dentro dos limites das áreas de preservação. As APPs de nascentes possuem 0,14 km² de vegetação, quando deveriam conter 0,29 km²; as áreas urbana e rural representam respectivamente 0,08 km² e 0,06 km² nos limites da área de preservação permanente (Tabela 2).

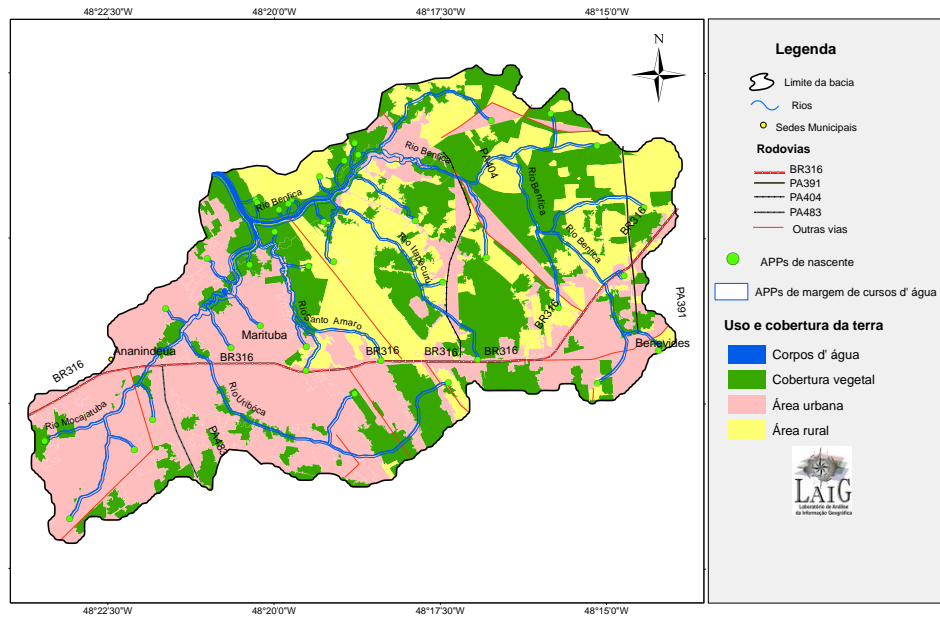


Figura 6. Mapas de uso e cobertura do solo e APPs na bacia hidrográfica do rio Benfica.

A ocupação e o uso inadequado de APPs é um problema ambiental presente, pelo menos 46% do uso atual são inadequados para a sua sustentação ambiental (áreas urbanizadas, culturas agrícolas, pecuária, solo exposto, etc.). O estudo destas áreas de preservação para os setores da bacia demonstra que, no setor A, com área total de APP de 3,32 km², a mata ciliar é de 1,53 km² e 1,61 km² de área urbana e 0,17 km² de área rural. Para mata ciliar do setor B, de um total de 4,28 km², a área de mata ciliar representa 2,53 km² e a área urbana de 0,48 km².

Avaliação integrada

A Tabela 2 sintetiza os principais aspectos caracterizados na bacia.

Tabela 2. Avaliação integrada dos principais aspectos da bacia hidrográfica do rio Benfica.

Parâmetros de análise	% da área total da bacia				SETOR A (% da área total por setor)				SETOR B (% da área total por setor)			
	1984	1993	1999	2009	1984	1993	1999	2009	1984	1993	1999	2009
Cobertura vegetal (km ²)	49,3	36,5	35,54	33,85	39,25	24,47	26,88	23,19	57,39	46,43	42,66	42,62
Área rural (km ²)	38,0	43,8	36,94	26,62	37,46	40,34	24,69	8,28	38,67	46,48	47,07	40,7
Área urbana (km ²)	12,8	19,7	26,86	39,53	23,08	34,95	48,23	68,53	2,66	6,22	9,22	16,7
Natureza do uso e cobertura da terra	Crescimento da área urbana e redução da área rural; com o agravamento de problemas associados ao desenvolvimento e crescimento das cidades: saneamento, habitação, uso dos recursos hídricos.				Setor que apresentou maior crescimento urbano em 25 anos.				Setor considerado rural, com índices de crescimento urbano considerados altos nos últimos dez anos.			
Tendência da retirada da cobertura vegetal	Perda contínua em 25 anos, mais significativa no período entre as décadas de 80 e 90 do séc. XX.				Setor com índices baixos de cobertura vegetal.				Setor com índices ainda consideráveis de cobertura vegetal.			
Natureza dos cursos d'água	Bacia de 4ª ordem com dois setores delimitados a partir de suas características hidrográficas e de relevo, com duas sub-bacias principais.				Predomínio de bacias hidrográficas de 1ª ordem.				Predomínio de bacias hidrográficas de 1ª ordem.			
Grau de retrabalhamento do relevo a partir da avaliação morfométrica da rede de drenagem	São característicos dois setores, onde podem ser associados dois níveis de estágio evolutivo: um ainda em processo de formação (Setor B) com processos erosivos ativos e outro já em fase de consolidação (Setor A) com domínio da fase de acumulação.				Representa uma área ampla da bacia, porém mais plana.				Maior diversificação de ordem de canais e variabilidade de comprimento que o Setor A corresponde às maiores dimensões de área, perímetro e altimetria.			
Tendências	O predomínio de bacias de 1ª ordem toma a bacia, as ações de uso e ocupação do solo e a retirada da cobertura vegetal, no momento em que estas podem implicar na sua redução e, em perda quantitativa de água na bacia e maior dependência dos períodos chuvosos.				Maior uniformidade nas respostas quanto às intervenções de uso e cobertura da terra.				Respostas diferenciais quanto às intervenções de uso e ocupação do solo e retirada da cobertura vegetal.			

A bacia hidrográfica do rio Benfica apresenta índices de crescimento urbano nos últimos dez anos que acarretaram em um aumento de mais de 12 km² de área urbana,

com conseqüentemente na diminuição das áreas rurais e de cobertura vegetal (perda de 2 km² de vegetação). Acompanhados dos problemas associados ao processo de desenvolvimento e crescimento das cidades (SANTOS et al., 2007; LOPES et al., 2010), tais como, saneamento, habitação e de uso dos recursos.

A ocupação e o uso inadequado de APPs é um problema ambiental presente em toda a área da bacia hidrográfica do rio Benfca. Pelo menos 46% do uso mais recente são inadequados para a manutenção hídrica da bacia (PERT et al., 2010). De acordo com as características da área, o adequado seria a preservação da cobertura vegetal numa faixa de, no mínimo, 30 e 50 m entre as áreas urbanas e rurais das margens dos rios e de suas nascentes, para manutenção das características hidrológicas locais, e possibilidade de restauração de sistemas ecológicos relevantes degradados, principalmente próximo a foz junto com ao complexos de furos. As florestas ripárias e os mosaicos de vegetação nas bacias hidrográficas compõem os ciclos hidrológicos e hidrogeoquímicos, sua remoção gera impactos consideráveis na qualidade da água e nos serviços ambientais dos ecossistemas aquáticos (TUCCI; MENDES, 2006; SORANO et al., 2009).

A bacia do rio Benfca por integrar uma região metropolitana apresenta um potencial como manancial de abastecimento de água para consumo humano; as ações de recuperação do seu entorno podem este se enquadrar como serviços ambientais. Tundisi e Tundisi (2010) afirmam que rios, lagos e represas artificiais tem um conjunto de serviços ambientais de altíssimo valor econômico e social; pois dentam importância para o bem estar humano, com a capacidade de produzir alimentos, suprir água e manter a biodiversidade.

A análise da evolução do processo de uso e ocupação do solo indica a demanda por planejamento na região de forma a reduzir as conseqüências das alterações nos sistemas naturais (MENEZES et al., 2007; MANOSSO, 2009; CARVALHO et al., 2011), com a proposição de áreas adequadas para os diversos tipos de ocupação (urbana, industrial, agrícola). Podem ser indicadas como intervenções de controle: a redução da agressividade dos agentes (erosivos, de alteração qualitativa e/ou quantitativa das águas) (SOUZA, 2005; MA et al., 2008); emprego de técnicas físicas que visem adequar a morfologia do terreno para controle do escoamento e transporte de sedimentos (SILVA; GALVÍNCIO, 2010; TELLES et al., 2011); implantação de

práticas de conservação do solo e vegetativas, que também irão apoiar o escoamento e a infiltração da água (CARVALHO et al., 2009; ATTANASIO et al., 2012).

CONCLUSÃO

Como célula de análise espacial, a bacia hidrográfica, demonstra sua eficácia enquanto entidade territorial sistêmica; suas características essenciais a tornam uma unidade muito bem caracterizada, permitindo a integração de diversos estudos e análises, embora, muitas informações devam ser adaptadas a esta unidade. A bacia hidrográfica do rio Benfica passa por mudanças de uso e cobertura da terra acompanhada de alterações ambientais, condições mínimas de saneamento e políticas ambientais inoperantes.

Nos últimos trinta anos, a bacia do rio Benfica vem passando por um processo de urbanização, que se iniciou lentamente em 1980 e se intensificou nos últimos anos em direção às suas áreas rurais. A consolidação e expansão dos diferentes tipos de uso e cobertura da terra tem propiciado a alteração ambiental da bacia hidrográfica em questão, já que boa parte de seus cursos d'água está sofrendo alteração (qualitativa e quantitativa), além de impactos provenientes da exploração mineral (extração de areia e argila), bem como as ocupações espontâneas sobre as áreas de várzea e de preservação permanente.

Embora as mudanças venham provocando alterações na bacia hidrográfica do rio Benfica, esta ainda apresenta características ambientais favoráveis à manutenção de seu potencial hídrico frente a muitas bacias hidrográficas localizadas na RMB, inclusive ao manancial que abastece a área continental do município de Belém cuja consolidação urbana vem aumentando a demanda quantitativo-qualitativa deste recurso.

No entanto, para que isso ocorra é necessário envolvê-la em um processo de planejamento ambiental, que contribua para o estabelecimento de medidas efetivas de preservação, conservação e recuperação, evitando assim que em algumas áreas ela seja degradada em virtude da expansão urbana desordenada.

REFERÊNCIAS

AL BAKRI, D. Towards developing a geoscientific approach to sustainable agricultural and rural development. **Environmental Geology**, v. 40, n. 4-5, p. 543-556, fev. 2001.

ALCÂNTARA, C. R. Linha de instabilidade da Amazônia: estudo de caso e importância das características do perfil do vento na sua formação e desenvolvimento. **Ciência & Natura**, v. 33, n. 2, p. 197-226, 2011.

ALVES, F. D.; SILVEIRA, V. C. P. A metodologia sistêmica na Geografia Agrária: um estudo sobre a territorialização dos assentamentos rurais. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 125-137, 2008.

ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JR., J. C. T.; LIMA, W. P. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através do território e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. 4 n. 1 p. 131-149, 2008.

BIANCHIN, S.; RICHERT, E.; HEILMEIER, H.; MERTA, M.; SEIDLER, CH. Landscape metrics as a tool for evaluating scenarios for flood prevention and nature conservation. **Landscape Online**, v. 25, p. 1-11, 2011.

BISHOP, K.; BUFFAN, I.; ERLANDSSON, M.; FOLSTER, J.; LAUDON, H.; SEIBERT, J.; TEMNERUD, J. Acqua Incognita: the unknown headwaters. **Hydrological Processes**, v. 22, p. 1239-1242, 2008.

BURKHARD, B.; PETROSILLO, I.; COSTANZA, R. Ecosystem services – bridging ecology, economy and social sciences. **Ecological Complexity**, v. 7, p. 257-259, 2010.

CAMPONOGARA, G.; SILVA DIAS, M. A. F. Precipitação diária e estrutura vertical da atmosfera em Belém-PA. **Ciência e Natura**, v. Espec., p. 263-266, 2011.

CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F.; SENA, L. F. A.; SANTOS, R. B. N.; CRUZ, S. H. R. A estrutura socioespacial da Região Metropolitana de Belém: reflexões sobre a distribuição dos tipos sócio-ocupacionais de 1990 a 2000. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 10, n. 1, p. 143-183, 2006.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S.; PINTO, M. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 3-9, 2009.

CARVALHO, R. G.; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 23, n. 1, p. 143-159, 2011.

CASTRO S. B; CARVALHO T. M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Scientia Plena**, v. 5, n. 2, 2009.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 93-148.

CPRM. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará**. Belém: CPRM, 2008, 328 p.

FEITOSA, A.; SANTOS, B.; ARAÚJO, M. S. B. Caracterização morfométrica e identificação de áreas susceptíveis a erosão na bacia do rio Pajeú, PE: o estudo de caso da bacia do rio Pajeú/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 4, n. 4, p. 820-836, 2011.

GETIRANA, A. C. V. Integrating spatial altimetry data into the automatic calibration of hydrological models. **Journal of Hydrology**, v. 387, p. 244-255, 2010.

IBGE. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011, 270p.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007, 316p.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013, 171p.

IBGE. **Síntese dos indicadores sociais**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012, 293p.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. O.; SOBRAL, M. C. M.; PACHECO, A. P. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1210-1219, 2010.

LOPES, M. N. G.; SOUZA, E. B.; FERREIRA, D. B. S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, p. 84-102, 2013.

MA, Z.; KANG, S.; ZHANG, L.; TONG L.; SU, X. Analysis of impacts of climate variability and human activity on streamflow for a river basin in arid region of northwest China. **Journal of Hydrology**, n. 352, p. 239-249, 2008.

MANOSSO, F. C. Estudo integrado da paisagem nas regiões norte, oeste e centro-sul do estado do Paraná: relações entre a estrutura geocológica e a organização do espaço. **Boletim Geogr. de Maringá**, v. 26/27, n. 1, p. 81-94, 2009.

MENEZES, J. B.; ARAÚJO, M. S. B.; GALVÍNCIO, J. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CORRÊA, A. C. B. Índice de vulnerabilidade à erosão para uma bacia na mesorregião do São Francisco Pernambucano, a partir das relações entre morfogênese e pedogênese. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 2, p. 45-56, 2007.

MIRANDA, R. R. Interfaces do rural e do urbano em área de colonização antiga na Amazônia: estudo de colônias agrícolas em Igarapé-Açu e Castanhal (PA). **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, v. 7, n. 14, p. 1-36, 2012.

PENG, J.; WANG, Y.; ZHANG, Y.; WU, J.; LI, W.; LI, Y. Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 217-223, 2010.

PENTEADO, Antonio Rocha. Problemas de Colonização e de Uso da Terra na Região Bragantina do Estado do Pará. 2 v. Belém: UFPA, 1967.

PERT, P. L.; BUTLER, J. R. A.; BRODIE, J. E.; BRUCE, C.; HONZAK, M.; KROON, F. J.; METCALFE, D.; MITCHELL, D.; WONG, G. A catchment-based approach to

mapping hydrological ecosystem services using riparian habitat: a case study from the Wet Tropics, Australia. **Ecological Complexity**, v. 7, p. 378-388, 2010.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Geossistema território e paisagem - método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana. **Geografia**, v. 18, n. 1, p. 5-31, 2009.

REIBOTA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185 - 204, 2010.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA. **La Geoecologia del Paisaje, como fundamento para el analisis ambiental**. Revista Eletrônica do Prodepa, v. 1, n. 1, p. 77-98, 2007.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo, **Revista do Departamento de Geografia**, v. 1, n. 6, p. 17-29, 1992.

ROY, E. D.; WHITE, J. R.; SMITH, E. A.; BARGU, S.; LI, C. Estuarine ecosystem response to three large-scale Mississippi River flood diversion events. **Science of the Total Environment**, v. 458-460, p. 374-387, 2013.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 115- 123, 2010.

SANTOS, G.V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 931-940, 2007.

SANTOS, H. G. **Proposta de atualização da segunda edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012, 59 p.

SILVA, C. A. V.; GALVÍNICO, J. D. Relação clima escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Pirapama-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 2, p. 57-69, 2010.

SILVA, C. B.; LIPORONE, F. Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: Algumas considerações. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 2, n. 6, p. 22-35, 2011.

SODRÉ, R. V. R.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MACHADO, W. P.; OLIVEIRA, S.

N.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; MARTINS, E. S. Classificação de bacias de drenagem no alto Jequitaiá (Minas Gerais) a partir da análise de principais componentes e análise de grupo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, ano 8, n. 2, p. 73-86, 2007.

SORANO, P. A.; WEBSTER, K. E.; CHERUVELIL, S.; BREMIGAN, M. T. The lake landscape - context framework: linking aquatic connections, terrestrial features and human effects at multiple spatial scale. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 30, n. 5, p. 695-700, 2009.

SOUZA, C. R. G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, ano 6, n. 1, p. 45-61, 2005.

SOUZA, E. B.; LOPES, M. N. G.; ROCHA, E. J. P.; SOUZA, J. R. S.; CUNHA, A. C.; SILVA, R. R.; FERREIRA, D. B. S.; SANTOS, D. M.; CARMO, A. M. C.; SOUSA, J. R. A.; GUIMARÃES, P. L.; MOTA, M. A. S.; MAKINO, M.; SENNA, R. C.; SOUSA, A. M. L.; MOTA, G. V.; KUHN, P. A. F.; SOUZA, P. F. S.; VITORINO, M. I. Precipitação sazonal sobre a Amazônia oriental no período chuvoso: observações e simulações regionais com o RegCM3. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 2, p. 111-124, 2009.

TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; DECHEN, S. C. F. The costs of soil erosion. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 287-298, 2011.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrópica**, vol. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.