



Evolução do Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Benfica-PA
Evolution Of The Basin Soil Use And Coverage Of The Benfica-PA River Basin

Herick Rennan Castro Alves; Antônio Juscelino de Souza Melo;
Arnaldo Pereira Carneiro Neto & Jamer Andrade da Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia, Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, 66.077-830, Terra Firme, Belém, PA, Brasil
E-mails: herickcastroalves@gmail.com; ajm1818@hotmail.com; arnaldocar34@hotmail.com; jamercosta@gmail.com

Recebido em: 30/01/2019 Aprovado em: 30/05/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_2_333_340

Resumo

As bacias hidrográficas, entendidas como unidade natural da paisagem, são áreas extremamente sensíveis até mesmo a pequenas mudanças, sejam elas naturais ou antrópicas. As alterações do uso e cobertura desta unidade pode, e em sua maioria, repercute negativamente na sustentabilidade dos seus recursos naturais. O entendimento deste processo bem como 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 naturais. Mediante a esta temática foi proposto um estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Benfica (BHRB) – PA, na qual foi analisado a evolução da configuração da paisagem do local. O conhecimento de tais informações serve, em especial, ao poder público como subsídio para realização do planejamento e gestão ambiental. Todas as análises feitas neste estudo foram realizadas em ambientes computacionais de sistema de informação geográfica (SIG). Os resultados apontam que a área da bacia sofreu grande processo de urbanização passando de 26,76 Km² para 41,97 Km². Tal crescimento sem o devido planejamento traz consigo inúmeros impactos sócio-ambientais como encontrados na área de estudo.

Palavras-chave: Uso e Cobertura; SIG; BHRB

Abstract

As watersheds, understood as the natural unit of the landscape, extremely sensitive even to small changes, are they natural or anthropic. Asso of the use and coverage of this unit can, and for the most part, negatively impact on the sustainability of its natural resources. The understanding of the process as well as through the characterization of its physical constituents associated to the typologies of use, is configured as an essential attribute in the search for solutions to the unrestrained impact on the natural resources. By programming a study in the Benfica River Basin (BHRB) - PA, in which a development of the landscape configuration of the site was analyzed. Knowledge of such information, in particular, to the public power as a subsidy for the accomplishment of environmental planning and management. All as analyzes made in the study of geographic information systems (GIS). The results are an area of the basin suffered large urbanization process Passing from 26.76 km² to 41.97 Km². Such growth without proper planning brings with it numerous socio-environmental impacts as found in the study area.

Keywords: Use and Coverage; SIG; BHRB

1 Introdução

O termo Bacia Hidrográfica é definido por um agregado de drenagem que conflui em direção ao ponto mais baixo, denominado de exutório Braga *et al.* (2005) e Azevedo & Barbosa (2011). Assim o rio principal de uma bacia é constituído pelo maior comprimento de fluxo de água que vai da nascente até o exutório (Bernardi *et al.*, 2013). Os rios adjacentes que levam a água até o rio principal são chamados de afluentes e, do mesmo modo, os rios que converge para os afluentes são chamados de subafluentes (Cruz & Tavares, 2009).

Nos últimos anos a bacia hidrográfica vem sendo largamente estudada como unidade de planejamento e gestão, este processo tem aceitação mundial uma vez que a mesma possui um sistema bem delimitado geograficamente, unidade espacial de melhor e mais simplificado de caracterização, além de poder integrar todos os fenômenos de um dado ecossistema, como citado por Santos (2004, p. 40-41) “não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica e, quando o problema central é a água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção”. Os estudos em bacias podem ainda serem simplificados quando a bacia de maior volume é ramificada para sub-bacias, permitindo desta forma uma análise mais local do ambiente, tornando menos oneroso sua caracterização e permitindo visualizar melhor os focos de degradação de recursos naturais e o grau de comprometimento da produção sustentada existente (Carmo & Silva, 2009).

O objetivo de se fazerem tais estudos é de principalmente diagnosticar o local, avaliar as consequências dos impactos causados e procurar formas de mitigar ou até mesmo recuperar os serviços ambientais prestados. No entanto em um país de grande dimensão territorial como o Brasil se torna muito dispendiosas tais análises em âmbitos locais, por este e outros motivos ainda se encontram dificuldades ao acesso a informações de tais ambientes, para Mello (2007) falta desse conhecimento dificulta o planejamento territorial.

Neste contexto a falta de um planejamento territorial geralmente está entrelaçada com o cres-

cimento populacional, como observado por Almeida *et al.* (2009) que o uso e a ocupação desordenada do solo em bacias hidrográficas são resultantes das políticas e dos incentivos governamentais, podendo se entender ao uso agrícola até o processo de urbanização. Tais processos podem acarretar inúmeros impactos na bacia hidrográfica como desmatamento, mineração, erosão, uso indiscriminado da água, contaminação e compactação dos solos, assoreamento dos rios, todos esses impactos foram observados por Tundisi (2011).

Dentro deste cenário, objetivou-se realizar uma análise multitemporal do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do Rio Benfica-PA, na qual tem um papel fundamental de abastecimento da região metropolitana de Belém (RMB).

Aliado a toda essa temática, o uso da ferramenta SIG vem sendo amplamente utilizado como instrumento para ações de preservação ambiental, análise do meio ambiente e avaliação de degradações em áreas de interesse (Torres, 2011). Além disso, as técnicas de sensoriamento remoto de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) apresentam diversas vantagens em relação a outras técnicas tradicionais de trabalho de campo, pois possibilitam a aquisição de informações em locais de difícil acesso, uso de diferentes escalas, informações homogêneas em escala temporal e informações de baixo custo (Castillo *et al.*, 2015).

2 Materiais e Métodos

Primeiramente para a obtenção computacional da rede de drenagem foi utilizado o algoritmo *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – TauDEM*, extensão utilizada no *software Qgis* (Tarboton, 2013). Vários são os trabalhos desenvolvidos para a delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando softwares. No caso do *TauDEM* se destacam os autores Schmitt & Moreira (2015) e Zhang & Chu (2015).

Utiliza-se para tal extração o MDE, que é uma importante ferramenta na captação de parâmetros topográficos e geomorfológico, método proposto por Valeriano (2005). Deste modo utilizou-se de dados

da missão SRTM de ID SRTM1S02W049V3 com resolução espacial de 30 metros, na qual passa por um pré-processamento onde é reprojeta para coordenadas plana e através da calculadora raster, eliminando os pixels negativos. Posteriormente passando pelas seguintes etapas ilustradas na Tabela 1.

	Etapas	Descrição
1	Pit remove	Elimina os "Poços" ou "Buracos" na imagem.
2	D8 flow Direction	Mapeamento da direção do fluxo, estimada em 8 direções.
3	D8 Contributing Area	Estimativa da área de contribuição da Bacia.
4	Stream Definition by Threshold	Extração da densidade de drenagem em função de um limiar.
5	Função Stream Reach and Watershed	Geração dos shapefiles da rede de drenagem, área de contribuição, hierarquia fluvial e delimitação de sub-bacias.

Tabela 1 Etapas do processo de extração de drenagem através do algoritmo *TauDEM*. Adaptado de Schmitt & Moreira (2015).

Ao final de todos esses processos, o algoritmo *TauDEM* gerou então um polígono da área de contribuição da bacia, a rede de drenagem vetorizada bem como suas respectivas classificações concernente a hierarquia fluvial, estimativa do fluxo de água juntamente com a declividade. Para realizar os mapas temáticos multitemporais do uso e cobertura do solo, foram utilizadas imagens do satélite *Landsat 5-TM* dos anos de 1984, 1989, 1994, 1999, 2004 e 2017, sensor *OLI* do satélite *Landsat 8*, anos este nas quais as imagens foram obtidas sem quantidade

significativas de nuvens. Essas imagens passaram por alguns processos de preparação que serão descritos posteriormente.

Existem algumas etapas de preparação de imagens, tal processo tem por objetivo de realçar as devidas informações contidas nas imagens para posteriormente melhor serem analisadas e interpretadas. Neste caso a imagem passou por um processo de classificação ilustrado na Figura 1, para tal processo foi utilizado os *softwares Qgis 2.18, ArcMap 10.1 e Envi5.3*.

As classes foram definidas desta forma:

- **Floresta:** Esta classe é constituída por uma pequena porção de floresta nativa ombrófila aluvial mapeado pelo projeto RADAM, vegetação secundária densa, que é o principal constituinte vegetal da região e áreas de reforestamento;
- **Não Floresta:** Foram inseridos nesta classe, a pastagem, agricultura, áreas campestres, e vegetação dispersa com baixa densidade, regeneração com pasto;
- **Antropizado:** Áreas Urbanas, toda e qualquer área onde houve supressão da vegetação com fins construtivos ou até mesmo de intensa degradação ambiental, solo exposto, mineração e qualquer mosaico de ocupações;
- **Classe Água:** Esta classe foi definida pelos rios de maiores densidades constituintes da bacia, a saber: Rio Benfica, Rio Mocajutuba e um pequeno trecho do Rio Uriboca;

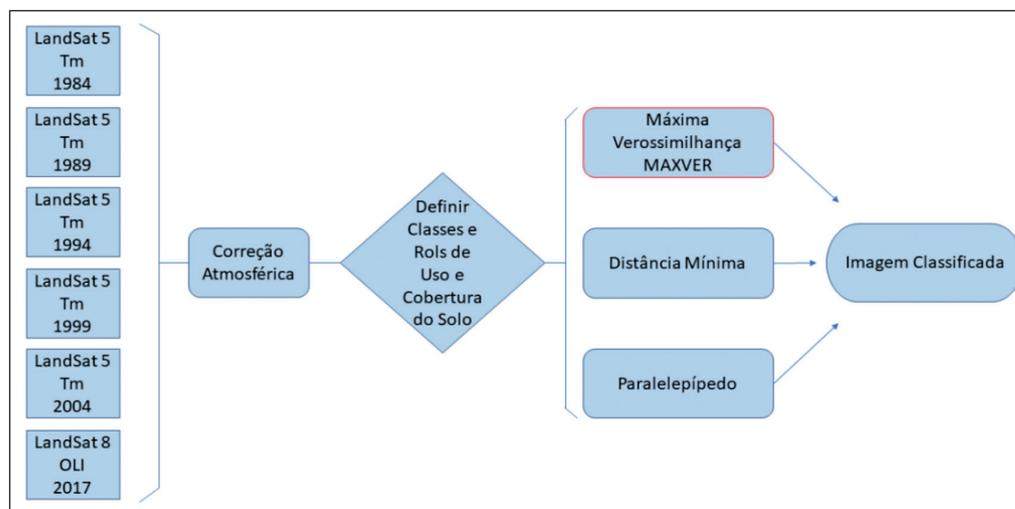


Figura 1 Fluxograma do processo de classificações das imagens.

- **Outros:** A classe outros é sintetizada por fatores que dificultaram a classificação como presença de sombra e nuvens. Esse é um fator limitante desta metodologia, pois além de impossibilitar a identificação de algumas classes de uso e cobertura do solo, ela ainda pode ser confundida com outras classes na hora da classificação pois possuem características espectrais semelhantes, no entanto existem inúmeras técnicas para solucionar tal problema como identificá-las e isolá-las sendo realizado no presente estudo.

Por fim, o trabalho de campo é fundamental para conhecer a área de estudo e corroborar os resultados obtidos na pesquisa. Desta forma, no dia 25 de outubro 2017 foi realizada a visita *in loco* para a validação dos resultados obtidos, foram feitos registros fotográficos e realizado 23 pontos de coleta com o auxílio do *GPS GARMIN Etrex 20x*, as coordenadas dos pontos se encontram no mapa de localização da pesquisa na Figura 2. Antes da coleta em si, houve

os cuidados necessários de preparação do dispositivo, como a calibração para alcançar os resultados satisfatórios de precisão, o sistema de coordenada utilizado no aparelho foi a UTM, fuso 22 Sul e o *Datum WGS 84*.

3 Caracterização da Área de Estudo

A Bacia hidrográfica do Rio Benfica-PA, possui uma área de aproximadamente 130 km², seu rio principal percorre cerca de 20 km que vai da nascente localizado no município de Benevides até sua foz localizado no complexo da Baía do Guajará. Conforme a classificação hidrográfica da SEMA (2012), a área de estudo se situa na Região Hidrográfica Costa Atlântica – Nordeste, na qual ocupa 9,5% da área do estado. Esta região engloba inúmeros municípios das mesorregiões nordeste paraense e metropolitana, incluso os municípios de Benevides, Marituba, Ananindeua e Belém (local estudado). A Figura 2 ilustra o mapa de localização da área de estudo.

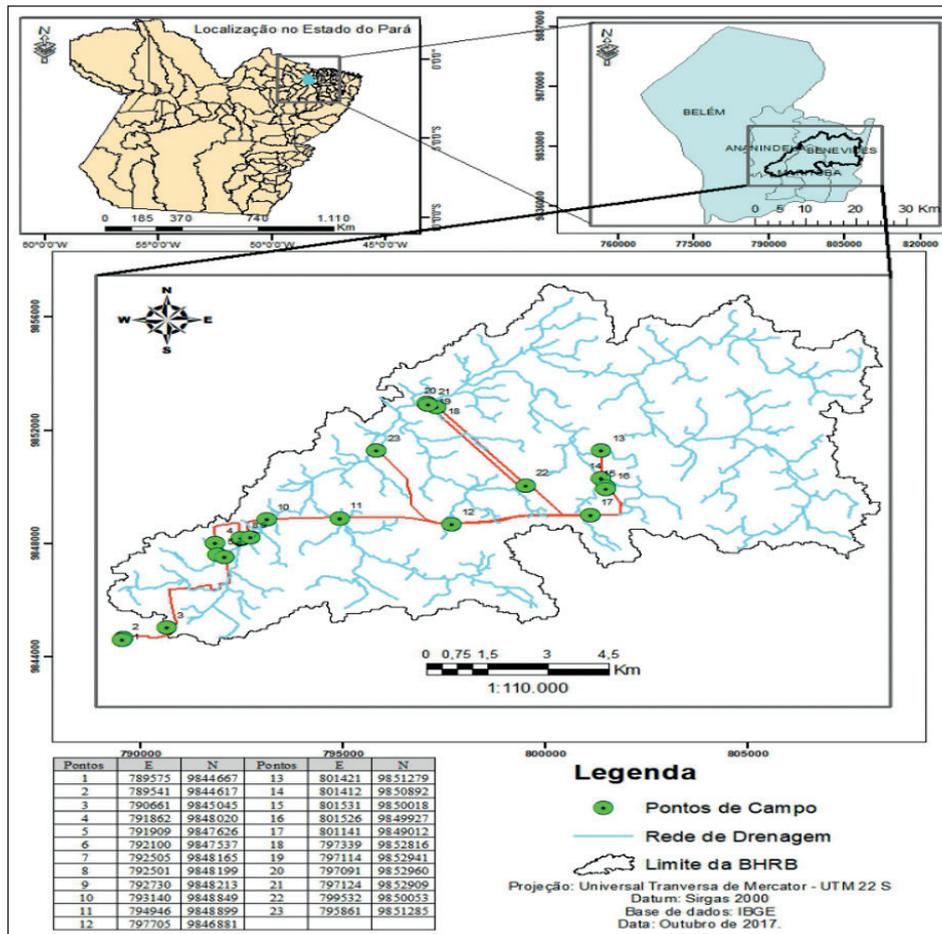


Figura 2 Mapa de Localização da área de estudo.

4 Resultados e Discussão

As Figuras 3 e 4 mostram o uso e cobertura do solo em diferentes anos.

Todos os dados das Figuras 4 e 5 estão sintetizados na Tabela 2.

A classe antropizado, caracterizada principalmente pela área urbana, houve um aumento crescente saindo de 26,76 km² em 1984 até 41,97 km² em 2017, um aumento de quase 60%, número este bem alarmante, uma vez que tal crescimento sem o devido planejamento, vem atrelado com inúmeros pro-

Figura 3 Mapa de uso e cobertura do solo referente aos anos de 1984, 1989 e 1994.

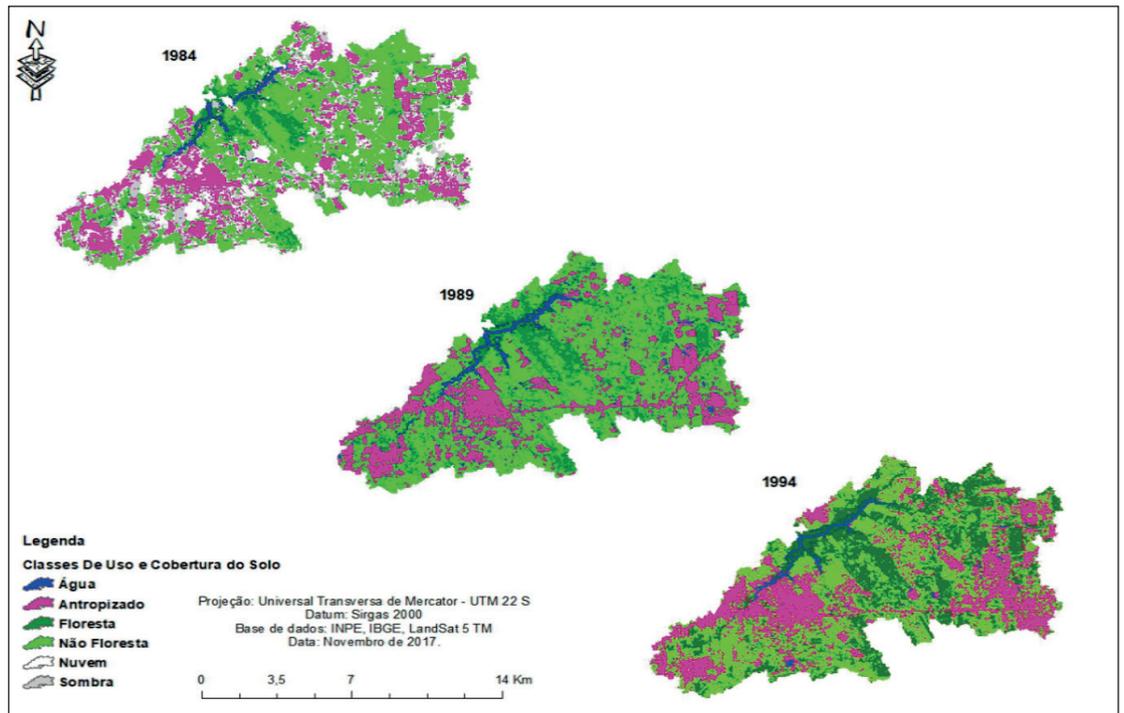
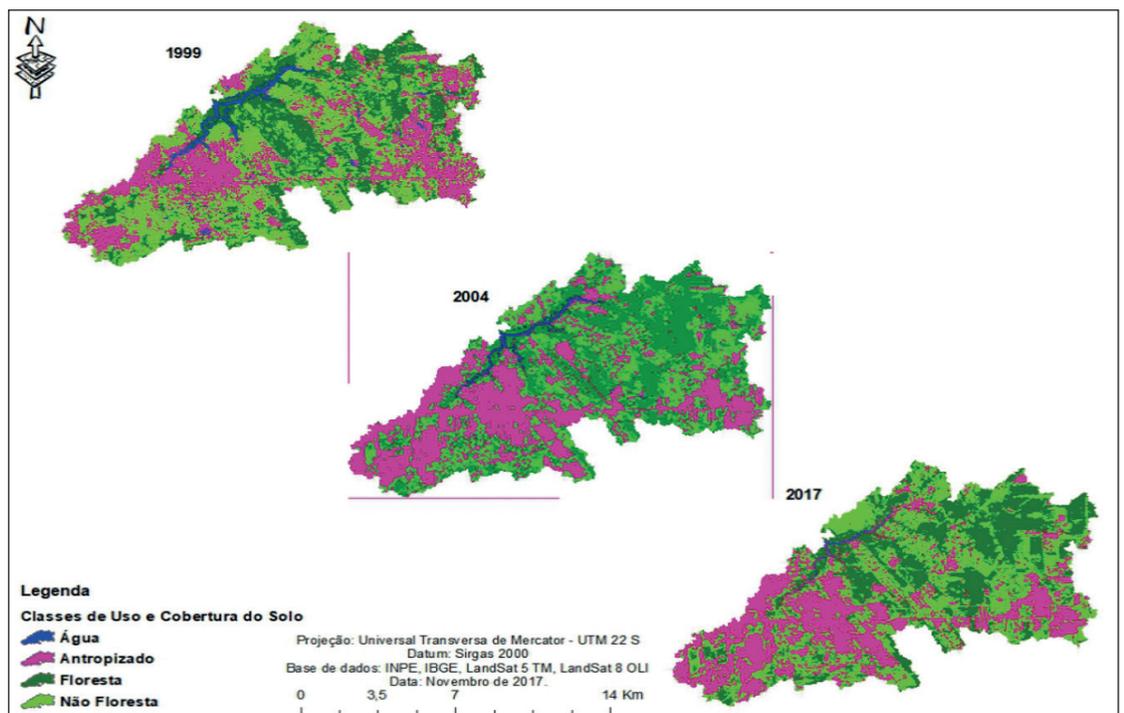


Figura 4 Mapa de uso e cobertura do solo referente aos anos de 1999, 2004 e 2017.



Evolução do Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Benfica-PA

Herick Rennan Castro Alves; Antônio Juscelino de Souza Melo; Arnaldo Pereira Carneiro Neto & Jamer Andrade da Costa

Uso e Cobertura	1984		1989		1994	
	Área (Km ²)	Porcentagem (%)	Área (Km ²)	Porcentagem (%)	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Água	1,61	1,23%	1,68	1,29%	1,52	1,17%
Antropizado	26,76	20,52%	29,39	22,54%	34,04	26,10%
Floresta	16,96	13,01%	20,98	16,09%	39,25	30,10%
Não Floresta	81,42	62,44%	76,95	59,01%	54,47	41,77%
Outros	3,65	2,80%	1,4	1,07%	1,12	0,86%
Uso e Cobertura	1999		2004		2017	
	Área (Km ²)	Porcentagem (%)	Área (Km ²)	Porcentagem (%)	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Água	1,41	1,08%	1,45	1,11%	0,58	0,44%
Antropizado	35,96	27,58%	39,25	30,10%	41,97	32,19%
Floresta	38,89	29,82%	52,11	39,96%	39,32	30,15%
Não Floresta	52,81	40,50%	36,36	27,88%	48,31	37,05%
Outros	1,33	1,02%	1,23	0,94%	0,22	0,17%

Tabela 2 Dados sintetizados dos mapas de uso e cobertura do solo.

blemas econômicos, sociais e ambientais. Vaeza *et al.* (2008) notou que o crescimento da área urbana aumenta expressivamente áreas impermeabilizadas, tendendo a diminuir índices de precipitações, reduzindo infiltração consequentemente aumentando o escoamento superficial, podendo gerar problemas de drenagem como é o caso de enchentes. Netto *et al.* (2009) identifica esse cenário propício a surgir moradias de baixo padrão de construção, instalações sanitárias precárias, conflitos e situação fundiária não regularizada. Outros problemas ambientais são ainda maiores como erosão, assoreamento, desmatamento, degradação do recurso hídrico, danos causados pela degradação do solo, principalmente concernente ao descarte inadequado de resíduos sólidos, bem como o despejo inadequado de efluentes sem o devido tratamento, contaminando assim os corpos hídricos.

Como a classe mineração foi incorporado neste grupo é importante ressaltar que existem alguns pontos de extração de minérios na área da bacia, segundo o DNPM (2017), existem 38 processos de extração de argila, quartzo, saibro e água mineral, sendo que 22 processos são voltados para exploração de água mineral e destes sete foram abertos no ano de 2017, corroborando assim, o grau de interesse que esta bacia tem para a região metropolitana de Belém, bem como a importância de se preservar tal recurso.

A classe água se manteve quase que constante com somente pequenos decréscimos no decorrer

dos anos, no entanto com o avanço da área urbana, é de suma importância planos, projetos e programas para sua conservação, uma vez que rios deste porte proporcionam vários serviços ambientais. Tundisi & Tundisi (2011) cita que tais serviços é fundamental para o bem-estar humano como manter a capacidade de produção de alimentos, suprir água e manter a biodiversidade.

A classe floresta houve variações ao longo do período analisado. Primeiramente os pequenos fragmentos de floresta principalmente ao entorno dos rios, foram identificados pelo projeto RADAM em 2004 como floresta ombrófila densa aluvial, muito incidente em margens de rios, porém devido sua posição geográfica se correlacionar com diversas atividades como agricultura e pecuária, o torna uma vegetação quase que inexistente. Vale destacar que ao compararmos o ano início do estudo com o final, notaremos um grande aumento desta classe na região chegando a ocupar 30% da área da bacia em 2017, atualmente esse grupo é constituído, em especial, por vegetação secundária. Outra análise importante a ser feita, no município de Benevides onde se situa a maior parte da área da bacia existem inúmeras áreas composta por chácaras na quais se habituou-se a fazerem plantações, conforme o último censo agropecuário do IBGE (2006), foram plantadas 11 hectares de plantas com essência florestal, número este que passados 11 anos, talvez esteja bem maior.

Como a classe reflorestamento também foi composta neste grupo, influenciou em seu aumento, pois demanda de grandes áreas para sua produção (exemplo o açaí) que é muito comum na região, conforme o IBGE (2013), indica o município de Benevides como o 58º maior produtor de açaí do estado do Pará, produzindo 50 toneladas somente no ano de 2016.

A classe não floresta ocupava cerca de 62,44% da área da bacia, número bem significativo, tal processo pode ser explicado através da dinâmica de ocupação da área, quando depois da metade do século XIX boa parte dessas áreas foram ocupadas. Essa colonização foi caracterizada pelo incentivo à criação de colônias agrícolas (Miranda, 2012). Ainda hoje, considerável parte desta é caracterizada por lavouras como feijão, milho, mandioca e 66 números de estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2006).

Desde o início da análise houve uma diminuição considerável desta classe durante o período analisado, com exceção do ano 2017, todos os anos anteriores houve um decréscimo chegando a cair quase 50% do seu valor de 1984, sendo que muitas dessas áreas foram totalmente antropizadas, aliás na área de estudo nos últimos anos vem atraindo grandes empreendimentos habitacionais bem como indústrias.

A seguir é ilustrado na Figura 5, o comportamento das classes de uso e cobertura do solo durante o período do presente estudo. As classes floresta e

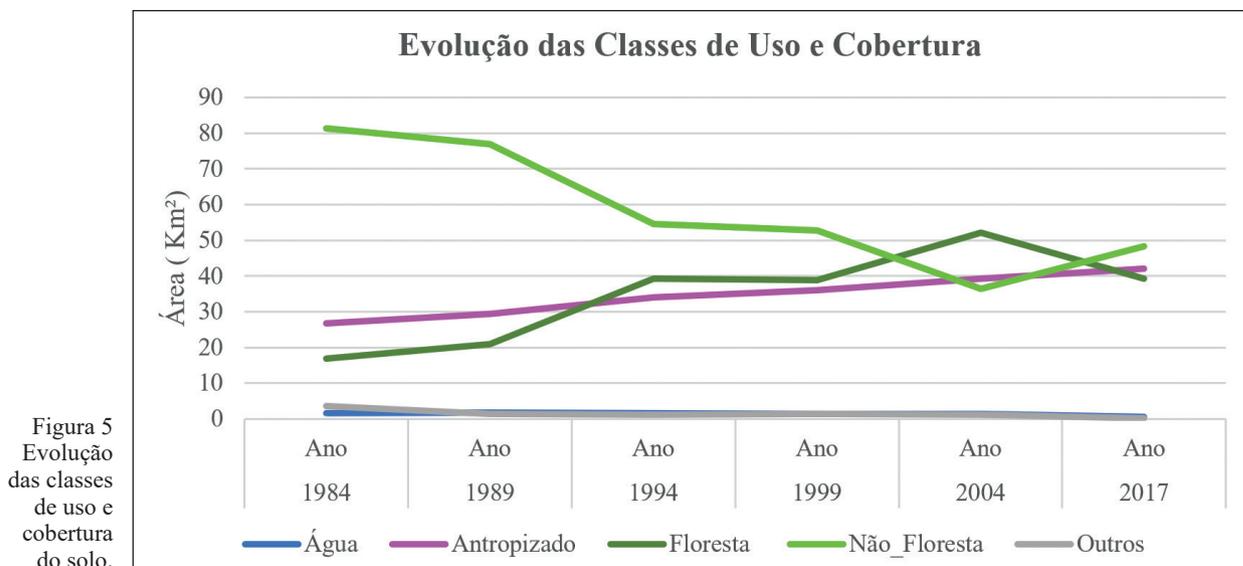
não floresta foram as que mais sofreram variações, isso muito devido a dinâmica de ocupação do local, já as classes outros e água pouco sofreram variações com raríssimas exceções quando em 1984 a imagem possuía uma maior quantidade de nuvens, a classe antropizado foi a única que teve um aumento constante em todos os anos da análise.

5 Conclusão

As redes de drenagens obtidos pelo algoritmo *TauDEM* são satisfatórios para estudos e pesquisas e neste caso, satisfazem a realidade local.

Através dos mapas de uso e cobertura do solo pode se observar a evolução da paisagem da bacia hidrográfica, os resultados apontam que a área passou por intensa urbanização saindo de 26,76 km² para 41,97 km² de área, quase que duplicado seus valores no período analisado. No início do período analisado a classe predominante era a não floresta correspondendo a 62,44% da área total da bacia, tal número se deu ao fato da dinâmica de ocupação da área que foi incentivada pelas atividades agrícolas e pecuárias.

A classe floresta passou de 16,96 km² em 1984 para 39,32 km² em 2017 mostrando que a área é repleta de vegetação secundária. Com as análises do uso e cobertura do solo foi capaz de entender o padrão de ocupação, sendo possível desta forma criar modelos de tendências do local.



Os mapas temáticos elaborados no presente estudo, são indispensáveis para o poder público para realizar um bom planejamento e procurar mitigar os problemas socioambientais.

Por fim, o uso da ferramenta SIG mostrou-se muito satisfatória, eficiente e menos onerosas nas elaborações dos mapas temáticos bem como seus respectivos resultados.

6 Referências

- Almeida, J.R.; Bastos, A.C.S.; Silva, D.M. & Malheiros, T.M. 2009. *Política e Planejamento Ambiental*. Rio de Janeiro, Thex. 480 p.
- Azevedo, H.A.M.A. & Barbosa, R.P. 2011. Gestão de Recursos Hídricos no Distrito Federal: Uma Análise da Gestão dos Comitês de Bacias Hidrográficas. *Revista Ateliê Geográfico*, 5(1): 162-182.
- Bernardi, E.C.S.; Panziera, A.G. & Piovezan, J.F. 2013. Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 10, Bento Gonçalves, 2013. *Anais*, Bento Gonçalves, UFRS. 8 p.
- Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J.G.L.; Mierzwa, J.C.; Barros, M.T.L.; Spencer, M.; Porto, M.; Nucci, N.; Juliano, N. & Eiger, S. 2005. *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo, Pearson Prentice Hall. 318 p.
- Carmo, R.L. & Silva, C.A.M. 2009. População em Zonas Costeiras e Mudanças Climáticas: Redistribuição Espacial e Riscos. In: *População e Mudança Climática: Dimensões Humanas das Mudanças Ambientais Globais*. *Revista Ambiente & Sociedade*, 12(2): 137-157.
- Castillo, E.M.D.; Martin, A.G.; Aladrén, L.A.L. & Luis, M. 2015. Evaluation of Forest Cover Change Using Remote Sensing Techniques and Landscape Metrics in Moncayo Natural Park (Spain). *Revista Applied Geography*, 62: 247-255.
- Cruz, R.C. & Tavares, I.S. 2009. Bacia hidrográfica: Aspectos Conceituais e Práticos. In: *Righes, A. A. (Org.). Água e Educação: Princípios e Estratégias de Uso e Conservação*. Santa Maria, RS. Centro Universitário Franciscano. cap. 3. 215 p.
- DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Sistema de informação geográfica de mineração (SIGMINE). 2017. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 27 nov 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro, IBGE. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 27 nov 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Município de Benevides-PA. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/benevides/panorama>>. Acesso em 27 nov 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, RJ: 171p. 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em 27 nov 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 nov 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Cartas e Mapas. Rio de Janeiro, RJ: IBGE 2006. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/>. Acesso em: 27 nov 2017.
- Netto, G.F.; Freitas, C.M.; Andahur, J.P.; Pedroso, M.M. & Rohlf, D. B. 2009. Impactos Socioambientais na Situação de Saúde da População Brasileira: Estudo de Indicadores Relacionados ao Saneamento Ambiental Inadequado, *Revista Actas em Saúde Coletiva*, 4(4): 53-71.
- Melo L.M. 2007. *Planos Diretores Municipais: Novos Conceitos de Planejamento Territorial*. São Paulo, Annablume. 292 p.
- Miranda, R.R. 2012. Interfaces do Rural e do Urbano em Área de Colonização Antiga na Amazônia: Estudo de Colônias Agrícolas em Igarapé-Açu-PA e Castanhal-PA. *Revista de Geografia Agrária*, 7(14): 1-36.
- SEMA. 2012. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará / Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Belém, 2012.
- Santos, R.F. 2004. *Planejamento Ambiental: Teoria e Prática*. São Paulo, Oficina de Texto. 184p.
- Schmitt, A. & Moreira, C.R. 2015. Manejo e Gestão de Bacias Hidrográficas Utilizando o Software Gratuito Quantum-GIS. *Revista Cultivando o Saber*, Edição Especial. 125-137.
- Tarboton, D. Terrain Analysis Using Digital Elevation Models-TAUDEM. 2013. Disponível em: <<http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem3.1/>>. Acesso em 30 nov 2017.
- Tundisi, J.G. Governança da Água. *Revista UFMG*, 20(1): 222-235.
- Tundisi, J. G. & Tundisi, T. M. 2011. *A Água*. São Paulo, Publifolha. 120 p.
- Torres, D.R. 2011. *Análise Multitemporal do Uso da Terra e Cobertura Florestal com Dados dos Satélites Landsat e Alos*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Dissertação de Mestrado, 96p.
- Vaeza, R.F.; Oliveira-Filho, P.C.; Disperati, A.A. & Maia, A.G. 2008. Uso e Ocupação do Solo a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução para Estudo em Bacia Hidrográfica em Área Urbana. In: SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17, Irati, 2008. *Anais*. Irati, UFPR.
- Valeriano, M.M. 2004. Modelo Digital de Variáveis Morfométricas com Dados SRTM para o Território Nacional: o Projeto Topodata. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 12, Goiânia, 2004. *Anais*, Goiânia. UFGO, p. 1-8.
- Zhang, J. & Chu, X. 2015. Impact of DEM Resolution on Puddle Characterization: Comparison of Different Surfaces and Methods. *Revista Water*, 7: 2293-2313.