

Eixo Temático ET-05-005 - Recursos Hídricos

ANÁLISE MACROSCÓPICA DAS IMPLICAÇÕES DO USO E COBERTURA DO SOLO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS NA CIDADE DE JI-PARANÁ (RO), SUDOESTE DA AMAZÔNIA

Victor Nathan Lima da Rocha¹, Nara Luísa Reis de Andrade²

¹Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, João Pessoa, victornathan.eng@gmail.com; ² Universidade Federal de Rondônia, prof^a. Dr^a. Departamento de Engenharia Ambiental, Ji-Paraná, naraluisar@gmail.com

RESUMO

Ocupações irregulares no arranjo espacial urbano comprometem a qualidade das águas, sobretudo as superficiais. Diante disso, os objetivos da pesquisa foram classificar o uso e cobertura do solo na cidade de Ji-Paraná (RO) e avaliar, com base em aspectos macroscópicos, a influência antrópica nos corpos hídricos superficiais urbanos, com ênfase nas APPs. Para tanto, foram utilizadas imagens do satélite e sensor LANDSAT 8/OLI na classificação do uso e cobertura da superfície do solo da área de estudo em ambiente SIG (Sistemas de Informações Geográficas), e determinação de 10 postos de monitoramento dos aspectos ambientais no entorno destas coleções de água. Os principais resultados obtidos foram: a cidade apresenta uma contínua faixa de área impermeabilizada, com baixos índices de áreas verdes (cerca de 20% do tipo arbórea/arbustiva), principalmente nos núcleos urbanos; uso e ocupação em desavindo com o Novo Código Florestal, atingindo um índice de 56,8% da cobertura convertida em área urbana e vegetação rasteira, com destaque nos entornos de nascentes; os aspectos mais recorrentes foram ligações clandestinas para descarte de efluentes domésticos *in natura*, moradias em áreas irregulares, descarte de resíduos sólidos, lançamento de efluentes em redes pluviais e diretamente nos corpos hídricos, despejo de resíduos de construção civil e descarte de embalagens de agrotóxicos nos canais. A moradia em áreas de risco e os descartes de resíduos sólidos e esgoto sanitário foram aspectos registrados em quase todos os pontos do monitoramento, fator que pode favorecer a lixiviação de matéria orgânica e de poluentes para os corpos hídricos.

Palavras-chave: Rios urbanos; Saneamento ambiental; Geotecnologias; Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A ocupação de áreas urbanas vem se expandindo cada vez mais, e com isso as diversas finalidades para as quais os seres humanos utilizam a água faz com que ocorra a deterioração da sua qualidade, o que pode ocasionar um comprometimento do seu potencial de uso, gerando uma limitação na sua utilização. A degradação da qualidade da água é potencializada quando há ausência de planejamento urbano, gerando uma urbanização desordenada, o que pode ser ainda mais grave em casos em que há deficiência nos serviços de saneamento básico.

Segundo Butzke (2013), a cidade de Ji-Paraná não é exceção neste cenário problemático, apresentando problemas como: paisagem adversa à natural em Áreas de Preservação Ambiental (APP), com adensamento populacional em suas matas ciliares;

despejo de efluentes *in natura*; erosão e assoreamento; dentre outros. Bezerra (2012) salienta que a ocupação urbana, na referida cidade, origina poluição de efeitos pontuais e difusos.

De acordo com Franco (2012), as interferências antrópicas no meio físico comprometem a qualidade da água e a funcionalidade do sistema, por meio de alterações nos diferentes componentes do ambiente, como o relevo, o solo e a cobertura vegetal, alterando o seu estado de equilíbrio dinâmico. Nessa linha de pensamento, Vieira e Cunha (2001, *apud* VEIGA et al, 2010) relatam que “o crescimento de áreas urbanizadas tem gerado aumento no escoamento superficial pela impermeabilização do solo, acompanhado de grande volume de sedimentos, produzidos pelas construções e pelo solo exposto das encostas pelo desmatamento”.

OBJETIVOS

Os objetivos da presente pesquisa são classificar o uso e cobertura do solo na Cidade de Ji-Paraná (RO) e avaliar, por meio de aspectos macroscópicos, a influência antrópica nos corpos hídricos superficiais urbanos, em especial em suas Áreas de Preservação Permanente (APPs).

METODOLOGIA

Área de estudo

A área em estudo engloba o perímetro urbano da cidade de Ji-Paraná (FIGURA 1), localizada na porção centro-leste do estado de Rondônia, região Norte do Brasil, na Amazônia Ocidental. Ji-Paraná encontra-se entre os quadrantes $10^{\circ}56'00''$ e $10^{\circ}48'00''$ de latitude sul e $61^{\circ}52'00''$ e $62^{\circ}02'30''$ de longitude oeste e se dispõe na Bacia Hidrográfica do rio Machado, sendo essa uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do rio Madeira, que, por sua vez, deságua no rio Amazonas.

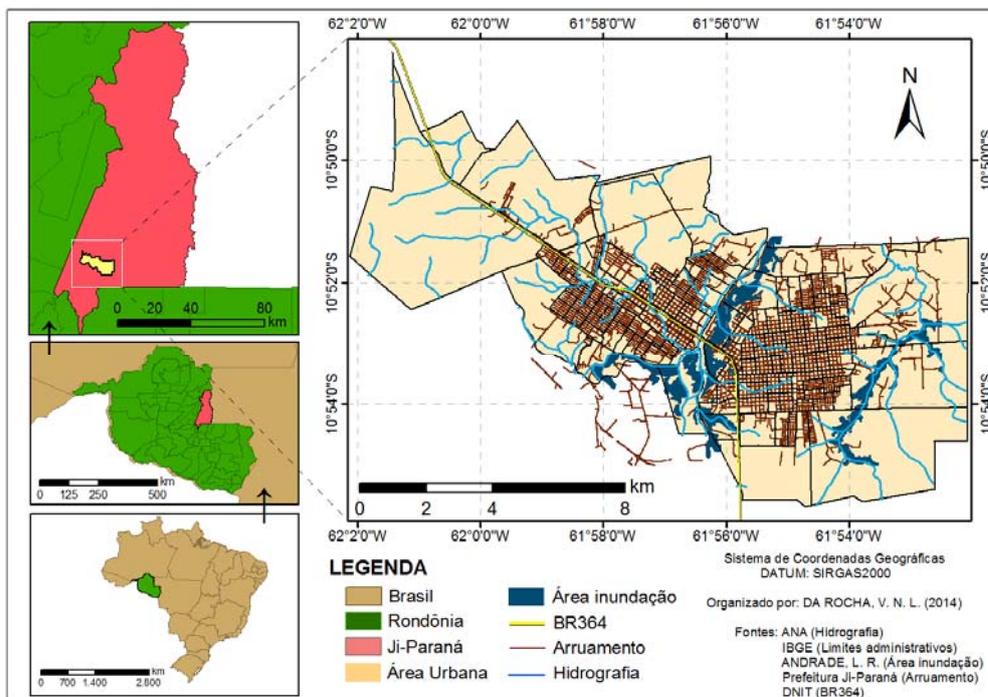


Figura 1. Localização geográfica da cidade de Ji-Paraná (RO).

Aquisição de dados

Foram adquiridas, gratuitamente por meio do acervo virtual no sítio do *United States Geological Survey* (USGS), imagens do satélite LANDSAT 8 e sensor OLI, imageadas em 17/07/2013, apresentando como justificativa de escolha a baixa nebulosidade na área de estudo durante esse período, o que permite uma melhor análise na extração de informações dos alvos terrestres.

Geoprocessamento e monitoramento

Os procedimentos para classificação do uso e ocupação do solo ocorreram em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) nos softwares SPRING versão 5.2.2. Foram empregadas as seguintes técnicas: correção de registro ($n = 20$); fusão com a banda pancromática, melhorando a resolução espacial para 15 metros; segmentação, similaridade 10 e área de pixel 15; classificação supervisionada por regiões pelo método *Bhattacharya* com 95% de aceitação; e mapeamento de classes. A classificação foi validada com obtenção de pontos em campo com o GPS (modelo Garmin Etrex Vista).

Posteriormente a etapa de geoprocessamento dos dados, foram determinados 10 postos de monitoramento, sob critérios de outra pesquisa em andamento, para realizar o monitoramento dos aspectos ambientais macroscópicos (ocupação irregular, presença resíduos sólidos, vegetação, lançamento de esgotos e outros) no entorno dos corpos hídricos superficiais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das imagens de satélite e por meio das técnicas de geoprocessamento foi elaborado o mapa de classificação do uso e cobertura da superfície do solo no perímetro urbano de Ji-Paraná (FIGURA 2).

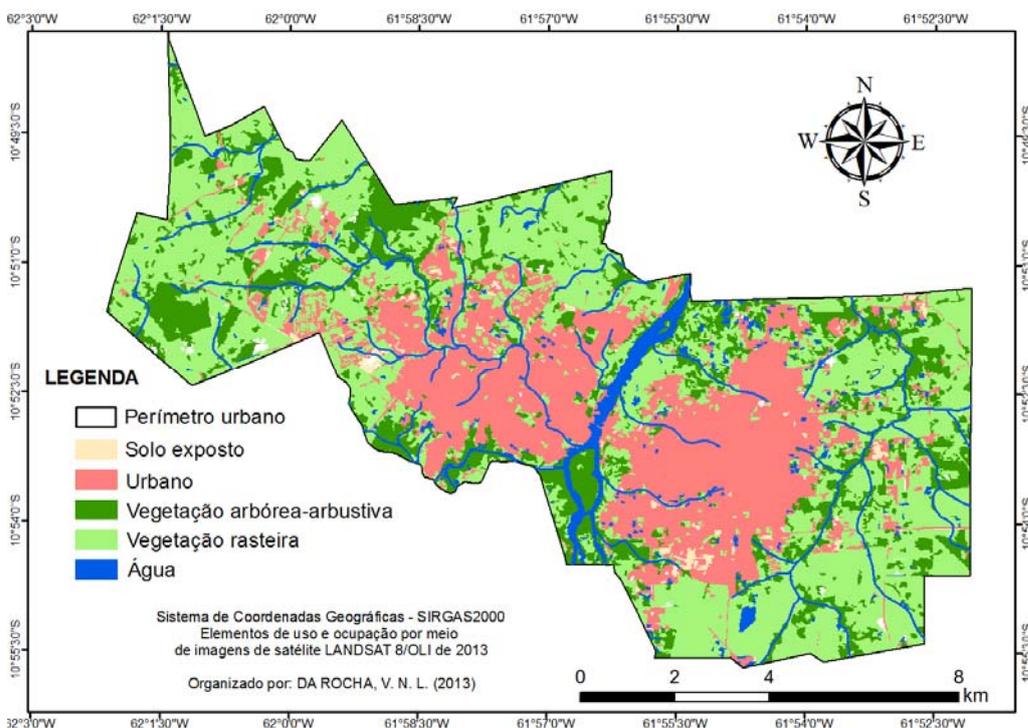


Figura 2 – Elementos de uso e cobertura do solo na cidade de Ji-Paraná.

A área em estudo possui aproximadamente 114 km², sendo composta quase integralmente em classes do tipo: vegetação arbórea/arbustiva (19,3%), vegetação rasteira (47,65%), urbano (28,6%), solo exposto (0,93%) e água (3,52%).

Há de se considerar o baixo índice de vegetação arbórea/arbustiva, principalmente dentro da classe urbana, evidenciando poucas áreas verdes para o lazer da população ji-paranaense. Alguns benefícios provenientes dessas áreas verdes são redução de ruídos e poluição atmosférica, melhoria no microclima, áreas de lazer, melhoria na estética da cidade, habitats para fauna silvestre, mitigação de danos oriundos de chuvas torrenciais (ASP, 2012; MASCARÓ; MASCARÓ, 2002; SALVI et al., 2011). Cabe ressaltar, conforme Souza et al. (2011), que esses espaços urbanos devem apresentar boa diversidade de espécies, respeitando os valores culturais, ambientais e de memória da cidade.

Em contraponto, é expressiva a área de vegetação rasteira, sendo duas vezes e meia superior à vegetação arbórea-arbustiva. Segundo Alves et al. (2007), a cobertura vegetal, principalmente vegetação de maior porte, auxilia na maior taxa de infiltração de água no solo em razão da influência que essa exerce sobre as propriedades físicas do solo. Mancuso et al. (2014), em estudo sobre taxas de infiltração em diferentes tipos de cobertura no solo em áreas urbanas, constataram que a vegetação rasteira, quando comparada com vegetação arbórea ou arbustiva, possui menor taxa de infiltração, alcançando índices em média quatro vezes inferiores. Menores taxas de infiltração favorecem o deflúvio, principalmente em chuvas atípicas, conseqüentemente, propicia a lixiviação de matéria orgânica e de poluentes para os corpos hídricos superficiais.

A Figura 3, esta retrata isoladamente o arranjo espacial da população na cidade de forma – construções humanas urbanas, representando aproximadamente 29% da área total do perímetro urbano, ou seja, 33 km² de área impermeabilizada. Observa-se uma adjunção mais acentuada sobre corpos hídricos superficiais por áreas impermeabilizadas nos núcleos urbanos, enquanto esse aspecto é menos presente nas periferias do perímetro urbano. Essa questão é relevante por refletir na qualidade da água de rios urbanos, de acordo com Araújo et al. (2000, p. 21), “áreas impermeáveis como telhados, passeios, ruas, estacionamentos e outros, alteram as características de volume e qualidade do ciclo hidrológico, trazendo como resultado o aumento das enchentes urbanas e a degradação da qualidade das águas pluviais”, por conseguinte desaguadas em cursos d’água.

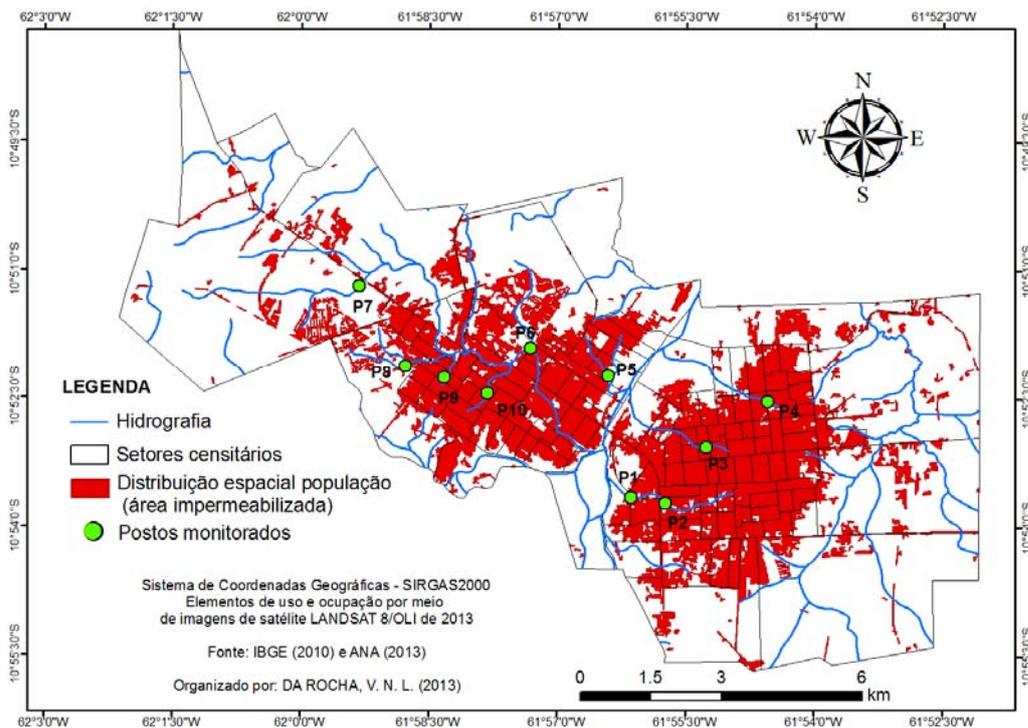


Figura 3 – Distribuição espacial da população (classe urbana) na cidade de Ji-Paraná.

Problemas recorrentes na cidade de Ji-Paraná são casos de alagamentos e inundações durante período de intensa precipitação (BRITO, 2010; GLOBO, 2013; LUIZ, 2011; NEWSRONDONIA, 2014). Esses registros são decorrentes da susceptibilidade natural a inundações na região (densa rede de drenagem natural e elevados eventos pluviométricos) que são intensificados pela parcela impermeabilizada e da estreita proximidade dos núcleos populacionais com os corpos hídricos, principalmente com o rio Machado e o igarapé Dois de abril, paralelamente a uma drenagem pluvial ineficiente, gerando transtornos sociais, ambientais e econômicos. Estudos associam problemas de alagamentos e inundações a casos de agravos e doenças de veiculação hídrica e de proliferação de vetores (BARCELLOS et al., 2009; FREITAS e XIMENES, 2012; GUIMARÃES et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2012).

Ainda quanto à Figura 3, um impacto decorrente de intensas áreas impermeabilizadas e contíguas é a formação de ilhas de calor. Souza (2005) pondera que as cidades mal planejadas sofrem graves problemas com esse fenômeno, com ocorrência em locais com excessiva quantidade de construções, adensamento populacional, poluição atmosférica e baixa concentração de áreas verdes. Costa et al. (2010) registraram temperaturas médias na superfície do perímetro urbano entre 21 e 23 °C em áreas vegetadas, enquanto zonas muito impermeabilizadas e edificadas apresentaram valores superiores as médias de 41 e 44 °C.

O Novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a vegetação nativa, determina uma largura de 30 metros em cada margem de APPs nas matas ciliares de cursos d'água com largura inferior a 10 metros e em nascente um raio mínimo do olho d'água de 50 metros. Face ao exposto, foi elaborado o mapa das formas de uso do solo e da cobertura da superfície nas matas ciliares das nascentes, rios e igarapés urbanos ji-paranaenses (FIGURA 4).

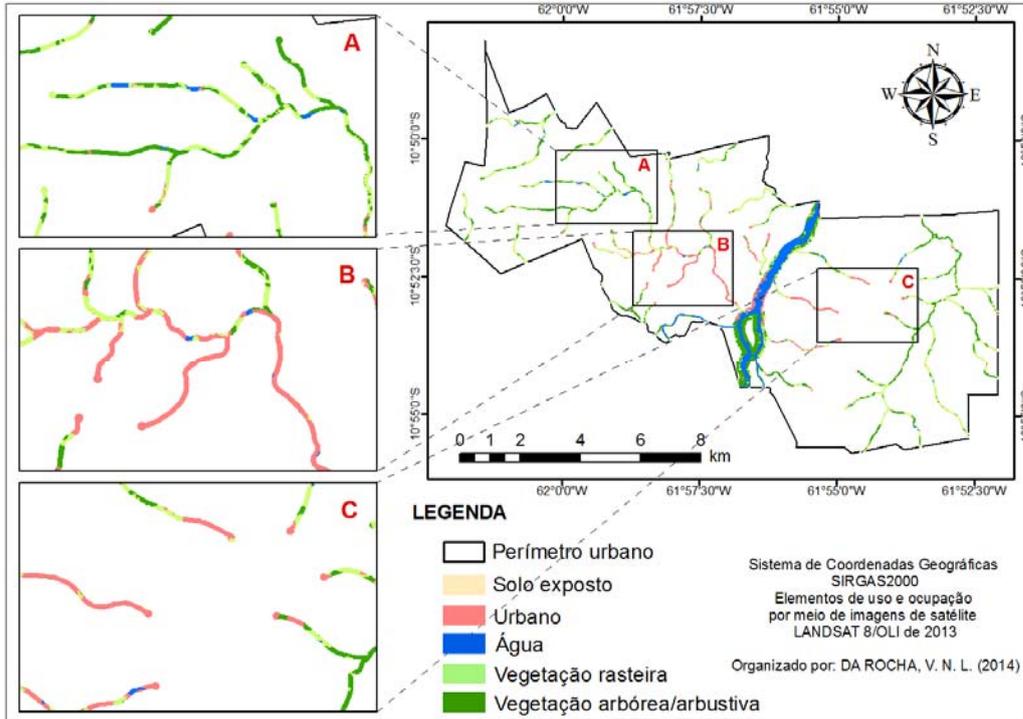


Figura 4 – Uso e ocupação nas matas ciliares do perímetro urbano de Ji-Paraná.

Observa-se vegetação do tipo rasteira principalmente em APPs mais afastadas dos núcleos urbanos (FIGURA 4-A), intensa presença de superfícies impermeabilizadas (FIGURA 4-B), fato esse evidenciado também no entorno das nascentes (FIGURA 4-C), caracterizando descumprimento legal nas faixas de matas ciliares. Em termos percentuais, as matas ciliares em estudo são compostas basicamente por classes dos tipos vegetação arbórea/arbustiva (43,2%), vegetação rasteira (40%) e urbano (16,8%).

Matas ciliares são zonas de interface de difícil precisão na sua delimitação, pois a heterogeneidade é expressa em uma variedade de estratégias de história de vida e padrões de sucessão, essas áreas possuem a importante função de regular a geração de energia e de nutrientes de um ecossistema terrestre para um aquático (OLIVEIRA, 2010; NAIMAN e DECÁMPMS, 1987). As mesmas têm a capacidade de contenção da erosão e assoreamento dos rios, de controle da qualidade da água e na sua temperatura (CORRELL, 1999; NAIMAN e DECÁMPMS, 1987).

No Quadro 1 são representadas as alterações do entorno durante o monitoramento.

Quadro 1 – Alterações dos aspectos ambientais nos postos de coletas de monitoramento na cidade de Ji-Paraná/RO.

Posto	Alterações nos aspectos ambientais	Registros Fotográficos	
		Novembro/2013	Agosto e setembro/2014
1	Alteração na cor do corpo hídrico; retirada vegetação ciliar e compactação do solo		
2	Desenvolvimento da vegetação ciliar		
3	Considerável alteração da cor do corpo hídrico; presença de sedimentos e crescimento de vegetação no canal		
4	Alteração da cor do corpo hídrico; crescimento vegetação dentro corpo hídrico		

Continuação... **Quadro 1** – Alterações nos aspectos ambientais nos pontos de coletas durante o período de monitoramento na cidade de Ji-Paraná/RO.

Ponto	Alterações nos aspectos ambientais	Registros Fotográficos	
		Novembro/2013	Agosto e setembro/2014
5	Crescimento de vegetação dentro do corpo hídrico; formação bancos de sedimentos		
6	Crescimento da vegetação ciliar		
7	Alteração na cor do corpo hídrico; desenvolvimento de vegetação aquática		
8	Retirada vegetação ciliar; elevada alteração na cor do corpo hídrico; possível eutrofização		
9	Retirada da vegetação ciliar; elevada alteração na cor da água		

Continuação... **Quadro 1** – Alterações nos aspectos ambientais nos pontos de coletas durante o período de monitoramento na cidade de Ji-Paraná/RO.

Ponto	Alterações nos aspectos ambientais	Registros Fotográficos	
		Novembro/2013	Agosto e setembro/2014
10	Alteração na cor do corpo hídrico; possível eutrofização; desenvolvimento da vegetação ciliar		

Fotos: Autores e Emeline C. G. de Moura.

Analisando o Quadro 1 em conjunto com a Figura 3, nota-se um aumento na cobertura vegetal ciliar nos Postos 2, 3, 4, 5, 6 e 7, enquanto nos Postos 1, 8 e 9 foi registrada supressão da vegetação por ação antrópica. Outro aspecto comumente observado foi a alteração na cor da água, com características mais turvas no período seco-úmido, devido ao início do regime de chuvas e transporte de sedimentos para o corpo hídrico; enquanto no período de seca a água apresentou caráter mais límpido, a exceção dos Postos 8 e 10, com indícios de eutrofização devido a elevada proliferação de algas, apesar de não ser tão perceptível a constatação pelas imagens.

A Figura 6 retrata os aspectos ambientais evidenciados nas circunvizinhanças dos pontos monitorados durante as coletas de amostras de água.



Figura 6 – Aspectos ambientais antrópicos registrados no entorno e nos cursos d'água, 2013-2014.

CONCLUSÕES

A Cidade de Ji-Paraná apresenta uma contínua faixa de área impermeabilizada, com baixos índices de áreas verdes no perímetro urbano, principalmente nos núcleos urbanos, o que pode favorecer a lixiviação de matéria orgânica e de poluentes para os corpos hídricos. Paralelo a isso, foi observado formas de uso do solo inconsonantes com o Novo Código Florestal, caracterizando áreas urbanas em locais que deveriam ser destinados a matas ciliares, com destaque às nascentes, o que pode comprometer toda a dinâmica hidrológica dos canais.

Dentre os aspectos ambientais antrópicos registrados, os mais frequentes foram: ocupação irregular em APPs, presença de resíduos sólidos no leito e nas margens dos corpos hídricos, ligações clandestinas de esgotos sanitários diretamente nos corpos hídricos ou na rede de drenagem pluvial, presença de embalagens de agrotóxicos e supressão da vegetação ciliar.

Diante disso, recomenda-se ainda a implementação de um Programa de Recuperação de Área Degradada das Matas Ciliares (PRAD Mata Ciliar), com estudo de viabilização de remanejamento da população irregular e levantamento perquirido das espécies da vegetação nativa por bacia hidrográfica, facilitando assim a escolha das espécies adequadas e na delimitação de espécies próprias para remoção de poluentes com regeneração mais factível, no que tange aos aspectos ecológicos e climáticos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq (processo n. 23118.001532/2013-75) e a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) pela bolsa de incentivo à pesquisa que serviu de fomento para desenvolvimento do trabalho e ao técnico Aurelino Helwecyo S. Lopes pela disposição e cooperação nas coletas de dados em campo.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 617-625, 2007.

ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, p. 21-29, 2000.

ASP, R. Área Verde na Pompéia deve diminuir enchentes. **Diário de São Paulo**, São Paulo, 21 nov. 2012. Disponível em: <<http://diariosp.com.br/noticia/detalhe/38357/Area+verde+na+Pompeia+deve+diminuir+enchentes>> . Acesso em: 12 nov. 2014.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALAN, C.; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. Climatic and environmental changes and their effect on infectious diseases: scenarios and uncertainties for Brazil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.

BEZERRA, P. L. **A influência da atividade urbana sobre a qualidade da água do Igarapé Dois de Abril em Ji-Paraná-RO.** Ji-Paraná: UNIR, 2012. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 25 maio 2012.

BRITO, J. Bombeiros alertam sobre enchente em Ji-Paraná. **Correio Popular**. [S. l.], 21 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.correiopopular.com.br/verp.php?id=7296&titulo=Bombeiros%20alertam%20sobre%20enchente%20em%20Ji-Paraná>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

BUTZKE, K. **Avaliação limnológica de um igarapé impactado pela urbanização da cidade de Ji-Paraná (Rondônia): Igarapé Pintado.** Ji-Paraná: UNIR, 2013. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2013.

CORRELL, D. **Vegetated Stream Riparian Zones. Their Effects on Stream Nutrients, Sediments, and Toxic Substances: An Annotated and Indexed Bibliography of the world literature including buffer strips, and interactions with hyporheic zones and floodplains**, 8. ed. Edgewater: SERC, 1999.

COSTA, D. F.; SILVA, H. R.; PERES, L.F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira - SP através da utilização de geotecnologias. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 974-985, 2010.

FRANCO, G. B.; BETIM, L. S.; MARQUES, E. A. G.; GOMES, R. L.; CHAGAS, C. S. Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. **Brasileira de Geociências**, v. 42, suppl. 1, p. 114-127, 2012.

FREITAS, C. M.; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1601-1616, 2012.

GLOBO. Enxurrada invade comércios em dia de forte chuva em Ji-Paraná, RO. **G1 Rondônia**. Ji-Paraná, 12 nov. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2013/11/enxurrada-invade-comercios-em-dia-de-forte-chuva-em-ji-parana-ro.html>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

GUIMARAES, R. M.; CRUZ, O. G.; PARREIRA, V. G.; MAZOTO, M. L.; VIEIRA, J. D.; ASMUS, C. I. R. F. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no Município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3683-3692, 2014.