

Diagnóstico socio-ambiental de las áreas de preservación permanente del río Arareau en la zona urbana de Rondonópolis, MT

Diagnóstico socioambiental das áreas de preservação permanente do rio Arareau na zona urbana de Rondonópolis, MT

Socio-environmental diagnosis of permanent preservation areas of rio Arareau in the urban area of Rondonópolis, MT

Simoni Loverde-Oliveira

si.loverde@hotmail.com

Universidade Federal de Mato Grosso/ Campus de Rondonópolis

Jeater Waldemar Maciel Correa Santos

jeater@ufmt.br

Universidade Federal de Mato Grosso/ Campus de Rondonópolis

Fabio Angeoletto

fabio_angeoletto@yahoo.es

Universidade Federal de Mato Grosso/ Campus de Rondonópolis

Resumen: Los ríos urbanos poseen gran importancia para la conservación biológica y para suministrar múltiples servicios ecosistémicos. A pesar de ser un componente común de paisajes modernos, estos han sido poco estudiados desde una perspectiva socio-ambiental. Este artículo presenta los resultados de un diagnóstico realizado en las áreas de preservación permanente (APP) de un tramo urbano del río Arareau, en la ciudad de Rondonópolis (Mato Grosso, Brasil). Se constató una significativa supresión de bosque ribereño a la expansión urbana.

Palabras clave: Urbanización. Degradación ambiental. Ríos urbanos. Diagnóstico socio-ambiental.

Resumo: Rios urbanos têm alta importância para a conservação biológica e para a prestação de vários serviços ecossistêmicos. Apesar de ser um componente comum de paisagens modernas, estes têm sido pouco estudados a partir de uma perspectiva sócio-ambiental. Este artigo apresenta os resultados de um diagnóstico feito nas áreas de preservação permanente (APP) da porção urbana do rio Arareau, na cidade de Rondonópolis (Mato Grosso, Brasil). Constatamos uma significativa supressão da mata ciliar para a expansão urbana.

Palavras-chave: Urbanização. Degradação ambiental. Rios urbanos. Diagnóstico socioambiental

Abstract: Urban rivers have high importance for biological conservation and for the provision of multiple ecosystem services. Despite being a common component of modern landscapes, these have been little studied from a socio-environmental perspective. This paper presents the results of a diagnosis made in the areas of permanent preservation (APP) of the urban section of the Arareau river in the city of Rondonópolis (Mato Grosso, Brazil). We found a significant suppression of riparian forest for urban expansion.

Keywords: Urbanization. Environmental degradation. Urban rivers. Socio-environmental diagnosis

In every respect, the valley rules the stream
(H. B. N. Hynes, 1975)

INTRODUCCIÓN

El efecto deletéreo más consistente y omnipresente de la urbanización sobre cuerpos hídricos es un aumento en la cobertura de superficie impermeable en el entorno de la porción urbana de cuencas hidrográficas. Por ejemplo, más de 130.000 kilómetros de arroyos y ríos en los Estados Unidos se ven afectados por la urbanización. Esto hace que el crecimiento de las ciudades sea la segunda mayor causa de deterioro de ríos y arroyos tras la agricultura, a pesar de que el área total cubierta por la suelo urbano en los Estados Unidos sea menor en comparación con la superficie agrícola (PAUL; MEYER, 2008; FRIZZERA; ALVES, 2012). De manera similar, la urbanización presenta impactos negativos respecto a los ríos de Europa y América Latina (BETTINI, 1998; CHAPIN III et al., 2000; ANGEOLETTO, 2012).

Una característica dominante de la urbanización es una disminución en la permeabilidad de la zona de captación de la precipitación, lo que lleva a una disminución en la infiltración y un aumento en la escorrentía superficial. A medida que el porcentaje de cobertura de captación de superficie impermeable (ISC) aumenta un 10-20%, la escorrentía dobla; con un 35-50% de ISC, la escorrentía triplica; y un 75-100% de ISC aumenta la escorrentía superficial más de cinco veces más, en comparación con cuencas forestadas. Por ello, la impermeabilidad se ha convertido en un indicador preciso de la urbanización y de sus impactos sobre ríos y arroyos (MCCMAHON et al., 2003; WENGER et al., 2009).

Cambios geomorfológicos en ríos urbanos son usuales. Por ejemplo, la urbanización también puede alterar la textura del sedimento de los cuerpos hídricos bajo su influencia. Comúnmente se observa en canales urbanos menos sedimento fino, un aumento de las fracciones de arena gruesa, y la disminución de las clases de grava, como resultado de la alteración de suministro de sedimentos y velocidades alteradas. Además de cambios en los sedimentos hay una disminución en la presencia de restos de madera de mayor volumen en los ríos urbanos, un elemento estructural importante tanto en la geomorfología y la ecología de los ecosistemas fluviales (BROWN et al., 2005; GRIMM; FAETH; GOLUBIEWSKI, 2008; FRIZZERA; ALVES, 2012).

La urbanización generalmente conduce a mayores concentraciones de fósforo en las cuencas urbanas. En algunos casos, los aumentos de fósforo pueden incluso rivalizar

con los observados en cuencas agrícolas. Las fuentes de fósforo en las cuencas urbanas incluyen aguas residuales y fertilizantes provenientes de jardines de viviendas (ROBBINS; POLDERMAN; BIRKENHOLTZ, 2001; ALBERTI; MARZLUFF, 2004).

El fósforo almacenado en los suelos como consecuencia de la fertilización, sin embargo, pueden ser movilizados por la erosión del suelo y contribuyen a la eutrofización de las aguas receptoras. Aunque las concentraciones de fósforo son elevadas en los arroyos urbanos, el aumento efectivo no es tan grande como el observado para el nitrógeno. Aportes de los centros urbanos aumentan la concentración de nitrógeno en los ríos durante cientos de kilómetros (PAUL; MEYER, 2008; SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2012). La magnitud de ese aumento depende de la tecnología de tratamiento de aguas residuales, el grado de la descarga ilícita y líneas de drenaje con fugas, y el uso de fertilizantes. Al igual que con el fósforo, las concentraciones de nitrógeno en los arroyos que drenan cuencas agrícolas suelen ser mucho más altos, pero algunos han notado similares o incluso mayores niveles de nitrógeno en ríos que cruzan ciudades, como un efecto de la urbanización (ANGEOLETTO, 2001a; COUCEIRO et al 2007; FAETH; BANG; SAARI, 2011).

Otros iones también son generalmente elevados en corrientes urbanas, incluyendo calcio, sodio, potasio, y magnesio. Por ello, la eutrofización de cuerpos hídricos urbanos causados por efluentes industriales y domésticos es un impacto antropogénico común (GRIMM; GROVE; PICKET, 2000; SOUTO et al., 2011). Las descargas de efluentes domésticos e industriales aumentan la conductividad eléctrica y el nivel de nutrientes, mientras disminuyen la concentración de oxígeno en el agua. A su vez, esos cambios provocan alteraciones en la composición y densidad de la fauna acuática (TAVZES et al., 2006; FELIPE; SÚAREZ, 2010).

La frecuencia de detección de pesticidas es elevado en ríos urbanos, en concentraciones que exceden con frecuencia las directrices para la protección de la biota acuática. Estos pesticidas incluyen insecticidas, herbicidas, y fungicidas. Además, la detección frecuente de sustancias prohibidas como el DDT y otros plaguicidas organoclorados (clordano y dieldrina) en corrientes urbanas sigue siendo una preocupación (PAUL; MEYER, 2008; ANGEOLETTO; SANTOS, 2015).

Lo más sorprendente es que muchas concentraciones de plaguicidas organoclorados en sedimentos y biota urbanos con frecuencia superan los observados en las áreas de agricultura intensiva de EE.UU., un fenómeno también observado en Francia; y que probablemente tenga carácter global. (PAUL; MEYER, 2008).

Hay muchas fuentes de plaguicidas en las cuencas urbanas. Se aplican con frecuencia alrededor de los hogares (por ejemplo el 70 a 97% de los hogares estadounidenses utilizan pesticidas) y edificios comerciales / industriales y se utilizan intensivamente en la gestión de céspedes y campos de golf. Tasas de aplicación aéreas en entornos urbanos con frecuencia superan los de las aplicaciones agrícolas en casi un orden de magnitud. Por ejemplo, las tasas de aplicación de plaguicidas en los campos de golf estadounidenses (incluyéndose herbicidas, insecticidas y fungicidas) exceden 35 libras/acre/año, mientras que cultivos de maíz y soja reciben menos de 6 libras/acre/año. Sin embargo, a diferencia del uso

agrícola, las tasas de aplicación de plaguicidas en ambientes urbanos generalmente no son bien documentados (COUPE et al., 2000; TERRADAS, 2001; PAUL; MEYER, 2008).

Es inusual encontrar plazas de aparcamiento de automóviles sin manchas de aceite en las ciudades. El resultado de estos cárteres con fugas es una cornucopia de diferentes hidrocarburos alifáticos a base de petróleo disueltos en aguas de lluvia, asociados principalmente con partículas. Usualmente la alta concentración de hidrocarburos alifáticos en ríos urbanos es un importante factor de estrés a los organismos acuáticos. Se estima que solamente el tramo urbano del río Los Ángeles aporta aproximadamente el 1% de la entrada anual global de hidrocarburos de petróleo en los océanos (PAUL; MEYER, 2008).

Otra fuente importante de contaminación de ríos urbanos son sustancias farmacéuticas oriundas de efluentes hospitalarios. Niveles detectables de antibióticos, drogas quimioterapéuticas e psicotrópicas, analgésicos y narcóticos son usualmente reportados en estudios, aunque la extensión de su daño a la biota sea poco conocida (PAUL; MEYER, 2008). Sin embargo, una creciente resistencia a antibióticos ha sido observada en bacterias de cuerpos hídricos urbanos, o bien bacterias entéricas, o bien en especies nativas de ríos (GOÑI-URRIZA et al., 2000).

A su vez, la deforestación ribereña asociada a la urbanización reduce la disponibilidad de alimentos, afecta temperatura de la corriente, y altera los sedimentos, nutrientes y absorción de contaminantes que la escorrentía superficial aporta. Arroyos con mayores índices bentónicos (lo que indica integridad biótica) respecto a un determinado nivel de cobertura de superficie impermeable (ISC) siempre están asociados con mayor cobertura forestal de ribera, lo que sugiere que las zonas ribereñas en algunas cuencas urbanas pueden amortiguar los flujos de los impactos urbanos. No obstante, los bosques de ribera son poco efectivos en la protección de arroyos en zonas urbanas con ISC superior a 45% (VITOUSEK, 1994; VIEIRA; SHIBATTA, 2007).

La ictiofauna suele ser bastante sensible a los impactos de urbanización. Extinciones locales de especies de peces en ríos urbanos son comunes, y estudios comparativos entre ríos urbanos y ríos en reservas forestales demuestran una dramática disminución en la diversidad de peces y abundancia, en canales urbanos (VITOUSEK et al., 1997; ALLAN, 2004). Otro impacto importante a la ictiofauna es la introducción de especies exóticas o invasoras que disminuyen la diversidad de peces de ríos urbanos (OLIVEIRA; BENNEMANN, 2005; CUNICO; AGOSTINHO; LATINI, 2006; De OLIVEIRA et al., 2014).

Aportes de madera de mayor volumen tienden a ser más bajos en las zonas urbanas que en las corrientes boscosas (FINKENBINE; ATWATER; MAVINIC, 2000, ELOSEGI; JOHNSON, 2003), y la madera se extrae a veces para evitar inundaciones y daños en puentes. La falta de madera en sus lechos puede afectar la disponibilidad de hábitats en los tramos urbanos de ríos y arroyos (DÍEZ et al., 2000).

Arroyos en áreas urbanas tienden a tener altas densidades de obstrucciones que impiden el movimiento de los peces y otros organismos acuáticos. Cruces de carreteras, por ejemplo, pueden impedir que los organismos pequeños pasen aguas arriba o aguas abajo. Barreras al movimiento son de particular interés para las especies migratorias,

que incluyen especies anádromas templadas, y una gran proporción de peces tropicales, camarones y especies de caracoles (WENGER et al., 2009).

Es consensual en la literatura científica una corriente disminución en la riqueza de especies e integridad biótica de algas, invertebrados y peces de arroyos y ríos urbanos, con el aumento de la urbanización. La desaparición de especies sensibles es a veces acompañada por un aumento en especies tolerantes, muchas de las cuales suelen ser exóticas. Hay menos estudios que han abordado las respuestas de herpetofauna, aves ribereñas, y otros vertebrados a la urbanización, pero los datos sugieren una reducción de la abundancia de los taxones de estos grupos en cuerpos hídricos de zonas urbanas (WACKERNAGEL; REES, 1996; PAUL; MEYER, 2008). El término *síndrome del río urbano* describe la degradación ecológica observada en arroyos que drenan el suelo urbano. Síntomas típicos del síndrome incluyen concentraciones elevadas de nutrientes y contaminantes, alteraciones en la morfología y estabilidad del canal, y la reducción de la riqueza biótica, con un aumento de la dominancia de especies tolerantes (WALSH et al., 2005).

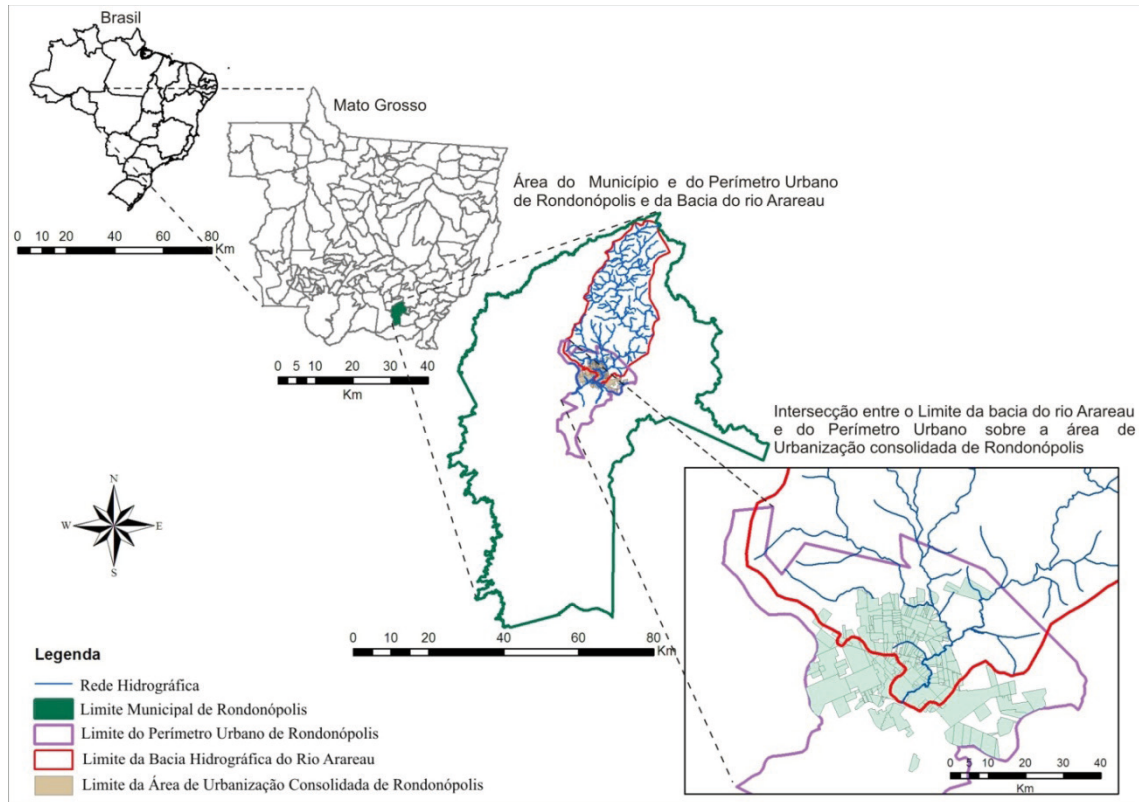
METODOLOGÍA

Rondonópolis (estado de Mato Grosso, centro-oeste de Brasil), ciudad brasileña de porte medio (circa 215.000 habitantes), es un ejemplo típico de una forma de urbanismo poco inteligente, donde, por el avance desmedido del capital inmobiliario especulativo hacia áreas no urbanizadas, conjuntamente al poco control de los órganos responsables por el ordenamiento de la ocupación territorial, generan una plétora de impactos en sus cuerpos hídricos (ANGEOLETTO, 2001b; SANTOS, 2010).

La mancha urbana de Rondonópolis tiene área aproximada de 300 Km², y la densidad poblacional es de 800 habitantes/Km². Tal densidad se está incrementando continuamente, en virtud de un número expresivo de nuevas urbanizaciones, que están acompañadas, como es usual en el crecimiento de las ciudades brasileñas, de variados problemas socio-ambientales (figura 1). El proceso de urbanización rondonopolitano ha redundado en una significativa supresión de su cobertura vegetal (¡espeluznantes 50% de pérdida de cobertura arbórea solamente entre los años de 1986 y 2008!), de acuerdo con Santos, 2010. La deforestación ha sido todavía más pronunciada en áreas de nacimientos y las orillas de arroyos y ríos ubicados en la mancha urbana.

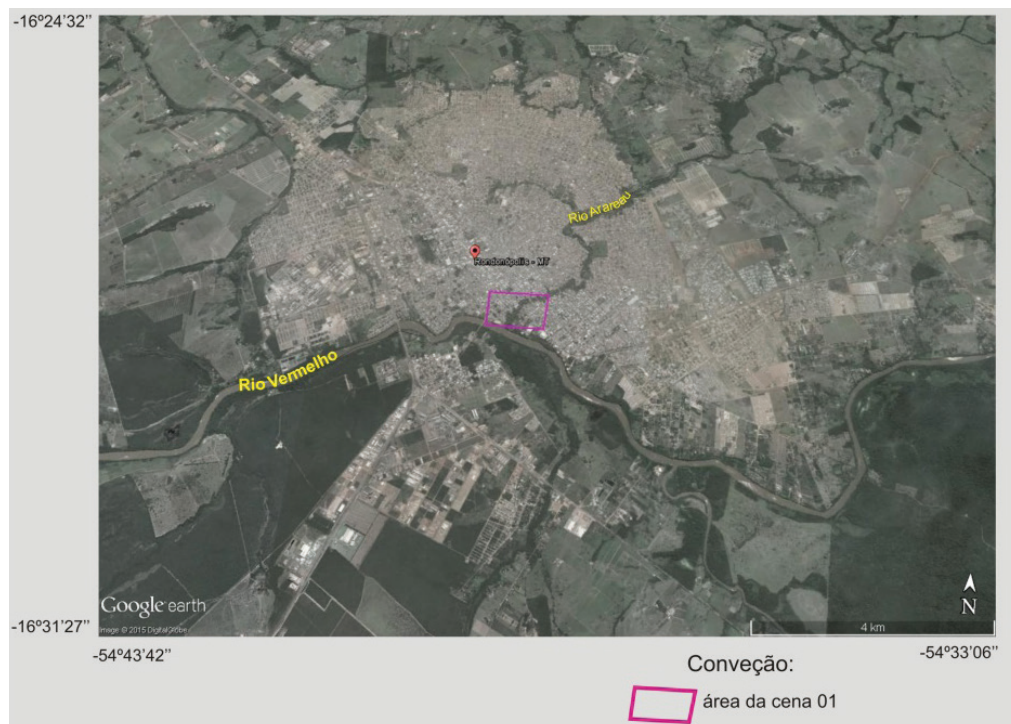
Con el objetivo de realizar interpretaciones y representaciones cartográficas del uso y ocupación del suelo existente en la APP (Área de Protección Ambiental), en escala 1:1.000, hemos utilizado imágenes con altísima resolución espacial (50 centímetros) del satélite Pléyades. Además, hemos realizado diversos chequeos *in loco*, de manera a revelar la situación actual de la ocupación y degradación ambiental de la porción urbana del Arareau. Hemos dividido el tramo de 10 Km en ocho escenas con igual área de 1,2 km² x 0,75 km². En la figura 2, una de esas escenas. Hemos verificado los principales impactos ambientales en el APP del río Arareau, a saber: puntos con supresión de la cobertura vegetal, terraplenes, cultivos agrícolas y de especies exóticas, y presencia de edificaciones (figura 3).

Figura 1 – Ubicación de la Bacía del río Arareau en los límites del Municipio y área de urbanización consolidada en Rondonópolis-MT



Org.: os autores.

Figura 2 – Áreas de muestreo (cena 01) de los dados de uso y ocupación de la tierra de la zona de preservación del río Arareau en su confluencia con el río Vermelho en Rondonópolis, MT

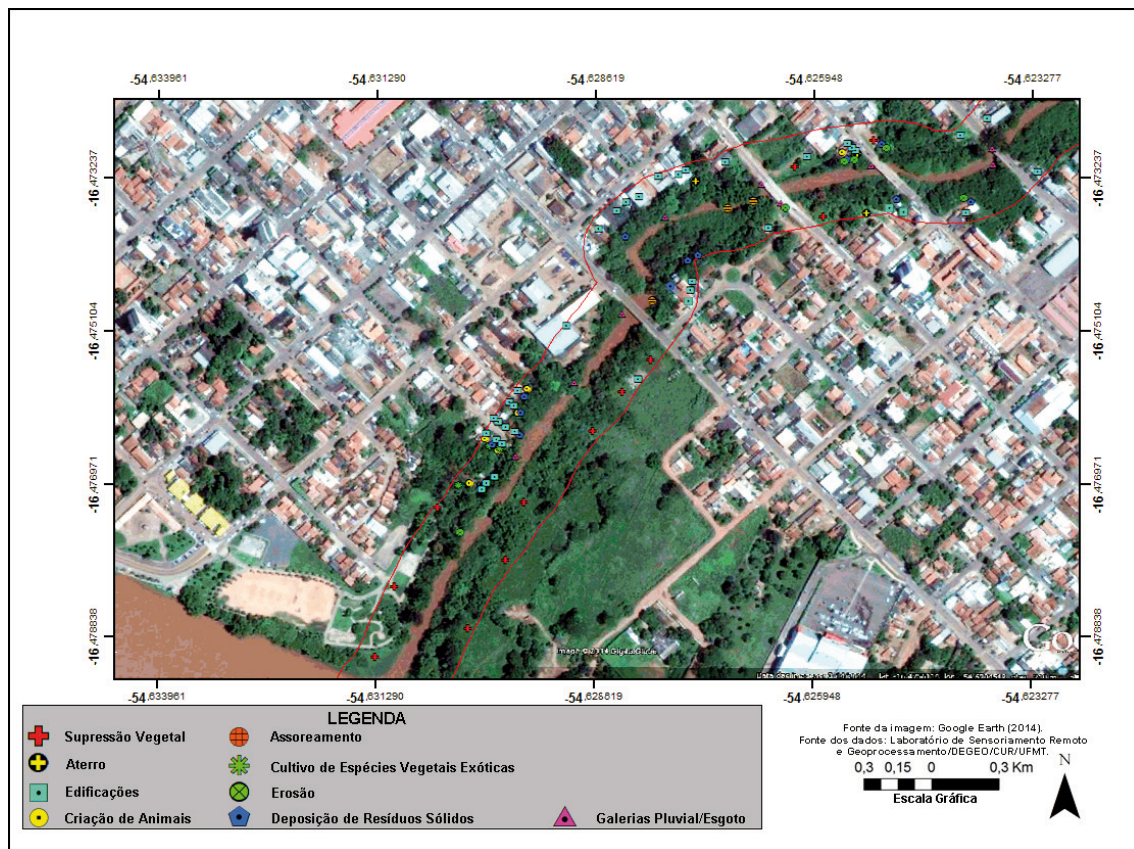


Org.: os autores.

La investigación ha revelado un elevado número de viviendas en el APP, principalmente en la orilla derecha (figura 3). No obstante, hemos observado asimismo muchas edificaciones para fines comerciales diversos, incluyéndose algunas inusitadas, como iglesias y estaciones de bombeo de aguas residuales de la empresa de saneamiento municipal.

La supresión de la vegetación de ribera para el avance de la urbanización hacia el río es brutal. La vegetación de ribera es imprescindible para la disminución de impactos ambientales a que están sometidos ríos urbanos. Además la flora contigua a arroyos y ríos urbanos actúa como una zona tampón, manteniendo sus orillas y filtrando contaminantes. La diversidad de fauna es más grande en ríos urbanos con vegetación de ribera preservada. La pérdida de la vegetación ribereña disminuye la sombra, aportes de materia orgánica y la diversidad de hábitats en el caudal de agua (QUINN et al., 2001; ANGEOLETTO; MORENO, 2009; PERA et al., 2013).

Figura 3 – Demarcación del uso y ocupación de la tierra en área de preservación del río Arareau en la confluencia con el río Vermelho en Rondonópolis, MT



Org.: os autores.

Respecto a las viviendas ubicadas en el interior de la APP, parte de ellas ha sido construida hace mucho tiempo (más de 30 años). Hemos entrevistado sus propietarios, que afirmaron desconocer la legislación vigente. Sin embargo, durante el recogido de datos en campo, hemos observado varios casos de familias que construyeron sus casas – en realidad, chabolas – en las orillas del Río Arareau muy recientemente. Pero en este

contexto, el mayor impacto ha sido promovido por los poderes públicos: la construcción de barrios de promoción pública, a través de convenios entre las esferas municipal, estadual y federal, cuyos límites han avanzado hacia el interior del Área de Protección Permanente, en una falta de respeto flagrante a la Ley. También es importante resaltar que la mayor parte de esas viviendas, por su ubicación demasiado cercana al río, no está conectada al alcantarillado municipal. Por ello, las familias improvisan alcantarillas clandestinas que desaguan directamente en el cuerpo hídrico.

Efectivamente, hemos constatado la presencia de alcantarillas ilegales, o bien de origen doméstico, o bien de origen comercial, cuyos desechos son conducidos directamente al río (figura 3). Además, es práctica usual el acúmulo de residuos sólidos (basura) en los patios de las viviendas ubicadas en el interior del APP, facilitando la proliferación de enfermedades y la multiplicación de animales que son vectores de enfermedades, como mosquitos y ratones. Respecto a las edificaciones comerciales, observamos omisión o mala gestión por el ayuntamiento, los cuales aprobaron las licencias ambiental y urbanística necesarias a la construcción de esos edificios, aunque ellos estuvieran ubicados en el APP. De hecho, en nuestra práctica profesional, observamos muy frecuentemente un conflicto (¡todavía en curso!) entre las secretarías municipales responsables por la emisión de esas licencias.

Si bien este grave problema no sea una exclusividad del ayuntamiento de Rondonópolis (ANGEOLETTO, 2008; ANGEOLETTO et al., 2016), es obviamente urgente que las secretarías de urbanismo y de medio ambiente pónganse de acuerdo sobre la prohibición de construcciones en las orillas del río Arareaú. Sencillamente, hay que aplicar los instrumentos de ordenación urbana y ambiental, de manera a mejorar la eficiencia de la gestión ambiental en el municipio. Con mucha frecuencia los muros de esas viviendas y edificaciones comerciales han sido construidos en los barrancos del Arareaú, que, sin la protección de los bosques de ribera, presentan serios problemas de erosión y colmatación, principalmente en el tramo entre los puentes observados en la figura 3.

Asimismo, es sencillo constatar, cuando observamos la figura 3, una significativa supresión de la mata de ribera en el interior de la franja de los 50 metros de la APP del río Arareaú, principalmente en su margen derecha. En algunos puntos, la vegetación quedó reducida a cerca de 25 metros, mientras que en otros sencillamente no hay vegetación.

CONCLUSIONES

El problema de la ocupación irregular de área del APP del río Arareaú y su consecuente degradación, ocurre por la falta de respeto de la población, la cual, o bien por desconocimiento de la legislación pertinente, o bien por factores sócio económicos y culturales, percibe el río y sus bosques de ribera como un medio para atender sus necesidades, y no como un ecosistema que debe ser preservado para que provea servicios eco sistémicos fundamentales a los seres humanos.

Por otro lado, en gran medida la responsabilidad por los problemas sócio ambientales que hemos constatado en ese tramo del río es del poder público municipal, lo cual, por omisión o por flagrante falta de respeto a la legislación (probablemente por presiones de las fuerzas hegemónicas económicas y políticas locales), emite rutinariamente las licencias urbanísticas y ambientales, que son permisos necesarios para la edificación de los solos urbanos de la ciudad. El desarrollo de mecanismos para la comprensión de las conexiones entre la urbanización y la degradación de cuerpos hídricos en las ciudades es un reto de difícil alcance (GRATANI; VARONE, 2006; ANGEOLETTO et al., 2009), pero esencial para guiar los planificadores urbanos en su toma de decisiones, y estudios como el que hemos realizado en el río Arareau contribuyen efectivamente para el establecimiento de formas más eficaces de gestión de los recursos hídricos y de conservación de la biodiversidad urbana.

Finalmente, acreditamos en la necesidad de un esfuerzo considerable de educación ambiental promovido conjuntamente por científicos de la Universidad Federal de Mato Grosso y la sociedad civil organizada, direccionado a la población de la ciudad de Rondonópolis, especialmente aquella ubicada en las cercanías del río Arareau. Además, hacemos hincapié en la necesidad de que los gestores públicos estén conscientes del nivel alarmante de degradación ambiental de este tramo urbano del río Arareau. Evidentemente, tal degradación disminuye la diversidad biológica (en ámbito terrestre y acuático) y la plena expresión de servicios eco sistémicos de gran importancia a los ciudadanos.

REFERENCIAS

- ALBERTI, Marina; MARZLUFF, John. Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. **Urban Ecosystems**, v.7, p. 241-265, 2004.
- ALLAN, John. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.35, p. 257-284, 2004.
- ANGEOLETTO, F. **Planeta Ciudad: Ecología Urbana y Planificación de Ciudades Medias de Brasil**. Madri, 2012. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidad Autónoma de Madrid.
- ANGEOLETTO, Fabio. Urbanização e degradação ambiental. In: SERPA, A. (Org). **Fala Periferia! Uma reflexão sobre a produção do espaço periférico metropolitano**. Salvador: Ed FBA, 2001a.
- ANGEOLETTO, Fabio. Um Paisagismo Diferente: Buscando o Incremento da Biodiversidade no Ambiente Construído. In: SANTIAGO, A.G. (Org). **Tendências Contemporâneas da Paisagem**. Florianópolis: Imprensa Universitária, 2001b.
- ANGEOLETTO, Fabio. **Pelos Quintais de Sarandi: Ecologia Urbana e Planejamento Ambiental**. Maringá: Ed. UEM, 2008.
- ANGEOLETTO, Fabio et al. La antítesis ciudad/naturaleza en el planeamiento urbano de Brasil. In: MORA ALISEDA, J.; CONDESSO, F.; CASTRO SERRANO, J. **Nuevas Tendencias en la Ordenación del Territorio**. Cáceres: Editora de la Universidad de Extremadura, 2009.
- ANGEOLETTO, Fabio; MORENO, Marta. Tendencias Socio-ambientales de Ciudades Brasileñas. In: Mendes, C.M.; Töws, R.L. (Org.). **Geografia Urbana e Temas Transversais**. Maringá: Ed. UEM, 2009.
- ANGEOLETTO, Fabio, SANTOS, Jeater. Los biólogos brasileños no habitan en el planeta ciudad: por qué es urgente formar ecólogos urbanos. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 165, p.74-82, 2015.
- ANGEOLETTO, Fabio et al. Tipología socio-ambiental de las ciudades medias de Brasil: aportes para un desarrollo urbano sostenible. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, n.2, p. 48-66, 2016.

- BETTINI, Virginio. **Elementos de Ecología Urbana**. Madrid: Editorial Trotta, 1998.
- BROWN, Larry et al. Introduction to effects of urbanization on stream ecosystems. In: **American Fisheries Society Symposium**, v. 47, p. 1-8, 2005.
- CHAPIN III, Stuart et al. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v. 405, p. 234-242, 2000.
- COUCEIRO, Sheyla et al. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 575, n. 1, p. 271-284, 2007.
- COUPE, Robert et al. Occurrence of pesticides in rain and air in urban and agricultural areas of Mississippi, April-September 1995. **Science of the Total Environment**, v. 248, n. 2, p. 227-240, 2000.
- CUNICO, Almir; AGOSTINHO, Angelo A.; LATINI, João D. Influência da urbanização sobre assembleias de peixes em três córregos de Maringá, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1101-1110, 2006.
- DÍEZ, José R. et al. Effect of removal of wood on streambed stability and retention of organic matter. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 19, n.4, p. 621-632, 2000.
- ELOSEGI, Arturo; JOHNSON, Louis. Wood in streams and rivers in developed landscapes. **American Fisheries Society Symposium**, v. 37, p. 337-353, 2003.
- FAETH, Stephen; BANG, C.; SAARI, S. Urban biodiversity: patterns and mechanisms. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1223, n. 1, p. 69-81, 2011.
- FELIPE, Thiago; SÚAREZ, Yzel. Caracterização e influência dos fatores ambientais nas assembleias de peixes de riachos em duas microbacias urbanas, Alto Rio Paraná. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 143-151, 2010.
- FINKENBINE, James K.; ATWATER, J.W; MAVINIC, D.S. Stream health after urbanization. **Journal of American Water Resources Association**, v.36, p. 1149-1160, 2000.
- FRIZZERA, Gabriela; ALVES, Roberto. The influence of taxonomic resolution of Oligochaeta on the evaluation of water quality in an urban stream in Minas Gerais, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n.4, p. 408-416, 2012.
- GOÑI-URRIZA, Marisol et al. Impact of an Urban Effluent on Antibiotic Resistance of Riverine Enterobacteriaceae and Aeromonas spp. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n.1, p. 125-132, 2000.
- GRATANI, Loretta; VARONE, Laura. Carbon sequestration by *Quercus ilex* L. and *Quercus pubescens* Willd. and their contribution to decreasing air temperature in Rome. **Urban Ecosystems**, v.9, p. 27-37, 2006.
- GRIMM, Nancy; GROVE, Jerome; PICKETT, Stewart. Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems. **BioScience**, v. 50, p. 571-584, 2000.
- GRIMM, Nancy; FAETH, Steve H.; GOLUBIEWSKI, Norton. Global change and the ecology of cities. **Science**, v. 319, n. 5864, p. 756-760, 2008.
- MCCMAHON Gordon et al. Use of stage data to characterize hydrologic conditions in an urbanizing environment. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 39, p.1529-1546, 2003.
- OLIVEIRA Valdeci et al. Fish from urban tributaries to the Vermelho River, upper Paraguay River Basin, Mato Grosso, Brazil. **Check List**, v.11, n.1, p. 1516, 2014.
- OLIVEIRA, Daise; BENNEMANN, Sirlei. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n.1, p. 95-107, 2005.
- PAUL, Michael; MEYER, Judy. Streams in the urban landscape. In: MARZLUFF, J.M.; SHULENBERGER, E. (Eds). **Urban ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature**. New York: Springer, 2008.
- PERA, Carolina Costa et al. Does a small forested area contribute to enhance species richness and diversity of fish assemblage at an urban stream? **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 35, n.4, p. 483-490, 2013.
- QUINN, Jake M. et al. Riparian zone classification for management of stream water quality and ecosystem

- health. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 37, n. 6, p. 1509-1515, 2001.
- ROBBINS, Paul; POLDERMAN, Annemarie; BIRKENHOLTZ, Trevor. Lawns and Toxins: An Ecology of the City. **Cities**, v. 18, n.6, p. 369-380, 2001.
- SANTOS, Jeater. Mapeamento das áreas de risco de inundação do perímetro urbano de Rondonópolis - MT com emprego de geotecnologias. In: SANTOS, Jeater. **Produção do espaço e transformações socioambientais das paisagens do Mato Grosso** Cuiabá: Ed UFMT, 2010. p.7-177.
- SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Cities and Biodiversity Outlook**. Montreal, 2012.
- SOUTO, Renata de M.G. et al. Influence of environmental factors on benthic macroinvertebrate communities of urban streams in Vereda habitats, Central Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, n.3, p. 293-306, 2011.
- TAVZES, Burt et al. Biological and hydromorphological integrity of the small urban stream. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 31, n. 17, p. 1062-1074, 2006.
- TERRADAS, Jaume. **Ecología Urbana**. Barcelona: Editorial Rubes, 2001
- VIEIRA, Daniel; SHIBATTA, Oscar. Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v.7, n. 1, p. 57-65, 2007.
- VITOUSEK, Peter. Beyond global warming: ecology and global change. **Ecology**, v.75, p. 1861-1876, 1994.
- VITOUSEK, Peter et al. Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, v. 277, n.5325, p. 494-499, 1997.
- WACKERNAGEL, Mathis; REES, Willian. **Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth**. The New Catalyst Bioregional Series. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- WALSH, Carl et al. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, n.3, p. 706-723, 2005.
- WENGER, Stewart et al. Twenty-six key research questions in urban stream ecology: an assessment of the state of the science. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 28, n. 4, p. 1080-1098, 2009.