

**Proyectos de intervención en la ciudad contemporánea: infraestructura verde aplicada al drenaje urbano**

**Sandra Medina Benini**

Doctora en Geografía por la FCT/UNESP y en Arquitectura y Urbanismo por la UPM,  
con Pós-Doutorado en Arquitectura y Urbanismo por la FAAC/UNESP  
Docente de la FCT/UNESP y Directora del Departamento de Estudios y Pesquisa Científica de la ANAP  
advogada.benini@gmail.com

## RESUMEN

Este texto resalta la importancia de la infraestructura verde, así como la practica sustentable para subvencionar la elaboración de los Planes de Drenaje Urbano. Para esto, fue propuesto una nueva mirada al verde urbano, mediante subvenciones teóricas y prácticas, en los que fue demostrado la posibilidad de optimización de estos espacios, mediante a procesos ecológicos conjugados (sistema verde y azul), que se materializan mediante diferentes tipologías de verde. La infraestructura. Como procedimiento metodológico, fue adoptado una pesquisa cualitativa mediante la infraestructura verde, teniendo en cuenta el espacio del condado de Tupã/SP. Así en la realización del estudio del caso propuesto, la pesquisa checo la importancia de la incorporación de infraestructura verde en el proceso de planificación y gestión urbana, utilizando el condado de Tupã. Los inúmeros beneficios ambientales que contribuyen de forma significativa, no solo para la mitigación de los diversos efectos surgiendo del proceso de urbanización, pero como principal estrategia para garantizar la cualidad ambiental de los espacios urbanos.

**Palabras-llave:** Infraestructura Verde. Parque Urbana. Cualidad Ambiental

## 1 INTRODUCCION

La infraestructura verde esta relacionada a la planificación y gestión ambiental urbana. Sus tipologías son consideradas como elementos estructurados del paisaje urbano, mirando que, en el contexto de los ecosistemas urbanos, permiten la conjugación de los sistemas verdes (producción de biomasa) con los sistemas azul (circulación de agua) por medio de las inúmeras soluciones técnicas, las cuales pueden ser adaptadas a sus particularidades de los espacios alterados.

De esta forma, la infraestructura verde permite la conciliación e integración de los procesos naturales como una alternativa adecuada a los problemas ambientales urbanos, a ejemplo del drenaje urbano, contribuyendo de este modo, para la mejoría de la cualidad ambiental en ciudades.

En este sentido, resalta la importancia del uso de mecanismos alternativos en el espacio urbano que pueden contribuir con el proceso hidrológico de infiltración, así como, el de percolación, a ejemplo de la cuenca del reservatorio de amortecimiento, la cuenca de infiltración, la cuenca de detección, cuenca de retención, pavimentos porosos, entre otros.

A pesar de que estos mecanismos no presentan ninguna innovación tecnológica de este siglo, mirando que las mismas prácticas y técnicas fueron incorporadas en proyectos hidráulicos concebidos ha mucho tiempo atrás y que, por diversos motivos, no fueron difundidos y aplicados con frecuencia en proyectos de drenaje urbano.

La novedad que debe ser destacada, es que estas prácticas y técnicas aplicables a los proyectos de hidráulica, vienen siendo rescatadas por arquitectos, urbanistas, paisajistas, ingenieros, entre otros profesionales, y están siendo considerados como tipologías de infraestructura verde, por ser comprendidas como mecanismos alternativos ecológicos para el control del drenaje urbano.

Según Herzog (2013, p. 111), la infraestructura verde, también llamada de "infraestructura ecológica, es un concepto que viene evolucionando rápidamente y se tornando más alcanzable en los últimos años" y se fundamenta en los "conocimientos de la ecología del paisaje y de la ecología urbano. Comprende de la ciudad como un sistema socio-ecológico, por medio de una visión holística, sistémicas".

La infraestructura verde se presenta como una herramienta de valorización de las estructuras ecológicas presentes en los ecosistemas local y el uso del proyecto de intervención urbana, al ejemplo de aquellos relacionados al control del drenaje urbano, en los cuales el

empleo de esta técnica podrá contribuir para la resiliencia de las ciudades frente a la ocurrencia de eventos climáticos, como inundaciones, entre otros.

De este modo, la adopción de la infraestructura verde en proyectos de intervención urbana, puede representar el rompimiento de paradigma mediante la promoción de construcciones de ciudades sustentables e inteligentes, que contribuyen para la oferta de espacios multifuncionales (drenaje urbano, servicios ambientales, equilibrio y convivencia con la naturaleza, el ocio y recreación, entre otros) que buscan la mejoría de la calidad de vida y ambiental para todos que viven en ciudades.

## 2 TIPOLOGIAS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Muchos son los autores, entre ellos pueden ser mencionados Falcón (2007), Cormier e Pellegrino (2008), Franco (2010), Ferreira y Machado (2010), Singapore (2011) Herzog (2013), que consideran como tipologías de infraestructura verde: Espacios verdes permeables (jardines, parques, corredores verdes, plazas, entre otros); Cuenca de sedimentación; cuenca de Biorrentación (Jardines de lluvia); Bio abandone, Bioingeniería; Biotipos de limpieza; albañil de lluvia; Fito depuración; cuadrícula verde; lago seco (o cuenca de detención); laguna de lluvia (o cuenca de retención o Biorrentación); Pisos porosos, Teto verde, entre otros.

De este modo, la infraestructura verde cuando aplicadas al diseño ambiental urbano, utilizan el sistema verde (biomasa) con la finalidad de controlar el sistema azul (aguas urbanas) mediante la purificación, detención, retención, transporte y infiltración.

Y todavía debe ser el “suporte de los ecosistemas autóctonas y del paisaje, debe tener funciones de corredor ecológico al providenciar hábitat para la fauna y flora”, bien como “constituir un filtro de ar y agua, funciones sociales y culturales al promover un equilibrio estético y paisajístico, propiciando a la población espacios libres de patios, ocio y educación ambiental.” (FERREIRA; MACHADO, 2010, p. 72)

Debe ser destacado que estas funciones de infraestructura verde tienen mayor eficacia si hay interconexión con una red natural de espacios verdes, conservando los servicios ecosistémicos.

En este sentido, antes de cualquier intervención urbana, deben ser considerados los problemas y potencialidades ambiental del sitio, teniendo en cuenta la incorporación de los principios y técnicas de la infraestructura verde, la cual permite identificar los espacios de mayor fragilidad – ambientalmente mas sensibles, por lo tanto, prioritarios para el tratamiento y alcance de las posibilidades ofrecidos.

De este modo, se hace necesario, la revisión de los modelos convencionales, bien como la adopción de técnicas alternativas, gobernadas por principios ambientales que consideren la posibilidad de construcción de la sustentabilidad urbana (BENINI, 2019).

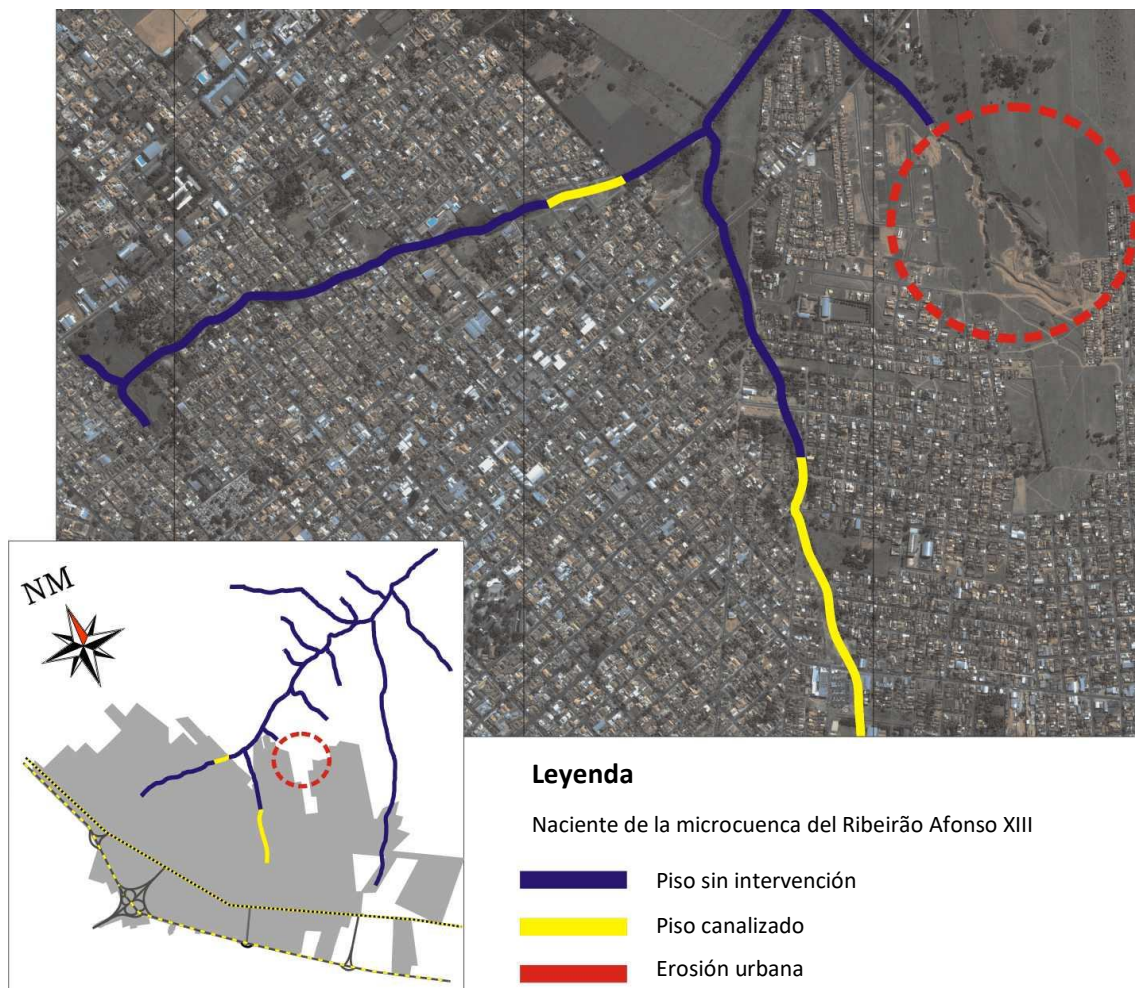
## 3 ESTUDIO DE CASO

Para el estudio del tema propuesto, adoptó como recorte espacial la ciudad de Tupã (SP), situada en la región sur oeste del Estado de São Paulo. Como en la mayoría de las ciudades del Estado de São Paulo, el trazado urbano original fue orientado por una morfología, que puede ser identificada por cuadrícula o modelo nominado por tablero de ajedrez, conformando su

arreglo espacial. Sin embargo, a medida que la tela urbana se expande sin observación de las normas urbanas y ambientales, el plan inicial fue sin caracterizar por la junción de nuevos trazados desconectados.

La expansión del tejido urbano es caracterizada por la ocupación inadecuada de la degradadora de los fondos de los valles del Ribeirão Afonso XIII y por la expansión de la tela urbana en áreas periféricas (Figura 01). Por el facto del condado de Tupã estar situado en el pico divisor de las aguas del río de los peces e Aguapeí. Los cursos del agua situados al norte de la sede del condado son tributarios del Río Aguapeí los que bañan la porción Sur de la sede del condado son afluentes del Río del pez, o sea, pertenece a las dos unidades de gerenciamiento de los Recursos hídricos constituidas pela cuenca hidrográfica Aguanpeí (UGRHI 20) y por la cuenca hidrográfica del Pez (UGRHI 21).

Imagen 01: Nacientes de la microcuenca del Ribeirão Afonso XII en el área urbana



Fuente: SEPLIN – Tupã, imagen tirada por el Satélite QuickBird, 2006.

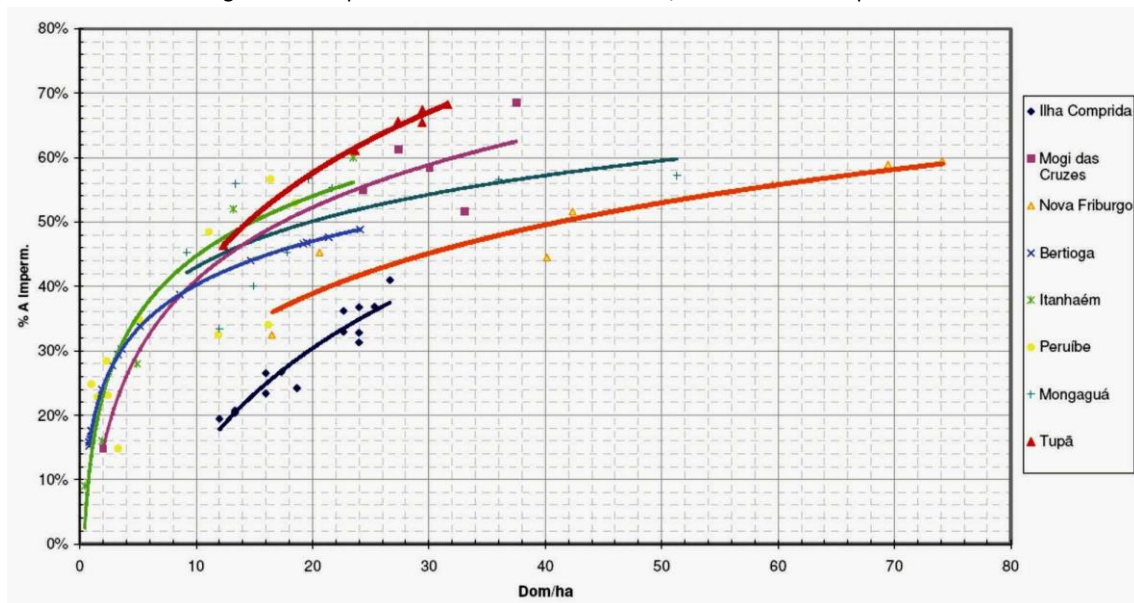
Para la caracterización del área del estudio, Laszlo e Rocha (2014) explican que los principales ríos de la cuenca hidrográfica Aguanpeí y Peixe presentan “características que se asimilar a ríos serpenteantes en su estiramiento aluvial. Las nacientes y el alto curso de estos ríos presentan-se como ríos incorporados/erosivo”.

Con el proceso de urbanización, las intervenciones antrópicas en el ambiente natural desencadenaran una serie de impactos ambientales. Analizando este fenómeno en la unidad geográfica de la microcuenca del Ribeirão Afonso XIII, resulta que este proceso se acentúa.

Verifico que en decadencia del proceso de urbanización de la ciudad de Tupã, las nacientes de la referida microcuenca fueran ocupadas, causando impactos ambientales intensos de la retirada de la mata ciliar; de la ocupación de los fondos de los vales; de la emisión de efluentes industriales, comerciales y domiciliarios; el depósito irregular de los residuos sólidos urbanos transportados por las alcantarillas pluviales, entre otros.

Conforme datos presentados por la Fundación Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH) de la Escuela Politécnica de ingeniería de la Universidad de São Paulo, los cuales son resultados que comparan la densidad urbana en función de la impermeabilidad del suelo urbano de Tupã con otras ciudades, fue posible constatar el índice alto de impermeabilización de la ciudad de Tupã.

Imagen 02- Comparación de las Curvas Domicilios/Habitantes X % Impermeable



Fuente: Fundación Centro Tecnológico de Hidráulica, 2008a.

Con base en los resultados adquiridos, la equipo del CTH, realizo una proyección de la impermeabilización de la ciudad de Tupã para los próximos años (Tabla 01), lo que resalta la necesidad inminente de mitigar/reverter los efectos negativos del proceso de urbanización.

Com base nos resultados obtidos, a equipe do CTH, realizou uma projeção da impermeabilização da cidade de Tupã para os próximos anos (Tabela 01), o que resalta a necessidade inminente de mitigar/reverter os efeitos negativos oriundos do processo de urbanização

Tabla 01 – Proyección de la impermeabilización de la ciudad de Tupã/SP

AÑO	DOMICILIOS	ÁREA URBANA	DOMICILIO / ÁREA URBANA	% IMPERMEABILIZACIÓN
2005	19.680	1.633,09	12,05	45,8
2007	20.312	1.637,57	12,40	46,4
2025	26.038	1.677,90	15,52	51,7

Fuente: Fundación Centro Tecnológico de Hidráulica, 2008a.

Adaptado por Sandra Medina Benini, 2009.

Según observado en la tabla 01 – Proyección de la impermeabilización de la ciudad de Tupã, el porcentual de impermeabilización encontrado, debería aumentar 5,9% desde 2007 hasta 2025.

Debido la magnitud de los impactos producidos durante las últimas décadas fue dado inicio a un proceso de revisión de los procedimientos técnicos empleados en el sistema de drenaje urbano, resultado en significativas reformulaciones conceptuales y prácticas. Fue de esta nueva mirada que guio la elaboración de los Estudios de la Macrodrenaje Urbano de la Estancia Turística de Tupã (Plan de Macrodrenaje-composto por el plan de Acción Inmediata y el Plan de Acción Continuada.

Sobre el Plan de Acción Continuada (prevista para ser ejecutada en el periodo de 2014 a 2027), constato durante la elaboración de esta pesquisa, que algunas medidas fueran ejecutadas en 2012, a ejemplo:

#### **Medidas Estructurales:**

- Implantación del Parque Linear localizado en el encuentro del brazo derecho con el brazo izquierdo del Ribeirão Afonso XIII;
- Exigencia de la implantación de la microdrenaje en todos los nuevos lotes.

#### **Medidas Estructurales Extensivo / Compensatorias:**

- Aumentar la permeabilidad del suelo urbano, por medio de las tipologías de la infraestructura verde;
- Aumentar la conectividad de los espacios verdes;
- Cuencas de detención secas;
- Utilización de pisos permeables;
- Control de la erosión.

#### **Medidas No Estructurales:**

- Reglamentación del uso y ocupación del suelo (principalmente em el fondo del vale), por el plan Directo de Desenvolvimento Sustentable.

- Implantación de la Tarifa de Permeabilidad del Suelo, por medio de la Otorga Onerosa del Director de Construcción (Suelo Criado).
- Implantación y conservación de las áreas verdes;
- Manutención del servicio de limpieza de las calles y manutención de los canales y alcantarillas de flujo de aguas pluviales;
- Disposición y destinación correcta de los residuos sólidos urbanos;
- Revegetación de la mata ciliar del brazo izquierdo del Ribeirão Afonso XIII;
- Fue exigido la previsión de los índices mínimos de permeabilidad como requisito para aprobación del proyecto residencial, comerciales e industriales.

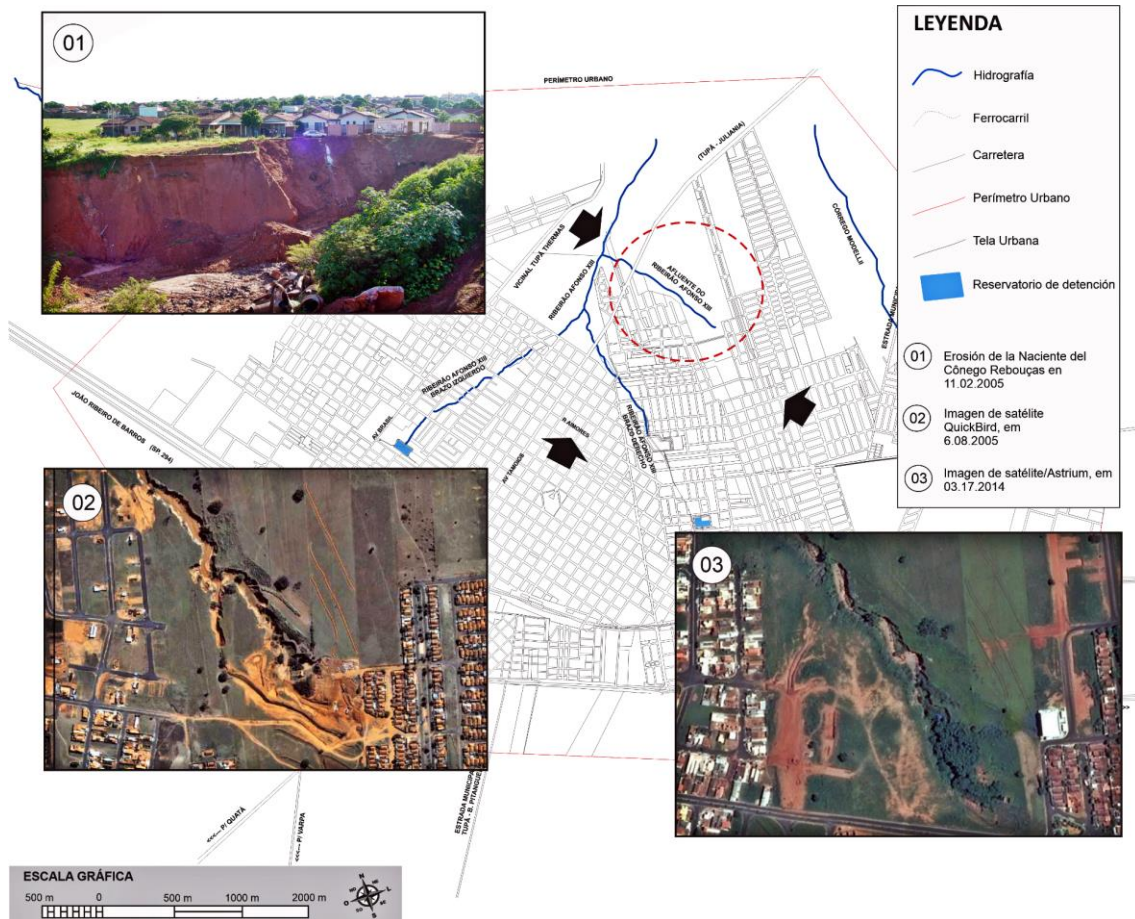
En general, sea por la ejecución del Plan de Acción Inmediata o por la anticipación de la ejecución del Plan de Acción Continuada, es posible constatar sus beneficios en la mejoría de la cualidad ambiental de la ciudad y de la vida de la población, lo que puede ser visto a partir de los efectos institucionales y acciones consolidadas decurrentes del Plan de Macrodrenaje.

Por fin, lo que se refiere á infraestructura verde observo que apenas algunas tipologías fueron implantadas (Reservatorio de detención, aumento de la permeabilidad por la implantación de parques, plazas y jardines, bien como, por el uso de pisos permeables), inclusive anticipación de las acciones previstas en el Plan de Acción Continuada. Debe-se destacar que las tipologías de la infraestructura verde que fueran implantadas están contribuyendo para la cualidad ambiental de la ciudad, pues aumentan el área permeable y crean nuevos espacios de utilización múltiple para la población tupãense.

#### **4 PARQUE AMBIENTAL EM EL CÔNEGO REBOUÇAS**

En 2009, la secretaria de planeamiento y infraestructura – SEPLIN en el condado de Tupã, en razón de la gravedad y complejidad de los problemas decurrentes de los periodos de lluvias intensas, que por décadas causo daños materiales y sociales no más tolerables, avanzó diversas acciones previstas en el Plan de Acción Continuada, abarcando medidas estructurales y no estructurales, de entre ellas destaco la intervención en la naciente del Cônego Rebouças, con ejecución de redes de alcantarillas (cuatro líneas de tubo Armco) como una de las medidas destinadas al combate a erosiones existentes en el local (Figura 03).

Imagem 03 – Paisaje Futuro del Parque Ambiental en el Cônego Rebouças



Fuente: BENINI, 2015.

Además de las medidas descritas arriba, para la contención del intenso proceso erosivo – ya en etapa de quebrada – existente en el Cônego Rebouças el ayuntamiento de Tupã licencio esta área junto a Compañía Ambiental del Estado de São Paulo – CETESB, como un aterro de residuos de construcción civil, para posteriormente implantar en el local un parque ambiental.

Para a SEPLIN (2012), la implantación del parque ambiental, además de posibilitar la recuperación del área degradada, mediante la revegetación de todo el espacio, con especies vegetales específicas para esta finalidad, contribuyera de forma positiva con la implantación de mas un equipamiento de utilización pública para esta región, donde las demandas por espacios de recreación, ocio y actividades deportivas, teniendo en cuenta que permitiría que la población local podría disfrutar de un espacio multifuncional, lo que cual conjugaría diverso equipamientos destinados a las actividades socioculturales, dentro de una amplia área verde (Figura 04).



Imagen 04 – Paisaje Futuro del Parque Ambiental en el Cônego Rebouças



Fuente: SEPLIN, 2012

En lo que se refiere a la propuesta para la implantación del parque ambiental, fueron observados varios aspectos ligados a la condición ambiental del sitio, demarcado las necesidades existentes, delimitando el camino natural de las aguas pluviales, verificado las condiciones del suelo y demarcado el espacio utilizado como aterro de residuos de la construcción civil. Todo este cuidado permitió la elaboración de una propuesta capaz de responder y se encajar a las demandas ambientales e a las necesidades de nuevos usos, respetando las fragilidades del medio, y las normas ambientales y urbanísticas al proponer la revegetación con especímenes específicas para esta finalidad, además de limitar el índice de construcciones a 5% del área total.

Otro punto que merece destaque en el proyecto, son las áreas vegetadas para a protección de las nacientes y retención de agua y como medida estratégica para la mejoría de infiltración de agua y preservación y conservación de estos elementos que figuran como un punto de conexión al interconectaren masas arbustivas formando pequeños corredores de masa vegetal que pasean por el espacio formando un escenario paisajístico diferenciado, en una tentativa de rescatar la biodiversidad local.

## 5 CONCLUSIONES

La ciudad de Tupã, a ejemplo de lo que tiene ocurrido en diversas localidades urbanas del país, tiene registrado con frecuencia la fragilidad de la infraestructura del sistema de drenaje urbano delante de precipitaciones más expresivas, aliado a impermeabilización del suelo urbano, con la carencia de alcantarillas pluviales y el alto déficit de áreas verdes, los cuales corroboran para una ocurrencia y agravamiento de estos eventos.

La elaboración e implantación del plan de Macrodrenagem (plan de Acción Inmediata y el Plan de Acción continuada) de la ciudad para Tupã, aun considerando que se encuentra en etapa de ejecución, puede ser considerada una iniciativa ejemplar para el proceso de gestión urbana, por demostrar la preocupación del gestor público en implementar el proceso de planeamiento en su gestión visando la mejoría de la cualidad de vida de la población en el

condado y sirve de ejemplo a las demás ciudades de que problemas urbanos existen, pero hay que tener voluntad política para buscar una solución pertinente.

## REFERENCIAS

BENINI, S. M. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana**: estudo de caso da cidade de Tupã/SP. 2015. Tese (doutorado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 2015.

BENINI, S. M. **Infraestrutura verde aplicada à drenagem urbana**. Tupã: ANAP, 2019.

CORMIER, Nathaniel S.; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Rev. Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n.25, pp. 125-142, 2008.

FALCÓN, Antoni. **Espacios verdes para una ciudad sostenible** – Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Ed. Gustavo Gili: Barcelona, 2007.

FERREIRA, José Carlos; MACHADO, João Reis. Infra-Estruturas Verdes para um Futuro Urbano Sustentável. O Contributo da Estrutura Ecológica e dos Corredores Verdes. **Rev. LABVERDE**, São Paulo, v.1, n.1, p. 68-90, 2010.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. Infraestrutura Verde em São Paulo - O Caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos. **Rev. LABVERDE**, São Paulo, v.1, n.1, p. 134-155, 2010.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. **Estudos de Macrodrenagem Urbana da Estância Turística de Tupã**. Tupã, v. 1, t.1, 2008a.

\_\_\_\_\_. **Estudos de Macrodrenagem Urbana da Estância Turística de Tupã**. Tupã, v. 2, t.1, 2008b.

\_\_\_\_\_. **Estudos de Macrodrenagem Urbana da Estância Turística de Tupã**. Tupã, v. 3, t.1, 2008c.

\_\_\_\_\_. **Estudos de Macrodrenagem Urbana da Estância Turística de Tupã**. Tupã, v. 4, t.1, 2008d.

\_\_\_\_\_. **Estudos de Macrodrenagem Urbana da Estância Turística de Tupã**. Tupã, v. 5, t.1, 2008e.

HERZOG, Cecília Polacow. **Cidades para Todos**: (re) aprendendo a conviver com a natureza. 1. Ed. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013, 312 p.

LASZLO, J. M. ; ROCHA, P. C. . Variações morfométricas dos canais fluviais dos rios Aguapeí e Peixe e suas relações com os diferentes trechos dos perfis longitudinais. In: **ANAIS...** Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2014, Vitória. Anais do VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2014. Disponível em: [http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1403633430\\_ARQUIVO\\_TrabalhoCBG-JhonatanLaszlo.pdf](http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1403633430_ARQUIVO_TrabalhoCBG-JhonatanLaszlo.pdf) . Acesso em 04 nov de 20154.

SEPLIN - Secretaria Municipal de Planejamento e Infraestrutura. **Relatório de Projetos e Obras**. Tupã: Prefeitura Municipal de Tupã, 2006.

\_\_\_\_\_. **Relatório Geral de Projetos e Obras (2008 a 2012)**. Tupã: Prefeitura Municipal de Tupã, 2012.

SINGAPORE. **ABC Waters Design Guidelines**. Public Utilities Board ("PUB"). 2. ed., 2011. Disponível em: < [http://www.pub.gov.sg/abcwaters/abcwatersdesignguidelines/Documents/ABCWatersDesignGuidelines\\_2011.pdf](http://www.pub.gov.sg/abcwaters/abcwatersdesignguidelines/Documents/ABCWatersDesignGuidelines_2011.pdf) > Acesso em 03 set. 2019.