

**Projetos de intervenção na cidade contemporânea: infraestrutura verde
aplicada à drenagem urbana**

Sandra Medina Benini

Doutora em Geografia pela FCT/UNESP e em Arquitetura e Urbanismo pela UPM,
com Pós-Doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela FAAC/UNESP
Docente da FCT/UNESP e Diretora do Departamento de Estudo e Pesquisa Científica da ANAP
advogada.benini@gmail.com

RESUMO

Este texto ressalta a importância da infraestrutura verde, como prática sustentável para subsidiar para a elaboração de Planos de Drenagem Urbana. Neste sentido, foi proposto um novo olhar sobre o verde urbano, através de subsídios teóricos e práticos, em que foi demonstrada a possibilidade de otimização desses espaços, através de processos ecológicos conjugados (sistema verde e azul), que se materializam através de diferentes tipologias de verde. a infraestrutura. Como procedimento metodológico, foi adotada uma pesquisa qualitativa sobre a infraestrutura verde, tendo como espaço o município de Tupã / SP. Assim, na realização do estudo de caso proposto, a pesquisa verificou a importância da incorporação da infraestrutura verde no processo de planejamento e gestão urbana, utilizando o município de Tupã. Os inúmeros benefícios ambientais que contribuíram de forma significativa, não só para a mitigação dos diversos efeitos decorrentes do processo de urbanização, mas como principal estratégia para garantir a qualidade ambiental nos espaços urbanos.

Palavras-chave: Infraestrutura Verde. Parque Urbana. Qualidade Ambiental

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura verde está relacionada ao planejamento e gestão ambiental urbana. Suas tipologias são consideradas como elementos estruturadores da paisagem urbana, visto que no contexto dos ecossistemas urbanos, permite a conjugação do sistema verde (produção de biomassa) com o sistema azul (circulação da água) por meio de inúmeras soluções técnicas, as quais podem ser adaptadas às particularidades dos espaços antropizados.

Desta forma, a infraestrutura verde permite a conciliação e integração de processos naturais como alternativa adequada aos problemas ambientais urbanos, a exemplo da drenagem urbana, contribuindo desse modo, para melhoria da qualidade ambiental em cidades.

Neste sentido, ressalta a importância do uso de mecanismos alternativos no espaço urbano que podem contribuir com o processo hidrológico de infiltração, assim como, o de percolação, a exemplo da bacia ou reservatório de amortecimento, a bacia de infiltração bacia de retenção, bacia de retenção, pavimentos porosos, dentre outros.

Apesar destes mecanismos não apresentarem nenhuma inovação tecnológica deste século, vistos que as mesmas práticas e técnicas foram incorporadas em projetos hidráulicos concebidos há muito tempo atrás e que, por motivos diversos, não foram difundidos e aplicados com frequência em projetos de drenagem urbana.

A novidade que deve ser destacada, é que essas práticas e técnicas aplicáveis aos projetos de hidráulica, vêm sendo resgatadas por arquitetos, urbanistas, paisagistas, engenheiros, entre outros profissionais, e estão sendo consideradas como tipologias da infraestrutura verde, por serem compreendidas como mecanismos alternativos ecológicos para controle da drenagem urbana.

Segundo Herzog (2013, p. 111), a infraestrutura verde, também chamada de “infraestrutura ecológica, é um conceito que tem evoluído rapidamente e se tornado mais abrangente nos últimos anos” e se fundamenta nos “conhecimentos da ecologia da paisagem e da ecologia urbana. Compreende a cidade como um sistema socioecológico, por meio de uma visão holística, sistêmica”.

A infraestrutura verde se apresenta como ferramenta de valorização das estruturas ecológicas presentes nos ecossistemas locais e seu uso em projetos de intervenções urbanas, a exemplo daqueles relacionados ao controle da drenagem urbana, nos quais o emprego desta técnica poderá contribuir para a resiliência das cidades frente à ocorrência de eventos climáticos, como inundações, entre outros.

Deste modo, a adoção da infraestrutura verde em projetos de intervenções urbanas, pode representar a quebra de paradigmas através da promoção da construção de cidades sustentáveis e inteligentes, que contribuem para a oferta de espaços multifuncionais (drenagem urbana, serviços ambientais, equilíbrio e convivência com a natureza, lazer e recreação, dentre outros) que buscam a melhoria da qualidade de vida e ambiental para todos que vivem em cidades.

2 TIPOLOGIAS DA INFRAESTRUTURA VERDE

Muitos são os autores, entre eles podem ser mencionados Falcón (2007), Cormier e Pellegrino (2008), Franco (2010), Ferreira e Machado (2010), Singapore (2011) Herzog (2013), que consideram como tipologias de infraestrutura verde: Espaços Verdes Permeáveis (jardins, parques, corredores verdes, praças, dentre outros); Bacia de Sedimentação; Bacias de Biorretenção (Jardins de Chuva); Biovaleta, Bioengenharia; Biótopos de Limpeza; Canteiro Pluvial; Fitodepuração; Grade Verde; Lago Seco (ou Bacia de Detenção); Lagoa pluvial (ou Bacia de Retenção ou Biorretenção); Pavimentos Porosos, Teto Verde, dentre outras.

Deste modo, a infraestrutura verde quando aplicadas ao desenho ambiental urbano, utilizam do sistema verde (biomassa) com a finalidade de controlar o sistema azul (águas urbanas) através da purificação, detenção, retenção, transporte e infiltração.

E ainda, deverá ser o “suporte dos ecossistemas autóctones e da paisagem, deverá ter funções de corredor ecológico ao providenciar habitats para fauna e flora”, bem como “constituir um filtro de ar e água, funções sociais e culturais ao promover um equilíbrio estético e paisagístico, propiciando à população espaços livres de recreio, lazer e educação ambiental” (FERREIRA; MACHADO, 2010, p. 72)

Deve ser destacado que as funções da infraestrutura verde terão maior eficácia se houver interconexão com uma rede natural de espaços verdes, conservando os serviços ecossistêmicos.

Neste sentido, antes de qualquer intervenção urbana, devem ser considerados os problemas e potencialidades ambientais do local, tendo em vista a incorporação dos princípios e técnicas da infraestrutura verde, a qual permite identificar os espaços de maior fragilidade – ambientalmente mais sensíveis, portanto, prioritários para o tratamento e alcance das possibilidades oferecidas.

Desse modo, torna-se necessário, a revisão dos modelos convencionais, bem como a adoção de técnicas alternativas, pautadas por princípios ambientais que considerem a possibilidade de construção da sustentabilidade urbana (BENINI, 2019).

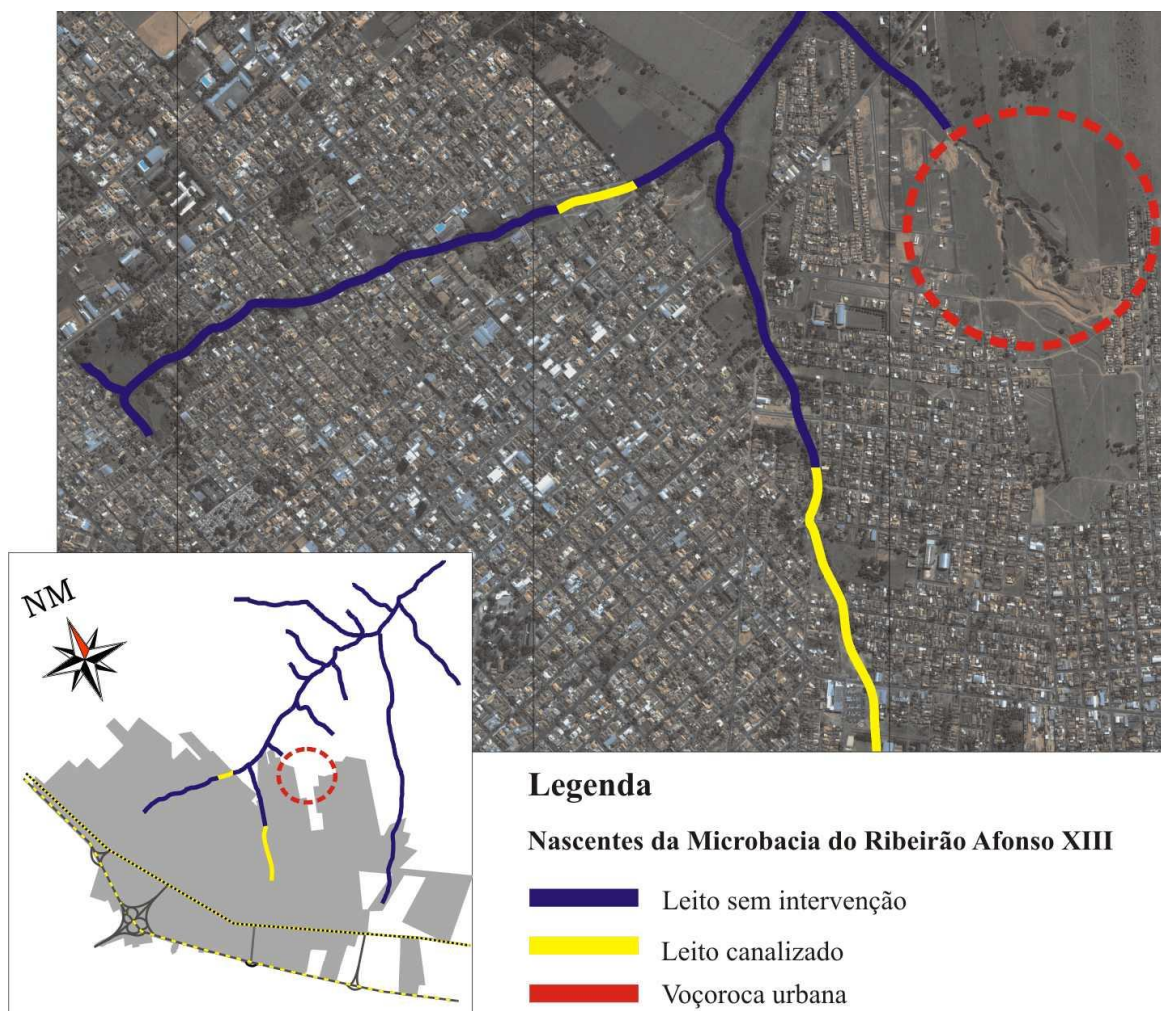
3 ESTUDO DE CASO

Para estudo da temática proposta, adota-se como recorte espacial a cidade de Tupã (SP), localizada na região sudoeste do Estado de São Paulo. Como na maioria das cidades do Estado de São Paulo, o traçado urbano original foi orientado por uma morfologia, que pode ser identificada por quadrícula ou modelo nominado por tabuleiro de xadrez, conformando seu arranjo espacial. Entretanto, à medida que a malha urbana se expandiu sem observação das

normas urbanas e ambientais, o plano inicial foi descaracterizado pela junção de novos traçados desconexos.

A expansão do tecido urbano é caracterizada pela ocupação inadequada e degradadora dos fundos de vales do Ribeirão Afonso XIII e pela expansão da malha urbana em áreas periféricas (Figura 01). Pelo fato do Município de Tupã estar situado no espigão divisor das águas dos Rios Peixe e Aguapeí. Os cursos d'água situados ao Norte da sede do município são tributários do Rio Aguapeí os que banham a porção Sul da sede municipal são afluentes do Rio do Peixe, ou seja, pertence a duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos constituídas pela bacia hidrográfica Aguapeí (UGRHI 20) e pela bacia hidrográfica do Peixe (UGRHI 21).

Figura 01: Nascentes da Microbacia do Ribeirão Afonso XIII na área urbana



Fonte: SEPLIN – Tupã, imagem tirada pelo Satélite QuickBird, 2006.

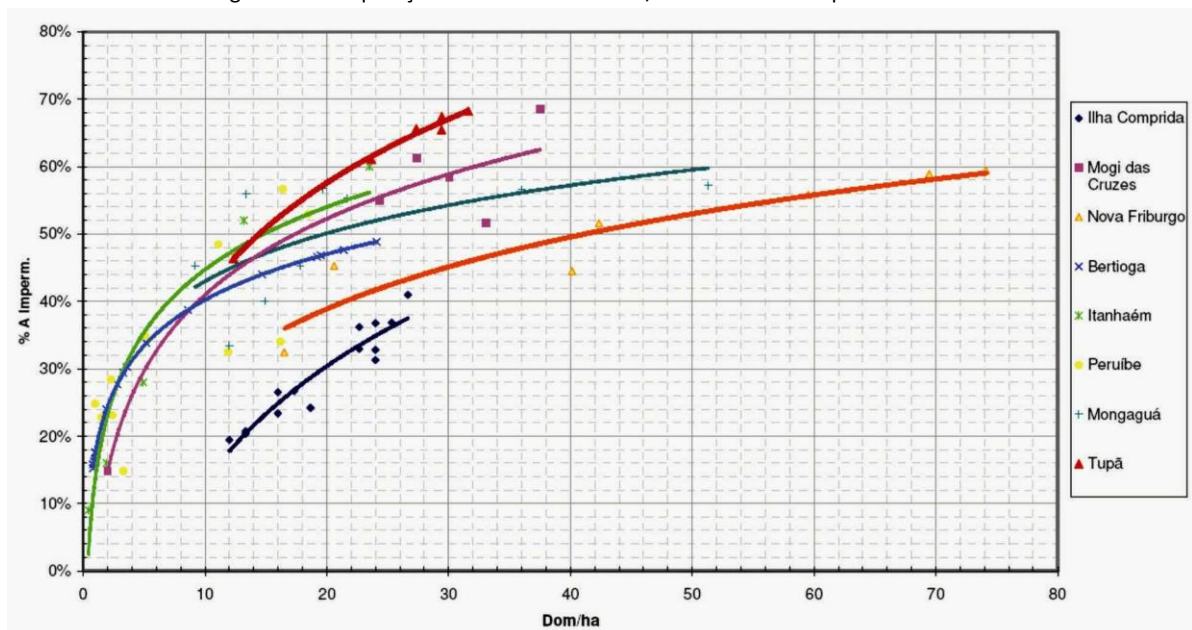
Para caracterização da área de estudo, Laszlo e Rocha (2014) explicam que os principais rios da Bacia Hidrográfica Aguapeí e Peixe apresentam “características que se assemelham a rios meandранtes no seu trecho aluvial. As nascentes e o alto curso destes rios apresentam-se como rios encaixados/erosivos”.

Com o processo de urbanização, as intervenções antrópicas no ambiente natural desencadearam uma série de impactos ambientais. Analisando esse fenômeno na unidade geográfica da microbacia do Ribeirão Afonso XIII, verifica-se que esse processo é acentuado.

Verificou-se que em decorrência do processo de urbanização da cidade de Tupã, as nascentes da referida microbacia foram ocupadas, provocando impactos ambientais intensos oriundos da retirada da mata ciliar; da ocupação dos fundos de vales; da emissão de efluentes industriais, comerciais e domiciliares; do depósito irregular de resíduos sólidos urbanos carreados pelas galerias pluviais, dentre outros.

Conforme dados apresentados pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH) da Escola Politécnica de Engenharia da Universidade de São Paulo, os quais são resultados que comparou a densidade urbana em função da impermeabilidade do solo urbano de Tupã com outras cidades, foi possível constatar o índice elevado de impermeabilização da cidade de Tupã.

Figura 02- Comparação de Curvas Domicílios/Habitantes X % Impermeável



Fonte: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 2008a.

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 ressalta a necessidade iminente de mitigar/reverter os efeitos negativos oriundos do processo de urbanização

Tabela 01 – Projeção da Impermeabilização da Cidade de Tupã/SP

ANO	DOMICÍLIOS	ÁREA URBANA	DOMICÍLIO / ÁREA URBANA	% IMPERMEABILIZAÇÃO
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

Fonte: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 2008a.

Adaptado por Sandra Medina Benini, 2009.

Conforme observado no Tabela 01 - Projeção da Impermeabilização da Cidade de Tupã, o percentual de impermeabilização encontrado, deverá aumentar 5,9 % desde 2007 até 2025.

Em razão da magnitude dos impactos produzidos, durante as últimas décadas foi dado início a um processo de revisão dos procedimentos técnicos empregados no sistema de drenagem urbana, resultando em significativas reformulações conceituais e práticas. Foi essa nova visão que norteou a elaboração de Estudos de Macrodrenagem Urbana da Estância Turística de Tupã (Plano de Macrodrenagem – composto pelo Plano de Ação Imediata e o Plano de Ação Continuada).

No tocante ao Plano de Ação Continuada (previstas para serem executadas no período de 2014 a 2027), constatou-se durante a elaboração desta pesquisa, que algumas medidas foram executadas em 2012, a exemplo:

Medidas Estruturais:

- Implantação de Parque Linear localizado no encontro do braço direito com o braço esquerdo do Ribeirão Afonso XIII;
- Exigência da implantação de microdrenagem em todos os novos loteamentos.

Medidas Estruturais Extensivas / Compensatórias:

- Aumentar a permeabilidade do solo urbano, por meio de tipologias da infraestrutura verde;
- Aumentar a conectividade dos espaços verdes;
- Bacias de retenção secas;
- Utilização de pavimentos permeáveis;
- Controle da erosão (Voçorocas).

Medidas Não Estruturais:

- Regulamentação do uso e ocupação do solo (principalmente em fundo de vale), pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável;

- Implantação da Taxa de Permeabilidade do Solo, por meio da Outorga Onerosa do Direito de Construir (Solo Criado).
- Implantação e conservação das áreas verdes;
- Manutenção do serviço de limpeza de ruas e manutenção dos canais, e galerias de escoamento de águas pluviais;
- Disposição e destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos.
- Revegetação da mata ciliar do braço esquerdo do Ribeirão o Afonso XIII;
- Foi exigida a previsão dos índices mínimos de permeabilidade como requisito para aprovação de projetos residenciais, comerciais e industriais.

Em âmbito geral, seja pela execução do Plano de Ação Imediata ou pela antecipação da execução do Plano de Ação Continuada, é possível constatar seus benefícios na melhoria da qualidade ambiental da cidade e de vida população, o que pode ser verificado a partir dos efeitos institucionais e ações consolidadas decorrentes do Plano de Macrodrenagem.

Por fim, no que se refere à infraestrutura verde verificou-se que apenas algumas tipologias foram implantadas (Reservatório de detenção, aumento da permeabilidade pela implantação de parques, praças e jardins, bem como, pelo uso de pavimento permeáveis), inclusive antecipando as ações previstas no Plano de Ação Continuada. Deve-se destacar que as tipologias da infraestrutura verde que foram implantadas estão contribuindo para qualidade ambiental da cidade, pois aumentaram a área permeável e criaram novos espaços de uso múltiplo para a população tupãense.

4 PARQUE AMBIENTAL NO CÔNEGO REBOUÇAS

Em 2009, a Secretaria de Planejamento e Infraestrutura - SEPLIN do Município de Tupã, em razão da gravidade e complexidade dos problemas decorrentes de períodos de chuvas intensas, que por décadas causou danos materiais e sociais não mais toleráveis, antecipou diversas ações previstas no Plano de Ação Continuada, abrangendo medidas estruturais e não estruturais, dentre elas destaca-se a intervenção na nascente do Cônego Rebouças, com execução de redes de galerias (quatro linhas de tubos Armco) como uma das medidas destinadas a combater a voçoroca existente no local (Figura 03).

Figura 03 – Cenário Futuro do Parque Ambiental no Cônego Rebouças



Fonte: BENINI, 2015.

Além das medidas descritas acima, para contenção do intenso processo erosivo – já em estágio de voçoroca - existente no Cônego Rebouças a Prefeitura Municipal de Tupã licenciou essa área junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, como um aterro de resíduos da construção civil, para posteriormente implantar no local um Parque Ambiental.

Para a SEPLIN (2012), a implantação do Parque Ambiental, além de possibilitar a recuperação da área degradada, através da revegetação de todo o espaço, com espécies vegetais específicas para esta finalidade, contribuiria de forma positiva com a implantação de mais um equipamento de uso público para uma região, onde as demandas por espaços de recreação, lazer e atividades esportivas, tendo em vista que permitiria que a população local poderia usufruir de um espaço multifuncional, o qual conjugaria diversos equipamentos destinados a atividades socioculturais, inseridos em uma ampla área verde (Figura 04).

Figura 04 – Cenário Futuro do Parque Ambiental no Cônego Rebouças



Fonte: SEPLIN, 2012

No que se refere à proposta para implantação do Parque Ambiental, foram observados vários aspectos ligados à condição ambiental do local, demarcadas as nascentes existentes, delimitado o caminho natural das águas pluviais, verificadas as condições do solo, e demarcado o espaço utilizado com aterro de resíduos da construção civil. Todo esse cuidado permitiu a elaboração de uma proposta capaz de responder e se adequar às demandas ambientais e às necessidades de novos usos, respeitando as fragilidades do meio, e as normas ambientais e urbanísticas ao propor a revegetação com espécies nativas específicas para esta finalidade, além de limitar o índice de construção a 5% da área total.

Outro ponto que merece destaque no projeto, são áreas vegetadas para a proteção de nascentes e retenção de água e como medida estratégica para a melhoria de infiltração de água e preservação e conservação desses elementos que figuram como pontos de conexão ao interligarem massas arbustivas formando pequenos corredores de massa vegetal que passeiam pelo espaço formando um cenário paisagístico diferenciado, numa tentativa de resgate da biodiversidade local.

5 CONCLUSÕES

A cidade de Tupã, a exemplo do que tem ocorrido em diversas localidades urbanas do país, tem registrado com frequência a fragilidade da infraestrutura do sistema de drenagem urbana diante de precipitações mais expressivas, aliada à impermeabilização do solo urbano, com a carência de galerias pluviais e o alto déficit áreas verdes, os quais colaboram para ocorrência e agravamento desses eventos.

A elaboração e implantação do Plano de Macrodrenagem (Plano de Ação Imediata e o Plano de Ação Continuada) da cidade para Tupã, mesmo considerando que se encontra em fase de execução, pode ser considerada uma iniciativa exemplar para o processo de gestão urbana, por demonstrar a preocupação do gestor público em incorporar o processo de planejamento em sua gestão visando a melhoria da qualidade de vida da população no município e serve de exemplo às demais municipalidades de que problemas urbanos existem, mas basta ter vontade política para buscar as soluções pertinentes.

Diante do exposto, considerando o universo da pesquisa apresentada, conclui-se que a infraestrutura verde deve ser considerada como concepção sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana. Desta forma, esta pesquisa recomenda a utilização das tipologias da infraestrutura verde como elemento urbanístico multifuncional para estruturação da paisagem, contribuindo assim para o gerenciamento das águas pluviais, bem como, para lazer, recreação e para qualidade ambiental do espaço urbano.

REFERÊNCIAS

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 . 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 > Acesso em 03 set. 2019.