

Renaturalização de cursos d'água em Manaus/AM**Renaturalization of water courses in Manaus – AM**

DOI: 10.34188/bjaerv3n3-145

Recebimento dos originais: 20/05/2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

Adelina Cristina A Chaves

Graduanda do curso de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas / Departamento de Infraestrutura - DAINFRA

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM

Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus - AM, 69020-120

E-mail: adelinacristina@gmail.com

Iraúna Maiconã Rodrigues de Carvalho

Graduando do curso de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas / Departamento de Infraestrutura - DAINFRA

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM

Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus - AM, 69020-120

E-mail: iraunaaa@gmail.com

Jussara Socorro Cury Maciel

Doutorado em Planejamento de Transporte e Logística pela Coppe/ UFRJ

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM

Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus - AM, 69020-120

E-mail: jussaracury7@gmail.com

RESUMO

A cidade de Manaus possui importantes bacias hidrográficas que apresentam altos índices de poluição, ocupação das margens, redução de drenagem natural e acúmulo de resíduos sólidos. Tais áreas precisam de alternativas que possibilitem mudança da paisagem de forma positiva, melhorando a qualidade dessas áreas, a mobilidade e o lazer da comunidade. Este trabalho identifica e mapeia os principais igarapés e cursos d'água das bacias hidrográficas de Manaus e propõe alternativas para renaturalização das áreas dos igarapés, visando garantir o retorno dos cursos d'água em sua plenitude. Utiliza-se de mapas hidrológicos, georreferenciados, das bacias de Manaus, pesquisas dos órgãos públicos e revisão bibliográfica de cientistas locais, que investigam a recuperação dos leitos de rios. Daí, delimita as bacias hidrográficas e propõe alternativas para renaturalização dos cursos d'água. Visa, dessa forma, contribuir com a discussão referente a sustentabilidade ambiental e contribuir com conscientização pela necessidade de implementação de ações com responsabilidade socioambiental.

Palavras-chave: Renaturalização de Rios, Bacias Hidrográficas de Manaus, Sustentabilidade

ABSTRACT

Manaus City has important urban watersheds that have high pollution levels, margins occupation, reduction of natural drainage and solid waste backlog. Such areas need alternatives that enable the landscape to change positively, improving the quality of these areas, mobility and leisure in the community. This work identifies and maps the main streams and water courses in the Manaus's watersheds and proposes alternatives for the naturalization of the streams' areas, aiming to guarantee

the return of the water courses in their fullness. It uses georeferenced hydrological maps of the Manaus's watersheds, research by public agencies and a bibliographic review by local scientists, who investigate the recovery of riverbeds. Hence, it delimits the watersheds and proposes alternatives for the renaturalization of watercourses. In this way, it aims to contribute to the discussion regarding environmental sustainability and contribute to raising awareness of the need to implement actions with socio-environmental responsibility.

Keywords: Renaturalization of rivers and streams, Manaus's watersheds, Sustainability

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus possui bacias hidrográficas com inúmeros igarapés distribuídos por toda sua extensão. De acordo com Trata Brasil (2018) na cidade de Manaus, somente 10,18% do esgoto é coletado e apenas 23,80% é tratado. A maior parte do volume de esgoto é despejada diretamente nos igarapés, lagos e no Rio Negro.

O levantamento traça um panorama das 100 maiores cidades do Brasil. O indicador de coleta de esgoto, que também avalia quanto da população tem acesso ao serviço, demonstrou as fragilidades do saneamento básico em Manaus.

Observa-se ainda que, Manaus apresenta várias drenagens naturais (igarapés) em sua área urbana, mas poucos planos de saneamento e preservação desses cursos d'água apesar da proximidade de duas calhas importantes como as do Rio Negro e Solimões.

Outras cidades, como o caso de Seul, na Coreia do Sul, que revitalizaram drenagens naturais antes aterradas e adensadas para o trânsito da cidade, refizeram seus planos urbanos e desaterraram os cursos d'água. Manaus ainda conta com bacias urbanas importantes, tais como: a do Educandos, São Raimundo, Aleixo, Tarumã, do Quarenta e Mindu, que estão morfologicamente preservadas, mas que precisam de um novo olhar quanto a qualidade dessas áreas e uma possível requalificação como elementos estruturadores do desenvolvimento da cidade com possibilidades para melhorar a mobilidade e os espaços de lazer das pessoas.

Este trabalho utiliza mapas hidrológicos georreferenciados das bacias de Manaus, pesquisas dos órgãos públicos e revisão bibliográfica de cientistas locais, que investigam a recuperação dos leitos de rios.

Como resultado, apresenta o mapeamento os principais igarapés e cursos de água das bacias hidrográficas de Manaus e propõe alternativas para renaturalização das áreas dos igarapés, de modo a garantir o retorno dos cursos de água em sua plenitude.

2 ALGUNS CONCEITOS

Travassos (2010), traduziu e adaptou os termos frequentemente utilizados nas ações de cunho ambiental em rios, os quais são a seguir apresentados:

- vi) Restauração (ou Restauo) – É o restabelecimento da estrutura e da função de ecossistemas. O processo objetiva voltar, tanto quanto possível, às características, antes observadas, da ocupação humana. O processo de restauro faz uma reestruturação geral da estrutura, da função e do comportamento, dinâmico, mas autossustentável, do ecossistema.
- ii) Reabilitação – Recuperação parcial de processos e funções de um ecossistema, inclui medidas estruturais e “recuperação assistida”, que consiste na remoção de algum distúrbio para que o processo natural se recupere. Não se trata aqui de recuperar uma situação original, mas de estabelecer paisagens que sejam estáveis do ponto de vista hidrológico e geomorfológico.
- iii) Preservação – Atividades que visam manter as funções e características de um ecossistema, protegendo-o de uma futura degradação.
- iv) Mitigação – Compensação por algum dano ambiental, conjunto de medidas que tenham como objetivo minorá-lo. Essas medidas podem acontecer no próprio local da degradação, ou em outro. Podem envolver o restauro de um ecossistema para uma condição socialmente aceita, ainda que não original.
- v) Naturalização – Objetiva estabelecer um sistema hidrológico e morfológico variado, sistemas que sejam dinâmicos e estáveis, capazes de servir de suporte a ecossistemas saudáveis e biodiversos, mas sem referência a um sistema preexistente.
- vi) Criação – Formação de um sistema. Como exemplo, os alagados.

3 PRINCIPAIS INICIATIVAS NO BRASIL E NO MUNDO

Projeto Swith (2005) – iniciativa da União Européia para troca de experiências, informações e conhecimentos referentes à gestão das águas nas cidades, tem por objetivo a formação das alianças de aprendizagem (learning alliances). Com sede na cidade de Delft, Holanda, local que também sedia a UNESCO-IHE Institute for Water Education, instituto fundado em 2003 para realizar pesquisas, ensino e atividades nas áreas de água, meio ambiente e infraestrutura. O instituto está localizado em Delft, na Holanda, e foi fundado pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). O projeto Swith é formado por uma rede de 15 países e 32 instituições, sendo coordenado pelo UNESCO-IHE.

O Brasil, representado pela Universidade Federal de Minas Gerais e pelo Município de Belo Horizonte, tem participação no projeto Switch, devido ao envolvimento e participação efetiva destas

duas instituições no projeto intitulado Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte, que tinha como principal princípio norteador a valorização das águas urbanas no sentido da não exclusão destas e, sim, da sua inclusão na paisagem da cidade. Dessa forma, o programa Drenurbs, iniciado em 2001, que tinha por objetivo promover a recuperação ambiental do município de Belo Horizonte, colaborou de forma efetiva para a participação brasileira no projeto Switch (CHAMPS, 2010, apud MACHADO, 2010).

A Agenda 21 foi um dos principais resultados da conferência Eco-92 ou Rio-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. É um documento que estabeleceu a importância de cada país a se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações não-governamentais e todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais. Agenda 21 é um plano de ação para ser adotado global, nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente.

Programa Pró-Água Semiárido – originado por meio de um acordo entre o Governo Federal e o Banco Mundial, tendo entre os seus objetivos maiores disponibilizar água de boa qualidade para o Semiárido brasileiro, possibilitando o desenvolvimento sustentável da região.

4 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS EM RENATURALIZAÇÃO DE RIOS

Os quadros de 1 a 7, abaixo, consolidam informações de experiências internacionais em renaturalização de rios, referem-se a Coreia do Sul; a Alemanha; a Inglaterra; ao bloco: Suíça, França, Alemanha, Holanda, Bélgica e Luxemburgo; ao bloco União Européia; a França e ao Chile, respectivamente.

Quadro 1: Renaturalização do rio Cheonggyecheon.

PAÍS: Coreia do Sul RIO/CÓRREGO/CURSO D'ÁGUA: Cheonggyecheon		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Canalizado sob vias de veículos	Elemento estruturador de áreas prioritárias para pedestres. Seul retirou as vias; restaurou o córrego e devolveu à população um corredor verde em suas margens situadas entre três e cinco metros abaixo do nível da rua.	30% de melhoria da qualidade do ar; redução do nível de ruído; redução do efeito ilha de calor e criação de um corredor de vento; A biodiversidade também deu um salto, agora existem no local 14 espécies de peixes, 18 espécies de pássaros, 41 espécies de insetos. Além disso, o local ganhou: vitalidade econômica; preferência para pedestres; harmonia entre o desenvolvimento e a preservação; mudanças do paradigma da gestão urbana, e; restauração histórica e ecológica.

Fonte: elaborado pelas autoras conf. LEE k.,2006

Na figura 1 podemos verificar um exemplo de renaturalização do rio Cheonggyecheon nos pais asiáticos da Coreia do Sul.

Figura 1: Rio Cheonggyecheon – foto comparativa das três fases do projeto: antes, durante e depois.



Fonte: Foto Namsung, publicada em www.viveraviagem.com.br, fev/201

Quadro 2: Renaturalização do rio Emscher.

PAÍS: Alemanha RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Emscher		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Sofreu um processo de industrialização, a partir de meados do séc. XIX (+100anos): exploração de carvão mineral na região sul do rio; introdução da máquina a vapor. Sofreu o processo de desindustrialização, o ambiente resultante estava extremamente degradado em seus vários aspectos, com impactos negativos sobre a qualidade de vida: rios poluídos; solo contaminado com metais pesados e nível elevado de emissões tóxicas industriais.	Seg. Alve(2006), o rebaixamento do solo (com até 30 metros de profundidade em alguns pontos), por consequência da extração mineral, impossibilitava a instalação de tubulações subterrâneas. Por este motivo os cursos d'água foram colocados em calhas de concreto. Além disto, foi preciso construir taludes nas margens do rio para que a água não transbordasse nas áreas afundadas. Para vencer estes desníveis, foi necessária também a introdução de equipamentos para o bombeamento contínuo das águas (atualmente 100 bombas).	A forma adotada aborda uma problemática generalizada, situações mais amplas e com simultaneidade, resultando em: renovação da estrutura econômica, recuperação da paisagem e de seus elementos, tendo os cursos d'água como o eixo da paisagem. implantação de distritos industriais, agora para indústrias com tecnologias limpas, em antigas áreas de mineração. urbanização e construção de moradias inovativas, com atuação também no campo social. A renaturalização do rio Emscher é considerada um dos maiores projetos de infraestrutura da Europa.
O projeto para o rio e córregos agrega diversas ações, que vão desde a melhoria da qualidade da água até um novo desenho de seu leito e margens. Visa recompor sua dinâmica e reinseri-los como elementos visíveis na paisagem urbana.		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. IBA- EMSCHERGENOSSENSCHAFT-1990, apud PIMENTEL, 2006

ANTES

Figura 3: Vista aérea de parte da região do Ruhr. Como elemento central, um córrego canalizado nas formas tradicionais para o carreamento dos esgotos. Fonte: IBA-Internationale Bauausstellung Emscher-Park, apud Alves (2008)



DEPOIS

Figura 4: Parks and Gardens in the Ruhr area, Germany. Fonte: publicado em <https://regiopia.com/europe/germany/ruhr-area/ruhr-gardens.html>



Figura 5: A revitalização ambiental do Emscher Park - Alemanha Fonte: publicado em <http://ensaiofragmentados.blogspot.com/2012/02/revitalizacao-ambiental-do-emscher-park.html>



Quadro 3: Revitalização do rio Tâmsa..

PAÍS: Inglaterra		
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Tâmsa (Thames)		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
1878 – seiscentos naufragos morrem por intoxicação da água poluída enquanto tentavam chegar à margem Mau cheiro, epidemias de cólera, entre outros evidenciaram a necessidade de se implantar um sistema de recuperação do rio Foram realizadas sucessivas tentativas de recuperação Suas águas deixaram de ser consideradas potáveis deste 1610.	Na década de 70, os primeiros indícios de recuperação: o reaparecimento do salmão; A partir daí o rio se beneficiou de sucessivos programas de saneamento; A implementação de uma legislação ambiental rígida exigiu que as fábricas deixassem de lançar os dejetos diretamente nas águas do rio O conjunto integrado de ações devolveu a vida ao Rio Tâmsa, recuperando espécies e a qualidade da água. Embora ainda haja problemas com a vazão de esgoto e poluentes, o rio é um exemplo extremamente importante no âmbito da revitalização dos rios.)	O túnel, chamado Tideway, visa expandir a capacidade de tratamento das águas do rio. Ele terá capacidade de armazenamento de 1,5 milhões de m3 de esgoto. o projeto está previsto para ser concluído até 2023. O custo da obra está orçado em US\$ 6,2 bilhões. No entanto, existem inúmeras críticas em relação à execução do projeto, devido aos custos recaírem sobre as tarifas dos consumidores.
	Ainda em desenvolvimento, um projeto que visa a construção de um túnel com trinta quilômetros de comprimento, ao lado do rio, visando a coleta do esgoto e também das águas pluviais.	
O rio Tâmsa está situado ao Sul da Inglaterra com extensão de 294km e uma área de drenagem de, aproximadamente, 130.000km², o que corresponde a 10% da área da Inglaterra e do País de Gales. A população da bacia do Tâmsa é de 30 milhões de pessoas, o que corresponde a 23% da população da Inglaterra e do País de Gales. Esse rio é utilizado, principalmente, para o transporte de cargas e de pessoas, sendo que mais de sete milhões de habitantes se servem dos serviços desse ecossistema. Passa por várias grandes cidades como Londres e Oxford.		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Hill (2010) apud García e Afonso (2013)

Quadro 4: Renaturalização do rio Reno.

PAÍŠ: Suíça, França, Alemanha, Holanda, Bélgica e Luxemburgo RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Reno		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Até meados da década de 50, o rio Reno era conhecido como “rio de ouro”, devido à sua boa qualidade de água e consequente abundância de peixes. No século XX, o rio Reno sofreu vários impactos ambientais decorrentes do crescimento econômico e populacional, com níveis de poluição elevados na década de 1970, além de trechos artificializados por canais para atender a navegação acarretando degradação e a redução de habitats e biodiversidade da bacia do Reno.	1987 – Na Conferência de Strasburgo na França, comissão europeia, constituída por ministros, definiram um plano de ação para recuperar o Reno. O plano definiu metas importantes, para: o combate da poluição, a melhoria da qualidade de água potável e a prevenção de acidentes. 1987 – nova Conferência Internacional, incluiu a recuperação ecológica no programa de ações.	1995 - A redução da poluição em 50% a 70% das emissões mais fortes; 2000 - O retorno do salmão ao rio; 2007 - O Reno é considerado oficialmente um rio limpo, com 95% de todo o esgoto que recebe sendo tratado. Além disso, suas águas acolhem, hoje, 63 espécies de peixes, praticamente tudo o que vivia lá antes da poluição.
(mundialmente conhecido por ser o terceiro maior rio europeu e primeiro em importância econômica, em função do transporte e produção de energia hidroelétrica.		

O rio Reno conta com 1.320km de extensão, dos quais 825km são navegáveis. Sua bacia hidrográfica faz parte de nove países, provendo o abastecimento de água potável para 30 milhões de pessoas.)

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. WEINGERTNER, 2010, apud Garcias e Afonso, 2013

Quadro 5: Renaturalização do rio Danubio.

PAÍS: União Européia		
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Danúbio		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Durante a 2ª Guerra Mundial - preocupação principal era com a navegação O incremento do número de indústria e de atividades ligadas à agricultura resultaram no aumento da quantidade de resíduos gerados e lançados no corpo d'água. Dessa foram, a poluição do rio e a qualidade da água, passa a ser a principal preocupação	1985 até 1994 - período de negociação, tinha como objetivo promover de maneira integrada diretrizes para proteção da qualidade da água e encorajar a comunicação entre as agências de bacias, ONGs e sociedade civil organizada.	1994 – É assinada a Convenção para a Proteção do Rio Danúbio. A cooperação celebrada juntamente com a Convenção continua sendo satisfatória e bem gerenciada.
	A participação pública foi incluída no início do processo de tomada de decisão tendo sido fator facilitador da cooperação e da prevenção de conflitos durante a gestão das águas internacionais naquela bacia Os usos múltiplos da bacia hidrográfica do rio Danúbio são representados por: abastecimento de água potável, agricultura, pesca, criação de animais, atividades industriais nas áreas de química, mineração, papel e celulose, geração de energia hidrelétrica e transporte, sendo este último menos impactante devido a um planejamento de turismo sustentável.	
Rio Danúbio - nasce na Floresta Negra, Alemanha. É o segundo maior rio da Europa com 2.850km de comprimento, sendo o principal afluente do Mar Negro - sua bacia hidrográfica internacional abrange 19 países da Europa).		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Wolf e Newton, 2007 – apud CIBIM,2010

Quadro 6: Renaturalização do rio Sena.

PAÍS: França		
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Sena		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
80% da população concentrada em Paris; 30% atividades industriais (cerca de cinco mil fábricas) dos mais variados setores, tais como papel e celulose, refino de petróleo, agroindústrias e indústrias químicas, estão localizadas ao longo dos seus rios tributários. 1950 – contava apenas com 11 estações de tratamento de esgoto	Revitalização – princípio norteador: considerar não apenas os aspectos referentes à qualidade da água. Mas, também, à qualidade dos habitats da bacia; Já foram implantadas várias medidas de carácter técnico e ambiental. Mas, o programa ainda prever outras medidas a serem implantadas, como a revitalização no tratamento de esgotos 1997-2007 – investimentos no valor de 2,1 bilhões de euros	2008 – Em funcionamento, 2000 estações de tratamento de esgoto; Para os próximos 6anos - previsão de investimento na ordem de 1,5 bilhões de euros; Redução dos índices de cádmio, encontrados nos canos das estações de tratamento; Em desenvolvimento: projetos que visam coletar e tratar as substâncias tóxicas que podem ser drenadas para a bacia por meio das chuvas.
	Workshop – para discutir propostas de redução do consumo de água e destinação adequada dos efluentes da atividade industrial;	

Segundo Casterot (2010), a bacia hidrográfica do rio Sena abrange aproximadamente 20% do território francês, com uma área de 100.000km², recebendo a influência de oito mil cidades e de uma população que totaliza 7,6 milhões de habitantes

Outra informação importante é que, entre as várias pressões exercidas sobre a bacia do Sena, cerca de 20% da produção agrícola da França é oriunda das suas áreas de drenagem.

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Casterot (2010) apud Garcias e Afonso, 2013

Quadro 7: Renaturalização do rio Mapocho.

PAÍS: Chile		
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Mapocho		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
Degradação decorrente de poluição orgânica por falta de rede de esgoto, o lançamento de chorume devido à disposição final inadequada de resíduos sólidos, a ausência de conservação do seu leito e a fragmentação dos espaços urbanos Entre as consequências da degradação, citam-se as alterações na biota e a falta de espaços e de água de boa qualidade, para proporcionar a recreação e o contato direto da população com o rio	1960 – proposto no plano diretor de Santiago a formação de um corredor ecológico para integrar e harmonizar o rio com a paisagem da cidade A proposta não foi efetivada, na época. Mas, a recuperação do Mapocho vem sendo resgatada nos vários planos subsequentes Em 2007 começou o projeto chamado "Mapocho Urbano Limpio" que descontaminou a área urbana do rio.	Durante dois anos foram fechadas 21 descargas de águas residuais, Um coletor de 28,5 km de comprimento recebe os resíduos e permite o tratamento completo de águas residuais na Região Metropolitana. Em outras palavras: deixaram de ser lançados no rio Mapocho mais de 4.500 litros por segundo de águas residuais, o equivalente a 185 piscinas olímpicas de resíduos diariamente. Agora estes são redirecionados, canalizados, tratados e depois descarregados novamente ao rio de forma limpa
localiza-se na região metropolitana de Santiago, com nascentes na cidade de Barnechea, passando por várias comunidades, incluindo as cidades de Providência, Maipu e Santiago. Sua extensão é de, aproximadamente, 110km, sendo que a área de drenagem da sua bacia hidrográfica é 4230km ²		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Reid (2009) apud Garcias e Afonso, 2013

5 EXPERIÊNCIAS NACIONAIS EM RENATURALIZAÇÃO DE RIOS

Os quadros de 8 a 9, abaixo, consolidam informações de experiências nacionais em renaturalização de rios, referem-se ao rio Tietê e ao rio São Francisco, respectivamente.

Quadro 8: Renaturalização do rio Tietê.

PAÍS: Brasil		
RIO/ CÓRREGO/ CURSO D'ÁGUA: Tietê		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
1924 – Já era discutida a crescente poluição do rio; As vias marginais, consolidadas sobre as várzeas, descaracterizam as paisagens naturais; 1930 – Plano de avenidas - os fundos de vale foram vistos como solução para a ampliação do sistema viário urbano, trazendo novas complicações para as questões de drenagem do território;	1998 – O Plano Diretor de Macrodrenagem da bacia do Alto Tietê, visa diagnosticar os problemas existentes ou previstos no horizonte do projeto (2020) e determinar, do ponto de vista técnico-econômico e ambiental, as soluções mais interessantes. O Projeto Tietê, executado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), é uma das maiores obras de drenagem urbana do Brasil e faz parte do Programa	Mesmo com todas as modificações no uso e ocupação do solo e os novos planos diretores, o uso do fundo de vale com sistema viário continua sendo implantado no Município de São Paulo; Observa-se que, quando ocorrem falhas de projeto ou estes são superados pelas modificações das características da bacia hidrográfica, as soluções adotadas consistem na revisão dos cálculos e readequação do

Vários planos para resolver os problemas da drenagem no município se sucederam. A evolução da ocupação urbana exigiu a sucessiva revisão das vazões de projeto; A mesma defasagem entre capacidades e demandas hidrológicas também é verificada em diversos rios e córregos que sofreram intervenções na Região Metropolitana de São Paulo.	de Combate às Inundações da Região da Grande São Paulo. O Projeto é uma parceria do Governo de São Paulo com o Japan Bank for International Cooperation (JBIC) que financia 75% das obras.	sistema, sem a análise ou consideração de outras soluções. Observa-se que a apresentação de projetos de renaturalização que não preveem espaços para a recuperação da vegetação e do traçado meândrico do rio ao longo de suas margens é tão inadequada quanto os projetos de canalização de um curso d'água.
Principal corpo hídrico do Estado de São Paulo, no trecho em que atravessa a capital, distando apenas 150 km de sua nascente em Salesópolis.		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Brocaneli-Stuermer (2008)

Quadro 9: Revitalização do rio São Francisco.

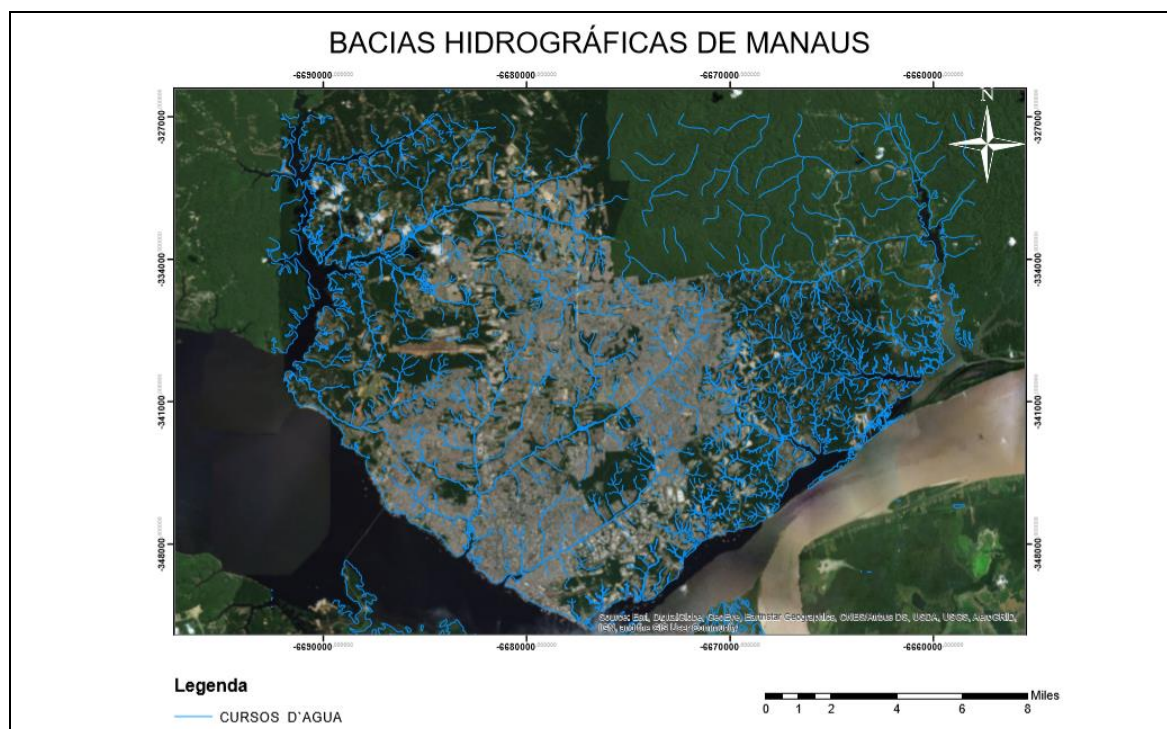
PAÍS: Brasil		
RIO/ CÔRREGO/ CURSO D'ÁGUA: São Francisco		
SITUAÇÃO		PRINCIPAIS CONSEQUÊNCIA
ANTES:	DEPOIS:	
o rio São Francisco apresenta uma extensão de 2.863km, sendo que várias atividades como transporte e irrigação são desenvolvidas ao longo do seu trecho que atravessa áreas rurais e urbanas, justificando, assim, a sua denominação de Rio da Integração Nacional	O Programa de Revitalização do São Francisco foi formatado para atender as seguintes demandas: esgotamento sanitário, controle dos processos erosivos, resíduos sólidos e pequenas obras. Para atender tais demandas, o projeto reuniu em torno de 300 propostas que incluíram, também, ações de controle de poluição, recuperação de mata ciliar e práticas de educação ambiental	O esgotamento sanitário atendeu, inicialmente, todas as 101 cidades localizadas na calha do rio São Francisco, incluindo não só as redes de coleta e estações de tratamento, mas também as ligações das residências às redes coletoras, minimizando, desta forma, problemas sociais e passivos ambientais.
	Com a finalidade de combater os processos erosivos mais acentuados ocasionados pelas enchentes ao longo das margens da hidrovia, foram realizadas obras de recomposição das margens. Para evitar que a erosão e o avanço do rio comprometam a estabilidade física de algumas regiões, elaboraram-se projetos que visam à orientação e distribuição espacial das casas de alguns povoados, como, por exemplo, o projeto de recuperação e urbanização da Vila do Louro, no estado da Bahia	
A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco apresenta dimensões especiais em termos de abrangência. Com uma área de drenagem de 640 mil km² que envolve 13 milhões de habitantes e sete unidades da federação – Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e alguns segmentos do Distrito Federal – a sua revitalização constitui um dos maiores desafios para a gestão de recursos hídricos no Brasil.		

Fonte: elaborado pelas autoras, conf. Garcias-Afonso, 2013

6 BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MANAUS/AM

De acordo com Cprm (2010), possui 10 bacias hidrográficas assim distribuídas: Boa Vista 1, 2 e 3; Aleixo 1 e 2; Igarapé do Gigante; Igarapé do Mindu; Igarapé do Quarenta; Igarapé do Tarumã-Açu e Igarapé do Mindu. As bacias hidrográficas de Manaus possuem inúmeros igarapés que passam por vários bairros das diferentes zonas da cidade, os quais são mostrados na Figura 6, abaixo:

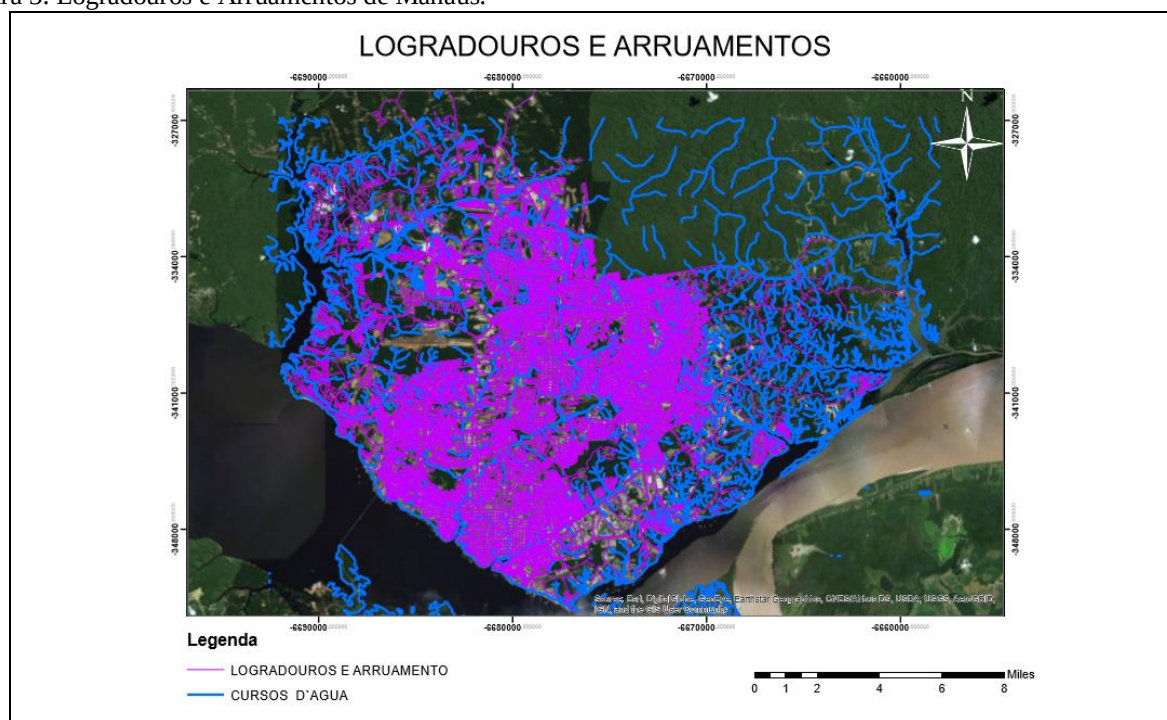
Figura 2: Mapa georeferenciado das Bacias Hidrográficas de Manaus



Fonte: Implurb/PMM (2020)

A figura 7, abaixo, mostra o intenso arruamento nas áreas abrangidas pelas bacias hidrográficas de Manaus.

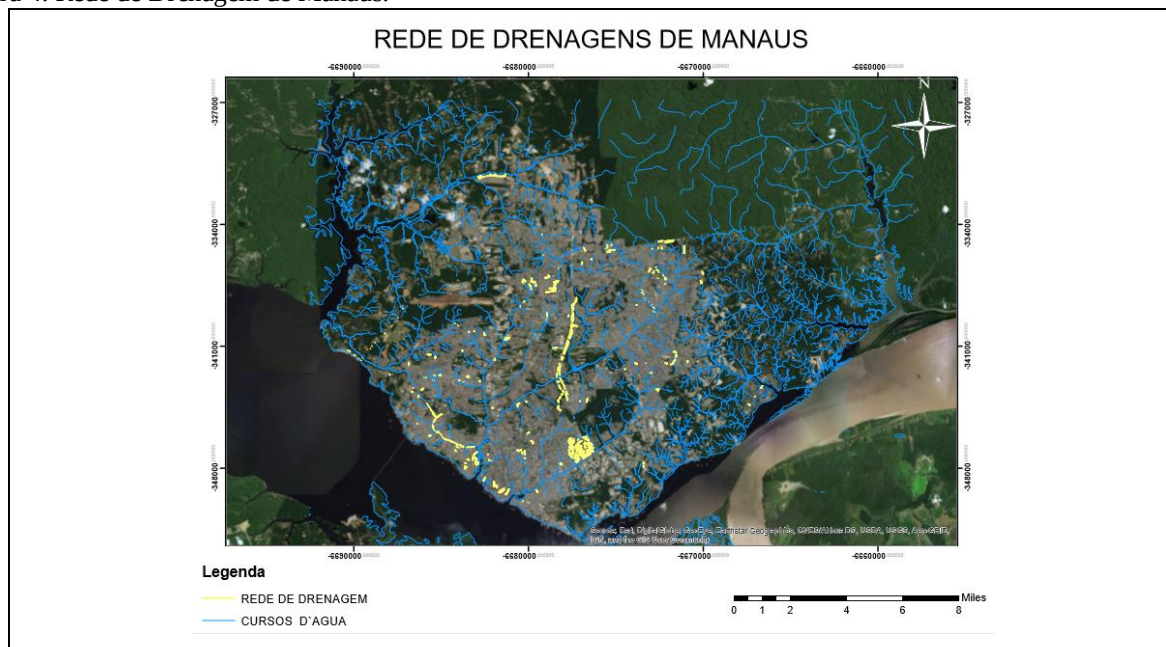
Figura 3: Logradouros e Arruamentos de Manaus.



Fonte Implurb/PMM, 2020

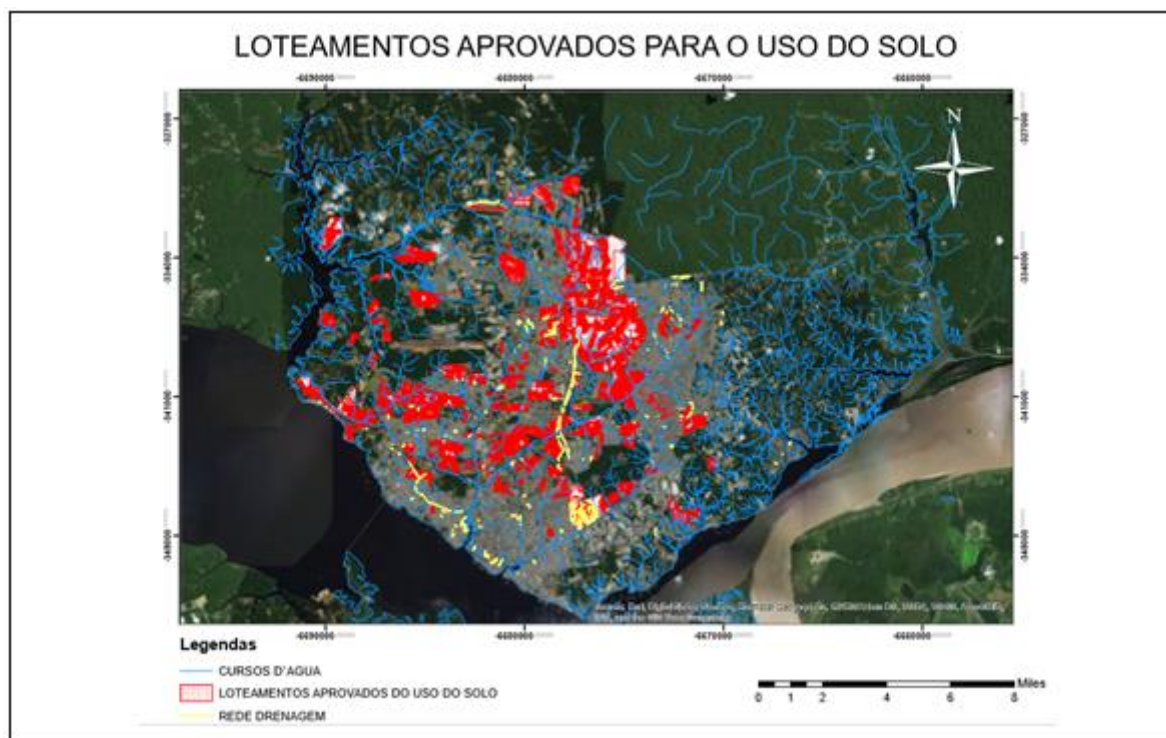
Apesar do intenso arruamento, chama a atenção a reduzida rede de drenagem, mostrada na Figura 8, abaixo. Mesmo considerando apenas os loteamentos aprovados pela prefeitura para uso do solo. A figura 9, abaixo, mostra os loteamentos cadastrados pela Prefeitura de Manaus/AM.

Figura 4: Rede de Drenagem de Manaus.



Fonte: Implurb/PMM, 2020

Figura 5: Loteamentos aprovados para o uso do solo



Fonte: Implurb/PMM, 2020

Manaus, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) atingiu, em 2019, a marca de 2.182.763 habitantes, tornando-se a 7ª cidade mais populosa do país. No entanto, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2019), somente 12,32% do esgoto é coletado e apenas 47,57% de esgoto tratado por água consumida. A maior parte do volume de esgoto é despejada diretamente nos igarapés, lagos e no Rio Negro, com consequências incomensuráveis para a saúde da população e a sustentabilidade das bacias.



Figura 6: Iniciativa manauara, do prof. Almir Barros Carlos para preservação ambiental.
Fonte: Jornal A Crítica, Manaus/AM



Figura 7: Ausência de saneamento básico
Fonte: Imagens google



Fonte: <http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2014/07/sem-coleta-seletiva-lixo-retirado-dos-igarapes-de-manaus-vai-para-aterro.html>



Fonte: Plafitas – Igarapé do 40
Fonte: <https://amazônica.com.br>

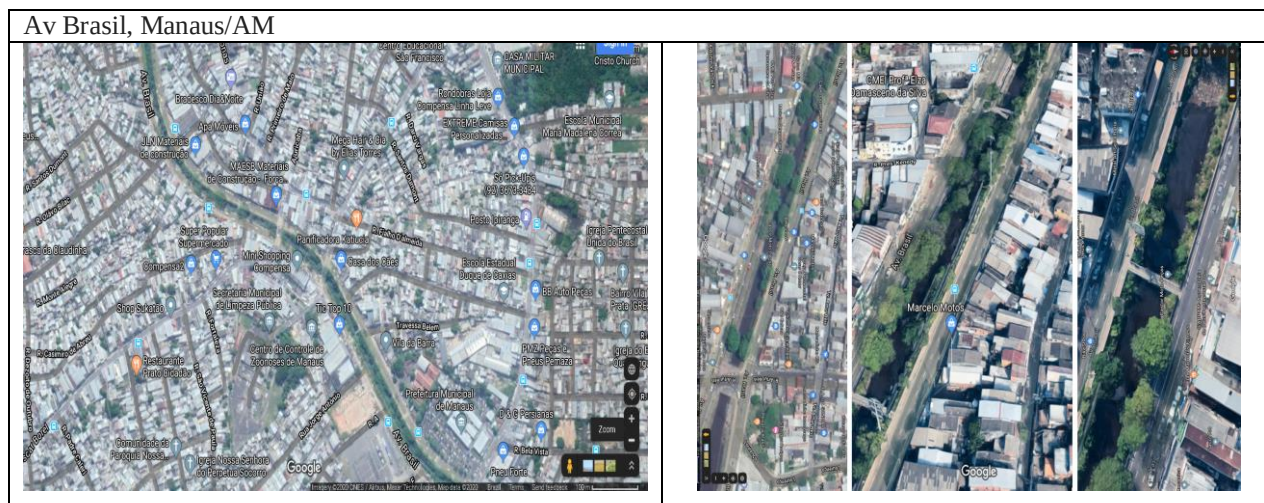
Agravando ainda mais esse quadro, Manaus, embora incrustada na maior floresta tropical do mundo, tem apenas 25,1% de arborização urbana de seus espaços públicos, ficando, segundo o IBGE (2010), na antepenúltima colocação dentre as capitais brasileiras.

7 PROPOSTA DE RENATURALIZAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA EM MANAUS/ PROPOSTA DE RENATURALIZAÇÃO DE IGARAPÉS DA AV. BRASIL

A Avenida Brasil é uma importante avenida da cidade de Manaus, que vai da Estrada da Ponta Negra, na região do bairro Lírio do Vale, passando por todo o bairro da Compensa e, pelos bairros de Santo Antônio, Vila da Prata, Presidente Vargas e São Geraldo em ligação dos bairros da Zona Oeste.

É famosa por ser uma das maiores e mais movimentadas vias da cidade. É a maior via de ligação dos bairros da Zona Oeste ao Centro da cidade. Neste sentido, a avenida Brasil guarda semelhança com a av. de Seul, por onde passava canalizado o rio Cheonggyencheon.

Figura 8: Av Brasil, Manaus/AM.



Fonte: Google Maps

Embora imponente, é impactante a visão do igarapé canalizado, ao longo da avenida, a pouca vegetação e ausência de áreas adequadas, para a mobilidade ou lazer do pedestre, perdendo-se um espaço raro, nas grandes cidades, para a renaturalização dos igarapés que para ali convergem e a oportunidade de implementar melhorias de mobilidade e lazer para a sociedade, além de oportunidades para a economia e turismo.

As exitosas experiências internacionais, como a da Coreia do Sul, por exemplo, apontam os inúmeros benefícios decorrentes da renaturalização dos cursos d'água, para o meio-ambiente e toda sociedade envolvida. Na figura 9 apresenta os exemplos em Seul, Coreia do Sul: Resultado da Renaturalização do rio Cheonggyencheon

Figura 8: Detalhe da av coreana após a renaturalização do rio cheonggyecheon



Fonte: Imagem publicada em <https://projetobatente.com.br/projeto-de-restauracao>

Espera-se com o desenvolvimento dessa proposta, consequências semelhantes as obtidas na Coreia do Sul: melhoria na qualidade do ar; redução do nível de ruído; redução do efeito de ilha de calor e criação de um corredor de vento.

Espera-se também a retorno da biodiversidade. Além de vitalidade econômica, preferência e mobilidade para o pedestre, harmonia entre o desenvolvimento e a preservação ambiental; mudanças no paradigma da gestão urbana e restauração histórica e ecológica.

8 PROPOSTA DE RENATURALIZAÇÃO DE IGARAPÉS DO QUARENTA

O bairro do Educandos, na Zona Sul de Manaus, um dos mais antigos e de maior concentração urbana, com zonas comerciais e industriais no centro da cidade. A bacia do Educandos, tem como mais importante afluente, o igarapé do Quarenta que deságua no rio Negro, o qual banha a cidade de Manaus. O Igarapé do Quarenta é, amplamente, estudado pela sua extensão (38 km), largura média (6m) e profundidade média (50 cm); por possui várias nascentes; mas, principalmente, pela sua degradação socioambiental, contaminação química e acúmulo de resíduos sólidos.

A ocupação desordenada naquele bairro, se mostrou um cenário propício para ocorrências de grandes cheias com histórico de repetições, causando significativos prejuízos ambientais e sociais, como, alagamentos e perdas de materiais, como exemplo o desabamento de casas. Além de incêndios de grandes proporções.

Dada a problemática generalizada e as complexas questões envolvidas, consideramos que a experiência alemã com a renaturalização do rio Emscher, é um excelente modelo, pois mostrou que é possível abordar uma problemática generalizada, em situações mais amplas e com simultaneidade.

Foz de Igarapé do Quarenta, Manaus/AM

Dessa forma, propõe-se que, preserve-se o pouco que ainda resta do ecossistema da bacia do Quarenta promovendo-se: a renaturalização de suas nascentes, a recuperação sistemática e gradativa dos trechos já canalizados e a renaturalização de sua foz no bairro Educandos, onde o ecossistema, com muitas espécies de animais silvestres, ainda tenta resistir. A partir de algumas ações preliminares como: o levantamento da área e identificação dos problemas e potencialidades, cadastro das famílias que ainda vivem em palafitas e mapeando a situação de acesso ao saneamento básico; regularização fundiária que garanta cidadania e justiça social e identificação das áreas passíveis de relocação. A partir daí traça as diretrizes da proposta: i) A urbanização e construção de moradias inovativas, sustentáveis (uma releitura das palafitas e desafio para a engenharia), respeitando a lógica da organização social da comunidade, ao mesmo tempo em que se restaura o percurso meândrico dos igarapés; ii) Regularização fundiária sem grandes deslocamentos; iii) Implantação de saneamento básico com soluções tecnológicas inovadoras para as áreas sujeitas as inundações; iv) Envolvimento dos moradores e beneficiários em processos de qualificação da mão-de-obra local para ações continuadas, manutenção e fiscalização voltada para as questões socioambiental; v) Relocação de empreendimentos/indústrias (recicladores de materiais, serralheiros, moveleiros, etc), organizados em cooperativas e associações com capacitação e incentivo para agregação de valores a seus produtos; vi) Despoluição e renaturalização da bacia do igarapé do Quarenta/Educandos; vii) Recuperação e recriação do sítio histórico das palafitas, da cidade flutuante e da paisagem tendo os cursos d'água com estruturadores do desenvolvimento urbano; viii) Inclusão no planejamento urbano de rigorosa política de educação ambiental; ix) Promoção do turismo ao sítio histórico recriado e à bacia hidrológica renaturalizada e x) Estender, gradativa, a renaturalização da bacia do igarapé do Quarenta/Educandos, até chegar a suas nascentes.

Espera-se com o desenvolvimento dessa proposta, consequências semelhantes as obtidas em Emscher, na Alemanha: renovação da estrutura econômica, recuperação da paisagem e de seus elementos, tendo os cursos d'água como o eixo da paisagem. Recriação de sítio histórico. Mas, também urbanização e construção de moradias inovativas, com atuação também no campo social com dignidade e respeito aos ocupantes pioneiros dessa localidade. A restauração e requalificação das palafitas nas áreas sujeitas as enchentes e a recriação do sítio histórico das palafitas e da cidade flutuante, atenderia aos apelos de preservação e reparação ao patrimônio histórico cultural amazonense e também marcaria uma inflexão na gestão pública enquanto articulação inovadora com os atores envolvidos.

9 CONCLUSÃO

Esse trabalho evidencia que a bacia hidrográfica de Manaus sofre pelas duas principais formas de degradação de rios e redes de drenagens: a poluição e; a erosão com assoreamento do leito dos cursos d'água.

Das experiências internacionais e nacionais, entendemos que a renaturalização dos cursos d'água das bacias hidrográficas de Manaus é urgente, sob o risco de comprometer de forma trágica todo o ecossistema da região e por consequência do Brasil.

As peculiaridades de Manaus como o quantitativo de bacias hidrográficas que ainda têm preservadas suas nascentes, a baixa densidade populacional apesar de ser a sétima cidade mais populosa do, o fato de ser um dos maiores destinos turísticos do Brasil e, especialmente, estar localizada no centro da maior floresta tropical do mundo, deveria levar seus gestores a considerar a renaturalização de seus cursos d'água, tornando-os elementos estruturadores da infraestrutura urbana.

A renaturalização dos cursos d'água de Manaus, além dos benefícios diretos, relacionados com a sustentabilidade da bacia hidrográfica, pela restauração da rede de drenagem e renaturalização dos igarapés. Tem também o potencial de ampliar a percepção da população manauara para as questões relacionadas a sustentabilidade e a consciência socioambiental. Além das possibilidades de dinamizar a economia e de atrair investimentos em turismo. E dessa forma, contribuindo para uma quebra de paradigmas na gestão pública.

A renaturalização dos cursos d'água são fundamentais para a preservação dos rios e demais reservas hídricas. Depende, necessariamente, de uma maior responsabilidade socioambiental, tanto por parte dos políticos, como por parte de toda sociedade envolvida.

REFERÊNCIAS

- BINDER, Walter. Rios e Córregos: Preservar – Conservar – Renaturalizar. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental: SEMADS - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 41 p.: il. Planágua Vol.2. ISBN: 85-87206-04-4. (Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ): Rio de Janeiro, Março/2001.
- BROCANELI, P. F. e STUERMER, M.M: Renaturalização de rios e córregos no município de São Paulo: *Exacta*, vol. 6, núm. 1, pp. 147-156: Universidade Nove de Julho: São Paulo, Brasil, 2008
- CHAMPS, J. R. Projeto Switch, apud MACHADO, In: MACHADO, A.T.G.M: Revitalização de rios no mundo, p. 89-118: Instituto Guaicury: Belo Horizonte, 2010.
- CIBIM, J. C: Bacias Hidrográficas Internacionais: Território, Governança e Perspectiva de Cooperação. Anais do V Encontro Nacional da Anppas: Florianópolis – SC/BR, out/2010
- CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Relatório parcial do projeto estudos hidrogeológicos das Regiões Urbana e Periurbana de Manaus. TED 02/2017 ANA. Relatório técnico. 2018, 274p.
- GARCIAS, C.M e AFONSO, J. A. C. Revitalização de Rios Urbanos. In *Gesta – Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologia Ambiental*, v.1, n.1, p.131-144, 2013 – ISSN: 2317-563X
- IBA - INTERNATIONAL BAUAUSSTELLUNG EMSCHER PARK GMBH/ EMSCHER GENOSSENSCHAFT: Von der Idylle zur Kloake zur Naturnähe – Flußgeschichte ist Zeitgeschichte. In: *Informationen Themenheft* nr. 6. Essen: 1994.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Cidades – Panorama. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>, jan/2020.
- LEE, K: Cheong Gye Cheon Restorations Project: a revolution in Seoul. In: ICLEI
- WORLD CONGRESS, 2006: SciELO International Conference, 26-28 set 2018.
- OLIVEIRA, J. A.; ALECRIM, J. D.; GASNIER, T./ R. J.: Cidade de Manaus: visões interdisciplinares. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas: EDUA, 2003.
- PIMENTEL, Maristela A. A recuperação de rios degradados e sua reinserção na paisagem urbana: a experiência do rio Emscher na Alemanha: Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo: Orientador Prof. Paulo Renato Mesquita Pellegrino: São Paulo, 2003.
- SCHERER e MENDES Filho: Injustiça Ambiental em Manaus: ANPPAS- II Encontro, GT-17: São Paulo, mai/2004.
- SILVA-SANCHEZ, S. JACOBI, P. R.: Políticas de Recuperação de Rios Urbanos na Cidade de São Paulo: Possibilidades de Desafios: *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)*, 2012: <http://www.redalcy.org/articulo.oa?id=513951686008ISSN1517-4115>.

TRATA BRASIL, Instituto: Ranking do Saneamento: <http://www.tratabrasil.org.br>

TRAVASSOS, Luciana R. F. C: Revelando os rios: Novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo: orientadora Marta Dora Grostein: São Paulo, 2010