

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

BRUNA LUIZA HOBI

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE WETLANDS FLUTUANTES EM TRECHO DO  
RIO BELÉM PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DO RIO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2015

BRUNA LUIZA HOBI

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE WETLANDS FLUTUANTES EM TRECHO DO  
RIO BELÉM PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DO RIO**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construções Sustentáveis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de "Especialista em Construções Sustentáveis"

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tamara Van Kaick

CURITIBA

2015

**Apêndice A**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Sistema de Bibliotecas

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### APLICABILIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE WETLANDS EM TRECHO DO RIO BELÉM PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

por

Bruna Luiza Hobi

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 7 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Tamara Simone Van Kaick  
Prof. Orientadora

---

Flávio Bentes Freire  
Membro titular

---

Stella Maris da Cruz Bezerra  
Membro titular

---

Lizete Melo  
Responsável pelos Trabalhos  
de Conclusão de Curso

---

Eloy Fassi Casagrande Junior  
Coordenador(a) do Curso  
UTFPR - Campus Curitiba

## RESUMO

Esta pesquisa tem como principal objetivo fazer uma análise geral de técnicas de wetlands construídos em rios urbanos. Visando à aplicabilidade destes sistemas para o tratamento direto das águas pluviais despejadas no Rio Belém e indireto do próprio rio. Atualmente os rios urbanos se tornaram obsoletos no sentido de terem os seus serviços ambientais perdidos. No município de Curitiba os rios que nascem ou passam pela malha urbana estão altamente poluídos em razão do lançamento de esgoto clandestino, da poluição difusa e dos lançamentos de resíduos sólidos diretamente nos corpos d'água. A pesquisa busca identificar as possibilidades para uma regeneração ambiental, principalmente a melhoria da qualidade da água, e social das áreas de entorno do rio, além de identificar as possibilidades adequadas para a realidade do local. Para isto utilizou-se do levantamento bibliográfico sobre o tema, visitas e registros fotográficos do trecho escolhido, assim como a análise de casos com wetlands flutuantes que utilizaram de novas tecnologias obtendo resultados eficientes e viáveis. Ao final desta pesquisa, foi apresentada uma proposta de implementação do sistema de wetlands no Rio Belém, indicando diretrizes adaptadas para a realidade de Curitiba. Tal como dispostos os benefícios e dificuldades na implantação do sistema.

**Palavras-chave:** Paisagismo urbano. Parques lineares. Rio Belém. Tecnologias sustentáveis.

## ABSTRACT

This research aims to make a general analysis of constructed wetlands techniques in urban rivers. Seeking the applicability of these systems for the direct treatment of storm water discharged into the river Belém and indirectly itself. Currently urban rivers have become obsolete in order to have their environmental services lost. Rivers that originate in Curitiba or passes through the urban area are highly polluted due to the release of clandestine sewage, diffuse pollution and solid waste releases directly into water bodies. The research aims to identify the possibilities for environmental regeneration, especially the improvement of water quality, the social development of surrounding areas of the river, and also identify appropriate possibilities for the reality of the place. In order to do so, we used the literature on the subject, visits and photographic records of the selected area, as well as the review of cases with floating wetlands that used new technologies obtaining efficient and viable results. At the end of this research, a proposal for implementation of the wetlands system in river Belém was presented to indicate guidelines adapted to the reality of Curitiba. As bring forward the benefits and difficulties in system implementation.

**Keywords:** Urban landscaping. Linear parks. Belém River. Sustainable technologies.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - CHEONGGYE STREAM ANTES E DEPOIS .....	12
Figura 2 - TRAJETÓRIA DO RIO BELÉM.....	14
Figura 3 - OCUPAÇÕES IRREGULARES.....	15
Figura 4 - LEITO ORIGINAL DO RIO BELÉM.....	16
Figura 5 - CANALIZADO À CÉU ABERTO.....	16
Figura 6 - RIO BELÉM E EDIFÍCIO JUNTO AO ALINHAMENTO PREDIAL.....	17
Figura 7 - CLASSES DE QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO AIQA .....	19
Figura 8 - EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO AIQA .....	19
Figura 9 - MANILHA DE ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	21
Figura 10 - MANILHA DE ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	22
Figura 11 - REPRESENTAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DO RIO BELÉM E TRIBUTÁRIOS PRINCIPAIS .....	23
Figura 12 - ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO PARQUE DE WETLANDS NO RIO SCHUICHENG .....	28
Figura 13 - FOTO AÉREA DO PARQUE DE WETLANDS NO RIO SCHUICHENG .....	29
Figura 14 - RIO TUEN MUN DESCARACTERIZADO.....	30
Figura 15 - MODIFICAÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO RIO TUEN MUN.....	31
Figura 16 - PLANO MASSA PARA O RIO TUEN MUN.....	33
Figura 17 - CANAL PACO ANTES (ACIMA) E DEPOIS (ABAIXO).....	34
Figura 18 - ÁREA DE INTERVENÇÃO NO CANAL DE PACO .....	35
Figura 19 - BORDAS FLUTUANTES .....	37
Figura 20 - ILHAS FLUTUANTES .....	38
Figura 21 - ÁREA PARA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE WETLANDS.....	41
Figura 22 - SISTEMA DE BORDAS FLUTUANTES PARA TRECHO CANALIZADO DO RIO .....	44
Figura 23 - SISTEMA DE BORDAS PROJAR COM FIBRA DE COCO .....	45
Figura 24 - SISTEMA DE BORDAS PARA TRECHO NÃO CANALIZADO DO RIO .....	45
Figura 25 - PROPOSTAS PARA PROJETO DE REVITALIZAÇÃO PARA O RIO BELÉM .....	47
Figura 26 - COMPARATIVO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO .....	48

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE RELACIONADA AOS RIOS URBANOS.....	10
2.2. RIO BELÉM.....	13
2.2.1 Histórico do Rio Belém .....	13
2.2.2 Qualidade da água .....	17
2.2.3 Identificação das Fontes de poluição .....	20
3. METODOLOGIA.....	24
3.1. LEVANTAMENTO DE ESTUDOS DE CASO COM WETLANDS FLUTUANTES .....	24
3.2. DEFINIÇÃO DO TRECHO DO RIO BELÉM PARA O ESTUDO DE CASO .....	24
3.3. FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO .....	24
3.4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. ESTUDOS DE CASOS QUE UTILIZARAM WETLANDS FLUTUANTES PARA TRATAMENTO DA ÁGUA DOS RIOS .....	26
4.1.1. Caso 1 – Rio Schuicheng.....	26
4.1.2. Caso 2 – Rio Tuen Mun.....	29
4.1.3. Caso 3 – Estuário Paco.....	34
5. PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE WETLANDS NO RIO BELÉM.....	39
5.1 ESTRATÉGIAS ADOTADAS NO PROJETO .....	42
5.2. BENEFÍCIOS E DIFICULDADES EM UMA REVITALIZAÇÃO NO RIO BELÉM.....	49
6. CONCLUSÃO.....	52
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Rio Belém é considerado um dos rios mais poluídos do Estado do Paraná, a poluição provém de várias causas, tais como: falta de esgotamento sanitário em algumas regiões, despejo de resíduos sólidos diretamente depositados no rio, ocupações irregulares ao seu entorno e principalmente, pela rede de águas pluviais onde acontecem muitas ligações clandestinas de esgoto doméstico devido à falta de fiscalização e conscientização da população.

Atualmente o Rio Belém sofre com o descaso e a falta de valorização do Poder Público e dos cidadãos Curitibanos. Diante destes fatores esta pesquisa nasce do pressuposto de que o Rio Belém desempenha um papel socioambiental fundamental para a região de Curitiba e que a implementação dos sistemas de Wetlands e posterior adição de outras unidades de tratamento podem interferir significativamente na qualidade ambiental e na qualidade de vida das pessoas que habitam ou utilizam do espaço. O tema de estudo abrange o Rio Belém e o projeto compreende a região entre o Parque São Lourenço, Bosque do Papa João Paulo II e Centro Cívico. Esta pesquisa tem como objetivo geral realizar um levantamento dos fatores estruturais que devem ser levados em consideração na elaboração de um projeto de tratamento com wetlands flutuantes no Rio Belém.

Com o intuito de atender o objetivo geral do estudo, identificamos os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento de estudos de caso com wetlands flutuantes;
- Definição do trecho do Rio Belém para o estudo de caso;
- Ferramentas de avaliação para a implantação de wetlands no rio Belém;
- Desenvolvimento do projeto para o Rio Belém.

Todavia, necessário enfatizar que o presente trabalho não tem como objetivo a indicação de fórmulas pré-concebidas para a revitalização do Rio Belém, mas sim objetiva indicar diretrizes que podem ser adaptadas para a realidade de Curitiba visando obter resultados viáveis e eficientes, bem como apresentar os benefícios de tal sistema e as dificuldades na sua implementação.



Além disso, o projeto pretende que a intervenção no Rio Belém possa servir como um modelo de paisagismo urbano trazendo empreendimentos e ações de cunho sustentável nos espaços públicos, contribuindo para o desenvolvimento social da comunidade que intimamente estão ligados à qualidade da água e dos espaços naturais oferecidos.

Para tanto, dividimos esta monografia em quatro seções. A primeira apresenta o estudo da importância da sustentabilidade relacionada aos rios urbanos. Logo após, na segunda seção é apresentado o histórico do Rio Belém e seus dados de qualidade de água.

Em seguida, passa-se ao estudo de alguns casos onde foram implementados os sistemas de wetlands, apresentando diferentes estratégias que buscam a despoluição de rios urbanos por meio de alternativas ecológicas.

Por fim, na quarta seção apresentamos diretrizes para um projeto de revitalização do Rio Belém através do sistema de Wetlands, bem como apresentamos os benefícios e dificuldades de sua implementação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Para realizar a pesquisa pretendida, verificou-se a necessidade de entender as relações entre o conceito do termo sustentabilidade com os rios urbanos. Os rios urbanos se tornaram obsoletos no sentido de terem os seus serviços ambientais perdidos, tais como mananciais de águas para o abastecimento, a paisagem e a biodiversidade. Faz-se então uma abordagem sobre este tema a seguir.

### 2.1 A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE RELACIONADA AOS RIOS URBANOS

Os serviços ambientais prestados pela água doce estão relacionados em quatro tipos de serviço, os serviços de provisão onde supre as necessidades de água potável e para serviços industriais e rurais; serviços de regulação; serviços de suporte e serviços culturais o qual está relacionado com o turismo, a recreação e os valores existenciais (GADDA, *et al.*, 2013).

A saúde e o bem estar das pessoas estão intimamente ligados à qualidade da água e dos espaços naturais oferecidos a elas. Os espaços verdes públicos, como os parques, bosques e praças, proporcionam além de benefícios para o meio ambiente, um impacto indireto tanto de âmbito físico quanto mental para o ser humano (LOBODA, 2005). São espaços democráticos que contribuem para o desenvolvimento social da comunidade, incentivam a prática de esportes para uma vida mais saudável, aliviam o stress urbano, influenciando até mesmo nas boas relações entre vizinhos e fazendo com que a população que ali reside desenvolva um sentimento de pertencimento ao local, ajudando para a conservação e segurança do espaço (LONDE, 2014). De acordo com McHarg (2006), existe uma relação muito clara entre saúde e bem estar da população com o design dos espaços naturais construídos. As áreas de recreação devem ser seguras, atrativas e principalmente acessíveis de modo a convidar a população utilizar com mais frequência estes espaços.

Na construção de uma cidade sustentável além da busca pela regeneração da qualidade da água, precisamos reinserir os rios urbanos na paisagem, de modo que conectem os espaços públicos e que valorizem a importância da água para a vida urbana. Não tratando apenas a parte ambiental, mas também econômica, a regeneração da qualidade ambiental dos espaços públicos agrega valor para o mercado imobiliário circundante e não somente afeta o valor econômico das propriedades como promove uma nova forma de ver e utilizar o espaço. Para Darling (1973) o valor da propriedade não depende apenas dos benefícios da própria, mas também das facilidades e benefícios da região onde ela está localizada. Parques urbanos melhoram a qualidade de vida da região circundante oferecendo serviços de lazer e esporte para os moradores da área.

O crescimento demográfico das cidades e as ocupações urbanas sem planejamento prévio promovem a degradação da vegetação nativa e dos recursos hídricos, como exemplo disso o rio curitibano Belém hoje, em quase sua totalidade, deu espaço a grandes avenidas como a grande Av. Mariano Torres, onde seu curso foi retificado e canalizado. Já em trechos onde o rio fica em canais abertos se tornou um verdadeiro esgoto a céu aberto. E as complicações desta relação desajeitada entre cidade e rio não acabam por aí, as cheias transformam-se em inundação, o mau odor é constante, além dos problemas de saúde para aqueles que ainda utilizam o rio para pesca.

No trabalho de Lim (2013) que estuda os impactos causados no uso do solo pela regeneração do Rio Cheonggye em Seoul na Coreia do Sul, sugere que o projeto de restauração teve um impacto direto e imediato na mudança do uso do solo das áreas circundantes ao Rio Cheonggye. Analisando as mudanças no uso do solo ocorridas desde a inauguração do projeto em 2006, o setor comercial e corporativo cresceu em mais de 65%, valorizando o setor imobiliário da região com esta ação. Isto também foi identificado em Curitiba em relação à instalação dos parques e bosques, que valorizaram o setor imobiliário das regiões beneficiadas.

Além dos benefícios econômicos, segundo reportagem da Landscape Performance Series, o projeto de restauração do Rio Cheonggye (FIGURA 1) aumentou consideravelmente a biodiversidade da região em cinco anos, o número

de espécies de plantas aumentou de sessenta e dois para trezentos e oito, de quatro para vinte e cinco foi o aumento para as espécies de peixes no rio, de seis para trinta e seis espécies de pássaros, de cinco para cinquenta e três espécies aquáticas de invertebrados, as espécies de insetos aumentaram de quinze para cento e noventa e duas, de duas para quatro as espécies de mamíferos e de quatro para oito anfíbios. Outros grandes benefícios ambientais foram a redução do efeito de ilha de calor de 3.3° a 5.9° de quatro a sete quadras de distância, e a redução da poluição do ar em 35%, além de atrair muitos visitantes para a região (Landscape Performance Series, 2015).



*Figura 1 - CHEONGGYE STREAM ANTES E DEPOIS*  
Fonte: NCL URBAN DESIGN (2015)

No município de Curitiba os rios que nascem ou passam pela malha urbana estão altamente poluídos em razão do lançamento de esgoto clandestino, da poluição difusa e dos lançamentos de resíduos sólidos diretamente nos corpos d'água. Para melhorar a qualidade e o aspecto dos rios, valorizando-os dentro da estrutura urbana seria importante desenvolver um projeto de restauração paisagística que associasse o tratamento da água destes corpos hídricos.

Dentre os rios que compõe as seis bacias do município de Curitiba o rio que historicamente tem uma importância para a cidade e cuja nascente e foz estão dentro dos limites do município é o Rio Belém, que é atualmente classificado como classe 4, ou seja, poluído (IAP, 2009).

## **2.2. RIO BELÉM**

### **2.2.1 Histórico do Rio Belém**

De acordo com os dados do movimento *Abrace esta Causa* (2015) coordenado pelo Grupo Lumen como iniciativa para a revitalização do Rio Belém, o Rio Belém possui uma extensão de 21km (FIGURA 2), nasce no bairro da Cachoeira e acaba por desaguar no Rio Iguaçu, no bairro Boqueirão. A bacia do rio Belém abrange 35 bairros, entre eles: Ahú, Bom Retiro, Cabral, Centro, Batel, Água Verde, Guaíra, Parolin, Prado Velho, Jardim Botânico, Jardim das Américas, Guabirota, Hauer, Lindóia, Novo Mundo, Xaxim, Boqueirão, Uberaba, Alto Boqueirão, Vila Fanny, Cristo Rei, Barreirinha, Boa Vista, São Lourenço e Mercês.

Localizados em diferentes trechos do Rio Belém existem cinco parques construídos com o intuito de reintegrar o rio ao contexto da cidade, são eles: o Parque nascente do Rio Belém, inaugurado em 2001 para proteger a nascente do rio; o Parque São Lourenço concebido em 1972 com objetivo de controlar a vazão do rio; o Bosque do Papa; o Passeio Público, inaugurado em 1886, para conter as cheias do Rio Belém; e o Jardim Botânico. (Arquivo sem Fonte/multimidia.curitiba.pr.gov.br/2010/00085317.pdf, 2015)

Além de compreender muitos parques e áreas importantes da cidade de Curitiba o Rio Belém drena uma área de aproximadamente 20% da área da cidade onde abriga cerca de 50% da população curitibana. Dessa forma o Rio Belém é ponderado como um rio de grande importância ambiental, social e cultural para Curitiba.

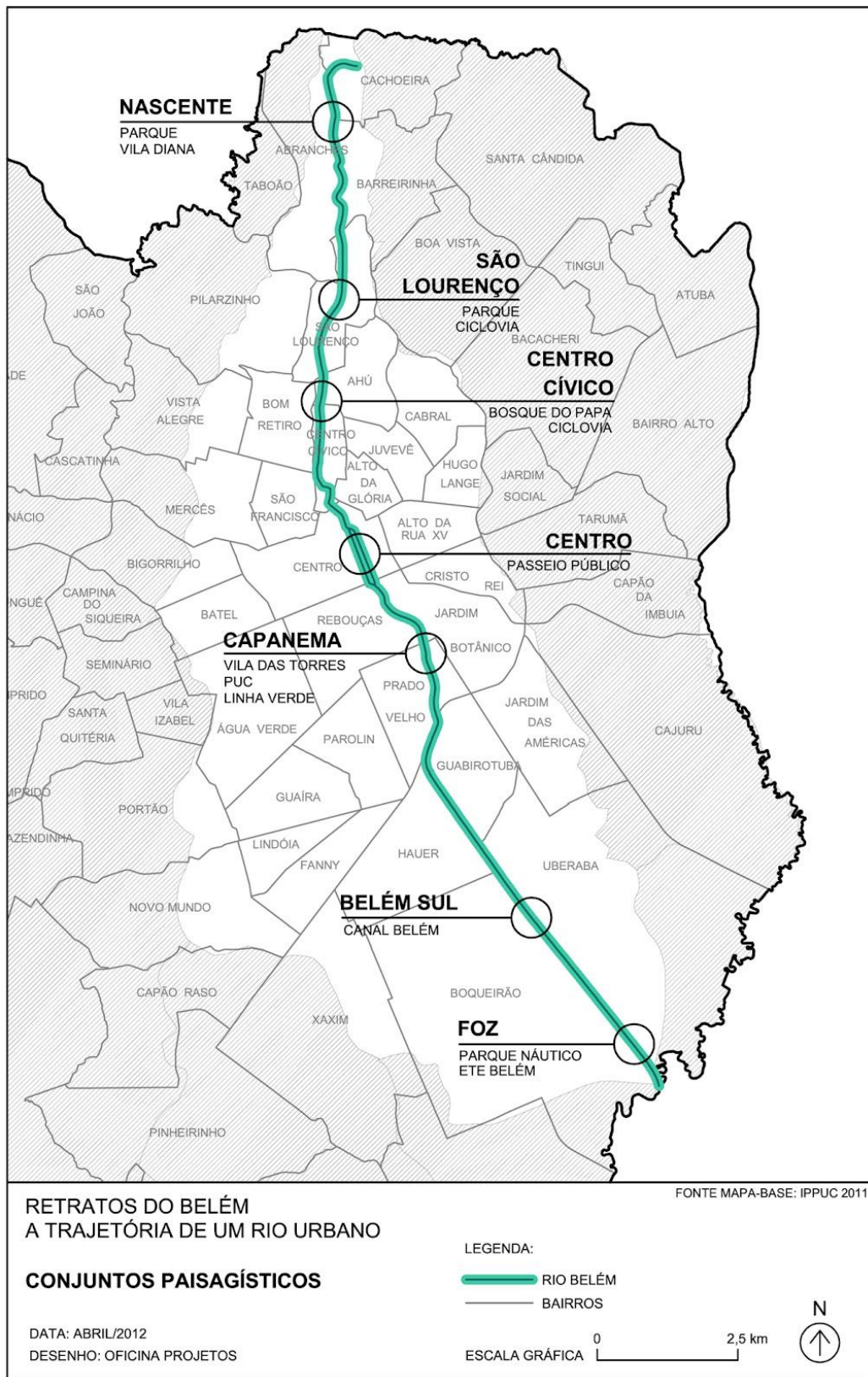


Figura 2 - TRAJETÓRIA DO RIO BELÉM  
 Fonte: RETRATOS DO RIO BELÉM (2015)

No trecho inicial do Rio denominado como Nascente, encontra-se o Cemitério Parque Jardim da Paz, inaugurado em 1980, ocupando a Área de Preservação Permanente e até hoje sem qualquer preocupação em atender a legislação ambiental. Continuando o trajeto, ainda no bairro Cachoeira, percebem-se as Áreas de Preservação Permanente (FIGURA 3) que estão em conflito com a urbanização, onde as ocupações irregulares além de contaminarem o rio também sofrem com as cheias, trazendo conflitos socioambientais.



*Figura 3 - OCUPAÇÕES IRREGULARES*  
Fonte: GABRIEL GALLARZA (2012)

Antes mesmo de chegar ao parque São Lourenço a qualidade das águas já se encontra em más condições. Passando o parque, encontramos um trecho onde o rio ainda apresenta-se em seu leito original (FIGURA 4) e é possível identificar a presença de uma escassa mata ciliar em seus bordos.

Apesar de reconhecida e perceptível a falta de qualidade da água deste rio, é muito comum observar a prática da pesca neste trecho, algumas pessoas por necessidade e outras por esporte.



*Figura 4 - LEITO ORIGINAL DO RIO BELÉM*

Fonte: Autoria própria (2015)

Continuando seu percurso, em direção ao Bosque do Papa o rio já se encontra canalizado e a céu aberto, uma área de bosques porém pouquíssima ou nenhuma mata ciliar e grande densidade em se entorno (FIGURA 5). Esta região é muito particular pois, apesar dos diferentes padrões, todas as residências possuem suas fachadas voltadas para o Rio Belém.



*Figura 5 - CANALIZADO À CÉU ABERTO*

Fonte: Autoria própria (2015)

Em seguida, passando pelo Centro Cívico, ainda encontramos áreas de bosque porém com urbanização que privilegiou os edifícios junto ao alinhamento predial próximo ao rio (FIGURA 6). Na ponte de pedestres o Rio Belém submerge e dá espaço a Avenida Cândido de Abreu, onde termina o trecho de estudo.





*Figura 6 - RIO BELÉM E EDIFÍCIO JUNTO AO ALINHAMENTO PREDIAL*

Fonte: Autoria própria (2015)

Devido a rápida urbanização de Curitiba e ao fato de não ter uma coleta de esgoto eficiente que atenda de forma integral as residências, edifícios e o setor comercial fica claro a necessidade de desenvolver projetos e iniciativas de caráter educacional que possam valorizar os corpos hídricos do município de Curitiba, e desta forma tentar melhorar a qualidade da água dos mesmos.

### 2.2.2 Qualidade da água

A água coletada para abastecimento do município de Curitiba provém da Bacia do Alto Iguaçu onde a Bacia do Rio Belém faz parte entre as cinco bacias dos afluentes da margem direita do Rio Iguaçu.

A influência da urbanização na qualidade da água da Bacia do Alto Iguaçu já pode ser notada. De acordo com a SEMA, as bacias que drenam as águas de Curitiba até o Rio Iguaçu se encontram em regiões altamente urbanizadas, se analisarmos o corpo principal do rio Iguaçu podemos notar que ele está bastante prejudicado, com alto teor de coliformes, matéria orgânica e baixo teor de oxigênio na água. (SEMA - Bacias Hidrográficas do Paraná, 2013)

O Rio Belém é um dos rios mais poluídos do Paraná desde 1991 de acordo com reportagem do Retratos do Belém (2015), a poluição provém da falta de esgotamento sanitário em algumas regiões, dos resíduos sólidos diretamente depositados no rio, ocupações irregulares e principalmente pela rede de águas

pluviais onde acontecem muitas ligações clandestinas de esgoto devido à falta de fiscalização e conscientização da população. Ele também sofre de desequilíbrios ambientais em consequência destas poluições, como dos desmatamentos e principalmente em função da alteração do seu formato inicial pelo processo de retificação e canalização do rio e da alta impermeabilização do solo urbano.

Mais recentemente em reportagem feita pela Gazeta do Povo (2015) foi apresentado um alerta sobre o estado de conservação dos lagos dos parques Curitibaanos, inclusive aqueles que se encontram no percurso do Rio Belém, que estão em estado de degradação.

O IAP - Instituto Ambiental do Paraná - é o responsável pelo monitoramento da qualidade das bacias do sistema do Alto Iguaçu. O sistema de avaliação da qualidade das águas é baseado de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

A chamada AIQA - Avaliação integrada da qualidade da água é feita através de coleta e estudos feitos pelas estações de amostragem do IAP localizadas em pontos estratégicos dos rios.

Os resultados obtidos pelas estações de amostragem do Rio Belém entre 2005 a 2009 apontam a baixa qualidade da água (FIGURA 7) onde ficam classificadas em sua maioria como "muito poluída" e "extremamente poluída".

**Figura 7 - Classes preponderantes de qualidade da água, para os períodos de 2005 a 2009, da sub-bacia do Rio Belém com parâmetros violados para classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005**

ESTAÇÃO	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
AI56	OD, DBO, P total, N amoniacal e <i>E. coli.</i>	0,95	 <b>Poluída</b>	83% Classe 4 17% Fora de Classe
AI65	OD, DBO, P total, N amoniacal, Toxicidade, Turbidez e <i>E. coli.</i>	1,22	 <b>Extre Poluída</b>	17% Classe 4 83% Fora de Classe
AI64	OD, DBO, P total, N amoniacal, Toxicidade e <i>E. coli.</i>	1,22	 <b>Extre Poluída</b>	25% Classe 4 75% Fora de Classe
AI19	OD, DBO, P total, N amoniacal, Toxicidade e <i>E. coli.</i>	1,22	 <b>Extre Poluída</b>	25% Classe 4 75% Fora de Classe
AI67	OD, DBO, P total, N amoniacal, Toxicidade e <i>E. coli.</i>	1,20	 <b>Muito poluída</b>	25% Classe 4 75% Fora de Classe
AI66	OD, DBO, P total, N amoniacal, Toxicidade e <i>E. coli.</i>	1,20	 <b>Muito poluída</b>	25% Classe 4 75% Fora de Classe
AI15	OD, DBO, P total, N amoniacal, Toxicidade e <i>E. coli.</i>	1,22	 <b>Extre Poluída</b>	25% Classe 4 75% Fora de Classe

*Figura 7 - CLASSES DE QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO AIQA*

Fonte: IAP, AIQA (2005/2009)

**Figura 8 - Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA - Rio Belém - Montante Parque São Lourenço (AI56)**



*Figura 8 - EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO AIQA*

Fonte: IAP, AIQA (2005/2009)

O Rio Belém está enquadrado pela resolução do CONAMA como classe 2 que se refere aos usos da água:

"III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca."

Fonte: MMA, CONAMA 357/2005

Segundo os resultados obtidos pelos relatórios de AIQA do IAP os rios da bacia do Rio Belém encontram-se fora da classe 2 determinada pelo CONAMA, com parâmetros de classe 4 e até mesmo em algumas amostragens aparece como "fora de classe".

"V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação
- b) à harmonia paisagística."

Fonte: MMA, CONAMA 357/2005

Percebe-se que apesar da importância fundamental dos rios curitibanos na constituição da cidade, atualmente sofrem com o descaso e a falta de valorização dos mesmos para a paisagem urbana, o que remete a fala de Duarte (2006):

"... passando de um importante eixo estruturador do traçado urbano, até a primeira metade do século 20 para se tornar um "problema" ambiental e urbano..." (DUARTE, 2006).

### 2.2.3 Identificação das Fontes de poluição

Segundo Andrade (2009), em se tratando de rios urbanos podemos identificar como Fontes de deterioração o assoreamento, a degradação da mata nativa, a impermeabilização do solo, agrotóxicos, o esgoto residencial clandestino, efluentes industriais, o esgotamento pluvial e a drenagem urbana. A água destinada ao

consumo humano está cada vez mais escassa. Ao se instalarem próximas aos rios, as cidades acabam por exaurir ou desqualificar a água disponível para seu consumo, tendo assim que buscá-la em regiões mais distantes.

Neste presente estudo será abordado a possibilidade de implantação de um projeto voltado ao tratamento das águas pluviais antes de adentrarem ao rio, onde podemos encontrar conexões de esgoto clandestino de diversas Fontes em especial de esgoto doméstico. O serviço de coleta de esgoto na bacia do Rio Belém atende 96,74% (SANEPAR, 2015), porém muitas destas casas têm o esgoto doméstico conectado erroneamente na rede de águas pluviais (FIGURAS 9 e 10), que são lançados diretamente nos rios. Apesar de a SANEPAR realizar inspeções das conexões de esgoto, ainda é clara a necessidade da implementação de medidas corretivas.

De acordo com Kramer (2012) podemos identificar a presença de esgoto doméstico nos corpos d'água pelos contaminantes emergentes. São compostos orgânicos ou sintéticos provenientes do consumo humano como por exemplo produtos de origem farmacêutica.

As amostragens feitas por Kramer (2012) em dois pontos do Rio Belém demonstram que estes contaminantes elevam a quantidade de matéria orgânica dissolvida na água e que, os produtos de origem farmacêutica apesar de encontrados em baixas concentrações, podem ser os principais indicadores da grande concentração de esgoto doméstico em suas águas.



*Figura 9 - TUBULAÇÃO DE ESCOAMENTO DE AGUAS PLUVIAIS*  
Fonte: Autoria própria (2015)



*Figura 10 - TUBULAÇÃO DE ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS*  
 Fonte: Autoria própria (2015)

Na pesquisa sobre avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, BOLLMANN (2008), analisa a influência da urbanização nos resultados de qualidade da água. Mantendo os mesmos pontos de monitoramento existentes na Bacia do Rio Belém (FIGURA 11) ele pode observar que no ponto amostral Rio Belém 1 - RB1, o qual fica inserido dentro do Parque da Nascente, com cobertura vegetal original e pouca urbanização, obteve a melhor qualidade da água em relação aos demais pontos. Adiante, nos pontos RB3 e RB4 foram encontradas ocupações irregulares em área de preservação permanente e despejos de esgoto diretamente no rio. Apesar destas ocupações, o nível de qualidade da água ainda apresenta-se como aceitável. O ponto RB5 possui uma ocupação de média densidade e apresenta ligações clandestinas de esgoto doméstico nas redes de água pluvial. O ponto RB6 fica no Parque São Lourenço, apresenta uma melhoria nos resultados em função de ser um bairro de menor densidade de ocupação e presença de residências de alto padrão.

Do ponto RB07 em direção a sua foz, o rio começa a adentrar nas áreas mais densas da cidade e diminuindo a qualidade da água até chegar ao ponto RB11 no Parque Iguaçu, onde a qualidade eleva um pouco novamente devido ao afastamento do centro de Curitiba.

Nota-se a clara influência da atividade urbana em relação à qualidade dos recursos hídricos e a ameaça para Fonte de abastecimento de água de Curitiba e região metropolitana, visto que a qualidade da água dos corpos hídricos está diretamente relacionada ao abastecimento de água potável. Apesar das diferenças

de qualidade nos pontos amostrais obtidos por Bollmann (2008), nenhum deles se encontra em condições adequadas. Segundo o IAP (2009) todos os resultados obtidos no Relatório de Qualidade da Água vão de poluído à extremamente poluído, sendo que a avaliação indica a extrapolação dos limites determinados pela Resolução CONAMA 357/2005.

Diante de tudo que foi exposto, passaremos agora à exposição e análise de alguns casos onde foram implementados os sistemas de wetlands, apresentando diferentes estratégias que buscam a despoluição de rios urbanos por meio de alternativas ecológicas.

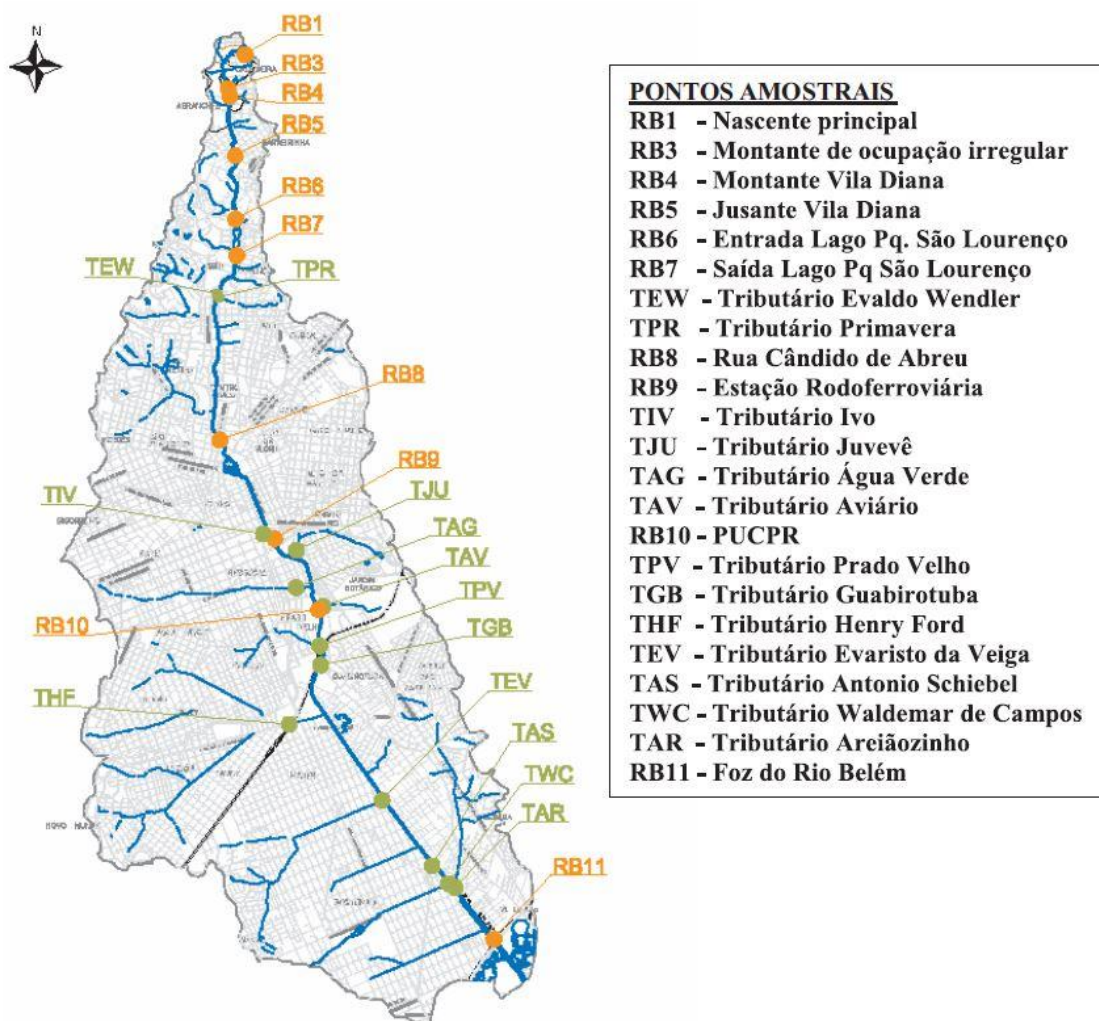


Figura 11- REPRESENTAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DO RIO BELÉM E TRIBUTÁRIOS PRINCIPAIS

Fonte: BOLLMANN (2008)

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. LEVANTAMENTO DE ESTUDOS DE CASO COM WETLANDS FLUTUANTES**

De suma importância para a realização desta monografia de pesquisa fez-se necessário o levantamento de estudos de casos com wetlands flutuantes implantados em diferentes locais ao redor do mundo, a fim de verificar casos práticos que possam servir como diretrizes de implementação à realidade de Curitiba, mais especificamente, do Rio Belém.

Ou seja, buscou-se a avaliação de casos práticos que utilizaram de novas tecnologias com o intuito de obter resultados mais eficientes e viáveis, bem como, analisar os possíveis benefícios e eventuais dificuldades de implementação do sistema.

#### **3.2. DEFINIÇÃO DO TRECHO DO RIO BELÉM PARA O ESTUDO DE CASO**

O segundo passo para cumprimento do objetivo e a elaboração da presente pesquisa, foi à definição do trecho do Rio Belém a ser estudado. Assim, buscou-se a seleção de um trecho com índices ruins de qualidade de água em que já existisse uma boa infraestrutura de parque linear, onde se conecta grandes parques da região de Curitiba. Mas, principalmente, que fosse um trecho que garantisse a visibilidade do projeto para o maior número de pessoas. Assim sendo, o trecho escolhido para a implantação das wetlands compreende o setor do Rio Belém entre o parque São Lourenço e a Av. Cândido de Abreu onde o rio submerge a avenida, com uma extensão de aproximadamente 4km.

#### **3.3. FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO**

Para o alcance de tais objetivos, foi necessária a utilização dos seguintes recursos: revisão bibliográfica sobre o tema, visitas ao trecho selecionado, registros fotográficos do local, análises de dados de levantamentos do IAP, entre outros.



### 3.4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Por fim, tem-se a apresentação e desenvolvimento das diretrizes gerais do projeto, com a explicitação das preocupações conceituais e estruturais para implementação do sistema de wetlands no Rio Belém. Assim como, são apresentadas as estratégias adotadas no projeto para a garantia de sua viabilidade e eficiência, além da demonstração dos benefícios e dificuldades na revitalização do Rio Belém.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ESTUDOS DE CASOS QUE UTILIZARAM WETLANDS FLUTUANTES PARA TRATAMENTO DA ÁGUA DOS RIOS

É um sistema simples utilizado para o tratamento de esgoto doméstico, águas cinzas e esgoto industrial. Este sistema utiliza componentes naturais, se diferenciando dos sistemas convencionais pelo fato de ter um elemento paisagístico além da utilidade no tratamento de esgoto. Os elementos utilizados são plantas e pedras que através de processos físicos, químicos e biológicos atuam no tratamento do esgoto de uma forma eficiente e de baixo custo, de forma a parecerem como jardins filtrantes. Estes sistemas foram desenvolvidos para tratar esgoto doméstico e eventualmente industrial, sendo monitorados e adaptados para esta finalidade (NORTE *et al.*, 2015).

O sistema de wetlands pode ser natural ou construído. Os sistemas construídos vêm sendo amplamente utilizado desde a década de 80, principalmente em países da Europa e Ásia. Os wetlands construídos são projetados para potencializar as funções de um wetland natural e assim melhorar a sua capacidade de tratamento (KNIGHT & KADLEC, 2000).

Devido à poluição dos rios nas áreas urbanas, alguns pesquisadores desenvolveram sistemas de wetlands flutuantes, que inseridos em seu curso mudam a paisagem e proporcionam uma utilidade prática para os mesmos. De forma a tratar a qualidade do próprio rio minimizando os impactos de correntes de lançamentos de esgoto clandestino e poluição difusa (BENDJOURI *et al.*, 2002; CHOW, 2007).

Para esta pesquisa foi realizado um levantamento sobre a aplicação de wetlands flutuantes para auxiliar no tratamento das águas contaminadas de rios. Serão apresentados três estudos de caso no qual os wetlands flutuantes foram planejados, sendo que dois foram implantados.

#### 4.1.1. Caso 1 – Rio Schuicheng

O Rio Schuicheng está localizado em Liupanshui na China, é o rio mais importante para a cidade que se desenvolveu em suas margens. Com a

industrialização e a rápida expansão urbana, o rio perdeu seu leito original e deu lugar a uma nova fase. No ano de 1980, canalizado e retificado, o Rio Schuicheng perdeu sua capacidade natural de depuração da água bem como seu controle de cheias, levando-o a um processo de degradação contínuo (TURENSCAPE, 2015).

Liupanshui foi dominada por décadas pelas indústrias de carvão, aço e cimento. Conseqüentemente o meio ambiente sofreu os efeitos dessa industrialização por meio da poluição do ar e da água. Além desta degradação proveniente das indústrias, a chuva incorpora os fertilizantes químicos oriundos da agricultura praticada nas encostas da cidade e o esgoto e resíduos sólidos de assentamentos irregulares e os carrega até o Rio Schuicheng (YU, 2014).

Sentindo a necessidade de uma melhoria na infraestrutura ecológica da cidade de Liupanshui o poder público municipal tomou a iniciativa e implementou um projeto de recuperação do rio e de suas áreas alagadas (FIGURA 12). Como âmbito do projeto também estava o aumento em área de espaços públicos verdes para lazer e melhoria da qualidade da água e principalmente o valor social que o rio agrega para a cidade de Liupanshui.

A estratégia utilizada para a recuperação do rio foi primeiramente a remoção do canal de concreto onde o rio estava inserido, para restabelecer sua capacidade de autodepuração permitindo também que a vegetação nativa volte a crescer em suas margens e a posterior construção dos sistemas de wetlands os quais ocupariam os espaços onde antes se encontravam os alagados. Desta forma cria-se imediatamente uma maneira de contenção das cheias e permite diminuir o fluxo das águas que correm pelo rio, permitindo o tratamento das águas pluviais de forma ecológica e eficaz (YU, 2014).



Figura 12 - ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO PARQUE DE WETLANDS NO RIO SCHUICHENG  
 Fonte: TURENSCAPE (2015)

As áreas onde foram construídas as wetlands tem como partido projetual remeter aos terraços e as técnicas de cultivo usadas pela população local em tempos primitivos. Transformado, o trecho agora funciona como um parque em meio a grande cidade (FIGURA 13), com caminhos convidativos para o seu interior, calçadas e ciclovias para integrar o espaço urbano com o parque e proporcionar acessibilidade ao rio. Um elemento de grande importância para o parque é a ponte que conecta três pontos importantes do parque com Liupanshui, construída em homenagem a grande história das indústrias de aço e carvão, trazendo a questão social mais uma vez para o projeto (LANDEZINE, 2015; YU, 2014).

As espécies plantadas nas wetlands construídas para fazer a limpeza da água são espécies nativas da região, deste modo o parque exige pouca manutenção. A construção de três tipos de estações de monitoramento no parque foi crucial para avaliar os benefícios alcançados, proteger as wetlands e o ecossistema concebido.

Os três tipos construídos foram respectivamente estações de monitoramento da qualidade da água, monitoramento da qualidade do ar e também da vida selvagem que monitora a fauna e a flora do parque. Os resultados mostram que a

qualidade da água nos lagos está classificada como classe II e III, acima dos critérios estabelecidos pelas normas da China. Os monitoramentos de ar apontam que a qualidade do ar também melhorou e que as zonas úmidas contribuíram para a melhoria do clima e da atmosfera local (MHSDGY, 2015).



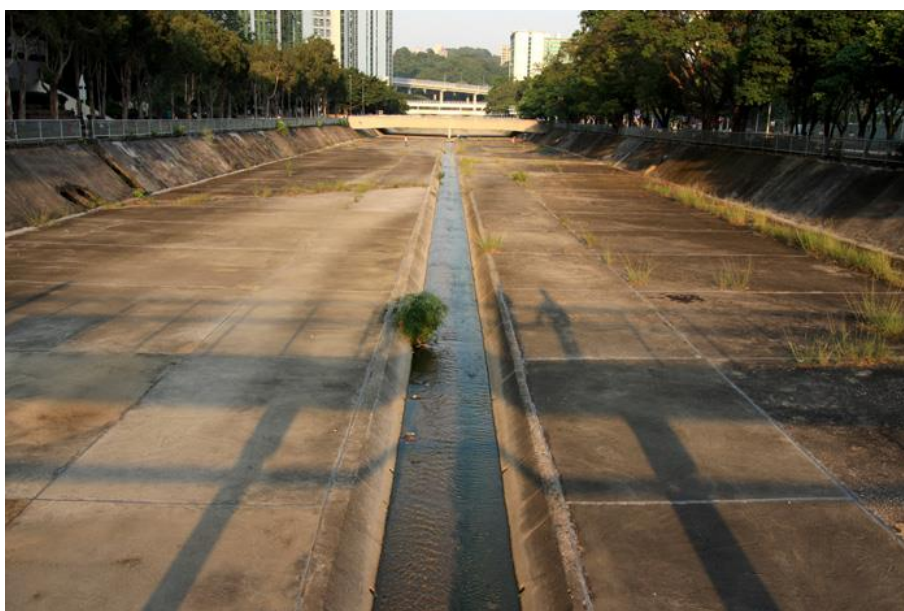
*Figura 13 - FOTO AÉREA DO PARQUE DE WETLANDS NO RIO SCHUICHENG*  
Fonte: TURENSCAPE (2015)

#### 4.1.2. Caso 2 – Rio Tuen Mun

O Rio Tuen Mun de 8,7km de extensão localizado em Hong Kong cidade estado da China, é alvo de estudos de revitalização (GREEN POWER, 2015). Como a maioria dos rios seu leito foi canalizado por grandes paredes de concreto as quais diminuem significativamente a capacidade de infiltração da água das chuvas nas cidades e principalmente, faz com que os rios percam sua capacidade natural de tratamento das águas pluviais. De acordo com o estudo realizado por Chow (2007) a partir do desenvolvimento de um projeto de wetlands construídos para o rio Tuen Mun é possível recuperar essa capacidade de tratamento, potencializar a qualidade ambiental e educacional da cidade, além de oferecer áreas adequadas para o lazer.

Hoje o Rio Tuen Mun encontra-se totalmente descaracterizado, com sua vegetação costeira e biodiversidade destruídos (FIGURA 14). As primeiras comunidades de Hong Kong se desenvolveram em torno deste rio, sendo assim hoje possui uma grande densidade demográfica ao longo de seu curso, enquanto a

maioria dos seus afluentes drenam áreas rurais e periferias urbanas, afetando de maneira negativa a qualidade da água (GREEN POWER, 2015). A área de estudo determinada por Chow (2007) abrange uma extensão de 4,2km do rio, uma região onde a predominância de uso do solo é residencial com problemas de inundação e principalmente problemas de destinação de esgoto doméstico e industrial. Apesar do Rio Tuen Mun ter duas estações de tratamento em seu leito, o esgoto não é tratado de forma eficiente e é despejado diretamente no mar, o que também afeta diretamente na qualidade da água das praias da região (CHOW, 2007).



*Figura 14 - RIO TUEN MUN DESCARACTERIZADO*  
Fonte: GREEN POWER (2015)

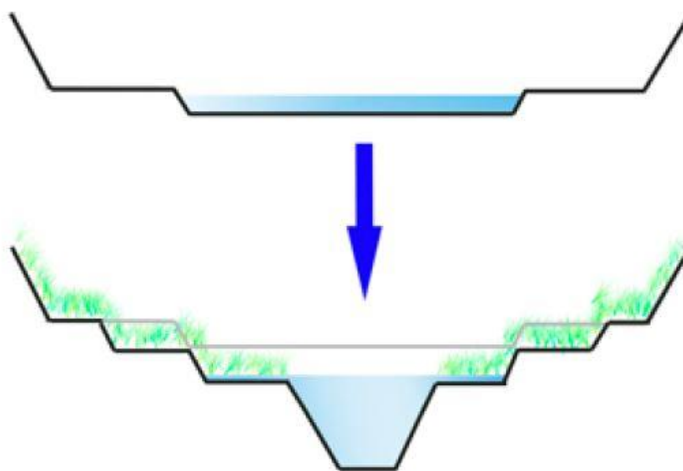
As estratégias adotadas no projeto proposto para o Rio Tuen Mun abrangem diferentes soluções para cada tipo de problemática. Elas podem ser divididas basicamente em: criação de áreas de wetlands para melhoria da qualidade da água; barragens infláveis para o controle de cheias e implantação de lagos para melhoria do microclima.

Previamente onde seriam implantados os wetlands os locais eram alagados facilitando assim a transformação dos espaços. Os wetlands funcionam como uma “esponja”, eles recebem a água da chuva a qual fica retida e vai sendo liberada de forma lenta. Neste processo a água da chuva é filtrada e passa por um processo de

limpeza onde a matéria orgânica e a poeira são removidas da água antes de chegar ao corpo principal do rio. Estes locais onde serão implantados os wetlands vão aprimorar a qualidade da água para que, ao chegar nas duas estações existentes, atue como um tratamento preliminar da água. Assim os wetlands vão funcionar como uma terceira estação de tratamento, reduzindo a carga das duas estações existentes (CHOW, 2007).

A cidade de Tuen Mun precisa melhorar seu aspecto paisagístico e as wetlands são uma ótima maneira de transformar a paisagem e aumentar as áreas verdes. As wetlands propostas vão criar uma “conexão verde” entre as áreas de verdes e de lazer existentes, que hoje se encontram fragmentadas e sem muita conexão com o rio, além de melhorar o valor ecológico da região atraindo pássaros e insetos para suas proximidades.

A fim de aumentar a retenção da água nas plantas para o seu tratamento a seção do rio foi modificada (FIGURA 15). Removendo o canal de concreto a seção do Rio Tuen Mun foi cortada em quatro níveis, como se fossem degraus, ocasionando em um aumento na área de wetlands para que quando inundado proporcione um ambiente mais favorável para a vida aquática (CHOW, 2007).



*Figura 15 - MODIFICAÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO RIO TUEN MUN*  
Fonte: CHOW (2007)

Com a implantação de quatro barragens infláveis o projeto prevê a contenção de cheias do rio. As barragens foram implantadas de modo transversal ao rio e

assim que infladas servem para controlar o nível da água e também servem para criar diferentes habitats para as wetlands.

Outra estratégia adotada para reter a água da chuva foi à criação de pequenos lagos e wetlands incorporados ao rio, assim quando ocorrem chuvas fortes a água é armazenada temporariamente nestas estruturas e liberada conforme o passar da chuva. Esta estratégia proporciona um benefício que vai muito além da retenção da água da chuva, que é a influência sobre o microclima da região. Pois, estes lagos permitem o resfriamento do ar e aumentam a umidade do ar nos dias quentes de verão (CHOW, 2007).

A área de intervenção foi dividida em três grandes setores segundo o plano estratégico (FIGURA 16) proposto por Chow (2007). O primeiro setor, na porção mais alta do rio foi proposta a criação de uma grande zona de preservação e tratamento de esgoto. Por meio de wetlands busca-se a melhoria da qualidade da água para o nível aceitável para a prática de esportes aquáticos. Como esta zona localiza-se em uma área de baixa densidade e poucas atividades humanas, a grande extensão de wetlands proporciona um ambiente favorável ao desenvolvimento da vida selvagem, principalmente de pássaros. Subsequente a esta zona, está o setor de esportes aquáticos. Neste setor está localizada a maior densidade do rio Tuen Mun e também é onde ocorrem as mais diversas atividades de cultura e lazer. E por último antes de desaguar no mar, encontra-se a zona de cultura e lazer. A área oferece espaço para a pesca, um mercado de frutos do mar e muitos restaurantes, além da restauração da área que foi muito importante para o desenvolvimento econômico da região (CHOW, 2007).

Esta setorização das diferentes atividades ao longo do curso do Rio Tuen Mun, supre as necessidades de lazer e entretenimento dos moradores e também atrai diferentes tipos de visitantes, garantindo o uso adequado e a vitalidade dos espaços.



# Master Landscape Plan **Plano massa**

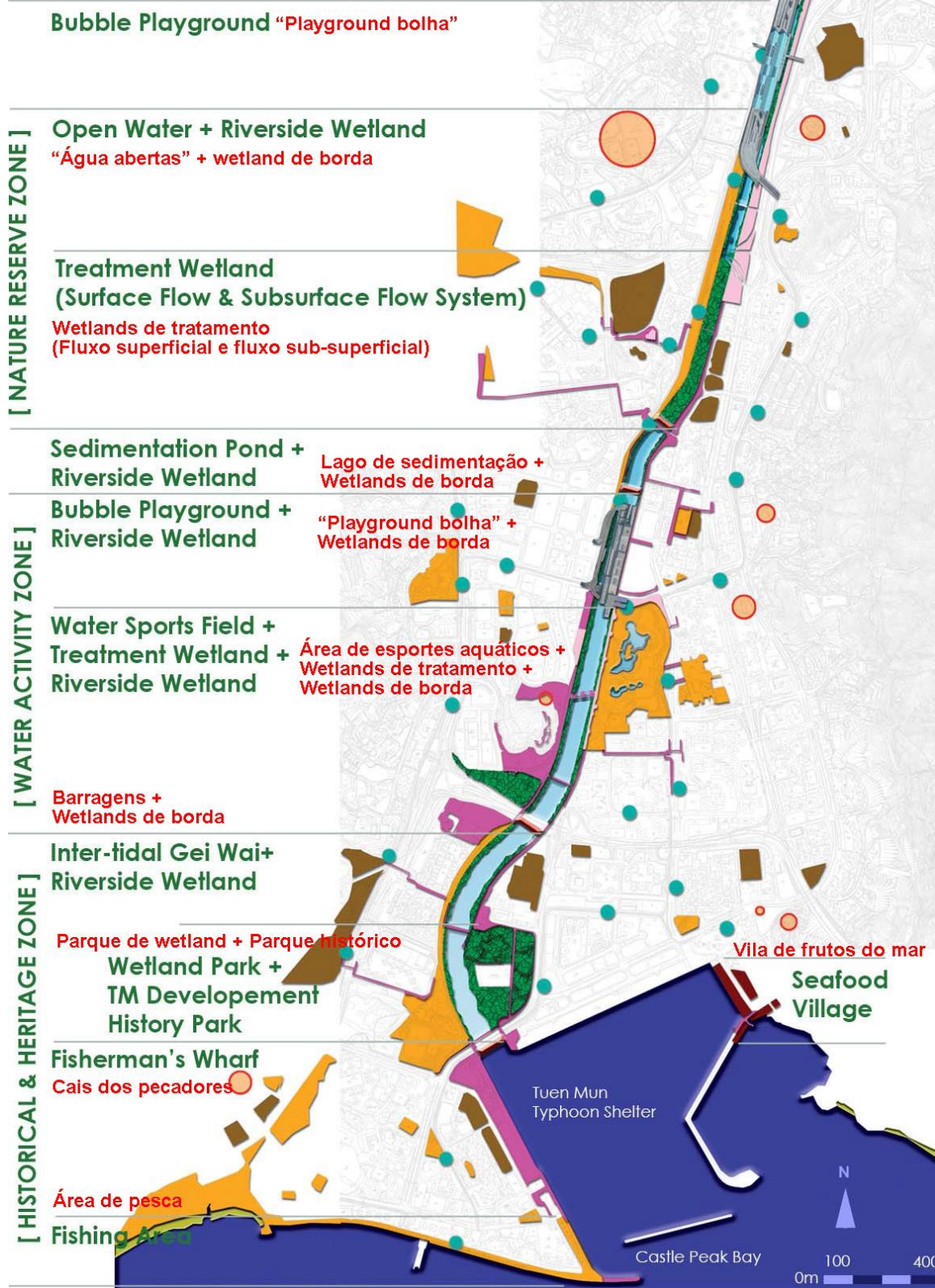


Figura 16 - PLANO MASSA PARA O RIO TUEN MUN  
Fonte: CHOW (2007)

#### 4.1.3. Caso 3 – Estuário Paco

O terceiro caso estudado fica em Manila, capital de Filipinas. Os rios da capital são considerados rios altamente poluídos, porém uma pungente mudança aconteceu em um dos canais da capital. O canal de Paco, um pequeno afluente do Rio Pasig, é muito importante para a economia e infraestrutura da cidade, o qual é utilizado como um canal de transporte de pessoas e de mercadorias. Possui 2,9km de extensão e a partir de 2011 passou de esgoto a céu aberto para um canal de biodiversidade (FIGURA 17).



Figura 17 - CANAL PACO ANTES (ACIMA) E DEPOIS (ABAIXO)  
Fonte: GEOGRAPHICAL (2015)

Como a maioria das cidades, Manila foi crescendo em torno dos principais rios e com a rápida urbanização eles foram ocupados pela população mais desfavorecida com assentamentos irregulares. O sistema de esgoto sanitário construído no século XX já estava ultrapassado e não atendia toda a população, causando um colapso na infraestrutura sanitária e ambiental. As residências localizadas nas margens do canal lançavam esgoto e lixo das cozinhas e banheiros diretamente na água (GEOGRAPHICAL, 2015; MUAÑA, 2013).

O Rio Pasig, considerado um rio biologicamente morto desde o ano de 2004, com inúmeros problemas sanitários e ambientais não era visto pela população com a devida importância e necessitava uma recuperação. Para que esta recuperação fosse possível seria necessário começar pela reabilitação de seus afluentes. Percebendo a real importância dos canais e do rio para a cidade de Manila em 2010 foi organizado um projeto de recuperação para o Canal Paco (FIGURA 18). Com iniciativa pública e privada, o apoio de ONG's e grupos comunitários, a reabilitação do canal custou 40 milhões de Pesos Filipinos com ano base de 2010 e levou apenas um ano para sua conclusão (GEOGRAPHICAL, 2015).

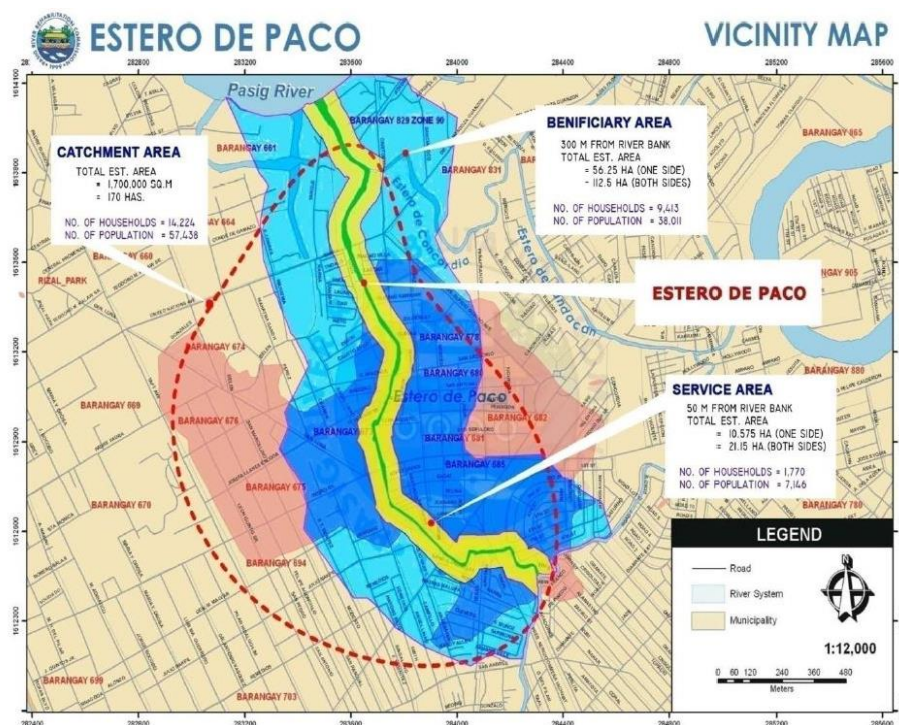


Figura 18 – ÁREA DE INTERVENÇÃO NO CANAL DE PACO  
 Fonte: MUAÑA (2013)

Em paralelo ao projeto de recuperação do Canal Paco por meio da depuração das águas e implementação de wetlands, uma série de outros projetos foram realizados para atingir a eficácia da recuperação não somente focada na qualidade da água mas em todo o uso e ocupação dos espaços adjacentes ao canal

Foi necessária a relocação e a construção de novas habitações para aproximadamente 1.500 famílias, o desassoreamento do canal e a remoção dos resíduos sólidos, a construção de parques e calçadas e a construção de uma planta de tratamento de esgoto.

Também de grande importância para o projeto foi a implementação de campanhas e informativos que serviram para instruir a população sobre as melhorias e a necessidade de preservação dos corpos hídricos e do meio ambiente.

Todos estes projetos complementares foram implementados conforme o desenvolvimento do projeto, ganhando o apoio de *Stakeholders* e contribuintes como as ONGs e empresas privadas de diversos setores (MUAÑA, 2013).

O sistema de wetlands construídos utilizado para a recuperação do Canal de Paco foi desenvolvido por uma empresa escocesa, a Biomatrix Water®, em duas versões diferentes. As margens flutuantes e as ilhas flutuantes, ambas são sistemas de wetlands plantadas com Papiro (*Cyperus papyrus*) e espécies variadas do gênero Junco (*Juncus*) que são semelhantes às gramíneas (GEOGRAPHICAL, 2015).

O sistema de margens flutuantes apresentado pela empresa permite sua instalação em rios canalizados com laterais verticais rígidas em concreto e também permite variações de altura segundo o nível do rio e suas cheias. Na imagem a seguir (FIGURA 19) podemos compreender como funciona o sistema. As margens são implantadas e fixadas em um perfil vertical de aço inoxidável que vai permitir o ajuste de altura do sistema segundo o nível de água do rio usando âncoras de concreto sem ocasionar nenhum tipo de obstrução no fluxo de água (BIOMATRIX WATER, 2015).

As wetlands flutuantes são compostas por um sistema de módulos prontos que são conectados uns aos outros e podem seguir perfeitamente a curvatura

natural do rio, proporcionando uma flexibilidade formal além de uma fácil e rápida instalação.

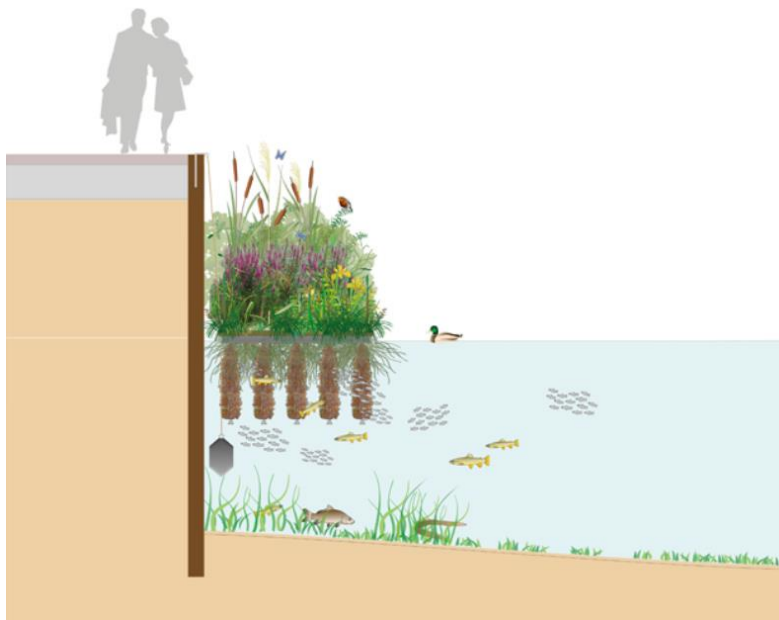


Figura 19 - *BORDAS FLUTUANTES*  
Fonte: BIOMATRIX WATER © (2015)

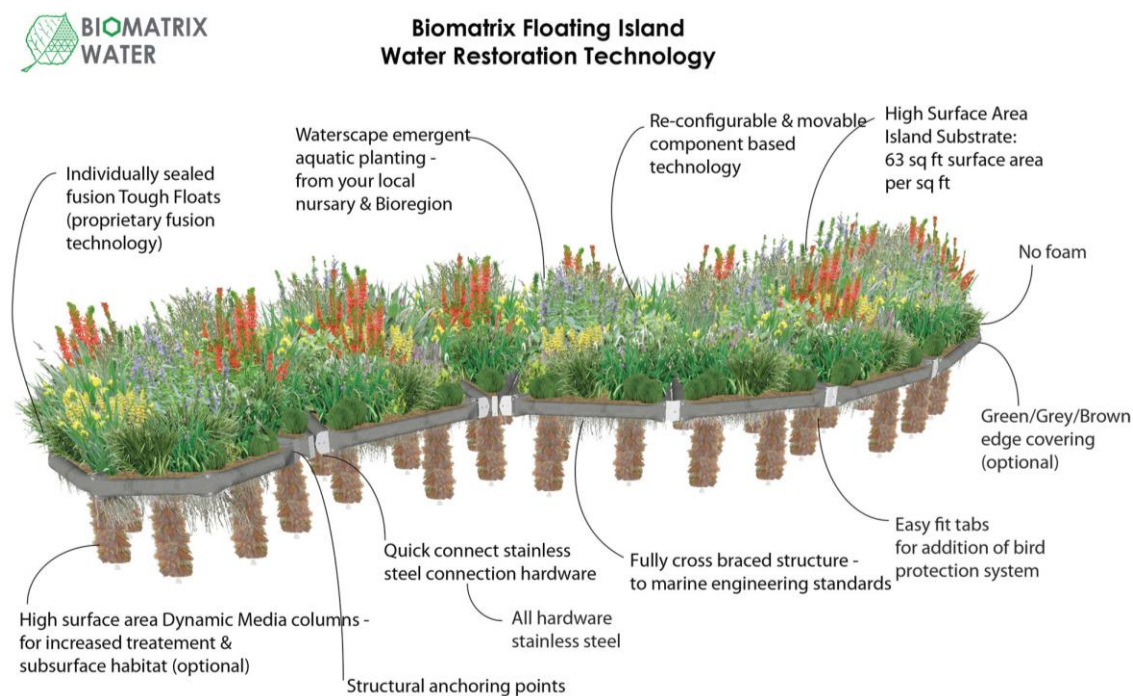
A parte inferior do sistema de wetlands, em que as raízes das plantas encontram-se flutuando, proporciona um habitat para o desenvolvimento dos ecossistemas aquáticos e também o desenvolvimento das bactérias anaeróbias, as quais são responsáveis pela transformação das impurezas encontradas na água, atuando como um biofiltro para o tratamento das águas pluviais (BIOMATRIX WATER, 2015).

Por outro lado, a parte superior dos módulos proporciona uma relação mais direta e interativa com o homem. Além de toda biodiversidade adquirida pelas wetlands, cria-se um ambiente de estética agradável e muito mais atrativo que as bordas de concreto em que se encontrava o Canal Paco. Muito próximo a esta situação encontra-se o Rio Belém em Curitiba, com seu leito quase que totalmente canalizado.

Para complementar o sistema de bordas de wetlands e melhorar a eficiência da recuperação do Canal Paco, também foi implantado neste projeto as ilhas flutuantes Biomatrix Water® (FIGURA 20). Funcionando da mesma maneira que as

bordas, as ilhas também são compostas de módulos configuráveis para melhor se adaptar aos espaços, com a diferença que as ilhas suportam mais carga podendo ser utilizadas também para pesca, lazer e outras atividades. Outra particularidade das ilhas é que elas apresentam um reator mecânico abaixo do sistema, que funciona como um aerador da água, complementando a atividade das raízes ao criar um ambiente propício para as bactérias aeróbicas.

“As sete ilhas instaladas no canal, com seus reatores ativos, equivalem a uma estação de tratamento de esgoto para até 3.000 pessoas.” (GEOGRAPHICAL, 2015).



*Figura 20 - ILHAS FLUTUANTES*  
 Fonte: BIOMATRIX WATER © (2015)

Para avaliar a eficácia do sistema implantado, a Comissão de Reabilitação do Rio Passig, que monitora a qualidade da água do rio e de seus afluentes, faz amostragens das águas em diversos pontos. Com base nos resultados até 2014, apesar de não atingir os parâmetros esperados para enquadrar o Rio Passig em Classe C segundo o DENR nº 34/1990, foi possível identificar melhorias como a notável redução dos resíduos sólidos suspensos e alguns parâmetros como a

redução do índice de DBO de 150,7mg/L para 46,7mg/L (PRRC, 2014). Outra melhoria significativa para a região foi o uso imediato dos novos espaços pela população, resultando numa diminuição de 40% de crimes ocorridos no canal.

Após a reabilitação do Canal de Paco em 2010, replicando o mesmo sistema de despoluição das águas de Manila, foram iniciadas em 2011 as obras para o Canal de San Miguel, seguido do Canal de Concordia, Canal San Sebastian e outros sete canais tributários (PRRC, 2014).

## 5. PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE WETLANDS NO RIO BELÉM

Este trabalho não tem como objetivo indicar fórmulas pré-concebidas, mas sim indicar diretrizes que podem ser adaptadas para a realidade de Curitiba visando obter resultados eficientes.

A abordagem do projeto pretende que a intervenção no Rio Belém possa servir como um modelo de paisagismo urbano aliado à finalidade de melhorar a qualidade da água do rio e que cultive desta forma ações e empreendimentos de cunho sustentável nos espaços públicos.

O local escolhido para a implantação das wetlands compreende o setor do Rio Belém entre o parque São Lourenço e a Av. Cândido de Abreu onde o rio submerge à avenida, com uma extensão de aproximadamente 4km (FIGURA 21). O motivo pelo qual este trecho foi selecionado se deve ao fato da existência de toda uma infraestrutura de parque linear que conecta os grandes parques de Curitiba além de pequenas praças e jardinetes que fazem parte deste conjunto de áreas verdes. Desta forma também possibilita a formação de um corredor de biodiversidade que, utilizando as margens do Rio Belém, auxilia na conexão entre os parques e áreas verdes urbanas. Desta forma possibilita o deslocamento de espécies de peixes, aves, insetos, anfíbios e outros entre os parques.

Este conjunto de parques localizado no trecho selecionado oferece a população os mais diversos serviços de lazer, cultura e até mesmo gastronomia. Chegando pela Av. Cândido de Abreu passando pela ponte de pedestres, encontra-

se uma área de acesso restrita a pedestres e ciclistas que segue até o Parque São Lourenço junto ao Rio Belém com alguma área permeável e vegetação. Em direção ao Palácio das Araucárias passando pela Praça Nossa Senhora da Salete acontecem frequentemente feiras gastronômicas. Mais adiante seguindo pelo parque linear, a pé ou de bicicleta inicia o Bosque João Paulo II, onde ocorrem inúmeras atrações culturais, gastronômicas e de lazer. Atravessando o bosque, muito próximo, está o Museu Oscar Niemayer.

Nota-se a grande relevância desta região para Curitiba, com uma infraestrutura já implementada e seu frequente uso pela população para locomoção, esportes e lazer. Porém o que não se deixa notar é a negligência com aquele que deveria ser o protagonista do parque, o Rio Belém. Como observa-se anteriormente, a água deste trecho se encontra com níveis intoleráveis de qualidade segundo o IAP (2009).

Diante dos fatos analisados, o presente trabalho objetiva a reinserção do Rio Belém na paisagem dos parques urbanos e a melhoria da qualidade da água, através de uma revitalização. Como principais diretrizes para a proposta apresentam-se:

- Posicionar o Rio Belém como enfoque principal do parque linear em que está inserido e propiciar a formação de um corredor de biodiversidade;
- Aproximar o conceito de sustentabilidade e a importância dos rios urbanos à população;
- Manejo das águas pluviais através de sistemas de wetlands construídos, visando o tratamento das águas pluviais contaminadas pela poluição difusa e esgoto clandestino antes de adentrar ao rio;
- Evitar a sobrecarga da água das chuvas no rio.

Assim, determinadas as diretrizes, foram adotadas as seguintes estratégias de projeto para atender as condutas:

- Sistema de bordas flutuantes e fixas com wetlands;
- Criação de pontos de observação do Rio Belém;
- Aumentar a área de infiltração da água da chuva no solo.



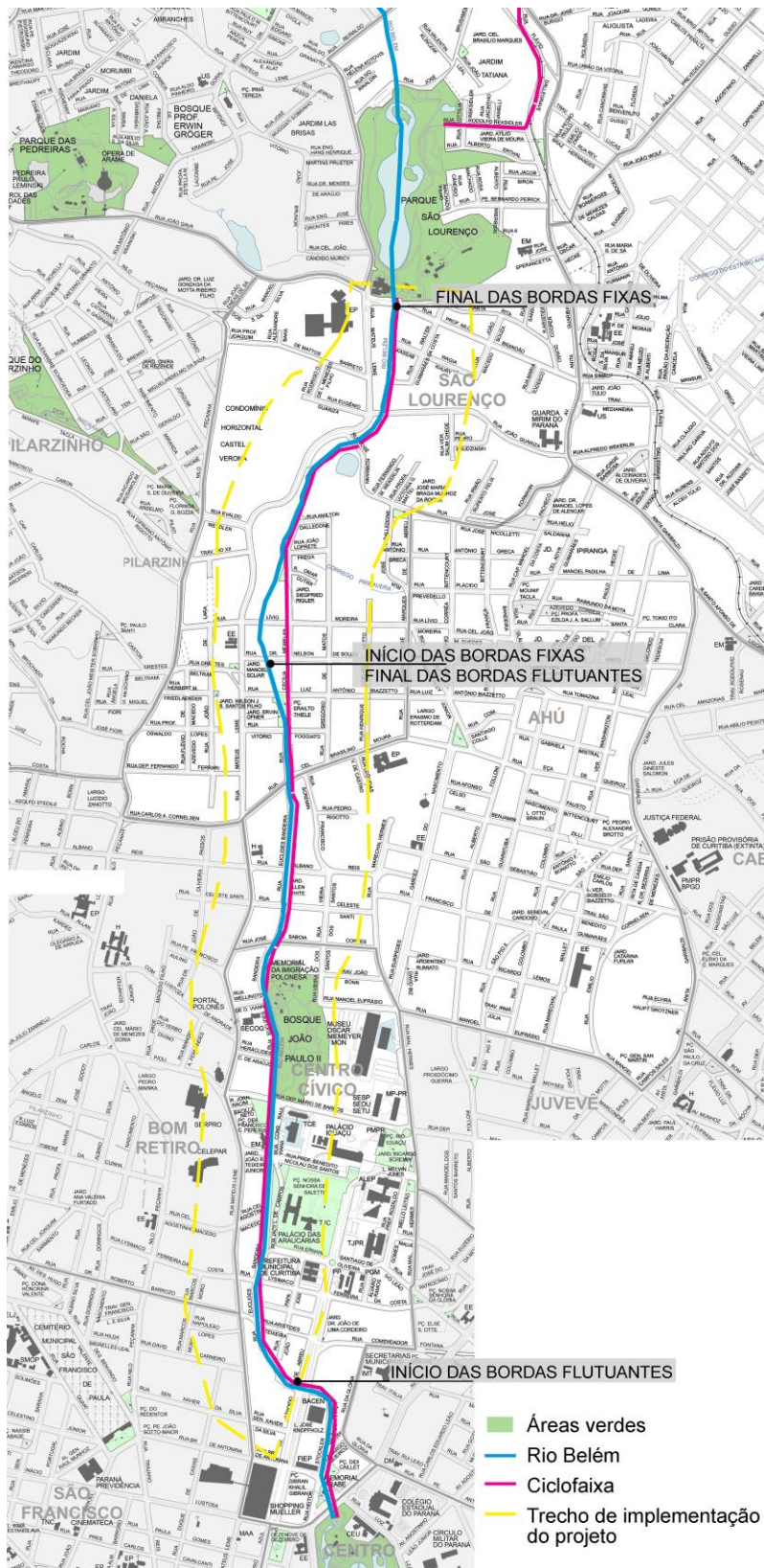


Figura 21 - ÁREA PARA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE WETLANDS  
 Fonte: Autoria própria (2015)

## 5.1 ESTRATÉGIAS ADOTADAS NO PROJETO

Visando a mínima interferência no ambiente já consolidado e a rapidez na instalação e efetivação do projeto, conhecendo a realidade das obras públicas brasileiras, presume-se que um sistema de wetlands similar ao proposto no estudo de caso para o Canal de Paco (GEOGRAPHICAL, 2015; MUAÑA, 2013) de bordas flutuantes fixadas nas laterais de concreto seria a solução mais viável e de maior garantia de consolidação para o Rio Belém.

O sistema das bordas é de rápida e fácil instalação através de seus módulos. Eles seriam instalados ao longo de todo o trecho retificado proposto, em ambos os lados do canal, a fim de receber as águas pluviais (FIGURA 22). Como a altura das bordas varia de acordo com o nível de água e a altura média do nível do rio fica abaixo das tubulações de despejo das águas pluviais, este sistema de bordas receberia as águas da chuva que então seriam filtradas e lentamente incorporadas em seu leito.

Visto que o Rio Belém não possui uma vazão que possibilite a formação de uma lâmina de água que possa garantir a flutuação dos wetlands, propõe-se que os mesmos sejam instalados atentando a uma altura mínima, levando em consideração o fundo do rio. Não existem dados técnicos suficientes à disposição sobre este tipo de instalação, mas observando a situação atual do rio, estima-se que as estruturas devam ser instaladas a uma altura mínima do fundo do rio. Estimado assim para o projeto que a altura mínima será de 50cm e que, desta altura para cima a estrutura possa se movimentar para cima e para baixo visando acompanhar as possíveis mudanças no volume de água do Rio Belém.

As águas da chuva, que correm pela cidade em direção às bocas de lobo e por fim são despejadas no rio, carregam consigo uma quantidade significativa de poluentes que acabam comprometendo a qualidade da água e assim que lançada no corpo dos rios podem contaminar a água das bacias e até mesmo aquíferos. Este tipo de poluição, chamada de difusa, é resultante da atividade humana (PROSAB, 2009). Alguns dos principais poluentes difusos são os óleos e graxas, os metais pesados, pesticidas, produtos sintéticos, bactérias patogênicas e também

sedimentos, que refletem o modo de vida do ser humano atual. Estes poluentes causam impactos diretos na qualidade da água do rio, podendo ocasionar a morte da biodiversidade aquática, a proliferação de doenças, a degradação do ecossistema, entre outros fatores.

Pelos índices de qualidade indicados para o rio Belém também é possível dizer que o mesmo recebe contribuição de esgoto por meio da rede de drenagem, o que contribui também para a contaminação deste corpo hídrico. Por meio desta proposta, a implantação dos wetlands flutuantes além de tratar a poluição difusa, também estaria possibilitando a diminuição da contaminação da água por meio do esgoto lançado clandestinamente na rede águas pluviais. Desta maneira o sistema de bordas de wetlands estaria destinado a reduzir as consequências negativas desta poluição. A partir de uma tecnologia considerada sustentável e que requer pouca infraestrutura, associa-se o paisagismo a uma utilidade voltada para a conservação da água do rio.

As espécies a serem plantadas nas bordas de wetlands flutuantes, são essenciais no processo de filtragem dos poluentes. Dois fatores devem ser levados em consideração para a escolha adequada das espécies, principalmente a capacidade da espécie de tolerância a áreas de substrato saturado e as condições climáticas do local (NORTE, 2015). É recomendado a utilização de espécies nativas para serem utilizadas no sistema em função da sua facilidade de adaptação ao meio. É possível selecionar algumas espécies também pelo seu potencial paisagístico já que estamos tratando de um parque urbano. Segundo Norte (2015) as espécies que já foram utilizadas em wetlands que possuem caráter ornamental e que se adaptam bem ao clima brasileiro são inúmeras, podemos citar algumas como o Agapanto (*Agapanthus africanus*), a Orquídea Bambu (*Arundina bambusifolia*), o Junquinho (*Juncus microcephalus*), Lírio Amarelo (*Hedychium chrysoleucum*) e o Copo de leite (*Zantedeschia aethiopica*).

A seleção de espécies é vasta proporcionando inúmeras combinações de tipos, tamanhos e cores para implementação nos sistemas de wetlands conforme pode ser visto na proposta indicada pela Figura 22. Em se falando de um paisagismo sustentável é aquele que está ecologicamente equilibrado e aquele em

que as plantas ao atingirem a maturidade têm uma manutenção reduzida. Determina-se para fins de projeto as espécies de Papiro Anão (*Cyperus isocladius*), Lírio do Brejo (*Hedychium chrysoleucum*), Cavalinha (*Equisetum hyemale*), Arnica (*Solidago Chilenses*) e Capim Santo (*Cyperus sesquiflorus*) que seriam utilizadas nas wetlands flutuantes implantadas.



Figura 22 - SISTEMA DE BORDAS FLUTUANTES PROPOSTAS PARA TRECHO CANALIZADO DO RIO

Fonte: Autoria própria (2015)

O trecho entre a Rua Dr. Nelson de Souza e o Parque São Lourenço encontramos o Rio Belém em seu leito natural, impossibilitando a implantação das wetlands da mesma maneira que serão aplicadas nas bordas de concreto. Desta forma, a solução para este trecho segue um modelo proposto por outra empresa. A Projar® é uma empresa espanhola especializada em produtos e soluções no contexto da restauração ambiental e paisagística (PROJAR, 2015). O modelo proposto para este tipo de situação se chama Biorrolos, é uma espécie de borda vegetada fixa nas laterais do rio na intenção de conter a erosão e atuar como substrato para o desenvolvimento da vegetação (FIGURA 23). Os Biorrolos são compostos por cilindros de fibra de coco os quais serão ancorados ao leito onde o

rio não se encontra canalizado (FIGURA 24). Eles auxiliam também na redução da capacidade de escoamento da água das chuvas, que então passam a ser depuradas pelas plantas que compõe o sistema. Da mesma maneira que as bordas flutuantes, os Biorrolos são de rápida e fácil instalação e possuem uma manutenção reduzida.



Figura 23 - SISTEMA DE BORDAS PROJAR COM FIBRA DE COCO  
Fonte: PROJAR © (2015)



Figura 24 - SISTEMA DE BORDAS FIXAS PROPOSTAS PARA TRECHO NÃO CANALIZADO DO RIO  
Fonte: Autoria própria (2015)

Para evitar a sobrecarga da água das chuvas no rio um conjunto de ações na gestão das águas pluviais devem ser tomados, enfocando a importância das áreas permeáveis para a cidade. Em decorrência da crescente urbanização tem se observado o aumento da impermeabilização do solo que restringe a capacidade natural de absorção do solo nas limitadas áreas verdes das cidades, aumentando assim o volume de escoamento da água ocasionando as cheias.

Para contribuir com o aumento da permeabilidade do solo na área de projeto, os pisos asfaltados ao longo do parque linear serão substituídos por pisos drenantes, colaborando com o ciclo natural da água e evitando seu acúmulo. Os pisos drenantes a serem instalados são de alta resistência pois possuem concreto em sua composição e são totalmente drenantes, ou seja, a água da chuva que atingir o piso será drenada para o solo. Também é muito importante a conscientização da população em relação a importância das áreas permeáveis na cidade. Deve-se intensificar a fiscalização do uso e ocupação do solo por meio dos órgãos competentes e a orientação dos cidadãos por meio de campanhas, folhetos, notícias, etc.

Por fim, alguns elementos que também são fatores determinantes na reinserção do Rio Belém ao parque linear. A vegetação que existe hoje neste trecho foi claramente plantada com o intuito de camuflar o rio. Em alguns trechos encontramos nas suas margens vegetação arbustiva e em outros uma vegetação mais alta e densa, quase impossível saber que ali existe um rio. É de extrema importância e de caráter didático que as pessoas estejam em contato visual com o rio para que desta forma possam admirar o cenário, sensibilizando-as para a preservação da qualidade da água assim como a manutenção da biodiversidade do entorno.

Como uma forma de segurança nos trechos onde o rio que se encontra canalizado, propõe-se que uma vegetação de altura baixa seja plantada nas laterais onde tem grama e um guarda corpo nas laterais onde existem ruas pavimentadas. Para possibilitar a admiração do rio revitalizado foram propostos observatórios ao longo do trecho onde encontramos maior visibilidade do Rio Belém (FIGURA 25). Estas estruturas seriam decks destinadas ao estar com o intuito de convidar o

visitante a observar o canal preservado. Desta maneira se obtém a atenção desejada ao Rio Belém fazendo com que, junto às bordas de wetlands, ele se torne um rio atrativo, limpo e agradável para se desfrutar sob a sombra das árvores.

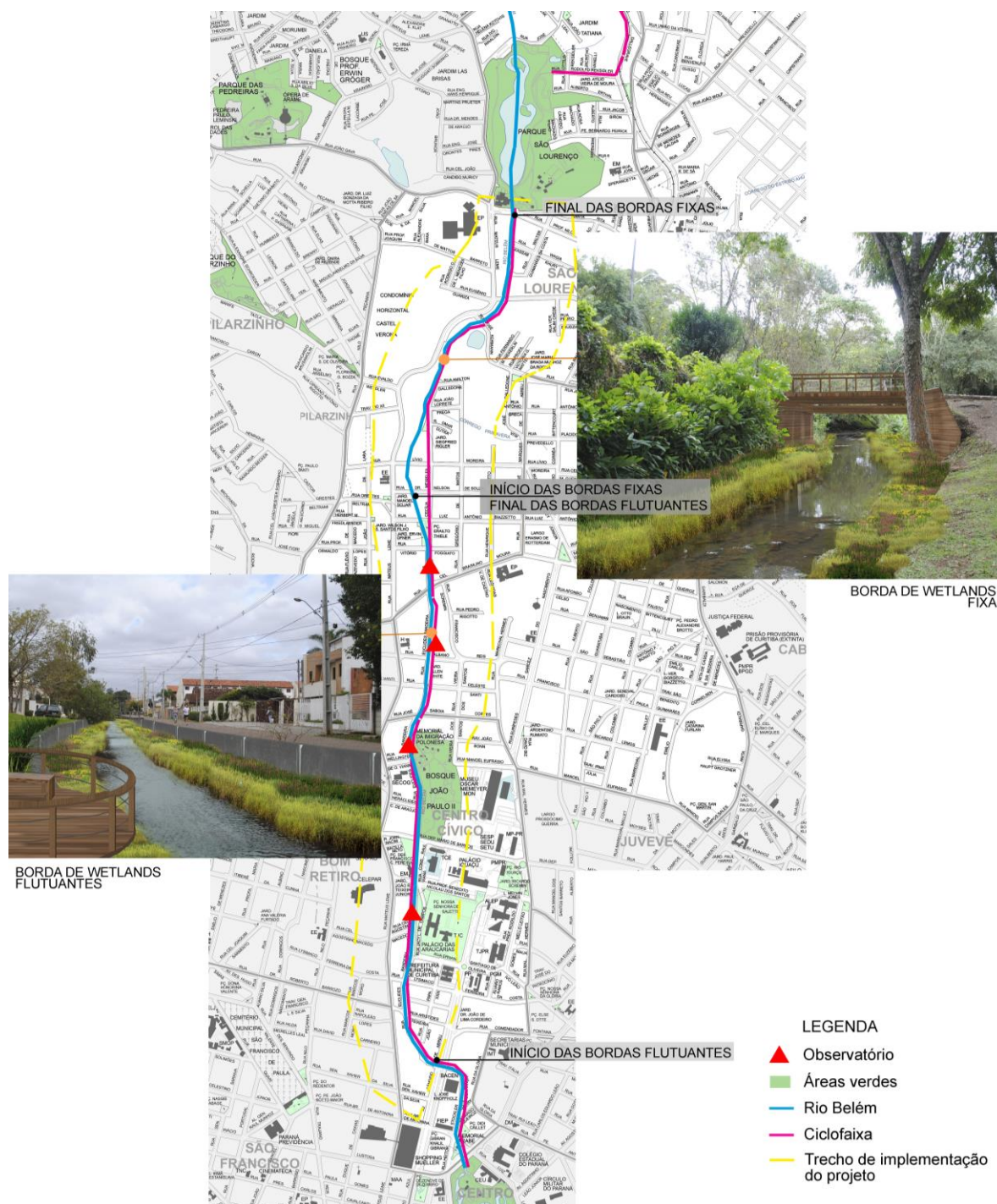


Figura 25- PROPOSTAS PARA PROJETO DE REVITALIZAÇÃO PARA O RIO BELÉM  
Fonte: Autoria própria (2015)

Mais um elemento que não pode ser esquecido são as pontes de pedestres que cruzam o rio. Da mesma maneira que se buscou imponência para o Rio Belém, precisamos deste mesmo tratamento para as pontes que o atravessam. Hoje muitas se encontram em péssimas condições, por se tratar de um parque linear exclusivo para pedestres e ciclistas este deve oferecer facilidades aos visitantes.

Revitalizando o Rio Belém cumpriria o objetivo de englobar o rio como parte de um ecossistema urbano, um corredor ecológico marginal às águas que drenam Curitiba de ponta a ponta (FIGURA 26). Bem como providenciaria inúmeros serviços à população, unindo a memória da cidade com lazer, cultura e sustentabilidade.



Figura 26 - COMPARATIVO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO  
Fonte: Autoria própria (2015)

É fundamental para o sucesso do projeto a tomada de ações e esforços por parte do poder público que identificando as oportunidades deve implementar estratégias no plano diretor da cidade. Envolver a comunidade usuária também é um fator definitivo para o sucesso, portanto informar aos moradores sobre a utilidade da obra e incentivá-los a participar desta iniciativa é um fator relevante para o sucesso



desta ação. Hoje já existem pontos de monitoramento da qualidade da água do Rio Belém administrados pelo IAP, onde será avaliada e monitorada a qualidade ao decorrer da instalação do projeto. Aliado a eles, propõe-se um monitoramento constante com a participação dos moradores da região, no qual os mesmos por meio da observação do funcionamento da estrutura implantada poderiam relatar ao órgão responsável aspectos positivos e negativos que podem vir a afetar o projeto. Assim, constitui-se uma forma de monitoramento participativo para este trecho do rio.

## 5.2. BENEFÍCIOS E DIFICULDADES EM UMA REVITALIZAÇÃO NO RIO BELÉM

Canais como o Rio Belém são muito comuns nas cidades hoje em dia. Restaurar rios urbanos são um desafio que incentiva a busca de novas soluções. A revitalização de rios carrega consigo inúmeros benefícios para a cidade, porém existem ainda poucas experiências neste sentido, sendo que algumas se mostram caras para o orçamento municipal. A alternativa da utilização de wetlands flutuantes na revitalização não acarreta um custo elevado, mostrando-se uma tecnologia viável ao levar em conta o fator custo *versus* benefício.

O sistema de bordas flutuantes e bordas fixas são um exemplo das novas soluções encontradas atualmente para os rios urbanos, os quais oferecem diversos benefícios. Elas foram exemplificadas como solução para a qualidade da água e principalmente como forma de agregar valor ao Rio Belém.

As principais vantagens observadas do sistema são aquelas relacionadas à sua execução. Por ser um sistema de poucos recursos exige um baixo custo de implantação e principalmente apresentam uma instalação rápida e simplificada. Desta forma é possível cumprir com o objetivo porém com o mínimo impacto construtivo sobre o ambiente a ser inserido, onde hoje já encontramos um parque consolidado com um fluxo considerável de pessoas.

Com o sistema instalado e com a maturidade da vegetação alcançada, seria possível beneficiar o ecossistema do parque em geral e principalmente a biodiversidade do rio. As vantagens ambientais são inúmeras, como foi levantado

por meio de outras pesquisas, os benefícios são: aumentar significativamente a biodiversidade do ambiente aquático, assim como o nível de oxigênio na água, conseqüentemente apresentando a redução dos níveis de DBO. As plantas absorvem os poluentes de uma forma biológica e natural, removem os poluentes e até mesmo metais pesados, recriando um habitat ideal para as mais diversas espécies de fauna e flora. O sistema de bordas somado a todo o estado ecológico melhorado também traz outro benefício importante atuando como regulador de cheias. As wetlands retêm uma boa quantidade da água em seu substrato e é liberada lentamente para o rio.

Somado ao benefício físico, as wetlands vão mudar a percepção do espaço acarretando uma transformação na interação do cidadão com o ambiente, trazendo vida e harmonia para a do Rio Belém. Transformando-o desta maneira em um elemento importante na paisagem, criando um elo entre o rio e o parque de forma que não se pode compreendê-los separadamente. Mudar a forma como o homem percebe o espaço e neste caso o Rio Belém, significa mudar a forma como ele se relaciona com o espaço. E isto pode se tornar uma vantagem social muito positiva para a região. A sensação que o espaço transmite está diretamente relacionada com os nossos sentidos, olfato, tato, paladar, audição e visão, assim quanto melhor essa percepção do espaço, melhor a imagem que o cidadão tem daquele lugar.

*"O espaço transforma-se em lugar à medida que adquire definição e significado"* (Tuan, 1983, p.151).

A percepção do Rio Belém hoje pela população curitibana em geral é desfavorável. É comum relacionar o rio a lembranças negativas, segundo Duarte (2006) 87% dos curitibanos entrevistados em sua pesquisa relacionam o rio com mau cheiro, enchentes em épocas de chuva, poluição e a presença de pernilongos e roedores.

Desta maneira, proporcionando uma percepção positiva para o Rio Belém, cria-se imediatamente uma interação entre o homem e o rio e ele passa a se tornar um marco referencial positivo para os parques e a cidade.

Não foi possível encontrar na literatura dados que permitissem desenvolver o projeto determinando uma relação entre a área de wetlands construídos *versus*

vazão do rio, assim como área de wetlands e vazão de águas pluviais. Esta proposta visa dois tipos de tratamento, o das águas pluviais pelo lançamento superficial nos wetlands e o tratamento das águas do rio pelas raízes dos wetlands. Pela literatura foi possível encontrar algumas aplicações de wetlands para o tratamento de água do rio, como os apresentados pelas empresas do setor privado Projar e Biomatrix, que atuam com wetlands flutuantes. Porém, estas não disponibilizam dados que auxiliem na proposta de dimensionamento dos mesmos.

Portanto a proposta aqui apresentada levou em consideração a possibilidade técnica de aplicação destes wetlands no sentido estrutural, mas o dimensionamento voltado para o tratamento das águas do rio e das águas pluviais está sendo proposto na forma empírica, por falta de dados consistentes que orientem esta aplicação.

## 6. CONCLUSÃO

No decorrer de toda a pesquisa realizada, diversas foram as conclusões formadas na medida em que o estudo se aprofundava. Inicialmente, verificamos que a saúde e o bem estar das pessoas estão intimamente ligados à qualidade da água e dos espaços naturais oferecidos a elas. Não obstante, o crescimento demográfico das cidades e as ocupações urbanas sem planejamento prévio promovem a degradação da vegetação nativa e dos recursos hídricos, como ocorre com o Rio Belém hoje, em quase sua totalidade.

Apesar de o Rio Belém possuir uma extrema importância ambiental, social e cultural para Curitiba, é tido como um dos rios mais poluídos do Estado do Paraná. Sofre com a falta de valorização do Poder Público e dos cidadãos Curitibanos, tendo por conseqüente à poluição proveniente das seguintes causas: falta de esgotamento sanitário em algumas regiões, despejo de resíduos sólidos diretamente depositados no rio, ocupações irregulares ao seu entorno e principalmente, pela rede de águas pluviais onde acontecem muitas ligações clandestinas de esgoto doméstico devido à falta de fiscalização e conscientização da população.

Notou-se a clara influência da atividade urbana em relação à qualidade dos recursos hídricos e a ameaça para Fonte de abastecimento de água de Curitiba e região metropolitana, visto que a qualidade da água dos corpos hídricos está diretamente relacionada a necessidade de abastecimento de água potável.

Com base nos estudos verificou-se que, principalmente no setor privado, empresas vêm desenvolvendo novas tecnologias na área de preservação e restauração ambiental. Os sistemas de wetlands construídos analisados são sistemas simples e de baixo custo de implantação, que de forma natural atuam no tratamento da água do rio e contribuem indiretamente para a melhoria do clima e atmosfera local.

Foram apresentadas diretrizes para um projeto de recuperação no Rio Belém que, através do sistema de bordas de wetlands flutuantes, pode servir como um modelo de paisagismo urbano aliado à melhoria da qualidade da água do rio. As wetlands atuam como um conector entre os parques urbanos, que hoje se

encontram como “ilhas” em meio à cidade, proporcionando a diversidade das espécies da fauna e flora.

Buscou-se apresentar tanto um modelo que possa ser implantado em outros trechos e rios da cidade de Curitiba, como um modelo que cultive ações e empreendimentos em geral de cunho sustentável nos espaços públicos.

Aliado as melhorias ambientais proporcionadas pelas wetlands, uma vantagem social importante trazida pelo projeto, seria uma forma de influenciar positivamente na percepção e na forma como o cidadão interage com o Rio Belém. Transformando-o novamente em um elemento importante na paisagem e na vida urbana, deixando de ser visto como um problema.

Porém, uma das dificuldades a serem enfrentadas para a realização do projeto e efetiva melhoria da qualidade das águas do rio é a indisponibilidade de dados técnicos que auxiliem no dimensionamento dos sistemas. Na literatura não foi possível encontrar dados que determinassem a relação entre a área de wetlands construídos *versus* vazão do rio, assim como área de wetlands e vazão de águas pluviais.

Este estudo é um alerta quanto a indiscutível necessidade da tomada de ações e esforços por parte do Poder Público que deve implementar estratégias de melhoria da qualidade da água nos corpos hídricos urbanos no plano diretor da cidade, além do envolvimento e conscientização da comunidade usuária, que são importantes fatores para o sucesso do projeto.

## REFERÊNCIAS

ABRACE ESTA CAUSA. Disponível em: <<http://www.abraceestacausa.org.br/>>. Acesso em: 02/07/2015.

BIOMATRIX WATER. Disponível em: <<http://biomatrixwater.com>>. Acesso em: 02/07/2015

BOLLMANN, Harry Alberto and EDWIGES, Thiago. **Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos**. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2008, vol.13, n.4, pp. 443-452. ISSN 1809-4457.

CAPIT BISIG PASIG. Disponível em: <<http://kapitbisigparasailogpasig.com/>>. Acesso em: 15/09/2015

DARLING, Arthur H. Measuring Benefits Generated by Urban Water Parks. University of Wisconsin Press, v. 49, n. 1, 1973. p. 22-34. Disponível em: <[http://www.jstor.org/stable/3145326?seq=2#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/3145326?seq=2#page_scan_tab_contents)> Acesso em: 05/09/2015.

DUARTE, FÁBIO. Rastros de um rio urbano: cidade comunicada e cidade percebida. Ambiente&Sociedade, v. 4, n. 2, 2006.

GADDA, Tatiana; VAN KAICK, Tamara; COSTA, S.P.; COSTA, G.P.; SOUZA, C. S.; BELLO, N. B.; Avaliação nos impactos do bem estar humano com relação à qualidade da água na Sub-bacia do Alto Iguaçu. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS. 3. 2013, Curitiba.

GAZETA DO POVO. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/lagos-dos-parques-de-curitiba-estao-poluidos-eifzd9oys02x1rsive5wg0t3i#ancora>>. Acesso em: 05/09/2015

GEOGRAPHICAL. Disponível em: <<http://geographical.co.uk/places/cities/item/975-manila-clean-and-green>>. Acesso em: 06/09/2015

GREEN POWER. Disponível em: <<http://www.greenpower.org.hk/river/eng/tuenmun.asp>>. Acesso em: 21/09/2015

IAP. **Relatório de Qualidade das águas**: rios da Bacia do Alto Iguaçu, na região metropolitana de Curitiba. Curitiba, PR, 2005-2009. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/boletins/RELATORIO\\_AGUA/relatorio\\_RIOS\\_2005\\_2009.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/boletins/RELATORIO_AGUA/relatorio_RIOS_2005_2009.pdf)>. Acesso em: 02/07/2015.

KADLEC, Robert.; WALLACE, Scott. Treatment Wetlands: second edition. CRC Press, 2008.

KRAMMER, Rafael; Mizukawa, Alinne; IDE, Alessandra; MARCANTE, Luana. **Determinação de anti-inflamatórios na água e sedimento e suas relações com a qualidade da água na bacia do alto Iguaçu, Curitiba, PR.** Revista Brasileira de recursos Hídricos.

KRAMMER, Rafael; Mizukawa, Alinne; IDE, Alessandra; MARCANTE, Luana. Utilização da Cafeína como Indicador de Contaminação por Esgotos Domésticos na Bacia do Alto Iguaçu. Revista Brasileira de recursos Hídricos, v. 18, n. 2, 2013. p. 201-211. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/06d7d8ece304eb1b00a0750cb8016c67\\_d44342a5bbb584fc89c350c82ed05607.pdf](http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/06d7d8ece304eb1b00a0750cb8016c67_d44342a5bbb584fc89c350c82ed05607.pdf)> Acesso em: 07/08/2015.

LANDSCAPE PERFORMANCE SERIES. Disponível em: <<http://landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration#/sustainable-features>>. Acesso em: 01/07/2015.

LIM, H.; KIM J.; POTTER C.; BAE W. Urban regeneration and gentrification: Land use impacts of the Cheonggye Stream Restoration Project on the Seoul's central business district. **Habitat International**. v. 39 p. 192-200, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397513000039>>. Acesso em: 21/06/2015.

LONDE, Patrícia. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, HYGEIA, ISSN, 1980-1726, 2014. p. 264-272. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/viewFile/26487/14869>> Acesso em: 05/09/2015.

McHarg, Ian. The Essential Ian McHarg: Writings on Design and Nature. Island Press, 2006. 192p.

MHSDGY. Disponível em: <<http://www.mhsdgy.com/col/col28740/index.html/>>. Acesso em: 21/09/2015

MMA, Resolução CONAMA Nº 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 02/07/2015.

NORTE, Ana Carolina Cunha. Slow Utilização de wetlands construídos no tratamento de poluição difusa em parques. In: Simpósio Brasileiro sobre wetlands Construídos, 2., 2014, Curitiba, Anais do 2 Simpósio de Wetlands Construídos, UTFPR. Disponível em:

<[http://2sw.ct.utfpr.edu.br/anais/NORTE\\_ANACAROLINA\\_2.pdf](http://2sw.ct.utfpr.edu.br/anais/NORTE_ANACAROLINA_2.pdf)>. Acesso em: 02/07/2015.

PROJAR. Disponível em: <<http://www.projar.com.br>>. Acesso em: 02/07/2015

PROSAB. **Manejo de águas pluviais urbanas**, Rio de Janeiro: ABES 2009. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5\\_tema\\_4.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf)>. Acesso em: 21/09/2015.

PRRC. **Annual Report**: Pasig River Rehabilitation Commission, 2014. Disponível em: <[http://www.prrc.gov.ph/images/pdf/Transparent\\_Government/accomplishments/2014\\_ar.pdf](http://www.prrc.gov.ph/images/pdf/Transparent_Government/accomplishments/2014_ar.pdf)>. Acesso em: 15/09/2015.

RETRATOS DO BELÉM. Disponível em: <<http://retratosdobelem.blogspot.com.br>>. Acesso em: 27/07/2015.

SEMA. **Bacias Hidrográficas do Paraná**: uma série histórica. v. 1.

SUDERHSA. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná**, 1998. Disponível em: <[http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/COALIAR/Publicacoes/plano\\_de\\_bacias/cap06\\_disponibilidade.pdf](http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/COALIAR/Publicacoes/plano_de_bacias/cap06_disponibilidade.pdf)>. Acesso em: 03/08/2015.

TUAN, Yi-fu, 1930 Espaço e Lugar: a perspectiva da experiência. Tradução de Livia de Oliveira. - São Paulo: DIFEL, 1983.

TURENSCAPE. Disponível em: <<http://www.turenscape.com/English/projects/project.php?id=4556/>>. Acesso em: 30/09/2015

YU, Kongjian. Slow Down: Minghu Wetland Park in Liupanshui, Guizhou. Landscape Architecture Frontier. v. 2 p. 130-137, 2014. Disponível em: <<http://journal.hep.com.cn/laf/EN/Y2014/V2/I2/130>>. Acesso em: 21/09/2015.