



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL**

SIMONE DE PAULA SILVA

**O USO DA *WETLAND* PAISAGÍSTICA COMO ELEMENTO
PARA DESPOLUIÇÃO DE RIOS E REQUALIFICAÇÃO URBANA**

Recife, 2018

SIMONE DE PAULA SILVA

**O USO DA *WETLAND* PAISAGÍSTICA COMO ELEMENTO
PARA DESPOLUIÇÃO DE RIOS E REQUALIFICAÇÃO URBANA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Linha de Pesquisa: Tecnologias e Inovações Ambientais

Prof. Dr. Ronaldo Faustino da Silva
Orientador
Prof. Dra. Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho
Coorientadora

Recife, 2018

SIMONE DE PAULA SILVA

**O USO DA WETLAND PAISAGÍSTICA COMO ELEMENTO
PARA DESPOLUIÇÃO DE RIOS E REQUALIFICAÇÃO URBANA**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da defesa: 22 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo Faustino da Silva
Orientador – MPGA/IFPE

Prof. Dra. Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho
Coorientadora – MPGA/IFPE

Prof. Dra. Sofia Suely Ferreira Brandão Rodrigues
Examinador Interno – MPGA/IFPE

Prof. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra
Examinador Interno – MPGA/IFPE

Prof. Dra. Ioná Rameh Barbosa
Examinadora Externa

APRESENTAÇÃO

A autora possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é servidora pública do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife. Possui experiência na área de preservação do patrimônio histórico e cultural, assim como no âmbito do urbanismo. Atuou como arquiteta colaboradora em projetos de urbanização junto à URB (Empresa de Urbanização do Recife) e IPHAN (Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) de Recife e Olinda. É pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho e Tecnologia de Gestão Pública e Responsabilidade Fiscal na área de qualidade de vida no trabalho (QVT). Possui experiência na área de organização de eventos sociais, culturais e técnico-científicos. Atuou como docente no Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC) no IFPE, Campus Recife.

Dedico esta dissertação ao Senhor dos exércitos,
Deus de Abraão, de Isaque e de Israel.

AGRADECIMENTOS

Aquele que me salvou e eternizou, que me deu a vida, tudo que tenho e que sem o qual não sou nada: o **Senhor Jesus Cristo**. Aquele que me deu forças para continuar e que enxugou minhas lágrimas nessa caminhada.

Aos **meus pais** pela formação do caráter.

Ao **Bispo Allan Sena, Sra. Liliana Sena, Sra. Cícera de Almeida, Sra. Edilene Albuquerque, Srta. Danubianne Monteiro, Sra. Ivonete Monteiro e demais pastores, irmãos e irmãs** pelos ensinamentos cristãos, auxílio, suporte e incentivo nos momentos difíceis.

Ao **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco**

(**IFPE**) e a Pós-Graduação em Gestão Ambiental (MPGA), pela oportunidade de cursar o mestrado.

Ao **Prof. Dr. Ronaldo Faustino da Silva**, que foi mais que um orientador, foi parceiro e amigo. Por me ensinar com maestria a ser mais objetiva, focada e menos teimosa, direcionando cada passo com uma inteligência admirável. Por ter repassando com muita sabedoria e leveza, além do conhecimento científico, lições de vida como confiar mais no outro: ensinamentos que levarei para a vida toda. Não poderia ter tido orientador melhor.

À **Profa. Dra. Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho**, coorientadora deste trabalho e coordenadora do MPGA, pelos ensinamentos, por ter sido tão atenciosa, zelosa e sincera. Por me inspirar como referência de mulher no meio acadêmico, contribuindo para meu crescimento profissional, acadêmico e pessoal.

À **Profa. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra**, por me ensinar mais sobre empreendedorismo, comprometimento e pontualidade, com uma energia e vitalidade inspiradora.

À **Profa. Dra. Sofia Suely Ferreira Brandão e ao Prof. Eduardo José Alcício de Oliveira**, pelo aprendizado e palavras de incentivo em momentos casuais, porém muito valiosos para mim. A todas e todos os professores do MPGA que de alguma forma fizeram parte da minha história com suas preciosas lições e colaborações, em especial: **Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Domingues, Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva e Profa. Dra. Maria Núbia Medeiros de Araújo Frutuoso**.

A todas e todos os colegas da Pós-Graduação, em especial à **Ádilla katarinne Gonçalves e Sá**, pela amizade e incentivo e à **Maria Luiza Silva de França**, pela amizade e inspiração.

Aos colegas de trabalho e incentivadores especiais: **Derek Santos, Mônica Melo, Adriana Oliveira, Amanda Tavares, Josabeth Barbosa, Cláudia Dias, Denise Barbosa, Jussara Pimentel e Marcela Ottoni**.

Aos amigos e incentivadores: **Emanuella Xavier, Anna Karina Alencar, Werther Ferraz, Fabiano Rocha Diniz, Jonathas Gomes e Laura Fernanda**.

À **comunidade de Santana**.

À **Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH)**.

À **Elemental Hub de Tecnologias Sustentável e a Phitoestore**.

Ao **Colégio Exímios**.

A todas e todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho, muito obrigada!

RESUMO

Os riachos urbanos possuem grande relevância para as cidades, uma vez que recarregam os corpos d'água, auxiliam na drenagem das águas pluviais, armazenam recursos hídricos no solo às suas margens e na atmosfera, amenizam a temperatura local e proporcionam embelezamento estético para as cidades e para o lazer contemplativo. Porém, grande parte dos riachos urbanos encontram-se poluídos e degradados devido ao processo de urbanização e ocupação do solo sem planejamento, além da falta de serviços adequados de drenagem e esgotamento sanitário.

No município brasileiro de Recife/PE, um dos principais motivos de poluição dos riachos e corpos d'água da bacia do Rio Capibaribe consiste no despejo de esgoto sem tratamento nos rios, em razão da falta de saneamento básico na cidade. Atualmente, existe um projeto de saneamento a ser implantado na região metropolitana, resultado de uma Parceria Público Privada (PPP). Porém, mesmo que esse plano de saneamento alcance plenamente suas metas, possivelmente muitos dos cursos d'água da bacia do Rio Capibaribe ainda permanecerão com alta carga de esgoto, considerando a dificuldade de implantar a coleta em áreas com urbanização precária. Além dos prejuízos ambientais evidentes, outra consequência dessa situação é que se (re)alimenta um ciclo vicioso de rejeição dos riachos, que deixam de ser vistos como lugares atrativos e com qualidades ambientais, e são tratados apenas como canais sujos, no qual todos podem despejar seu esgoto e lixo. A partir dessa problemática, esta dissertação objetivou a realização de estudos a respeito de uma alternativa complementar para despoluição dos riachos denominada *wetland* construída, aliada a requalificação urbana e paisagística no entorno do rio, originando a criação do nome *wetland* paisagística. Sendo assim, dentre os riachos que compõe a bacia do Rio Capibaribe escolheu-se o riacho situado na Praça Compositor Antônio Maria, no bairro de Santana, como local para propor um equipamento urbano contendo uma *wetland* paisagística, visando o tratamento das águas e a revitalização do entorno da praça em estudo. A metodologia do trabalho envolveu: pesquisa bibliográfica; a elaboração e aplicação de um questionário semiestruturado para avaliar a percepção ambiental da população com relação ao corpo hídrico que corta a praça e a elaboração de um projeto arquitetônico paisagístico. Além disso, por meio de visitas a campo, observou-se que o riacho recebe grande quantidade de efluente doméstico e de águas pluviais, porém mantém às suas margens preservadas na forma natural sem terem sido canalizadas. Os resultados obtidos com as entrevistas apontaram que a maioria da população gostaria que o riacho fosse renaturalizado e que a praça fosse revitalizada com a implantação de novos mobiliários urbanos. Desta forma, conclui-se que deva ser incentivado a aplicabilidade de novas formas sustentáveis de despoluição de corpos hídricos, agregando valorização paisagística, arquitetônica e social para o entorno dos riachos e corpos d'água, transformando-os também em áreas públicas com mobiliários urbanos de lazer a serem usufruídos pela população local.

Palavras-chave: riachos urbanos, renaturalização de riachos, equipamento urbano, mobiliário urbano, tratamento de esgotos.

ABSTRACT

The urban streams are of great importance for the cities, since they help them in the withdrawal of rainwater, they are rechargeable, they maintain water in relation to the ground in their banks and atmosphere, they soften the local temperature, and they provide good esthetic effect for the contemplative leisure. However, most urban workers are degraded to the process of urbanization and planning for land occupation and the lack of high sanitation and drainage services. In the Brazilian municipality of Recife/PE, one of the main causes of pollution of the bodies and bodies of water of the Capibaribe River basin is considered without treatment of sewage without treatment in the rivers, due to lack of basic sanitation in the city. Currently, there is a project to clean up a plant implanted in the metropolitan region, the result of a Public Private. However, even if this data collection plan was extended with high sewage load, considering the implantation of a collection in areas with precarious urbanization. In addition to environmental damage, again the situation is that it can bring a vicious risk of rejection of streams, which are no longer seen as attractive places and with environmental responsibility, and are treated only as dirty channels, where everyone can discharge their sewage and rubbish. From this problematic, this dissertation aimed at studies on respect to a complementary alternative to the pollution of the streams called built wetland, allied to urban and landscape requalification around the river, resulting in a creation of the name wetland landscape. Thus, including the streams that comprise a basin of the Capibaribe river, if the stream is located in the Plaza Compositor Antônio Maria, in the neighborhood of Santana, as a place to propose an urban material, a landscape wetland, aiming at water treatment and revitalization around the square under study. The methodology of the work involved: bibliographic research; the elaboration and application of a semi-structured questionnaire to evaluate the environmental perspective of the population in relation to the water body that cuts the square and the elaboration of a landscape architectural project. In addition, through field visits, it was observed that the creek receives a large amount of domestic effluent and rainwater, but maintains its margin preserved in the natural form without being channeled. The results obtained with the interviews indicated that the majority of the population would like the stream to be renaturalized and that the square be revitalized with the implantation of new urban furniture. Finally, this dissertation concluded that the applicability of new sustainable forms of water remediation should be encouraged, adding landscape, architectural and social valuation to the surroundings of streams and bodies of water, also turning them into public areas with urban furniture to be enjoyed by the local population.

Keywords: urban streams, renaturalization of streams, urban equipment, urban furniture, sewage treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Praça Compositor Antônio Maria	16
Figura 2 -	Relação da biotecnologia com outras áreas do conhecimento	20
Figura 3 -	<i>Wetland</i> natural: várzea	24
Figura 4 -	<i>Wetland</i> natural: manguezal.....	24
Figura 5 -	<i>Wetland</i> construída	25
Figura 6 -	Projeto para <i>wetland</i> construída.....	26
Figura 7 -	Implantação de uma <i>wetland</i> construída (antes).....	26
Figura 8 -	Implantação de uma <i>wetland</i> construída (depois).....	26
Figura 9 -	Tecnologia tradicional e a biotecnologia <i>wetland</i> construída.....	27
Figura 10 -	Comparativo entre a tecnologia tradicional e a biotecnologia <i>wetland</i> construída.....	28
Figura 11 -	Corte esquemático de uma <i>wetland</i> construída com fluxo superficial.....	29
Figura 12 -	Corte esquemático de uma <i>wetland</i> construída com fluxo subsuperficial	30
Figura 13 -	Corte esquemático de uma <i>wetland</i> construída com fluxo vertical.....	30
Figura 14 -	Planta baixa do Le Parc du Chemin em Paris.....	36
Figura 15 -	Mobiliário urbano no Le Parc du Chemin.....	37
Figura 16 -	Processo de revitalização do Rio Isar, Munique.....	38
Figura 17 -	Processo de revitalização do Rio Isar, Munique.....	38
Figura 18 -	Revitalização do rio Isar, Munique.....	38
Figura 19 -	Revitalização do Rio Cheonggyecheon, antes e depois.....	39
Figura 20 -	Revitalização do Rio Cheonggyecheon.....	40
Figura 21 -	Antes e depois do projeto para renaturalização do Rio Los Angeles.....	42
Figura 22 -	Criação de parques e <i>wetlands</i> às margens do Rio Los Angeles.....	42
Figura 23 -	Soluções para acessibilidade da população ao Rio Los Angeles.....	42
Figura 24 -	Planta baixa: antes e depois do projeto de intervenção nas margens do Rio Los Angeles.....	43

Figura 25 -	Antes e depois do projeto de intervenção nas margens do Rio Los Angeles.....	43
		44
Figura 26 -	Trechos do projeto Parque Capibaribe.....	
Figura 27 -	Localização da área de estudo.....	54
Figura 28 -	Praça Compositor Antônio Maria.....	55
Figura 29 -	Praça Compositor Antônio Maria.....	55
Figura 30 -	Praça Compositor Antônio Maria.....	55
Figura 31 -	Planta baixa do projeto.....	69
Figura 32 -	Corte do Projeto	70
Figura 33 -	Maquete eletrônica do projeto.....	71
Figura 34 -	Maquete eletrônica do projeto: <i>wetlands</i> construídas com passarela de inspeção, visitação e contemplação.....	72
Figura 35 -	Maquete eletrônica do projeto: riacho e área de contemplação.....	73
Figura 36 -	Maquete eletrônica do projeto com mobiliário urbano: ECOponto, ECONúcleo, pista de cooper, bicicletário e horta comunitária.....	75
Figura 37 -	Maquete eletrônica do projeto. Mobiliário urbano: Fonte seca com esguichos d'água.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Grau de escolaridade dos entrevistados.....	59
Gráfico 02 - Existência de problemas ambientais no Rio Capibaribe.....	61
Gráfico 03 - Responsáveis pelos problemas ambientais no Rio Capibaribe.....	63
Gráfico 04 - Entrevistados que sabiam da existência de um riacho na praça.....	66
Gráfico 05 - Entrevistados que sabiam que o riacho desaguava no Rio Capibaribe.....	66
Gráfico 06 - Entrevistados que achavam que o riacho da praça estava poluído.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de tratamento de esgoto
H ₂ O	Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
INCITI	Inovação e Pesquisa para as Cidades
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPHAN	Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
MPGA	Mestrado Profissional em Gestão Ambiental
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial de Saúde
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
QVT	Qualidade de vida no trabalho
URB	Autarquia de Urbanização do Recife
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	15
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo Geral.....	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
4 REVISÃO DE LITERATURA	19
4.1 Biotecnologia.....	19
4.1.1 Biotecnologia ambiental.....	21
4.2 <i>Wetland</i>	22
4.2.1 <i>Wetland</i> natural.....	22
4.2.2 <i>Wetland</i> construída.....	24
4.2.3 Tipos de <i>wetlands</i> construídas.....	28
4.2.4 Aplicações e benefícios das <i>wetlands</i> construídas.....	31
4.2.5 Desempenho das <i>wetlands</i> construídas.....	33
4.3 O uso das <i>wetlands</i> construídas aliadas ao paisagismo.....	34
4.3.1 Plano de Recuperação do Parque du Chemin – Paris – França – Europa.....	35
4.3.2 Plano de Recuperação do Rio Isar – Munique - Alemanha – Europa.....	38
4.3.3 Plano de Recuperação do Cheonggyecheon – Seul – Coreia do Sul.....	39
4.3.4 Plano de Recuperação do Rio Los Angeles – Califórnia – América no Norte.....	40
4.3.5 Plano de Recuperação do Rio Medellín – Colômbia – América do Sul.....	42
4.3.6 Plano de Recuperação do Rio Capibaribe – Recife – Pernambuco – Brasil – América do Sul.....	44
4.4 Equipamento Urbano.....	45
4.5 Mobiliário urbano.....	48
5 METODOLOGIA	54
5.1 Área de estudo.....	54
5.2 Procedimentos metodológicos.....	56

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
6.1 Percepção ambiental dos moradores, trabalhadores e transeuntes do entorno da Praça Compositor Antônio Maria	59
6.2 Projeto urbano paisagístico para requalificação.....	66
6.3 Dimensionamento <i>wetland</i> paisagística	76
6.3.1 Dimensionamento para sistemas de <i>wetlands</i> de fluxo horizontal.....	76
6.3.2 Material filtrante.....	77
7 CONCLUSÃO	78
8 RECOMENDAÇÕES	79
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE	85
Apêndice A – Questionário aplicado à População.....	87
Apêndice B – Projeto arquitetônico e paisagístico.....	90

1 INTRODUÇÃO

Os riachos urbanos apresentam funções de grande importância para as cidades. Esses corpos hídricos são sistemas de enorme importância ambiental ao desempenharem significativo papel no desenvolvimento das cidades e na constituição de paisagens urbanas. Dentre as diversas funções dos rios urbanos, pode-se destacar: 1) a função hidráulica, ao coletar e escoar as águas das chuvas; 2) a função biofísica - ambiental, como suporte das biocenoses aquáticas e ribeirinhas, e da estabilização das margens; 3) a função paisagística, com seu papel relevante como elementos estruturadores da paisagem urbana; 4) a função econômica, através da utilização dos recursos naturais pelos diversos agentes econômicos e sociais; e 5) a função urbanística, que diz respeito à questão sociocultural, que é permitir a relação da população com a natureza dentro da cidade – água, flora, pesca, banho, lazer ativo e contemplativo da paisagem. Assim como o transporte de pessoas e bens, e a melhoria da qualidade microclimática das áreas urbanas.

Segundo Alencar (2016), a água, um bem social, fundamental à sobrevivência da humanidade, não tem recebido a devida atenção, e, assim, os cursos d'água, vêm sofrendo sérios impactos negativos decorrentes do processo de urbanização das cidades. Nesse contexto se inicia um processo de revisão das ações antrópicas sobre as bacias hidrográficas, desde que os impactos negativos das intervenções de drenagem tradicionais nos rios se tornaram visíveis, várias formas de recuperar os ecossistemas aquáticos vêm sendo implantadas em países como a Holanda, Suíça, Grã-Bretanha, Alemanha, Dinamarca, Estados Unidos, dentre outros. Destaca-se que a engenharia tradicional nos Estados Unidos, por volta da década de 1930, apostando na evolução da tecnologia, não hesitava em canalizar, embutir ou estreitar os cursos d'água, eliminando a mata ciliar e ocupando os espaços de várzea com o objetivo de conter as inundações e adquirir espaços para a expansão da cidade.

Segundo Preuss (2013), países desenvolvidos verificaram que os custos da canalização de riachos eram muito altos e abandonaram esse tipo de solução no início dos anos 1970, enquanto os países em desenvolvimento adotam sistematicamente essa medida, perdendo duas vezes, pois têm custos muito maiores e aumento dos prejuízos.

Em diversas cidades brasileiras têm predominado soluções pautadas por princípios que consideram apenas razões técnicas reducionistas, onde podem ser citados como exemplos mais graves, práticas de canalização e retificação dos leitos dos rios, e a impermeabilização das faixas marginais, os quais são feitos com vista em controlar as inundações, entretanto,

limitam as funções dos rios quanto à conservação da biodiversidade. Esse tipo de tratamento dado aos rios altera consideravelmente esses corpos hídricos, gerando instabilidade ao aumentar os processos erosivos e de inundação, que podem comprometer não só o trecho modificado, mas, também os localizados à montante e à jusante.

No processo de urbanização de Recife, muitos cursos d'água foram canalizados e muitos baixios aterrados. Houve o estrangulamento da calha dos rios e riachos devido à ocupação irregular, e até formal de suas margens, processo esse que continua até hoje, pondo em risco o sistema de drenagem natural da cidade e resultando em frequentes alagamentos (CABRAL *et al.*, 2004). Além disso, no momento em que são canalizados, os riachos passam a ser meros depósitos de esgoto lançados nos corpos hídricos sem o devido tratamento.

2 JUSTIFICATIVA

Em 2010 a proporção de domicílios com saneamento básico adequado, ou seja, o percentual de domicílios do Recife com abastecimento de água por rede geral, esgotamento sanitário por rede geral ou fossa séptica e lixo coletado diretamente ou indiretamente era de 59,8%; um aumento de exatos 10% em comparação ao percentual registrado em 2000. Já a proporção de domicílios com saneamento semi-adequado (com pelo menos uma forma de saneamento considerada adequada) era de 39,9% contra 49,3% registrados em 2000. O percentual de domicílios em que todas as formas de saneamento foram consideradas inadequadas foi de 0,4%, ante 0,9% em 2000, conforme dados do IBGE. Desta forma, um dos principais motivos de poluição dos riachos e corpos d'água da cidade de Recife é o despejo de esgoto sem tratamento nos rios, devido à falta de saneamento básico na cidade.

Com base em estudos e documentos elaborados pelo Projeto Parque Capibaribe¹, um dos passos mais importantes para recuperar a qualidade ambiental dos riachos urbanos do Recife é realizar a coleta e tratamento de todo o esgoto que é despejado atualmente nessa bacia.

Sendo fundamental observar que um projeto de saneamento vem sendo implantado na Região Metropolitana do Recife, baseado em uma Parceria Público Privada.

¹ Projeto resultante do convênio celebrado entre a Universidade Federal de Pernambuco e Prefeitura do Recife, no ano de 2013, sob coordenação do grupo de Pesquisa INCITI – Inovação e Pesquisa para as Cidades.

Porém, mesmo que esse Plano de Saneamento alcance plenamente suas metas, possivelmente muitos dos cursos d'água da bacia do Capibaribe ainda permanecerão com alta carga de esgoto, considerando a dificuldade de implantar a coleta em áreas com urbanização precária. Segundo o Projeto Parque Capibaribe, mesmo que haja a coleta de esgoto universal, é muito provável que um alto nível de poluição difusa permaneça na maioria dos cursos d'água. Além dos prejuízos ambientais evidentes, outra consequência dessa situação é que se (re) alimenta um ciclo vicioso de rejeição dos riachos, que deixam de ser vistos como lugares atrativos e com qualidades ambientais, e são tratados apenas como canais sujos, onde todos podem despejar seus esgotos e resíduos sólidos.

Assim sendo, uma alternativa complementar para despoluição de riachos e corpos d'água foi estudada neste trabalho e denomina-se *wetland* construída. Esta biotecnologia apresenta-se como uma tecnologia mais sustentável e econômica que as usadas tradicionalmente. Consiste em copilar as *wetlands* naturais utilizando vegetais para eliminar os contaminantes, alterando suas formas físico-químicas, transformando-os em elementos que serão absorvidos e retidos pelas plantas. A intenção é que se formem ecossistemas que potencializem a capacidade da natureza de remoção dos poluentes, ao mesmo tempo agregando valorização paisagística, arquitetônica e social para o entorno dos riachos e corpos d'águas transformando-as também em áreas públicas com equipamentos urbanos de lazer.

Dentre os riachos que compõe a bacia do Rio Capibaribe escolheu-se o córrego situado na Praça Compositor Antônio Maria, no bairro de Santana, como local para propor um equipamento urbano contendo uma *wetland* paisagística, visando o tratamento das águas, renaturalização do córrego e a revitalização do entorno da praça em estudo, ver Figura 01.

Figura 01- Praça Compositor Antônio Maria.



Fonte: Autora, 2017.

O córrego estudado trata-se de um corpo hídrico tributário ao Rio Capibaribe não enquadrado como canal no cadastro estabelecido pelo Plano Diretor da cidade de Recife, portanto não possuindo nomenclatura específica, tampouco denominação popular. Por não ter sido canalizado, encontrando-se na sua forma natural, e pelo fato da Praça estar às margens do Rio Capibaribe, esse córrego foi escolhido como local de estudo desta pesquisa.

Além disso, vale ressaltar a existência de movimentos ambientalistas e propostas urbanísticas formuladas para melhorar o estado do Rio Capibaribe. Dentre elas pode-se destacar, nesta linha de pesquisa, o projeto do “Parque Capibaribe”, junto a Universidade Federal de Pernambuco, que propõe um “Plano Urbanístico de Resgate Ambiental do Rio Capibaribe – PURA Capibaribe”. Também são produtos deste projeto, anteprojetos e projetos executivos de intervenções para alguns trechos nas margens do rio Capibaribe, de forma a resgatar a relação entre a população e esse rio, como exemplo o Jardim do Baobá no bairro das Graças. Deste modo, a Praça Compositor Antônio Maria e o córrego em estudo estão relacionados ao que está ocorrendo atualmente no campo de estudo e preservação do Rio Capibaribe, dentro da área que resolveu-se denominar de ‘Corredor Verde’. Esse corredor engloba as áreas verdes, praças e parques, tais como: Jardim do Baobá, Parque da Jaqueira, Parque Santana, Parque Caiçara e Praça Compositor Antônio Maria, todas às margens do Rio Capibaribe.

Por fim, esta dissertação estudou incentivar a aplicabilidade de novas formas sustentáveis de despoluição de corpos hídricos, agregando valorização paisagística, arquitetônica e social para o entorno dos riachos e corpos d’águas, transformando-os também em áreas públicas com mobiliários urbanos de lazer a serem usufruídos pela população local.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Propor um equipamento urbano associado a uma *wetland* paisagística para a Praça Compositor Antônio Maria, situada no bairro de Santana na cidade do Recife/PE, com o intuito de despoluir as águas e revitalizar o entorno do córrego tributário ao Rio Capibaribe, que corta a praça em estudo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Descrever a utilização da biotecnologia *wetland* construída no processo de despoluição de corpos d'água;
- b. Avaliar a percepção ambiental da população com relação ao corpo hídrico que corta a Praça Compositor Antônio Maria, por meio de um questionário semiestruturado;
- c. Apresentar um equipamento urbano, a partir da percepção ambiental e sugestão da população local, através de projeto arquitetônico, contendo uma *wetland* paisagística, visando o tratamento das águas e a revitalização do entorno da Praça Compositor Antônio Maria, às margens do rio Capibaribe.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 BIOTECNOLOGIA

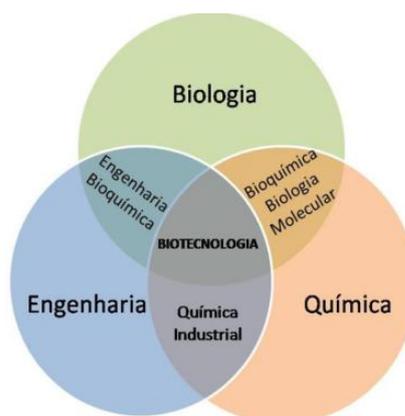
A ciência e a tecnologia estão presentes nos mais diversos setores da vida contemporânea, proporcionando profundas transformações econômicas, sociais e culturais. Torna-se relevante considerar que a ciência e suas aplicações são indispensáveis para o desenvolvimento das sociedades, sinalizando a necessidade de uma relação entre ciência, tecnologia e sociedade (ARRUDA, 2006). Dentro desse contexto, a biotecnologia vem se destacando, uma vez que desde os primórdios da história vem sendo utilizada pelo homem em atividades como a preparação do pão e bebidas alcoólicas (processos de fermentação), no melhoramento de culturas e animais domésticos (com base em características fenotípicas), na compostagem (utilizada para aumentar a fertilidade do solo) ou até mesmo na despoluição de corpos d'água, através de vegetais, na eliminação dos contaminantes, alterando suas formas físico-químicas, transformando-os em elementos que serão absorvidos e retidos pelas plantas.

Os processos biotecnológicos, também chamados de biotecnologia, podem ser definidos como a nova tecnologia, através da utilização de células e moléculas biológicas para a solução de problemas, produção de produtos ou processos úteis, com potencial industrial em diversas áreas do conhecimento (KREUZER, 2002). De acordo com Malajovich (2004), dentre as tecnologias desenvolvidas até o momento, a biotecnologia é, sem dúvida, a que apresenta maior relação com a sustentabilidade do planeta.

Scheidt et al. (2015) destacam que o impacto da biotecnologia atinge vários setores produtivos, oferecendo novas oportunidades de emprego e renda. Dentre os inúmeros exemplos, pode-se destacar: o uso de plantas resistentes a doenças, plásticos biodegradáveis, biocombustíveis, processos industriais e agrícolas menos poluentes.

A biotecnologia, em seu sentido mais amplo, compreende a manipulação de microrganismos, plantas e animais, objetivando a obtenção de processos e produtos de grande interesse. Além disso, é importante destacar que a biotecnologia tem um enfoque multidisciplinar, envolvendo diferentes áreas do conhecimento. Inclui desde a ciência básica, biologia molecular, microbiologia, biologia celular, genética, ciência aplicada, química e bioquímica até outras tecnologias que incluem a matemática básica e aplicada, informática, ciências da computação, robótica e controle de processos (SCHEIDT et al., 2010), como pode ser observado na Figura 02.

Figura 02 - Relação da biotecnologia com outras áreas do conhecimento.



Fonte: Scheidt et al., 2010.

Segundo Arakaki et al. (2015), a contribuição das biotecnologias ao desenvolvimento de produtos e processos deve ser analisada em função do impacto causado em cada uma das grandes áreas. Elas podem ser classificadas em: Biotecnologia Branca, que diz respeito às aplicações industriais e ambientais; Biotecnologia Vermelha, que inclui as aplicações relativas à saúde; Biotecnologia Verde, que compreende as aplicações agrícolas e alimentares; e Biotecnologia Azul, que dedica-se às aplicações com origem em organismos aquáticos, tendo como áreas de atuação: a biorremediação de vazamentos de petróleo e resíduos tóxicos; monitoramento de poluentes (biosensores); tratamento de resíduos industriais e águas residuais.

A Biotecnologia Vermelha inclui as aplicações relativas à saúde. Essa área engloba a utilização de processos relacionados com a medicina e a farmacologia, baseando-se na manipulação genética de organismos. As principais áreas de atuação, são: compostos farmacologicamente ativos; antibióticos; vitaminas e hormônios.

A Biotecnologia Verde dedica-se às aplicações agrícolas e alimentares. As aplicações biotecnológicas dessa área incluem métodos de melhoramento de variedades vegetais e animais, visando à agroindústria. As principais áreas de atuação, são: aumento de fertilidade do solo; controle biológico de insetos e patógenos; promotores de crescimento de plantas; promotores de crescimento animal; vitaminas e hormônios.

Já a Biotecnologia Azul compreende as aplicações com origem em organismos aquáticos. Essa área envolve a aplicação de métodos moleculares com base em organismos marinhos e de água doce, utilizando seus tecidos, células ou componentes celulares. As principais áreas de atuação, são: ambiental; indústria de alimentos; indústria química; indústria farmacêutica e de energia.

A biotecnologia é interdisciplinar e por isso muitas aplicações são classificadas com mais de uma cor. Por exemplo, a produção de energia a partir de plantas ou de resíduos pode ser considerada biotecnologia branca ou verde. Portanto, a biotecnologia torna-se um instrumento poderoso, podendo substituir um vasto número de processos industriais atualmente empregados. Desta forma, surgem novas e melhores soluções para uma grande gama de problemas (PORTELLA et al., 2015).

Desta forma, pode-se enquadrar o sistema de *wetlands* construídas como uma Biotecnologia Branca e Azul, por se tratar de uma aplicação ambiental utilizando organismos vivos. Segundo Sousa (2005), *wetlands* construídas são sistemas artificialmente projetados que utilizam macrófitas (plantas aquáticas) e substratos (como areia, solo ou cascalho), no qual ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos, através de processos biológicos, químicos e físicos, tratando as águas residuais para melhoria da qualidade ambiental.

4.1.1 BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL

A biotecnologia ambiental consiste na aplicação de técnicas biotecnológicas, utilizando organismos vivos, para resolver, prevenir, mitigar ou monitorar problemas de contaminação ambiental. Tem como base o uso de microrganismos, vegetais, enzimas e outros para aplicações em tratamento de poluentes, descontaminação hídrica ou de resíduos sólidos, geração de biocombustíveis, identificação de problemas de toxicidade ambiental (ecotoxicidade), conversão de produtos tóxicos ou perigosos, conversão de resíduos poluentes em produtos úteis à sociedade (compostagem de resíduos sólidos, digestão anaeróbica de material orgânico para produção de biogás e de adubo orgânico), remediação de situações ambientais críticas ou de biomonitoramento ambiental (FOELKEL et al., 2014).

Segundo Scheidt (2010), os processos da biotecnologia ambiental baseiam-se em fundamentos básicos, tais como: a identificação correta do tipo de resíduo ou poluente a ser tratado, a sua concentração e a sua biodegradabilidade; a identificação de agentes biológicos que serão responsáveis por biodegradar os poluentes de forma segura, eficiente e permanente (microrganismos, enzimas, plantas e combinação de organismos); a identificação das condições ideais para que o tratamento seja seguro, efetivo e eficiente; a avaliação dos impactos ambientais, sociais e econômicos do tratamento; o cálculo dos custos operacionais e de investimentos associados à aplicação biotecnológica; a comparação com outros tipos de

tratamento ou tecnologias capazes de realizar o mesmo tipo de tratamento; a identificação dos riscos envolvidos para trabalhadores, comunidades e meio ambiente.

As diferentes biotecnologias ambientais estão sendo praticadas rotineiramente nas áreas industriais, tais como: tratamento aeróbico de efluentes por processos como lodos ativados e lagoas aeradas; tratamento anaeróbico de efluentes e de resíduos sólidos; tratamento de contaminantes gasosos (biofilmes); compostagem aeróbica de resíduos sólidos; compostagem anaeróbica de resíduos sólidos para geração de biofertilizante e biogás de forma simultânea; utilização de enzimas específicas para destruição de poluentes de difícil degradabilidade; utilização de plantas para tratamento de efluentes (tratamentos por leitos cultivados ou banhados construídos, fitorremediação, etc.), em processos denominados de *wetland* construída ou jardins filtrantes; biorremediação de solos contaminados; reabilitação de áreas degradadas por poluentes e extração de minérios; avaliação de ecotoxicidade e de impactos ambientais.

A biotecnologia ambiental não é algo recente no setor. Antes mesmo dessa se converter em um ramo virtuoso e promissor da biotecnologia, já existiam práticas ambientais adotadas pelo setor, mesmo que de forma primitiva. É o caso das antigas e enormes lagoas de polimento usadas para melhoria da qualidade de efluentes industriais, os quais recebiam nas fábricas, quando muito, um tratamento primário para remoção de alguma quantidade de sólidos suspensos (SCHEIDT et al., 2010).

Conforme relata Malajovich (2014), a grande vantagem da biotecnologia é que os organismos utilizados para a transformação dos contaminantes exigem apenas condições adequadas para viverem bem e alguns aditivos para sua nutrição, como nitrogênio e fósforo. A principal fonte de alimentos oferecida a eles é a própria carga poluente, que eles terão a missão de eliminar ou minimizar. Além disso, a efetividade e rendimento desses processos biotecnológicos, além da grande segurança ambiental e da saúde ocupacional oferecida, apresentam grande potencial para crescimento e aplicabilidade, visando o equilíbrio ambiental e sustentabilidade do planeta.

4.2 WETLAND

4.2.1 WETLAND NATURAL

São denominadas de *wetlands* os locais que ficam inundados periodicamente ou permanentemente, onde o solo saturado permite o crescimento de plantas aquáticas,

denominadas macrófitas aquáticas (macro = grande, fita = planta). Para Mitsch et al. (2015), *wetlands*, ou áreas alagadas, constituem um tipo de ecossistema que passa a maior parte do tempo coberto por água com pouca profundidade.

O termo do inglês *wetlands* se traduz como terras alagadas, terras úmidas, pântanos charcos, pauis, sapais ou turfas, que normalmente aglomeram uma grande biodiversidade, tanto em termos de plantas como de animais aquáticos, ou os que se alimentam deles.

As *wetlands* podem ser naturais (mangues, várzeas, brejos, pântanos) ou construídas, oriundas da ação do homem que reproduzem esses ecossistemas naturais de forma artificial.

As *wetlands* naturais possuem grande capacidade de alterar a qualidade das águas que nelas deságuam, através de processos biológicos, químicos e físicos. Por esse motivo, as *wetlands* naturais têm sido recriadas de forma artificial pelo homem, como uma biotecnologia para tratamento de águas poluídas.

As *wetlands* podem possuir água estagnada ou corrente; doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marinha com menos de seis metros de profundidade na maré baixa, como os mangais e recifes de coral. Podem ser alimentadas por água subterrânea, por rios ou por outras zonas úmidas e podem estar secas durante uma parte do ano, mas o período em que se encontram inundadas é suficiente para manter o ecossistema vivo.

Segundo Salati (2003), as *wetlands* formam sistemas naturais com a capacidade de autodepuração da água através de plantas aquáticas capazes de reter substâncias presentes na água, transformando-as em material orgânico a ser reutilizado.

Esse ecossistema possui como principais funções: a proteção de margens de corpos d'água contra ações erosivas; a regularização do fluxo hidrológico; o controle de enchentes e enxurradas; e a retenção ou transformação de nutrientes presentes na água.

Segundo Anjos (2003), *wetlands* naturais são áreas de transição entre um sistema terrestre e um aquático, são conhecidos como terras úmidas, brejos, várzeas, manguezais ou lagos rasos. Esse sistema se destaca entre os processos de autodepuração por serem áreas inundadas constantes ou intermitentes, que desenvolveram uma vegetação adaptada à vida em solos alagados. Neles a água, o solo e os vegetais formam um ecossistema equilibrado, degradando a matéria orgânica, reciclando os nutrientes e, conseqüentemente, melhorando a qualidade da água. A várzea do Ribeirão Parelheiros no estado de São Paulo e o manguezal da capital pernambucana de Recife são exemplos de *wetlands* naturais, como pode ser observado nas Figuras 03 e 04.

Figura 03 - *wetland* natural: várzea.



Fonte: Water, 2014.

Figura 04 - *wetland* natural: manguezal.



Fonte: Rezende, 2017.

4.2.2 WETLAND CONSTRUÍDA

As *wetlands* construídas, por sua vez, são ecossistemas artificiais que reproduzem as características das *wetlands* naturais, utilizando plantas aquáticas e substratos (brita, areia, bambu, casca de arroz, entre outros). São construídas de forma específica com o objetivo de tratar efluentes, combinando processos químicos, físicos e biológicos. Um projeto de um alagado construído busca imitar a natureza, servindo para as mesmas funções das *wetlands* naturais e ainda para o tratamento de esgotos.

Segundo Souza (2014), as *wetlands* construídas são sistemas artificialmente projetados para utilizar macrófitas em substratos, tais como areia, cascalhos ou outro material inerte, onde ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos,

os quais, por meio de processos biológicos, químicos e físicos, tratam efluentes. Esses sistemas visam estimular o uso e melhorar as propriedades dos *wetlands* naturais, relativas à degradação de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, melhorar a qualidade do efluente.

Dentre os mecanismos de transformação e remoção envolvidos no funcionamento de uma *wetland*, destacam-se a decantação (efeito peneira causado pelo biofilme microbiano aderido às raízes e ao substrato); a absorção pelas plantas; a nitrificação e desnitrificação; o predatismo e a competição entre outros microrganismos; e eventuais substâncias tóxicas produzidas pelas plantas e liberadas através de suas raízes (COSTA, 2003).

Essa biotecnologia tem sido empregada no tratamento de águas residuais, agrícolas, industriais e do *runoff* urbano e rural, ou seja, nos alagamentos e escoamentos compostos por fluxo de água que ocorrem na superfície do solo quando esse se encontra saturado de umidade.

De acordo com estudos de Bedendo et al. (2010), as *wetlands* construídas se destacam como um sistema de tratamento promissor por apresentar fácil operacionalidade, utilizar tecnologia simples, ser de baixo custo e possibilitar o reuso da água. Por ser uma reprodução de sistemas naturais, os sistemas de *wetlands* construídas vêm despertando acentuado interesse mundial, trazendo consigo um movimento preservacionista das áreas alagadas naturais (SALATI et. al, 2002), como pode ser observado nas Figuras 05, 06, 07 e 08.

Figura 05 - *wetland* construída.



Fonte: Wetlands, 2016.

Figura 06 – Projeto para *wetland* construída.



Fonte: Wetlands, 2016.

Figura 07 – Implantação de uma *wetland* construída (antes).



Fonte: PHYTORESTORE, 2015.

Figura 08 – Implantação de uma *wetland* construída (depois).



Fonte: PHYTORESTORE, 2015.

Nas *wetlands* construídas os mecanismos de autodepuração da água envolvem processos químicos, físicos e biológicos, onde o solo, microrganismos, plantas e animais nativos atuam de forma integrada para transformação e armazenamento de matéria orgânica e nutrientes.

De acordo com Bedendo (2010), o primeiro projeto de sistemas de *wetlands* realizado no Brasil foi feito por Salati em 1984, com a construção de um lago artificial nas proximidades do córrego Piracicamirim na ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), em Piracicaba, no estado de São Paulo. Vale ressaltar que outros projetos foram executados através de sistemas combinados. Um exemplo é o projeto para purificação das águas do rio Piracicaba, que atingiu eficiência de 99% para coliformes totais e fecais; 90% para cor e 95% para turbidez.

Salati (2013) relata que, dependendo do objetivo almejado, os projetos apresentam diferentes desenhos, podendo ter como finalidade a recuperação de recursos hídricos ou pré-tratamento para estação de tratamento de água; sistema para purificação de águas industriais; sistema para tratamento de esgoto urbano; sistemas para abastecimento de água industrial e urbana bem como para controle da poluição difusa.

As *wetlands* apresentam uma grande vantagem de uso devido ao baixo custo de implantação, a alta eficiência e a alta produção de biomassa que pode ser utilizada na produção de ração animal, energia e biofertilizantes. Em comparação com a tecnologia tradicional para tratamento de efluentes (estação de tratamento de esgoto/tanques cimentados), a biotecnologia de *wetlands* construídas apresentam vantagens com relação ao custo de implantação, custo de operação, consumo de energia elétrica, sustentabilidade e valorização da biodiversidade, como pode ser observado nas Figuras 09 e 10.

Figura 09 – Tecnologia tradicional e a biotecnologia *wetland* construída.



Fonte: PHITOSTORE, 2015.

Figura 10 – Comparativo entre a tecnologia tradicional e a biotecnologia *wetland* construída.

QUADRO COMPARATIVO	TÉCNOLOGIA TRADICIONAL	BIOTECNOLOGIA
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	● ●	● ●
CUSTO DE OPERAÇÃO	●	● ● ●
COMPLEXIDADE DA OPERAÇÃO	● ●	● ● ●
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	● ●	● ● ●
CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS	● ● ●	● ● ●
ÁREA OCUPADA	● ●	●
SUSTENTABILIDADE	● ●	● ● ●
VALORIZAÇÃO SOCIAL E UTILIZAÇÃO DA ÁREA OCUPADA	● ●	● ● ●
VALORIZAÇÃO DA BIODIVERSIDADE	● ●	● ● ●
GANHOS DE IMAGEM E MÍDIA	●	● ● ●

BOM	●	RUIM	●
MUITO BOM	● ●	MUITO RUIM	● ●
EXCELENTE	● ● ●	PESSÍMO	● ● ●

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Vale ressaltar que as áreas alagadas construídas constituem uma tecnologia de tratamento de águas de baixo custo em comparação a outras formas de tratamento, tais como: processo de lodo ativado e tratamento físico-químico. Porém, o custo de implantação das *wetlands* construídas pode ser maior em função da necessidade de aquisição de áreas de grande porte, margeando as áreas que serão tratadas.

4.2.3 TIPOS DE WETLANDS CONSTRUÍDAS

As *wetlands* construídas podem ser de fluxo horizontal (superficial ou subsuperficial) ou vertical (ascendente ou descendente). Na intenção de potencializar a remoção de compostos nitrogenados, desenvolveram-se sistemas híbridos, que é uma associação em série das *wetlands* construídas de fluxo vertical e horizontal.

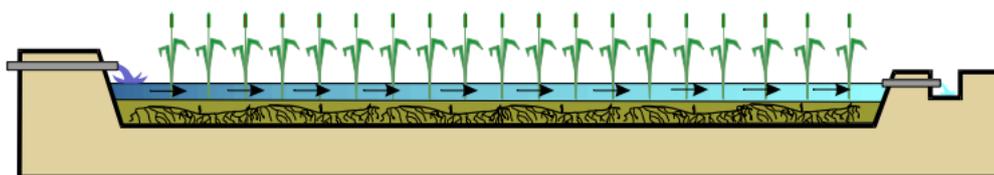
As *wetlands* construídas são classificadas de acordo com o tipo de fluxo adotado. Os tipos básicos, são: *wetlands* construídas de fluxo superficial (WETCFS), *wetlands* construídas de fluxo subsuperficial (WETCFSS) e *wetlands* construídas de fluxo vertical (WETCFV) (PROSAB, 2009).

As *wetlands* construídas de fluxo superficial – WETCFS – consistem em sistemas de fluxo superficial ou lâmina livre, apresentam um fluxo sobre a superfície com uma altura de lâmina d'água tipicamente menor que 0,4 m, passando através da vegetação composta por macrófitas aquáticas emergentes, flutuantes ou submersas (KADLEC e KNIGHT, 1996), como pode ser observado na Figura 11.

As *wetlands* de fluxo superficial possuem uma melhor eficiência para remoção de matéria orgânica e de sólidos suspensos, pois tem maior tempo de retenção hidráulica (USEPA, 2000). O sistema de fluxo subsuperficial é mais usado do que o fluxo superficial, pois o último apresenta duas desvantagens em relação ao primeiro: pode ocorrer proliferação de mosquitos e produção de odor (WALLACE, 2004).

De acordo com o manual da PROSAB (2009), os WETCFS são adequados para receber efluentes de lagoas de estabilização, ou seja, para polimento através da retirada de nutrientes.

Figura 11 - Corte esquemático de uma *wetland* construída com fluxo superficial.



Fonte: Salati, 2009.

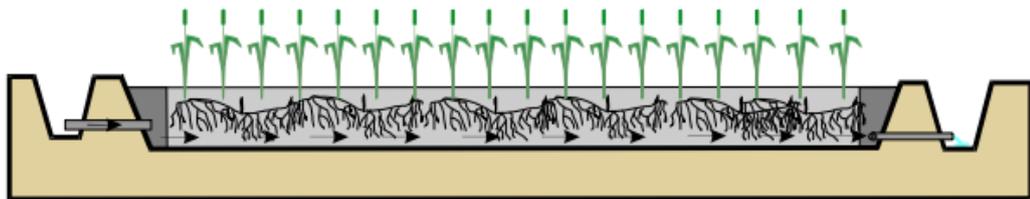
Já as *wetlands* construídas de fluxos subsuperficial – WETCFSS – apresentam um sistema de fluxo subsuperficial, onde não há uma coluna d'água sobre a superfície do terreno, são essencialmente filtros lentos horizontais preenchidos com brita ou areia como meio de suporte e onde as raízes das plantas se desenvolvem. O efluente passa pelo substrato (brita ou areia), no qual entra em contato com uma mistura de bactérias facultativas associadas com o substrato e com as raízes das plantas. A altura do substrato é tipicamente menor que 0,6 m. Esse tipo de processo demonstra ter maior eficiência para a remoção de nitrogênio e fósforo e de metais pesados, devido à grande variedade de reações que ocorrem dentro do solo (USEPA, 2000).

As *wetlands* de fluxo subsuperficial não oferecem condições para o desenvolvimento e proliferação de mosquitos e para o contato de pessoas e animais com a lâmina d'água. São

muito utilizados no tratamento secundário de efluentes de pequenas comunidades, tanto nos Estados Unidos, Austrália e África do Sul quanto na Europa (KNIGHT e WALLACE, 2004).

De acordo com a PROSAB (2009), as *wetlands* de fluxo subsuperficial são adequadas para receber efluentes de tanques sépticos e reatores anaeróbios, merecendo cuidados adicionais no caso de efluentes de lagoas de estabilização, em virtude da presença de algas, como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Corte esquemático de uma *wetland* construída com fluxo subsuperficial.

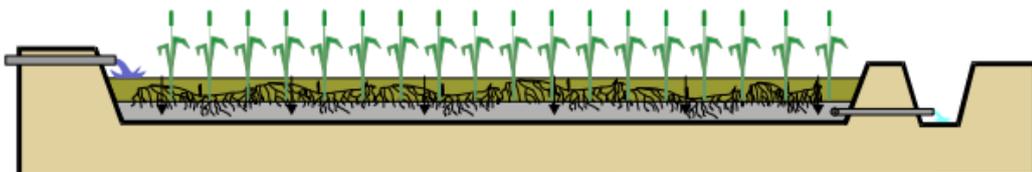


Fonte: Salati, 2009.

Por último, as *wetlands* construídas de fluxo vertical – WETCFV – são constituídas de filtros de escoamento vertical intermitente, preenchidas com brita ou areia e nível d'água abaixo do meio suporte (subsuperficial), ver Figura 13, impedindo o contato direto de pessoas e animais (VYMAZAL, 2005).

Normalmente, utilizam-se mais de uma *wetland* em paralelo, sendo que um deles recebe a batelada e os outros estão em repouso, permitindo a ocorrência da digestão e secagem do lodo na superfície e a manutenção das condições aeróbias da *wetland* (PROSAB, 2009).

Figura 13 - Corte esquemático de uma *wetland* construída com fluxo vertical.



Fonte: Salati, 2009.

O sistema funciona por gravidade, permeabilidade e degradação biológica. Atua como um tratamento secundário: remoção de matéria orgânica por meio de reações bioquímicas – e terciário de esgotos –, controle e remoção de nutrientes. O tratamento secundário acontece

pelo fato de o sistema ser também um filtro granulométrico. Já o terciário, ocorre principalmente pela presença das macrófitas.

A importância das plantas para o sistema se deve principalmente pela zona de raízes, que concentra as bactérias consumidoras de matéria orgânica e realiza processos bioquímicos para remoção de nutrientes (CUNHA, 2016).

4.2.4 APLICAÇÕES E BENEFÍCIOS DAS WETLANDS CONSTRUÍDAS

Dentre as aplicações práticas mais comuns estão as referentes ao tratamento de efluentes caracterizados por vazões relativamente pequenas, devido à necessidade de ocupação de áreas menores para implantação das *wetlands* construídas. Assim, tais aplicações tendem a se concentrar no tratamento de efluentes tanto de comunidades como industriais.

No tratamento de efluentes com metais pesados, as *wetlands* construídas têm capacidade de remover metais pesados tóxicos de águas residuais. Os principais mecanismos para isso são a adsorção (fixação de moléculas líquidas a uma superfície sólida) e precipitação. De acordo com PIO et al. (2010), os compostos orgânicos formados no sistema *wetland* apresentam cargas negativas capazes de adsorver cátions mono, di e trivalentes, tais como Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} e Al^{3+} . Algumas espécies de macrófitas apresentam uma tolerância maior a metais pesados, com capacidade de acumulá-los em suas raízes e transferi-los para as folhas.

Por sua capacidade de tolerar metais pesados e comuns, as *wetlands* construídas são utilizadas para tratamento de drenagem ácida de mina (DAM). Esse efluente se origina de oxidação de minerais expostos à água e ao oxigênio, podendo apresentar íons dissolvidos de As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Al, Cr, Mn, Mg, entre outros (CUNHA, 2016).

No tratamento e pós-tratamento de efluentes de ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), a aplicação de alagados construídos é uma solução muito interessante para o tratamento de efluentes sanitários. É comum nos EUA a utilização desse sistema em comunidades agrícolas. A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA), em seu Manual de *wetlands* construídas para tratamento de esgotos municipais (2000), traz diversos casos em cidades pequenas do interior do país, a maioria para complementar os tratamentos convencionais, melhorando significativamente a qualidade do efluente para lançamento no corpo hídrico.

Vale salientar que a utilização desse sistema como um complemento à Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) não só favorece a qualidade do tratamento, como traz também um aspecto visual atraente e pode ser usado como um marketing ambiental. Outro benefício indireto é a redução de custos em estações de tratamento de água (ETA): se a qualidade da água despejada nos mananciais for melhor, a tecnologia para o tratamento desta será menos avançada e, portanto, mais barata (SCHULZ, 2003).

No tratamento de chorume, as *wetlands* podem ser construídas para tratamento de chorume proveniente dos aterros sanitários. Na cidade de Recife/Pernambuco, o aterro controlado de Muribeca possui uma estação de tratamento de chorume, que consiste em 5 lagoas em série: lagoa de decantação; lagoa anaeróbia; e três lagoas facultativas. Apenas uma pequena parte (10%) do tratamento das lagoas é direcionada para as células de *wetland*. A concentração de DBO e DQO do chorume é muito variável. Em pesquisa feita por Beltrão et al., constatou-se que a concentração de DBO na entrada da *wetland* variou de 66 mg/L a 2094 mg/L, enquanto a de DQO, de 1931 mg/L a 4363 mg/L. Após o tratamento, a concentração da primeira foi em torno de 40% menor e a da segunda, 47,8% menor (BELTRÃO, 2016).

Com relação à harmonia entre paisagismo, fauna e flora, os principais problemas atribuídos às ETEs são o mau cheiro, ruídos e a necessidade de grandes espaços, além de estética questionável e pouco atraente. O uso de *wetlands* favorece uma harmonia paisagística, controla odores (quando o fluxo é subsuperficial) e não emite ruídos, pois não necessita de equipamento de recalque. A vegetação atrai diversas espécies de pássaros, podendo ainda ser habitável para peixes e girinos na saída do efluente, quando oferecida boa oxigenação (SCHULZ, 2009). Os sistemas de alagados construídos podem ser integrados a parques que se situam em áreas de várzeas de rios, servindo inclusive para atividades educacionais e de pesquisa. Um exemplo é o Centro de Educação e Difusão de Tecnologias Ambientais (CEDTA), no Parque Ecológico do Tietê, São Paulo, em que há um canal de macrófitas aquáticas, seguidos de solos filtrantes (SCHULZ, 2003).

Como já visto, o sistema é muito amplo em suas aplicações e traz benefícios ambientais (alternativa para recuperação de mananciais), econômicos (mais barato que outros sistemas, potencial turístico e geração de renda nas obras e operação) e até sociais (educação ambiental e participação da comunidade). Baseia-se na simplicidade de operação e manutenção, pois não são utilizados processos mecanizados, os grandes consumidores de energia. A grande vantagem é ser um sistema que independe de energia elétrica e produtos químicos, pois as reações são biológicas, sendo esse um ponto positivo para a aplicação dessa tecnologia em países tropicais, já que a ação depuradora de microrganismos é mais eficiente

em temperaturas maiores (SCHULZ, 2003).

Ao contrário das ETEs convencionais, não há lodo a ser tratado e a biomassa proveniente das plantas pode ser reutilizada como adubo. Se o sistema for aplicado adequadamente, os efluentes das *wetlands* atendem às exigências do CONAMA, lei 357/2005, quanto ao lançamento de efluentes e controle de nutrientes.

4.2.5 DESEMPENHO DAS WETLANDS CONSTRUÍDAS

No funcionamento das *wetlands* construídas alguns fatores podem aumentar ou diminuir seu desempenho. As razões que podem vir a afetar a eficiência de remoção dos resíduos estão relacionadas à: natureza do poluente; fatores climáticos; fatores biológicos; solo; geologia e às características das águas afluentes.

Segundo Poças (2013), fatores climáticos podem afetar o funcionamento de uma *wetland*, em função da: i) temperatura: influenciando nas reações físico-químicas e bioquímicas, volatilização e evapotranspiração da *wetland*; ii) radiação solar: influenciando nas taxas de crescimento da vegetação das terras alagadas, devido à fotossíntese; iii) precipitação: influenciando no balanço hídrico da *wetland*; iv) vento: afeta as taxas de evapotranspiração, trocas gasosas entre a atmosfera e o meio aquático, além do efeito turbulência no escoamento das águas.

Com relação à geologia, parte da capacidade de remoção de poluentes por uma *wetland* se dá por processos envolvendo filtragem dos poluentes através do solo. O fenômeno de absorção desempenha papel fundamental nesse processo e depende das características do solo e de cada poluente considerado. Vale ressaltar que a *wetland* deve apresentar uma camada de solo que dificulte a passagem dos poluentes para o lençol freático.

As atividades biológicas que ocorrem dentro das áreas alagadas podem ser de grande importância para o bom desempenho das terras alagadas, como removedoras de poluentes. As plantas desempenham papel de grande importância na melhoria da qualidade da água, absorvendo vários poluentes, através de suas raízes de grande superfície específica e caules submersos. Assim, a seleção, escolha e manutenção da vegetação devem ser cuidadosamente analisadas para que se obtenha as remoções esperadas dos poluentes. Além disso, deve-se constantemente analisar a saturação com relação a carga tóxica à biota local, para que esta não deixe de cumprir a função para a qual foi projetada (POÇAS, 2013).

Além disso, a vazão que flui através de uma área alagada é uma das principais variáveis para o dimensionamento geométrico e a escolha dos parâmetros que definem a capacidade de remoção de poluentes. A vazão apresenta, em geral, variações diárias e sazonais, devendo a *wetland* estar projetada para funcionar com essas variações.

Por fim, o conhecimento das concentrações dos contaminantes na água a ser tratada também é um fator de primeira importância para que se elabore um projeto com manutenção adequada. As variações temporais de qualidade da água devem ser bem conhecidas para que se possa projetar uma *wetland* com desempenho apropriado (KADLEC et al, 1996).

4.3 O USO DAS WETLANDS CONSTRUÍDAS ALIADAS AO PAISAGISMO

O paisagismo pode associar-se ao conjunto de atividades destinadas a modificar os aspectos visíveis de um terreno. Os paisagistas encarregam-se de trabalhar com seres vivos (plantas, flores e árvores), elementos naturais (rio, riacho, colina, etc.), criações humanas (edifícios, caminhos, pontes) e questões abstratas, como as condições climáticas. Com base no estudo desses fatores, cria-se um ambiente que seja atrativo a nível estético e funcional. Pode-se dizer que a paisagem manipulada é o produto do paisagismo, devendo-se garantir a sustentabilidade do meio ambiente.

O paisagismo não é tão somente a elaboração de jardins e praças. Ele constitui uma técnica cada vez mais apurada, voltada para a criação de áreas paisagísticas que possam substituir espaços destruídos pelo constante e desordenado aumento de construções. Tem a missão, portanto, de recompor as extensões geográficas afetadas, servindo-se de elementos de botânica, ecologia, mudanças climáticas de cada região e de estilos arquitetônicos. Essa arte conjuga, nesse esforço de recriação, planos, planificações, a administração e a manutenção de áreas livres, no interior das cidades ou à margem delas, com o objetivo de organizar pequenas e vastas paisagens (COSTA, 2014).

Segundo Tucci (2012), sem planejamento urbano e paisagístico muitas cidades, em todo o mundo, passaram por um processo acelerado de crescimento, levando a população a ocupar a cidade sem que o planejamento territorial acompanhasse a expansão das cidades. O alto valor do solo urbano levou a população mais carente a ocupar leitos de rios de maneira irregular. Sendo assim, os rios também serviram de depósito de descarte pela sociedade. Eles sofreram com degradação ambiental, contaminações e foram sendo escondidos pelas construções. A falta de investimentos e estrutura em suas margens levou a população a

enxergar o rio como um problema e não como uma fonte de possibilidades, tanto culturais, de renda, lazer como de consumo e uso da água.

Além disso, as cidades brasileiras sofreram, em geral, um processo de ocupação urbana sem planejamento, promovendo uma contínua devastação das áreas de vegetação nativa e de degradação das áreas de várzeas.

Por outro lado, a aplicabilidade das *wetlands* construídas em projetos arquitetônicos e urbanísticos promovem a recuperação de áreas naturais nas cidades urbanizadas. Considerando-se a importância de se restaurar essas áreas, as *wetlands* construídas podem recriar um ecossistema mais equilibrado, já que além dos processos de autodepuração da água, também promovem uma maior umidade da região, propiciando o desenvolvimento da vegetação, um melhor equilíbrio térmico da cidade aliada a um redesenho urbano e paisagístico (MEDINA et. al., 2006).

No Brasil, cerca de 30 a 40 tipos de plantas poderiam ser usadas como filtro para tratar nossos rios em áreas urbanas, dependendo de sua capacidade de filtragem, criando uma paisagem atrativa para as terras alagadas (*wetlands*). Muitos tipos de plantas locais podem ser utilizadas, além de flores.

Segundo Tucci (2014), a implantação das *wetlands* construídas também tem efeito educacional, por mostrar uma tecnologia que utiliza o próprio meio ambiente para efeito de despoluição dos rios e recuperação de áreas degradadas, aliadas a projetos urbano-paisagísticos.

Segundo Schulz Ferraz (2014), todo mundo quer ter tratamento de esgoto, mas ninguém quer ter uma estação de tratamento perto da sua casa, pois o bairro fica poluído. Desta forma, as terras alagadas, com sua parte natural oriunda das plantas, tornam-se uma opção mais atrativa e bela. Ademais, não acumulam poluição, pois a raiz é podada após filtrar a poluição. Outro ponto positivo é que a manutenção das *wetlands* construídas é semelhante à de um jardim comum, chegando a 20% do valor dos métodos tradicionais de limpeza de afluentes.

Segundo os ambientalistas, no entorno das áreas públicas em que os jardins são construídos, houve uma revitalização inclusive das moradias circunvizinhas.

4.3.1 Plano de Recuperação do Parque du Chemin – Paris – França – Europa

Na França, o Parque du Chemin, construído entre 2003 e 2006, e expandido em maio de 2012, recebeu a certificação de Espaço Verde Ecológico, oferecendo aos visitantes 145.000

metros quadrados para o lazer, tendo como principal objetivo recompor uma antiga área industrial, de estradas e vias férreas, gerando uma nova atividade econômica, social, paisagística e urbana de qualidade, como pode ser observado na Figura 14.

O projeto do parque francês buscou uma aliança entre a cidade e a natureza, propondo uma nova lógica de parque urbano onde as *wetlands* construídas, chamadas de jardins aquáticos filtrantes, constituíram a estrutura do projeto, purificando parte das águas do Rio Sena. Os principais objetivos do projeto foram: a criação de um novo equipamento urbano; a regeneração da biodiversidade local; a despoluição da água do Rio Sena; a formação de novas áreas verdes; a criação de conexões verdes entre bairros; e a revitalização do parque com o uso de novos mobiliários urbanos (bancos, passarela e outros) integrados à natureza (FEIJÓ, 2016), como pode ser observado na Figura 15.

Figura 14 - Planta baixa do Le Parc du Chemin em Paris.

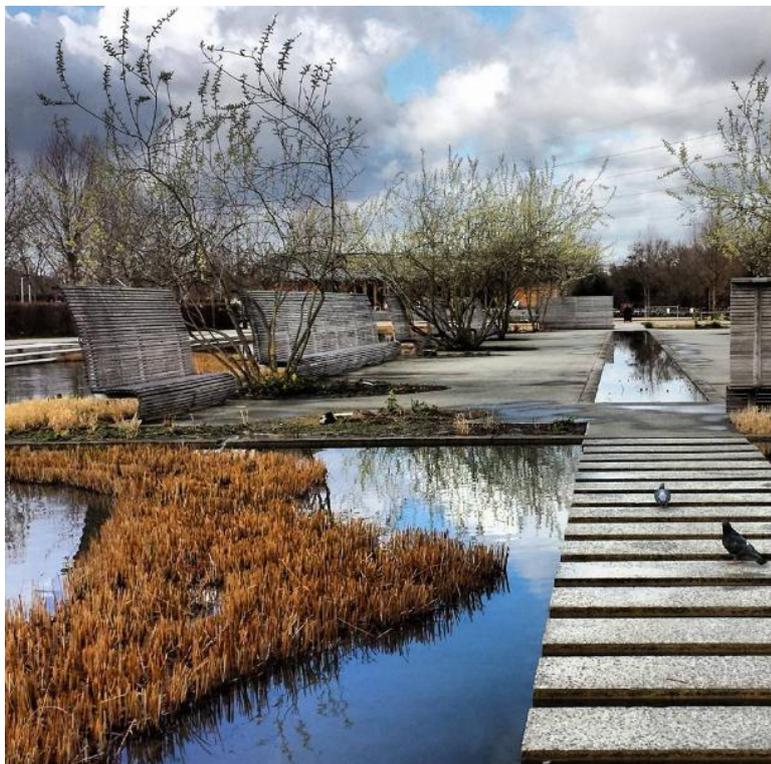


Fonte: Cidades Sustentáveis, 2017.

Segundo Feijó (2016), o parque possui total autonomia hídrica. A água, resultante do processo de fito-depuração, é utilizada na irrigação das plantações, prados e hortas familiares ou retornos purificados no rio, promovendo assim a formação de áreas de desova dos peixes. A água do Sena é transportada por meio de um parafuso de Arquimedes e, posteriormente, é purificada passando por sete tipos de piscinas dispostas em cascata, uma depois da outra. As plantas de cada piscina foram selecionadas de acordo com as particularidades para a despoluição e filtragem e aprimoramento da qualidade da água.

Além disso, projetou-se um viveiro para o desenvolvimento das futuras plantações do parque, possibilitando a integração do ambiente urbano com a natureza não apenas por estética, mas tornando-a útil e vital para a cidade e seu desenvolvimento.

Figura 15 - Mobiliário urbano no Le Parc du Chemin.



Fonte: Cidades Sustentáveis, 2017.

Le Parc du Chemin é um modelo de reconciliação entre natureza e atividade humana. Desenvolveu-se um parque em uma terra profundamente marcada por dois séculos de urbanização caótica, porém criou-se um lugar acessível para viver, conviver, relaxar e agradável para quem passa, um lugar atrativo no centro da cidade.

4.3.2 Plano de Recuperação do Rio Isar – Munique – Alemanha – Europa

Outro caso de revitalização paisagística de rios e córregos urbanos ocorreu no Rio Isar, em Munique na Alemanha. As principais ações aplicadas, foram: a retirada de diques de concreto, o que possibilitou o aumento das margens do rio, aumentando a sua capacidade de retenção de água, além de contribuir para a redução do fluxo e velocidade das águas, evitando enchentes e viabilizando ao mesmo tempo uma melhoria ecológica do rio, em função da formação de habitats para invertebrados e peixes (ARZET, 2010).

De acordo com Arzet (2010), ocorreu também a retirada do concreto e aplainamento das margens, tornando o espaço mais natural e propiciando o desenvolvimento de novos habitats. Tais ações foram bem-sucedidas, visto que atualmente a população tem um contato direto com o Rio Isar, aproveitando-o para natação e contemplação das espécies de peixes que voltaram a existir após a revitalização do mesmo, como pode ser observado nas Figuras 16, 17 e 18.

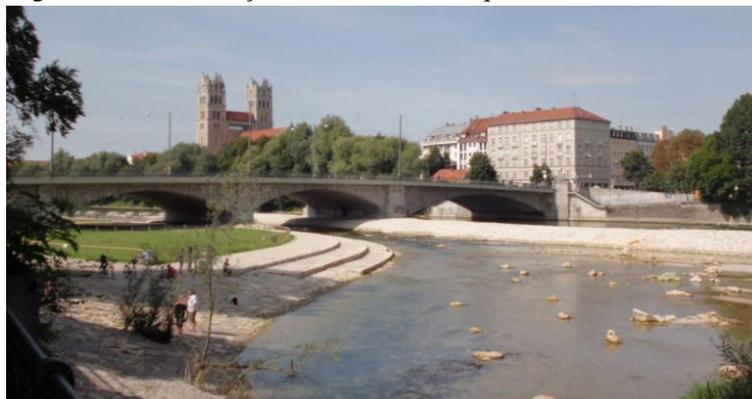
As metas do processo de revitalização do Rio Isar, foram: melhoria da qualidade da água; ampliação do leito do rio e a reconstrução de zonas alagadas, *wetlands*. Tais metas, assim, tiveram como efeito: criação de uma área de recreação local dentro da cidade (PREUSS, 2013).

Figuras 16 e 17 – Processo de revitalização do Rio Isar, Munique.



Fonte: Moura, 2010.

Figura 18 - Revitalização do Rio Isar, Munique.



Fonte: Moura, 2010.

4.3.3 Plano de Recuperação do Rio Cheonggyecheon – Seul – Coreia do Sul

A revitalização do Rio Cheonggyecheon, na cidade de Seul, na Coreia do Sul, mudou drasticamente a paisagem local. Esse importante curso de água em Seul passou por um projeto de recuperação atingindo um rápido reconhecimento internacional, como uma das intervenções mais ousadas na recuperação de rios urbanos. A margem do rio era limitada por avenidas e o rio encoberto por um viaduto, tornando a região altamente degradada. Esse projeto é considerado uma referência mundial em humanização de cidades, por devolver o contato do rio aos moradores através de parques lineares.

Para garantir a recuperação ambiental, a prefeitura local tomou decisões radicais, incluindo a demolição de um viaduto que cobria esse canal urbano totalmente poluído. Cerca de 620 mil toneladas de concreto foram ao chão e investimentos de US\$ 380 milhões tornaram realidade o que parecia impossível: assegurar a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos a partir da paisagem restaurada, como pode ser observado nas Figuras 19a, 19b e 20.

O concreto do viaduto derrubado foi reciclado e as obras de recuperação iniciadas em meados de 2003. Três anos depois, parte do canal de 80 metros de largura foi aberto ao público e entregue aos moradores de áreas verdes, que totalizam 400 hectares, distribuídas ao longo de oito quilômetros de extensão.

Para facilitar o acesso ao local, além da construção de novas pontes, o sistema de transporte coletivo foi ampliado, o que significou uma redução no número de veículos nos arredores. As interferências urbano-paisagísticas e as obras de melhoria ambiental fizeram a temperatura no entorno do canal cair em média 3,6°C em relação a outras regiões da cidade.

Figura 19a e 19b - Revitalização do Rio Cheonggyecheon, antes e depois.



Fonte: Alencar, 2016.

Figura 20 - Revitalização do Rio Cheonggyecheon.



Fonte: Alencar, 2016.

4.3.4 Plano de Recuperação do Rio Los Angeles – Califórnia – América no Norte

O Rio Los Angeles possui aproximadamente 94 km de extensão atravessando 82 km de área urbanizada com sua foz localizada na região portuária de Long Beach. Segundo Alencar (2016), em meio ao processo de consciência ambiental, desde a década de 1970, nos Estados Unidos, foram criados o Serviço de Conservação de Recursos Naturais e as Agências locais e estatais de Conservação da Água e Prevenção de Enchentes, as quais instituíram normas para prevenção da canalização de cursos de água e para o desenvolvimento de projetos e planos que levem em consideração o aspecto ambiental. Segundo essas instituições, os projetos devem ter em vista à resolução de distintos problemas, como o controle de erosões e do uso do solo nas áreas de inundação, a ampliação das áreas de lazer e recreação, a gestão das águas, a proteção de lençóis subterrâneos, dentre outros.

No Rio Los Angeles, a urbanização e canalização de suas margens aconteceram a partir da segunda metade do século XIX, transformando-se em atrativo econômico para a mineração de ouro, passando a ser utilizado para transporte fluvial de pessoas e mercadorias.

Sendo assim, o plano de revitalização desse rio teve como recorte de intervenção a área urbanizada da cidade de Los Angeles, com extensão de aproximadamente 50 km como área piloto para o desenvolvimento do projeto. Essa área foi dividida em nove trechos definidos por suas características, deficiências e potencialidades específicas. Assim, o plano e os projetos pontuais foram propostos de forma integrada, visando o desenvolvimento urbanístico da região.

O plano identificou vinte áreas ao longo do rio com possibilidade de revitalização. Essas áreas foram selecionadas mediante consultas públicas em workshops com a população. Os principais critérios para revitalização foram agrupados em três grandes temas: água, áreas verdes e comunidades com potencial de aplicabilidade e viabilidade do projeto. Os objetivos principais da revitalização e naturalização do rio envolviam: melhoria da qualidade da água; recarga do lençol freático; proteção contra enchentes e redução da velocidade do fluxo das águas – criação de áreas alagáveis (*wetlands*); criação e expansão de habitats naturais, parques e melhoria da qualidade estética do rio e visibilidade através de projeto paisagístico; criação e benefícios múltiplos à comunidade circunvizinha, como pode ser observado nas Figuras 21a, 21b, 22, 23a e 23b.

Figura 21a e 21b – Antes e depois do projeto para renaturalização do Rio Los Angeles.



Fonte: Alencar, 2016.

Figura 22 – Criação de parques e *wetlands* às margens do Rio Los Angeles.



Fonte: Alencar, 2016.

Figura 23a e 23b – soluções para acessibilidade da população ao Rio Los Angeles.



Fonte: Alencar, 2016.

O processo de renaturalização do Rio Los Angeles e da revitalização dos equipamentos urbanos ao seu redor destacam a importância do rio para as atuais e futuras gerações, vendo-o como uma espinha dorsal verde que conecta a natureza às comunidades, sendo um elemento vital para a cidade.

4.3.5 Plano de Recuperação do Rio Medellín – Colômbia – América do Sul

Assim como em outras partes do mundo, os rios e córregos em Medellín tiveram uma grande influência sobre o desenvolvimento das cidades, tendo seus primeiros assentamentos nas margens de seus rios. Segundo Alencar (2016), devido às inundações no território ocupado nas margens do Rio Medellín, seguindo os moldes de urbanismo tradicional no início do século XX, iniciaram-se as intervenções de retificação e canalização do rio, visando controlar as inundações, permitindo assim a expansão da cidade com a construção de vias marginais expressas.

O Parque do Rio Medellín tem como objetivo geral transformar essa área em um eixo ambiental e de espaços públicos da região e da cidade, com novos equipamentos urbanos, otimizando sua atual função como eixo principal de mobilidade, encontro e desfrute dos cidadãos.

O projeto de renaturalização do rio e de revitalização do entorno consiste em: integrar dos vazios verdes à rede ecológica; integrar os afluentes ao projeto; reciclar e reabilitar a infraestrutura local e potencializar a mobilidade, acessibilidade e conectividade.

Além disso, o Parque do Rio Medellín busca articular os corpos d'água, os vazios verdes, e as infraestruturas subutilizadas sobre o rio através da recuperação e articulação do

corredor biótico metropolitano. Afora isso, visa interligar as atuais zonas de vegetação a um sistema geral que dá maior hierarquia e continuidade à estrutura natural de grande impacto metropolitano: o Rio Medellín, ao recuperar esse corpo d'água a partir do viés ambiental e vinculá-lo a outros sistemas mencionados. Além disso, o parque gera um circuito natural que recupera a qualidade da água através de espaços alagados construídos (*wetlands*) ao longo de sua rota, como pode ser visto nas Figuras 24 e 25.

Figura 24 – Antes e depois do projeto de intervenção nas margens do Rio Medellín.



Fonte: Alencar, 2016.

Figura 25a e 25b – Antes e depois do projeto de intervenção nas margens do Rio Medellín.



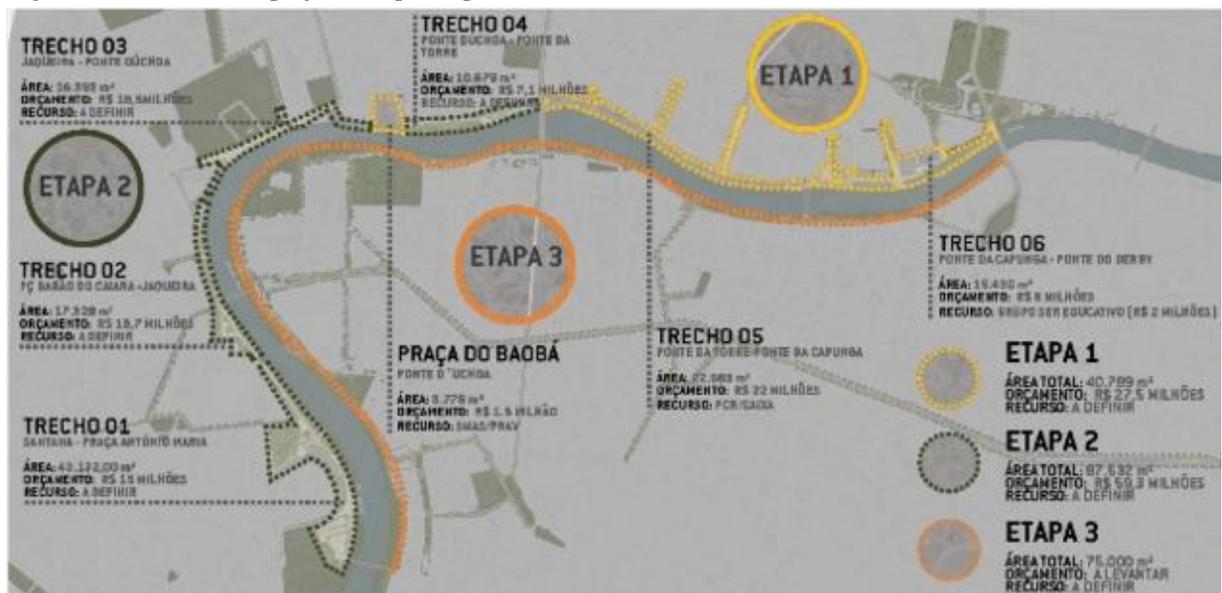
Fonte: Alencar, 2016.

4.3.6 Plano de Recuperação do Rio Capibaribe – Recife – Brasil – América do Sul

Conforme Alencar (2016), após alguns estudos do território, a equipe de pesquisadores do INCITI (Centro de Inovação e Pesquisa para as Cidades), da Universidade Federal de Pernambuco, percebeu a importância de reintegrar o Rio Capibaribe à cidade, de forma a considerar os diversos cursos d'água de toda a bacia hidrográfica. Neste contexto, devido a magnitude das grandes massas verdes remanescentes de mata atlântica e os importantes afluentes que a ele chegam, surgiu o projeto 'Parque Capibaribe'. Essa nova visão sobre a área de intervenção resultou na proposição do Plano Urbanístico de Resgate Ambiental – PURA Capibaribe, que traz a perspectiva de transformar a cidade do Recife em uma “Cidade Parque” dentro de um longo prazo.

Seguindo os preceitos estabelecidos pelo PURA Capibaribe, mesmo que ainda em fase de conclusão, sucedeu a elaboração de uma série de projetos (de anteprojetos à projetos executivos) de alguns trechos do Parque Capibaribe, em função das potencialidades locais, das demandas apontadas pela população e dos recursos disponíveis, como pode ser visto na Figura 26.

Figura 26 – Trechos do projeto Parque Capibaribe.



Fonte: Parque Capibaribe, 2015.

No Projeto Parque Capibaribe, as ações propostas visam promover melhorias à cidade do Recife através da estrutura ecológica do rio, integrando-o aos demais sistemas atuantes. Na perspectiva de transformar a cidade do Recife em uma “Cidade Parque”, um dos desafios é o de aumentar a área verde pública do município, pois o mesmo possui um índice baixíssimo de 0,7m² de área verde por habitante. O “Parque Capibaribe” contempla projetos anteriores que visavam à implantação de onze parques às margens do rio, dentre eles: Jornal do Comercio, Santana, Poço da Panela, Monteiro, Apipucos, Olarias, Barbalho, Iputinga, Cordeiro I, Cordeiro II e Torre, ao longo de uma extensão de 6,6km nas margens do rio.

Neste sentido, o resgate e integração do Rio Capibaribe e seus afluentes promoverá uma articulação territorial por meio da mobilidade urbana sustentável, através de ciclovias, ruas arborizadas e que priorizam os pedestres, a navegabilidade do rio, além da conexão dos diversos modais. Para tal, foram definidos os princípios norteadores: i) Soluções simples adaptadas à diversidade dos lugares; ii) Negociação de propostas visando articular as propostas com diversos atores sociais para conceber as ações em conjunto; iv) Inovação urbanística visando elaborar e promover soluções urbanísticas capazes de responder ao contexto de cada lugar, as necessidades de cada cultura e as demandas das futuras gerações; v) Prototipagem, ou seja, visando elaborar soluções junto com a população que sejam capazes de serem experimentadas, avaliadas e principalmente que sejam capazes de despertar o sentimento de pertencimento ao local.

Por fim, o objetivo principal do projeto é resgatar, além da função ecológica do rio, sua identidade em relação à cidade. De forma geral o plano apresenta recomendações para melhorar o acesso ao rio, à segurança e à saúde pública gerindo a estrutura do rio e elaborando projetos a curto, médio e longo prazo, em função das prioridades da comunidade circunvizinha às margens do Rio Capibaribe.

4.4 EQUIPAMENTO URBANO

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 9284 de março de 1986, aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Equipamentos Urbanos são todos os bens públicos e privados, de utilidade pública, destinados à prestação de serviços necessários ao funcionamento da cidade, implantados mediante autorização do poder público, em espaços públicos e privados. Essa norma aplica-se, entre outras finalidades, à gestão, ao cadastramento

e ao planejamento urbano, observada, conforme o caso, a legislação específica dos órgãos federais, estaduais e municipais.

A NBR 9284/86 classifica o equipamento urbano, por categorias e subcategorias, segundo sua função predominante. As categorias se dividem em: Circulação e Transporte; Cultura e Religião; Esporte e Lazer; Infraestrutura; Sistema de comunicação; Sistema de energia; Sistema de iluminação pública; Sistema de saneamento; Segurança pública e Proteção; Abastecimento; Administração pública; Assistência social; Educação e Saúde.

As subcategorias são classificadas e relacionadas com as categorias da seguinte forma:

Circulação e Transporte:

- a) estacionamento;
- b) logradouros públicos e vias especiais;
- c) vias, terminais e estações do sistema de transporte em suas diversas modalidades.

Cultura e Religião

- a) biblioteca;
- b) cemitério e crematório;
- c) centro cultural;
- d) centro de convenção;
- e) cinema;
- f) concha acústica;
- g) jardim botânico, jardim zoológico, horto florestal;
- h) museu;
- i) teatro;
- j) templo.

Esporte e Lazer

- a) autódromo, kartódromo;
- b) campo e pista de esporte;
- c) clube;
- d) estádio;
- e) ginásio de esportes;
- f) hipódromo;

- g) marina;
- h) piscina pública;
- i) parque;
- j) praça.

Infraestrutura

Sistema de comunicações:

- a) correios e telégrafos;
- b) radio e televisão;
- c) telefonia.

Sistema de energia:

- a) combustível doméstico canalizado;
- b) energia elétrica.

Sistema de saneamento:

- a) abastecimento de água;
- b) esgotamentos sanitário e pluvial;
- c) limpeza urbana;
- d) lavanderia coletiva.

Segurança pública e Proteção

- a) corpo de bombeiros;
- b) delegacia;
- c) instalações militares;
- d) posto policial;
- e) posto de salvamento.

Abastecimento:

- a) armazém, silo;
- b) central de abastecimento;
- c) mercado municipal;
- d) posto de abastecimento de veículos;
- e) supermercado.

Administração pública:

a) sedes dos poderes executivo, legislativo e judiciário (Palácio do Governo, Prefeitura, Câmara e Fórum).

Assistência social:

- a) asilo;
- b) centro social, comunitário;
- c) centro de triagem;
- d) creche;
- e) orfanato;
- f) penitenciária;

Com base nesses conceitos, essa dissertação irá propor o projeto de um equipamento urbano contendo uma *wetland* paisagística, visando o tratamento das águas, a renaturalização do córrego e a revitalização do entorno da praça em estudo. Mais adiante será exposto que o equipamento urbano proposto irá contemplar: a circulação e transporte (logradouros públicos e vias especiais); o esporte e o lazer (campo, pista de esporte, parque e praça) e o sistema de abastecimento (abastecimento de água, esgotamentos sanitário e pluvial, limpeza urbana).

4.5 MOBILIÁRIO URBANO

Segundo Garcia et al. (2014), a valorização do espaço público de uma cidade bem como a identidade visual da mesma é consecutivamente caracterizada pelo mobiliário urbano e o padrão de qualidade dos mesmos, sendo que esses devem atender de forma satisfatória as necessidades da população que os usufruirá. Durante o século XIX, o mobiliário urbano foi implantado nas cidades como um simples elemento decorativo, animador do espaço público, com apelo apenas estético. Já nas décadas seguintes, passou a ser reconhecido como uma opção de espaço integrador e funcional, contribuindo para a composição da identidade visual de uma cidade.

Atualmente além dessa concepção de espaço integrador e funcional, o mobiliário urbano deve também qualificar o ambiente em que for inserido, possibilitar o convívio social dos usuários e principalmente enquadrar-se no conceito de acessibilidade universal. De

acordo com Montenegro (2005), o mobiliário urbano caracteriza-se como elementos destinados a oferecer comodidade e conforto aos cidadãos, prioritariamente aos pedestres, que compõe o ambiente construído em que se acham inseridos, sendo parte do desenho urbano das cidades, interagindo com seus usuários, e com o contexto sociocultural e ambiental.

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 9283 de março de 1986, aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Mobiliários Urbanos são todos os objetos, elementos e pequenas construções integrantes da paisagem urbana, de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados. São móveis implantados em lugares públicos, disponíveis à utilização da população, que estabelecem urbanismo e design à cidade e muitas vezes são aproveitados para a publicidade: totens, idealizações horizontal, vertical e aérea; postes, torres, hidrantes, abrigos e pontos de ônibus, bebedouros, sanitários públicos, bancos, bancas de jornais, chafarizes, fontes luminosas e o que mais for necessário.

Mobiliário urbano é também um termo coletivo para objetos e equipamentos instalados em ruas e estradas para diversos propósitos. De modo geral, são peças e equipamentos instalados em meio público, para uso dos cidadãos ou como suporte às redes urbanas fundamentais, tais como: rede de água, rede de luz e energia, caixas de coleta de Correios, lixeiras e coletores diversos, etc. Pode-se dizer que analogamente o Equipamento Urbano seria o macro (a casa) e Mobiliário Urbano o micro (os móveis, a mobília da casa).

A NBR 9283/86 classifica o mobiliário urbano por categorias e subcategorias, segundo sua função predominante. As categorias se dividem em: Circulação e Transporte; Cultura e Religião; Esporte e Lazer; Infraestrutura; Sistema de comunicação; Sistema de energia; Sistema de iluminação pública; Sistema de saneamento; Segurança pública e Proteção; Abrigo; Comércio; Informação e comunicação visual e ornamentação da paisagem e ambientação urbana.

As subcategorias são classificadas e relacionadas com as categorias da seguinte forma:

Circulação e Transporte:

- a) abrigo;
- b) ponto de ônibus;
- c) acesso ao metrô;
- d) acostamento para paradas em geral;
- e) bicicletário;

- f) calçada;
- g) elemento condicionador de tráfego (gelo baiano, quebra mola, “ilha”, canteiro central);
- h) espelho parabólico;
- i) parquímetro;
- j) passagem subterrânea;
- k) passarela;
- l) pavimentação;
- m) pequeno ancoradouro (trapiche, cais, píer);
- n) rampa;
- o) escadaria;
- p) semáforo;
- q) sinaliza horizontal.

Cultura e Religião:

- a) arquibancada, palanque;
- b) coreto;
- c) cruzeiro;
- d) escultura, estatuária;
- e) estação de via sacra;
- f) marco;
- g) mastro;
- h) monumento;
- i) mural;
- j) obelisco;
- k) oratório;
- l) painel;
- m) pira;
- n) plataforma, palco;
- o) placa comemorativa.

Esporte e Lazer:

- a) aparelho de televisão coletivo;
- b) brinquedo;
- c) churrasqueira;
- d) circo;
- e) mesa, assentos;
- f) parque de diversão;
- g) playground;
- h) quadras de esporte.

Infraestrutura:**Sistema de comunicação:**

- a) caixa de correio;
- b) cabine telefônica, orelhão;
- c) entrada de galeria telefônica, tampão;
- d) posteação, fiação;
- e) torre, antena.

Sistema de energia:

- a) entrada de galeria de gás, tampão;
- b) entrada de galeria de luz e força, tampão;
- c) posteação, fiação, torre;
- d) respiradouro.

Sistema de iluminação pública:

- a) luminária;
- b) poste de luz, fiação.

Sistema de saneamento:

- a) bebedouro, bica;
- b) chafariz, fonte, tanque;
- c) entrada de galeria de águas, tampão;
- d) grade, tampa, outras vedações;

- e) lixeira;
- f) respiradouro;
- g) sanitário público.

Segurança pública e proteção:

- a) balaustrada;
- b) cabine (policial, vigia);
- c) defesa;
- d) frade;
- e) grade, gradil;
- f) guarita;
- g) hidrante;
- h) muro, mureta, cerca;
- i) posto salva-vidas.

Abrigo:

- a) abrigo, refúgio;
- b) caramanchão;
- c) pavilhão;
- d) pérgola;
- e) quiosque.

Comércio:

- a) banca;
- b) barraca;
- c) carrocinha;
- d) trailer.

Informação e comunicação visual:

- a) posto;
- b) cabine;
- c) anúncios (cartaz, letreiro, painel, placa, faixa);
- d) relógio;
- e) relógio-termômetro eletrônico;
- f) sinalização (placa de logradouro e de informal).

Ornamentação da paisagem e ambientação urbana:

- a) arborização;
- b) banco, assento;
- c) calçadão;
- d) canteiro;
- e) chafariz, fonte;
- f) escultura, estátua.

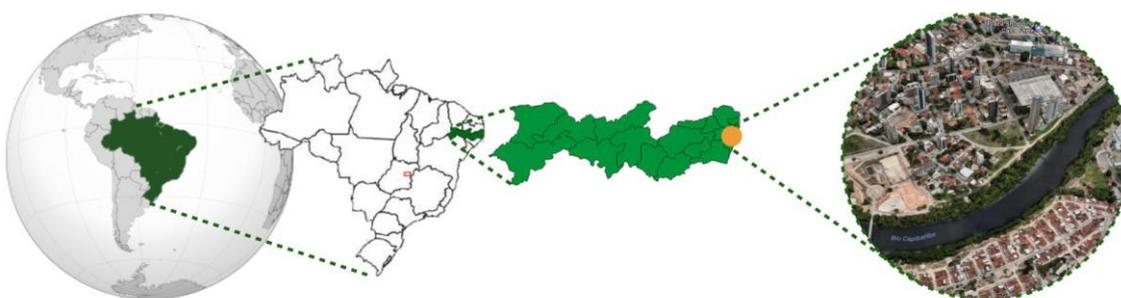
Com base nesses conceitos e nas sugestões coletadas, mediante questionário aplicado na comunidade, o projeto para um novo equipamento urbano na Praça Compositor Antônio Maria irá propor diferentes mobiliários urbanos, visando o melhor usufruto espacial pela população local.

5. METODOLOGIA

5.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se no Brasil, no estado de Pernambuco, na cidade de Recife, no bairro de Santana, na Praça Compositor Antônio Maria, como pode ser visto nas Figuras 27, 28, 29 e 30.

Figura 27 – Localização da área de estudo.



Fonte: Adriana Oliveira e Simone de Paula, 2017.

Segundo censo do IBGE 2010, o Estado de Pernambuco situa-se na sétima posição entre os estados mais populosos. Já a Região Metropolitana do Recife é a quinta região mais populosa entre as regiões metropolitanas brasileiras, concentrando por volta de 3,7 milhões de habitantes. 42,6% da população metropolitana está domiciliada na capital Recife, o polo da metrópole.

Conforme a Elemental Hub de Tecnologias Sustentáveis (2016), o assentamento populacional em Pernambuco, não diferindo da grande maioria ao redor do mundo, foi se estabelecendo ao longo de um importante e expressivo corpo d'água, o Rio Capibaribe, capaz de prover abastecimento de água potável, alimentação, rota de transporte, lazer, entre outros.

O Rio Capibaribe é um dos principais patrimônios hídricos do Estado de Pernambuco, abastecendo quarenta e três municípios, especialmente na zona urbana da Região Metropolitana de Recife (PROÁGUA, 2002). A sua bacia hidrográfica exerce um papel vital para o Estado, pois abrange uma grande concentração populacional além das principais zonas de desenvolvimento socioeconômico do Estado.

Figura 28 – Praça Compositor Antônio Maria.



Fonte: Autora, 2017.

Figura 29 – Praça Compositor Antônio Maria.



Fonte: Autora, 2017.

Figura 30 – Praça Compositor Antônio Maria.



Fonte: Autora, 2017.

Segundo a Elemental Hub de Tecnologias Sustentáveis (2016), uma das principais consequências da poluição do corpo hídrico do centro do Recife é o mau cheiro. Uma das causas principais é o esgoto dos edifícios e moradias dos arredores que é despejado de forma *in natura* ou sem o devido tratamento no Rio, provocando a elevação de matéria orgânica e do odor característico desse processo. A população contribuinte para este fator é estimada em 430 mil habitantes. A falta de coleta de lixo também é um fator importante a ser considerado, visto que acarreta o espalhamento de resíduos urbanos por diversas áreas inadequadas, entre elas o leito do Rio, que tende a ser a destinação final de qualquer objeto abandonado nas vias públicas.

Tendo como objetivo contribuir com a despoluição do Rio Capibaribe, a área em que se desenvolve esse estudo encontra-se adjacente ao leito do Rio. O espaço escolhido situa-se na Praça Compositor Antônio Maria, no bairro de Santana, zona norte da cidade de Recife, no estado de Pernambuco. A inauguração da Praça ocorreu em 12 de abril de 2012. Nesse período houve o plantio de 10 mil mudas por toda sua área de 1,2 hectares, além de implantação de playground, pista de corrida, bancos e mesas para jogos de tabuleiro, programa de intervenção bastante comum nas praças brasileiras. No entanto, o elemento água foi omitido do projeto, apesar do local se encontrar quase na margem do Rio Capibaribe, e possuir um riacho que percorre toda a praça e deságua no Rio. Tal riacho possui escoamento de águas urbanas que mistura tanto águas pluviais como efluentes de diversas origens. O corpo hídrico a ser tratado não foi enquadrado como canal no cadastro estabelecido pelo Plano Diretor da cidade de Recife, portanto não possui nomenclatura específica.

Além disso, a Praça Compositor Antônio Maria é circundada por três vias: Rua Samuel Farias a Leste e Sul; Rua Nestor Silva a Oeste; e Rua Afonso de Albuquerque a Norte. Sua forma, aproximadamente triangular, tem o vértice sul apontando diretamente para o Rio Capibaribe. As ruas apresentam tráfego elevado em determinadas horas do dia. A Rua Samuel Farias contém o acesso de estacionamento para uma escola, já a Afonso de Albuquerque possui dois sentidos, o que faz de seu fluxo o mais intenso entre as três ruas.

Vale ressaltar que a escolha do local foi alinhada com projetos que já vêm sendo desenvolvidos para o planejamento urbanístico da cidade do Recife com relação à reurbanização, renaturalização e despoluição dos rios, através do projeto Parque Capibaribe. Projeto esse que é resultado do convênio celebrado entre a Universidade Federal de Pernambuco e a Prefeitura do Recife, sob coordenação do grupo de Pesquisa INCITI – Inovação e Pesquisa para as Cidades, conforme citado anteriormente.

5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na primeira fase, a coleta de dados foi realizada através do levantamento bibliográfico e documental acerca do objeto em estudo, ou seja, por meio de dados secundários baseados em artigos publicados em periódicos, congressos, leis federais, dissertações, teses e livros, que foram analisados, além de outros locais julgados pertinentes. Foram estudados temas relativos a: biotecnologia, biotecnologia ambiental, *wetland* construída, paisagismo, equipamento urbano e mobiliário urbano.

Na segunda fase, foram realizadas visitas ao local de estudo para levantamento fotográfico e observação dos aspectos físicos e sociais no entorno da Praça Compositor Antônio Maria. Nessa etapa, visitou-se equipamentos de lazer próximos ao local de estudo, às margens do Rio Capibaribe, tais como: Parque de Santana Ariano Suassuna e Parque Caiçara. Além disso, realizou-se visitas as escolas públicas e particulares, comércios de pequeno e médio porte, residências uni e multifamiliares e ao órgão público do CPRH.

Na terceira fase, foram coletados dados em sítios de órgãos públicos, como: Secretaria de desenvolvimento e planejamento urbano, Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH, Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – SEMAS e Prefeitura da Cidade do Recife.

Na quarta fase, foi elaborada e aplicada uma pesquisa exploratória a partir de questionário semiestruturado, visando: a compreensão de aspectos sociais e especificidades da comunidade local; entendimento da percepção ambiental da população com relação ao riacho estudado e ao Rio Capibaribe; e, por fim, a percepção de que equipamento urbano a comunidade almeja para o local, como será melhor explicado a seguir.

O questionário aplicado continha questões voltadas para a preservação do meio ambiente, no intuito de estudar e entender como os moradores, trabalhadores e transeuntes da área percebem as questões ambientais do seu entorno (apêndice A).

Além disso, o questionário continha vinte e quatro questões, sendo nove de múltipla escolha e quinze perguntas abertas, com relação à temática voltada ao entendimento do que vem a ser meio ambiente e, em seguida, sobre a percepção ambiental do entorno da Praça Compositor Antônio Maria. Inicialmente, estabeleceu-se que seriam entrevistados moradores, trabalhadores e transeuntes que estivessem no raio de um quilometro da praça. Porém, depois de algumas visitas ao local, percebeu-se que as pessoas que utilizam e conhecem o espaço são as que habitam, trabalham ou circulam nas quadras adjacentes a praça. Dessa forma, a

população adjacente foi dividida em cinco grupos de entrevistados: moradores, transeuntes, estudantes, funcionários de órgão público e funcionários/proprietários de estabelecimento comercial. Para cada grupo desse, estabeleceu-se o número de vinte entrevistas a serem realizadas, totalizando cem questionários aplicados.

Além disso, foram realizadas diversas visitas ao local para aplicação dos questionários. Em alguns locais, como na Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH) e o Colégio Eximius, o conteúdo da pesquisa foi devidamente explicado e parte dos questionários foi cedida e recolhida posteriormente para não comprometer a dinâmica e rotina de trabalhos dos respectivos órgãos.

Os dados dos questionários aplicados foram tabulados através do programa de edição de planilhas da Microsoft Office Excel, tendo como produto final gráficos expositivos. Vale ressaltar que, neste estudo, foram abordadas as perguntas e respostas mais relevantes com relação à temática sobre percepção ambiental.

Por fim, na quinta e última fase, foi elaborado o projeto conceitual arquitetônico e paisagístico composto por: programa de necessidades, memória de cálculo, planta baixa, cortes, maquete eletrônica e vídeo animação utilizando *softwares* de projetos 2D e 3D auxiliados por computador.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

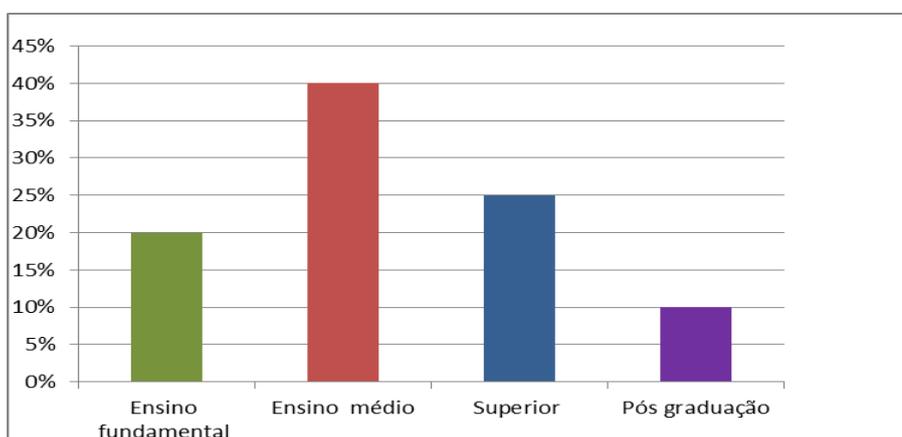
Percepção ambiental é o modo como cada indivíduo sente o ambiente ao seu redor, valorizando-o em maior ou menor escala. Também pode ser entendida como uma tomada de consciência pelo homem, de forma que este, percebendo o ambiente em que está inserido, aprenda a protegê-lo da melhor forma possível.

6.1 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES, TRABALHADORES E TRANSEUNTES DO ENTORNO DA PRAÇA COMPOSITOR ANTÔNIO MARIA

Neste estudo, a percepção ambiental foi analisada através de entrevista com os trabalhadores e transeuntes das proximidades do riacho situado na Praça Compositor Antônio Maria. Localizada no Bairro de Santana, na Cidade do Recife, às margens do Rio Capibaribe, a praça serve como pulmão para uma área de grande adensamento urbano. Não diferente da maior parte dos corpos d'água da cidade, o riacho que corta a praça também se encontra poluído por esgotos que são lançados ao rio, direta ou indiretamente, por residências e estabelecimentos comerciais. Pode-se dizer que a população também possui uma parcela de contribuição para a poluição dos rios e degradação do meio ambiente, muitas vezes por falta de conhecimento sobre educação ambiental.

Dos entrevistados, oitenta e seis por cento eram do sexo feminino e dezoito por cento do sexo masculino, com idades entre treze e setenta e cinco anos. Com relação ao grau de escolaridade, os pesquisados estavam distribuídos conforme o gráfico 01.

Gráfico 01 – Grau de escolaridade dos entrevistados.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Percebe-se que existe uma numeração próxima entre entrevistados com nível fundamental (20%) e nível superior (25%) no grau de formação escolar, fato que pode ser explicado pelo Bairro de Santana possuir uma dicotomia econômica muito forte: pessoas com grande poder aquisitivo, moradoras de grandes edifícios e casarões de luxo, e pessoas com poder aquisitivo mais baixo, moradores de comunidades e de casas pertencentes ao crescimento urbano desordenado e de deslocamento forçado.

Quando questionados sobre o que seria meio ambiente, os entrevistados expuseram as seguintes respostas: Meio ambiente é natureza ou qualquer espaço natural; Local onde vivemos, com suas adversidades; soma total do que está em torno de algo ou de alguém; Tudo que nos envolve (o ser humano, outros animais, vegetação, construções humanas e suas relações); Tudo que existe no mundo; tudo que nos cerca (fauna, flora, rios, mares e terra); O ambiente que nos cerca no sentido físico, químico e biológico, incluindo o ser humano; É jacaré.

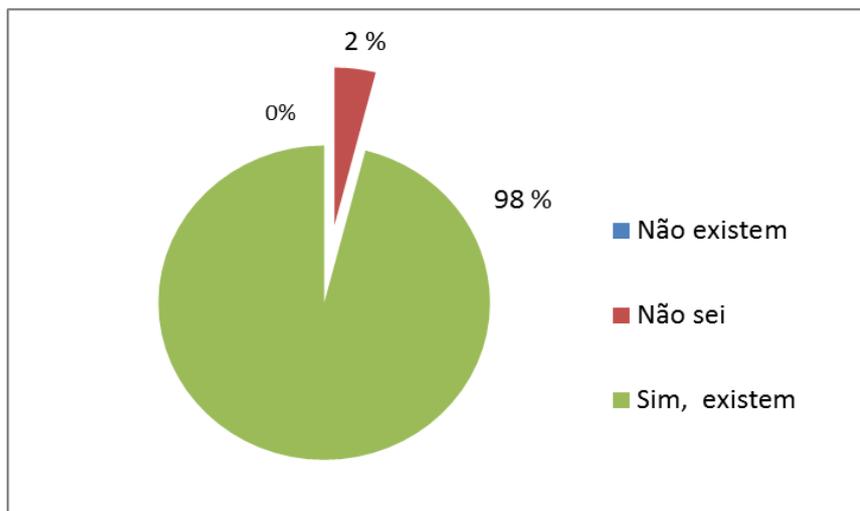
Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente celebrada em Estocolmo, em 1972, definiu-se o meio ambiente da seguinte forma: “O meio ambiente é o conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos e sociais capazes de causar efeitos diretos ou indiretos, em um prazo curto ou longo, sobre os seres vivos e as atividades humanas”.

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) brasileira, estabelecida pela Lei 6938 de 1981, define meio ambiente como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

Assim sendo, percebe-se que os entrevistados possuem um conhecimento empírico e científico do que vem a ser meio ambiente. O relato de conceitos científicos, por parte dos entrevistados, pode ser entendido pelo fato de um grupo dos interrogados ser oriundo de um órgão público ligado a estudos do meio ambiente e outro grupo ser de uma instituição de ensino particular, o que nos leva a perceber que estes possuem uma visão mais técnica do que vem a ser meio ambiente. Já os demais entrevistados conceituaram meio ambiente de forma empírica, palpável e próxima a sua realidade, com exemplos que podem ser observados a olho nu, tais como: vegetação, fauna, flora, animais, homem e outros.

Com relação à existência de problemas ambientais no Rio Capibaribe, noventa e oito por cento responderam que existiam problemas e dois por cento não sabiam responder, como pode ser visto no gráfico 02.

Gráfico 02 – Existência de problemas ambientais no Rio Capibaribe.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Em seguida, perguntou-se o que seriam problemas ambientais e obteve-se as seguintes respostas: Problemas causados pelo homem; Ações que desequilibram os ecossistemas e meio ambiente; Agentes que afetam o meio ambiente, como poluição, desmatamento e lixo; Tudo que causa desequilíbrio ao meio ambiente ocasionado pelo homem; Problemas advindos dos maus hábitos, ações e comportamentos humanos; Problemas causados por desequilíbrios na utilização dos recursos naturais, mais do que a capacidade de recuperação destes; Qualquer evento ou acontecimento que possa vir a prejudicar o equilíbrio dos seres vivos; e interferência do homem na natureza.

Segundo Valera (2012), problemas ambientais são aqueles que afetam o meio ambiente, são múltiplos, vastos e de enorme gravidade, prejudicando todos os seus biomas. Entre as principais ameaças, estão: a poluição da água, do ar e do solo, o desmatamento, o depósito e disposição de lixo em locais inadequados, a caça e a pesca predatórias, o desperdício de alimentos e de recursos naturais e o aquecimento global.

Segundo a UNEP (United Nations Environment Programme – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), os grandes problemas mundiais da atualidade em relação ao ambiente, são: crescimento demográfico rápido; urbanização acelerada; desmatamento; poluição marinha; poluição do ar e do solo; poluição e eutrofização de águas interiores; perda da diversidade genética; efeitos de grandes obras civis; alteração global do clima; aumento progressivo das necessidades energéticas e suas consequências ambientais; produção de alimentos e agricultura; e falta de saneamento básico. Especificamente no Brasil, temos: desmatamento, que acarreta em perda de Biodiversidade; erosão, devido ao desmatamento e

ao manejo inadequado do solo na agricultura e pecuária; poluição das águas e solos, devido à falta de saneamento básico nas áreas urbanas e rurais; falta de políticas de gerenciamento de resíduos sólidos nas áreas urbanas, gerando os “lixões”; e poluição industrial.

Pode-se analisar que os entrevistados possuem um conceito muito próximo do que os autores definem como problemas ambientais, porém relatando-os de acordo com suas experiências locais.

Com relação ao Rio Capibaribe, foi perguntado quais seriam os problemas ambientais existentes nas proximidades deste rio. Parte das respostas se sobrepuseram, porém foram enquadradas nos seguintes grupos: O problema é o lixo; Metralha; Resto de móveis; Falta de saneamento básico; Lançamento de efluentes de esgoto *in natura*, sem tratamento, no rio; Direcionamento dos esgotos domésticos e industriais, sem tratamento, para o Rio Capibaribe; Esgoto sanitário dos prédios e moradias às margens do rio; Retirada da mata ciliar; Ausência da consciência ambiental da população; Assoreamento; Lançamento de efluentes industriais; Construções irregulares e moradias inadequadas; Descarte inadequado de resíduos sólidos; Poluição hídrica; Poluição visual; e desmatamento dos mangues.

Conforme o PROÁGUA (2002), o Rio Capibaribe é um dos principais patrimônios hídricos do Estado de Pernambuco, abastecendo 43 municípios, especialmente na zona urbana da Região Metropolitana de Recife. O estuário do Rio Capibaribe está situado na zona urbana da Cidade do Recife, sendo considerado um ambiente bastante dinâmico do ponto de vista hidrográfico, principalmente em decorrência da ação das marés e dos constantes lançamentos de efluentes industriais e domésticos na região (TRAVASSOS et al., 1991). As águas, abaixo das belas pontes no centro do Recife, que sugeriram o título de Veneza Brasileira à cidade, assemelham-se, atualmente, a canais de esgoto.

Dentre os diversos efeitos da urbanização, pelo menos um pode ser destacado: o aumento da produção de resíduos sólidos. Este, por sua vez, pode provocar danos ao meio ambiente urbano se não gerenciado de maneira adequada. Segundo Pompeo (2000), o planejamento de atividades urbanas relacionadas à água deve estar integrado ao próprio planejamento urbano, incluindo a gestão de recursos hídricos e o saneamento ambiental. O Rio Capibaribe, no Recife, recebe carga de resíduos de uma população estimada em 430 mil habitantes em seu entorno (FIGUEIREDO, 2002).

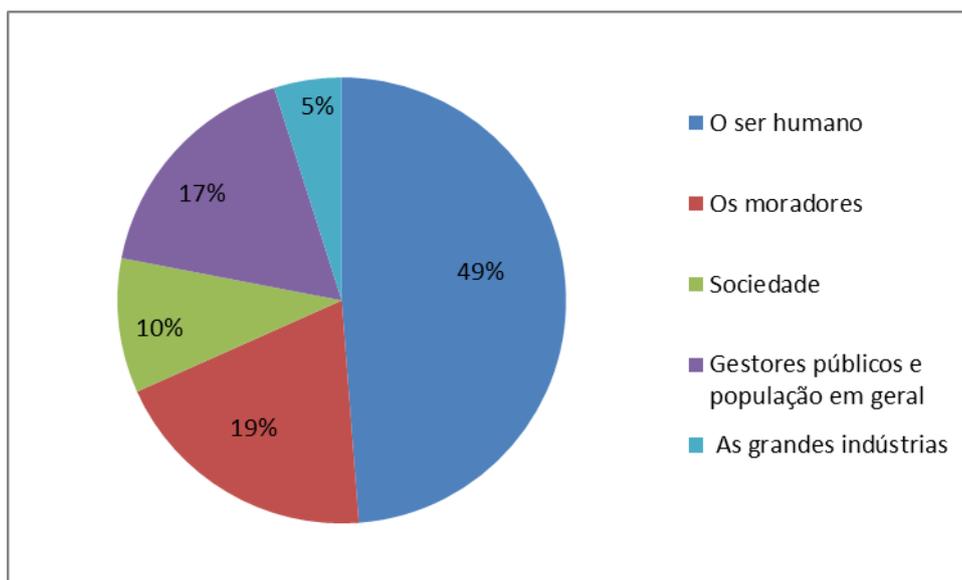
Sendo assim, a partir dessas exposições de estudiosos sobre os problemas ambientais no Rio Capibaribe, percebe-se que os entrevistados possuem um conhecimento muito próximo do conhecimento técnico, além da percepção de problemas pontuais, tais como: o desmatamento dos manguezais e a poluição visual.

Posteriormente, foi indagado se as pessoas se incomodavam com esses problemas ambientais no entorno do Rio Capibaribe e por quê. Cem por cento dos entrevistados alegaram se incomodar com os problemas ambientais, justificando as seguintes explicações: incomodo-me, pois é uma vista bonita e ao mesmo tempo cheia de entulhos; É o cartão postal da cidade; A poluição e o uso inadequado é um passo para a morte do rio; Porque o Rio Capibaribe é fonte de vida de inúmeras espécies. E também porque tenho afetividade pelo rio e sua existência; Os problemas ambientais me afetam e afetam outras pessoas. Além de fazer mal ao meio ambiente; Afetam a vida nele existente e a vida dos ribeirinhos que vivem da pesca; Além do aspecto visual negativo, há odores e proliferação de vetores de doenças.

A partir das respostas acima, nota-se que os entrevistados possuem uma percepção aguçada com relação aos problemas ambientais no Rio aliada a uma preocupação que nasce da relação de afetividade e zelo pelo Rio Capibaribe.

Quando questionados com relação à responsabilidade dos problemas ambientais, as respostas apontaram para: O ser humano; Os moradores; Sociedade; Gestores públicos e população em geral; As grandes indústrias; Poder público e parte da população, como pode ser visto no gráfico 03.

Gráfico 03 – Responsáveis pelos problemas ambientais no Rio Capibaribe.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Com relação aos possíveis responsáveis pelos problemas ambientais, pode-se usar, como parâmetro legal, o artigo constitucional 225, que define:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

§ 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Dessa forma, observa-se que os entrevistados, através do conhecimento empírico, concordam com a legislação, sendo a responsabilidade pelos problemas ambientais tanto do poder público quanto do privado e de pessoas físicas.

Com relação à importância do Rio Capibaribe, os entrevistados concederam as seguintes respostas: Fundamental para a beleza e sustentabilidade do ambiente; Importante para varias espécies interligadas a cadeia alimentar; O Rio Capibaribe é importante por sua função ecológica, possuindo varias nascentes e banhando varias localidades; Ele é a alma do recifense e o seu curso é fonte de vida para inúmeras famílias e animais; É um rio de muita beleza que banha a cidade; Influencia no clima; Beleza cênica; Captação e abastecimento e fornecimento de água; Abriga espécies da fauna e da flora; Fonte de renda para o turismo; Importância cultural; Cartão postal da cidade; Meio de sobrevivência para os pescadores; Importante para os ribeirinhos que vivem da pesca; Navegabilidade; Água para regar as plantas; Importância histórica da forma como Recife foi ocupada.

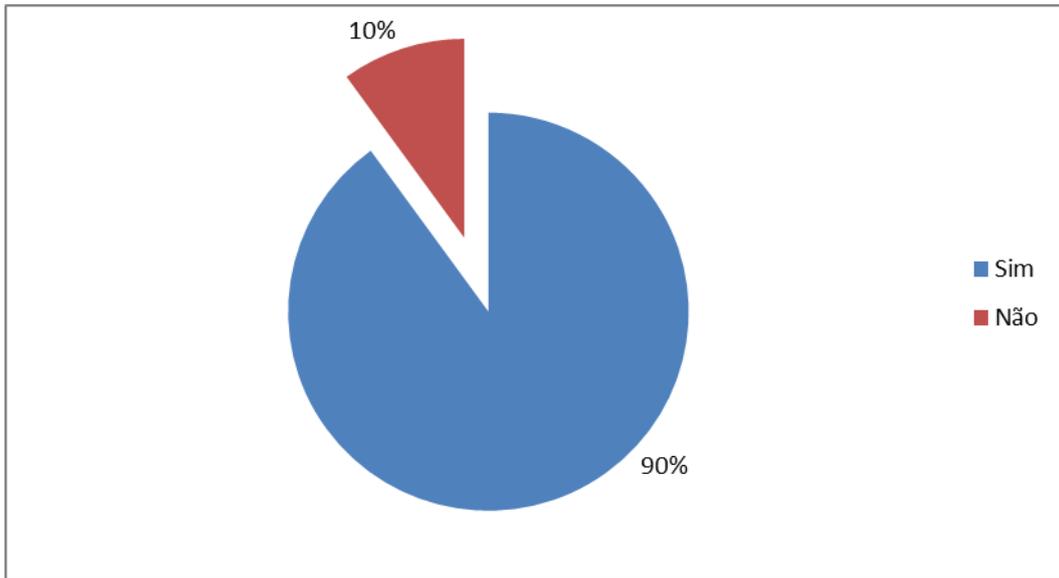
Quando questionados sobre a importância da Praça Compositor Antônio Maria para os moradores, trabalhadores ou transeuntes da área, os entrevistados responderam que o local é: Área de lazer para a população; Lugar agradável para passear; Local para recreação; Local para apresentações culturais; Local com área verde; Local para fazer caminhada; Área de lazer para a comunidade carente; Pulmão para o bairro; Área verde para um bairro muito adensado; Harmonia paisagística; Circulação do ar; Diminuição de temperatura; Local de encontro e convivência social. Demandas que serão levadas em conta para o novo projeto da praça.

Para Park (2017), os espaços públicos de lazer, como as praças, são espaços de vizinhança usados como uma das formas mais estreitas de sociabilidade. É neles que podem se firmar sentimentos de amizade, de solidariedade, de lazer. Os parques e praças são promotores dessa sociabilidade ao permitir os encontros entre vizinhos, mesmo que desconhecidos. Ali, as crianças se unem para o futebol, negociam a ordem de quem desce primeiro no escorregador e, mesmo pequenas, acabam constituindo suas relações de vizinhança e diversas possibilidades de encontros mais próximos.

De acordo com a OMS (2015), uma cidade saudável é aquela que sugere políticas públicas voltadas à utilização dos diversos espaços da cidade como promotores de qualidade de vida. O recomendado pela OMS é que o índice de área verde por habitante deva ser de no mínimo 12 m²/habitante. Além disso, ainda de acordo com a OMS, as iniciativas de promoção da saúde por meio de programas e atividades físicas devem ser caracterizadas a partir dos sete princípios, sendo um deles a concepção holística que determina iniciativas de promoção à saúde física, mental e espiritual. Assim, é importante a ampliação de programas voltados ao esporte e ao lazer que proporcionem um melhor aproveitamento no que diz respeito à qualidade de vida e promoção da saúde para a população em áreas públicas de lazer arborizadas, como praças e parques.

Posteriormente, perguntou-se aos entrevistados se sabiam da existência de um riacho na praça. Dez por cento afirmaram desconhecer o riacho e noventa por cento relataram saber da existência do corpo hídrico, como pode ser visto no gráfico 04.

Gráfico 04 – Entrevistados que sabiam da existência de um riacho na praça.

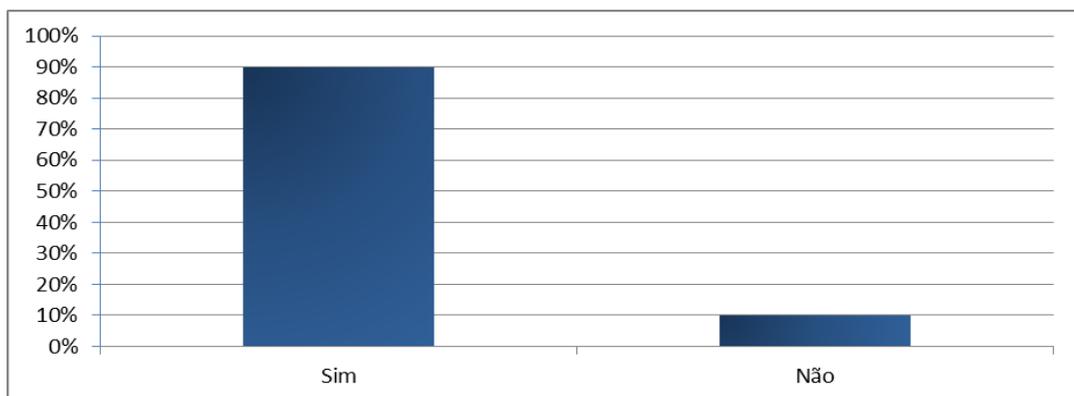


Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Em seguida, questionou-se a respeito da importância do riacho da Praça Compositor Antônio Maria, obtendo como resposta: Beleza. Mas anda cheio de mato e ninguém sabe, a não ser quem passa pela ponte; É um dreno natural da área; Equilíbrio dos lençóis freáticos naturais da área; É um afluente do rio Capibaribe e que poderia abrigar algumas espécies aquáticas; Proporcionar frescor ao ambiente; Beleza paisagística; Drenagem de água para o Capibaribe; Abrigo de espécies.

Também foi questionado se os entrevistados sabiam que esse riacho desaguava no Rio Capibaribe, onde noventa por cento responderam que sim e dez por cento que não, como pode ser visto no gráfico 05.

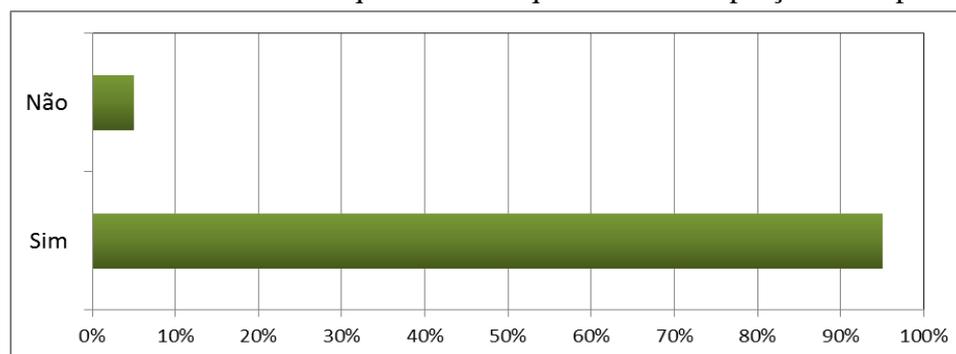
Gráfico 05 – Entrevistados que sabiam que o riacho desaguava no Rio Capibaribe.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Também foi perguntado se os entrevistados achavam que o riacho da praça estava poluído. Noventa e cinco por cento afirmaram que sim e cinco por cento que não estava poluído, como demonstra o gráfico 06.

Gráfico 06 – Entrevistados que achavam que o riacho da praça estava poluído.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Levando em consideração que o riacho da Praça não possui nomenclatura específica junto a Prefeitura do Recife e nem nome afetivo delegado pela população, questionou-se os entrevistados a respeito do nome que eles dariam ao riacho. As respostas mais relevantes foram as seguintes: Riacho Santana; Um nome da obra mais conhecida do Compositor Antônio Maria; Ninguém me ama; Nome de uma obra do Compositor Antônio Maria; Riacho do Poeta; Praça Noel Braz (em memória de um líder comunitário).

Analisando as respostas, coletadas a partir do questionário aplicado, percebe-se que tanto os moradores, assim como os transeuntes da Praça Compositor Antônio Maria, possuem uma percepção ambiental voltada para a problemática ecossistêmica existente no local, apresentando não só um conhecimento empírico, mas muitas vezes técnico-científico. Os entrevistados demonstram preocupação com a poluição do Rio Capibaribe, bem como do riacho que corta a praça e desagua nele. Além disso, a população demonstra conscientização com relação aos atores e responsáveis por estes problemas, envolvendo desde os moradores aos gestores públicos responsáveis.

Sendo assim, a partir do momento em que se abre o debate para assuntos voltados à percepção ambiental, o homem percebe-se parte do meio ambiente, tornando mais fácil o despertar pelo interesse em protegê-lo e em cuidar dele da melhor forma possível.

Por fim, diante das demandas da população recebidas através do questionário, construiu-se um programa de necessidade especiais para o projeto urbano paisagístico de requalificação da Praça Compositor Antônio Maria, que será exposto mais adiante.

6.2 PROJETO URBANO PAISAGÍSTICO PARA REQUALIFICAÇÃO

A partir da percepção ambiental dos entrevistados, o projeto urbano paisagístico de requalificação da Praça Compositor Antônio Maria e renaturalização do riacho passou a compor um equipamento urbano associado a uma *wetland* paisagística, visando o tratamento das águas e a revitalização do entorno da praça, como pode ser observado na Figura 27. Dessa forma, a partir da percepção ambiental e sugestão da população local, foi definido que o equipamento urbano contivesse os seguintes mobiliários urbanos e áreas:

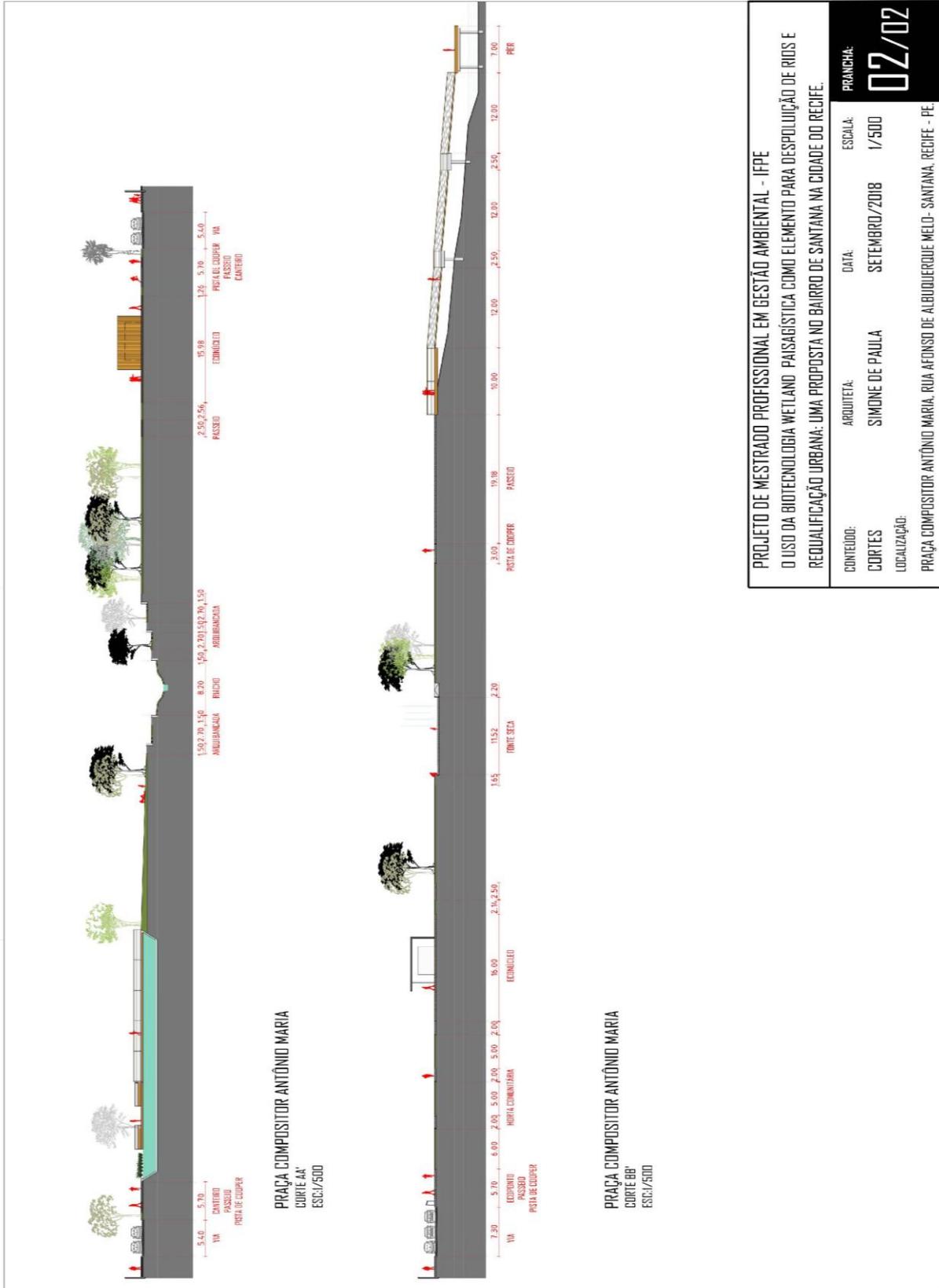
1. *Wetlands* paisagísticas (duas lagoas/tanques de filtragens);
2. Pista de *cooper*;
3. Área de contemplação (bancos margeando o riacho);
4. Parquinho para crianças;
5. Área para atividades de educação física das escolas circunvizinhas;
6. Academia da cidade – Solário e área de convivência da melhor idade;
7. ECOponto de coleta seletiva;
8. ECONúcleo;
9. Horta medicinal comunitária;
10. Composteira;
11. Fonte seca com esguichos d'água;
12. Pier e platôs de contemplação no Rio Capibaribe, como pode ser observado na planta baixa, cortes do projeto e nas figuras 31, 32, 33, 34 e 35.

Figura 31 – Planta baixa do projeto.



Fonte: De Paula e Gonzaga, 2018.

Figura 32 – Cortes do projeto.



<p>PROJETO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL - IFPE O USO DA BIOTECNOLOGIA WETLAND PAISAGÍSTICA COMO ELEMENTO PARA DESPOLLUIÇÃO DE RIOS E REQUALIFICAÇÃO URBANA: UMA PROPOSTA NO BAIRRO DE SANTANA NA CIDADE DO RECIFE.</p>			
CONTEÚDO:	ARQUITETA:	DATA:	PRANCHA:
CORTES	SIMONE DE PAULA	SETEMBRO/2018	02/02
LOCALIZAÇÃO:	PRAÇA COMpositor ANTÔNIO MARIA, RUA AFONSO DE ALBUQUERQUE MELO- SANTANA, RECIFE - PE		

Fonte: De Paula e Gonzaga, 2018.

Figura 33 – Maquete eletrônica do projeto.



Fonte: De Paula e Gonzaga, 2018.

A escolha da biotecnologia para despoluição, através de *wetlands*, configura uma solução tecnologia agregativa, capaz de comportar em si diversos usos, criando um espaço de multiplicidade e inclusão. A intervenção visa construir um espaço de atratividade pública, capaz não só de mostrar o funcionamento da despoluição das águas, mas também de retomar o interesse da população por sua própria terra e por seu espaço de convivência, como pode ser observado na Figura 34 da maquete eletrônica do projeto.

Segundo a OMS (2010), a atividade física é uma das formas de retardar o desenvolvimento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Além disso, a OMS vem sensibilizando os diferentes países membros quanto à necessidade emergencial de modificar o estilo de vida sedentário e praticar atividade física regular, a fim proporcionar maior qualidade de vida.

De acordo com Carnáuba (2016), os benefícios da corrida são muitos. Em relação à composição corporal e aptidão física, a modalidade utiliza mais a gordura como fonte energética e, assim, auxilia na diminuição de peso. Melhora a ansiedade e tensão, a qualidade do sono, a capacidade cardiovascular e pulmonar, os níveis de colesterol, a força dos membros inferiores, a redução da osteoporose e diminuição da pressão sanguínea.

Sendo assim, a partir da sugestão da população, o projeto propõe uma pista de *cooper* mais extensa no comprimento e na largura do que a existente no local, margeando toda a praça. Além disso, sugere-se a implantação de novas árvores na área de serviço ao lado da

pista de caminhada, proporcionando, dessa maneira, uma região de sombreamento com temperatura amena.

Figura 34 – Maquete eletrônica do projeto: *wetlands* construídas com passarela de inspeção, visitação e contemplação.



Fonte: De Paula e Gonzaga, 2018.

Ademais, projetou-se um espaço para uma academia da cidade onde os jovens e adultos possam se exercitar através do monitoramento de um profissional e educador físico. Vale ressaltar que esse local foi desenhado na parte leste por ser o espaço mais sombreado e ventilado da praça.

Com relação à justificativa da criação de uma área de contemplação, margeando o riacho renaturalizado, pode-se lembrar que, desde a organização do homem em sociedade e criação das cidades, há cerca de 6.000 anos atrás, problemas relacionados à poluição do ambiente agregados a problemas sociais começaram a surgir. Segundo SCHOEN (2012), após

o aparecimento das problemáticas, vários instrumentos foram criados na tentativa de solucioná-los, entre eles os Parques Urbanos, que se destacam por promoverem a interação do homem com o ambiente natural, conservarem florestas nativas nas áreas urbanas e assegurar todas as suas funções e possibilitarem maior interação social. Em face da estreita relação entre Parques Urbanos e benefícios sociais e ambientais por eles conseguidos.

Neste projeto, sugere-se que a água pluvial e servida, que formam o corpo hídrico do riacho, sejam coletadas na parte oeste da praça e depois direcionadas para os dois tanques de filtragens, as *wetlands* construídas. Depois de tratadas serão enviadas para o riacho na sua forma mais pura, podendo, assim, ser contempladas pela população, utilizando o equipamento mobiliário formado por bancos cimentados recobertos por madeira, como pode ser observado na Figura 35 da maquete eletrônica do projeto.

Figura 35 – Maquete eletrônica do projeto: riacho e área de contemplação.



Fonte: De Paula e Gonzaga, 2018.

A população circunvizinha da praça é formada por crianças e também por pessoas da terceira idade. Segundo Fontoura (2016), o brincar é um direito de todas as crianças. Brincando, a criança pode viver personagens, criar estratégias e planejar. O lúdico vivenciado pelo brinquedo, pela brincadeira e pelo faz de conta transforma-se em um trabalho de construção e criação para o ensino e a aprendizagem. O significado do brincar vai além do de se divertir. Brincar capacita a criança a resolver problemas, tomar decisões, explorar, negociar e expressar-se em situações que são relevantes e significativas para elas. Ao brincar, as

crianças não desenvolvem apenas as suas capacidades físicas, mas, principalmente, as suas competências emocionais e sociais.

De acordo com Lima (2015), árvores, canteiros de flores, brinquedos e um banco na sombra traz para a cabeça de uma criança, adulto ou idoso, um momento de paz, auxiliando na saúde mental. Incentivar o contato com esses espaços públicos, como praças e parques, auxiliam no refúgio na cidade, servindo como locais de socialização para as crianças e adultos. Áreas abertas são um frescor para a rotina estressante ao favorecer o contato com a natureza e com a simplicidade. É nesses espaços públicos que as crianças estreitam laços. Esse direito à cidade faz bem. Para Park (2016), a cidade é a tentativa mais bem-sucedida do homem de refazer o mundo em que vive de acordo com os desejos do seu coração. Mas se a cidade é o mundo que o homem criou, é também o mundo onde ele está condenado a viver daqui por diante. Assim, indiretamente, e sem ter nenhuma noção clara da natureza da sua tarefa, ao fazer a cidade, o homem fez a si mesmo.

Dessa forma, o projeto para a praça contempla um parquinho pra crianças e uma área para atividades de educação física das escolas circunvizinhas, além de uma academia da cidade para os adultos, um solário e área de convivência da melhor idade, garantindo acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, conforme a ABNT NBR 9050.

Além disso, o projeto conta com um ECOponto de coleta seletiva, um ECONúcleo, uma horta comunitária e uma composteira, atendendo o anseio da população local, como pode ser observado na Figura 36 da maquete eletrônica do projeto.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a implantação da coleta seletiva é obrigação dos municípios, e metas referentes à coleta seletiva fazem parte do conteúdo mínimo que deve constar nos planos de gestão integrada de resíduos sólidos dos municípios.

Segundo o Ministério do Meio ambiente, coleta seletiva é a coleta diferenciada de resíduos que foram previamente separados segundo a sua constituição ou composição. Ou seja, resíduos com características similares são selecionados pelo gerador (que pode ser o cidadão, uma empresa ou outra instituição) e disponibilizados para a coleta separadamente.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu que a coleta seletiva nos municípios brasileiros deve permitir, no mínimo, a segregação entre resíduos recicláveis secos e rejeitos. Os resíduos recicláveis secos são compostos, principalmente, por metais, como aço e alumínio, papel, papelão, tetrapak, diferentes tipos de plásticos e vidro. Já os rejeitos, que são os resíduos não recicláveis, são compostos principalmente por resíduos de banheiros,

como fraldas, absorventes, cotonetes, e outros resíduos de limpeza. Porém, existe uma outra parte importante dos resíduos, os orgânicos, que consistem em restos de alimentos e resíduos de jardim, tais como folhas secas e podas.

Segundo Park (2016), é importante que os resíduos orgânicos não sejam misturados com outros tipos de resíduos para que não prejudiquem a reciclagem dos resíduos secos e para que os resíduos orgânicos possam ser reciclados e transformados em adubo de forma segura em processos simples como a compostagem. Por esse motivo, alguns estabelecimentos e municípios têm adotado a separação dos resíduos em três frações: recicláveis secos, resíduos orgânicos e rejeitos.

Sendo assim, o projeto urbano paisagístico para requalificação da Praça Antônio Maria sugere a implantação de dois ECOpontos de coleta seletiva, próximos as duas maiores malhas viárias de maior fluxo no lado leste da praça. Possibilitando, dessa maneira, maior comodidade não só para a vizinhança, mas também para quem vier de outros locais em veículo particular. Já o ECONúcleo será destinado a abrigar oficinas e cursos de reciclagem, de criação de hortas caseiras e de outros temas ligados à educação ambiental e sustentabilidade. Além disso, na horta comunitária e na composteira sugeridas, intenciona-se trabalhar questões voltadas à consciência ambiental, reunindo em um só espaço a população local. Pretende-se, assim, tornar a praça um local atrativo, bastante frequentado e movimentado, evitando a violência, devido ao abandono, na qual a praça se encontra.

Figura 36 – Maquete eletrônica do projeto com mobiliário urbano: ECOponto, ECONúcleo, pista de *cooper*, bicicletário e horta comunitária.



Fonte: De Paula e Gonzaga, 2018

De acordo com Abrahão (2015), ampliar os espaços verdes nas cidades poderia ser um elemento importante na adaptação para as mudanças climáticas, pois a construção de mais parques é sempre vantajosa para o clima interno da cidade, auxiliando no resfriamento dela. As áreas verdes são muito importantes para reduzir as temperaturas máximas. As árvores e os corpos d'água, como lagos e rios, trazem sombra e frescor aos ambientes próximos a eles, sem gasto de energia: uma cidade com muitas áreas verdes é menos quente.

Acserald (2000) relata que, sob condições atmosféricas estáveis, sem a atuação da circulação regional, devido à diferença de temperatura, formam-se zonas de pressão diferenciadas, permitindo a circulação do ar da periferia (menos quente – alta pressão) em direção ao centro (mais quente – baixa pressão). Com atmosfera instável, a cidade tem a velocidade do vento diminuída em relação à zona rural. As áreas da cidade com maior concentração de áreas verdes, ou as próximas a reservatórios d'água, propiciam o declínio da temperatura. Lombardo (1995, p. 53) relata que isso pode ser explicado tendo em vista que a maior quantidade de vegetação implica em mudança do balanço de energia, já que as plantas, através do processo de fotossíntese e transpiração, absorvem a radiação solar. Do mesmo modo, as massas d'água interferem no balanço de energia, em função de sua alta capacidade calorífica, bem como do consumo de calor latente pela evaporação.

Segundo Oke (2005), as trocas de calor que ocorrem no interior das áreas urbanas, agravadas pela intensificação do processo de urbanização, são responsáveis pela formação da ilha de calor, como consequência das alterações no clima local. Porém, existem situações em que as trocas de calor extrapolam o centro urbano, a exemplo das relações que ocorrem entre o ambiente rural e o ambiente urbano ou entre a periferia e o centro das cidades, devido, principalmente, às diferenças de temperatura, proporcionando que a cidade provoque alterações que vão além dos limites da cidade.

O Bairro de Santana, onde se encontra a praça deste estudo, é bastante adensado, composto por casas, altos edifícios e vias asfaltadas. Dessa forma, a praça surge como um pulmão para essa área da cidade. Além disso, o riacho que a corta também contribui para a diminuição da temperatura local. Sendo assim, o projeto urbano paisagístico sugere a implantação de uma fonte seca com esguichos d'água, onde as pessoas possam se refrescar, como pode ser observado na Figura 37 da maquete eletrônica do projeto.

A proposta é que as águas, depois de serem tratadas pelas *wetlands* construídas, voltem para o riacho e alimentem tanto a fonte seca como a horta comunitária.

Figura 37 – Maquete eletrônica do projeto. Mobiliário urbano: Fonte seca com esguichos d' água.



Fonte: De Paula e Gonzaga, 2018.

6.3 DIMENSIONAMENTO DA WETLAND PAISAGÍSTICA

6.3.1 Dimensionamento para sistemas *wetlands* de fluxo horizontal

Para o dimensionamento dos tanques de filtragens (*wetlands* construídas) da praça, adotaram-se os cálculos abaixo descritos.

Considerando o processo de cinética de primeira ordem, a área superficial requerida pode ser obtida através da seguinte Equação (1) Sezerino e Phillip (2004):

$$A = \frac{Q \cdot (\ln C_o - \ln C_e)}{KT \cdot p \cdot n}$$

Onde (A) é a área superficial requerida (metros quadrados); (Q) é a vazão afluente (metros cúbicos/dia); (Co) é a concentração afluente em termos de DBO5 (miligrama/litro ou grama/metro cúbico); (Ce) é a concentração efluente em termos de DBO5 (miligrama/litro ou grama/metro cúbico); (p) é a profundidade média do filtro (metros); (n) é a porosidade do material filtrante (adimensional); e (KT) é a constante de reação de cinética de primeira ordem (d-1).

Sendo KT dependente da constante de reação a 20°C (K_{20}) e da temperatura crítica (T) conforme a Equação (2):

$$KT = K_{20} \cdot (1,06)^{T-20}$$

Adotando o valor da constante para a temperatura de 20°C (K_{20}) igual a $0,80 \text{ d}^{-1}$ (varia $0,70 \text{ d}^{-1} \pm 0,23$), considerando uma temperatura crítica de 15°C e substituindo em (2), obtêm-se um valor de KT equivalente a $0,60$. Os dados do projeto foram: a vazão afluente no *wetlands* de $6,02$ metros cúbicos/dia, a concentração afluente em termos de DBO_5 igual a 250 miligramas/litro, a concentração efluente em termos de DBO_5 igual a 30 miligramas/litro, a profundidade média do filtro equivalente a $1,75$ metros, a porosidade do material filtrante (areia grossa) de $0,40$, adotando o valor de KT obtido acima e substituindo na equação (1) obtêm-se uma área requerida para o *wetlands* de 3.190 metros quadrados, que foi dividida em duas lagoas de 1.600 metros quadrados, sendo uma com fluxo descendente e outra com fluxo ascendente.

6.3.2 Material Filtrante

Segundo Sezerino e Phillip (2004), a especificação do material filtrante em sistemas *wetlands* deve aliar boas condições de fluxo hidráulico e potencial reativo, ou seja, deve ser capaz de adsorver compostos inorgânicos presentes nas águas residuárias, tais como a amônia e o ortofosfato. As macrófitas adaptam-se a uma grande variedade de materiais filtrantes, desde os solos naturais, passando pelas britas e areias. Geralmente espécies como a Taboa (*Typha* spp.) e os juncos comuns (*Phragmites australis*) ocupam de 30 a 40 cm de profundidade do material de recheio, o que torna essa porção aerada e com probabilidade de aderência de microrganismos (IWA Specialist Group on Use of Macrophytes, 2000).

7 CONCLUSÃO

Ao final deste estudo, percebe-se que tanto os moradores como os transeuntes da Praça Compositor Antônio Maria possuem uma percepção ambiental voltada para a problemática ecossistêmica existente no local, apresentando não só um conhecimento empírico, mas muitas vezes técnico-científico com relação a problemática ambiental. Os entrevistados demonstram preocupação com a poluição do Rio Capibaribe, bem como do riacho que corta a praça e desagua nele. Além disso, a população demonstra conscientização com relação aos atores e responsáveis por esses problemas, envolvendo desde os moradores e transeuntes aos gestores públicos.

Os resultados obtidos com as entrevistas apontam para o fato de a população almejar a renaturalização do riacho, bem como a revitalização da praça, com a implantação de um novo equipamento urbano. Sendo assim, concebeu-se o projeto com um programa de necessidades especiais envolvendo um equipamento urbano associado a uma *wetland* paisagística, visando o tratamento das águas, assim como a revitalização do entorno da praça. Os mobiliários urbanos, equipamentos e serviços oferecidos foram projetados a partir da demanda da população local. Já a *wetland* paisagística foi projetada de forma orgânica, acompanhando o traçado natural da área, onde ocorrerá o tratamento das águas residuais e pluviais do riacho que corre para o Rio Capibaribe. Além disso, vale salientar que, como resultado direto da pesquisa, foi projetada e produzida uma maquete eletrônica em forma de vídeo.

Além disso, a partir do momento em que se abre o debate para assuntos voltados à percepção ambiental, o homem percebe-se parte do meio ambiente, tornando mais fácil o despertar pelo interesse em protegê-lo e em cuidar dele da melhor forma possível.

Por fim, concluiu-se que deverão ser incentivados estudos mais aprofundados sobre a aplicabilidade de novas formas sustentáveis de despoluição de corpos hídricos, agregando valorização paisagística, arquitetônica e social para o entorno dos riachos e corpos d'água, transformando-os também em áreas públicas com mobiliários urbanos de lazer a serem usufruídos pela população local.

8 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que esse tipo econômico de biotecnologia seja utilizado em Instituições Públicas que possuam áreas disponíveis para a instalações do sistema de *wetland* construído, a exemplo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), por se tratar de um sistema sustentável para o tratamento de esgoto e águas pluviais nos *campi* que possuem açudes e lagos artificiais. Dentro do IFPE, em especial no Campus Recife, a instalação de um projeto piloto desse sistema serviria como equipamento para pesquisas aplicadas nos cursos superiores de Engenharia Civil, Gestão Ambiental, Design Gráfico, Licenciatura em Geografia e os cursos técnicos em Química, Edificações e Saneamento.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S. L. **Espaço público, do urbano ao político**. Annablume, FAPESP, São Paulo, 2015.
- ACSERALD, H. **Discursos de Sustentabilidade Urbana**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR. n.1. 2000.
- _____. **Sentidos da Sustentabilidade Urbana**. In: A Duração das Cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. p 27- 55.
- _____. **Desregulamentação, Contradições Espaciais e Sustentabilidade Urbana**. In: Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n.107, p.25-38, jul/dez. 2004.
- ALANCAR, A. K. B. **Urbanismo sensível às águas: O paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos**. 2016. 295 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.
- ANJOS, J. A. S. A. **Avaliação da eficiência de uma zona alagadiça (*wetland*) no controle da poluição por metais pesados: o caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação/BA**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica USP, São Paulo, 2003.
- ARRUDA, C. P. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1995.
- ARZET, K; JOVEN, S. The Isar Experience – **Urban River Restoration in Munich**. State Office of Water Management, Munich, 2010. Disponível em: http://www.wwa34fs.bayern.de/projekte_und_programme/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf. Acesso em: 20 de jun. 2017.
- BELTRÃO, K. G. B. et al. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 23, 2002, Campo Grande. **Sistema de Barreira Bio-Química como Alternativa de Tratamento para Chorume em Aterros Sanitários**. 12 p.
- BEDENDO, I.A.; SANTOS, C.S.; BROCANELI, P. F.; STUERMER, M.M.; **Águas e várzeas urbanas: preservação e proteção de recursos naturais renováveis**. Revista NATU - USP, São Paulo, 2010.
- BRAGA, R. A. P.; CABRAL, J. J. S. P.; OLIVEIRA, P.; SOARES, M. A.; GUSMÃO, P. T. R. **Informações hidráulicas e hidrológicas para renaturalização do riacho Parnamirim**. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.
- BRASIL. Lei Federal nº 4.771 1965 – **Código Florestal Brasileiro**.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, 1981 - **Institui a Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, 1981.

_____. Decreto 99.274/90, que estabeleceu o SISNAMA - **Sistema Nacional de Meio Ambiente**.

_____. Lei Federal nº 6.766 /1979, a **Lei do Parcelamento do Solo Urbano**.

_____. **Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989** - Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Brasília, 1989.

_____. Lei nº 9.433, 1997 - **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**.

_____. **Lei Federal nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

_____. Lei 9.984, que dispôs sobre a criação da **Agência Nacional de Água- ANA**. 290

_____. **Lei Federal nº 11.977, 2009**. Dispõe sobre o programa minha casa minha vida e a regularização fundiária de assentamentos urbanos.

_____. **Lei nº 12.651/2012** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e altera outras leis.

_____. **Gestão dos Recursos Naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira**. Brasília, 2000a.

_____. **Cidades Sustentáveis: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira**. Brasília, 2000b.

BRITTO, A. L, et al. **Viver às margens de rios: Uma análise da situação dos moradores da favela Parque Unidos de Acari**. In: Rios e Paisagens Urbanas. 2006 Org. Costa Lúcia M. S.

_____. **Gestão Regionalizada e Consórcios Públicos: Perspectivas para a cooperação intermunicipal e gestão integrada das águas em áreas metropolitanas**. In: Lei Nacional de Saneamento Básico – Perspectivas para Políticas e a Gestão dos Serviços Públicos. Livro I : perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos. pp.131 – 146. 2009.

CABRAL, J. J. S. P.; ALENCAR, A. V. **Gestão do território e manejo integrado das águas urbanas. Recife e a convivência com as águas**. Cooperação Brasil – Itália em saneamento ambiental, ed. Gráfica Brasil. Brasília – DF. 2005, pp. 111 – 130.

CABRAL, J. J. S. P.; SILVA, T. C.; NOBREGA, T. M. Q.; MELO, F.; PIRES, N.; GUIMARÃES. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **A problemática da drenagem urbana em áreas planas costeiras no nordeste brasileiro**. In: Anais do V Seminário Nacional de Drenagem Urbana e I Seminário de Drenagem Urbana do MERCOSUL, Porto Alegre - RS, 2004. p. 18-34.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergentes**. Tradução Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1982.

CARNAÚBA, E. **Corrida é recomendada por especialistas para saúde**. Disponível em: <<http://www.tribunadoagreste.com.br/2016/05/corrída-e-recomendada-por-especialistas-para-trazer-benefícios-para-saude/>> . Acesso em: 10 de junho de 2018.

CARVALHO, P. F. de; BRAGA, R; **Da negação à Reafirmação da Natureza na cidade: O conceito de “Renaturalização” como suporte à política Urbana**. UNESP, Rio Claro, 2003.

CASTRO, L. M. A.; BAPTISTA, M. B.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Análise multicritério para avaliação de sistemas de drenagem urbana** – Proposição de indicadores e sistemática de estudo. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.9, n.4, p.05-19, 2004.

COSTA, H. S. M.; BONTEMPO, V. L.; KNAUER, S. 2008. **Programa DRENURBS: uma discussão sobre a constituição de alianças de aprendizagem na Política de Saneamento de Belo Horizonte**. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2008, Caxambu. Anais eletrônicos. Caxambu: ABEP.

COSTA, L. M.S.A. **Águas urbanas: os rios e a construção da paisagem**. In: VI Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo. VI ENEPEA, Recife, 2002.

_____. (Org). **Rios e Paisagens urbanas em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Editora Viana Mosley, 2006.

CUNHA, C. A. G. **Análise da Eficiência de um Sistema Combinado de Alagados Construídos na Melhoria da Qualidade das Águas**. 2006. 157 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ELEMENTAL HUB DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS. **Estudo projeto-piloto para áreas de tratamento da água do Rio Capibaribe nas regiões de Parnamirim/Santana e Iputinga**. Recife, 2016.

ESCOSTEGUY, P. A. V. et al. **Extração de Nutrientes por Macrófitas Cultivadas com Lixiviado de Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos**. R. Brás. Ci. Solo, 32:853-860, 2008.

FEIJÓ, C. S. **A utilização de wetlands no paisagismo e desenho urbano: parque na frança contribui para a despoluição do rio sena**. Disponível em: < <https://ecotelhado.com/a-utilizacao-de-wetlands-no-paisagismo-e-desenho-urbano-parque-na-franca-contribui-para-a-despoluicao-do-rio-sena/>>. Acesso em: 18 de jun. 2017.

FONTOURA, k. **A importância do espaço lúdico para as crianças**. Disponível em: <<http://www.coniacc.org.br/noticias/ver/307>>. Acesso em : 20 de Agosto de 2018.

FIGUEIREDO, E. C.; COSTA, J. V. V.; LUCENA, F. R.; PEDROSA, E. C.; LUCENA, J. A.; NASCIMENTO, K. C.; OLIVEIRA, H. S. e LIMA, A. O. **Limpeza do Rio Capibaribe no Município do Recife**. VI Seminário Nacional de Resíduos: R.S.U. especiais. Gramado, ABES, 2002.

GARCIA, S.; DACAMPO, J.P.; Bernardes, M.; **Mobiliário Urbano**. In: Anais 3º Seminário Nacional de Construções Sustentáveis. Núcleo de Estudo e Pesquisa em Edificações Sustentáveis - NEPEs, Passo Fundo, 2014.

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. **Treatment wetlands**. 2ª ed. Florida: Editora Taylor & Francis Group, 2009.

KREUZER, H.; MASSEY, A. **Engenharia Genética e Biotecnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Artmed, 2002.

LIMA, R. M. C. de. **A cidade autoconstruída**, Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Axcel Books do Brasil, 2016.

MEDINA, N. M. e SANTOS, E. C. **Educação Ambiental: uma metodologia participativa de formação**. ed 2. Petrópolis: Vozes, 2001.

MENDONÇA, R. **Conservar e Criar: natureza, cultura e complexidade**. São Paulo; Editora Senac, Sao Paulo, 2005.

MONTENEGRO, S. M. G. L.; GUIMARÃES. A. **A problemática da drenagem urbana em áreas planas costeiras no nordeste brasileiro**. In: Anais do V Seminário Nacional de MITSCH, W. J.; GOOSSELINK J. G. **Wetlans**. New York: Editora Van Nostrand Reinhold, 2015.

MOURA, M. **Rio Isar, Munique**. Disponível: < www.flickr.com/photos/mcdemoura/5566522890/in/photostream/ >. Acesso em: 10 de jun. 2017. MOURA, M. Rio Isar.

ORMONDE, V. S. S. **Avaliação de “Wetlands” Construídos no PósTratamento de Efluente de Lagoa de Maturação**. 2012.96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Pós- graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Cuiabá, 2012.

PARK, R. **Praças e parques são um refúgio na cidade e locais de socialização para as crianças** Disponível: < <https://www.uai.com.br/app/noticia/saude/2015/01/04/noticias-saude,188290/pracas-e-parques-sao-um-refugio-na-cidade-e-locais-de-socializacao-par.shtml> >. Acesso: junho, 2018.

PARQUE CAPIBARIBE. **Parque Capibaribe, caminho das capivaras: Projeto e Plano Preliminar. Primeira Consulta Pública**. Recife, 2014.

PERNAMBUCO. **LEI ESTADUAL N° 9.860, 1986**. Delimita as áreas de proteção dos mananciais de interesse da Região Metropolitana do Recife, e estabelece condições para a preservação dos recursos hídricos.

_____. **Lei nº 12.984, 2005** - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Recife, 2005. 289

_____. Secretaria de Recursos Hídricos. **Comitês de Bacias Hidrográficas de Pernambuco**. Recife, SRH, 2007.

PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H. **Aplicação de Sistemas Tipo Wetlands no Tratamento de Águas Residuárias: Utilização de Filtros Plantados com Mácrófitas**. Florianópolis, ed. do Autor, 2004. p.144

PHYTORESTORE. Disponível em: <<http://www.phytorestore.com.br/>>. Acesso em: 10 de jun. 2017>. Acesso em: 17 de jun. 2017.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. Lei Municipal n ° 16.176 / 1996 - **Uso e Ocupação do Solo da cidade do Recife – LUOS**

_____. Lei Municipal nº 16. 243 / 1996 - **Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico do Recife**

_____. Lei Municipal nº 16. 930 / 2003 - **Altera o Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico do Recife**.

_____. Lei Municipal nº 17.511 / 2008 - **Plano Diretor da Cidade do Recife**

_____. **PROJETO RECIFE: Revitalização do rio Capibaribe**, URB, Recife, 1979.

_____. **Plano Diretor da Região Metropolitana do Recife – Metrópole 2010**, CONDERM (1998).

POÇAS, C. D. **Utilização da Tecnologia de *wetlands* para Tratamento Terciário: Controle de Nutrientes**. 2015. 93 p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PREUSS, S. L. C. **A revitalização de riachos urbanos na busca de cidades sustentáveis: o caso do riacho Parnamirim em Recife**. 2013. 183 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

PREUSS, S. L. C.; SILVA, A. A.; BRAGA, R. A. P.; CABRAL, J. J. S. P. **Adequação estrutural e ambiental para a drenagem urbana sustentável: o caso do Recife, Pernambuco**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011.

PREUSS, S. L. C.; MELO, T. A.; LIMA, T. V.; CABRAL, J. J. S. P. **A eterna luta entre os riachos urbanos, as construções, o trânsito e a gestão do espaço público. O caso do rio Jordão entre Recife e Jaboatão dos Guararapes/PE**. XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2012.

REZENDE, A. 2017. **Dia mundial de proteção aos manguezais**. Disponível em: <<http://www2.ambiente.sp.gov.br/dia-mundial-de-protecao-aos-manguezais/>>. Acesso em: 12 de maio. 2018.

RILEY, A. L. **Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policemakers, and Citizens.** Washington, D.C.: Editora Island Press, 1998.

SALATI, E. **Controle de qualidade de água através de sistemas de wetlands construídos.** Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2006.

SARAIVA, M. da G. A. N. **O rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território.** Lisboa: Editora Dinalivro, 1999.

SCHEIDT, G. N.; ARAKAKI, A. H. ; SPIER, M. R. ; PORTELLA, A. C. F. **Clonagem, transgênicos e bioprospecção: processos emergentes e biodiversidade.** Brasília: Ministério da Educação, 2010.

SCHOEN, S.; POVALUK, M. **Parques urbanos: uma visão ambiental e social na microbacia do Rio Serrinha.** Revista saúde e meio ambiente. Santa Catarina, v.1, n.º 2, 2012.

SOUZA, D. P.; KOBIYAMA, M. **Ecoengenharia em zona ripária: Renaturalização de rios e recuperação de vegetação ripária.** In: Wagner. A. Seminário de hidrologia florestal, Zonas ripárias. Florianópolis: PPGEA, UFSC, 2003.

SOUZA, C. F. **Mecanismos técnico-institucionais para a sustentabilidade da drenagem urbana,** 2005, 174f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 2005.

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade: Uma introdução crítica ao planejamento e a gestão urbanos.** BERTRAND BRASIL, 2002.

SCHULZ, G.; GERBER, W.; GERBER, M.; **Resumo informativo: Tratamento de efluentes com plantas aquáticas emergentes.** Pelotas, 2003.

TRAVASSOS, P. E. P.; MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L. **Aspectos Hidrológicos do estuário do Rio Capibaribe.** Recife, 2015.

TUCCI, C. E. M.; SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.2 - Abr/Jun 2012.

VALERA, C. **A avaliação ambiental integrada dos impactos cumulativos sinérgicos dos empreendimentos minerários.** Grupo Nacional de Membros do Ministério Público, Brasília, 2012.

WALLACE, S.;KNIGHT, R. H. **Small-scale constructed wetland treatment systems: Feasibility, Design criteria, and O&M requirements.** Water Environment Research Foundation (WERF). Alexandria, 2006.

Wetlands Constuídos. **Eco telhados**. Disponível em: < <https://ecotelhado.com/a-utilizacao-de-wetlands-no-paisagismo-e-desenho-urbano-parque-na-franca-contribui-para-a-despoluicao-do-rio-sena/>>. Acesso em: 10 de jun. 2017 >. Acesso em : 17 de jun, 2017.

Apêndice A – Questionário aplicado à População

QUESTIONÁRIO**Praça Compositor Antônio Maria**

Esta pesquisa tem como objetivo diagnosticar o grau de conhecimento dos moradores e transeuntes acerca das questões ambientais no entorno da Praça Compositor Antônio Maria, situada no bairro de Santana no município de Recife / Pernambuco. Trata-se de uma pesquisa aplicada para compor a dissertação de mestrado de uma estudante do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE). Desde já, agradecemos a sua importante colaboração.

1. Para você, o que é meio ambiente?

2. No seu entendimento, o que são problemas ambientais?

3. Cite 3 exemplos de problemas ambientais:

4. Na sua opinião, existem problemas ambientais nas proximidades do Rio Capibaribe?

Não existem Não sei Sim, existem

5. Quais são os problemas ambientais existentes nas proximidades do Rio Capibaribe?

6. Você se incomoda com esses problemas ambientais no entorno do Rio Capibaribe? Por quê?

7. Quem são os responsáveis pelos problemas ambientais?

8. Na sua opinião, qual a importância do Rio Capibaribe?

9. Qual a importância da Praça Compositor Antônio Maria para os moradores da área?

10. Você sabia que existe um riacho na Praça? __Sim __Não

11. Na sua opinião, qual a importância do riacho da Praça Compositor Antônio Maria ?

12. Você sabia que este riacho deságua no Rio Capibaribe? __Sim __Não

13. Você acha que este riacho está poluído? __Sim __Não

14. Se sim como poderia ser feita essa despoluição?

15. O que você gostaria que tivesse na Praça para atividades de lazer? Qual sua sugestão para melhoria da Praça?

16. Qual nome você daria ao riacho da Praça?

Entrevistado (a). Marque um X:

1. Homem___ Mulher___
 2. Idade ___
 3. Você é:
 - Transeunte (pessoa que passa pelo local) ___
 - Morador___
 - Funcionário de Órgão Público próximo ao local ___
 - Estudante de estabelecimento de ensino ___
 - Funcionário de estabelecimento de ensino ___
 - Proprietário de estabelecimento de ensino ___
 - Funcionário de estabelecimento comercial ___
 - Proprietário de estabelecimento comercial ___
 4. Há quanto tempo mora/trabalha/estuda no local? ___anos
 ___meses
 5. Sua escolaridade:
 - Ensino fundamental ___
 - Ensino médio ___
 - Superior ___
 - Pós graduação___
 6. Quantas pessoas moram com você? ___
 7. A sua residência é: ___própria ___alugada
 8. *Renda familiar (salário mínimo): ___1 a 2 ___2 a 3 ___3 a 5 ___5 a 7 ___7 a 10 ___Acima de 10
- *Opcional.

MUITO OBRIGADA!

Apêndice B – Projeto arquitetônico e paisagístico
