



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA**  
**CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – CCT**  
**CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO – CAU**

**LARA MARIA BARBOSA MARTINS**

**PARQUE AMBIENTAL REFÚGIO DA SARACURA: Proposta de Recuperação  
Ambiental da Paisagem no Mangue do Jaracaty através da Fitorremediação - São Luís**

São Luís - MA

2023

**LARA MARIA BARBOSA MARTINS**

**PARQUE AMBIENTAL REFÚGIO DA SARACURA:** Proposta de Recuperação Ambiental da Paisagem no Mangue do Jaracaty através da Fitorremediação - São Luís

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do grau de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Me. Tarsis Aires

Orientadora: Prof. Ma. Nadia Rodrigues

São Luís - MA

2023

Universidade Estadual do Maranhão. Sistema Integrado de Bibliotecas da UEMA

M386p

MARTINS, Lara Maria Barbosa.

Parque Ambiental Refúgio da Saracura: proposta de recuperação ambiental da paisagem no mangue do Jaracaty através da Fitorremediação – São Luís. / Lara Maria Barbosa Martins. – São Luís, 2023.

110 f. : il.

Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Maranhão, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2023.

Orientador: Prof. Me. Társis Lisandro Aires dos Santos.

1. Paisagismo. 2. Manguezal. 3. Fitorremediação. 4. Habitação social. 5. Microbacia. 6. Jaracaty – São Luís. 7. Comunidades saudáveis. I. Título.

CDU: 712.25:502(812.1)

Elaborado por Diógenes de Andrade CRB – 13/891

**LARA MARIA BARBOSA MARTINS**

**PARQUE AMBIENTAL REFÚGIO DA SARACURA:** Proposta de Recuperação  
Ambiental da Paisagem no Mangue do Jaracaty através da Fitorremediação - São Luís

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do grau de bacharel em arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em: São Luís, 28/01/2023

BANCA EXAMINADORA

*Társis Lisandro Aires dos Santos*

---

**Prof. Me. Tarsis Lisandro Aires dos Santos (Orientador)**

Professor Substituto do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

*Nadia Freitas Rodrigues*

---

**Prof.<sup>a</sup> Ma. Nadia Freitas Rodrigues (1<sup>a</sup> Examinadora)**

Professora Assistente II do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

*Ana Claudia BPCSilva*

---

**Arq. Esp. Ana Claudia Batista Peixoto Cunha da Silva**

**(2<sup>a</sup> Examinadora)**

Especialista em Paisagismo

## **DEDICATÓRIA**

À minha família, em especial aos meus pais, Augusto César e Maria da Solidade, que me ensinaram princípios e valores fundamentais para que eu chegasse até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pelos planos grandiosos que reservou para a minha vida, pela saúde e amor incondicional nos momentos de alegrias e dificuldades.

Aos meus pais, Maria da Solidade e Augusto César, por serem minha base, obrigada pelo amor, atenção, educação e apoio em todas as minhas escolhas, essa conquista é nossa.

Às minhas irmãs, Lourdes e Lívia, por me inspirarem e incentivarem cada dia mais a correr atrás dos meus sonhos, para sempre nós três.

A toda minha família, em especial às minhas avós Jasmina Cunha e Maria de Lourdes, à minha tia Benedita, e às minhas primas Jasmina e Nayara, pelo carinho, apoio e contribuição valiosa durante minha jornada.

Ao meu amor, Eduardo Mendonça, minha gratidão pelo apoio, companheirismo e incentivo. A sua torcida fez toda diferença para concluir este trabalho.

Às minhas amigas de infância, Amanda, Aline, Camila, Luanna, e ao meu amigo Adriano, que desempenharam papel significativo no meu crescimento e me ensinaram o verdadeiro significado de amizade.

Às amigas que o curso de Arquitetura me presenteou, Natália, Camila, Mariana e Maira, pelo companheirismo durante a vida acadêmica e crescimento pessoal. E ao amigo Lucas Araújo, pela amizade e colaboração com a parte gráfica do trabalho.

Aos professores que fizeram parte da minha formação no curso, pelo suporte, correções e incentivo. Em especial, ao meu orientador Tarsis Aires, pela excelente orientação, apoio, confiança e empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

## EPÍGRAFE

*“Sem compreender as necessidades de uma cidade e, principalmente sem compreender as funções das áreas verdes, o paisagista não poderá realizar jardins.”*

Roberto Burle Marx

## RESUMO

Desde o processo urbano-industrial de ocupação do litoral maranhense, os seres humanos apropriam-se de áreas de mangue transformando-as em ambientes marginalizados. A pesquisa proposta sugere o desenvolvimento do estudo preliminar de um parque ambiental para recuperação de áreas degradadas de mangue na microbacia do Jaracaty e elaboração de uma proposta para remanejamento da população da Vila Jaracaty II através de um planejamento urbano. Além disso, busca evidenciar a relevância do processo de fitorremediação como estratégia promissora para a recuperação de solos contaminados de manguezais em São Luís. As técnicas de remediação são alternativas atrativas e econômicas que auxiliam na melhoria das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, restabelecendo a estética e a qualidade do ambiente com perturbação mínima do local. Com base nesses processos, o trabalho pretende avançar nos estudos da contribuição ambiental, econômica e social do solo ligada ao planejamento da paisagem e urbano.

**Palavras-chave:** Paisagismo. Manguezal. Fitorremediação. Habitação Social. Microbacia Jaracaty. Comunidades Saudáveis.



## ABSTRACT

Since the urban-industrial process of occupation of the coast of Maranhão, human beings have appropriated mangrove areas, transforming them into marginalized environments. The proposed research suggests the development of a preliminary study of an environmental park for the recovery of degraded mangrove areas in the Jaracaty micro basin and the elaboration of a proposal for the relocation of the population of Vila Jaracaty II through urban planning. In addition, it seeks to highlight the relevance of the phytoremediation process as a promising strategy for the recovery of contaminated mangrove soils in São Luís. Remediation techniques are attractive and economical alternatives that help improve the biological, physical, and chemical properties of the soil, restoring the aesthetics and quality of the environment with minimal disturbance to the site. Based on these processes, the work intends to advance studies of the environmental, economic, and social contribution of the soil linked to the landscape and urban planning.

**Keys-Word:** Landscaping. Mangrove. Phytoremediation. Social Habitation. Watershed Jaracaty. Healthy Communities.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mangue Preto, Praia do Barco, Alcântara, Maranhão.....	22
<b>Figura 2:</b> Gráfico comparativo da quantidade de estoque de carbono nos manguezais e nos biomas brasileiros (em verde, o total armazenado na biomassa, incluindo vegetação acima e abaixo da superfície; em marrom, nos 100 centímetros superiores do solo).....	23
<b>Figura 3:</b> Lixo acumulado sob as palafitas no bairro Jaracaty.....	28
<b>Figura 4:</b> Mapa de classificação supervisionada da Bacia Hidrográfica do Rio Anil entre as décadas de 1970 a 2017.....	30
<b>Figura 5:</b> Mapa de suscetibilidade dos cursos baixo, médio e alto do rio Anil, com base nos setores censitário e salinidade.....	32
<b>Figura 6:</b> Confluência de parte aterrada e ponte em comunidade de palafitas no bairro Jaracaty.....	32
<b>Figura 7:</b> Gráfico com análise de custos entre os processos de remediação de solos....	39
<b>Figura 8:</b> Esquema ilustrativo das características de plantas com potencial fitorremediador.....	41
<b>Figura 9:</b> Mecanismos da fitorremediação .....	42
<b>Figura 10:</b> Localização do Parque Gas Works, Seattle, EUA.....	49
<b>Figura 11:</b> Foto aérea da antiga Seattle Gas Light Company ainda em pleno funcionamento, em 1935.....	50
<b>Figura 12:</b> Foto aérea da antiga Seattle Gas Light Company desativada em ruínas, em 1º de julho de 1966).....	51
<b>Figura 13:</b> Plano Diretor do Gas Work Park, desenvolvido e apresentado pelo paisagista Richard Haag em 1972.....	52
<b>Figura 14:</b> Foto aérea do Gas Works Park depois de inaugurado.....	53
<b>Figura 15:</b> Gas Works Park funcionando após a inauguração.....	54
<b>Figura 16:</b> Condições do local antes do projeto.....	55
<b>Figura 17:</b> Condições do local antes do projeto.....	55
<b>Figura 18:</b> Vista aérea do projeto do Houtan Park.....	56
<b>Figura 19:</b> Amostras da água antes e depois do processo de filtragem.....	57
<b>Figura 20:</b> Amostras da água antes e depois do processo de filtragem.....	57
<b>Figura 21:</b> Esquema de wetland construído e o seu mecanismo de limpeza da água....	57

<b>Figura 22:</b> Foto aérea do Houtain Park, Shanghai.....	58
<b>Figura 23:</b> Mandril de aço composto por painéis de aço reciclados do local.....	58
<b>Figura 24:</b> Área de Preservação Permanente degradada às margens da Lagoa da Tijuca.....	59
<b>Figura 25:</b> Operação de terraplanagem para otimização do terreno e desaterro de áreas para reimplantação do mangue.....	60
<b>Figura 26:</b> Área em estágio final de terraplanagem às margens da Lagoa da Tijuca....	61
<b>Figura 27:</b> Conceito do Parque de Educação Ambiental Professor Mello Barreto.....	62
<b>Figura 28:</b> Perspectiva da proposta para o jardim das bromélias.....	62
<b>Figura 29:</b> Croqui do mapa do parque Mangal das Garças.....	64
<b>Figura 30:</b> Mangal das Garças visto do alto do Farol de Belém.....	64
<b>Figura 31:</b> Mapa do parque naturalístico Mangal das Garças.....	66
<b>Figura 32:</b> Esquema metodológico do Programa Recife Sem Palafitas.....	67
<b>Figura 33:</b> Localização da área de estudo - Vila Jaracaty II.....	69
<b>Figura 34:</b> Zoneamento de São Luís 1922-2022.....	70
<b>Figura 35:</b> Habitação do tipo palafita.....	71
<b>Figura 36:</b> Habitação do tipo casa de alvenaria.....	72
<b>Figura 37:</b> Mapa de tipologia das moradias.....	72
<b>Figura 38:</b> Lixão aberto em meio às palafitas.....	73
<b>Figura 39:</b> Lixão aberto em meio às palafitas.....	74
<b>Figura 40:</b> Lama contaminada no mangue.....	74
<b>Figura 41:</b> Lama de mangue contaminada com aspecto lodoso.....	75
<b>Figura 42:</b> Mapa ilustrando as camadas ambientais existentes.....	76
<b>Figura 43:</b> Amostra de Avicennia Schaueriana.....	77
<b>Figura 44:</b> Avicennia Schaueriana em meio às palafitas.....	77
<b>Figura 45:</b> Amostra de Rhizophora mangle.....	78
<b>Figura 46:</b> Rhizophora mangle in natura.....	79
<b>Figura 47:</b> Amostra de Laguncularia racemosa.....	79
<b>Figura 48:</b> Laguncularia racemosa em meio às palafitas.....	80
<b>Figura 49:</b> Pontes que os moradores utilizam em meio às palafitas.....	81
<b>Figura 50:</b> Pontes que os moradores utilizam em meio às palafitas.....	81

<b>Figura 51:</b> Pontes que os moradores utilizam em meio às palafitas.....	81
<b>Figura 52:</b> Muro que limita o terreno do São Luís Shopping.....	82
<b>Figura 53:</b> Muro que limita o terreno do São Luís Shopping.....	82
<b>Figura 54:</b> Visita ao Laboratório de Solos e Plantas - Campus Paulo VI UEMA.....	83
<b>Figura 55:</b> Representação da subdivisão da bacia do Rio Anil e localização dos pontos de coleta dos testemunhos.....	84
<b>Figura 56:</b> Lama de mangue na Vila Jaracaty II: aspecto oleoso e esverdeado fruto do despejo de esgoto.....	85
<b>Figura 57:</b> Área vegetada com grama vetiver.....	87
<b>Figura 58:</b> Atual zoneamento urbanístico de São Luís.....	91
<b>Figura 59:</b> Mapa com a topografia do terreno.....	94
<b>Figura 60:</b> Pista de cooper e quadras na praça.....	95
<b>Figura 61:</b> Espaço de contemplação na praça.....	95
<b>Figura 62:</b> Mapa com a topografia do terreno.....	96
<b>Figura 63:</b> A estrutura de jardim de chuva dos terraços.....	97
<b>Figura 64:</b> Vista dos terraços para a praça.....	98
<b>Figura 65:</b> Esquema dos pontos focais de contaminantes.....	98
<b>Figura 66:</b> Esquema dos pontos focais de remediação de contaminantes.....	99
<b>Figura 67:</b> Pier para os moradores continuarem suas atividades de pesca.....	100
<b>Figura 68:</b> Mirante para contemplação do ecossistema manguezal.....	100
<b>Figura 69:</b> Parada de ônibus para acesso ao parque e comunidade.....	101
<b>Figura 70:</b> Proposta geral implantada no terreno.....	101
<b>Figura 71:</b> Vista para os terraços.....	102
<b>Figura 72:</b> Vista do parque para o mangue.....	102
<b>Figura 73:</b> Vista para a entrada do parque. ....	103

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Etapas metodológicas desenvolvidas.....	20
<b>Tabela 2:</b> Comparação entre as áreas das classes de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Anil entre as décadas de 1970 e 2010.....	29
<b>Tabela 3:</b> Comparação entre os tipos de processos de remediação de solo e seus custos.....	40
<b>Tabela 4:</b> Tabela com quantificação dos tipos de moradias.....	71
<b>Tabela 5:</b> Catálogo das espécies de mangue e as suas características determinadas pelos propágulos.....	86
<b>Tabela 6:</b> Parcelamento do solo de acordo com a lei de zoneamento.....	92

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Espécies exóticas encontradas em área aterrada de mangue.....	04
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

**PGC** - Planejamento e Gerenciamento de Contratações

**UNESCO** - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

**ICMBio** - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

**PNGC** - Programa Nacional de Gestão de Custos

**PNRM** - Plano Nacional para Recursos do Mar

**PNMA** - Política Nacional do Meio Ambiente

**PROMORAR** - Programa de Erradicação da Sub-Habitação

**PGC** - Sistema de Planejamento e Gerenciamento de Contratações

**ALUMAR** - Consórcio de Alumínio do Maranhão

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**EUA** - Estados Unidos da América

**APP** - Área de Preservação Permanente

**PROMORAR** - Programa de Erradicação da Sub-Habitação

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**PAC** - Programa de Aceleração do Crescimento

**SECID** - Secretaria de Estado das Cidades do Maranhão

**SBN** - Soluções Baseadas na Natureza

**TCE** - Tribunal de Contas do Estado

**TNT** -Trinitrotolueno

**HPAs** - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

**ACIBARRA** - Associação Comercial da Barra

**ZPA2** - Zona de Preservação Ambiental 2

**ZAD** - Zona Administrativa

**ZEIS** - Zona Especial de Interesse Social

**ONU** - Organização das Nações Unidas

**FNRU** - Fórum Nacional de Reforma Urbana

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	19
<b>2.1. Gerais</b> .....	19
<b>2.2. Específicos</b> .....	19
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	19
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
<b>4.1. O mangue e a questão socioambiental na Bacia do Rio Anil</b> .....	21
4.1.1 O ecossistema como área de preservação permanente.....	21
4.1.2. A degradação ambiental com o uso e ocupação do solo.....	27
4.1.3. Direito à moradia e percepção dos moradores em áreas ocupadas por palafitas .....	33
<b>4.2. A importância do planejamento urbano e da paisagem para as questões de habitação e preservação do manguezal</b> .....	37
<b>4.3. Fitorremediação e a reabilitação ecossistêmica</b> .....	37
4.3.1. O uso de plantas para descontaminação do solo.....	37
4.3.2. Técnicas de remediação.....	41
<b>4.4. Plano da Paisagem de São Luís</b> .....	45
<b>5. REFERÊNCIAS PROJETUAIS</b> .....	47
<b>5.1. Parque Gas Works</b> .....	48
<b>5.2. Shanghai Houtan Park</b> .....	55
<b>5.3. Parque Ambiental Professor Mello Barreto</b> .....	59
<b>5.4. Mangal das Garças</b> .....	63
<b>5.5. Conjuntos Habitacionais Via Mangue - Recife (PE)</b> .....	66
<b>6. PROPOSTA DE PARQUE AMBIENTAL PARA RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAL DEGRADADO NA MICROBACIA DO JARACATY - SÃO LUÍS</b> .....	88
<b>6.1. Área de estudo</b> .....	77
<b>6.2. Relatório de visita à área e reconhecimento do entorno</b> .....	77
<b>6.3. Análise do solo para identificação de contaminantes</b> .....	77



<b>6.4. Regeneração natural e o potencial fitorremediador de plantas no mangue.....</b>	<b>77</b>
<b>6.5. Planejamento urbano e habitação social.....</b>	<b>88</b>
<b>6.6. Parque Ambiental Refúgio da Saracura.....</b>	<b>88</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O ecossistema manguezal é fundamental para o equilíbrio climático e ciclo de vida de muitas espécies. Diante de sua singularidade possui uma paisagem cheia de contrastes e belezas que encantam. Segundo Bezerra (2008), a zona costeira maranhense apresenta-se como grande depositário de um ecossistema considerado patrimônio mundial devido a sua elevada importância ecológica, econômica e cultural.

O desenvolvimento econômico e a expansão urbano-espacial são fatores que aceleraram o processo de degradação em solos de manguezais. Ademais, “o crescimento populacional, apesar de não ser o único fator é, sem dúvidas, um dos principais responsáveis pela devastação ambiental” (GOMES, 2001 p.11).

De fato, nos moldes ortodoxos de urbanização quanto maior a população, maior é a necessidade de desenvolvimento e, assim, maior a poluição decorrente dele. E como consequência disso, percebem-se impactos ecológicos significativos nesse ecossistema.

A bacia do rio Anil possui uma densa ocupação humana, caracterizada pela grande quantidade de palafitas, principalmente na região de estuários. O apoderamento dos mangues é uma questão ambiental e social dado que o direito à moradia, que deveria ser garantido a todos, beneficia apenas uma parcela da sociedade.

A questão habitacional, atualmente, pode ser julgada como um problema social urbano em São Luís. De modo geral, a ligação entre problemas como a falta de moradia e o direito à cidade estão relacionados à objeções em torno da habitação sob vários aspectos, como projetos sociais de habitação de interesse social para atender às inúmeras famílias que não possuem casa própria, problemas relacionados à carência de infraestrutura urbana e serviços básicos de saneamento em áreas suburbanas.

A reparação de danos no mangue e erradicação de habitações hostis ocorrem através do planejamento urbano seguido de um planejamento da paisagem, ambos efetuados por meio de instrumentos e mecanismos desenvolvidos durante a elaboração de políticas públicas.

Estima-se que mais de 50% da área de mangue na capital maranhense esteja contaminada, pensando nisso é interessante investir em processos de mudança e conscientização em prol da recuperação e preservação de manguezais.

A técnica de fitorremediação é uma tecnologia que se utiliza de plantas para minimizar a contaminação por poluentes no meio ambiente. Plantas nativas de mangue já demonstraram

potencial fitorremediador para a filtração de determinados tipos de poluentes. Diversos são os benefícios associados à remediação de solos contaminados, como a melhoria da qualidade ambiental e de vida da comunidade.

Entender como a arquitetura paisagística pode auxiliar na transformação das áreas de mangue através de técnicas alternativas sustentáveis é fundamental. É importante que profissionais de arquitetura e urbanismo, principalmente focados no paisagismo, cumpram seus papéis em transformar terrenos inóspitos em espaços verdes e saudáveis.

Para desenvolvimento deste trabalho, os objetivos e a metodologia consistem na elaboração de uma proposta paisagística para recuperação de áreas de mangue na microbacia do Jaracaty, por meio de uma infraestrutura verde e políticas públicas que façam o remanejamento da comunidade inserida na área para conjuntos habitacionais de interesse social propostos em um vazio urbano ao lado.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

- Elaborar o estudo preliminar de um parque ambiental para recuperação de solos contaminados de mangue por meio de técnicas de fitorremediação através do planejamento urbano e da paisagem.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obter conhecimento a respeito de intervenções urbanísticas e paisagísticas em áreas de manguezal;
- Entender como funciona o processo de fitorremediação em áreas contaminadas de mangue;
- Compreender os diferentes processos de planejamento urbano e da paisagem para elaboração de proposta paisagística.

## **3. METODOLOGIA**

Uma pesquisa precisa apresentar inicialmente uma questão problema. A procura pela resposta do que se pretende investigar, seja pelo simples desejo de entender sobre a questão, ou pela busca de se cooperar por meio de um estudo com uma organização, sociedade ou ambiente (SOUZA, 2020).

A pesquisa proposta possui caráter exploratório, pois busca entender a discussão/problema apresentado na introdução, formando hipóteses a partir dela. Planeja analisar a arquitetura paisagística como ponto base para a elaboração de espaços saudáveis que renovem o solo de forma harmônica. Além de descritiva, já que procura representar uma realidade por meio de coleta de dados e processos padronizados.

Para a revisão bibliográfica utilizou-se de livros que tratam do ecossistema manguezal, artigos científicos acerca da técnica de fitorremediação e o potencial de plantas nativas, leis como o Código Florestal, Estatuto da Cidade, Plano Diretor e Zoneamento de São Luís, entre outros. A partir de então foi possível definir os objetivos da pesquisa, além de delimitar a área de estudo, condensar e apresentar os resultados. Os próximos passos se deram da seguinte maneira:

**Tabela 1.** Etapas metodológicas desenvolvidas.

I	ANALISAR A ÁREA DE ESTUDO DE ACORDO COM SEU PERFIL DE CONTATO COM O MANGUE E SUAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E SOCIAIS PARA ELABORAÇÃO DE PROPOSTA
II	VISITAR A ÁREA DE ESTUDO E COLETAR DADOS PARA ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE CONTAMINANTES
III	ANALISAR O ESTATUTO DA CIDADE E O PLANO DIRETOR PARA PROPOR O REMANEJAMENTO DA COMUNIDADE PARA O VAZIO URBANO AO LADO
IV	DESENVOLVER DIRETRIZES QUE SINTETIZEM A FITORREMEDIAÇÃO À PAISAGEM COM REQUISITOS PRÉ-ESTABELECIDOS DE DESIGN ARQUITETÔNICO PARA GARANTIR DE FORMA EFICAZ A REINTEGRAÇÃO DA ÁREA COM A PAISAGEM URBANA DO ENTORNO.
V	ELABORAR UMA PROPOSTA PAISAGÍSTICA EFICAZ PARA A DESCONTAMINAÇÃO DO MANGUE ATRAVÉS DA FILTRAGEM DO SOLO USANDO PLANTAS NATIVAS.

Fonte: Autor, 2022

A análise de solos prevista como método para resolução das questões da pesquisa foi inviável em razão da falta de instrumentos operantes que permitissem o diagnóstico. Ainda assim, foi possível analisar os principais contaminantes presentes por meio de artigos científicos que anteriormente examinaram a microbacia do Jaraca

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1. MANGUE E A QUESTÃO SOCIOAMBIENTAL NA BACIA DO RIO ANIL

#### 4.1.1. O ECOSSISTEMA COMO ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A palavra mangue tem origem africana e, dentre tantos outros significados, quer dizer “solos pantanosos às margens de lagoas e estuários”. São ecossistemas tipicamente costeiros e se formam em um ambiente de transição do meio marinho para o terrestre, onde rios e córregos fluem até as águas salgadas do mar.

Não há, como nas outras florestas, chão sobre o qual andar. Durante a maré cheia, a floresta está inundada e, quando a maré recua, deixa atrás de si um emaranhado caótico de raízes de todo tipo, recobertos por mucilagem, líquens e algas que crescem também sobre os galhos e emergem do lodo, onde é possível afundar-se até os joelhos, se houver espaço suficiente para apoiar os pés (VANUCCI, 1999, p.21).

Para Vannucci (1999), cada mangue é único e as florestas possuem adaptações convergentes para o seu desenvolvimento de acordo com a região em que está inserido. A biogeografia e as condições ambientais locais determinam sua estrutura e composição, além das condições ideais de declividade suave, temperaturas mínimas não inferiores à 16°C, amplitude de maré moderada sobre suas planícies costeiras, entre outros.

O ecossistema manguezal é formado por uma associação de flora e fauna específica, que habita em ambiente salino e salobro. Possuem solos exclusivos e extensas florestas, conhecidas como mangue, cujas árvores são de tamanhos variados e raízes que saltam para fora do solo alcançando suas copas e cobrindo a costa (Figura 1).

**Figura 1.** Mangue Preto, Praia do Barco, Alcântara, Maranhão.



Fonte: Ana Mendes – Projeto Amazônia Real

No continente americano, as florestas de mangues são mistas formadas por variadas espécies. As mais comuns são *Conocarpus erectus* (mangue de botão), *Laguncularia racemosa* (mangue branco), *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) e *Avicennia officinalis* (mangue preto). Além dessas, as epífitas também são espécies abundantes em áreas com melhor exposição ao sol e umidade, elas pertencem a diferentes famílias e são encontradas com maior facilidade no centro de manguezais mais densos. As bromeliáceas, que desempenham papel importante no ecossistema, formam densas coberturas sobre as árvores e algas verdes que crescem sobre pneumatóforos e raízes escoras.

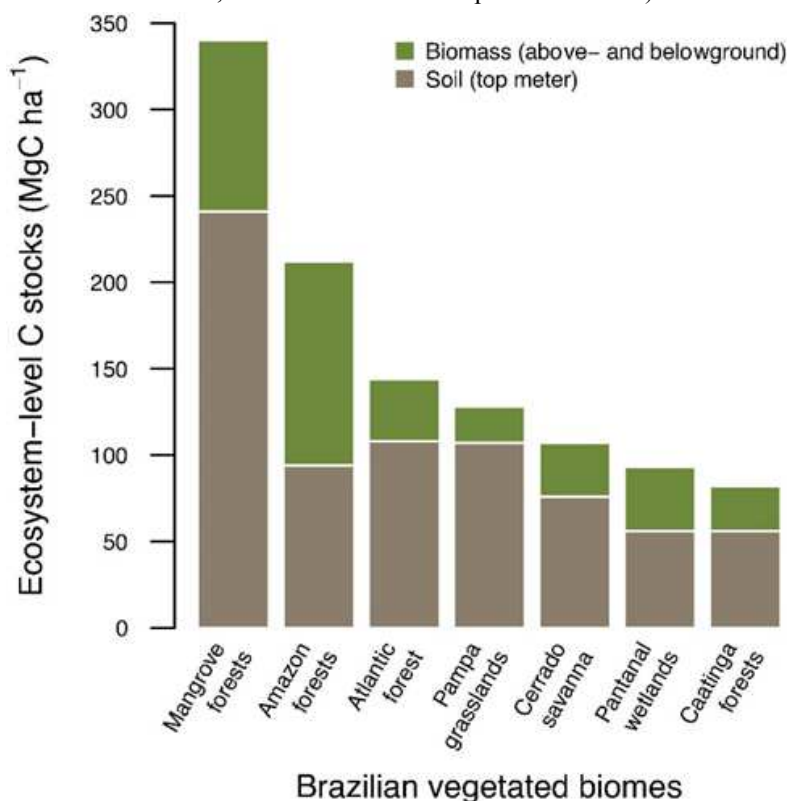
A sua capacidade de gerar bens e serviços o coloca entre os ecossistemas mais produtivos do mundo. De acordo com o relatório da Conferência Internacional sobre Ecossistemas Sustentáveis de Mangue, de 2017, que aconteceu na Indonésia, quando regidos de forma sustentável, os manguezais auxiliam na mitigação de mudanças climáticas, na proteção de zonas costeiras e no sustento de milhões de pessoas.

Segundo dados da UNESCO, os mangues funcionam como escudos naturais, já que conseguem barrar tempestades e ondas em mais de 50% da sua intensidade. A redução da

vulnerabilidade costeira a desastres naturais impede a erosão das costas e auxilia na proteção de qualquer infraestrutura ou empreendimento em regiões litorâneas.

Além disso, os manguezais são importantes sequestradores de carbono da atmosfera. Os solos de mangue possuem mais carbono do que a maioria das florestas possuem em biomassa e solo combinados. Os manguezais brasileiros armazenam até 4,3 vezes mais carbono nos primeiros cem centímetros (100 cm) de solo comparados a outros biomas vegetados do Brasil. Em relação à biomassa, estão em segundo, atrás apenas da Floresta Amazônica (Figura 2) (ROVAI, TWILLEY, WORTHINGTON AND RIUL, 2022).

**Figura 2.** Gráfico comparativo da quantidade de estoque de carbono nos manguezais e nos biomas brasileiros (em verde, o total armazenado na biomassa, incluindo vegetação acima e abaixo da superfície; em marrom, nos 100 centímetros superiores do solo).



**Fonte:** ROVAI, TWILLEY, WORTHINGTON AND RIUL (2022, p.05)

De acordo com dados levantados em 2018 pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Brasil possui cerca de 14.000 km<sup>2</sup> de florestas de mangue. Assim, a níveis globais, o território brasileiro possui 12% da área total de

manguezais, tornando o país o segundo com a maior extensão territorial de manguezais no mundo, atrás apenas da Indonésia.

Cerca de 80% dos manguezais em território brasileiro estão distribuídos em três estados do bioma amazônico: Maranhão (36%), Pará (28%) e Amapá (16%). Essa área de manguezais situada no norte do Brasil constitui a maior porção contínua do ecossistema sob proteção legal em todo o mundo (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018, p. 59).

No litoral maranhense encontram-se 50% desta área, o que torna o estado o maior detentor das riquezas desse ecossistema no Brasil. Em sua maioria, os manguezais maranhenses se concentram entre a desembocadura do rio Gurupi e a Baía de São Marcos associados à extensas planícies de marés lamosas, marismas hipersalinos, apicuns, brejos de água doce e várzeas de marés. Além disso, a zona costeira do Maranhão está classificada como uma costa sob o regime de macromarés, com alternância de -0,2 a +8,0 metros de altura das marés, e amplitudes de até 4,0 metros (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

Na Grande Ilha do Maranhão, os manguezais são distribuídos sobre a costa margeando rios e igarapés, cordões litorâneos e franjas. A estrutura vegetal pode ser definida principalmente por espécies de mangue branco, mangue vermelho e mangue preto (SILVA; MOCHEL, 1994).

Nas últimas quatro décadas verificou-se que a cobertura de mangue em São Luís sofreu uma grande redução, com perda de aproximadamente 42% da área de manguezais existente. Conforme informações de Bezerra (2008), os principais motivos que contribuíram potencialmente para acentuar os índices de degradação foram o uso e ocupação do solo de forma desordenada, impulsionados pela evolução dos processos de apropriação que surgiram por meio do entendimento da relação de oferta e demanda de terrenos. Entre outros motivos é válido citar as atividades portuárias, a crônica deficiência de saneamento, as atividades industriais e a pesca predatória.

A disponibilidade de espaços e o favorecimento da topografia, mesmo com a complexidade de ocupar áreas de mangue, também impulsionaram a população. Entre os resultados do acelerado processo de assentamentos urbanos e industriais inapropriados sobre



áreas de manguezais, nos últimos vinte anos, estão a impermeabilização e compactação do solo, além de facilitar o acúmulo de sedimentos, lixo e outros materiais levados até o leito do rio pela ação da chuva, do vento ou mesmo pela ação humana.

A área da bacia do Anil, por exemplo, foi fortemente urbanizada, e esse crescimento é fruto de um processo de ocupação sem planejamento e com carência de serviços básicos essenciais, como abastecimento de água e infraestrutura sanitária. No bairro Jaracaty, onde está inserido o recorte de estudo deste trabalho, o mercado imobiliário possui grande influência no aumento do déficit habitacional. Aos poucos a área de mangue foi consumida através de aterros para a construção de vários empreendimentos de grande valor econômico, como foi o caso do Shopping São Luís. A abertura de novas vias de acesso e construção de pontes que ligavam um bairro ao outro também influenciaram na ocupação de manguezais, decorrente da necessidade de áreas para uso e acesso da população de maior renda a empreendimentos valorizados no bairro (BEZERRA, 2008).

[...] a eliminação do ecossistema por grandes obras de engenharia na estruturação de vias pavimentadas, moradias e outras, proporciona significativas alterações à dinâmica da paisagem provocada pela supressão acelerada desses ambientes, colocando em risco a qualidade de vida da população local (MENDONÇA; DOS SANTOS, 2011, p.51).

Em relação à ocupação da população de baixa renda no mangue, pode-se destacar fatores como a expansão urbana e, principalmente, o déficit habitacional e os altos custos da terra urbana. Surge a necessidade de morar nas proximidades do emprego para permanecer na capital, e assim se dá início ao processo de favelização por uma população marginalizada que ocupa áreas inundadas com palafitas e outros tipos de unidades subnormais, resultando, posteriormente, em áreas urbanas consolidadas. Além disso, a acessibilidade promovida pela instalação de corredores viários colaborou para acelerar o processo de ocupação e desmatamento em áreas de mangue (BEZERRA, 2008).

A apropriação da população de baixa renda em áreas periféricas de mangue onde não há fornecimento de água, coleta de lixo, tratamento de esgoto e há maiores índices de doenças causadas pela veiculação hídrica e falta de infraestrutura tornam quase nula a qualidade de vida nesses lugares. Dessa forma, “quanto mais próximo ao mangue, mais as pessoas estão

expostas a condições de insalubridade (viver em cima da maré). Fato que demonstra falta de respeito à dignidade humana e ao ambiente” (BEZERRA, 2008, p.67).

No Brasil, os mangues são protegidos pela legislação federal por conta da importância que possuem para manutenção da vida marinha. Além disso, o ecossistema auxilia na produtividade pesqueira, retendo e exportando nutrientes para o mar, como berçário de organismos e áreas de alimentação de aves migratórias. A necessidade de proteção dos manguezais tem promovido também a utilização de sensoriamento remoto para monitoramento da dinâmica do ecossistema através da análise de imagens de satélite (ESPIG, REIS E ARAÚJO, 2007).

Em 1988, o presidente da República sancionou a Lei nº7.661, de 16 de maio que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC como parte integrante da Política Nacional para Recursos do Mar - PNRM e Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA. O intuito era orientar a utilização racional dos recursos na Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural. O PNGC prevê o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dá prioridade à conservação e proteção, entre outros, de recursos naturais, renováveis e não renováveis, incluindo o manguezal.

Após a última reforma, o Código Florestal proposto na Lei Federal nº12.651/2012 incluiu os manguezais como Área de Preservação Permanente (APP) em toda sua extensão, tanto em áreas rurais como urbanas (artigo 4º, inciso VII). Em contrapartida, a referida lei apresenta o manguezal como uma feição separada dos salgados e apicuns, propondo que a vegetação do mangue seja classificada como APP e as demais feições sendo passíveis de “uso ecologicamente sustentável” para atividades de carcinicultura e salinas. O Maranhão conta com a Constituição Estadual e Federal que consideram a zona costeira como Patrimônio Nacional, mas a falta de fiscalização e aplicabilidade efetiva dificultam o combate à degradação ambiental.

Sem a devida proteção, as áreas de apicuns e salinas sofrem por serem as primeiras áreas aterradas. As alterações provocam o desaparecimento de grandes extensões de território de mangue, com morte da maioria dos animais que vivem no solo, mudança no padrão de circulação das águas, aceleração da sedimentação ocasionando na morte dos bosques e

assoreamento de rios, canais e estuários (ALBUQUERQUE, FREITAS, MOURA-FÉ E BARBOSA, 2015).

O potencial dos manguezais em conservar a biodiversidade, amenizar as mudanças climáticas, melhorar a segurança alimentar, proteger as costas de intempéries naturais e apoiar o bem-estar humano ressalta a importância de se desenvolver estratégias e ações para recuperar e proteger os mangues que se encontram vulneráveis.

#### 4.1.2. A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL COM O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Em meio a tantas problemáticas ambientais, como o desmatamento, há relativamente pouca consciência sobre um dos aspectos mais alarmantes nesse sentido: a diminuição dos manguezais no mundo. Atividades em excesso produzidas em prol do desenvolvimento costeiro levaram à rápida perda dos manguezais em todo planeta.

O ecossistema manguezal possui uma rica biodiversidade, mas também tem seus limites. A degradação dos estuários e mangues sucede de ações conjuntas e agressivas quanto ao uso do ecossistema. Os processos urbano-industriais de ocupação do litoral transformaram o mangue em uma área marginalizada, com baixo valor de mercado mesmo com a sua extrema importância ambiental.

Apesar do manguezal ser reconhecido por lei como área de preservação permanente, em São Luís o crescimento urbano associado a especulação imobiliária transformou as áreas de mangue em ambientes marginalizados. Além da supressão de vegetação ripária, a ocupação por palafitas têm gerado assoreamento nas margens dos rios devido a quantidade de lixo que se acumula sob as casas suspensas (Figura 3).

**Figura 3.** Lixo acumulado sob as palafitas no bairro Jaracaty.



Fonte: Acervo pessoal, 2022

No entanto, a degradação dos manguezais não deve ser associada somente à população de baixa renda. No decorrer das décadas, houve investimentos em construções de grande magnitude como o projeto PROMORAR, a avenida João Goulart e a orla da Lagoa da Jansen, projetos esses financiados pelo Governo do Estado, além do Shopping São Luís, que foram responsáveis por aterrar extensas parcelas de áreas que deveriam ser preservadas.

No Maranhão, a melhoria nas redes viárias impulsionou as transformações socioeconômicas em um estado onde o capital ainda se fazia presente no campo com estruturas fundiárias concentradas. O processo de industrialização no estado, decorrente da implantação de Grandes Projetos Minerometalúrgicos - PGC e do Consórcio de Alumínio do Maranhão - ALUMAR, resultou no aumento do número de migrantes para São Luís que, em meados de 1970, apresentava maiores oportunidades de trabalho e infraestrutura (GOMES, 2001). A Bacia do Rio Anil foi uma das regiões mais impactadas pela ocupação desordenada durante o processo de industrialização na capital. Esse período foi marcado por grandes variações da paisagem em relação a área ocupada e áreas de vegetação arbustiva e rasteira (Tabela 2).

A bacia do Rio Anil está atualmente com uma densidade demográfica em torno de 8.575,35 hab./Km<sup>2</sup>, caracterizando-se então como uma bacia extremamente

urbana, densamente povoada, e com problemas socioambientais [...] (ALCÂNTARA, 2004, p. 23).

**Tabela 2.** Comparação entre as áreas das classes de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Anil entre as décadas de 1970 e 2010.

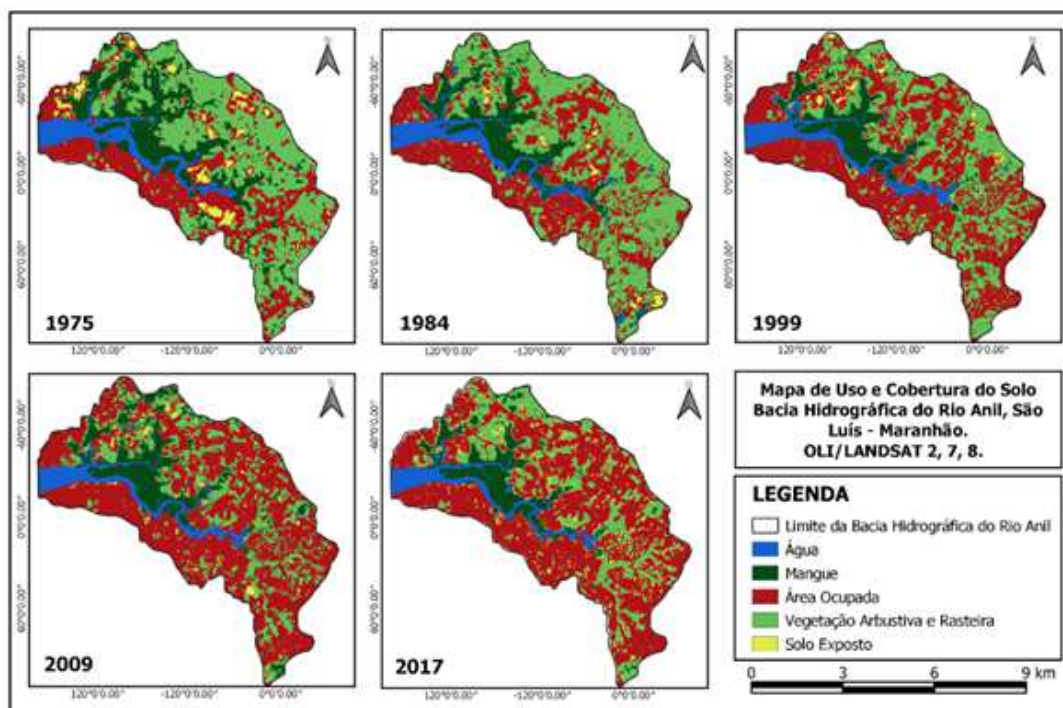
<b>Classes</b>	<b>1975 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>1984 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>1999 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>2009 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>2017 (km<sup>2</sup>)</b>
Água	3,38	3,43	3,17	2,97	2,59
Vegetação de Mangue	8,35	5,62	4,38	5,72	4,27
Área Ocupada	12,97	15,68	21,51	24,92	25,02
Vegetação Arbustiva e Rasteira	18,24	19,12	14,65	9,80	9,12
Solo Exposto	1,60	0,69	0,84	1,13	2,60

**Fonte:** ALMEIDA (2021, p.21)

A expansão territorial na capital maranhense agora se fazia necessária em virtude do crescimento populacional, industrial e econômico. A abertura de mais vias de acesso e a necessidade de habitações também influenciou a ocupação de manguezais decorrente da necessidade de áreas para uso e acesso da população (GOMES, 2001).

Segundo Almeida (2021), cerca de 4,08 km<sup>2</sup> de área de mangue desapareceram em São Luís entre as décadas de 1970 a 2010. O rio Anil e a Lagoa da Jansen apresentaram perda de aproximadamente 31% da cobertura de manguezais entre os anos de 1991 e 1997. Na figura 4 é possível identificar a disposição da ocupação, usos e cobertura do solo no limite da Bacia do Rio Anil entre 1970 e 2017.

**Figura 4.** Mapa de classificação supervisionada da Bacia Hidrográfica do Rio Anil entre as décadas de 1970 a 2017.



Fonte: ALMEIDA (2021, p.21)

Na figura 4 é possível notar a diminuição da vegetação de mangue e aumento significativo de áreas ocupadas.

Bezerra (2008), considerando que a área de mangue e a área de palafitas e ocupações subnormais correspondiam 2,2% e 2,1% da bacia, respectivamente, evidenciou que as zonas de manguezais estavam em pleno processo de ‘sucessão urbano-espacial’, caracterizado pelo aterro dessas áreas, resultando no seu desaparecimento (ALMEIDA, 2021, p.22).

Entende-se que o mercado imobiliário, em partes, é responsável pelo processo de sucessão mediante aos grandes investimentos de empreendimentos em áreas que apresentam expansão comercial, além disso, pode-se destacar também as ocupações subnormais pela população de baixa renda.

O uso e ocupação intensos desta área acabaram por gerar a natureza de impermeabilidade do solo (com a construção de ruas e avenidas, grandes empreendimentos comerciais e residenciais, além do aplainamento e compactação de colinas diminuindo a capacidade de recarga dos aquíferos), a

devastação das matas ciliares, o assoreamento do leito dos rios e o lançamento de efluentes de esgoto *in natura*, além de resíduos sólidos, com o consequente processo de eutrofização em alguns trechos da bacia do Rio Anil (OLIVEIRA, 2009, p.02).

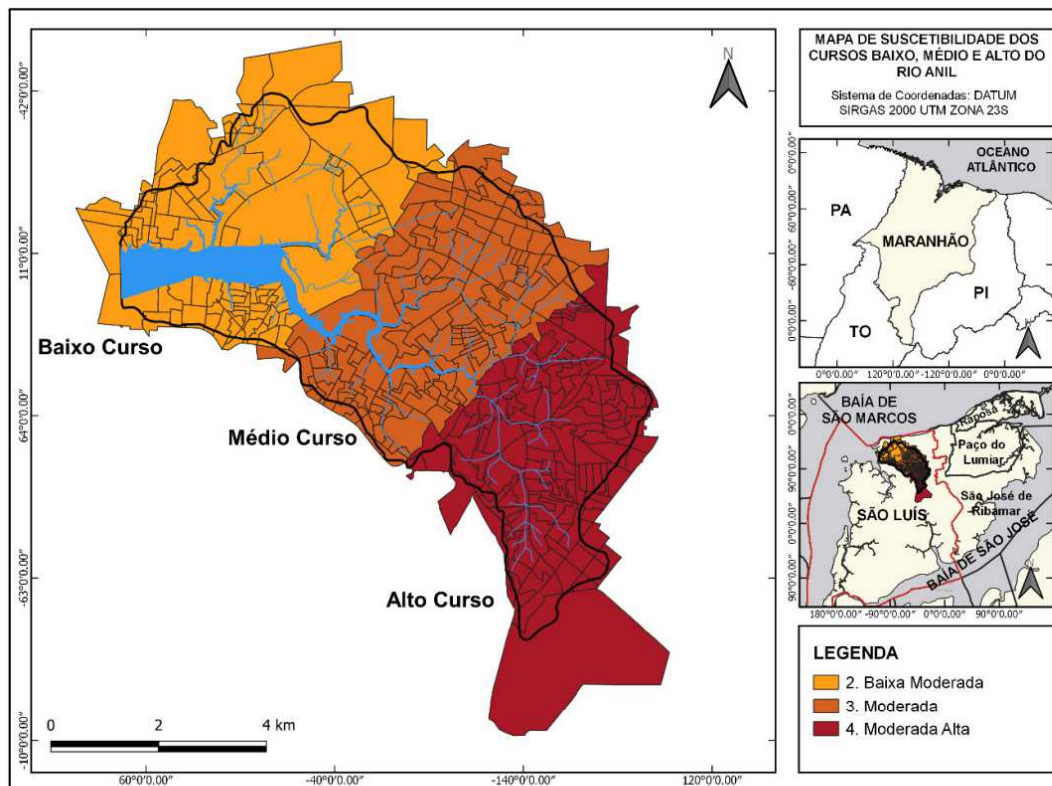
A pressão imobiliária no bairro Jaracaty é um grande exemplo de sucessão urbano-espacial que se iniciou devido ao investimento em projetos como o Shopping São Luís. A expansão urbana através da abertura de novas vias e a construção da ponte Bandeira Tribuzzi ligados ao complexo comercial transformaram o bairro em área nobre (BEZERRA, 2008).

Até meados de 1990, a prefeitura despejava lixo às margens do rio no Jaracaty, o hábito contribuía para o assoreamento da bacia na região. Outro impacto comum e que permanece até hoje é o despejo do esgoto *in natura* nos corpos hídricos da Ilha, a prática causa eutrofização dos ambientes fluviais, diminui a quantidade de oxigênio e prejudica a flora e fauna aquática (OLIVEIRA, 2009).

De acordo com Almeida (2021), o bairro Jaracaty se encontra na região do baixo curso do Rio Anil. Segundo dados do IBGE (2010), não é uma das zonas com maior concentração populacional na região da bacia (figura 5), mas dispõe de alto percentual de domicílios ligados à rede de esgoto. Assim, os impactos sobre a vegetação de mangue (desmatamento), solo (por meio de aterros) e qualidade da água também são resultado da presença de palafitas nas margens do rio (figura 6). Os impactos oriundos da urbanização são minimizados pela descarga fluvial e dinâmica da maré que, nesse caso, atuam na dissolução dos compostos provenientes das atividades humanas.

Na ausência de uma vegetação ribeirinha (mata de galeria e, em casos de áreas costeiras, mangues), fato comum no meio urbano, onde se costuma retificar e canalizar os rios, os sedimentos carregados são neles depositados, gerando o assoreamento, que aumenta os riscos de enchente, em função da diminuição da área da seção transversal do canal e a consequente diminuição do volume de água circulante. BOTELHO; SILVA (2007, apud OLIVEIRA, 2009, p.06).

**Figura 5.** Mapa de suscetibilidade dos cursos baixo, médio e alto do rio Anil, com base nos setores censitário e salinidade.



Fonte: ALMEIDA (2021, p.21)

**Figura 6.** Confluência de parte aterrada e ponte em comunidade de palafitas no bairro Jaracaty.



Fonte: Acervo pessoal, 2022



De fato, existem políticas públicas e programas sociais, como conjuntos habitacionais, que estabelecem critérios mínimos para aquisição de imóveis, mas a maioria é implantada em locais isolados e distantes do centro, o que dificulta a rotina da população de baixa renda e aumenta a proliferação de palafitas.

Com o intuito de proporcionar qualidade de vida para a população marginalizada, o Governo do Estado em parceria com o Governo Federal desenvolveu em 2008 o projeto PAC – Rio Anil. De acordo com dados obtidos no site do governo estadual, a obra possuía licença ambiental para ser executada, mas era previsto o aterramento de trechos de mangue à margem do rio Anil para construção de conjuntos habitacionais que substituíram palafitas. Segundo Oliveira (2009), a ideia do PAC-Rio Anil era bem-intencionada, mas, apesar do benefício social, os limites de preservação permanente não foram respeitados.

Para melhorar a qualidade de vida da população é necessário elaborar também um planejamento ambiental. O desaparecimento de leitos de rios acontece de forma gradativa ao processo de degradação do meio ambiente. O ecossistema manguezal possui um papel fundamental e estratégico para a região costeira de São Luís, e por isso, deve ser preservado.

#### 4.1.3. DIREITO À MORADIA E ENTENDIMENTO DE ÁREAS OCUPADAS POR PALAFITAS

Segundo a Constituição Federal brasileira, disposto no artigo 6º, o direito à moradia é um direito social que deve ser garantido pelo Estado. O ato se objetiva por intermédio de políticas públicas que buscam melhorar as questões habitacionais e urbanas que prejudicam a qualidade de vida dos cidadãos (MENDES, CASTRO E VIEGAS, 2015).

Em virtude do disposto no artigo 21, inciso XX da CF a União tem competência privativa para garantir direitos fundamentais instituindo diretrizes para o desenvolvimento urbano, privativa porque esta competência é delegável, ou seja, a União juntamente com outros entes federativos como os Estados e Municípios terão dever de proporcionar um ambiente que promova uma vida digna ao cidadão. Evidente, claro, que este ambiente digno não se resume ao urbano. (MENDES, CASTRO E VIEGAS, 2015, p.04).

A pressão imobiliária afunilou o poder de compra, e o direito à moradia, que deveria ser garantido a todos, se concentrou nas mãos das classes sociais com maior poder aquisitivo. A consequência do aumento da segregação social é a ocupação indevida de espaços impróprios para habitação ocasionando o processo de periferização da área.

O rio Anil destaca-se como a bacia com maior ocupação humana, caracterizada pela grande quantidade de palafitas, principalmente na região de estuários. “A bacia do Rio Anil pode ser considerada historicamente a mais importante de São Luís, concentrando mais de 35% da população do município, e abrigando grande parte da infraestrutura e dos serviços responsáveis pela geração de emprego e renda” (SOUZA, 2005, p.73).

O crescimento populacional estimulado pelo processo de industrialização na capital maranhense foi um dos fatores da crescente demanda de mercado da construção civil que atingiu áreas litorâneas, incluindo os manguezais. As famílias de baixa renda que ocupam as encostas não possuem instrução sobre despejo de dejetos e lixo doméstico, o que agrava a degradação do mangue e as condições de sobrevivência insalubres (MENDES, CASTRO E VIEGAS, 2015).

Quem em sã consciência escolheria os manguezais como lugar para viver, se tivesse alternativa? Entretanto, muitos o fizeram através dos milênios da história humana. Por que, quando e como o homem começou a fixar residência nos manguezais? O que ele faz ali, e como resolve os seus problemas diários? (VANNUCCI, 1999, p.105)

Os primeiros habitantes do mangue foram temporários. Acredita-se que tenham sido pescadores, madeireiros e piratas em busca de alimento, materiais - madeira - e labirintos que serviam como ótimos esconderijos. As habitações, denominadas como palafitas, tiveram que ser adaptadas ao mangue, e logo desenvolveu-se um método construtivo adequado com materiais nativos do ecossistema (VANNUCCI, 1999).

O termo “palafita” diz respeito a um tipo de habitação suspensa por estacas, que se intercomunicam através de pontes de madeiras, construídas em áreas alagadas, sujeitas às variações de marés. Mesmo que cada mangue possua suas particularidades, as casas de seus habitantes têm em comum ser sobre pilares e com materiais disponíveis. Os habitantes posicionam a altura dos pilares conforme funcione a amplitude da maré local, além da

distância do mar e posição geográfica.

De acordo com Souza (2005), a maioria dos palafitados sobre o rio Anil vieram do interior e instalaram-se ali pela proximidade com o centro, atrás de oportunidades de emprego. Por serem áreas sem condições básicas de saneamento, grande parte possui ligações clandestinas de energia e água. Ademais, o lixo e dejetos humanos são lançados diretamente no rio.

Segundo Gomes (2001), em São Luís, além das palafitas, a ocupação espacial tem se caracterizado por loteamentos implantados em locais afastados do núcleo central, elevados números de conjuntos habitacionais e crescentes ocupações. Em regiões de mangue elas contribuem para a degradação do ambiente, por conta da falta de infraestrutura e serviços básicos essenciais, como saneamento básico, alterando o seu equilíbrio e gerando mais poluição nas águas.

O Estado proporciona, através de políticas públicas sociais, o remanejamento das famílias em situação vulnerável e sem direito à moradia assegurado. Exemplo disso, é o Programa de Aceleração e Crescimento (PAC), elaborado em parceria entre os governos federal e estadual para elevar as taxas de crescimento do país. Um dos eixos do programa seriam destinados verbas para Infraestrutura Social e Urbana a fim de melhorar as condições de vida da população através de serviços básicos de infraestrutura, como coleta e tratamento de esgoto, abastecimento de água, e a remoção de moradias localizadas em beiras de córregos e áreas de risco.

Segundo Mendes, Castro e Viegas (2015), em São Luís a Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano (SECID) realizou o cadastro das famílias que participaram do PAC e entregou declarações de uso e ocupação dos apartamentos do conjunto habitacional PAC Rio Anil. Mas, mesmo após a entrega do conjunto, a problemática de ocupação em áreas de preservação permanente perdura.

A forma como foi implantado o Programa PAC Rio Anil gerou questões conflitantes com a legislação ambiental estadual. O fato é que áreas de mangue foram aterradas durante o processo de locação dos edifícios residenciais, o que não é permitido para áreas de preservação permanente.

As Áreas de Preservação Permanente são definidas pelo Código Florestal, artigo 1º, § 2º, inciso II, como “área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os

recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (VIEGAS, MENDES E CASTRO, 2015, p. 11).

As limitações apresentadas para a supressão da vegetação em áreas de APP 's, no caso do PAC, seriam condicionantes relacionadas ao interesse social e casos de utilidade pública definidas pelo Código Florestal nos seus artigos 1º e 2º.

IV - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; e
- c) demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA;

V - interesse social:

- a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do CONAMA;
- b) as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; e c) demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do CONAMA; (PARÁGRAFO V)

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA define em seu inciso II que interesse social inclui a regularização fundiária sustentável. Por isso, seria necessário que o PAC Rio Anil remanejasse as famílias dos estuários e encostas para locais que respeitassem as distâncias previstas pelo Código Florestal para Áreas de Preservação Permanente em manguezais, protegendo, assim, as propriedades do ecossistema.

É necessário ponderamento por parte do Estado, para que o direito à moradia seja garantido sem que ocorram conflitos com outros direitos fundamentais, como o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, garantido pelo Art. 225 da Constituição Federal de 1988. O manguezal é um ecossistema que deve ser preservado, para isso, deve-se agir com uma postura mais rígida no cumprimento de normas e leis de proteção ambiental.

## 4.2. A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO URBANO E DA PAISAGEM PARA AS QUESTÕES DE HABITAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO MANGUE

Segundo Udega Júnior (2014), o planejamento inadequado, fruto do crescimento populacional, provoca a expansão das cidades com péssimos índices de infraestrutura sem garantia mínima de qualidade ambiental. O conceito de planejamento urbano remete-se à concepção e desenvolvimento de espaços que diminuam transtornos urbanísticos como a poluição, congestionamentos, impactos ecológicos e vazios urbanos. Assim, é importante considerar as questões ambientais como ponto de partida para decisões relacionadas à sua estruturação.

No processo de urbanização as dificuldades surgem para as propostas de ocupação em ambientes mais frágeis, em que os ecossistemas são mais abaláveis pela ocupação humana e a demanda de infra-estrutura compromete a qualidade desses ambientes, podendo causar vários tipos de impactos, desde mudanças no comportamento da fauna até alterações físicas drásticas. (DA SILVA, 1993, p.85)

Desse modo, entende-se que o processo de urbanização causa impactos sociais e ambientais, como déficit habitacional e problemas de saneamento básico, que podem ser evitados ou reduzidos por meio de um processo de planejamento urbano eficiente (UDEGA JÚNIOR, 2014).

Espaços verdes são essenciais e desafiadores, principalmente em cidades onde existe pressão por territórios, recursos e crescimento populacional. Planejar a paisagem é uma alternativa eficaz para complementar o planejamento urbano com foco na qualidade ambiental e de vida das pessoas.

Conforme Da Silva (1993), trabalhar com planejamento da paisagem abre um leque de possibilidades de transformação de espaços. A criação do espaço implica em processos de urbanização que servirão de suporte físico para as atividades humanas.

## 4.3. FITORREMEDIAÇÃO E A REABILITAÇÃO ECOSISTÊMICA

### 4.3.1. O USO DE PLANTAS PARA DESCONTAMINAÇÃO DO SOLO

As atividades antrópicas têm causado danos significativos para o meio ambiente, os contaminantes lançados no solo geram impactos nos ecossistemas e na saúde humana. A

degradação ambiental preocupa e tem despertado interesse na busca de alternativas para recuperação e regeneração dos recursos naturais.

A presença de metais pesados emitidos pelo despejo de esgoto *in natura* provoca baixa capacidade de retenção do solo, fazendo com que corpos d'água tornem-se receptores desses dejetos, sendo responsáveis então pela difusão da contaminação e comprometimento da cadeia trófica, podendo afetar todas as formas de vida.

Pensando nessa problemática, têm sido desenvolvidas inúmeras técnicas de remediação de solos contaminados com o objetivo de reduzir os teores de contaminantes a níveis seguros e assim diminuir impactos ambientais causados pelas atividades humanas.

Existem diversas formas de se recuperar áreas contaminadas, como a escavação, incineração, extração com auxílio de solventes, oxirredução, entre outros. Mas, a maioria, conhecidas como técnicas *ex situ*, requer transferência do material contaminado para centros de tratamento específico, o que pode provocar contaminação secundária e aumentar os custos de remediação (RACIUNAS, 2022). O uso de técnicas *in situ* parte da tendência mundial pela preferência de tecnologias que apresentem baixo custo e não provoquem contaminação secundária (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2007).

Uma abordagem objetiva para identificar e avaliar o problema da contaminação de solos deve levar em consideração a gerência de risco, que é o processo de analisar riscos: compreendendo a identificação de áreas potencialmente contaminadas; a análise do perigo ou do mal que pode advir aos receptores vulneráveis à exposição ao contaminante; uma estimativa da probabilidade de um dano ou malefício ocorrer; e uma avaliação da aceitabilidade do risco; e a ação de reduzir riscos: compreendendo a seleção, implementação e monitoramento de estratégias de remediação, definida como qualquer ação que vise remediar o problema, incluindo a contenção ou a remediação do contaminante (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2007, p.62).

O Brasil possui uma avaliação de risco ambiental conhecida como análise de risco. As definições de risco e perigo são essenciais para que não haja confusão entre os conceitos.

Perigo: é uma ameaça às pessoas ou ao que elas valorizam (propriedades, meio ambiente, futuras gerações, etc). Risco: é a quantificação do perigo; é a

probabilidade de dano (pessoal, ambiental ou material), doença ou morte sob circunstâncias específicas (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2007, p.62).

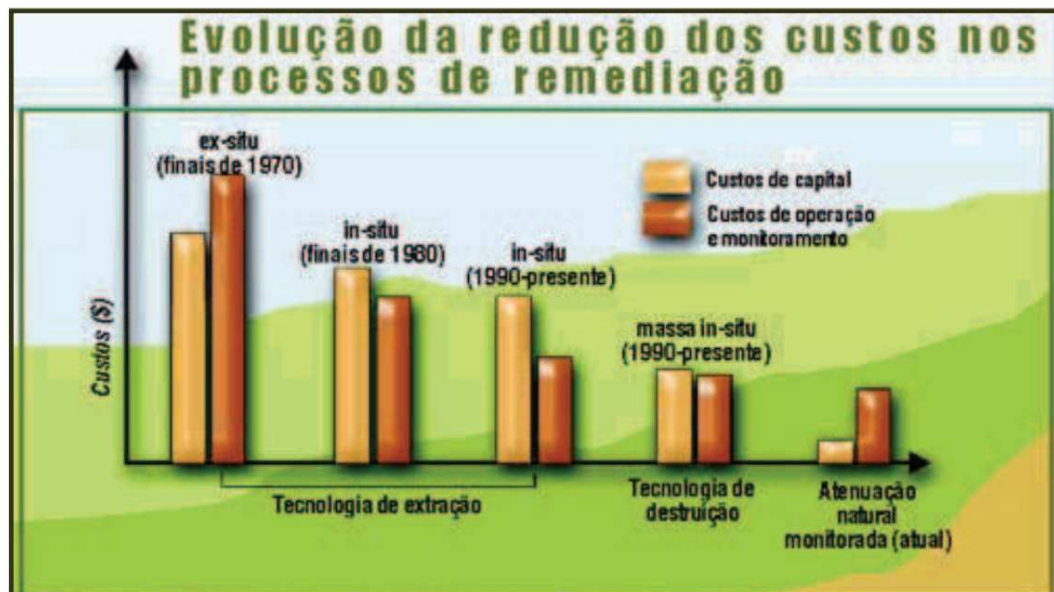
Desse modo, a escolha da técnica para remediação do solo fundamenta-se a partir da avaliação da heterogeneidade física do solo, localização das fontes primárias de contaminação, extensão do contaminante, existência de zonas de descarga, além da presença do contaminante em sua fase residual, imiscível ou adsorvida no meio geológico (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2008).

Algumas espécies de plantas desenvolveram tolerância relacionada à capacidade de degradar, extrair, absorver ou imobilizar íons metálicos, sendo utilizadas como remediadoras de poluentes. Nesse caso, destaca-se a técnica de fitorremediação, uma tecnologia verde que consiste no uso de solos poluídos, principalmente por metais pesados e poluentes orgânicos, para diminuir o teor desses contaminantes a níveis seguros.

A fitorremediação está inserida no conjunto de técnicas denominado como Infraestrutura Verde e, por consequência, encontra-se inserida no conjunto de Soluções baseadas na Natureza (SbN) – uma vez que as SbN funcionam como um guarda-chuva conceitual que carrega em si todas as demais estratégias já consolidadas que, de alguma forma, se inspiraram, copiaram ou basearam-se em processos naturais para problemáticas ambientais, tais como: infraestrutura verde, serviços ecossistêmicos; a adaptação baseada em ecossistemas; o capital natural e soluções de baixo impacto (RACIUNAS, 2022, p.63).

Segundo Morita e Moreno (2022), dentre as vantagens desse método pode-se destacar o baixo custo, melhoria das propriedades do solo, restabelecimento da estética ambiental e dos aspectos paisagísticos, boa aceitação pública e por ser uma técnica pouco invasiva. Em baixas quantidades esses metais constituem um leque de nutrientes essenciais para funções fisiológicas dos seres vivos.

**Figura 7.** Gráfico com análise de custos entre os processos de remediação de solos.



Fonte: ANDRADE; TAVARES; MAHLER (2008)

**Tabela 3.** Comparação entre os tipos de processos de remediação de solo e seus custos.

Tipo de Tratamento	Custo variável/ton (US\$)
Fitorremediação	10-35
Biorremediação in situ	50-150
Aeração no solo	20-200
Lavagem do solo	80-200
Solidificação	240-340
Incineração	200-1500

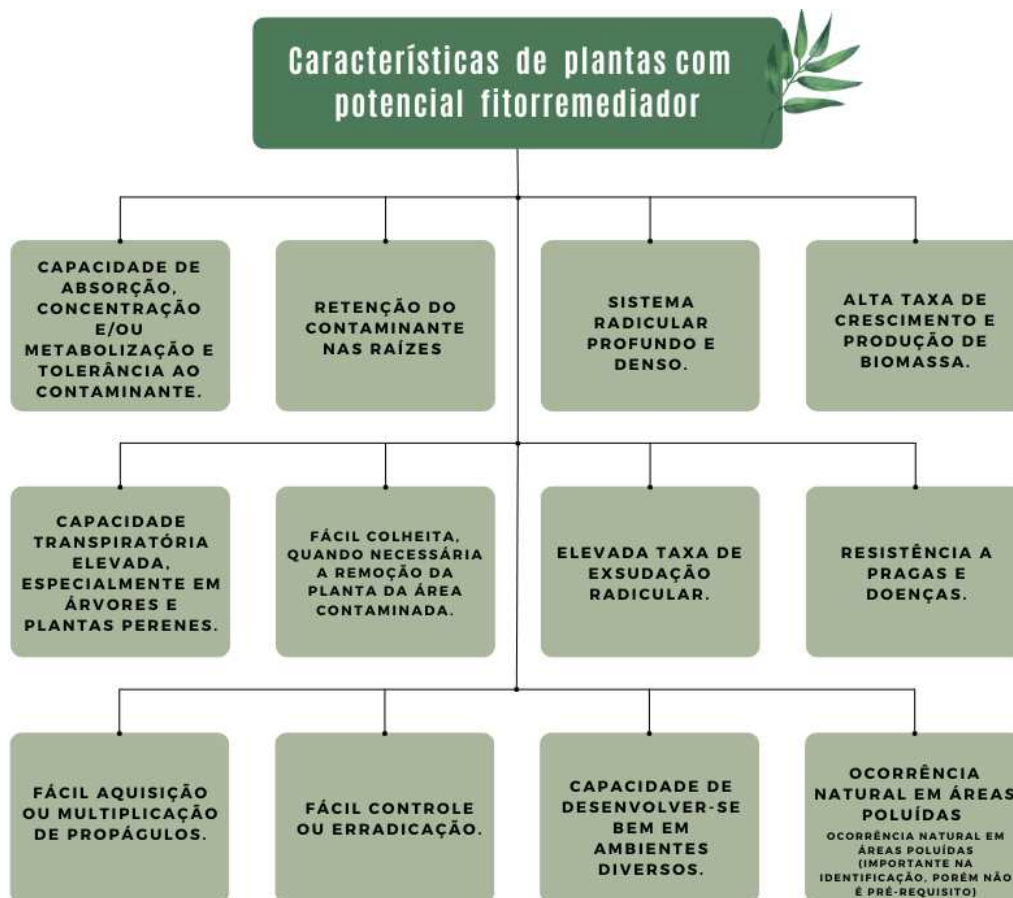
Fonte: SCHNOOR (1997) citado por ANDRADE; TAVARES; MAHLER (2008)

Além disso, sua versatilidade é uma importante característica, dado que a técnica pode ser utilizada tanto para remediação de solos, como para o meio aquático e ar, com variantes que dependem da finalidade que deseja ser obtida (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2008).

O indicativo de potencial das plantas para a técnica de fitorremediação depende da forma como elas se comportam diante da presença de contaminantes no solo. Além disso, as espécies de plantas muito sensíveis à presença de metais pesados podem ser úteis como bioindicadoras de poluição, apresentando modificações visíveis em sua estrutura física (PIVETTA; PELEGRIN, 2019). Se faz necessário também observar características como:



**Figura 8:** Esquema ilustrativo das características de plantas com potencial fitorremediador



**Fonte:** Autor, 2023 apud (MARIANO; OKUMURA, 2012, pp. 88-89).

Segundo Raciunas (2022), não são todas as plantas que germinam ou se desenvolvem com distintas taxas de contaminação no solo. Diante disso, é necessário um estudo que indique o potencial fitorremediador que cada planta alcança para diferentes concentrações de poluentes. É preferível que sejam selecionadas espécies com maior tolerância para a garantia de que durante o processo, elas sobrevivam, permaneçam cultivadas e potencializem os resultados remediadores.

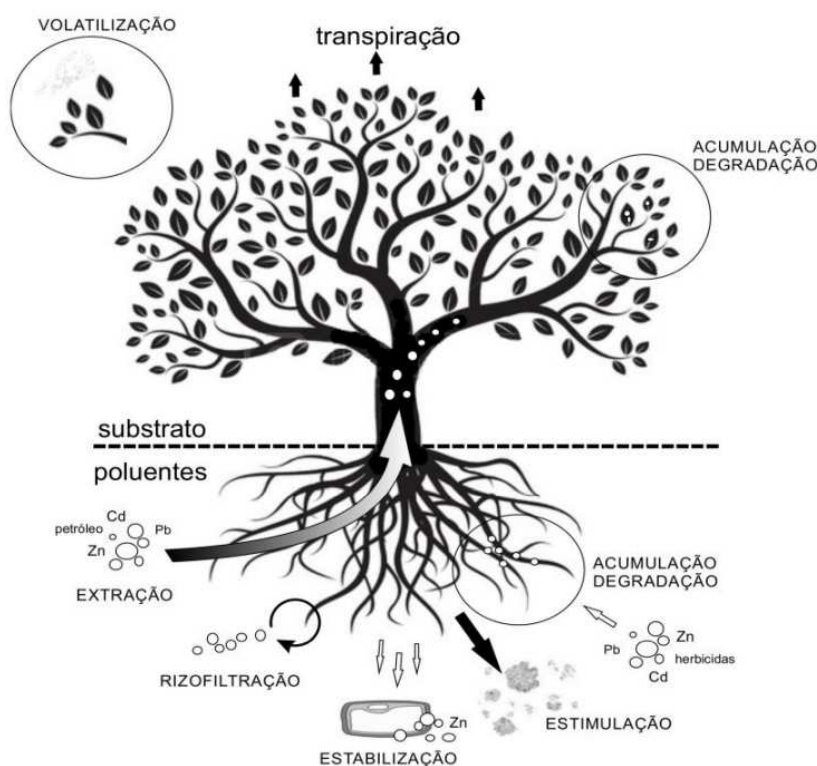
#### 4.3.2 TÉCNICAS DE FITORREMEDIAÇÃO

Segundo Andrade, Tavares e Mahler (2007), a vegetação pode atuar na fitorremediação de forma direta ou indireta na atenuação ou excisão dos contaminantes. No mecanismo de remoção direta, os poluentes são capturados e acumulados ou metabolizados

dentro do próprio corpo do vegetal. Na remoção de forma indireta, as plantas liberam pelas raízes compostos que propiciam o aumento da atividade microbiana na rizosfera, degradando assim o contaminante.

A técnica de fitorremediação é aplicada de forma distinta para cada tipo de contaminante, abrangendo mecanismos diretos que subdividem-se em fitoextração, fitotransformação e fitovolatilização, e os mecanismos indiretos em fitoestabilização e fitoestimulação (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2007).

**Figura 9:** Mecanismos da fitorremediação.



**Fonte:** CINTIA DARCI DA CRUZ

## 1. FITOEXTRAÇÃO:

A técnica consiste mediante habilidade da planta em captar e/ou absorver o contaminante do solo, armazená-los em seus tecidos (folhas, caules ou raízes), facilitando assim o descarte. São empregadas nesse mecanismo espécies de plantas específicas que absorvem e hiperacumulam cem vezes mais metais pesados, poluentes e nutrientes do que as plantas comuns não acumuladoras. A maioria já se desenvolve em ambientes

contaminados ou pode ser modificada geneticamente.

A técnica é empregada com mais frequência para remediação de metais como prata (Ag), cádmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), mercúrio (Hg), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn), mas também pode ser aplicada para tratar elementos radioativos, ametais e contaminantes orgânicos em solos, sistemas hídricos e no ar (RACIUNAS, 2022). Segundo Andrade, Tavares e Mahler (2007), a técnica de fitoextração pode reduzir a concentração de contaminantes a níveis plausíveis em um período de 3 a 20 anos.

## 2. FITOTRANSFORMAÇÃO/FITODEGRADAÇÃO:

Neste mecanismo, as espécies vegetais absorvem e metabolizam o contaminante do solo e da água fazendo a sua bioconversão para degradar e transformá-los em substâncias não tóxicas com o intuito de posteriormente serem utilizadas em processos metabólicos da planta. Esse processo é empregado principalmente no tratamento de compostos orgânicos, como metanos, etanos, propanos, butanos e propanos, tricloroetileno (TCE), trinitrotolueno (TNT), dentre outras substâncias, inclusive xenobióticos (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2007).

Segundo Raciunas (2022), as espécies de plantas utilizadas para fitodegradação podem precisar ser isoladas para que não haja interferência na fauna local, visto que em alguns casos podem ser tóxicas para pequenos animais, como os caracóis.

## 3. FITOVOLATIZAÇÃO:

A técnica consiste na absorção dos contaminantes, provenientes do solo ou da água, pela planta e convertê-los para formas voláteis. O processo de transformar os poluentes em gases e liberá-los para a atmosfera pode ocorrer nos caules, estômatos das folhas ou a partir da biodegradação da rizosfera (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2007; RACIUNAS, 2022).

O contaminante pode ser liberado na atmosfera em sua forma original ou transformada, dependendo de como será a atuação ou não dos processos metabólicos. Utiliza-se da técnica geralmente para tratar compostos orgânicos e inorgânicos voláteis, como mercúrio (Hg), o arsênico (As) e o selênio (Se), além de solventes clorados

industriais, como o tricloroetileno, o tetracloroetileno e o percloroetileno (RACIUNAS, 2022).

Andrade, Tavares e Mahler (2007) apontam como vantagem da fitovolatilização a remoção de poluentes do ecossistema, contudo advertem que o procedimento deve ser feito após conduzidos cuidadosos estudos acerca do tipo de contaminantes presentes na área e quais espécies vegetais seriam mais adequadas para a remediação, uma vez que existe o risco de as plantas liberarem na atmosfera concentrações dos compostos ainda consideradas tóxicas (RACIUNAS, 2022, p. 70).

#### 4. FITOESTIMULAÇÃO/RIZODEGRADAÇÃO:

De acordo com Andrade, Tavares e Mahler (2007), nesse processo ocorre a estimulação à biodegradação microbiana dos poluentes existentes no solo ou na água, mediante exsudados radiculares, sombreamento, abastecimento de tecidos vegetais como fonte de energia e aumento da umidade do solo.

Ocorre uma troca de benefícios entre os microrganismos decompositores dos poluentes, através da atividade microbiana, que deixam o solo mais saudável para que as raízes possam se desenvolver e as espécies de plantas que fornecem nutrientes necessários para que os micróbios prosperem.

A técnica é aplicada na remediação de contaminantes orgânicos e organometálicos, sendo efetiva também para o tratamento de metais, como selênio (Se) e mercúrio (Hg). Desse modo, é eficaz para desintegrar hidrocarbonetos, hidrocarbonetos poliaromáticos e percloratos, sendo assim uma maneira eficiente para limpeza de solo contaminado por petróleo, diesel e compostos oleosos (RACIUNAS, 2022).

#### 5. FITOESTABILIZAÇÃO:

Neste mecanismo, as plantas possuem capacidade de reduzir a mobilidade e conseqüentemente a migração dos contaminantes existentes no solo. Ocorre a estabilização e controle dos contaminantes mediante a mobilização, lignificação ou umidificação dos contaminantes no corpo do vegetal. Segundo Andrade, Tavares e

Mahler (2007), é preciso que haja manutenção a longo prazo para impossibilitar a liberação dos poluentes já que eles permanecem no local.

Esse processo evita a exposição da fauna local aos contaminantes e processos de erosão e deflação no solo. Na fitoestabilização, são remediados solos contaminados por metais e compostos inorgânicos, possibilitando a recuperação da vegetação que reveste o solo em locais que os altos níveis de metais impossibilitam a sobrevivência das espécies (RACIUNAS, 2022).

#### 4.4. PLANO DA PAISAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS

A cidade de São Luís, capital maranhense, possui uma área de aproximadamente 834,8 km<sup>2</sup> e um milhão e meio de habitantes. A geografia do território ludovicense é caracterizada pelo relevo formado por planícies litorâneas, clima tropical e vegetação composta por dunas, mangues e restingas. Além de possuir uma geografia única, a cidade é a quarta maior em população de toda região nordestina e conta com um grande patrimônio histórico mundial.

Segundo Kliass (2003), o aumento da ocupação urbana das cumeadas para os vales assim como a erradicação da cobertura vegetal influenciaram no assoreamento de rios, áreas de manguezais e várzeas inundáveis. A progressiva impermeabilização do solo e a erosão das encostas são fatores que contribuíram para a complexidade das questões nesses ecossistemas de grande biodiversidade.

O plano da paisagem urbana de São Luís foi desenvolvido por Rosa Kliass a pedido da primeira-dama do município na época, que queria embelezar as novas avenidas da capital, por intermédio da arquiteta Ana Claudia Batista Peixoto. Além do plano da paisagem foram desenvolvidas bases de um instituto para que o plano ganhasse vida.

O planejamento paisagístico buscou compreender, analisar e propor ações corretivas visando harmonizar o sistema urbano e natural, econômico e de sustentabilidade da cidade. Através do conhecimento efetivo de todos os aspectos envolvidos é possível prever tendências e buscar minimizar impactos negativos, incentivando uma relação equilibrada entre os seres humanos e a natureza.

A metodologia de trabalho da proposta teve como base o trabalho de Ian McHarg. Foi organizada em cinco fases: Inventário, Análise, Diagnóstico, Propostas e Diretrizes para planos e projetos específicos. Foram realizadas propostas para: patrimônio cultural; cobertura vegetal; elemento água; praias e dunas; e foram criadas as seguintes categorias de áreas de proteção: cordão protetor de encosta; veredas; área complementar de proteção de duna; faixa marginal de proteção de cursos d'água.

Foram definidas três grandes zonas, dentro das quais se definem zonas específicas. E foi feito um plano complementar para as áreas verdes, constituído por áreas de proteção, unidades de conservação, vias-parque, e espaços públicos (largos, praças e parques), englobando ainda um sistema cicloviário de transporte, lazer e turismo.

Em 2002, para implementar o plano e nortear as ações dos demais departamentos da prefeitura, foi criado em São Luís o Instituto Municipal de Paisagem Urbana – o IMPUR. E foi também feito o projeto para o sistema viário, com larguras das vias e das calçadas, intervenções nos lotes, recuos e arborização.

Rosa ensinou que o projeto de paisagismo não deve fazer o plantio dos canteiros, mas deve participar do projeto da avenida e da cidade toda. O planejamento paisagístico foi concebido como parte integrante do planejamento urbano. Trata-se de uma visão de desenvolvimento sustentável, como um processo que analisa, considera e pondera questões ambientais, econômicas, antropológicas e sociais.

Entre o processo de criação do IMPUR e lançamento do referido Plano da Paisagem, pode-se citar a experiência da Prefeitura Municipal de São Luís naquele momento com o Projeto de Urbanização Integrada e Remanejamento de Habitações Precárias da Península do Ipase na Bacia do Rio Anil. Trata-se de um projeto de 2005 que envolveu a SEMTHURB, IMPUR, assessoria de Rosa Kliass, entre outros, com estratégias para promover a melhoria da qualidade de vida da população residente nos assentamentos precários implantados às margens do Rio Anil, na Península do IPASE, assegurando a urbanização integrada e a regularização fundiária das áreas ocupadas e viabilizando moradia adequada, seja pela consolidação, seja pelos remanejamento. Infelizmente, o projeto foi implantado parcialmente

com a mudança de gestão municipal. No entanto, é uma grande referência local sobre habitação, meio ambiente e paisagem.

## **5. REFERÊNCIAS PROJETUAIS**

A vegetação nas cidades vai muito além de plantas que exercem uma variedade de serviços ao meio urbano e que trazem melhor qualidade de vida nas cidades. As plantas exercem ótimo papel na melhoria do conforto térmico, qualidade do ar, facilitação da mobilidade urbana, lazer e tantos outros benefícios, entre eles, a reabilitação de espaços urbanos degradados - fundamento deste estudo.

No meio urbano, a degradação de espaços faz referência a locais abandonados, áreas desprovidas de funções sociais, ambientais e econômicas ou, ainda, áreas utilizadas à revelia de suas vocações. Normalmente estes espaços estão associados ao abandono de empreendimentos, pressão por moradia, especulação imobiliária, expansão descontrolada e excesso de verticalização, além de fatores imateriais como desemprego, criminalidade, e assim por diante. Outro ponto significativo para a degradação de espaços urbanos dá-se pelo encontro da malha urbana, como resultado de sua expansão, com jazidas de mineração, lixões, aterros e outras atividades que originalmente se encontravam em zonas rurais, além disso o próprio processo de urbanização deve ser levado em consideração.

Em se tratando da recuperação, promove-se forma e função para espaços considerados degradados. Em vista disso, a regeneração de espaços urbanos degradados está vinculada ao uso de vegetação como elemento de projetos de arquitetura e urbanismo que resgatem parte da qualidade ambiental.

A integração de áreas verdes alocadas em centros urbanos apresenta papel fundamental nos mais diversos aspectos do cotidiano, seja econômico, social ou ambiental e é notável sua funcionalidade nos empreendimentos imobiliários, benefícios urbanos e melhorias no ar, na água e no solo. Destaca-se então a importância não apenas da função ornamental para as cidades, mas também a integração de plantas de interesse ecológico, e aquelas de

interesse alimentício integradas ao projeto de paisagismo. Nos espaços dedicados ao paisagismo, salienta-se o uso de espécies com funções específicas para os seres humanos e para o ambiente nos quais vivem.

Como um dos maiores projetos de recuperação ambiental no Brasil tem-se a Floresta da Tijuca, onde se utilizou a área, antes como lavouras de café, para a produção de água, por conta da falta deste recurso, em sua qualidade potável, na região. Da criação legal da floresta, determinou-se então o reflorestamento da área designada. Essa ação trouxe consigo diversos benefícios para a população, como distribuição de águas pluviais, neutralização das chuvas formadas sob poluição, lazer, interceptação de cobre, chumbo, zinco, entre tantas outras vantagens.

A recuperação do ambiente é capaz de não só resgatar espaços físicos, como também tornar a área um meio sociável. A degradação de espaços urbanos precariza os ambientes, associado ao abandono do mesmo, isso facilita a utilização da área para a prática de atividades ilícitas, gerando um espaço propício para a criminalidade. O investimento nessas áreas proporciona à população a convivência social, identidade local e geração de renda e empregos.

Assim, torna-se imprescindível a introdução de vegetação nas cidades tanto pela prática paisagística quanto pelas demandas de projetos de reabilitação em vista das tantas funcionalidades proporcionadas por essa alternativa. Entende-se também que o paisagismo funcional, cujo termo refere-se a projetos com outras funções ambientais além da ornamentação, apresenta diversos pilares de sustentação, sendo viável do ponto de vista ambiental, econômico, social, nutricional e sustentável, que agrega valor a diversos aspectos como estética, interação ecológica e social em projetos sustentáveis (ALENCAR; CARDOSO, 2015).

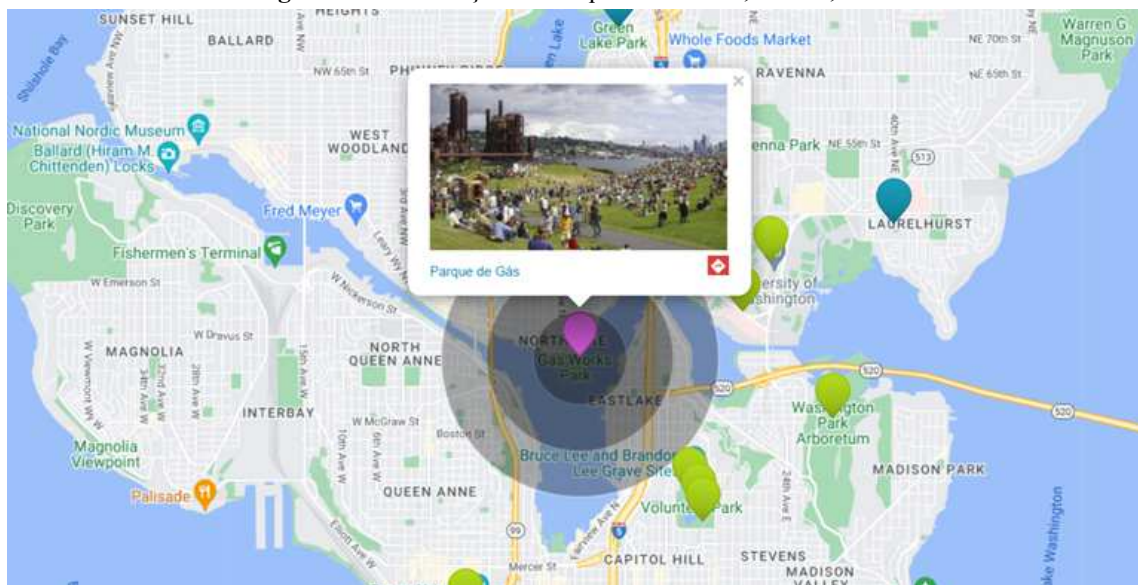
### 5.1. PARQUE GAS WORKS

Conhecido como marco histórico de Seattle – EUA e Registro Nacional de Lugares Históricos, o Gas Works Park foi um dos primeiros casos de recuperação e transformação de espaços pós-industriais em parque através da técnica de remediação de solos (figura 10). O projeto proposto originalmente para o local era um parque público que contava com passeios



de barco para contemplação da natureza e instalação de um playground, disposto pelo paisagista Frederick Law Olmsted em 1903. Todavia, a rápida apropriação às margens do Lago Union para fins comerciais e industriais inviabilizou a implantação do parque. Em 1906, a área foi angariada pela empresa Seattle Gas Light Company que instalou uma fábrica produtora de gás (RACIUNAS, 2022).

**Figura 10.** Localização do Parque Gas Works, Seattle, EUA.



Fonte: Google Maps, 2022.

A indústria de gaseificação de carvão e petróleo produzia o gás, que abastecia a cidade para iluminação e aquecimento das casas, e supriu as necessidades de Seattle até 1956, quando novas fontes de energia e gás chegaram na região (figura 11). A localização central privilegiada do espaço permitiu uma jornada de uso intenso de produção industrial e, com o passar dos anos, a área se transformou em um ambiente inóspito e tóxico por conta da falta de controle sobre a quantidade de poluição que poderia ser originada. Em meados de 1934, a saúde pública transformou-se em um grande problema e os efeitos causados pela fumaça, fuligem e odores convenceram a população que morava próximo a entrar com uma petição para pôr um fim na fabricação de gás:

A sede da antiga planta de gaseificação de carvão e óleo estava localizada centralmente dentro da cidade para importar e exportar produtos facilmente. Em 1916, o Lago Union foi oficialmente conectado ao Lago Washington, a leste, e ao Estreito de Puget, a oeste, com a conclusão do Canal de Navios. O Canal de Navios e as Eclusas Hiram M. Chittenden, que foram inauguradas em 1934,

conectaram os dois lagos ao Estreito Puget, visando fornecer transporte para residentes e para a indústria. Esta conexão permitiu que muitos tipos de indústrias se desenvolvessem às margens do Lago Union que, por sua vez, fornecia transporte, energia e locais para depósitos de resíduos. A Seattle Gas Light Company adquiriu o terreno no início de 1900 e concluiu a construção da fábrica de gás manufacturado [...], no local, em 1907.42 (MACKAY, 2016, p. 38, tradução nossa) (RACIUNAS, 2022, pp. 95-96).

**Figura 11.** Foto aérea da antiga Seattle Gas Light Company ainda em pleno funcionamento, em 1935.



Fonte: Golden, 2019 por Raciunas, 2022.

O encerramento das atividades industriais da Seattle Gas Light Company, em 1956, coincidiu com transformações dos usos à beira do lago Union e novas demandas de serviços públicos de lazer para a cidade, que estava em crescimento. Segundo Raciunas (2022), por volta de 1962, mesmo com toda a poluição e hostilidade da área, o governo realizou a compra do terreno para transformá-lo em um novo parque público (Figura 12).

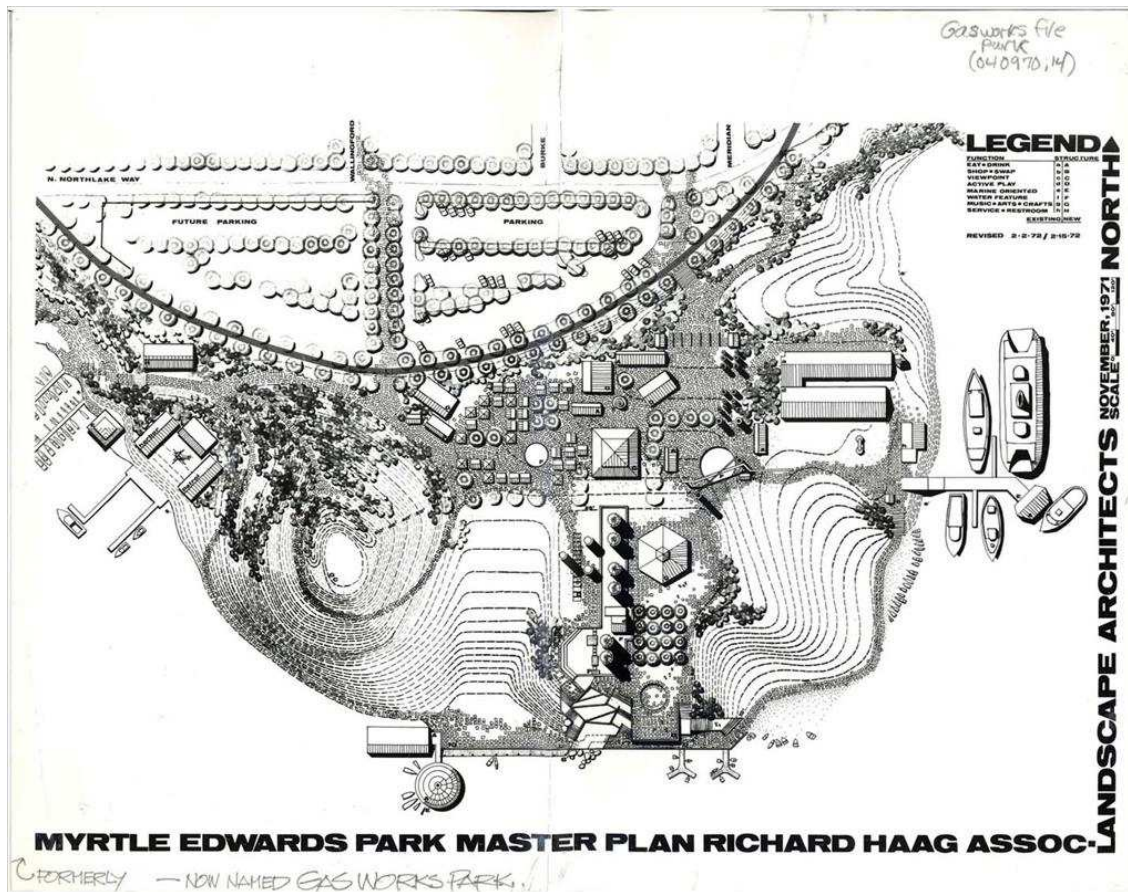
**Figura 12.** Foto aérea da antiga Seattle Gas Light Company desativada em ruínas, em 1º de julho de 1966)



Fonte: Arquivos Municipais de Seattle (<https://www.historylink.org/File/20978>)

A ideia inicial era transformar a antiga usina em uma grande área aberta com gramado e árvores ao redor do lago, que poderiam acomodar playgrounds e áreas para piquenique. Para isso, seriam demolidas as torres e edifícios, além de um aterramento extra para nivelar o local. No entanto, o escritório Richard Haag and Associates, que havia sido contratado em 1971, desenvolveu um plano piloto (figura 13) onde sugeria um croqui inovador para salvar as estruturas existentes e usá-las como relíquias do local, ao invés de transportá-las para um aterro, além de limpar o terreno contaminado (citar o site).

**Figura 13.** Plano Diretor do Gas Work Park, desenvolvido e apresentado pelo paisagista Richard Haag em 1972.



Fonte: Arquivos Municipais de Seattle (<https://www.historylink.org/File/20978>)

Segundo informações de Mackay (2016), o paisagista Haag buscou adotar em seu projeto o conceito do “novo olhar para o velho”. Ele precisava da aprovação do público para moldar um novo tipo de parque público urbano, onde seriam reaproveitadas as estruturas existentes como uma contribuição artística confluyente com o passado do local. Haag também fez questão de ouvir a população para que fossem incluídos programas e atividades que a comunidade considerava importante no novo plano do parque (RACIUNAS, 2022).

Utilizando a topografia da cidade como ponto de partida, Haag remodelou o terreno do Gas Works, criando colinas e planícies que se assemelhassem a uma Seattle em miniatura. O paisagista considerou as estruturas industriais selecionadas pela equipe – e reposicionadas no terreno do parque – como esculturas prontas, que serviriam para enquadrar vistas dentro da paisagem, além de oferecer apoio a usos recreativos ativos. De acordo com Satherley, avaliações de toxicidade e segurança determinaram muitas das escolhas feitas em relação ao uso da terra e, em particular, da demolição total, parcial ou da preservação das

construções. Ao final destas, apenas 5% da estrutura fabril original permaneceu no parque. SATHERLEY(ANO, apud RACIUNAS, 2022, p. 101).

Após 1976, o parque (figura 14) passou por inúmeras avaliações ambientais desde sua inauguração, para que fossem analisados os riscos potenciais à saúde da população. Durante a fase de projeto e planejamento, o paisagista Haag teve que lidar com a poluição do lago Onion, além do solo e águas subterrâneas contaminadas. O solo do parque continha em um grama duas mil vezes mais benzopireno (hidrocarboneto aromático policíclico cancerígeno) do que cinco maços de cigarros. Segundo Raciunas (2022), o processo de remediação abordado por Haag considerava manter o solo contaminado e tratar as toxinas *in situ* através da técnica de fitoestimulação. Os hidrocarbonetos seriam digeridos por atividades bacterianas aeróbicas estimuladas a partir da mistura de solo lodo esgoto, serragem e outros materiais orgânicos.

**Figura 14.** Foto aérea do Gas Works Park depois de inaugurado.



Fonte: Site Friends of Gas Works Park, 2022

Não haviam recursos suficientes para substituição total do solo, por isso a estética da paisagem do Gas Works não se assemelha ao de um bosque já que não foi possível o plantio de árvores pela alta taxa de contaminação (Figura 15).

O solo mais poluído foi colocado junto aos escombros de construção que não poderiam ser reaproveitados, em uma grande pilha, para formar a base do Kite Hill (Figura 28). A área de Kite Hill foi coberta com 18 polegadas (cerca de 46 centímetros) de argila compactada, com o objetivo de isolar os contaminantes, e a inclinação deste grande morrote foi calculada para que a água das chuvas fluísse mais rapidamente sobre ele, evitando sua infiltração no local, dirigindo-se ao lago (RACIUNAS, 2022, p.104).

**Figura 15.** Gas Works Park funcionando pós-inauguração.



Fonte: Site Friends of Gas Works Park, 2022

Segundo Andrade, Tavares e Mahler (2007), a técnica de fitorremediação utilizada serviu para degradar as substâncias poluentes HPAs presentes no solo, e as atividades microbianas geram subprodutos menos tóxicos que os originais e proveitosos para os processos metabólicos dos vegetais, como: álcoois, ácidos, dióxido de carbono e água.

O Parque Gas Works foi pioneiro nas técnicas de remediação de solo através da vegetação e é um ótimo exemplo de projeto que combina o reaproveitamento de estruturas existentes e recuperação de locais inóspitos devido à contaminação industrial. A ideia do paisagista Richard Haag foi revolucionária para a recuperação de solos através de processos naturais de fitorremediação.

## 5.2. SHANGHAI HOUTAN PARK

Localizado na região de Huangpu Riverfront em Xangai, o Houtan Park foi projetado pelo renomado escritório Turenscape durante a Expo 2010 Shanghai-China, a primeira e maior feira mundial no país. O projeto foi desenvolvido em terrenos contaminados usados anteriormente para a indústria pesada e depósito de lixo, a forte poluição do solo e da água e a grande quantidade de resíduos sólidos remanescentes eram os principais problemas. A proposta do escritório foi criar um grande parque verde que acomodasse o enorme fluxo de visitantes durante a exposição através de tecnologias verdes.

**Figura 16 e 17.** Condições do local antes do projeto.



Fonte: Site OICS, 2022

O parque é formado por um terreno estreito e linear com cerca de 14 hectares, quase 2km de extensão e larguras que variam de 30 a 80 metros (Figura 18). O local está situado entre o rio Huangpu e o núcleo urbanizado da cidade.

**Figura 18.** Vista aérea do projeto do Houtan Park.



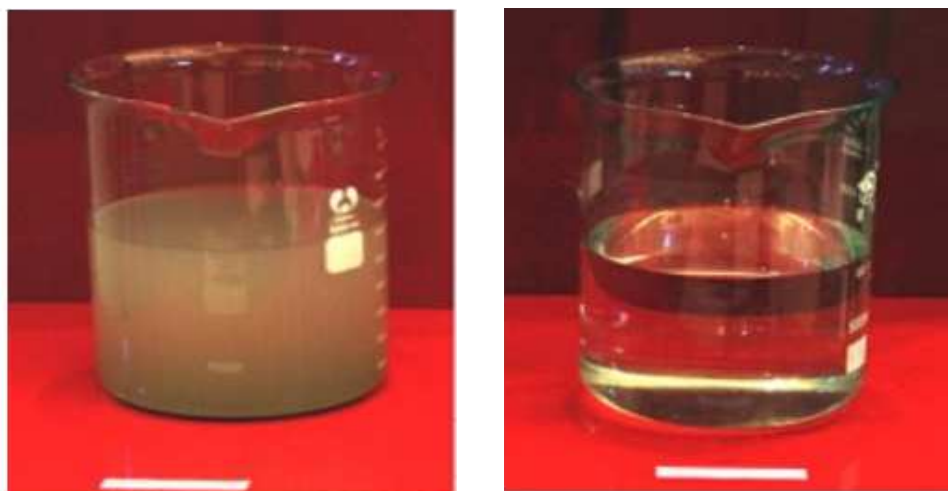
Fonte: Site Archdaily, 2022

Segundo Mackay (2016), com base em técnicas fitorremediadoras, foram construídos alagados lineares preenchidos com plantas anuais e perenes com função de hiperacumulação/absorção dos contaminantes identificados. O objetivo principal era filtrar a poluição do rio, e assim oferecer condições ecossistêmicas mais produtivas e proveitosas para a fauna, flora e visitantes.

O rio Huangpu não possuía vida aquática devido aos altos níveis de poluição e baixa qualidade da água, considerada imprópria para banho e atividades recreativas. Após a intervenção paisagística proposta pelo Turenscape, houve melhoria na qualidade da água e regeneração da paisagem. Os alagados desenvolvidos em terraços cascadeiam a água, reduzindo assim a velocidade do fluxo dando tempo de filtrá-las (figuras 19, 20 e 21). Além disso, algumas espécies de plantas remediadoras são colhidas e renovadas, em um período de tempo, por conta da absorção dos poluentes.

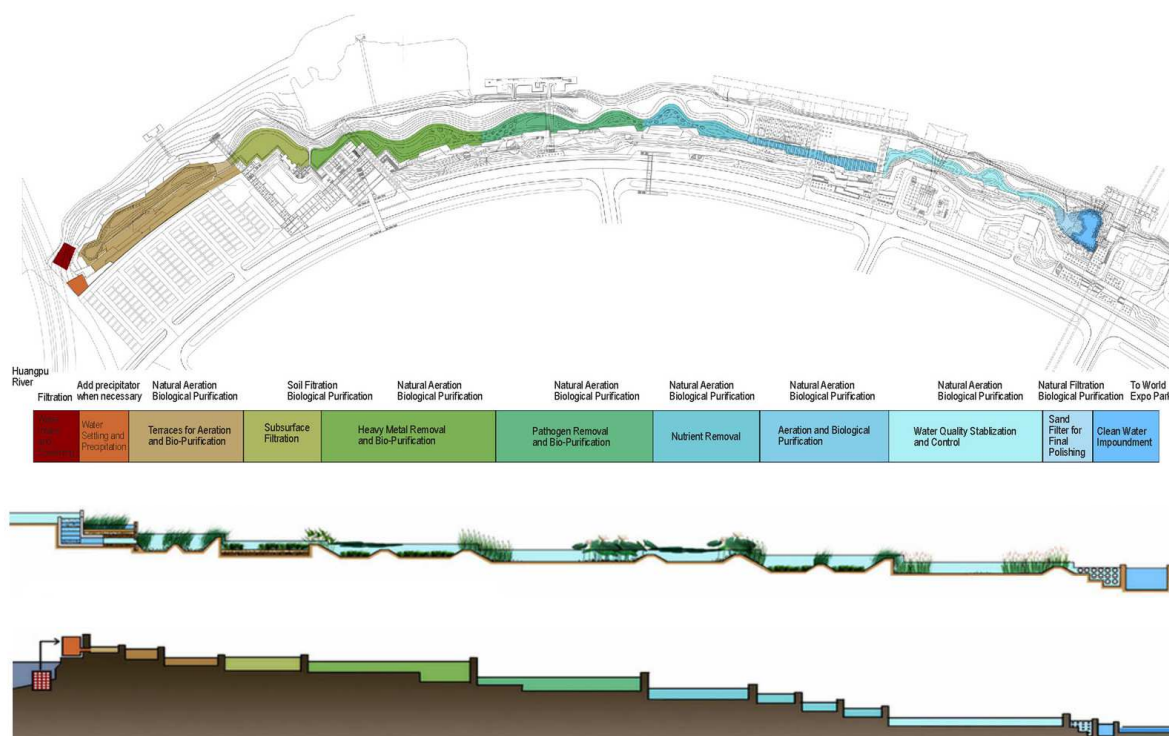


**Figura 19 e 20.** Amostras da água antes e depois do processo de filtragem.



**Fonte:** Site American Society of Landscape Architects, 2022.

**Figura 21.** Esquema de wetland construído e o seu mecanismo de limpeza da água.

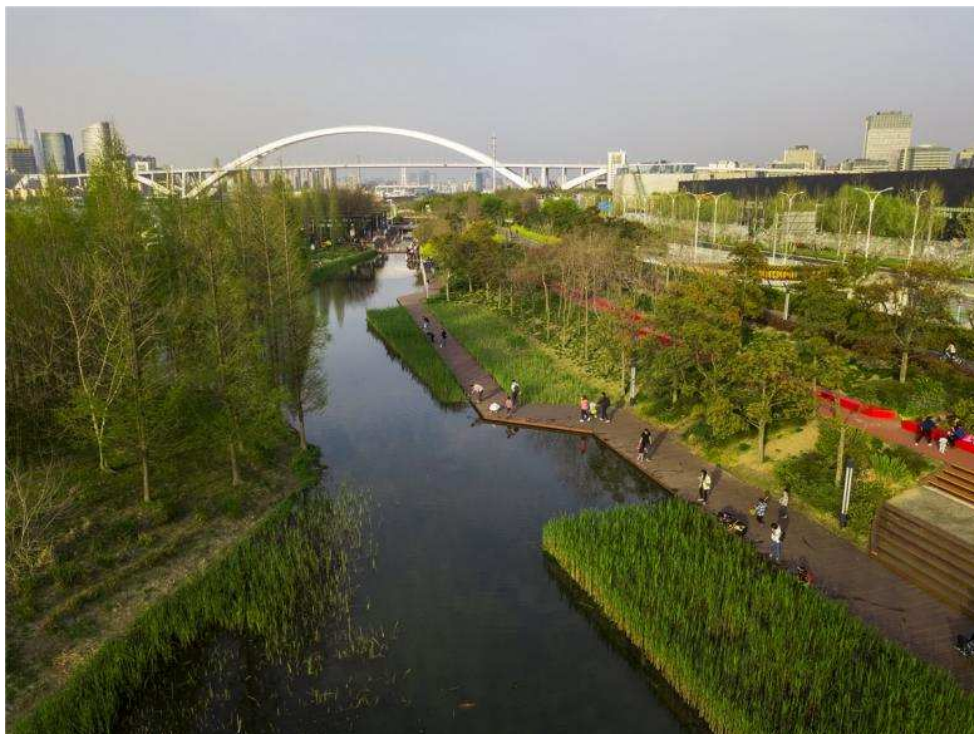


**Fonte:** Site American Society of Landscape Architects, 2022.

A vegetação implantada entre os pântanos também possui função estética. As plantas fornecem cores variadas e texturas sazonais que possuem contrastes aparentes durante todo o

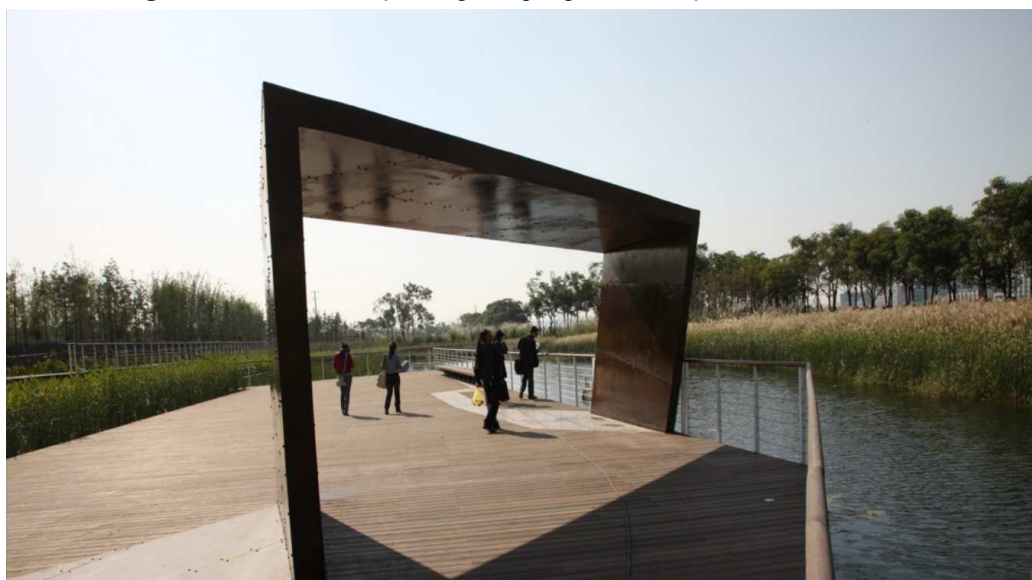
percurso do parque. A infraestrutura ecológica concedeu vida ao ecossistema do local a partir de serviços para a natureza e população.

**Figura 22.** Foto aérea do Houtain Park, Shanghai.



**Fonte:** Site Turenscape, 2022.

**Figura 23.** Mandril de aço composto por painéis de aço reciclados do local.



**Fonte:** Site American Society of Landscape Architects, 2022.

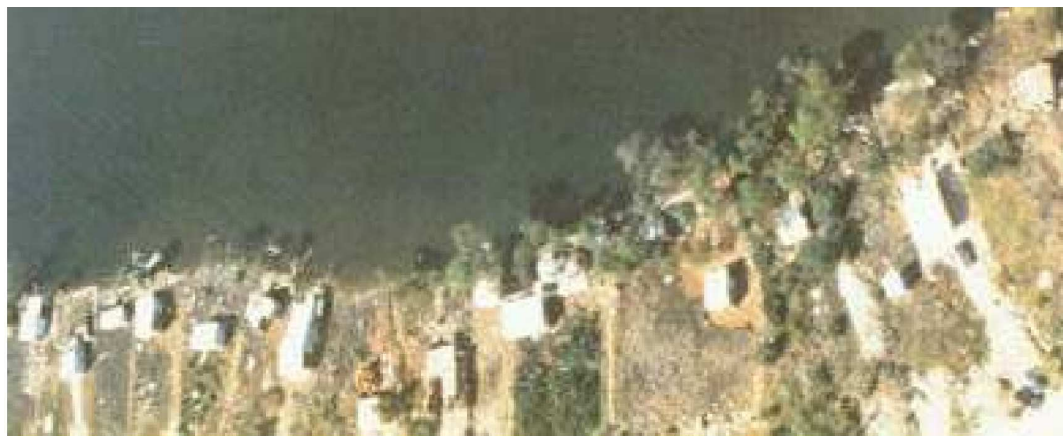
### 5.3. PARQUE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PROFESSOR MELLO BARRETO

O Parque Natural Municipal de Educação Ambiental Professor Mello Barreto está situado como porção de mangue integrante da faixa marginal da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro. O projeto do parque faz parte de uma iniciativa pública que dá continuidade à metodologia aplicada no processo de restauração paisagística do parque Gleba E (CURADO, 2007).

Segundo Chacel (2004), a área do parque anteriormente possuía ocupações irregulares, portanto a complexidade do projeto ia além da criação de um ecossistema de substituição. O espaço reunia uma série de conflitos socioambientais devido a ocupações residenciais indevidas que, a princípio, eram apenas pela população de baixa renda e aos poucos foram aparecendo casas mais sofisticadas (figura 24).

Em levantamento aerofotogramétrico realizado pelo IPLAN Rio, com data de reambulação de 1992, aparecem perfeitamente, a Faixa Marginal de Proteção da Lagoa da Tijuca ocupada de forma irregular, o manguezal impactado e o conjunto de casas, cujo estabelecimento, gradativo e paulatino, acabou por transformar-se no responsável direto pela degradação da área (CHACEL, 2004, p. 67).

**Figura 24.** Área de Preservação Permanente degradada às margens da Lagoa da Tijuca



**Fonte:** Chacel (2001)

A Prefeitura Municipal em parceria com a Associação Comercial e Industrial da Barra da Tijuca (ACIBARRA), desocuparam os terrenos e transferiram a comunidade para um conjunto habitacional próximo ao terreno, localizado no mesmo bairro. Após retomar o espaço público, o

Governo Municipal através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente em ação integrada com a iniciativa privada deu início aos trabalhos para planejamento do parque (CURADO, 2007).

O trabalho do paisagista Fernando Chacel para o projeto do parque Gleba E foi satisfatório e, oito anos após sua execução, a área apresentava grande evolução na recuperação da paisagem. Desse modo, assim que a comunidade foi realocada e os entulhos retirados do terreno, a ACIBARRA decide contratar Chacel com referência no que já havia sido implantada na área adjacente (CURADO, 2007).

De acordo com Chacel (2004), seria preciso recriar um ambiente apropriado que proporcionasse o restabelecimento da flora devastada. O cenário era mais complexo e precário do que o enfrentado no projeto do Parque Gleba E, visto que seria necessário recuperar o ecossistema manguezal devastado pelos aterramentos que haviam sido feitos anteriormente para a construção de casas irregulares. Nesse caso, seria preciso desaterrar o mangue e realizar a troca de solo (figura 25 e 26). A movimentação de terra e remodelagem do terreno foram atividades incluídas na formulação do projeto para que a viabilidade físico-financeira fossem compatíveis com o orçamento para execução da obra.

**Figura 25.** Operação de terraplanagem para otimização do terreno e desaterro de áreas para reimplantação do mangue.



**Fonte:** Chacel (2001, p. 70)

**Figura 26.** Área em estágio final de terraplanagem às margens da Lagoa da Tijuca



**Fonte:** Livro Fernando Chacel (2001, p. 70)

De acordo com Curado (2007), para o projeto não haviam fórmulas ou modelo pré-estabelecidos que fossem seguidas. Foram estabelecidas diretrizes para recuperação do manguezal, introdução da vegetação nativa e execução de um jardim de bromélias e elementos da mata atlântica de forma inclusiva.

**Figura 27.** Conceito do Parque de Educação Ambiental Professor Mello Barreto



As espécies implantadas não se limitaram ao ecossistema específico da Tijuca, o paisagista implementou também espécies de vegetação da região de restinga e incorporou ao desenho do parque, árvores exóticas plantadas anteriormente pelos moradores da área. A retirada de entulho e escavamento do terreno possibilitaram o acesso aos solos hidromórficos, característicos das áreas de mangue (CURADO, 2007).

Há um talude que separa o nível do manguezal, sujeito à ação das marés, da área do parque. Assim foi possível restabelecer o fluxo e refluxo das águas da lagoa. Os taludes funcionam como compatibilização entre o modelo manguezal e o parque, para a contenção foram plantados a salsa-da-praia (*Ipomea pes-caprae*) e o guriri (*Allagoptera arenaria*) (CURADO, 2007, p.108).

O parque foi pensado para o bem estar do ecossistema e das pessoas que o visitam. A presença de um conceito aristotélico demonstrado no teatro de arena, única construção prevista que foi executada. A intenção de Chacel foi criar um verdadeiro mostruário do ecossistema manguezal, com características da restinga específica da região da Barra da Tijuca.

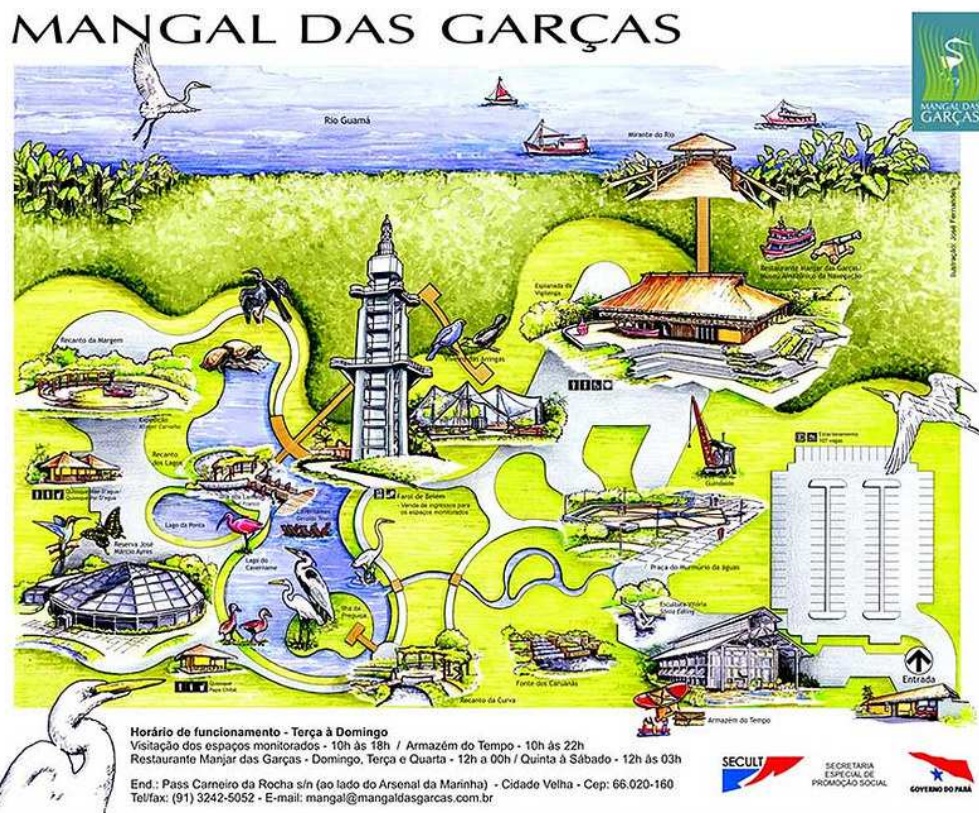
#### 5.4. MANGAL DAS GARÇAS

O parque, inaugurado em 2005, foi uma iniciativa do Governo do Pará para revitalização de uma área alagada às margens do Rio Guamá, na baía do Guajará, em comemoração aos 389 anos da fundação de Belém. O projeto foi idealizado pelo arquiteto, e então Secretário de Cultura, Paulo Chaves, com o intuito de retomar a estrutura vegetal e ampliar locais para turismo e lazer na cidade (MERGULHÃO, 2009).

Segundo Mergulhão (2009), a equipe formada para elaboração do projeto contou com arquitetos, engenheiros, biólogos, programadores visuais e consultores da fauna e do museu. Considerou-se importante o apoio de profissionais de diversas áreas de conhecimento para que as alternativas de planejamento fossem julgadas sob diferentes perspectivas.

Houve o máximo de aproveitamento das condições paisagísticas da área, além das diferentes macrorregiões florísticas do Pará. O Mangal das Garças apresenta matas de terra firme, matas de várzea e campos. A flora e fauna do parque são características marcantes, todas as antigas árvores permanecem preservadas e os ambientes planejados como viveiros para receber aves (figura 49).

Figura 29. Croqui do mapa do parque Mangal das Garças.



Fonte: Secretaria do Estado de Cultura / Governo do Pará (2022)

A proposta naturalística do parque Mangal das Garças de relacionar a paisagem natural com a cidade possibilitou o acesso visual ao rio e à floresta, o uso de espécies nativas da Amazônia, como o lírio da paz do Amazonas e filodendros, e preservação do aningal, espécie que já era predominante na área (MERGULHÃO, 2009).

Outros elementos a considerar são os córregos, em forma sinuosa, assemelhando-se aos rios amazônicos, e a circulação do parque, que segue o “fazer indígena”, em terra batida”, ou na forma de circulação do ribeirão amazônico, que produz circulações denominadas “estiva”, ambas correspondentes à paisagem local (MERGULHÃO, 2009, p.107).

Figura 30. Mangal das Garças visto do alto do Farol de Belém.





**Fonte:** Tereza Cidade / Site: Amazonas e Mais (2022)

Segundo Moreira e Nogueira (2019), o Mangal das Garças é um espaço público aberto com visibilidade e poder de conduzir o público para um local isolado da realidade da cidade e tranquilo, desconectado da agitada vivência dos centros urbanos. O parque é constituído pelo Borboletário José Márcio Ayres, o Farol de Belém, Memorial Amazônico da Navegação, Mirante do Rio, Viveiro das Aningas, Armazém do Tempo, Fonte de Caruanas, Lago Cavername, Lago da Ponta e o Restaurante Manjar das Garças (figura 31).

**Figura 31.** Mapa do parque naturalístico Mangal das Garças.



**Fonte:** Mangal das Garças (2022)

O parque Mangal das Garças é um exemplo de área revitalizada que se transformou em espaço público destinado ao lazer e contemplação da natureza. O uso de elementos característicos da região amazônica fortaleceram a identidade cultural da cidade e serviram de abrigo para inúmeras espécies de animais e plantas nativas.

### 5.5. PROGRAMA RECIFE SEM PALAFITAS

Em Recife, as diferenças sociais são evidenciadas no modo de viver e morar da população. Segundo Oliveira (2004), dados do ano 2000 apontam que aproximadamente 46% da população recifense habitava em assentamentos erguidos sobre áreas de risco, o que corresponde a cerca de 15% do espaço da cidade. O crescimento de Recife além das margens de rios, morros e alagados faz parte de acontecimentos que antecedem o período de 1920. Desde então, buscou-se entender a questão social por trás dessa expansão por meio de políticas públicas e institucionais que promovessem o direito à moradia.

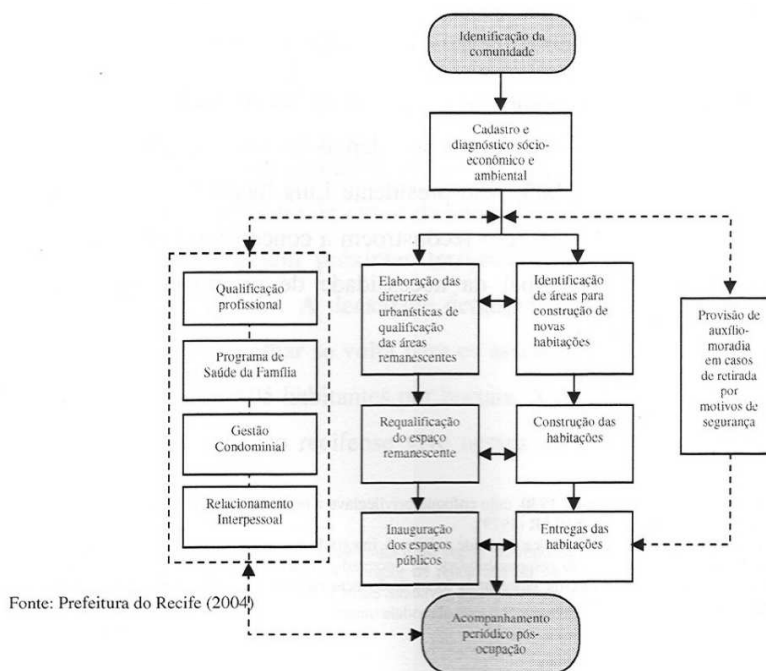
O reconhecimento da existência de interesse social na ocupação de áreas públicas e privadas por assentamentos populares, irregulares quanto à infra-estrutura urbana e

direito à posse da terra, iniciou-se a partir da instituição das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), em 1983. Quatro anos mais tarde, quando da sua regulamentação, criou-se o Plano de Regularização das Zonas de Interesse Social - PREZEIS, fruto da mobilização dos movimentos sociais organizados e do acúmulo de experiências anteriores do poder público municipal (OLIVEIRA, 2004, p.09).

No início de 2003, a Prefeitura de Recife desenvolveu o Programa Recife Sem Palafitas partindo da ideia de que é possível promover inclusão social e direito à moradia através de projetos de habitação e urbanização para as áreas mais precárias do Recife. As ações do projeto são compromisso da Empresa de Urbanização do Recife (URB) que além de coordenar, são responsáveis pela captação de recursos e execução das obras (OLIVEIRA, 2004).

Segundo Oliveira (2004), o programa prevê uma série de intervenções desde o momento de pós ocupação das palafitas até as ações de reassentamento da comunidade, reurbanização das áreas desocupadas e atividades de recuperação ambiental. A sistemática do programa funciona de acordo com três pontos de atuação: intervenções sociais, físicas e integração institucional (figura 32).

**Figura 32.** Esquema metodológico do Programa Recife Sem Palafitas



**Fonte:** Prefeitura do Recife (2022)

O Programa Recife Sem Palafitas é precursor nas atividades que abordam a problemática da habitação social e uso e ocupação do solo mediante feitos perenes de urbanização. As ações efetuadas pela prefeitura mudaram a relação da comunidade com o espaço e do mar com o meio urbano (OLIVEIRA, 2004).

Considera-se expressivo o resultado do programa diante seu pouco tempo de funcionamento, mas ainda que mais de 750 famílias tenham sido beneficiadas pelas obras na Ponte do Limoeiro, comunidades de Arlindo Gouveia, José de Holanda e Brasília Teimosa, a cidade ainda assim apresenta uma grande parcela de famílias vivendo em áreas de risco nas regiões alagadas (OLIVEIRA, 2004).

De acordo com Castilho e Leandro (2012), houve contribuição significativa do programa na produção de áreas urbanas sustentáveis e resultados quanto à permanência das famílias na cidade devido o acesso a tipos de moradias regularizadas. O Estado deve comprometer-se no desenvolvimento de políticas públicas levando em consideração a complexidade das cidades, assim, através da soma de esforços, haverá resultados na melhoria da qualidade de vida da comunidade marginalizada e áreas degradadas pelo uso e ocupação do solo.

## **6. PROPOSTA DE PARQUE AMBIENTAL PARA RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAL DEGRADADO NA MICROBACIA DO JARACATY - SÃO LUÍS**

### **6.1. ÁREA DE ESTUDO**

Às margens do curso do rio Anil, na região norte da cidade de São Luís, encontra-se a microbacia do Jaracaty com aproximadamente 388,16 ha de extensão abrangendo os bairros Jaracaty, Renascença e Calhau (MARINHO, 2020). O presente trabalho selecionou um recorte do estuário como área de estudo (figura 33) pelo denso povoamento e degradação do ecossistema manguezal em razão da expansão urbana em zonas entre-marés que vem ocorrendo há décadas.

**Figura 33.** Localização da área de estudo - Vila Jaracaty II



Fonte: Autor, 2023

O zoneamento urbano de São Luís define a área de estudo como ZPA2 - Zona de Preservação Ambiental 2, que diz respeito a locais onde os limites estão compreendidos no entorno de bacias hidrográficas, sujeitos a inundações periódicas de acordo com o curso das águas. A Lei Nº 3.253 de 1992, que dispõe sobre o Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano do município de São Luís determina no artigo 81 que:

Art. 81 - As Zonas de Proteção Ambiental 2 situam-se em áreas de terra firme e de proteção às bacias hidrográficas, lagos, lagoas, mangues, igarapés, rios e outras áreas inundáveis por marés, sendo considerada de preservação ambiental todo o interior e uma faixa externa de 50,00m (cinquenta metros), a partir de suas margens.

A microbacia do Jaracaty também é considerada área de preservação devido ao relevo que possui variação de cota 0 a 30 metros do nível do mar, segundo o artigo 192, Capítulo VI - Da Preservação e Formação de Áreas Verdes, também da Lei Nº 3.253 de 1992:

Art. 192 - A fim de garantir ao Município a preservação do clima e das condições de salubridade, ficam criadas as Zonas de Proteção Ambiental -

ZPA, e as formadas pelas áreas às margens dos rios, riachos, lagos, igarapés, lagoas, áreas inundáveis pelas marés (abaixo da cota 5 do levantamento aerofotogramétrico) e outras áreas específicas nas plantas de Zoneamento e Uso do Solo.

**Figura 34.** Zoneamento de São Luís 1922-2022



**Fonte:** Tarsis Aires, 2022

Segundo Marinho (2020), a Vila Jaracaty II se desenvolveu como uma ocupação informal ao longo dos anos, com início em 1996 partindo ao Leste, com fixação em áreas de manguezal, defrontando a bacia do Rio Anil. Grande parte da área ocupada, disfarçada na cidade formalmente construída e esquecida pelo poder público, situa-se por trás de edificações comerciais, de serviço e residencial (Condomínio Pleno Residencial). A expansão das palafitas na área se deu entre os anos de 2007 e 2011, e estabeleceram-se partindo da rua Santa Teresa expandindo em direção às margens do Rio Anil.

## 6.2. RELATÓRIO DE VISITA À ÁREA E RECONHECIMENTO DO ENTORNO

Durante a visita em campo, realizada no dia 20 de outubro de 2022 às 10:30h, foi possível identificar os limites da área estudada e reconhecer componentes do seu entorno. A moradora Sarah, atuante da associação dos moradores da comunidade Vila Jaracaty II, acompanhou a ida e descreveu como funciona a organização coletiva.

Foi possível quantificar os tipos de moradias (tabela 4) - casas de alvenaria e palafitas (figuras 35 e 36) - e observar que o modo de vida se difere de acordo com o estilo de habitação construída sobre terra firme e sobre solos inundáveis. A transição da paisagem construída em meio à cobertura vegetal do mangue expõe um jeito de morar e hábitos únicos paralelo à vida ao entorno da avenida Prof. Carlos Cunha.

**Tabela 4.** Tabela com quantificação dos tipos de moradias

<b>Levantamento dos tipos de moradia</b>	
<b>Casas de alvenaria</b>	<b>58</b>
<b>Palafitas</b>	<b>131</b>

**Fonte:** Autor, 2022

**Figura 35.** Habitação do tipo palafita



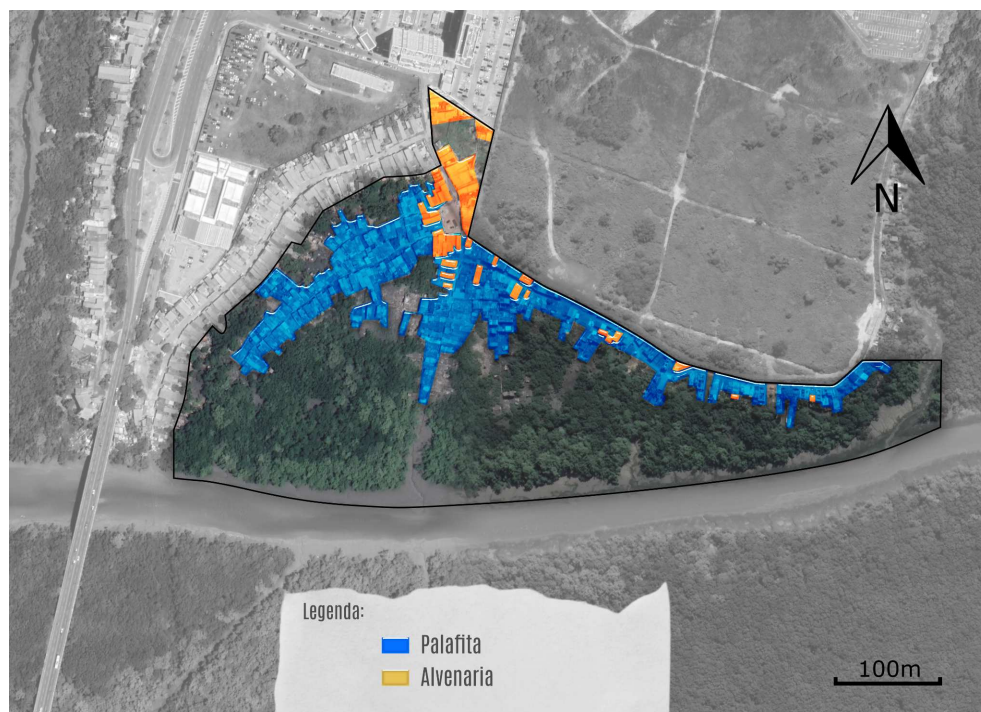
**Fonte:** Autor, 2022

**Figura 36.** Habitação do tipo casa de alvenaria



**Fonte:** Autor, 2022

**Figuras 37.** Mapa de tipologia das moradias



**Fonte:** Autor, 2022



Nos pontos de maior concentração de palafitas, observou-se um agravamento de problemas relacionados ao uso e ocupação do solo. A falta de serviços básicos como água encanada e tratamento de esgoto, além da quantidade de resíduos sólidos tornam o mangue um lixão aberto, deixando a comunidade vulnerável à doenças (Figuras 38 e 39).

**Figura 38.** Lixão aberto em meio às palafitas



Fonte: Arquivo pessoal, 2022

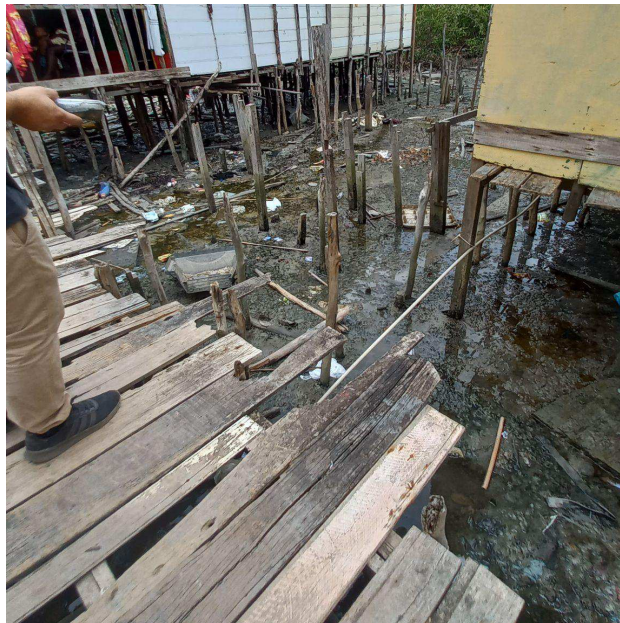
**Figura 39.** Lixão aberto em meio às palafitas



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

Em muitos pontos não é possível avistar a cobertura vegetal e o solo lamoso, característico do manguezal, o que torna o ambiente quase inabitável para algumas espécies de animais, como o caranguejo. A cor original da lama agora dá lugar a um tom esverdeado (figura 40 e 41), fruto do despejo de esgoto in natura, sem tratamento algum.

**Figura 40.** Lama contaminada no mangue



Fonte: Arquivo pessoal, 2022

**Figura 41.** Lama de mangue contaminada com aspecto lodoso

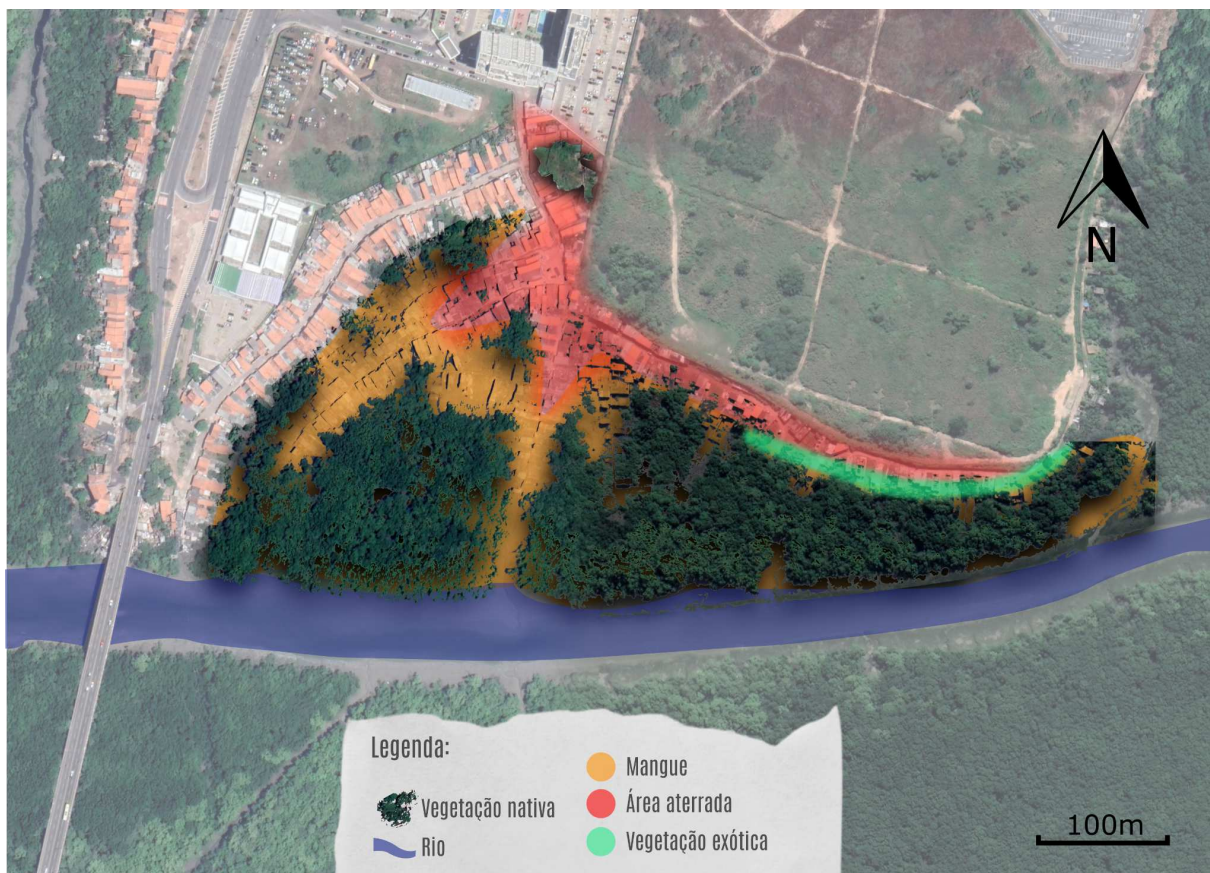


Fonte: Arquivo pessoal, 2022

A caminhada na vila colaborou para a identificação das camadas ambientais e seus limites. De acordo com o mapa (figura 42), além da vegetação nativa, existem outras espécies de plantas exóticas introduzidas por moradores que logo proliferaram. Além disso, foi

possível identificar um acelerado crescimento de áreas aterradas por iniciativa dos próprios moradores, que se uniram para comprar entulho e nivelar os acessos por necessidade.

**Figura 42.** Mapa ilustrando as camadas ambientais existentes



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

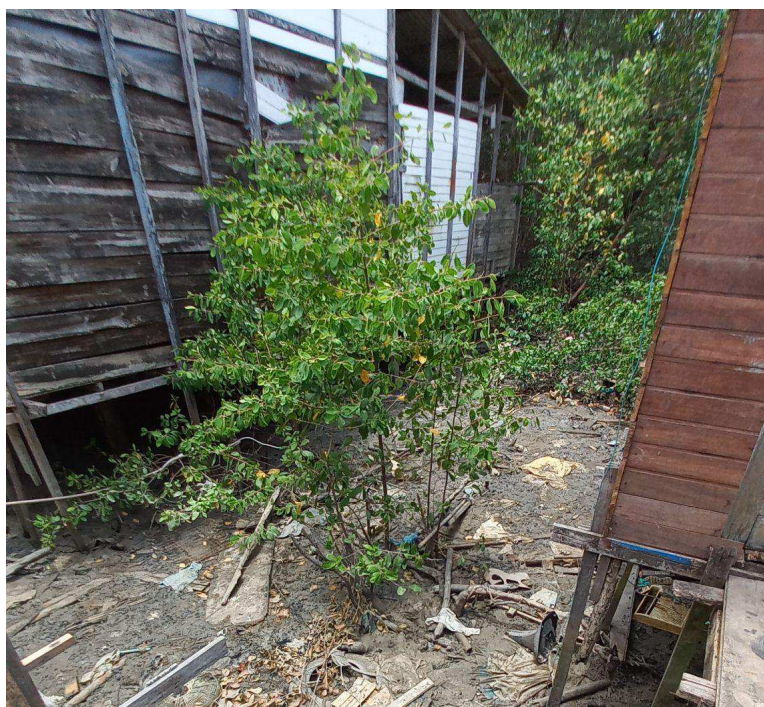
Durante a visita, coletou-se amostra de três tipos de vegetação nativa de mangue. A primeira foi a espécie *Avicennia schaueriana*, conhecida como mangue preto, que habita áreas um pouco mais afastadas das marés, suportando média quantidade de sal. Possui folhas arredondadas e pequenas flores brancas (figura 43 e 44). A madeira da avicennia é muito utilizada para a produção de pequenos barcos de tronco úmido, além disso, possui importância medicinal para tratamento de problemas de pele.

**Figura 43.** Amostra de *Avicennia Schaueriana*



Fonte: Arquivo pessoal, 2022

Figura 44. *Avicennia Schaueriana* em meio às palafitas



Fonte: Arquivo pessoal, 2022

A segunda espécie coletada foi a *Rhizophora mangle*, conhecida como mangue vermelho, que apresenta raízes-escora, símbolo do ecossistema manguezal, vive mais próxima da área de trânsito das marés, suportando assim grandes quantidades de sal. Possui

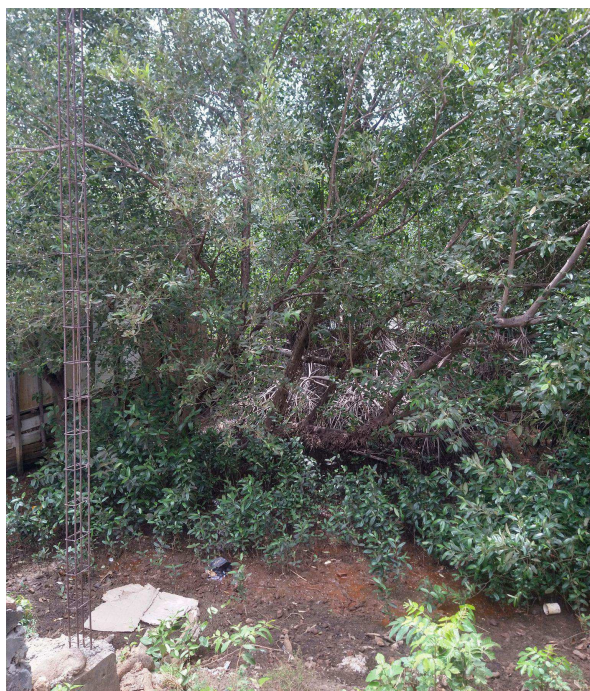
folhas compridas com formato elíptico-oval e suas flores têm apenas quatro pétalas brancas amareladas. A madeira da *Rhizophora mangle* é muito utilizada na confecção de lastros, cercas e apropriada para a construção civil, principalmente obras imersas já que é quase imputrescível (Figuras 45 e 46).

**Figura 45.** Amostra de *Rhizophora mangle*



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

**Figura 46.** *Rhizophora mangle* in natura



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

Por fim, a última espécie coletada foi a *Laguncularia racemosa*, conhecida como mangue branco, possui raízes radiais e se localiza mais no interior dos mangues, preferindo lugares com maior influência de água doce. As suas folhas são arredondadas com pecíolos avermelhados, suas flores possuem 5 pétalas e coloração branca esverdeada (Figuras 47 e 48).

**Figura 47.** Amostra de *Laguncularia racemosa*



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022




**Figura 48.** *Laguncularia racemosa* em meio às palafitas



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

Identificou-se na área aterrada vegetações exóticas introduzidas pelos moradores como a bananeira, mamoeiro, e vegetação espontânea como a mamona ( que também pode ser uma planta-índice de solos contaminados) e outros, em sua maioria espécies frutíferas, que servem como alimento tanto para os moradores, como também para espécies de aves (Quadro 1).

**Quadro I.** Espécies exóticas encontradas em área aterrada de mangue

Bananeira	Mamoeiro	Mamona
		

**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022



Em meio aos acessos criados, a comunidade da Vila Jaracaty II se arrisca para transitar em estreitas pontes entre as palafitas (figura 49, 50 e 51). Moradores relataram episódios de acidentes com crianças que caíram na maré alta por conta da falta de segurança, a lama tóxica é uma ameaça em meio à necessidade de moradia.

**Figura 49, 50 e 51.** Pontes que os moradores utilizam em meio às palafitas



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

Entre os caminhos percorridos na área aterrada que demarca o limite do terreno do shopping, pode-se observar um muro construído há pouco tempo para impedir o avanço da população na área privada. O problema é que, de acordo com a topografia da área, em épocas de chuva os moradores sofrem com enxurradas de água barrenta que escoam por frechas vazadas intencionalmente na parte inferior do muro.

**Figura 52 e 53.** Muro que limita o terreno do São Luís Shopping



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

A Vila Jaracaty II possui pequenas quitandas entre as moradias que conseguem suprir, de certa forma, a necessidade de água potável e produtos básicos de mercearia. Além disso, possui um bar e uma igreja que servem como ponto de referência para os pedestres transitarem até às palafitas. A comunidade não possui acesso a ponto de ônibus, as paradas mais próximas são na avenida Prof. Carlos Cunha e apresentam pouca segurança, já que é uma avenida de trânsito rápido.

### 6.3. ANÁLISE DO SOLO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES

Buscou-se coletar o solo do manguezal na Vila Jaracaty II para análise de dados referentes aos níveis de contaminação do terreno, mas o objetivo não foi alcançado por falta de equipamentos que fizessem a devida testagem. Foi realizada uma visita, no dia 07 de novembro às 10:50h ao curso de Agronomia no campus Paulo VI - UEMA, onde foi sugerido pela direção entrar em contato com o Laboratório de Solos e Plantas, mas infelizmente a máquina do laboratório encontrava-se com defeito e não puderam ser realizadas testagens para contaminantes.

**Figura 54.** Visita ao Laboratório de Solos e Plantas - Campus Paulo VI UEMA



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

Segundo Souza (2005), o aumento do número de palafitas suspensas sobre a área de mangue na microbacia Jaracaty reflete na qualidade ambiental da zona estuarina. Além disso, a ampliação de aterros e despejo de resíduos sólidos auxilia na diminuição da área de drenagem do rio Anil e, conseqüente, no assoreamento.

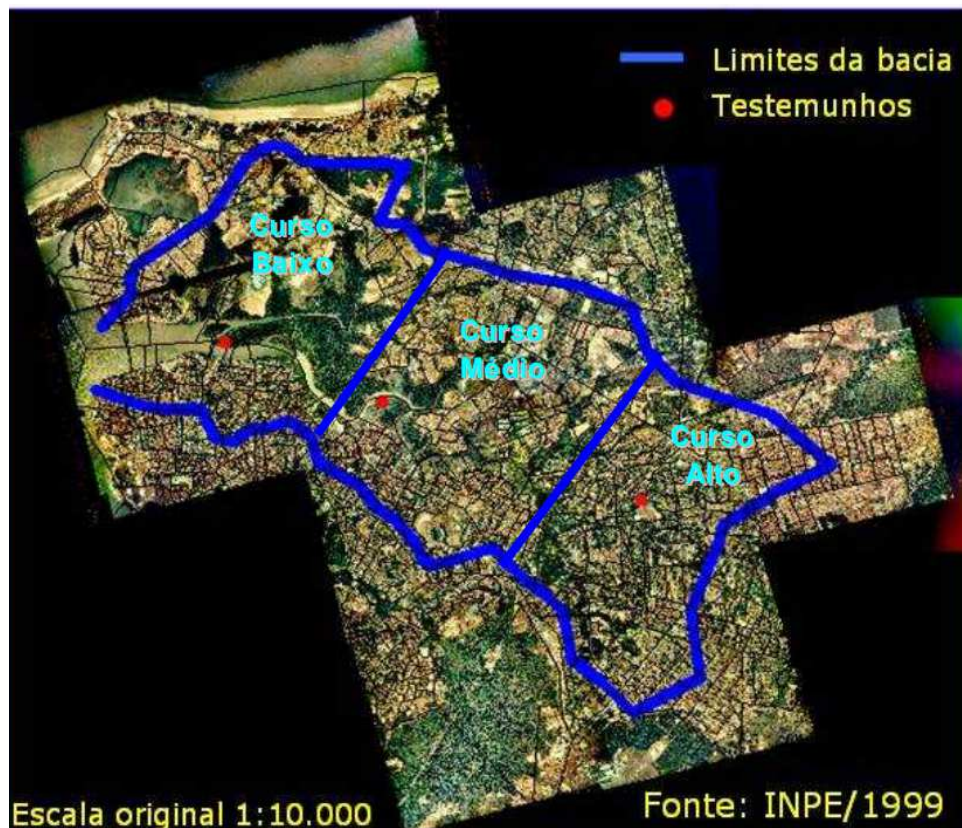
Deve-se considerar também que a área aterrada não parte exclusivamente da população de baixa renda, mas também de grande obras públicas e empreendimentos privados, como a construção do São Luís Shopping, a Av. Ferreira Goulart, conjuntos habitacionais no São Francisco e a orla da Lagoa da Jansen (SOUZA, 2005).

Outro fator relevante foi à operação na bacia do Anil do único lixão do município de São Luís, o chamado Lixão do Jaracaty, que operou entre os anos de 1970 a 1994, ocupando uma área de aproximadamente 70 ha, localizado nas proximidades do Igarapé do Jaracaty, na porção correspondente ao Curso Baixo do rio (SOUZA, 2005, p.74).

Uma análise realizada por Souza (2005) levantou dados, nomeados como testemunhos, a respeito dos compostos químicos e seus percentuais encontrados no solo na Bacia do Rio

Anil. O estudo subdividiu a bacia em três porções de Curso Alto, Médio e Baixo, e o espaço de cada repartição foi calculado por meio do programa Trackmaker (figura 55).

**Figura 55.** Representação da subdivisão da bacia do Rio Anil e localização dos pontos de coleta dos testemunhos.



**Fonte:** Souza (2005)

A área de estudo, microbacia do Jaracaty, se encontra na região de Curso baixo, portanto, as informações referentes ao trecho servirão para análise do presente trabalho:

Os perfis da concentração de todos os elementos traço analisados ao longo dos testemunhos nos curso Baixo, Médio e Alto são apresentados nos Apêndices I, II e III respectivamente. De uma maneira geral, as concentrações de todos elementos aumentaram da base para a superfície dos três testemunhos analisados, demonstrando um incremento no aporte de elementos traço ao longo do tempo. (SOUZA, 2005, p.83)

De acordo com Souza (2005), os elementos mercúrio e arsênio apresentaram concentrações um pouco maiores do que as consideradas não contaminantes pela Agência Canadense. O Curso Baixo tem apresentado um aumento das concentrações em camadas superficiais, o que pode indicar uma leve tendência de contaminação.

O Canadá adota como valores de concentração de elementos traço referenciais para avaliar a contaminação, aqueles estabelecidos pelo Canadian Environmental Quality Guidelines (1995), calculados através de revisões da literatura especializada. De maneira semelhante a EPA dos EUA, esta agência usa duas concentrações na avaliação do grau de contaminação de elementos traço no sedimento (SOUZA, 2005, p.83).

Ainda que as concentrações desses elementos tenham passado do limite considerado como não contaminante, os valores até então ficaram muito próximos à margem, o que não torna possível afirmar que o solo esteja contaminado.

Foi constatado uma maior influência fecal, e os resultados de análises de esteróides indicaram aumento da contribuição de excrementos ao longo do tempo, supostamente consequência da proximidade dos igarapés do Vinhais e Jaracati, regiões que apanham grande carga de esgoto proveniente de bairros próximos aos igarapés (SOUZA, 2005).

**Figura 56.** Lama de mangue na Vila Jaracaty II: aspecto oleoso e esverdeado fruto do despejo de esgoto



**Fonte:** Arquivo pessoal, 2022

Por fim, a contaminação provinda de esgoto doméstico deve ser definida como prioridade no processo de planejamento urbano e da paisagem. A falta de serviços básicos na Vila Jaracaty II gera impactos relevantes na origem de problemas que degradam o ecossistema manguezal.

#### 6.4. REGENERAÇÃO NATURAL E O POTENCIAL FITORREMEIADOR DE PLANTAS NO MANGUE

A regeneração natural é uma técnica que beneficia a renovação e conservação de ecossistemas, podendo acontecer pela dissipação natural de sementes ou reprodução vegetativa. A colonização de mangues acontece através da dispersão de propágulos, que se soltam da planta-mãe e se fixam no solo ou são levados pelas marés.

Segundo Pelozo (2012), a viviparidade é uma estratégia adaptativa comum em espécies mangue. Nesse processo, acontece a germinação precoce das sementes, ainda na planta mãe ou dentro do fruto, tornando-as propágulos que flutuam sobre as águas durante tempo indeterminado até encontrarem solo adequado para sua fixação. As espécies de mangue catalogadas na Vila Jaracaty II, possuem propágulos com características diferentes e que devem ser levadas em consideração de acordo com a localização de cada espécie. (Tabela 5)

**Tabela 5.** Catálogo das espécies de mangue e as suas características determinadas pelos propágulos.

<b>ESPÉCIES CATALOGADAS NA VILA JARACATY II</b>	
<b><i>Rhizophora mangle</i></b>	O peso dos propágulos possibilita maior resistência às marés, por isso essa espécie ocupa zonas mais próximas do mar
<b><i>Laguncularia racemosa</i></b>	Os propágulos são pequenos mas não flutuam com facilidade, mesmo assim necessitam de um período sem a agitação das marés, por isso ocupam zonas mais afastadas do mar
<b><i>Avicennia schaueriana</i></b>	Os propágulos pequenos flutuam com facilidade e precisam da ausência da ação das marés para se fixarem, por isso essa espécie ocupa zonas mais afastadas do mar com baixa frequência de inundações

**Fonte:** Autor, 2022

O processo de regeneração natural da floresta de mangue é uma solução acessível para as áreas que foram desmatadas para a construção de habitações e degradadas por longos períodos. Além disso, a fitorremediação também é um recurso viável já que as espécies *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* apresentam potencial para a recuperação das propriedades do solo.

Conforme Da Silva (2016), a *Rhizophora mangle* revelou eficiência para a remediação de solos de manguezal. A espécie apresenta capacidade de fitoextrair elementos, como hidrocarbonetos, de solos contaminados para o mais próximo da sua rizosfera.

De acordo com Dos Santos (2019), a *Avicennia schaueriana* é uma alternativa eficiente para a imobilização de compostos na zona da raiz por meio da técnica de fitoestabilização/fitoimobilização. Testes elaborados pelo autor comprovaram a capacidade de reduzir hidrocarbonetos policíclicos aromáticos durante um período de 90 dias.

As espécies *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* têm em comum a bactéria *Pseudomonas sp.* agregada às suas raízes, essa comunidade microbiana associada à rizosfera, quando na presença de substratos orgânicos, proliferam ao ponto de serem capazes de degradá-los (DOS SANTOS, 2012).

A espécie *Chrysopogon zizanioides*, popularmente conhecida como graminea vetiver (figura 57), tem sido utilizada como filtro biológico para tratamento de efluentes e de grandes áreas de aterros sanitários e resíduos domésticos (ARAÚJO, 2020).

**Figura 57.** Área vegetada com grama vetiver.



**Fonte:** Site DepositPhotos, 2023

É uma planta não invasora, adaptável a solos pantanosos, ambientalmente saudável segundo a ONU e que não causa desequilíbrio para o meio ambiente. Ademais, não é uma planta hospedeira e suas raízes profundas absorvem de materiais orgânicos a metais pesados (ARAÚJO, 2020).

## 6.5. PLANEJAMENTO URBANO E HABITAÇÃO SOCIAL

O recorte trabalhado tem sua paisagem marcada pelo rio Anil e características topográficas singulares com áreas com cotas mais altas e outras com cotas mais baixas e alagadiças. A configuração do terreno determinou o seu processo de ocupação e expansão através de casas de alvenaria convencional e palafitas.

As palafitas são habitações hostis e configuradas como ilegais por estarem situadas em áreas protegidas por lei. A vegetação de mangue é caracterizada como APP - Área de Preservação Permanente segundo o Código Florestal proposto na Lei Federal nº12.651/2012. Nele ficou estabelecido que os manguezais são considerados APPs em toda sua extensão, e restingas como estabilizadoras de mangue (artigo 4º inciso VII). As demais feições, como salgados e apicuns, são passíveis de uso ecologicamente sustentável para carcinicultura e apicuns pela lei, o que não é o caso da Vila Jaracaty II.

Para complementar essa norma, o CONAMA define no artigo 3º, inciso I, a inclusão do manguezal nos bens com prioridade de conservação e proteção de acordo com o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira. Além disso, o Maranhão conta com a Constituição Estadual e Federal de 1988, em seu artigo 225, §4º, ambas reconhecem o ecossistema manguezal como patrimônio nacional.

A falta de fiscalização e aplicabilidade das leis ainda dificultam o combate à degradação ambiental dos manguezais. O número de habitações irregulares cresce de forma espontânea sem que haja o controle do desmatamento e degradação do mangue.

Para recuperar o manguezal na microbacia do Jaracaty é preciso garantir primeiramente o direito à moradia por meio de políticas públicas de habitação de interesse social. Assim, ambos os problemas serão resolvidos, o mangue será protegido e a população não terá que viver em ambiente hostil.

O ordenamento do espaço urbano fundamenta-se em um compilado histórico, político, social e econômico, em que o cumprimento de melhorias para um planejamento urbano



voltado à sustentabilidade urbana demanda a contribuição dos agentes sociais que encontram-se em uma certa realidade.

O Estatuto da Cidade é a denominação da Lei nº10.257/2001 que regulamenta o conjunto de normas jurídicas de políticas urbanas na Constituição Federal, com princípios básicos de planejamento participativo e função social da propriedade. Assim, os problemas existentes nas cidades podem ser resolvidos pelos municípios, por meio de alternativas sustentáveis, mediante aos instrumentos jurídicos necessários. A atuação popular nas questões das cidades é um direito coletivo, e as legislações de cunho possuem um desempenho explícito para as necessidades rotineiras do meio urbano (ASSUNÇÃO, 2019).

A própria Política Urbana, retratada no capítulo II, título VII da Carta Magna decorreu da atuação do meio popular, em especial o Fórum Nacional de Reforma Urbana – FNRU, que elaborou a Emenda Popular pela Reforma Urbana, dando origem à abordagem do desenvolvimento urbano, concentrada nos artigos 182 e 183 da Lei Maior nacional. Nesse contexto, o mandamento constitucional, por deter eficácia contida, necessitou da regulamentação legal, trazida em 2001 pela Lei 10.257. (ASSUNÇÃO, 2019, p.34)

A gestão democrática municipal é uma diretriz do Estatuto que promove à prefeitura ações prioritárias para a resolução de problemas centrais registrados pelo corpo social, assim é dado ao governo municipal direito primário sobre as propriedades. Ademais, é obrigado o oferecimento de ambientes democráticos para que a população possa expor seus ideais e preocupações de maior relevância, como a necessidade da desapropriação de vazios urbanos para a construção de habitações de interesse social.

De acordo com o artigo 43 capítulo IV do Estatuto, a comunidade da Vila Jaracaty II deve agir de forma ativa por meio de debates, audiências e consultas públicas da gestão municipal para que sejam formulados planos, projetos de desenvolvimento urbano e programas de habitação de interesse social.

Ao lado da área de ocupação espontânea encontra-se um extenso vazio urbano no qual o São Luís Shopping possui direito de propriedade. O espaço apresenta potencial para uso público na elaboração de um conjunto habitacional de interesse social que atenda a comunidade da vila. O governo municipal possui instrumentos legais para a compra do terreno.

Entendendo que a moradia deve ser nesse sentido o núcleo da política urbana, Outorga Onerosa do direito de construir é um instrumento de políticas públicas previstas na lei do Estatuto da Cidade que pode contribuir para o financiamento de projetos de habitação de interesse social e auxiliar na regulação do preço da terra urbana.

O Plano Diretor de São Luís deve englobar amplamente políticas públicas garantindo o acesso à moradia como diretriz essencial para a organização da cidade. Para isso, devem ser avaliados aspectos orçamentários, ambientais, sociais, econômicos e urbanísticos para uso, divisão e ocupação dos espaços de acordo com o zoneamento urbano do solo.

De acordo com o zoneamento urbano de São Luís, a região do São Luís Shopping é definida como ZAD - Zona Administrativa (figura 58). Havendo a existência de interesse social de ocupação dessa área, deve-se incentivar a implementação de um novo zoneamento, é uma importante estratégia municipal a implementação de ZEIS - Zonas Especiais de Interesse Social em vazios urbanos. A Lei nº 4669, DE 11 de outubro de 2006, que dispõe sobre o Plano Diretor do município de São Luís, determina como ZEIS:

Art. 151: As Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) são áreas ocupadas por habitações subnormais e loteamentos irregulares de baixa renda ou áreas onde haja concentração de imóveis desocupados ou deteriorados, e vazios urbanos dotados de infraestrutura com potencial de implantação de lotes urbanizados e/ou novas moradias populares.

Art. 152: São objetivos das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS):

I - estabelecer condições especiais para a regularização fundiária de assentamentos subnormais e ampliar a oferta de moradia;

II - estimular a permanência da população de baixa renda das áreas regularizadas e/ou beneficiadas com investimentos públicos. (LEI Nº 4669, DE 11 DE OUTUBRO DE 2006)

**Figura 58.** Atual zoneamento urbanístico de São Luís



Fonte: Mapa de Zoneamento de São Luís, 1992

Assim como garantir um equilíbrio entre o interesse social e o dos proprietários do shopping, deverão ser propostos, além da Outorga Onerosa, mecanismos de indução regulados pelo Estatuto da Cidade e Plano Diretor, como:

A Transferência do direito de construir, que autoriza que o proprietário seja impedido de exercer todo o potencial construtivo do seu terreno, transferindo o eventual potencial para outro terreno de forma onerosa.

A Operação urbana consorciada se apresenta como um instrumento urbanístico que promove parcerias público-privadas no Brasil, tendo como objetivo transformar vazios urbanos por meio de condições ambientais, sociais e econômicas.

E por fim, o Consórcio imobiliário é um instrumento que viabiliza os planos de urbanização por meio de um acordo entre o proprietário e o município. O dono do vazio urbano transfere a área para o domínio do governo municipal e recebe em troca unidades imobiliárias devidamente urbanizadas após conclusão das obras.

Se concedida uma área de aproximadamente 5500 m<sup>2</sup> do São Luís Shopping para interesse social, e de acordo com o novo zoneamento proposto, o loteamento será suficiente para acomodação de diversos usos além do residencial (tabela 6), viabilizando o uso dos princípios da sustentabilidade urbana para bairros sustentáveis.

**Tabela 6.** Parcelamento do solo de acordo com a lei de zoneamento.

<b>PARCELAMENTO DO SOLO DESTINADO ATÉ 30 (TRINTA) HECTARE OU ENTRE 101 A 400 UNIDADES</b>		
<b>USOS</b>	<b>%</b>	<b>ÁREA</b>
ÁREA RESIDENCIAL	89	4895 m <sup>2</sup>
EDUCAÇÃO, SAÚDE E CULTURA	5	275 m <sup>2</sup>
ÁREAS VERDES E RECREAÇÃO	6	330 m <sup>2</sup>
ÁREA TOTAL	-	5500 m <sup>2</sup>

Fonte: Autor, 2022

Atualmente cerca de 189 famílias vivem na Vila Jaracaty II, tanto em casas de alvenaria convencional como palafitas. O novo loteamento seguindo os fundamentos da ZEIS, estabelecerá a criação de 16 blocos de 4 pavimentos com 4 apartamentos por andar. A proposta concederia moradia para todas as famílias com sobra de 67 apartamentos que poderiam ser sorteados para famílias de baixa renda ou pessoas em situação de rua.

Por fim, é interessante a proposição de diretrizes que criem conexões entre a comunidade alocada nas habitações de interesse social e o parque ambiental, que anteriormente era o espaço no qual estavam inseridas. Além disso, deve-se pensar em um plano de regulamentação fundiária dos moradores e transferi-los para blocos seguindo a ordem de vizinhança anterior, para que o processo de adaptação ao novo lar aconteça naturalmente.

## 6.6. PARQUE AMBIENTAL REFÚGIO DA SARACURA

O Parque Ambiental Refúgio da Saracura surge apoiado na ideia de se criar uma área de regeneração e preservação dos manguezais, comprovando que a paisagem urbana restaurada pode instituir-se através de um modelo de intervenção urbanística para restituição da relação entre a cidade e meio ambiente. Desse modo, a proposta cria um modelo de renovação da microbacia do Jaracaty e recuperação ecológica do ecossistema.

O estabelecimento de diretrizes projetuais e organizacionais auxiliam por meio de instruções que devem ser seguidas para o estabelecimento de um plano de ação. As diretrizes da proposta, nomeadas como Atitudes de Projeto, são expressadas mediante termos, como conectividade, proximidade e recuperação:

- Deve-se criar conexões entre o parque e as habitações de interesse social para fortalecer a sensação de pertencimento da comunidade, e criar um espaço de lazer que incentive a participação dos moradores;
- A organização do espaço físico apoiando-se na concepção de que o ponto máximo de equilíbrio deverá promover melhoria da qualidade de vida e ambiental de todos os envolvidos;
- Criar uma cooperativa responsável pela administração da extração de recursos de modo que fique justo para todos, tanto no sustento dos moradores quanto no equilíbrio ecossistêmico;
- Deve-se atentar que o objetivo principal do parque é a preservação e recuperação de áreas degradadas de mangue;
- Para o replantio é necessário que as espécies nativas sejam priorizadas para a recuperação da área de mangue, em solos sujeitos à ação das marés, visto que são adaptadas às condições ambientais;
- Deve-se analisar as condições do solo para escolha do tratamento, dado que ele influencia na penetração das raízes;
- É necessário que sejam trabalhados parâmetros estéticos e de conforto climático;
- Deve-se incorporar elementos naturais, como caminhos e decks em madeira, para que se relacionem com a paisagem final.

O parque possui conexão com os blocos destinados à habitação de interesse social por meio de uma praça, fazendo com que o espaço de lazer e contemplação sejam um só. A ideia foi criar um acesso caminhável e seguro para que os moradores chegassem ao parque, permitindo que eles transitem e, principalmente, as crianças brinquem com segurança, longe de leitos carroçáveis.

**Figura 59.** Planta baixa do Parque Ambiental Refúgio da Saracura.

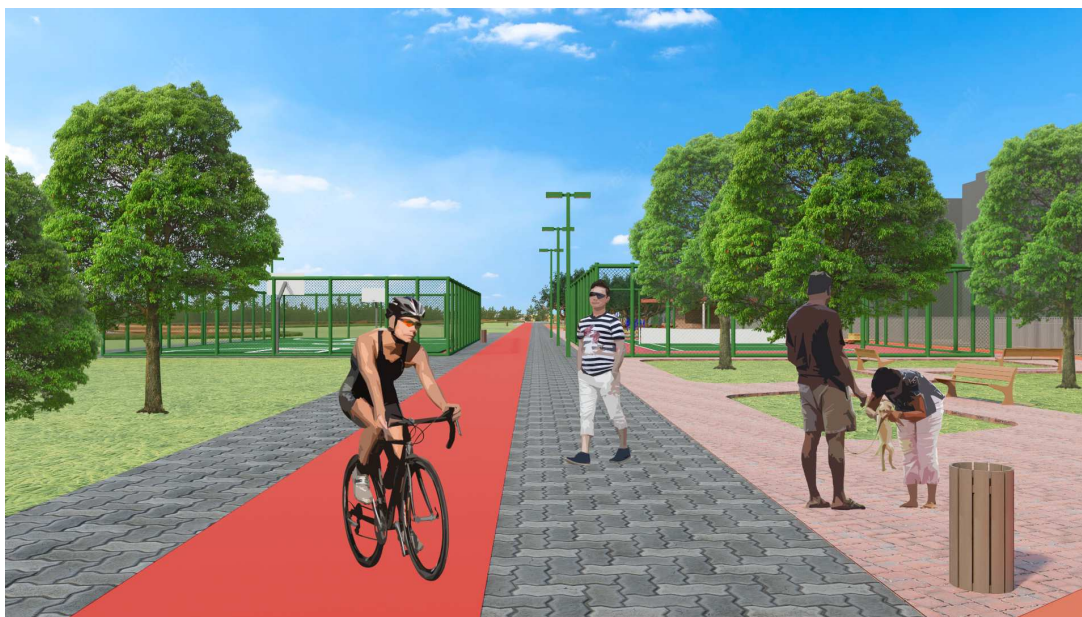


**Fonte:** Autor, 2023

A praça foi um espaço urbano pensado para a recreação dos moradores. Tem como objetivo proporcionar a socialização, integração e garantir o lazer para a comunidade local e visitantes. A área conta com uma ciclovia, pista de cooper, academia e quadras poliesportivas para incentivar a prática de atividades físicas e assim melhoraria da qualidade de vida.

Além disso, pensou-se em um playground para diversão das crianças e uma área de contemplação do parque com um grande letreiro com o nome dele. A arborização garante inúmeros benefícios como estabilidade climática, melhoria da qualidade do ar, conforto ambiental, auxilia no restabelecimento do bem estar físico e mental da população, além de atuar na redução da poluição sonora e visual, conservando o ambiente

**Figura 60.** Pista de cooper e quadras na praça.



**Fonte:** Autor, 2023

**Figura 61.** Espaço de contemplação na praça.

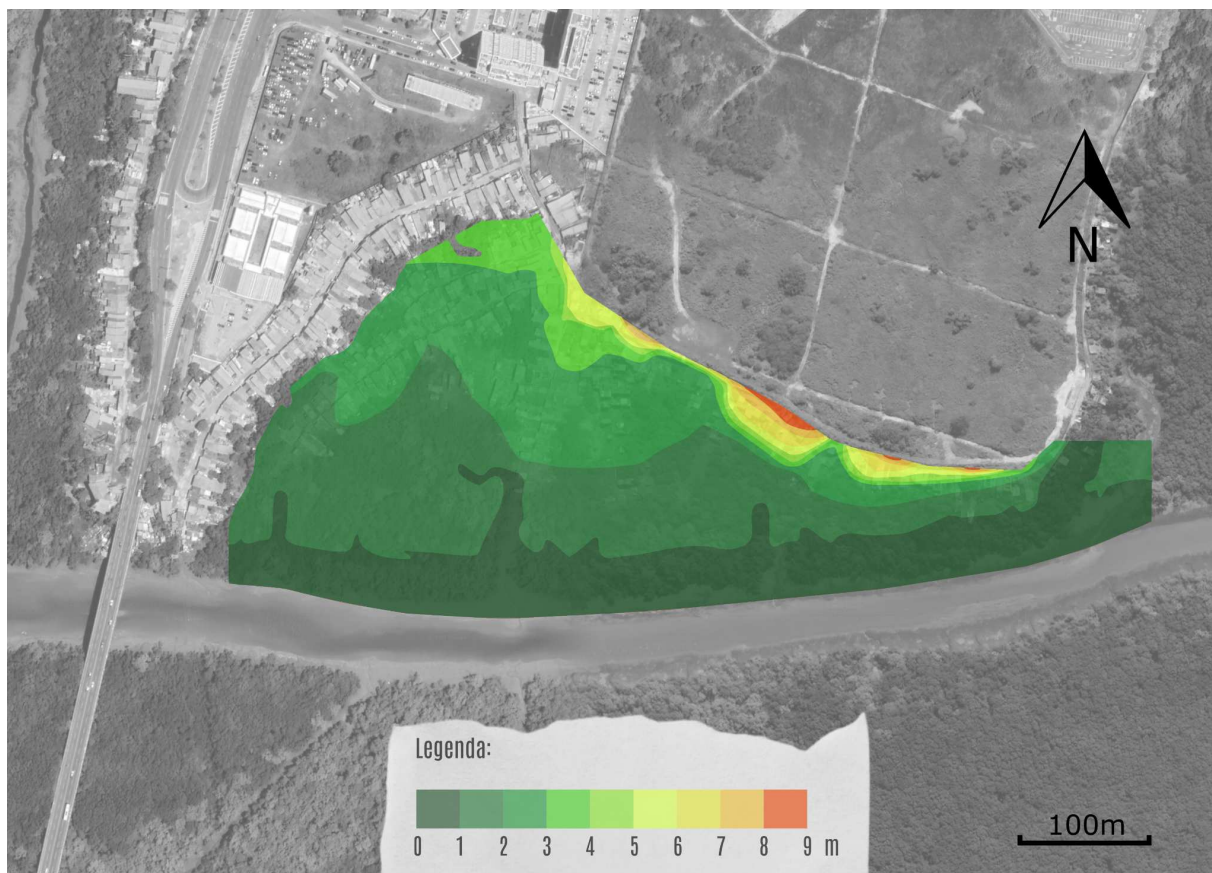


**Fonte:** Autor, 2023

Seguindo a topografia da área, a proposta do Parque Ambiental Refúgio da Saracura conta com o aproveitamento do desnível de 9 metros, da via urbana até o nível do solo de

mangue, para a criação de terraços integrados à biovaletas que capturam e filtram as águas pluviais do pavimento urbano e da via, criando um espaço público com diferentes cotas de filtração.

**Figura 62.** Mapa com a topografia do terreno.



**Fonte:** Autor, 2023

Os terraços encontram-se no limite do parque com a praça, e são responsáveis pela purificação das águas residuais advindas do entorno urbanizado. O mangue é um grande *wetland* natural, visto que é uma área de transição entre o sistema terrestre e o aquático, a estrutura dos terraços parte deste conceito e funciona como jardins capazes de filtrar e promover reações de purificação dos efluentes e bacias de contenção.

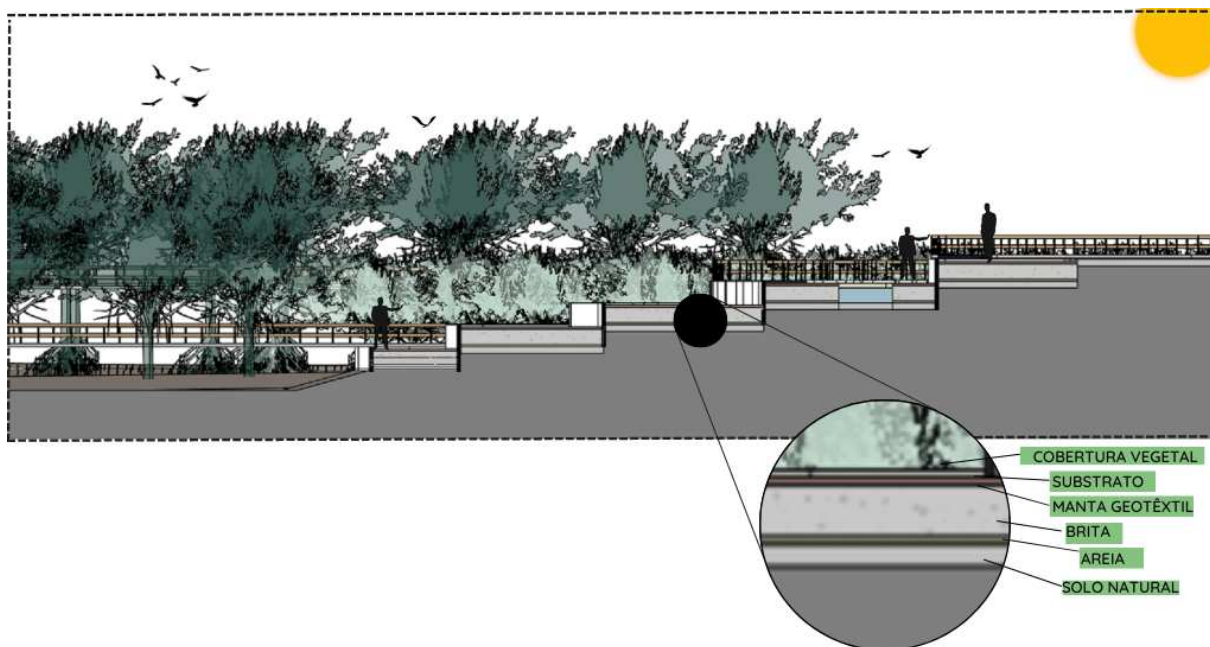
Os jardins de chuva são os sistemas de biorretenção mais conhecidos. Valorizam a desconexão de áreas impermeáveis, dirigindo as águas para si, de forma a contribuir no manejo das águas pluviais em meio urbano e a proporcionar benefícios ambientais, ecológicos, paisagísticos e econômicos



(DIETZ; CLAUSEN, 2006 apud. MELO; COUTINHO; CABRAL; CIRILO, ANTONINO, 2014).

Por ser uma estrutura funcional, de fácil manutenção e baixo custo de investimento, os jardins são técnicas alternativas para a despoluição de águas residuárias, podendo exercer funções semelhantes ao tratamento de esgoto convencional.

**Figura 63.** A estrutura de jardim de chuva dos terraços.



**Fonte:** Autor, 2023

Algumas espécies de plantas possuem potencial fitorremediador que favorecem a limpeza de áreas contaminadas. Os terraços do parque ambiental são revestidos pela grama vetiver, uma espécie com grandes atributos que auxiliam tanto no tratamento de águas poluídas como de terras contaminadas.

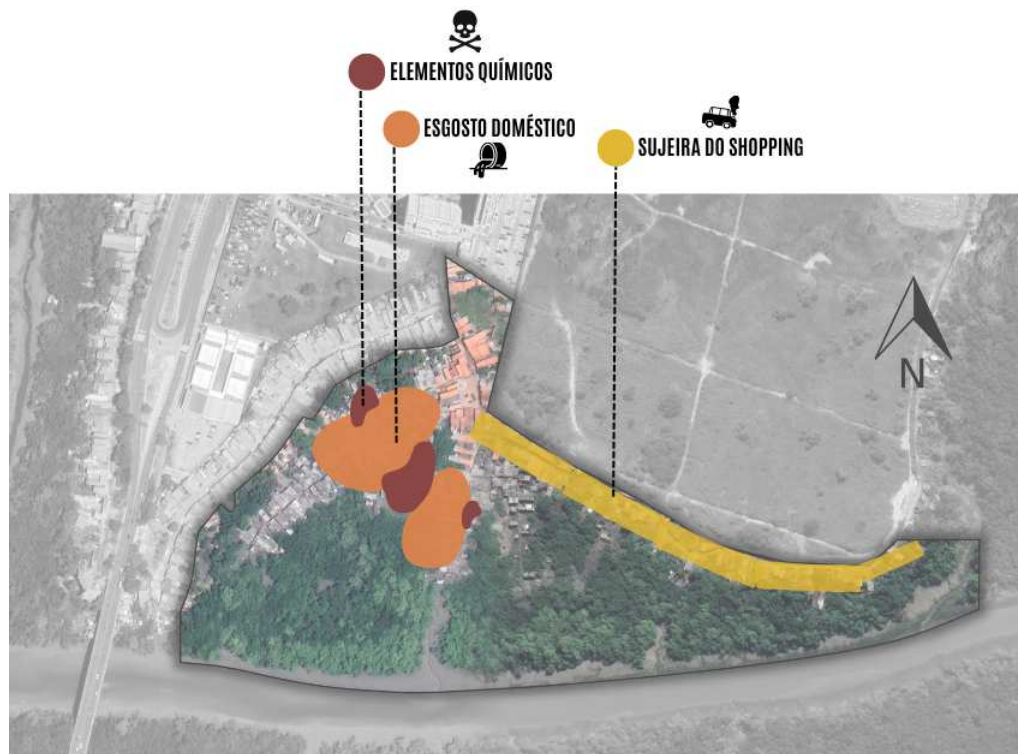
As bacias de contenção preservam o solo evitando sua erosão e compactação, são capazes de diminuir a vazão de águas contaminadas, advindas do meio urbano, para os corpos hídricos superficiais que recebem o lançamento de efluentes e propiciam a sedimentação de partículas suspensas que causariam assoreamento do rio, caso se assentassem nos leitos. O mapa apresentado na figura 65 mostra de forma esquemática dentro da área de estudo as que estão mais afetadas por lixo, elementos químicos e sujeira oriundas do shopping durante o período chuvoso.

**Figura 64.** Vista dos terraços para a praça.



Fonte: Autor, 2023

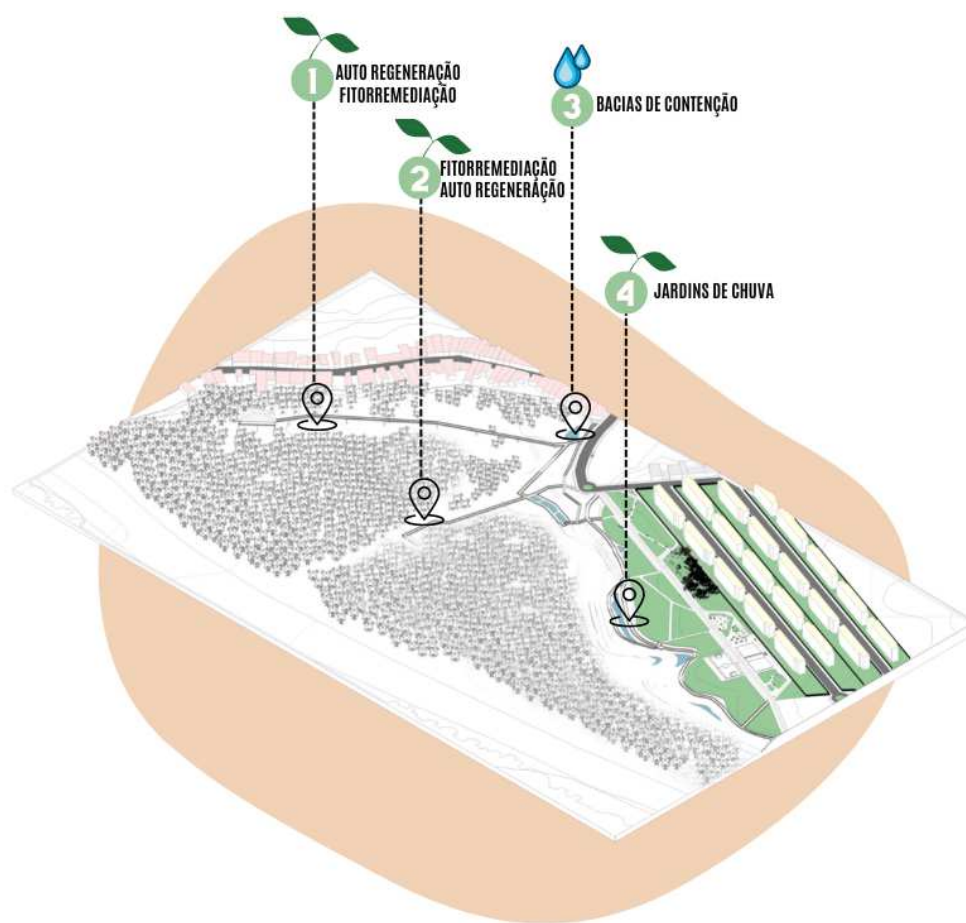
**Figura 65.** Esquema dos pontos focais de contaminantes.



Fonte: Autor, 2023

De acordo com os dados coletados, foi possível criar um esquema de remediação dos solos e águas residuais, e pontuar quais os métodos seriam eficazes. Para a área de mangue, foi feito o reflorestamento com espécies nativas nas áreas que antes estavam ocupadas por palafitas. As plantas do tipo *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* apresentam potencial para a recuperação das propriedades do solo por meio de técnicas de fitoextração e fitoestabilização, respectivamente. Além disso, o mangue possui potencial de se auto regenerar, por meio da viviparidade e influência das marés, que limpam o terreno.

**Figura 66.** Esquema dos pontos focais de remediação de contaminantes.



**Fonte:** Autor, 2023

O parque conta também com um píer para auxiliar os pescadores em suas atividades cotidianas e um mirante para que os visitantes contemplem a beleza da flora e fauna do mangue (figuras 67 e 68).

**Figura 67.** Pier para os moradores continuarem suas atividades de pesca.



**Fonte:** Autor, 2023

**Figura 68.** Mirante para contemplação do ecossistema manguezal.



**Fonte:** Autor, 2023

Pensou-se em uma linha de ônibus para facilitar o acesso ao parque e para a comunidade da Vila Jaracaty II, já que anteriormente era inviável a entrada de transportes coletivos no local. Atualmente, o ponto de ônibus mais próximo localiza-se na movimentada avenida Prof.

Carlos Cunha, a proposta da nova parada proporciona mais conforto durante o percurso e segurança.

**Figura 69.** Parada de ônibus para acesso ao parque e comunidade.



Fonte: Autor, 2023

Por fim, é possível visualizar amplamente na figura 70 a proposta implantada no terreno e mais representações do Parque Ambiental Refúgio da Saracura, que leva esse nome pela diversidade da sua flora e fauna, em especial a ave Saracura-do-mangue, que o próprio nome faz referência à sua localização, uma espécie endêmica dos manguezais brasileiros.

**Figura 70.** Proposta geral implantada no terreno.



Fonte: Autor, 2023

**Figura 71.** Vista para os terraços.



**Figura 72.** Vista do parque para o mangue.



**Fonte:** Autor, 2023

**Figura 73.** Vista para a entrada do parque.



**Fonte:** Autor, 2023

## 7. CONCLUSÃO

O manguezal é um importante ecossistema visto que sua biodiversidade alcança de forma singular o equilíbrio ecológico, tanto pelo seu auto controle de poluição, quanto pela sua atribuição fundamental no sequestro de carbono, amenização das mudanças climáticas e refúgio de diversas espécies da flora e fauna.

A vulnerabilidade ambiental do mangue pode ser entendida como uma função causada pela exposição a impactos ambientais e da sensibilidade e capacidade adaptativa dos seus sistemas. Esse estado afeta diretamente todas as formas de vida que dependem desse ecossistema, em especial os seres humanos que dependem dele para sobreviver mas que também interferem nesse meio gerando a supressão desse ecossistema tão rico e produtivo.

O crescimento desordenado das cidades promove inúmeros contratempos no meio urbano, o que dificulta o desenvolvimento de um plano urbano eficaz e acesso igualitário à cidade. Assim, a expansão urbana e a proliferação de ocupações indevidas desafiam o poder público, tornando indispensável a elaboração de políticas públicas que conformizem o crescimento das cidades garantindo, em específico, o direito à moradia para a parcela da menos favorecida da sociedade, que enfrenta de forma mais vulnerável os impactos da vida urbana.

Dessa forma, compete ao Poder Público, em prol da cidadania, por em prática diretrizes do Estatuto da Cidade, previstas no Plano Diretor, que sirvam de apoio à população que vive em habitações hostis no mangue, para que seja garantido à essas pessoas o direito à moradia e também o direito ambiental de proteger e preservar o ecossistema, assegurando assim a conservação da fauna e flora.

O planejamento urbano é um mecanismo desenvolvido para a formação de uma cidade justa e cooperativa, para isso precisa-se abandonar a ideia de que o Plano Diretor é um objeto para mera formalidades desconexas do real cenário das cidades. Deve-se entender que o Plano Diretor é uma ferramenta efetiva para a execução de políticas públicas, que auxiliam ativamente na organização da cidade e os seus usos.

Muitos são os desafios associados ao processo de recuperação do mangue, mesmo frente às inúmeras vantagens que esse ecossistema proporciona para o meio ambiente. A técnica de fitorremediação de solos contaminados, mesmo com todo seu potencial como uma tecnologia para infraestrutura verde, enfrenta barreiras sociais e regulatórias.



A fitorremediação ainda é pouco explorada no Brasil, mesmo com trabalhos científicos sendo desenvolvidos comprovando a eficácia da técnica e o seu baixo custo, um número reduzido de empresas exploram esse método.

Ainda assim, o investimento em pesquisas focadas no potencial do uso da fitorremediação como agente transformador na construção da paisagem é pouco explorado. Vale ressaltar que este é um mercado promissor e em expansão, por isso este trabalho avança nos estudos da contribuição ambiental, econômica e social da remediação do solo ligada ao paisagismo para a criação de parque ambientais em áreas aterradas e degradadas de mangue.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, José M. et al. Coordenação modular da alvenaria estrutural: concepção e representação. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 19, n. 24+ 25, p. 282-283, 2012.
- AGUIAR, Christiane Rosas Chafim et al. **Fitorremediação de solos contaminados por petróleo**. Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas, v. 6, n. 1, Rio de Janeiro, 2012.
- AMARANTE JR, Ozelito Possidônio de; SILVA, Jenny Kellma Ferreira. **Percepção ambiental de moradores da bacia do Rio Anil**. Acta Tecnológica, v. 8, n. 1, p. 47-55, 2013.
- ARAÚJO, Edmilson Menezes de. **Memórias dos manguezais**. Bahia, 2020.
- ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães de. **As áreas de preservação permanente e a questão urbana**. Biblioteca Digital da Câmara, 2002.
- ASSUNÇÃO, Beatriz Brito de Perma. **Cultura e sustentabilidade urbana: uma alternativa para São Luís do Maranhão à luz do Estatuto da Cidade**. São Luís, 2019.
- ATLAS DOS MANGUEZAIS DO BRASIL/ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. - Brasília, 2018.
- BATISTA, Elias de Carvalho Lopes. **Fitorremediação: uma visão do método aplicado a solos contaminados e apresentação de tópicos relevantes da fitoextração**. Minas Gerais, 2012.
- BEZERRA, Denilson da Silva et al. **O ecossistema manguezal em meio urbano no contexto de políticas públicas de uso e ocupação do solo na bacia do rio Anil**. São Luis, Maranhão. 2008.
- BORGES, Luís Antônio Coimbra et al. **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira**. Ci. Rural, 2011.
- BRANDÃO, Douglas Queiroz. Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas. **Ambiente Construído**, v. 11, p. 73-96, 2011.
- BURNETT, Carlos Frederico Lago. **Estatuto da Cidade, Movimentos Sociais e Universidade**. São Luís, 2005.

CARDOSO, Sandra Magda Mattei. **Avaliação do funcionamento de um sistema de biorretenção através da fitorremediação para jardins de chuva em áreas urbanas.** Orientador Décio Lopes Cardoso; coorientador Hitomi Mukai. Toledo, 2021.

CHACEL, Fernando Magalhães. **Paisagismo e ecogênese: landscaping and ecogenesis.** Fraiha, 2004.

COELHO, Cristiano Jackson da Costa et al. **Lógica Fuzzy e Geoprocessamento na Determinação da Vulnerabilidade à Ocupação Direta dos Mangues na Bacia Hidrográfica do Anil na Ilha de São Luis-MA.** 2008.

CORREIA, Rodrigo Studart. **Reabilitação ambiental: a vegetação além do paisagismo.** Paranoá, n. 14, Brasília, 2015.

CRUVINEL, DFC. **Avaliação da fitorremediação em solos submetidos à contaminação com metais.** 2009. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental)–Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias. Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto.

CURADO, MIRIAN MENDONÇA DE CAMPOS. **Paisagismo contemporâneo no Brasil: Fernando Chacel e o conceito de ecogênese.** Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2007.

DOS SANTOS, Aline Bernardino. **Um estudo sobre os riscos ambientais a este importante ecossistema costeiro.** 2012.

GOMES, Conceição de Maria Teixeira. **Degradação ambiental urbana e qualidade de vida nas áreas de manguezais ocupadas por palafitas em São Luís-MA.** 2001.

MANGUEZAIS: EDUCAR PARA PROTEGER/ Organizado por Jorge Rogério Pereira Alves. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, 2001.

MARTINS, Ana Luiza Privado; LOPES, Maria José Saraiva. **Caracterização da população ribeirinha do estuário do Rio Anil (São Luís-MA), com base em aspectos sociais, econômicos e ambientais.** Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, v. 22, n. 9, p. 9-16, 2009.

MARTINS, Marlúcia Bonifácio; DE OLIVEIRA, Tadeu Gomes (Ed.). **Amazônia maranhense: diversidade e conservação.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.

MATSUMI, Tayuri Ishi; FREITAS, Vladimir Passos de. **A proteção do ecossistema manguezal no direito ambiental brasileiro.** Revista Direito e Liberdade, Natal, v. 20, n. 3, p. 205-229, set./dez. 2018. Quadrimestral.

MELO, T. dos A. T. de; COUTINHO, A. P.; CABRAL, J. J. da S. P.; ANTONINO, A. C. D.; CIRILO, J. A. **Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 147-165, out./dez. 2014.

MENDES, Carlos Hélder Carvalho Furtado; CASTRO, Maíra Lopes de; VIEGAS, Thaís Emília de Sousa. **Direito à moradia e ocupação de espaços ambientalmente protegidos: O Programa de Aceleração de Crescimento na Bacia do Rio Anil (São Luís-MA) e os impactos ao ecossistema manguezal.** REVISTA DO CEDS Periódico da UNDB, n. 2, 2015.

MARINHO, Juliana Mondego. **Dialogando com Alexander e Lefebvre, identificando padrões adotados na trajetória socioespacial de espaços residenciais em São Luís.** Maranhão, 2020.

MOREIRA, Ícaro TA et al. **Seleção de espécies de mangue para avaliação da fitorremediação em sedimentos contaminados por hidrocarbonetos e derivados do petróleo.** Bahia, 2010.

MORITA, Alice Kimie Martins; MORENO, Fabio Netto. Fitorremediação aplicada a áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, p. 377-384, 2022.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins et al. **A proteção do ecossistema manguezal pela legislação ambiental brasileira.** **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, p. 126-153, Ceará, 2015.

PELOZO, Andressa. **Regeneração natural das espécies arbóreas dos manguezais do Paraná.** Paraná, 2012.

RACIUNAS, Ludmila. **Fitorremediação como Solução baseada na Natureza: proposta de parametrização aplicada ao Parque Gas Works.** Campinas, 2022.

REZENDE, Vinícius Silva. **Diretrizes para o equilíbrio de ecossistemas urbanos em ocupações informais: proposições para a ocupação Santa Luzia-DF.** 2021.

ROMANEL, Celso. **Tratamento ecológico de efluentes domésticos com uso de wetlands.** 2018. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

ROMERO, Laís Bim et al. Sistema de alagados construídos como bacia de contenção de águas pluviais para loteamentos próximos a app's. In: **Congresso de Extensão Universitária**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2011. p. 756.

ROSIN, Jeane Ap Rombi de Godoy. DESAFIOS DE UMA POLÍTICA ESTATAL EM APPs URBANAS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 5, 2012.

SACHS, Céline. **São Paulo: Políticas Públicas e Habitação Popular**. Tradução de Cristina Murachco - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

SAMPAIO, Carla Jaqueline Silva. **Estudos de fitorremediação de solos contaminados com diesel utilizando Rhizophora mangle e rizobactérias promotoras do crescimento de plantas**. Bahia, 2017.

SANTIN, Janaína; MARANGON, Elizete Gonçalves Rigo. **Instruments of urban policy for the protection of historic property: onerous grants and the transfer of the right to construct**. História, v.27, n.2, p.89- 109, 2008.

SANTOS, Naiara Cristina Pereira dos. **Mangue preto (avicennia schaueriana) na fitorremediação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em sedimento de manguezal contaminado por petróleo**. Bahia, 2020.

SANTOS, Nayara Marques et al. **Identificação dos Serviços Ecosistêmicos prestados pelo manguezal da Ilha do Maranhão-MA**, Brasil. Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, p. 250-268, 2018.

SILVA, Jéssica Verâne Lima da. **Eficiência do mangue Vermelho (Rhizophora mangle) na fitorremediação de sedimentos de manguezal contaminados por petróleo**. Bahia, 2018.

SITUAÇÃO AMBIENTAL DA ILHA DO MARANHÃO/ Governo do Estado do Maranhão, 2011.

SLEEGERS, Frank. Phytoremediation as green infrastructure and a landscape of experiences. In: **Proceedings of the annual international conference on soils, sediments, water and energy**. 2010. p. 13.

SMITH, George R. **Phytoremediation-by-design: community-scale landscape systems design for healthy communities**. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, v. 22, n. 5, p. 413-419, 2015.

SOUZA, Bruno de Brito Gueiros et al. **Caracterização de indicadores sócio-ambientais na Bacia do Rio Anil**, São Luís-MA, como subsídio à análise econômico ambiental do processo de desenvolvimento. 2005.

TAVARES, SR de L. **Técnicas de remediação**. Embrapa Solos-Capítulo em livro científico (ALICE), 2013.

PAZ, Cinthia Darci da Cruz. **Fitorremediação em Manguezais Contaminados por Metais Pesados, Herbicidas e Petróleo**. Rio de Janeiro, 2015.

PAIVA, José Daniel Soares de. **Remediação por fitoextração de contaminação radioativa por espécies nativas de manguezais**. Recife, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUÍS. **Plano da Paisagem Urbana do Município de São Luís**. São Luís: PMSL, 2003

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUÍS. **Projeto De Urbanização Integrada e Remanejamento de Habitações Precárias da Península do Ipase na Bacia do Rio Anil**. 11 de abril de 2005. Apresentação do Power Point. Arquivo SEPLAN.

PROJETO DE FITORREMEDIAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA PELA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. Prefeitura Municipal de Glorinha, [s. l.], 2016.

VALESAN, Mariene; FEDRIZZI, Beatriz; SATTTLER, Miguel Aloysio. **Vantagens e desvantagens da utilização de peles-verdes em edificações residenciais em Porto Alegre segundo seus moradores**. Ambiente Construído, v. 10, p. 55-67, 2010.

VANNUCCI, Marta. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. Edusp, 2003.