



MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Esplanada dos Ministérios - Bloco E - Bairro Zona Cívico Administrativa - CEP 70067-901

Brasília - DF - www.mdr.gov.br

ANEXO I - PROJETO DETALHADO

1. IDENTIFICAÇÃO

Título da Proposta: “Desassoreamento do Lago Igapó no Município de Londrina a partir de estratégias de Soluções Baseadas na Natureza”

Proponente: Município de Londrina

CNPJ: 75.771.477/0001-70

Endereço: Av. Duque de Caxias, 635 – Jd. Mazzei

CEP: 86015-901

Telefone: (43) 3372-4000

Responsável pela Instituição Proponente:

Nome: Marcelo Belinati Martins

CPF: 871.203.139-91 RG: 1441316-2_SSP/PR

Endereço: Rua Takabumi Murata 555 – Casa 15 – Londrina/PR

CEP: 86055-580

Telefone: (43) 3372-4512

E-mail: gabprefeito@londrina.pr.gov.br

Responsável pelo Projeto:

Nome: Denise Maria Ziober

Endereço: Av. Duque de Caxias, 635 – Jd. Mazzei

CEP: 86015-901

Telefone: (43)3372-4668

E-mail: denise.ziober@londrina.pr.gov.br e ziober.denise@gmail.com

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Município de Londrina, no Paraná, é signatário desde 2015 do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GcoM), maior aliança global de cidades comprometidas com o combate ao aquecimento global.

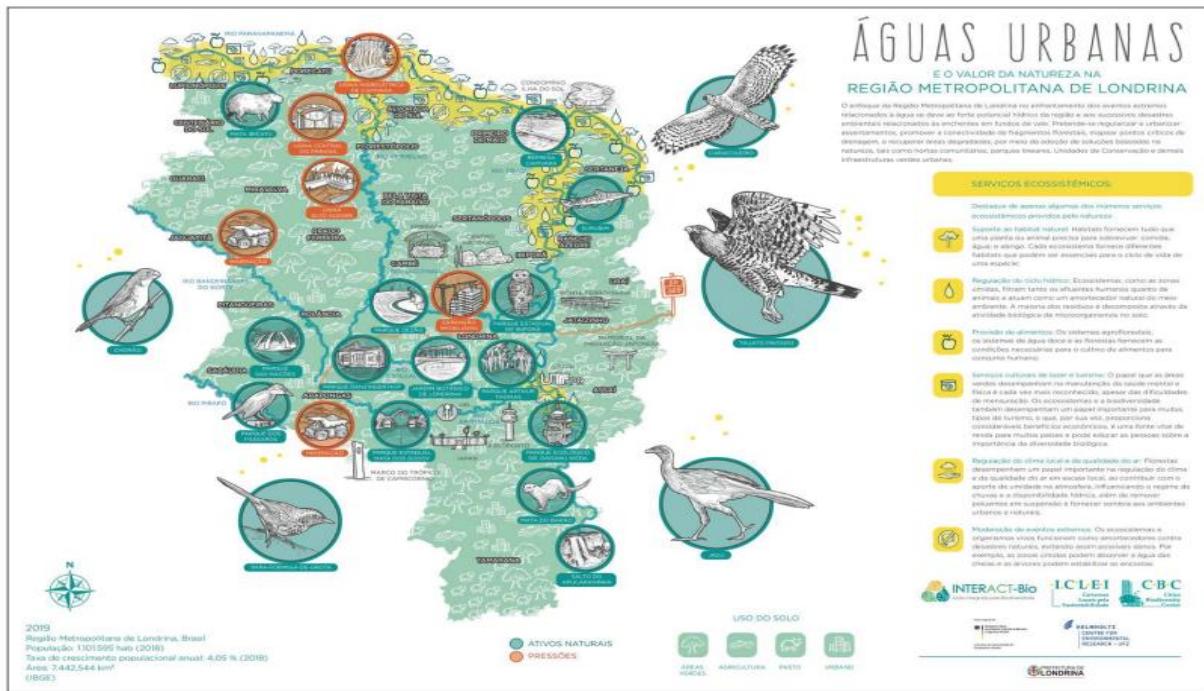
Sua finalidade é o comprometimento das cidades na promoção de ações locais em colaboração às discussões internacionais sobre sustentabilidade, especialmente a elaboração de Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa, bem como a análise de vulnerabilidade climática, a definição de metas de redução e a elaboração de um Plano de Ação e Mitigação Climática. Para isso, são ofertados treinamentos, capacitações e apoio técnico de organizações como o ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, a Associação Brasileira de Municípios – ABM, a Frente Nacional de Prefeitos – FNP, a Confederação Nacional de Municípios – CNM e outros para o desenvolvimento destas etapas.



Disponível em: <http://pactodealcaldes-la.eu/pt-br/firmantes/londrina/>

Nesta linha de trabalho, Londrina vem participando de vários eventos como a COP14 de Biodiversidade, de eventos de capacitação, de sessões de Webinars “UrbanByNature”, do II Fórum Brasil de Gestão Ambiental em Campinas, entre outros mais recentes, além de já ter mapeado de forma ilustrada os Serviços Ecossistêmicos, e implementado Projetos Demonstrativos de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos na Região Metropolitana de Londrina (RML).

Portanto em Londrina, o enfoque dos trabalhos encabeçados pela municipalidade se dão no enfrentamento dos eventos relacionados às águas por conta do forte potencial hídrico da região e aos sucessivos desastres ambientais relacionados às enchentes em fundos de vale. Como resultado, um dos objetivos dos trabalhos desenvolvidos até o momento, foi o de identificar e intervir em áreas estratégicas da prestação de Serviços Ecossistêmicos, apoiar e promover a conectividade de fragmentos florestais, mapear pontos críticos de drenagem e recuperar áreas degradadas por meio da adoção de Soluções Baseadas na Natureza, como a revitalização da zona de proteção ripária, a implementação de parques lineares, a ampliação de áreas de conservação e outras infraestruturas urbanas verdes.



Disponível em: http://sams.iclei.org/fileadmin/user_upload/SAMS/Projetos/INTERACT-Bio/Mapa-Londrina-PORT.pdf

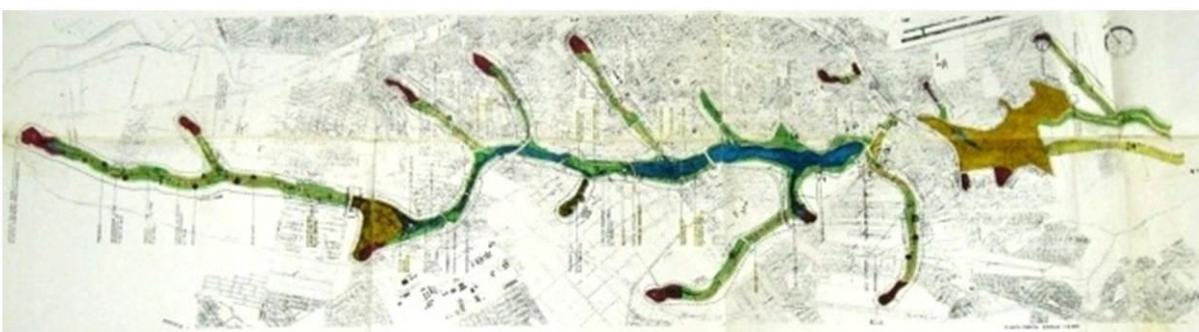
As ações desta natureza têm sido priorizadas pelo município desde o primeiro Plano Diretor elaborado em 1951, pelo ex-prefeito de São Paulo, Eng. Prestes Maia, contratado para elaborar o Plano de Londrina. O resultado das regras de urbanização e soluções para os problemas diagnosticados acabam indo na contramão do que fora implantado como regra e solução em São Paulo. Talvez devido ao aprendizado sofrido, as custas de amargas experiências das inundações urbanas naquela capital, que ao invés de preservar os Fundos de Vale, canalizou ao máximo Rios e Córregos.

Assim, desde 1951 Londrina empreende esforços no sentido da Proteção dos Fundos de Vale, seja com legislações como Lei de Parcelamento do Solo, Lei de Uso e Ocupação, Código de Obras, Código Ambiental e até instrumentos como o EIV, que ao longo dos anos vem exigindo plantio de espécies arbóreas, especificadas no Código de Meio Ambiente Municipal e No Código de arborização, contribuído para a diminuição das ilhas de calor, redução do sequestro de carbono e redução dos gases de efeito estufa.

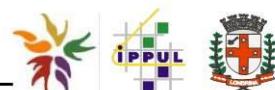
HISTÓRICO

Lei 133/1951: marco para a preservação nos Fundos de Vale de Londrina

1998: Plano estabeleceu Diretrizes para Projeto de Parque Linear do Ribeirão Cambé (IPPUL, arqº Marcos Barnabé)

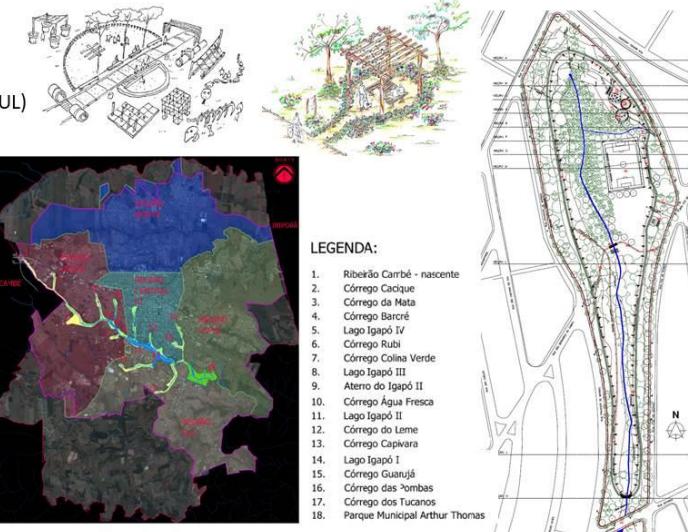
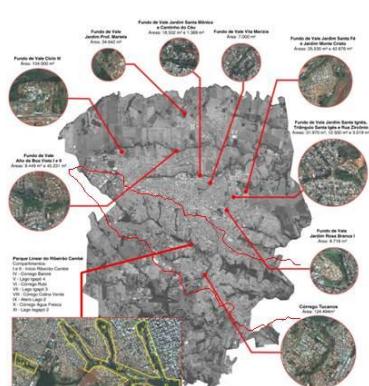


PARQUES LINEARES DE LONDRINA



HISTÓRICO

2014: Projeto “BID” para PL Ribeirão Cambé (IPPUL)

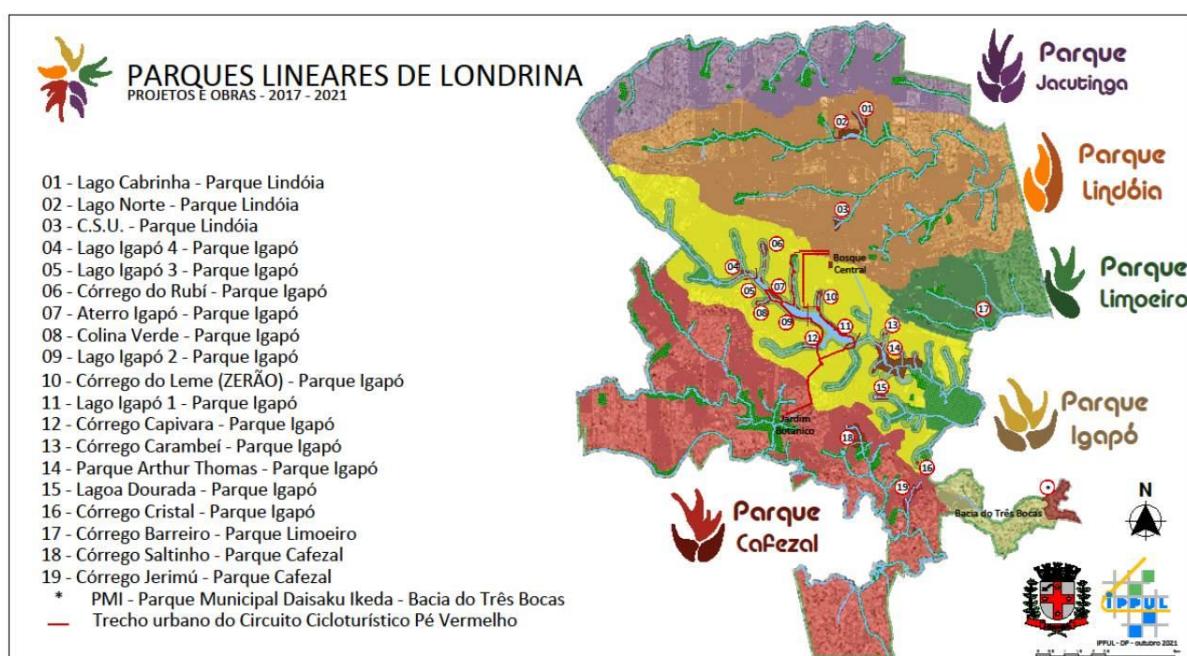


...consequentemente: urbanização dos Fundos de Vale para apropriação da população (lazer, esporte) e VITALIDADE (segurança).

PARQUES LINEARES DE LONDRINA



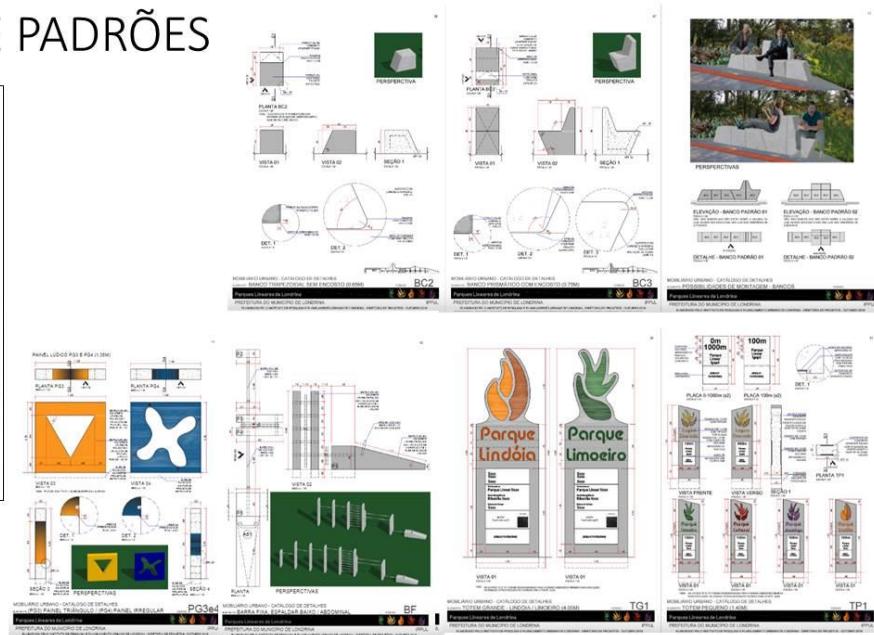
Hoje o município trabalha com projetos em 84 Fundos de Vale, 19 Parques Lineares, com linguagem visual padronizada por bacia hidrográfica, dentro de um estudo criando identidade. Dos 19 Parques Lineares 9 estão em processo de execução. O trabalho só é possível devido a parcerias, convênios e Ações Integradas como é o caso deste projeto objeto deste Pleito. A Prefeitura vem trabalhando em parceria com as Universidades – UTFPR/UEL/UNIFIL, Sanepar, ONGs e outros órgãos com o mesmo objetivo, disponibilizando-se expertise, mão de obra, insumos, e toda forma de colaboração mutua.



CATÁLOGOS E PADRÕES



Mobiliário Urbano



Ciclovias



Mobiliários urbanos:

- bancos modulares
- Lixeiras

Calçadas acessíveis
(pistas de caminhada)

Calçadas acessíveis
Tótens de identificação

EXEMPLO DE
APLICAÇÃO DOS PADRÕES

No entanto como são áreas extensas e de intervenções complexas todo recurso financeiro é bem-vindo e neste caso específico, o que pleiteamos são recursos financeiros para o desassoreamento dos lagos, nossa reserva estratégica de água para o enfrentamento da crise hídrica, adotando-se soluções baseadas na natureza para perpetuar os resultados obtidos por esta intervenção.

CATÁLOGOS E PADRÕES



E ainda, desde 2020, a implementação efetiva do Projeto Demonstrativo do Córrego Cabrinha pertencente ao Parque Linear do Ribeirão Lindóia do Município, um projeto inovador através da utilização de Soluções Baseadas na Natureza - SBN em fundos de vale que promoverá a recuperação da área de proteção da nascente do Córrego utilizando-se de infraestruturas verdes urbanas.



Portanto em Londrina, o enfoque dos trabalhos encabeçados pela municipalidade se dá no enfrentamento dos eventos relacionados às águas por conta do forte potencial hídrico da região e aos sucessivos desastres ambientais relacionados às enchentes em fundos de vale.

Todas as ações foram previstas nos vários Planos Diretores de Londrina, desde 1951, as mais recentes, a Lei 10.637/2008 e na revisão em 2018, PL 207/18 em aprovação na Câmara Municipal. Também esteve presente no PlanMob Londrina 2020 e no Masterplan 2021, todos disponíveis no site da prefeitura.

HISTÓRICO

PL 207/2018 – Lei Geral
(Projeto de Lei Revisão PD)

Art. 55. O Poder Público garantirá a qualidade urbanística e ambiental dos loteamentos residenciais com infraestrutura completa, oferta de equipamentos, serviços e áreas públicas, comércio e serviço, combinando atividades produtivas e residenciais a fim de reduzir a necessidade de deslocamentos e distribuir oportunidades de trabalho, adotando as seguintes estratégias:

IV. Implantar parques lineares ao longo de cursos de água urbanos, priorizando a preservação das matas ciliares, o manejo da vegetação, a limpeza e manutenção da rede de drenagem e dissipadores e a valorização de atividades de cultura e lazer ecológico em áreas de amortecimento ou faixa sanitária, entre as áreas de preservação permanente e o sistema viário.

Art. 56. O Poder Público elaborará o Plano Municipal de Drenagem Urbana e proverá sistema que garanta o equilíbrio entre absorção, retenção e escoamento de águas pluviais, adotando as seguintes estratégias:

VI. Criar eixo de preservação e lazer ao longo do Ribeirão Lindóia e consolidar o eixo do Ribeirão Cambé, através de programas, projetos e instalações voltados a formação de parques lineares de grande abrangência, preservando e respeitando o território e a cultura indígena.

PARQUES LINEARES DE LONDRINA



O projeto em tela beneficiará a população como um todo, pois além de regular o regime de cheias nos períodos de chuvas, os lagos são os pontos de referência em matéria de lazer. São muito utilizados e há quem os chame de piscinão de Ramos de Londrina nos finais de semana, tamanha a quantidade de pessoas que frequenta os lagos.

Mas a visão da municipalidade não é somente esta, e sim realizar um trabalho que garanta os usos múltiplos, mas que priorize a recarga em quantidade e qualidade de água para consumo humano em momentos de escassez hídrica. Os lagos alimentam a Unidade de Conservação Parque Arthur Thomas, e são reservatórios de água a céu aberto.

Concluindo, são ambiciosas as metas e objetivos deste trabalho, mas são realistas e podem surtir resultados e médio e longo prazos e isso é o que importa.

Vivemos momentos de intensificação de eventos climáticos e preparar as cidades para as mudanças climáticas é um objetivo maior que perpassa todos os projetos desta Ação Integrada em Londrina.

2. JUSTIFICATIVA

O Lago Igapó I foi inaugurado em 10 de dezembro de 1959, no Jubileu de Prata de Londrina, durante a gestão do Prefeito Antônio Fernandes Sobrinho. A obra foi uma solução para o problema da drenagem do ribeirão Cambé, dificultada por uma barragem natural de pedra.

A partir da construção da barragem que permitiu a formação do lago, medidas posteriores foram adotadas dando origem ao Parque Linear do Cambé, composto pelo conjunto de 4 lagos (Igapó I; Igapó II, Igapó III e Igapó IV) e um aterro entre os lagos II e III, em uma extensão total de 4.500m.

Embora seja o cartão postal da cidade de Londrina, a calha do lago sofre constantes processos de assoreamento, tanto por desbarrancamento das margens quanto pela deposição da poluição difusa que lhe chega diretamente, ou pelo sistema de rede de drenagem que desagua nele ou pelos seus 8 córregos tributários.

Tal processo de deposição de sedimentos no leito do lago gera a necessidade de realizar sua remoção de tempos em tempos (o lago já sofreu 5 esvaziamentos tanto para o processo de desassoreamento quanto para manutenção nas margens, barragem e vias públicas).

Atualmente o leito de todos os lagos se encontra com alto grau de assoreamento e as medidas de correção estão sendo estudadas desde 2015, quando foi contratado os serviços da RDR Consultores Associados que realizou levantamentos topo batimétricos

dos fundos dos lagos identificando que o volume de assoreamento total do lago I é de 312.158 m³ para um volume líquido total de 1.353.228 m³, situação que aponta para um depósito de sedimentos que ocupa 23% do volume total da calha do lago. O Lago II apresenta depósito de sedimentos de 103.077 m³, o lago III 23.030 m³ e o Lago IV 5.017 m³, o que significa que o Lago I em o maior número absoluto de sedimentos perfazendo 70,5% do total de depósito de sedimentos decorrentes do processo de assoreamento.

Tal diminuição da calha do lago e perda de sua capacidade de retenção e fluuição das águas seguidamente provocam destruição, diante de eventos climáticos extremos como ocorrido entre 9 e 16 de outubro de 2011, quando o lago Igapó transbordou causando destruição a montante e a jusante do lago, ou em 29 de março de 2021 quando choveu em 5 horas 138 milímetros, causando alagamentos em grandes áreas ao redor do lago.

Além do processo de assoreamento, o nível de poluição das águas do lago apontadas pelo estudo da RDR Consultores Associados indicou que a concentração de alumínio, ferro e manganês foi superior aos limites estabelecidos no anexo G da Resolução Conama 420/2009, da referida norma e, portanto, o resíduo analisado é classificado como Classe II A (Não Inerte)

Além do estudo encomendado pela prefeitura para identificar o nível de comprometimento na capacidade do lago em cumprir seu propósito inicial de escoadouro das águas pluviais, a municipalidade, por meio do IPPUL – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina, estabeleceu um termo de parceria com a UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que faz parte do Consorcio Internacional denominado Rain Solution, que está avaliando os níveis de precipitação no entorno do lago e os primeiros resultados mostram que, na situação atual de assoreamento em que se encontra o lago, sua capacidade de absorver o fluxo de água em eventos extremos está comprometida em mais de 50% de sua capacidade.

Fica claro que não é somente a retirada dos sedimentos depositados no fundo dos lagos que devem ser considerados como intervenção, mas este processo deve vir acompanhado de medidas que visem mitigar os processos que levam a este assoreamento.

O município está revisando o seu Plano Diretor e sua legislação complementar. Assim o conjunto de leis urbanísticas vem sendo revisado e adequado à nova ordem mundial, ou seja, a das mudanças climáticas e a de preparar as cidades para os eventos climáticos cada vez mais constantes e intensos. Drenagem é uma das maiores preocupações e o município prepara revisões do código de Obras e do Plano de drenagem urbana no curto prazo.

3. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Promover o desassoreamento dos lagos Igapó, nossa reserva estratégica de água para o enfrentamento da crise hídrica, adotando-se soluções baseadas na natureza para perpetuar os resultados obtidos por esta intervenção.

Objetivos Específicos:

- Controlar a diminuição da calha dos lagos e perda de sua capacidade de retenção e fluuição das águas para evitar a destruição, diante de eventos climáticos extremos como vem ocorrendo;
- Entender a dinâmica do sistema que levou ao comprometimento da qualidade das águas do lago, sua capacidade de resiliência a eventos climáticos e sua capacidade como reservatório de águas;

- Adotar medidas eficazes que visem mitigar os processos que levam ao assoreamento dos lagos.
- Elaborar os processos e rotinas de acompanhamento e monitoramento da qualidade da água do lago e da eficácia das linhas de defesa.
- Difundir a metodologia de trabalho com Soluções Baseadas na Natureza;
- Aumentar a segurança hídrica do abastecimento de água para consumo humano;
- Aproveitar esse processo para treinar e capacitar a equipe técnica da prefeitura com essa nova cultura de soluções para os problemas de drenagem - SBN;
- Promover a sustentabilidade, abrangendo os aspectos ambiental, social e econômico.

4. METAS/PRODUTOS/RESULTADOS ESPERADOS

META	PRODUTO	RESULTADO
1) Possibilitar a deposição dos sedimentos retirados do leito no entorno do lago: identificar a composição química, física, orgânica e comportamento mecânico dos sedimentos que estão assoreando o lago IV	Mapa da composição física-química dos sedimentos e sua aplicabilidade como substrato compactado e plantio	utilização dos sedimentos removidos nas adjacências do lago, sem necessidade de transporte para áreas distantes
2) Impedir que a poluição difusa venha a comprometer a qualidade da água do lago a: desenvolver soluções que impeçam que a poluição difusa chegue até as águas do lago.	Desenho das três linhas de defesa contra a poluição difusa das águas do lago.	Diminuição da necessidade de escoamento das águas pluviais pelo sistema de galerias; sequestro das resíduos flutuantes e decantação parcial de partículas em suspensão; evitar que a poluição do entorno seja carreada para o lago.
3) Proceder a remoção dos sedimentos acumulados no leito dos lagos: a partir da definição da solução mais adequada a cada lago	Desassoreamento do leito dos lagos.	Aumento da capacidade de resiliência dos lagos em ocasiões de eventos pluviométricos extremos, e elevação da capacidade de reserva de água para casos de emergência.
4) Implementar as ações voltadas ao monitoramento e acompanhamento das SBN	Protocolo de monitoramento dos níveis de qualidade previamente estabelecidos e formas de atuação em caso de 'fora de conformidade'.	Garantir a eficiência dos mecanismos de SBN implementados no projeto de recuperação da água do lago Igapó.

5. METODOLOGIA

A proposta aqui apresentada parte de premissas inovadoras que poderão ser replicadas em outros lugares do país. A Metodologia de intervenção está orientado de acordo com técnicas de abordagem que tem sido implementadas com sucesso em outras partes do mundo e não se trata apenas de promover o desassoreamento do Lago Igapó no Município de Londrina, mas garantir sustentabilidade das soluções.

Tais técnicas têm como base um modelo de gestão no qual as soluções são construídas a partir da montante dos cursos d'água da bacia, de tal forma que os fluxos de água sejam equacionados a partir do volume de precipitação, incluindo cenários extremos e estatisticamente possíveis de ocorrer no futuro, inclusive considerando mudanças climáticas em curso. Isso implica que o desassoreamento seja a etapa conclusiva do processo e as ações intermediárias desenhadas na forma de linhas de defesa que garantam uma maior resiliência da solução encontrada.

Ainda no contexto montante-para-jusante, o primeiro lago a ser contemplado será o Igapó IV, seguido pelos demais lagos numa sequência de fases que vão gradativamente contemplando os córregos tributários em direção à barragem do Igapó I.

Portanto, podemos dividir a metodologia em três grandes eixos de ações e que devem ser executados simultaneamente:

- 1) Ações voltadas à prevenção de novos assoreamentos;
- 2) Ações voltadas ao desassoreamento (remoção e destinação dos sedimentos atualmente depositados no Igapó);
- 3) Ações voltadas ao monitoramento e acompanhamento das soluções aplicadas.

Os eixos temáticos e suas ações específicas podem ser facilmente identificados no fluxograma da Figura 5.1, que tem como base os fluxos de água que surgem a partir do instante em que se observa precipitação na bacia do sistema Igapó (F01). Uma indicação sequencial numérica foi incluída no fluxograma (indicação em vermelho) e será colocada entre parêntesis no texto para ajudar o leitor a se localizar. Se a precipitação é o ponto de partida, o índice de qualidade da água (IQA) nos córregos e lagos do sistema Igapó deve ser o ponto de fechamento do problema, ou seja, devemos garantir que os corpos hídricos envolvidos no contexto deste projeto (córregos e lagos) tenham água de qualidade para o consumo humano. O IQA será discutido mais adiante neste texto. Portanto, a primeira ação é avaliar se os sedimentos depositados no lago representam uma fonte de poluição em condições de ausência de precipitação (F02). A resposta a esta questão passa pela medida do IQA, ou seja, um valor de IQA inferior a 90 confirmará que os sedimentos devem ser definitivamente removidos do interior do lago. A remoção dos sedimentos constitui um dos eixos de ação e será discutida mais adiante. O processo de desassoreamento deve ser subsequente às ações de prevenção do mesmo. Na sequência será retomada a precipitação como ponto de partida para as ações voltadas à prevenção do assoreamento.

5.1 Ações voltadas à prevenção de novos assoreamentos

No primeiro eixo, de prevenção, as ações devem contemplar a aplicação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), reforçando um caráter de reencontro com o caminho que o próprio ciclo hidrológico identificou ao longo de milhares de anos e que não carreia sedimentos para dentro dos corpos hídricos. As soluções serão aplicadas por sub-bacias dos vários córregos que fazem parte do sistema Igapó, a partir do mapeamento das áreas com as características necessárias para a implantação de uma SBN. As ações *contempladas no eixo 1* são:

5.1.1 Primeira linha de defesa – SBN

O desenvolvimento da primeira linha de defesa do lago (F03) tem como meta reduzir o volume de água que escoa superficialmente e que é responsável pelo carreamento de sedimentos e toda poluição difusa durante os eventos de chuva. Essa linha de defesa será construída mediante a aplicação de medidas educativas e compensações por serviços ambientais que promovam o aumento da permeabilidade do solo e aproveitamento das águas da chuva e outras medidas adequadas (propriedades privadas e áreas públicas), sempre considerando SBN na sua execução. A principal função dessa linha de defesa é absorver a água da chuva o mais próximo possível da origem, minimizando o seu percurso, o que exige que se maximize a fração de áreas permeáveis (áreas cobertas por vegetação) e semipermeáveis (estacionamentos, calçadas e inclusive vias de baixa velocidade). Importante ressaltar que uma eficiência de 100% não significa que numa determinada propriedade, pública ou privada, haja retenção de toda a água precipitada na área. O valor de 100% de eficiência deve ser considerado quando a SBN atingiu a sua meta. Por exemplo, se uma determinada propriedade recebe uma

compensação por recolher até um certo volume de água por evento de chuva, a eficiência de 100% será atingida se o volume de chuvas até o limite compensado estiver efetivamente sendo retido.

De importância fundamental para esta linha de defesa é a informação sobre o regime de chuvas na área do sistema Igapó. Para esta finalidade, há uma rede de pluviômetros em fase de implantação na área de drenagem do sistema, conforme Figura 5.2. Além do regime de chuvas, essa rede de pluviômetros vai fornecer informações para calibração e validação de um modelo hidrológico, uma ferramenta indispensável para avaliar a eficácia de uma SBN em promover redução no escoamento superficial. Essa compreensão do ciclo hidrológico na área de drenagem do sistema de lagos Igapó é uma contribuição do projeto RainSolutions, descrito anteriormente neste projeto.

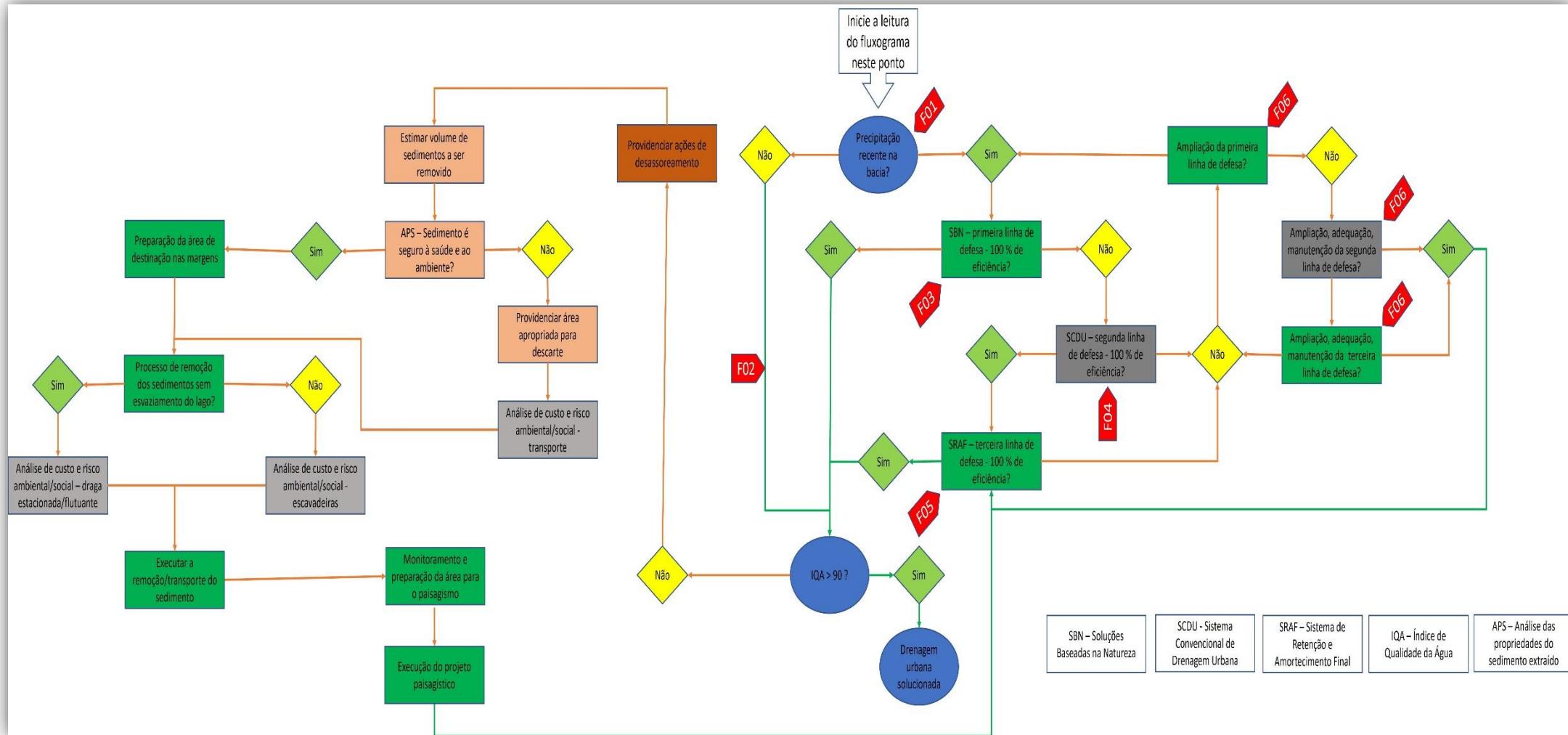


Figura 5.1 – Fluxograma das ações necessárias ao desassoreamento e à prevenção de novos assoreamentos do Lago Igapó no Município de Londrina a partir de estratégias de Soluções Baseadas na Natureza

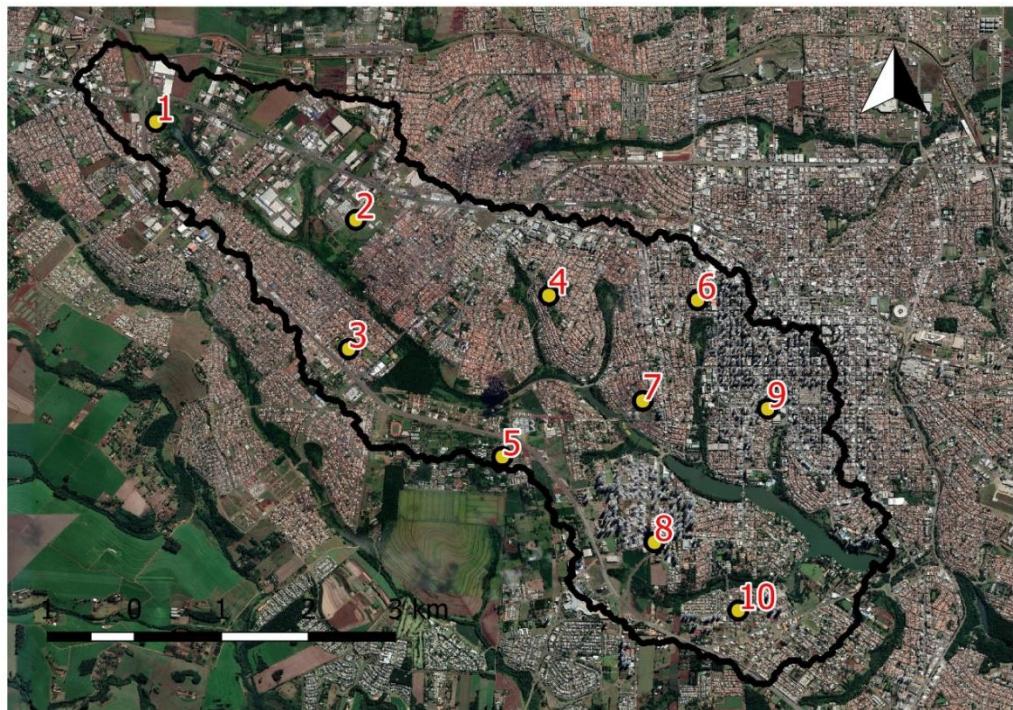


Figura 5.2 – Rede de pluviômetros convencionais distribuídos na área de drenagem do sistema de lagos Igapó.

A aplicação de SBN serão a espinha dorsal da primeira linha de defesa. Exemplos de SBN incluem: jardins de chuva, áreas úmidas construídas, telhados com vegetação, captação de água da chuva, entre outros. A Figura 5.3 mostra alguns exemplos de SBN que farão parte da primeira linha de defesa - Jardins de chuva localizados na Grange Avenue, em Greendale, Wisconsin - foto tirada em 3 de julho de 2010 por Aaron Volkening (www.flickr.com); Telhado verde experimental e coleta de água de chuva em residência localizada na cidade de Londrina - foto tirada em 5 de dezembro de 2015 por Jorge Martins.



Figura 5.3 – Exemplos de SBN que farão parte da primeira linha de defesa – jardins de chuva, telhado verde e coleta de água da chuva.

A) Telhado verde e Telhado azul: Em sua essência, telhado verde é descrito como um telhado com plantas e/ou vegetações que crescem por meio de algum substrato. Uma outra categoria desse grupo é denominado de “telhado azul verde” que tem a mesma finalidade do telhado verde, entretanto é mais inovador, seu design possui um armazenamento adicional de água abaixo das camadas de solo. Já o “telhado azul”, que é menos popular, é um controle de fonte sem vegetação que retém a água da chuva criando uma laminada d’água, como um lago temporário onde a água é lentamente liberada.

B) Biovalas: Também chamadas de Bioswale, normalmente composta por vegetação. Consistem em um sistema de biorretenção linear, sendo desenvolvidas como uma forma de tratamento parcial, que melhorando a qualidade da água, diminui o potencial de inundação ao infiltrar e transportar as águas pluviais para longe da infraestrutura crítica.

C) Jardim de chuva: Mecanismo de retenção e infiltração que consistem em um jardim paisagístico em uma área de depressão rasa que recebe a água da chuva de superfícies impermeáveis próximas.

D) Pavimento permeável: Estrutura de asfalto ou concreto onde a água permeia os vazios criados intencionalmente durante o processo de fabricação. Pode ser feito em concreto poroso, asfalto poroso, pavimentação de grade e pavimentação intertravada com juntas.

E) Bacia de detenção a seco: Também chamada de lagoa de detenção a seco, ou vale de detenção, consiste em depressões paisagísticas que são normalmente secas, exceto durante ou imediatamente após eventos de tempestade. É uma ferramenta muito usada no controle do volume do fluxo de pico.

F) Lagos / Bacia de Retenção: Também é descrita na literatura como “lagoa de retenção” podendo ser construídas ou naturais. É uma espécie de piscina com água permanente, as quais fornecem benefícios de atenuação e tratamento do escoamento de água superficial.

G) Poços de árvores: Além do reconhecido potencial de evapotranspiração de grandes volumes de água, o que maximiza a capacidade de armazenamento disponível entre os eventos de escoamento, os poços de árvores também podem fornecer irrigação, atuam na interceptação do escoamento das áreas adjacentes retendo o escoamento superficial.

H) Trincheiras de infiltração: Sistema de detenção linear, consistem em valas com um plano mais profundo e que são projetadas para deter o escoamento de águas pluviais em áreas com elevada quantidade de superfície impermeável.

I) Pântanos construídos: São sistemas projetados para melhorar a qualidade da água pelo tratamento de cargas poluentes que também fornece um serviço de mitigação de inundações e controle de escoamento urbano.

J) Cisternas para armazenamento: Águas que escoam de telhados e pisos podem ser armazenadas em cisternas, que normalmente são sistemas enterrados e destinam o uso da água para fins não potáveis. A capacidade de armazenamento de chuva depende inteiramente de seu tamanho. Pode ser projetado e executado com diferentes materiais.

K) Renaturalização de canais: Transformação de canal de concreto em sistema fluvial natural. Esse sistema aumenta potencialmente a diversidade de espécies levando a uma melhoria da situação ecológica dos rios rios e permitindo que escoamentos mais intensos possam ocorrer sem a erosão das margens.

Outra informação importante para o desenvolvimento da primeira linha de defesa é o mapeamento da cobertura do solo na área de drenagem. Para isso serão utilizadas imagens que fazem parte das constelações de satélites Pleiades, com resoluções espaciais de 0,5 metro, que permitirá a identificação das áreas adequadas à implantação dos diferentes tipos de SBN que contribuirão para a primeira linha de defesa. Estas imagens já estão disponíveis, como parte do consórcio RainSolutions, e serão disponibilizadas para o projeto.

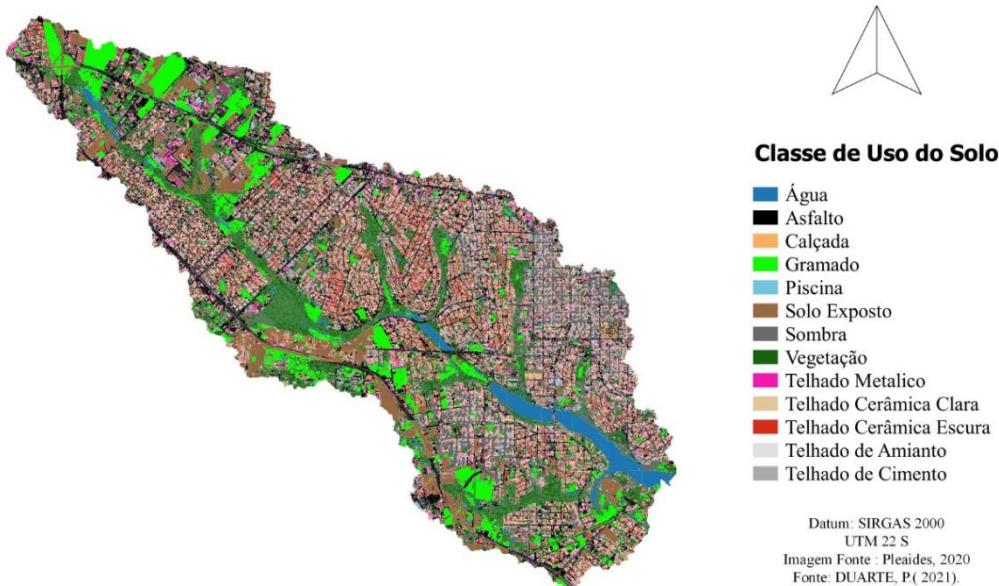


Figura 5.4 – Mapa preliminar com a distribuição espacial das classes de cobertura do solo na área de drenagem do sistema de lagos Igapó.

5.1.2 Segunda linha de defesa – SCDU

O Sistema Convencional de Drenagem Urbana (SCDU) é a base para o desenvolvimento da segunda linha de defesa do lago em relação à descarga de sedimentos e poluentes. O sistema deve desempenhar papel especial em situações de eventos intensos de precipitação, situação na qual a capacidade da primeira linha de defesa será levada ao seu limite. Por se tratar de aprimoramento na canalização da água que escoa superficialmente, essa linha de defesa é a que requer a menor carga de intervenções no plano urbanístico. Para o desenvolvimento dessa linha são necessárias as seguintes ações: i) mapear a rede de drenagem pluvial e deságue no sistema de lagos Igapó; ii) desenvolver caixas de contenção e amortecimento dos fluxos de água oriundos da rede de drenagem.

O mapeamento da rede de drenagem convencional atualmente existente permitirá o cálculo da capacidade da rede, especialmente em situações críticas de eventos extremos de chuva. Com o mapeamento da rede e apoio de um modelo hidrológico será possível avaliar que fração do escoamento superficial gerado nos eventos de chuva o sistema é capaz de suportar. Também será possível a simulação de cenários alternativos e a estimativa de volumes excedentes que devem ser armazenados em bacias de detenção e/ou outras SBN, de maneira a reduzir o impacto desse escoamento sobre o sistema de lagos Igapó.

A implantação de caixas de retenção tem por objetivo a retenção de sedimentos e materiais suspensos produzidos na área e carreados para a rede de galerias pluviais durante os eventos de chuva. Além de reduzir a entrada desses materiais nos corpos hídricos, as caixas têm papel fundamental na redução da velocidade do escoamento durante o deságue. Nesse sentido, devem funcionar como dissipadores de energia, podendo inclusive contar com elementos de sua estrutura ou do entorno (pedras) agindo como pequenas barreiras, ao mesmo tempo que permite a continuidade do escoamento e garanta a proteção vegetal das margens.

As caixas de retenção devem ser projetadas como elementos integrados à terceira linha de defesa (tópico seguinte) e às demais SBN que serão implantadas nas áreas adjacentes

ao lago e devem ainda compor a paisagem do entorno, sem comprometer as funções desses outros elementos. Nessa integração com áreas adjacentes, as caixas de retenção podem funcionar como um reservatório de amortecimento, diminuindo os picos de vazão a montante dos pontos de lançamento. Figura 5.5 ilustra uma caixa de retenção de sedimentos em fase de construção no Lago do Taboão, na cidade de Bragança Paulista. Diminuindo o pico de vazão no deságue e aumentando a infiltração, as caixas de retenção podem ser elementos chave nos sistemas de drenagem urbana, podendo inclusive contribuir para a redução nos alagamentos, juntamente com o ganho de volume dos lagos devido às ações de desassoreamento. Manutenção, limpeza e acesso às mesmas devem ser previstos em seu projeto de instalação.



Figura 5.5 – Imagem da construção de caixa de retenção de sedimentos no Lago do Taboão em Bragança Paulista. Fonte: Jornal Mais Bragança, Edição de 24 de outubro de 2020. Disponível em <https://jornalmaisbraganca.com.br/>

5.1.3 Terceira linha de defesa – SRAF

A terceira linha de defesa é a última possibilidade de assegurar que não haja carreamento de materiais sólidos para dentro do lago e que a qualidade da água seja garantida. A terceira linha é denominada neste projeto de Sistema de Retenção e Amortecimento Final (SRAF). Embora a caixa de retenção prevista na segunda linha de defesa se propõe a amortecer a velocidade do escoamento, nesta terceira linha o amortecimento deve ser visto de forma mais ampla. Os elementos que são previstos para o SRAF contemplam as SBN que simulam o delta de um rio, onde vários canais de baixa declividade amortecem o escoamento e reduzem a capacidade de descarga da água que escapa das caixas de contenção previstas na segunda linha de defesa. As áreas destinadas ao SRAF devem funcionar como uma planície de inundação durante os eventos extremos de chuva, mas devem reservar um pequeno gradiente em relação ao lago quando este retoma o seu nível de escoamento de base. A interface entre a planície de inundação e o lago deve ser rígida e garantir tanto o amortecimento dos efeitos dos movimentos internos do lago quanto da água que escoa das caixas de detenção e das áreas adjacentes.

As estruturas para a interface lago/solo devem ser do tipo gabiões sobrepostos, conforme ilustrado na Figura 5.6. Uma vez construído o muro de arrimo, cria-se o espaço que pode comportar em uma parte o sedimento dragado, com áreas de circulação e lazer sobrepostas ao mesmo, e nas outras partes as demais SBN, incluindo a própria planície de inundação, que deve ser coberta por vegetação apropriada.



Figura 5.6 - Exemplos de utilização de gabiões

As três linhas de defesa devem garantir o IQA desejado. Ampliação, adequação e manutenção das três linhas de defesa devem ser atividades permanentes. A não obtenção do IQA desejado, quando acompanhada de adequado monitoramento, permitirá uma resposta rápida e pontual nas linhas de defesa de modo a garantir o pronto restabelecimento da qualidade da água (F06).

5.2 Ações voltadas ao desassoreamento

Neste segundo eixo, as ações ainda contemplam SBN nas imediações do lago, mas com foco no processo de remoção e destinação segura do material removido.

As ações contempladas no eixo 2 são:

- 2a) remoção de amostra de sedimento e disposição nas imediações do lago, em quantidade minimamente adequada para monitoramento de suas propriedades físico-químicas, conforme item b;
- 2b) análise dos sedimentos a serem removidos do lago IV (tempo de desidratação, comportamento de compactação do solo e testes de sua utilização como substrato para assentamento, pistas de caminhada e ciclismo);
- 2c) monitoramento dos odores do processo de decomposição orgânica, capacidade de diluição na atmosfera do local e formas de mitigação quando for o caso;
- 2d) teste de utilização dos sedimentos como substrato para plantio de grama e plantas e correções que permitam alcançar a condição adequada para o paisagismo;
- 2e) identificar e quantificar as áreas adjacentes capazes de receber o sedimento removido sem tê-lo que transportar para fora do ambiente do lago;
- 2f) executar a remoção do sedimento, nas proporções recomendadas para cada lago do sistema Igapó.

A análise de que trata o item 2b acima será de natureza complementar aos dados contidos no Relatório Técnico G127-04-RT-200-00-001-R0, de junho de 2015. Neste caso serão aproveitados os resultados da análise de caracterização granulométrica, das concentrações de substâncias químicas e sua adequação aos limites estabelecidos na Resolução Conama 420/2009 (Anexo 2.1). Para a remoção dos sedimentos, propõe-se o

uso de dragas de succão e recalque para sedimentos mais interiores e retroescavadeira para áreas adjacentes (2a, 2f).

5.3 Ações voltadas ao monitoramento e acompanhamento das SBN

Existem diversos modelos ao redor do mundo que utilizam o IQA para verificar a qualidade de suas águas, e no caso deste projeto será utilizado o IQA implementado a partir de 1975 pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e nas décadas seguintes adotado por outros estados brasileiros, sendo atualmente o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2004). Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos (ANA,2004).

Para o desenvolvimento do terceiro eixo, será necessário a realização de coletas de amostras para acompanhamento do Índice de Qualidade da Água (IQA). As coletas serão realizadas seguindo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, elaborado em uma parceria entre a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e a Agência Nacional de Águas (ANA) no ano de 2011.

Os procedimentos experimentais seguirão os métodos de acordo com o Standart Methods for the examination of Water and Wastewater, 23rd edition, 2017, além de complementações da ABNT NBR 10664/89 - Determinação de Resíduos Sólidos, Norma Técnica Interna da SABESP NTS 013, Manual Prático de Análises de Água – Fundação Nacional da Saúde (FUNASA,2013) e Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltado para análises de águas e esgotos sanitário e industrial da Universidade de São Paulo (USP).

Serão considerados inicialmente os pontos identificados na Figura 5.2 e Tabela 5.1, que são locais onde já houve coletas em anos anteriores. Ajustes de localização de pontos poderão ser feitos ao longo da execução do projeto.



Figura 5.2 Locais dos pontos de coleta

Ponto de Coleta	Nome do Local
P1	Nascente do Ribeirão Cambé
P2	Lago próx. a nascente do Rib.Cambé
P3	Córrego do Cacique
P4	Ponto no leito do Ribeirão
P5	Córrego da Mata
P6	Córrego do Bororé
P7	Lagoa Igapó IV
P8	Córrego do Rubi
P9	Lago Igapó III
P10	Córrego do Água Fresca
P11	Lago Igapó II
P12	Córrego do Leme
P13	Córrego do Capivara
P14	Lago Igapó I (Ponto 1)
P15	Lago Igapó I (Ponto 2)

Tabela 5.1 - Locais e nomes dos pontos de coleta.

Para a determinação do IQA, serão monitorados os seguintes parâmetros:

Turbidez: A medição será realizada através de turbidímetro da marca Policontrol, modelo AP 2000, devidamente calibrado com solução de turbidez de faixa conhecida seguindo a recomendação do fabricante. A unidade de medida do turbidímetro será a Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT).

Sólidos totais, Dissolvidos e em Suspensão: A metodologia utilizada para determinação sólidos totais será o método gravimétrico. A técnica utilizada está de acordo com o manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltado para análises de águas e esgotos sanitário e industrial da Universidade de São Paulo (USP).

Nitrogênio Total Kjeldahl, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Fósforo Total: As análises de Nitrogênio Total Kjeldahl, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}) e Fósforo Total serão realizados através do laboratório – Instituto de Tecnologia e Laboratórios – ITL Laboratórios, situado na cidade de Londrina-PR. O laboratório possui certificações no Cadastro de Certificação de Laboratório CCL – IAP e ISO/IEC 17.025. O laboratório disponibilizará os frascos de coleta e caixa térmica refrigerada para acondicionamento e transporte das amostras, seguindo normas e legislações vigentes e de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB; ANA,2011).

Coliformes Termotolerantes e *E.coli*: A determinação de coliformes termotolerantes será realizada pelo mesmo laboratório onde serão realizadas as análises físico-químicas. A análise será realizada pelo método da filtração de membrana, seguindo as etapas de preparo de meio de cultura, incubação da amostra por 24 horas em temperatura controlada e realização da leitura do número mais provável de coliformes (NMP) por 100 mL. Os frascos estéreis e a caixa térmica para o acondicionamento das amostras ficarão a cargo do próprio laboratório. A determinação estimada de *E. coli* seguirá o modelo de estudo da CETESB realizado no ano de 2008 que verificou a linearidade entre as

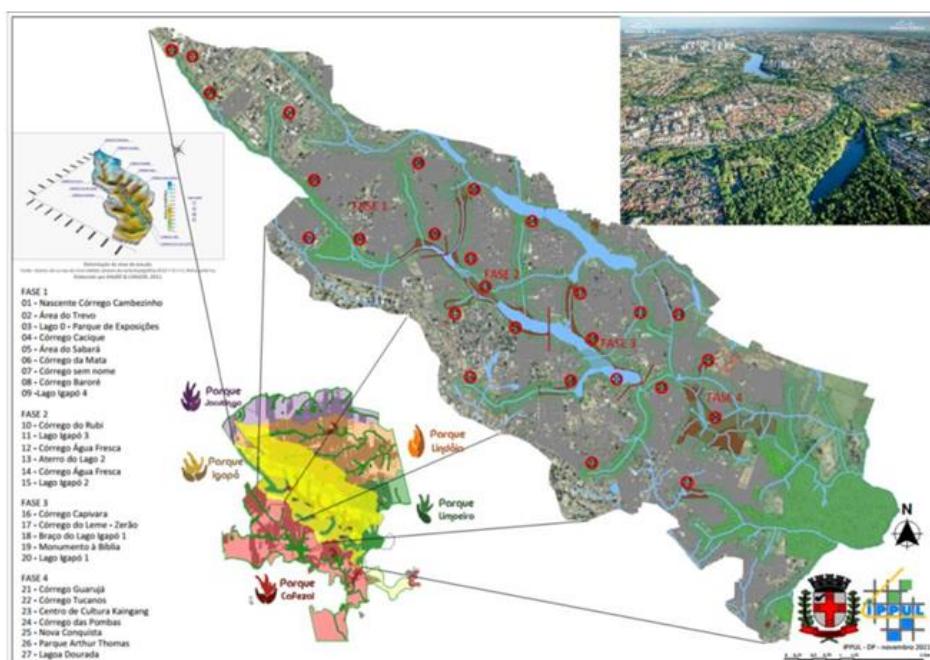
concentrações de *E. coli* e coliformes termotolerantes em águas residuais numa faixa de porcentagem entre 74,5 % e 84,7% (CETESB, 2008). A estimativa terá um valor fixado em 80% da concentração de coliformes termotolerantes, de acordo com o estudo da CETESB, que prevê a multiplicação da concentração de coliformes termotolerantes por 0,8 para determinar a concentração de *E. coli* na utilização no cálculo do IQA (CETESB, 2017).

O índice de qualidade da água será determinado através do software Qualigraf 2018 versão v.1.17. O software foi desenvolvido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCME). O software permite a realização de outros cálculos além do IQA, tais como balanço iônico, sólidos totais dissolvidos e salinidade. Os valores do IQA são classificados em intervalos variam de 0 a 100 e são identificados em cinco diferentes tipos distintos, de acordo os valores encontrados. A tabela 5.2 apresenta os valores e a classificação da qualidade das águas.

Valores de IQA	Classificação
91 - 100	Ótima
71 - 90	Boa
51 - 70	Razoável
26 – 50	Ruim
0 - 25	Péssima

Tabela 5.1. Valores de IQA e classificação da qualidade da água.

Fonte: (ANA,2004)

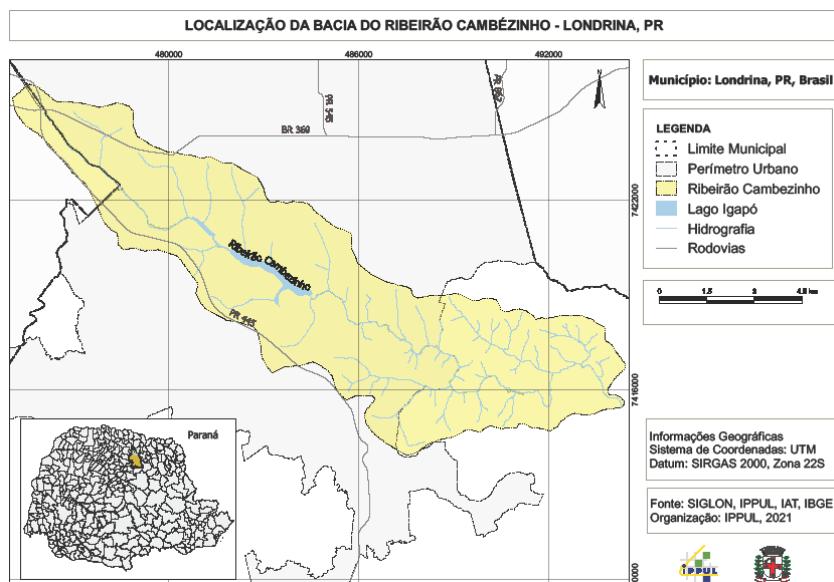


6. RECURSOS HUMANOS

Nome	Perfil	Cargo	Jornada de trabalho	Período	Remuneração	Atividades	Relatório	Natureza do Trabalho
Dr. Jorge Alberto Martins	Metereologista	Coordenador Técnico	15 h/s	24 meses	acordo de cooperação PML x UTFPR	Cordenação técnica e acompanhamento do projeto		Técnica
Dra. Leila Droprinchinski Martins	Química	apoio técnico	10 h/s	6 meses	acordo de cooperação PML x UTFPR	Aálises químicas dos sedimentos		Técnica
Dr. Marcos J. G. Rambalducci	Economista	Análise de Valoração Econômica dos RAs	10 h/s	24 meses	acordo de cooperação PML x UTFPR	Elaboração da Valoração Econômica e análises de viabilidade Econômica		Técnica
Dra. Alessandra	Química	Análise toxicidade	10 h/s	6 meses	acordo de cooperação PML x UTFPR	Análise de metais tóxicos em nível de traço em amostras ambientais		Técnica
Tadeu Felismino	Jornalista	Comunicação Social do Projeto	10 h/s	6 meses	Presidente do IPPUL	divulgação dos trabalhos		
Robson Naoto Shimizu	Arquiteto Urbanista	Analista de Projeto	10h/s	24 meses	Funcionário público do IPPUL	Coordenador dos projetos de Parques Lineares		Técnica
Amanda Salvioni Sisti	Arquiteto Urbanista	Projetista	20h/s	24 meses	Funcionário público do IPPUL	Autora dos projetos de Parques Lineares		Técnica
Sandra Takahashi	Arquiteto Urbanista	Projetista	20h/s	24 meses	Funcionário público do IPPUL	Autora dos projetos de Parques Lineares		Técnica
Luciana Luquez	Engenheira Florestal	Analista ambiental	10h/s	24 meses	Funcionário público do IPPUL	Projetos de recuperação ambiental		Técnica
João Alberto Verçosa	Engenheiro Civil	Fiscalização de Obras	20h/s	23 meses	Secretário de Obras e Pavimentação - SMOP	Acompanhamento da execução de Obras		Técnica
Fernando Lovel Bergamasco	Engenheiro Civil	Coordenador Geral	20h/s	24 meses	Funcionário público da SMOP	Coordenação Geral do projeto		Técnica
Marcia Uwai	Engenheira Civil	Fiscalização de Obras	20h/s	24 meses	Funcionária pública da SMOP	Acompanhamento da execução de Obras		Técnica
Gil Gameiro	Engenheiro Civil	Analista Técnico	10h/s	6 meses	Concessionário do serviço de água e esgoto	Levantamentos/diagnóstico		Técnica
Fernando Norio	Engenheiro Civil	Analista Técnico	10h/s	6 meses	Concessionário do serviço de água e esgoto	Levantamentos/diagnóstico		Técnica
Claudio Tedeschi	Engenheiro Civil	Analista Técnico	10h/s	6 meses	Superintendente da Sercomtel	Acompanhamento da execução de Obras		Técnica
Ronaldo Siena	Adm. De empresas	Analista Ambiental	10h/s	24 meses	Secretário do Meio Ambiente - SEMA	Licenciamento ambiental do projeto		Técnica
Thiago Augusto Domingos	Geógrafo	Analista Ambiental	10h/s	6 meses	Funcionário Público SEMA	Licenciamento ambiental do projeto		Técnica
Adanilo Aparecido Landgrafi Barbosa	Contador	Coordenador Financeiro	20h/s	24 meses	Diretor Financeiro da PML	Prestação de Contas		Técnica

A seleção de pessoal da equipe de execução das obras necessárias para implementar o projeto será realizada por meio de Licitação. No entanto informamos em detalhes dados da equipe que já vem trabalhando neste projeto, membros desta Ação Integrada.

7. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS AÇÕES



8. CAPACIDADE TÉCNICA E GERENCIAL PARA EXECUÇÃO DO OBJETO.

A Prefeitura de Londrina dispõe de sede própria recém reformada onde abriga várias secretarias, inclusive as que participarão deste projeto. A Secretaria de Meio Ambiente do Município está instalada no Parque Arthur Thomas, Unidade de Conservação no extremo dos lagos objeto deste Pleito. Todas as instalações dispõe de auditório, equipamentos, rede de informática e de dados.

9. PÚBLICO BENEFICIÁRIO

A população de Londrina é a maior beneficiária deste projeto, pois de múltiplas formas o impacto será extremamente positivo. Segundo dados do Censo do IBGE, Londrina chegou à marca de 580.870 de habitantes em 2021.

10. DETALHAMENTO DOS CUSTOS

10.1.1 LISTAGEM DE METAS/ETAPAS - FASES

ETAPAS DO TRABALHO				
		VALOR	INÍCIO	TÉRMINO
META I	Possibilitar a deposição definitiva dos sedimentos retirados do leito no entorno dos lagos:	R\$ 500.000,00	MÊS 1	MÊS 3
Etapa 1	Analisar a composição química, física e orgânica do sedimento a ser removido no processo de desassoreamento;	R\$ 150.000,00		
Etapa 2	Proceder com as medidas que permitam desidratar e utilizar os sedimentos retirados como substrato vegetativo e substrato compactável;	R\$ 250.000,00		
Etapa 3	Levantar a capacidade do entorno do lago receber a totalidade dos sedimentos removidos do leito dos lagos.	R\$ 100.000,00		
META II	Impedir que a poluição difusa venha a comprometer a qualidade da água dos lagos:	R\$ 34.627.300,00	MÊS 2	MÊS 10
Etapa 1	Mapear o sistema de galerias de captação das águas pluviais que desaguam no lago e calcular volumetria e velocidade de escoamento;	R\$ 100.000,00		
Etapa 2	Desenvolver as caixas de retenção de poluição difusa a serem instaladas antecedendo deu despejo no lago;	R\$ 1.500.000,00		
Etapa 3	Desenvolver o sistema de diques de contenção de poluição das águas dos 8 tributários que descarregam nos lagos;	R\$ 8.000.000,00		
Etapa 4	Definir a opção que melhor se adequa para a estrutura de arrimo a ser construída/installada ás margens dos lagos;	R\$ 21.027.300,00		
Etapa 5	Definir e implementar os mecanismos de SBN na retenção e infiltração de água.	R\$ 4.000.000,00		
META III	Proceder a remoção dos sedimentos acumulados no leito dos lagos	R\$ 52.548.215,86	MÊS 12	MÊS 20
Etapa 1	Definir qual a abordagem mais adequada para a remoção dos sedimentos de acordo com a característica de cada um dos lagos	R\$ 50.000,00		
Etapa 2	Determinar a quantidade de sedimentos a ser retirados de cada um dos lagos	R\$ 250.000,00		
Etapa 3	Definir os locais de depósito temporário para os sedimentos retirados	R\$ 50.000,00		
Etapa 4	Aplicar o procedimento considerado mais adequado para a desidratação e preparo dos sedimentos como substrato de compactação e vegetativo	R\$ 52.336.089,00		
Etapa 5	Definir os locais de depósito definitivo para os sedimentos retirados	R\$ 50.000,00		
META IV	Implementar as ações voltadas ao monitoramento e acompanhamento das SBN	R\$ 70.000,00	MÊS 2	MÊS 6
Etapa 1	Estabelecer as métricas de aceitação dos níveis de qualidade para cada parâmetro	R\$ 30.000,00		
Etapa 2	Definir os procedimentos e equipamentos a serem utilizados no processo de acompanhamento	R\$ 20.000,00		
Etapa 3	Estabelecer os protocolos de atuação para correção dos níveis de qualidade estabelecidos	R\$ 20.000,00		
		R\$ 87.745.515,86		

11. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS METAS/FASE