

**PLANO DE MITIGAÇÃO DE INUNDAÇÕES E ESCORREGAMENTOS
PARA A CIDADE DE PARAIBUNA, SÃO PAULO
ESTUDO PRELIMINAR**

Anália M.M.C. AMORIM ¹; Valdemir L. ROSA ²

Resumo - O objetivo deste artigo é sugerir providências e dispositivos que contribuam para o enfrentamento das inundações e escorregamentos que afetam a cidade de Paraibuna, apresentados sob a forma de um Estudo Preliminar. Nele, são adotadas as seguintes premissas: reconhecer que estamos diante de mudanças climáticas; evitar a adoção de grandes obras de combate a inundações e escorregamentos, que consomem grande parte da verba destinada aos municípios e, frequentemente, não abarcam os problemas por inteiro; eleger dispositivos de baixo e médio impactos, do ponto de vista ambiental e orçamentário, os quais lidam principalmente com as inundações e escorregamentos a partir da análise não apenas dos locais afetados pelos processos, mas e fundamentalmente, a partir do estudo das bacias e encostas envolvidas; e apontar abordagens que se viabilizarão a partir de futuras conversas com a população na construção e aperfeiçoamento dos conceitos que embasam esses dispositivos, para que as ações sejam consequentes, legítimas e longevas. Este material faz parte de um trabalho mais amplo, realizado em 2023, por solicitação da REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda, no âmbito do projeto de elaboração dos Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRRs) e Plano Integrado de Gestão de Riscos de Desastres Naturais de UGRHI 02, elaborado pela REGEA sob supervisão técnica da FUNDAG, com financiamento do FEHIDRO. Este artigo é uma versão ampliada do estudo preliminar presente no livro “Manual de Dispositivos de Redução de Riscos para a Adaptação às Mudanças Climáticas”.

Abstract - The goal of this article is to suggest actions and devices to contribute on tackling floods and landslides affecting the city of Paraibuna in the state of São Paulo, Brazil, presented here in the form of a Preliminary Study. The following premises are adopted in it: to recognize that we are facing climate change; to avoid the adoption of large-scale works to combat floods and landslides, which usually consume a large portion of the local budget, allocated to municipalities, and frequently do not solve the problem in its entirety; to elect devices with low and medium impacts, both from an environmental and budgetary points of view, which deal mainly with floods and landslides based on the analysis not only of the affected places, but fundamentally, based on the study of the basins and slopes involved; and to point out viable approaches based on future conversations with the population in the construction and improvement of the concepts that underpin these devices, so that the actions are consequential, legitimate and long-lasting. This material is part of a broader work, carried out in 2023 at the request of REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda, within the scope of the project to prepare the Municipal Risk Reduction Plans (PMRRs) and the Integrated Natural Disaster Risk Management Plan of UGRHI 02, prepared by REGEA under the technical supervision of FUNDAG, with financing from FEHIDRO. This article is an expanded version of the preliminary study contained in the book “Manual of Risk Reduction Devices for Adaptation to Climate Change”.

Palavras-Chave – inundações; escorregamentos; plano diretor; Paraibuna

1. Arquiteta, Livre Docente - Universidade de São Paulo e Associação Escola da Cidade, (11) 99625 22 81, aamorim@usp.br

2. Arquiteto, Doutorando PUC - Campinas, São Paulo, Professor da Escola da Cidade. (19) 98201 6767, vlr.arq@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação urbana desordenada somado às mudanças climáticas, vêm influenciando significativamente parte do aumento dos desastres ambientais. Este estudo focalizará os atuais problemas de inundações e escorregamentos na cidade de Paraibuna, estado de São Paulo.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

Os primeiros registros conhecidos do que será em 1857 a cidade de Paraibuna datam de 13 de junho de 1666, quando viajantes vindos de Taubaté e da cidade de São Paulo desceram o rio Paraitinga, chegaram à confluência do rio Paraibuna, seguiram pela floresta por cerca de dois quilômetros e se instalaram às margens daquele rio de águas escuras.

Até hoje localizada à margem esquerda do rio Paraibuna, a cidade de mesmo nome está a 635 metros acima do nível do mar, entre as coordenadas 23° 23' 10" Sul e 45° 39' 44" Oeste.

O solo paraibunense, antes enriquecido pela Mata Atlântica, ao longo da ocupação humana foi sendo desmatado para abrigar, no início, a agricultura de subsistência. No século XVIII, os engenhos plantaram cana-de-açúcar. Já no século XIX, nos anos de 1830, a cana foi substituída pelo café. Ainda naquela década, a cidade já registrava cerca de 34 fazendas de café e 87 sítios de outras culturas. A ascensão e queda do ciclo do café em Paraibuna datam de 1830 a 1870. Com o seu declínio, o solo já empobrecido, deu sustentação à lavoura do algodão. Vinte anos depois, a cidade que teve sua economia ligada predominantemente à agricultura, viveu um período de crise econômica que varreu dos anos de 1890 a 1920.

Esse cenário de crise só começou a se transformar com a implantação em 1955 do porto marítimo de São Sebastião e com a pavimentação em 1957 da rodovia dos Tamoios, a qual liga a cidade de São José dos Campos às cidades de Caraguatatuba e São Sebastião, passando pela cidade de Paraibuna e sendo até hoje importante vetor de mobilidade. Esses dados podem ser vistos no mapa a seguir (figura 1), capturado no *wikimapa* em 2023, onde se vê a rodovia dos Tamoios ligando o porto de São Sebastião às cidades de Caraguatatuba e São José dos Campos. Notem-se também informações atuais, como a represa de Paraibuna, a malha viária atual, a mancha da Mata Atlântica, a nomenclatura atual das cidades...

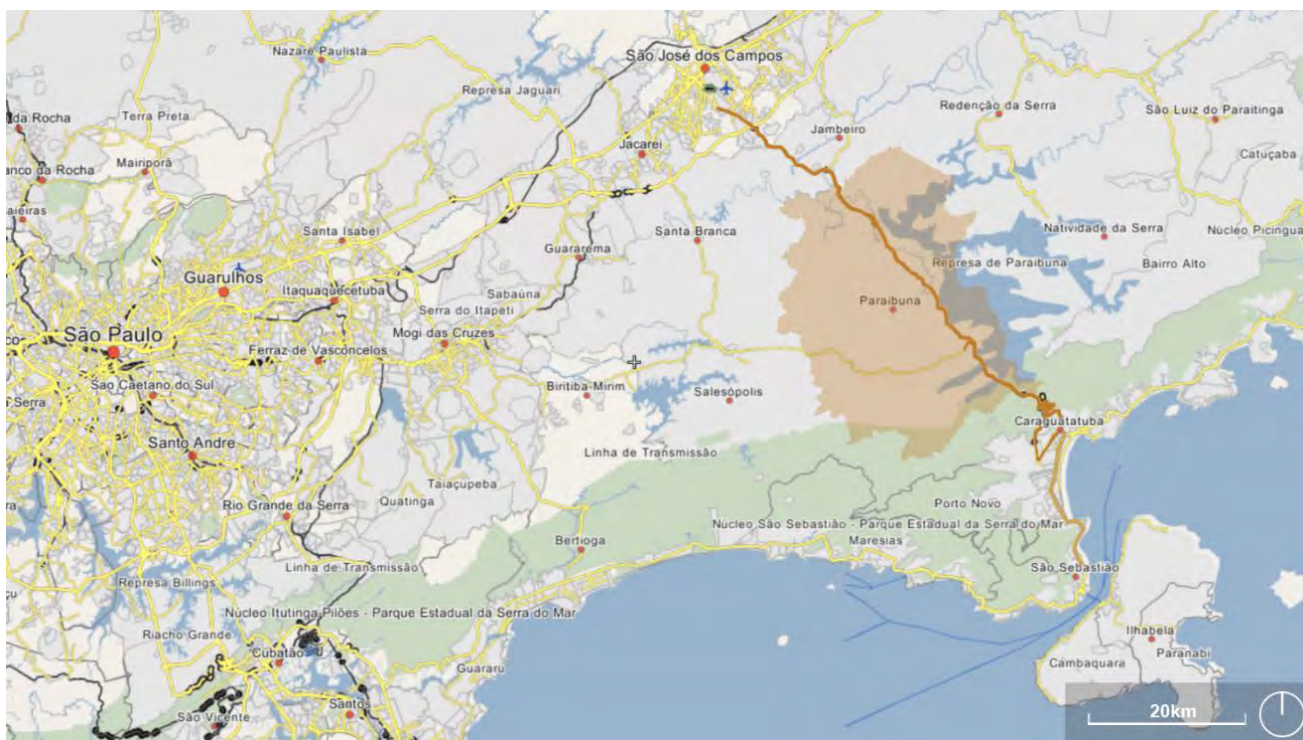


Figura 1. Mapa mostrando fragmento da malha rodoviária do estado de São Paulo. Em destaque a rodovia dos Tamoios. Fonte: Elaboração própria com base em mapa da Wikimapia, 2023.

Na década de 1950 os solos paraibunenses, então desprovidos de floresta e extensas plantações, ainda serviriam para prover de pasto à criação do gado leiteiro, trazido para região por famílias mineiras que migraram em busca de terras descansadas. A produção de leite alcançou nos anos de 1960 a considerável cifra de 50.000 litros de leite por dia.

Na década de 1970, o Brasil foi marcado pela construção de grandes obras de represamento dos seus rios, com a finalidade de produção de energia e controle de inundações. Mais uma vez, a cidade sofreu alterações na sua economia. A represa de Paraibuna foi construída nesta época, represando as águas dos rios Paraibuna e Paraitinga para alimentar a Usina Hidrelétrica de Paraibuna, regular a vazão do rio Paraíba do Sul e alimentar de energia elétrica várias cidades do Vale do Paraíba do Sul e do estado do Rio de Janeiro. Esta decisão técnica foi responsável por alagar uma área de 177 km² de terras baixas e férteis da cidade de Paraibuna e entorno, alterando também o traçado da rodovia dos Tamoios.

No final da construção da barragem e da usina hidrelétrica de Paraibuna, a mão de obra então desempregada dos afazeres da construção civil, buscou, mais uma vez a agricultura, agora plantando feijão, tomate, milho... O pecuarista também sofreu transformações, passando a se dedicar mais ao gado de corte, que demanda menos mão de obra e menos aporte de recursos.

Os produtores que não se adaptaram às novas formas de exploração agrícola e pecuária do solo, dividiram suas propriedades em chácaras respondendo e alimentando a uma demanda imobiliária por locais mais sossegados de viver. Paraibuna passou a ser uma opção turística e um reduto de tranquilidade frente aos frenesim das grandes cidades. Já havia se tornado uma cidade de prestação de serviços. Em 2019, a cidade já contava com uma população de 18.222. Hoje esse número se aproxima dos 20.000 habitantes, o que a faz demandante de um Plano Diretor, peça fundamental do Estatuto da Cidade promulgado em 2001 e instrumento civil que possibilita e ampara o fortalecimento de políticas públicas nas cidades brasileiras rumo à inclusão social e territorial.

3. MEMORIAL DESCRITIVO DO ESTUDO PRELIMINAR

Vemos nesse mapa do IBGE (figura 2), editado pela primeira vez em 1973 na escala de 1:50.000, a mancha da cidade de Paraibuna, ainda antes da construção da represa de mesmo nome, mas já cortada pela rodovia dos Tamoios, ou SP 99.

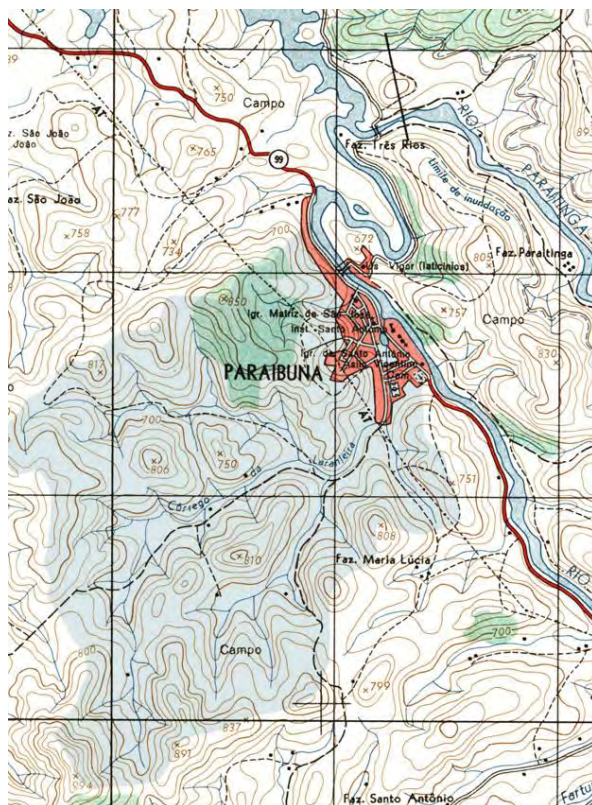


Figura 2. Fragmento trabalhado do mapa do IBGE. Fonte: IBGE, 1973.

Ainda neste mapa é possível ver uma linha tracejada azul que delimita a área de enchentes do rio Paraitinga. Passando por dentro da cidade de Paraibuna, veem-se os córregos da Laranjeira com seus respectivos afluentes, atualmente responsáveis pelas inundações que atingem a parte mais baixa da cidade. Interessante notar que existe, neste mesmo mapa, o registro de uma área de alagamento que forma uma pequena lagoa no seu curso, resultante da confluência do córrego da Laranjeira. A demarcação de sua bacia, vista no mapa como uma área pintada de azul, é de suma importância para este trabalho, pois a sua delimitação embasa a proposta do Estudo Preliminar do Plano de Mitigação de Inundações e Escorregamentos para a cidade de Paraibuna.

Ao sobrevoar a cidade, vê-se que boa parte das montanhas que conformam a bacia do córrego da Laranjeira encontra-se com muita pouca cobertura vegetal. O solo exposto fica susceptível à lixiviação, assoreando a malha hídrica, além de aumentar a velocidade de escoamento das águas de chuva e sobrecarregar a jusante. O fato é que Paraibuna vem sofrendo inundações de consideráveis proporções. Somando-se a superfície da Bacia do córrego da Laranjeira e de seus afluentes, juntamente com o solo ocupado pela cidade de Paraibuna, estimou-se uma área de 200ha de pasto desprovido de cobertura vegetal expressiva.

A primeira indicação deste Projeto Preliminar para a cidade de Paraibuna é, portanto:

- Sombrear as encostas que compõem a bacia, através da plantação de árvores, arbustos e gramíneas, a fim de retardar a velocidade de escoamento das águas de chuva e proteger a estrutura dos solos (figura 3).



Figura 3. Revegetação das encostas das sub bacias e a criação do Parque do Córrego da Laranjeira, no trecho entre a Ponte 3 e 1, se prolongando até o delta no rio Paraibuna. Em verde escuro, as áreas de pasto a serem reflorestadas. Em marrom, a proposta do parque linear às margens do córrego da Laranjeira.

A especificação desta vegetação pode estar de acordo com um plano de geração de renda, feito em conjunto com os proprietários e a população. Ao produzirem madeira, frutas, castanhas, legumes, flores, óleos, cosméticos... a população pode vir a criar alternativas financeiras em consonância com uma estratégia de contenção de encostas, redução de enchentes, criação de paisagem e geração de conforto climático.

Nas visitas feitas à cidade, também se observou que duas das pontes no decorrer deste córrego provocam estrangulamento do fluxo d'água: as pontes 1 e 2 conforme se vê no levantamento das áreas de risco elaborado pela REGEA (figura 4).



Figura 4. Levantamento da REGEA sobre as áreas sujeitas a inundações e escorregamentos. Em laranja, as áreas com risco alto de escorregamento (R3). Em vermelho, as áreas com risco muito alto de escorregamento (R4). Em azul, as áreas com risco de inundação.

1 - Ponte e setor 1; 2 - Ponte e setor 2; 3 - Ponte e setor 3; 4 - Ponte e setor 4; 5 - Setor 5.

Na ponte 1, que fica próxima à desembocadura do Córrego da Laranjeira no rio Paraibuna, não apenas há um estreitamento na sua caixa como seu traçado provoca solapamento da sua margem direita, logo após a ponte, conforme vemos nas figuras 5 e 6. A ponte 2 (figura 7) já sofreu duplicação da sua capacidade de vazão, mas a cidade ainda padece de inundações ...



Figura 5. Ponte 1 sobre o córrego da Laranjeira. Figura 6. Solapamento provocado pelas inundações do córrego. Fotos: Sérgio Ludemann, 2023.



Figura 7. A duplicação da vazão da ponte 2 sobre o córrego da Laranjeira não garantiu a solução das inundações em Paraibuna. Foto: Anália Amorim, 2023.

Ao longo do curso deste córrego, existem também zonas de erosão e solapamento. As erosões são, na maioria das vezes, resultado do lançamento mal planejado das águas pluviais nas suas margens, assim como do lançamento do esgoto das casas lindeiras diretamente no seu leito.

São diretrizes do Estudo Preliminar:

- A reconstrução das duas pontes, o que significa vencer um vão de 15 metros cada, com a finalidade de alargar a caixa de vazão fluvial e evitar o estrangulamento dos fluxos d'água nas épocas de enchentes, o que vem gerando as inundações.
- A condução das águas de chuva e das águas de esgotamento sanitário.
- A instalação integral do saneamento básico na cidade, garantindo a saúde da população, a estrutura dos solos e a qualidade das águas do córrego. Tendo essa condição como desejável e imprescindível
- O alargamento de pequenos trechos do córrego, com a finalidade de criar programas de lazer e usufruto das águas de um córrego recuperado.

- A instalação de jardins de chuva nas cabeceiras do campo de futebol e da pista de atletismo.

Avançando a questão do balanço hídrico, o Estudo Preliminar propõe:

- A criação do Parque do Córrego da Laranjeira, no trecho entre a Ponte 3 e 1, se prolongando até o delta no rio Paraibuna.

O Parque conterá várias lagoas de retenção que, nas épocas secas, abrigarão equipamentos de esporte e lazer.

Como o alargamento da caixa das pontes 1 e 2 provocará o aumento da quantidade de água que chegará ao delta do córrego, na época das enchentes, essa água será armazenada nas grandes lagoas de retenção do delta.

Todas as lagoas planejadas terão a capacidade de reter cerca de 9 milhões de litros d'água.

O movimento de terra do Parque conformará as lagoas e moldará a ciclovia e os caminhos de pedestres no interior do Parque. Esta ciclovia, de cerca de 2 quilômetros de comprimento, visa atravessar a cidade de norte a sul, pela cota seca próxima do córrego da Laranjeira e do rio Paraibuna, retirando o ciclista dos perigos do estreito viário paraibunense.

As erosões e solapamentos presentes nas margens serão tratadas através de pequenos dispositivos: escadas drenantes, gabiões, colchões Reno... que abrigarão, quando possível, espaços de encontro e lazer.

Quanto ao escorregamento constatado no relatório da REGEA na área 6, propõe-se um retaludamento da encosta e aplicação de solos grampeados.

A seguir propostas de desenhos urbanos que configuram o Parque do Córrego da Laranjeira (Figuras 8, 9, 10, 11, 12 13 e 14)

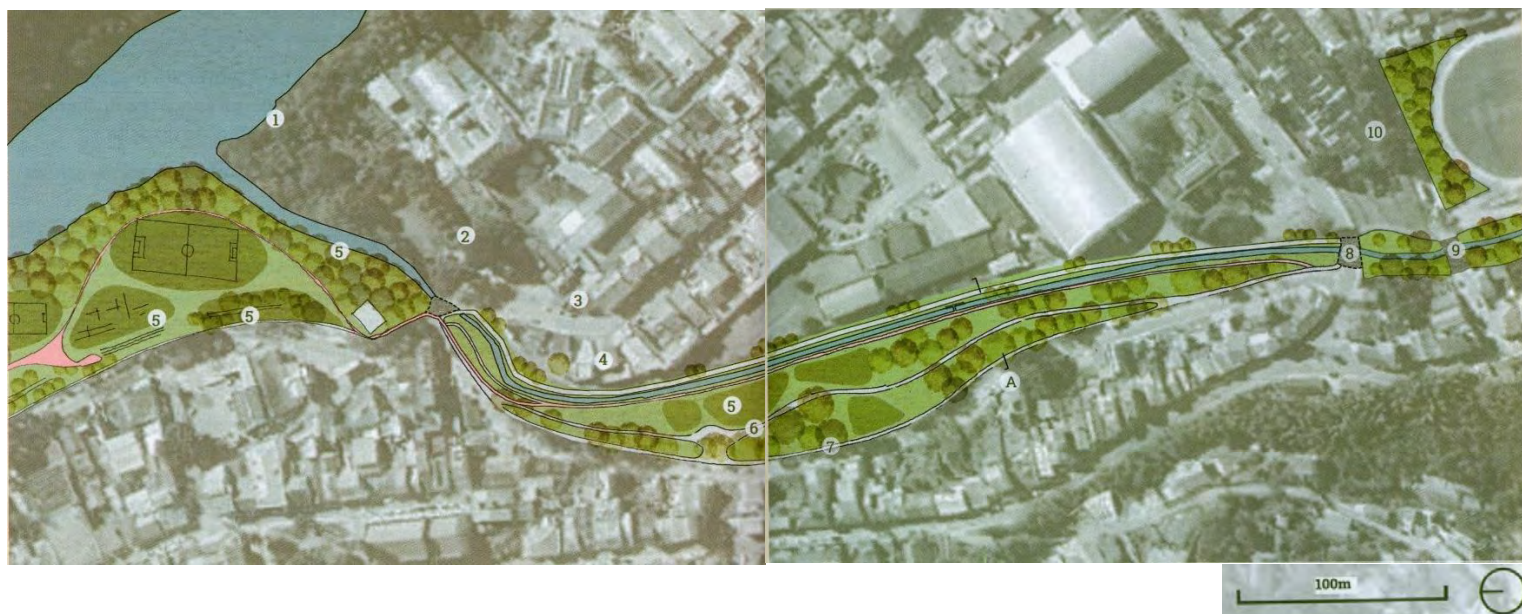


Figura 8. Parque linear do Córrego da Laranjeira. Fonte: elaboração própria com base Google Earth, 2023.

1. Rio Paraibuna; 2. Córrego da Laranjeira; 3. Ponte 1 (alargamento); 4. Ciclovia; 5. Lagoas de biorretenção com capacidade de 9.000.000 L; 6. Caminho + armazenamento subterrâneo de 350.000 L; 7. Calçada; 8. Ponte 2 (alargamento); 9. Ponte 3; 10. Jardim de chuva; A. Corte A (ver figura 10)



Figura 9. Tratamento dos processos de solapamento e erosão Parque do Córrego da Laranjeira.



Figura 10. Corte A - Parque do Córrego da Laranjeira.

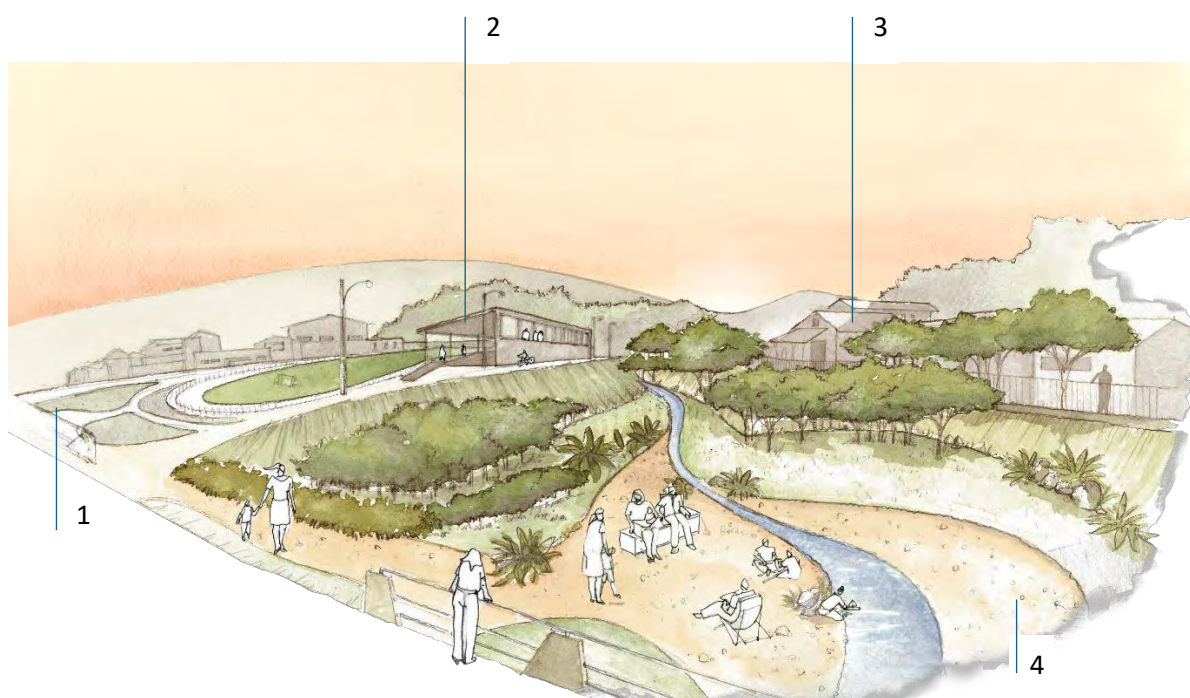


Figura 11. Possibilidade de desenho urbano.
1. jardins de chuva; 2. arquibancada do campo de futebol que pode olhar o córrego;
3. casas que podem observar a paisagem; 4. área de lazer.



Figura 12. Perspectiva Parque do Córrego da Laranjeira.



Figura 13. Vista aérea da cidade de Paraibuna com o Parque do Córrego da Laranjeira

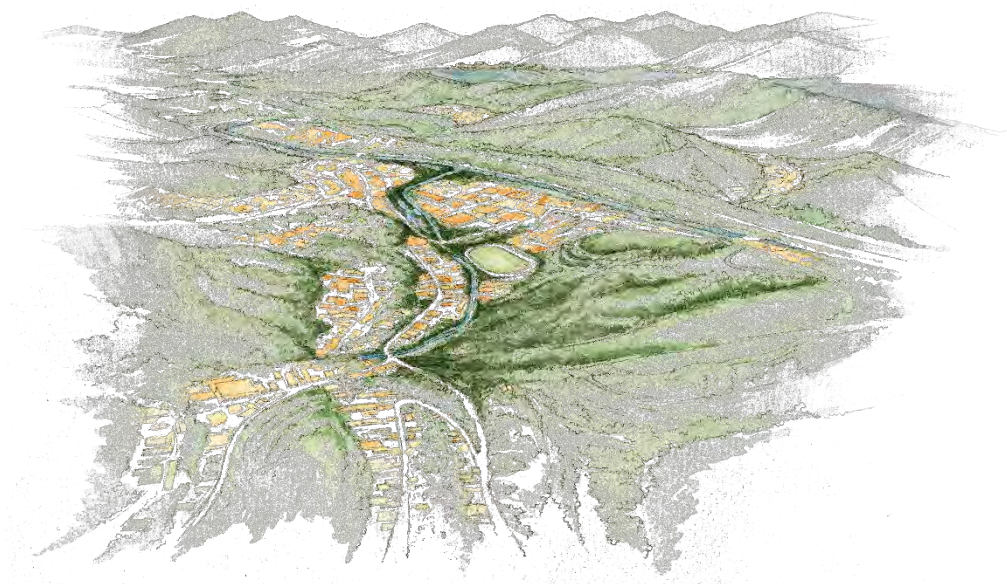


Figura 14. Vista aérea da cidade de Paraibuna com o Parque do Córrego da Laranjeira.

As ideias aqui contidas e desenhadas fazem parte do projeto de mitigação dos efeitos dos processos de erosão, escorregamento, solapamento e inundação. São dispositivos que foram tratados e que buscam lidar, de forma consciente e econômica, com os riscos frente às atuais mudanças climáticas.

Foram apresentadas na forma de um Estudo Preliminar, todavia inteiramente comprometido com a tentativa de adoção de uma escala mais reduzida de obra a qual possa interagir mais intensamente com a população, criando com ela e para ela espaços de lazer, contemplação, esporte, celebrações e encontros.

4. CONCLUSÕES

Para lidar com os impactos causados pelos processos geodinâmicos e para evitar os desastres e prejuízos decorrentes deles, primeiramente é importante compreender esses fenômenos em si. Ao assimilar, por exemplo, como um processo erosivo tem início e como posteriormente se agrava, é possível ter mais clareza em relação às maneiras de lidar com essa situação. Antes de tomar qualquer medida é importante saber enxergar o processo que está acontecendo e identificar suas causas.

Sempre que possível, a melhor alternativa é evitar que esses desastres ocorram. Por isso, qualquer medida de prevenção que antecipe o agravamento dos processos geodinâmicos é altamente desejada. É importante que as instâncias públicas estejam atentas e sensíveis às formas danosas de ocupação do solo e tome providências a esse respeito, garantindo que os cidadãos tenham condições de habitar de maneira segura em relação ao ambiente. Vale ressaltar que toda medida que vise a redução dos riscos no enfrentamento dos desastres naturais e antrópicos só será tecnicamente eficiente se se tornar uma política de atuação pública com comprometimento do setor privado e com o avanço da conscientização e participação da população. Que as decisões políticas devem ser embasadas em critérios técnicos de projeto, comprometidos com a operação e a manutenção do sistema. Que para a realização dos projetos se fazem necessários dados e trabalhos técnicos, mapa de uso e ocupação da área em estudo, conhecimento da legislação ambiental do local, dados dos possíveis financiamentos e das políticas fiscais.

Finalmente que todo esse esforço tem que contar com o apoio da população, importante ator na manutenção de qualquer dispositivo de mitigação de riscos. Daí a necessidade desses projetos serem eficientes e gentis com o povo, pois isso facilitará sua adoção e compreensão do sistema por parte do usuário.

AGRADECIMENTOS

A Aline Nunes pelas aquarelas sobre o projeto. À equipe técnica do escritório AME - o qual coordenamos, nas figuras de Aline Nunes, Luíza Bechelli e Pedro Feriotti. A REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda na figura dos nossos consultores Dr. Adalberto Aurélio Azevedo (in memoriam), Pedro Machado Simões e Fernando Machado Alves. E ao Engenheiro Sérgio Murari Ludemann da Ludemann Engenharia pela atenta consultoria técnica e cessão de imagens.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Anália; ROSA Valdemir Rosa. Manual de Dispositivos de Redução de Riscos para a Adaptação às Mudanças Climáticas. ABGE Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo, 2024 .

KONGJIAN, Yu. 2010 Shanghai Expo - The Houtan Park. China: Turenscape; Chinese Architecture Industry Press, 2010.

LUDEMANN, Sérgio. PMRR Vale do Paraíba SP - tópicos sobre geotecnia estabilidade de encostas e contenções. Material veiculado como apostila do programa de Pós-Graduação da Escola da Cidade. São Paulo: Escola da Cidade, 2019.

REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais. Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRRs) e Plano Integrado de Gestão de Riscos de Desastres Naturais da UGRHI 02. 2023.