



Patrícia da Silva Estácio

**Adaptação de sistemas ribeirinhos como estratégia
de redução de inundação**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Rio.

Orientadora: Profa. Maria Fernanda Rodrigues Campos Lemos

Rio de Janeiro
abril de 2022



Patrícia da Silva Estácio

Adaptação de sistemas ribeirinhos como estratégia de redução de inundação

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

Profa. Maria Fernanda Rodrigues Campos Lemos

Orientadora

Departamento de Arquitetura e Urbanismo – PUC-Rio

Profa. Maíra Machado Martins

Departamento de Arquitetura e Urbanismo – PUC-Rio

Prof. Osvaldo Moura Rezende

Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente –
Poli/UFRJ

Rio de Janeiro, 25 de abril de 2022

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem a autorização da universidade, da autora e da orientadora.

Patrícia da Silva Estácio

Graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em 2016. Possui experiência profissional na área de formação, com ênfase na arquitetura. Tem como interesse de pesquisa a adaptação de cidades para a mudança climática, risco ambiental, rios urbanos, resiliência e planejamento urbano. Participou de congressos, seminários e webinar voltados para a resiliência urbana, governança, a relação das cidades com a água e a mudança climática.

Ficha Catalográfica

Estácio, Patrícia da Silva

Adaptação de sistemas ribeirinhos como estratégia de redução de inundação / Patrícia da Silva Estácio; orientadora: Maria Fernanda Rodrigues Campos Lemos. – 2022.

221 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2022.

Inclui bibliografia

1. Arquitetura e Urbanismo – Teses. 2. Mudança climática. 3. Sistemas ribeirinhos. 4. Inundação. 5. Adaptação. 6. Risco e vulnerabilidade. I. Lemos, Maria Fernanda Rodrigues Campos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDD: 720

Para meus pais e irmãos por todo apoio.
Para meu sobrinho, que seu futuro seja cheio de vida.

Agradecimentos

À minha orientadora, professora Maria Fernanda, pela parceria, ensinamentos e apoio, fundamentais para a realização deste trabalho.

À banca de qualificação pelos comentários, sugestões e contribuições.

Ao professor Osvaldo pelo auxílio extra.

Aos professores do PPGArq que ao longo do curso contribuíram com esse processo.

Aos meus colegas de turma da PUC-Rio.

Aos meus familiares e amigos que me apoiaram e estimularam.

Ao meu irmão, Paulo, por ter me instigado a ingressar no mestrado e por todo apoio ao longo do caminho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Resumo

Estácio, Patrícia da Silva; Lemos, Maria Fernanda Rodrigues Campos. **Adaptação de sistemas ribeirinhos como estratégia de redução de inundação**. Rio de Janeiro, 2022. 221p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O padrão de localização geográfica das cidades contemporâneas tem relação com uma busca de proximidade com recursos naturais necessários para seu desenvolvimento, dentre eles, o hídrico, como os rios, lagos e oceanos, constituindo-se como parte de um sistema socioecológico. A partir disso, a urbanização condiciona e é condicionada pela natureza, sendo que a interação entre seus ambientes físico-construído, social e ecológico, gera complexidades e desafios. Desafios esses que podem produzir riscos pela forma como a cidade se desenvolveu e sua relação com os recursos naturais como a água, que pode ser considerada tanto recurso como ameaça, visto que há o risco de inundação e as condições de vulnerabilidade do ambiente urbano em relação a tal risco que podem ser exacerbados pela mudança climática. A inundação fluvial pode aumentar a partir da mudança nos padrões de precipitações e do aumento nível do mar em determinadas regiões. Porém, quando se analisa as práticas usuais em rios, esse fenômeno pode aparecer como um fator secundário. Assim, essa pesquisa tem como objetivo propor um método analítico para avaliar o potencial de contribuição de projetos, que atuam para a redução de inundação, em rios urbanos para a adaptação à mudança climática. Para isso parte da análise de quatro casos-referências, localizados em megacidades, que possuem como um dos objetivos a redução do risco de inundação. Dentre eles, um considera a mudança climática na sua elaboração, sendo um exemplo de adaptação, que reage a eventos passados e antecipa riscos futuros, nos quais os demais apresentam resultado incerto.

Palavras-chave

Mudança climática; sistemas ribeirinhos; inundação; adaptação; risco e vulnerabilidade.

Abstract

Estácio, Patrícia da Silva; Lemos, Maria Fernanda Rodrigues Campos (Advisor). **Adaptation of riverine systems as a strategy to reduce flooding.** Rio de Janeiro, 2022. 221p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Contemporary cities are part of a social-ecological system, which their geographic localization pattern, is related to being near natural resources necessary for their development, among them, there are the water resources like rivers, lakes, and oceans. For this reason, urbanization both conditions and it is condition by nature, and the interactions between the built, social, and ecological environment, create complexities and challenges. Among these challenges, some can produce risks by the way cities as developing and their relation to natural resources like water, which can be considered a resource as much as a hazard because there is the risk of flooding and the vulnerability conditions of the urban environment about it, which can be exacerbated by climate change. River flooding can be increased by the change in the precipitation patterns and sea-level rise in some regions. Although, when analyzing usual approaches, climate change shows up as a secondary factor. Thereby, this research aims to propose an analytical method to assess the potential contribution of projects, which act to reduce flooding, in urban rivers to adapt to climate change. In this regard seeks to analyze four case studies located in megacities, which have as one of the aims the reduction of the risk of flooding. Among them, one considers climate change in its elaboration, therefore is an example of adaptation, that reacts to past events and anticipates future risks, in which the others present an uncertain result.

Keywords

Climate change; riverine systems; flooding; adaptation; risk and vulnerability.

Sumário

1. Introdução	17
2. A mudança climática e os sistemas ribeirinhos	40
2.1. Ambiente urbano e a água	41
2.2. Sistemas ribeirinhos	52
2.3. Vulnerabilidade e risco de inundação	62
3. Planejamento urbano para a mudança climática	69
3.1. Cidades sustentáveis	72
3.2. Cidades resilientes	77
3.3. Governança	83
3.4. Adaptação	88
4. Abordagem teórico-metodológica	108
4.1. Categorias de análise	112
4.2. Fator condicionante	120
4.3. Critério de escolhas dos casos referências	122
5. Análise de projetos em rios urbanos	124
5.1. Recuperação das margens do Rio Mapocho, Santiago, Chile	127
5.2. Criação do riacho de Cheonggyecheon, Seul, Coréia do Sul	137
5.3. Reabilitação do Estero de Paco, Manila, Filipinas	150
5.4. Reabilitação do rio Quaggy, Londres, Inglaterra	165
6. Resultados	180
7. Conclusão	196

8. Referências bibliográficas 202

Apêndice I – Matriz de análise do fator condicionante. Caso-referência:
Recuperação das margens do rio Mapocho 217

Apêndice II – Matriz de análise do fator condicionante. Caso-referência:
Criação do riacho de Cheonggyecheon 218

Apêndice III – Matriz de análise do fator condicionante. Caso-referência:
Reabilitação do estero de Paco 219

Apêndice IV – Matriz de análise do fator condicionante. Caso-referência:
Reabilitação do rio Quaggy 220

Anexo I – Matriz de análise qualitativa desenvolvida por Lemos (2010) 221

Lista de ilustrações

Figuras

Figura 1 - Interações e processos dos sistemas urbanos socioecológicos.	21
Figura 2 - Aumento no número de inundações.	26
Figura 3 – Representação de três abordagens: a verde, a cinza e a híbrida.	34
Figura 4 - População urbana e níveis de urbanização.	43
Figura 5 – Interações e relações dos sistemas socioecológicos costeiros, sendo o risco produzido pela ameaça, exposição e vulnerabilidade.	46
Figura 6 - Os esquemas mostram as relações da superfície impermeabilizadas com o escoamento e infiltração de água.	49
Figura 7 - O esquema representa o ciclo hidrológico sem a interferência do sistema humano.	51
Figura 8 - Exemplo de delta, cidade de Ho Chi Minh, Vietnã.	55
Figura 9 - Seção transversal genérica de um rio, com os diferentes componentes que o compõe.	57
Figura 10 - Canalização e retificação de um rio meandrante.	61
Figura 11 - O esquema demonstra a complexidade de elementos que compõe o risco urbano.	65
Figura 12 - Intervalo de enfrentamento.	81
Figura 13 - Variação climática.	82
Figura 14 - Categorias de governança voltadas à adaptação a mudança climática.	87
Figura 15 - Categorias de adaptação baseada no propósito da ação.	91
Figura 16 - Quadro de oportunidades e restrições das ações autônomas, no qual a primeira coluna mostra algumas situações em que poderiam ser implementadas.	92
Figura 17 – Ações de adaptação baseada na função ou efeito.	92
Figura 18 - Meios de se alcançar a resiliência e sustentabilidade urbana com as infraestruturas verdes.	98
Figura 19 – Esquema do “guarda-chuva” ou “leque” das soluções baseadas na natureza.	99
Figura 20 - Os benefícios da implementação das soluções baseadas na natureza..	100
Figura 21 - Fluxograma metodológico para a leitura dos projetos em rios urbanos.	113
Figura 22 - Categorias de sustentabilidade.	121
Figura 23 - Categorias de resiliência.	121

Figura 24 - As atuais megacidades do mundo com base em dados de 2018 e projeção das novas megacidades até 2030.	122
Figura 25 - Imagem aérea da cidade de Santiago. Linha em destaque representa o rio Mapocho e sua localização no território.	127
Figura 26 - Projeto Mapocho 42k, na província de Santiago do Chile.	128
Figura 27 – Inundação do rio Mapocho.	129
Figura 28 - Parque Padre Renato Poblete.	132
Figura 29 - Entrada das águas fluviais em caso de inundação.	133
Figura 30 - Corte transversal de relação do parque criado com o rio Mapocho. A linha em vermelho destacada representa o que seria essa criação de terraços para o escoamento das águas.	133
Figura 31 – Imagem aérea da cidade de Seul.	137
Figura 32 - Inundação do rio Han, precipitação de 2020.	139
Figura 33 - Reabilitação do riacho de Cheonggyecheon.	140
Figura 34 - Setor da natureza, trecho três de intervenção voltados a melhoria da biodiversidade.	142
Figura 35 – Corte esquemático para demonstrar o nível máximo de água projetado, considerando o intervalo de recorrência de 200 anos.	142
Figura 36 - Pontos de desvios para a criação de manutenção do fluxo de águas do Cheonggyecheon.	143
Figura 37 - Corte esquemático da composição e base do canal.	143
Figura 38 - Mudanças no padrão de uso do solo.	144
Figura 39 – Imagem aérea da região de Metro Manila e os principais rios. A linha em amarelo representa o rio Pasig que se conecta com a Baía de Manila (a esquerda) e a lagoa Baía de Laguna (a direita); e a laranja o rio Marikina.	150
Figura 40 – Rio Pasig e a inundação de 2009 em Manila.	152
Figura 41 - Localização do distrito de Paco, na cidade de Manila; e marcação dos esteros de seu entorno.	154
Figura 42 - Trecho do mercado de Paco antes da reabilitação.	155
Figura 43 – Trecho do mercado de Paco depois da reabilitação.	155
Figura 44 - Ocupação urbana atual ao redor do Estero de Paco. A linha em rosa é o limite do distrito de Paco.	156
Figura 45 - Ilhas de aeração no Mercado de Paco.	159
Figura 46 - Naturalização do afluente.	160
Figura 47 - Remoção de propriedades e reabilitação das margens.	160
Figura 48 – Relação do distrito com a cidade dos reassentamentos da reabilitação do Estero de Paco.	161
Figura 49 - Imagem aérea da delimitação da Grande Londres.	165
Figura 50 - Zonas de inundações da Grande Londres.	167
Figura 51 - Sistema de defesa de Londres contra o aumento da maré.	167
Figura 52 - Trecho de intervenção no rio Quaggy.	169
Figura 53 - Áreas vulneráveis ao risco de alagamentos e inundações no bairro de Lewisham.	170
Figura 54 - Chinbrook Meadows à esquerda e Sutcliffe Park à direita.	173
Figura 55 - Mudanças no fluxo de água para diminuir a velocidade das águas escoadas, no Sutcliffe Park.	174

Figura 56 - Medida de proteção das residências da planície de inundação.	175
--	-----

Gráficos

Gráfico 1 - Tipo de solução adotada por cada um dos casos-referências.	184
Gráfico 2 - Comparativo de soluções priorizadas pelos casos-referências.	184
Gráfico 3 - Medidas ambientais adotadas por cada um dos casos-referências.	185
Gráfico 4 - Comparativo das medidas ambientais priorizadas pelos casos-referências.	185
Gráfico 5 - Aspectos restaurados por cada um dos casos-referências.	186
Gráfico 6 - Comparativo de aspectos restaurado pelos casos-referências.	186
Gráfico 7 - Tipo de ação adotada pelos casos-referências.	191
Gráfico 8 - Resultado comparativo do diagnóstico de risco.	193
Gráfico 9 - Avaliação total do fator condicionante para observar quais casos-referências obtiveram melhores resultados para a sustentabilidade e resiliência urbana.	194

Lista de tabelas e quadros

Tabelas

Tabela 1 – Conceitos abordados por Veról (2013), como sendo os mais usuais nos estudos sobre a temática de rios.	28
Tabela 2 - Conceitos voltados a mudança climática.	31
Tabela 3 - Fatores climáticos relacionados ao recurso hídrico, a ameaça que pode representar, e alguns dos efeitos e consequências diretas e indiretas.	42
Tabela 4 - Megacidades no mundo, atuais e projetadas.	43
Tabela 5 - Campos de relação socioecológica (Romero-Lankao et al., 2016) e sua conexão com o recurso hídrico.	50
Tabela 6 - Tipos de fluxos de águas de um rio.	53
Tabela 7 - Tipologia dos canais fluviais.	55
Tabela 8 - Fases globais da inundação da planície de inundação.	59
Tabela 9 - Condicionantes de vulnerabilidade.	66
Tabela 10 - Questão da resiliência urbana.	79
Tabela 11 - Opções de adaptação de acordo com o tipo de ação.	93
Tabela 12 - Sistemas integrados as infraestruturas verdes.	96
Tabela 13 - Exemplos de infraestrutura verde-azul.	98
Tabela 14 - Tipo de processos participativos e suas características.	104
Tabela 15 - Perguntas da categoria espacial.	113
Tabela 16 - Perguntas da categoria funcional.	117
Tabela 17 - Perguntas da categoria ambiental.	119
Tabela 17 - Lista das megacidades e projetos em rios urbanos.	124
Tabela 19 - Soluções híbridas utilizadas pelos casos-referências.	182
Tabela 20 - Tabela de agentes urbanos e esferas de planejamento envolvidas.	188

Quadros

Quadro 1 - Modelo de metodologia da categoria espacial.	114
Quadro 2 – Base de corte para exposição e sensibilidade.	116
Quadro 3 – Base de corte para capacidade adaptativa.	116
Quadro 4 – Modelo da metodologia da categoria funcional.	118
Quadro 5 – Base de corte em relação a custo de projeto.	119
Quadro 6 – Modelo da metodologia da categoria ambiental.	119
Quadro 7 - Categorias de sustentabilidade a serem analisadas.	126
Quadro 8 - Exposição e sensibilidade, Santiago.	131

Quadro 9 - Categoria espacial, Santiago.	131
Quadro 10 - Categoria funcional, Santiago.	135
Quadro 11 - Categoria ambiental, Santiago.	136
Quadro 12 - Exposição e sensibilidade, Seul.	140
Quadro 13 - Categoria espacial, Seul.	140
Quadro 14 - Custo de projeto, Seul.	147
Quadro 15 - Categoria funcional, Seul.	147
Quadro 16 - Categoria ambiental, Seul.	148
Quadro 17 - Exposição e sensibilidade, Manila.	157
Quadro 18 - Capacidade adaptativa, Manila.	157
Quadro 19 - Categoria espacial, Manila.	158
Quadro 20 - Categoria funcional, Manila.	163
Quadro 21 - Categoria ambiental, Manila.	164
Quadro 22 - Exposição e sensibilidade, Londres.	171
Quadro 23 - Capacidade adaptativa, Londres.	172
Quadro 24 - Categoria espacial, Londres.	172
Quadro 25 - Custo de projeto, Londres.	177
Quadro 26 - Categoria funcional, Londres.	177
Quadro 27 - Categoria ambiental, Londres.	178

Lista de abreviaturas e siglas

Abreviaturas

AbC – Adaptação baseada na Comunidade
AbE – Adaptação baseada no Ecossistema
BH – Bacia Hidrográfica
GEE – Gases de Efeito Estufa
LECZ – *Low Elevation Coastal Zone*
ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONG – Organização não Governamental
PP – Princípio da Precaução
SbN – Soluções baseadas na Natureza

Siglas

ADB – *Asian Development Bank*
AECOM – *Architectural and Engineering Company*
CBD – *Convention on Biological Diversity*
DENR – *Department of Environment and Natural Resource*
EA – *Environmental Agency*
EC – *European Commission*
ECRR – *European Center for River Restoration*
IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*
IUCN – *International Union for Conservation of Nature*
OECD – *Organisation for Economic Co-operation and Development*
ONU – Organização das Nações Unidas
OICS – Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis
PRRC – *Pasig River Rehabilitation Commission*
PUC – Pontifícia Universidade Católica
QWAG – *Quaggy Waterways Action Group*
RRC – *River Restoration Center*
UN-DESA – *United Nations Department of Economic and Social Affairs*
UNDP – *United Nations Development Programme*
UNEP – *United Nations Environment Programme*
UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
UN-HABITAT – *United Nations Human Settlements Programme*
UNSD – *United Nations Statistics Division*
WB – *World Bank*
WPR – *World Population Review*
WWF – *World Wide Fund for Nature*

O futuro da civilização será determinado pelas cidades e dentro das cidades.

Richard Rogers e Philip Gumuchdjian, *Cidades para pequenos planetas*

1

Introdução

As cidades pertencem à natureza. Os ecossistemas naturais, contidos dentro de seu território, possuem uma função no meio, que é chamada de *serviços ecossistêmicos*¹ que são necessários para a qualidade e manutenção da vida, dos recursos e para a *resiliência*² das cidades. Todavia, ao longo do processo de urbanização, esses ecossistemas foram modificados e/ou negligenciados por serem considerados algo à parte ao seu desenvolvimento. O ponto de partida para tratar de processos que levaram a sua degradação atual é a industrialização, pois é a partir desse período que as cidades podem ser consideradas um dos agentes transformadores do ambiente natural ao qual está conectada, isso se dá pela forma como se desenvolveu, expandiu e pelo aumento populacional (Elmqvist et al., 2013; 2018; Herzog, 2013).

De acordo com Lefebvre (1999), a industrialização configurou um novo início para compreender a cidade, uma vez que esse processo rompeu com a ideia de cidade pré-existente criando novas dinâmicas urbanas. O crescimento das cidades fez surgir uma nova demanda e possibilidade de construção, já que o aumento populacional e econômico demandou novas edificações públicas e privadas, vias de circulação, comunicação e de escoamento de produção, por terra e pela água, a partir da criação de estradas, da rede ferroviária, e da ampliação e modificação dos canais fluviais (Benevolo, 2001).

A indústria buscava se implantar tanto próxima aos recursos naturais, como rios e florestas, por serem fontes de matéria prima e de energia, quanto de antigos centros tradicionais, pela mão de obra e consumo da produção. O acúmulo de capital junto com a concentração e o crescimento populacional contribuiu com o desenvolvimento econômico e social das cidades antigas. Expandiu, assim, rapidamente

¹ Alguns exemplos são regulação de temperaturas, proteções naturais contra eventos climáticos extremos, melhoria da qualidade do ar, água e captura de CO₂ (Elmqvist et al., 2013; Herzog, 2013)

² A resiliência diz respeito às capacidades dos sistemas em lidar e se adaptar frente a perturbações que afetam sua estrutura (IPCC, 2018).

o antigo tecido urbano, rompendo com os núcleos urbanos tradicionais, criando novas centralidades e levando a expansão dos subúrbios e da periferia (Lefebvre, 2001).

O crescimento populacional urbano foi resultado das migrações do campo para a cidade em busca de melhores condições de vida e trabalho. Algumas cidades do mundo não conseguiram acompanhar esse súbito desenvolvimento, crescendo com um planejamento ineficiente, o que levou a uma rápida expansão urbana, a poluição do solo, dos corpos hídricos e do ar, devido à falta de instalação específica para o descarte de resíduos sólidos e líquidos. Além disso, houve também o aumento de problemas de saúde pública, pelas baixas condições de habitabilidade possibilitando a propagação de epidemias (Herzog, 2013; Benevolo, 2001).

De modo geral, a cidade do século XIX foi marcada por transformações urbanas, iniciadas pelos movimentos higienistas em busca do aprimoramento da salubridade da cidade. O início desse movimento foi com as leis sanitárias que buscavam garantir condições de higiene mínimas e, depois, com intervenções urbanísticas que procuraram reorganizar as cidades para atender os avanços técnicos da época. Portanto, inicia-se uma transformação da paisagem urbana, onde alguns corpos hídricos, como certos rios, por exemplo, desapareceram por causa das obras de canalização para contenção de inundações. Além disso, as ruas passaram a ser alargadas, a drenagem urbana começou a ser realizada pelas galerias pluviais subterrâneas e os materiais de pavimentação começaram a impermeabilizar as vias públicas (Benevolo, 2001; Herzog, 2013). Assim, as soluções tradicionais passaram a negligenciar os processos e fluxos naturais como o da água, que buscava ser controlada (Herzog, 2013).

As transformações urbanas continuaram ao longo do processo de modernização no século XX, com novas propostas de organização do território, dentre elas tem-se o urbanismo moderno que buscava uma racionalidade, funcionalismo e zoneamento das cidades (Asher, 2010). A cidade moderna se baseou no indivíduo, sendo zoneada para o trânsito motorizado, onde o automóvel ganhou preferência no espaço urbano. Para a construção de vias e viadutos, os rios urbanos, sofreram alterações nos seus fluxos e processos naturais, por serem canalizados, concretados ou ainda retificados. Ademais, as questões sociais podem ser consideradas negligenciadas, já que a especulação imobiliária tornou difícil o acesso da população mais carente ao mercado formal, o que levou a processos de *gentrificação*, em que

a valorização do preço da terra leva a população de baixa renda a ocupar espaços mais afastados ou ainda áreas de risco e ambientalmente frágeis, como encosta, beira de lagos, córregos e rios (Herzog, 2013).

O processo de modernização da sociedade e o crescimento econômico foi possível pelo desenvolvimento do *meio técnico*³, que para Santos (2014) é qualquer intervenção proveniente da atividade humana que resulta em um objeto artificial que desafia as lógicas naturais. A técnica iniciou um rompimento e desequilíbrio entre sociedade e natureza, pois criou grandes oportunidades de desenvolvimento - econômico, industrial, de informação, comunicação e transporte. Porém, os caminhos percorridos para essas transformações são considerados, de certa forma, drásticos ao cenário ambiental e social, resultando em uma crise socioambiental. Esse cenário é agravado ao longo dos anos, pois natureza e cultura são comumente vistas como opostas, sendo a natureza e a própria dimensão social, dentro da lógica capitalista, transformadas em um objeto de exploração essencial para a dinâmica industrial de produção, consumo e mercado (Beck, 2011; Herzog, 2013).

Tal processo, de acordo com Beck (2011), fez surgir a *sociedade de risco*, que é reflexo dos processos de modernização, uma vez que o desenvolvimento da sociedade fez surgir ameaças globais, como a crise climática, na qual a natureza passa a refletir, com um índice de incerteza, um impacto tão grande quanto a da ação humana no meio. Logo, seria um “efeito colateral” do progresso, ou ainda, um risco não pretendido, que com a *globalização*⁴ pode atingir todos os países, independente de quem os produziu, porém, em intensidades diferentes, que variam de acordo com suas condições de vulnerabilidade à determinado impacto.

A mudança climática é gerada pelo aquecimento global, que por sua vez é acelerado pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE), resultadas das ações humanas a partir da queima de combustíveis fósseis que ocorrem desde o período pré-industrial, mas que, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), sigla em inglês IPCC, (2014) com a industrialização houve um aumento progressivo e expressivo das taxas de emissões.

³ O *meio técnico* foi sucedido pelo *meio técnico-científico-informacional* que, segundo Santos (2014), dá um certo grau de intencionalidade às etapas da produção, sendo iniciado no período pós-guerra, introduzindo o fenômeno da *globalização*.

⁴ É definida como um processo que começou com o capitalismo e que permite a universalização de técnicas, ou ainda, uma a quebra de fronteiras e territórios, criando, assim, um espaço global (Santos, 2014).

Nesse cenário, as cidades são tanto causadoras da mudança climática quanto vulneráveis aos seus impactos. Causadoras, pois são responsáveis por 60-80% das emissões de GEE, contribuindo com a sua *pegada ecológica*⁵, sendo esta influenciada pelo fato de ocuparem 3% da superfície do planeta, embora concentrem, atualmente, em torno de 54% da população mundial (ainda em expansão), consumam 75% dos recursos naturais, 80% da produção doméstica e gerem 50% dos resíduos sólidos; E vulneráveis, visto que, o rápido desenvolvimento das áreas urbanizadas, a partir de um planejamento insustentável, resultou espaços desiguais, áreas informais, problemas de mobilidade, infraestrutura e ecossistemas degradados, ressaltando vulnerabilidades e riscos (Elmqvist et al., 2018; Rosenzweig et al., 2018; UN-Habitat⁶, 2020).

De modo geral, os seres humanos são numerosos e a sociedade se desenvolveu e consome uma grande quantidade de energia e de recursos renováveis e não-renováveis (Rogers & Gumuchjan, 2001). A partir disso, segundo com Beck et al. (1997), a natureza tornou-se uma “bandeira da pós-modernidade”, ou ainda, uma utopia, que deve ser reintegrada e restaurada pela sociedade, visto que ela foi modificada pela vida humana. Essa modificação ligou a natureza ao social, já que há uma influência mútua, pois, a natureza está integrada à sociedade e vice-versa. Assim, a natureza e a cultura podem ser vistas como um conjunto e não opostos.

Dentro desse contexto, e como colocado anteriormente, as cidades não são independentes à natureza, sendo necessário reintegrá-las ao meio natural (Elmqvist et al., 2013). A partir disso, o pensamento da urbanização conectada com o meio, tanto de condicionar quanto de ser condicionada pela natureza, faz parte do entendimento de cidades como *sistemas socioecológicos* (Figura 1), que é a chave de leitura dessa pesquisa.

⁵ Segundo o *World Wide Fund for Nature* (WWF, 2021), as pegadas ecológicas são os rastros humanos em relação aos recursos naturais consumidos e a capacidade ecológica do planeta em absorver esse impacto e renovar esses recursos. Elas são medidas em relação aos hectares e serve para indicar os déficits ecológicos.

⁶ *United Nations Human Settlements Programme*.

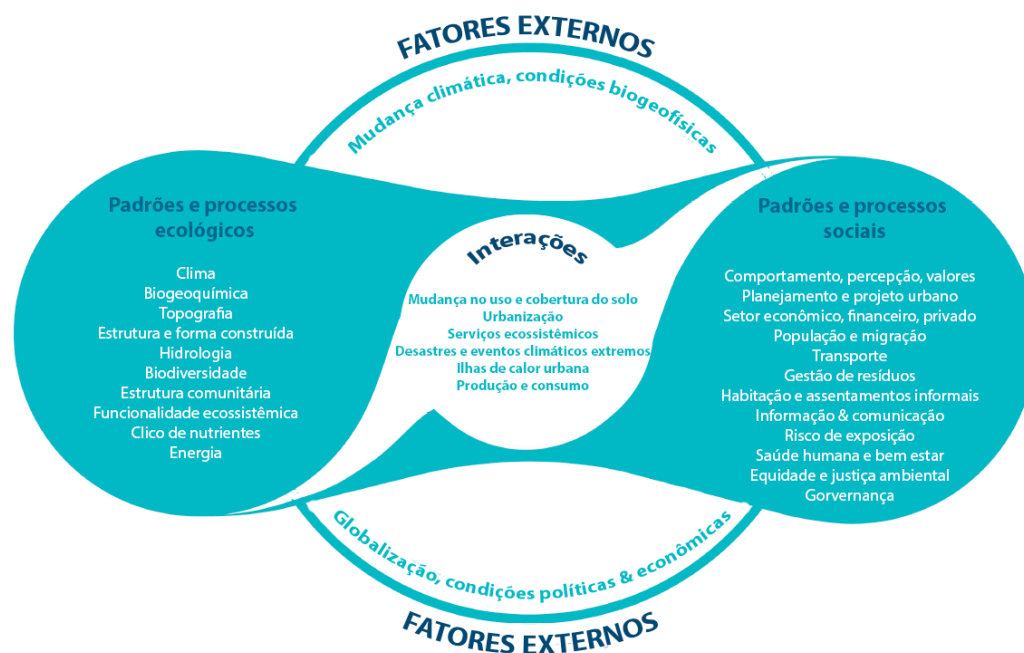


Figura 1 - Interações e processos dos sistemas urbanos socioecológicos. Fonte: Rosenzweig et al. (2018), tradução nossa.

O esquema acima representa que o meio físico-construído é influenciado pelo sistema ecológico e social, sendo que esses três elementos compõem a complexidade do sistema urbano. As estruturas, social e ecológica, possuem processos próprios que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais (Rosenzweig et al., 2018). Na estrutura social, por exemplo, a população, as organizações e as instituições interagem entre si a partir das diferentes ações humanas; já na estrutura ecológica, a interação ocorre com a diversidade de processos biológicos (Chen et al., 2017). O ponto de encontro entre os dois sistemas se dá pela dinâmica urbana e o meio físico-construído, onde a ação humana impacta o ecológico, mas onde os processos ecológicos também podem afetar o social, como por exemplo, a partir de riscos de deslizamento, alagamentos e inundações (Rosenzweig et al., 2018).

De acordo com Romero-Lankao et al. (2016), as interações ocorrem em cinco campos: *ecologia*, *tecnologia*, *economia*, *sociodemográfico* e *governança*. A *ecologia*, ao longo da urbanização, e como visto anteriormente, foi deteriorada, além de ser objeto de exploração, um dos mecanismos que contribuiu para esse processo foi a *tecnologia*⁷, já que o processo de produção depende de recursos naturais, o que

⁷ Vale ressaltar que, para autores como Elmqvist et al. (2018), as cidades, além de *sistemas socioecológicos*, são *sistemas socioecológicos-tecnológicos*, pois a tecnologia também é a chave do desenvolvimento para o futuro e da busca por soluções para os problemas atuais.

pode ou não ter consequências negativas. O consumo dos recursos está associado aos fatores *econômico* e *sociodemográfico* que, por sua vez, estão ligados ao aumento populacional, demandando mais ou menos produção e recursos, além de questões relacionadas a justiça ambiental e equidade social, tais como: quem impacta o meio ambiente, quem consome seus recursos, quem está em condições de risco? Todos os campos anteriores levam a *governança*, já que certos impactos e ações são multiescalares, ou seja, ultrapassam as fronteiras da cidade, envolvendo diversos agentes, como os governos (nacional, regional e local), indivíduos e setor privado. Desse modo, ressalta-se a importância de uma governança multinível para ações coordenadas entre escalas e setores, a partir de leis ou regras, formais ou informais, mas com alcance além da esfera governamental (Rosenzweig et al., 2018).

Além disso, os processos de interações no sistema urbano socioecológico não são estruturas lineares, sendo afetadas também por fatores externos que, no caso representado na Figura 1, seriam a globalização e a mudança climática, que variam na sua intensidade, podendo levar ou não ao colapso do sistema urbano (Rosenzweig et al., 2018). O colapso dependeria das condições de *vulnerabilidade* do sistema, que segundo Adger et al. (2009), dentro da abordagem socioecológica é “um estado de suscetibilidade a danos decorrentes da exposição a estresses associados ao meio ambiente e outras mudanças, além da ausência de capacidade de adaptação”⁸ (p. 150). Ainda segundo os autores, a globalização seria um fator externo por alterar as escalas espaciais que antes eram contidas a um determinado território, ampliando a influência das ações para o campo global, modificando processos na escala local e aumentando os fluxos de informação, recursos e pessoas. Já a mudança climática é também um fator externo por seus impactos afetarem processos e funções dos ecossistemas e do ambiente urbano.

As cidades hoje se configuram como sistemas complexos, onde a concentração populacional, de infraestrutura e econômica representam desafios e oportunidades de resposta aos impactos da mudança climática. O entendimento de cidade como sistema é considerado essencial para a construção da *resiliência*, pois é necessário identificar os impactos, vulnerabilidades, riscos, oportunidades e desafios a partir de uma visão multiescalar. Assim, a governança, a gestão e o planejamento urbano, por exemplo, devem buscar a efetividade das ações, a partir de uma leitura

⁸ Tradução nossa. Além disso, define-se como capacidade de adaptação, a capacidade de resposta de indivíduos, comunidades, grupos e sistemas em se ajustar à estresses e impactos.

do contexto coletivo, uma vez que uma medida adotada de forma individualizada em um determinado local pode exacerbar os riscos de outras áreas (IPCC, 2014; Rosenzweig et al., 2018).

A construção da *resiliência* está vinculada à noção de *sustentabilidade*, no qual a urbanização deve buscar novas tecnologias e oportunidades de um uso eficiente de recursos reduzindo a demanda e o consumo (Rosenzweig et al., 2018). Segundo Rogers & Gumuchjan (2001), essa redução ocorre a partir do planejamento urbano holístico que muda a relação linear de demanda e consumo para um sistema circular de reutilização e reciclagem, renovando os recursos e diminuindo os impactos no meio ambiente. Além disso, os autores reforçam a necessidade de compreensão dos diversos fatores que compõem a cidade, pois eles estão interligados, tornando possível construir uma cidade sustentável. Essa cidade busca a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos dessa geração e da futura, além dos ecossistemas de seu território.

Os ecossistemas⁹ constituem uma parte da construção da sustentabilidade e da resiliência urbana. Eles podem sofrer impactos diretos e indiretos da mudança do clima, ressaltando as condições de *risco*¹⁰ e *vulnerabilidade* do ambiente urbano (Rosenzweig et al., 2018). Impactos diretos estão relacionados ao efeito climático em si, tais como aumento do nível do mar, intrusão de água salgada nos ecossistemas terrestres, aumento da temperatura, acidificação dos oceanos, a seca e a mudança no padrão de precipitações (IPCC, 2014; Rosenzweig et al., 2018). Já os indiretos, no ambiente urbano, são apontados como uma das principais causas as mudanças de uso do solo, resultado de processos de transformação urbana ao longo dos anos que podem ter levado a sua degradação, afetando fluxos e processos naturais como a capacidade dos ecossistemas em absorver certos impactos (Rosenzweig et al., 2018).

No caso dos rios, os impactos climáticos, como a mudança no regime de precipitações, podem afetar seu fluxo natural (IPCC, 2014), processos hidrológicos e geomorfológicos (Heritage & Entwistle, 2020; Palmer et al., 2009), além da habitabilidade de espécies aquáticas e terrestres, o que depende da frequência,

⁹ Segundo Rosenzweig et al. (2018), no ambiente urbano, ecossistemas são quaisquer vegetações, água e solo encontrados no território como jardins, florestas urbanas, áreas alagáveis, córregos, rios e lagos.

¹⁰ O risco, em seu significado amplo, está associado a uma percepção de perigo, podendo este ocorrer ou não, relacionando-se, assim, ao fator de ameaça ou ainda da incerteza (Beck, 2011; Veyret, 2019).

intensidade e duração do impacto em si (Datry et al., 2014; IPCC, 2014; Palmer et al., 2009). Além disso, os rios estão submetidos a múltiplos estresses, que além do clima, relacionam-se às atividades humanas (Liao, 2014; Palmer et al., 2009). Atualmente há poucos rios urbanos em condições naturais¹¹, pois a maioria passou por alguma pequena ou grande interferência, tanto nos seus fluxos e processos quanto em sua forma (Everard & Moggridge, 2012; Gorski, 2010; Palmer et al., 2009; Veról et al., 2020).

Sobre os fluxos e processos, os efeitos da urbanização alteraram suas condições ecossistêmicas e contribuíram com um processo de degradação, a partir de uma multiplicidade de fatores, sendo alguns deles: a remoção das vegetações ripárias, que auxiliam na infiltração e retenção de água, protegendo os corpos d'água e o solo contra a erosão; impermeabilização das áreas vicinais, que reduz a infiltração das águas no solo e aumentam o escoamento das águas superficiais; desconexão dos rios e suas várzeas, por vezes ocupadas por construções irregulares, sendo essas áreas uma planície de inundação, que é inundada periodicamente, um processo natural; e poluição, através das atividades que ocorrem no seu entorno e da falta de infraestrutura para o descarte de resíduos sólidos e líquidos, diminuindo a qualidade do recurso (Bernhardt & Palmer, 2007; Everard & Moggridge, 2012; Veról et al., 2020). Já em relação a forma dos rios, é colocado a mudança na morfologia do canal de escoamento, como a partir da retificação e canalização¹², que alteram o fluxo de água e a velocidade da mesma, podendo contribuir com a intensidade das cheias e das inundações (Bernhardt & Palmer, 2007; Heritage & Entwistle, 2020; Liao, 2014). De modo geral, os elementos que compõem o sistema fluvial possuem uma funcionalidade¹³ e a mudança climática combinada com a urbanização pode exacerbar certas ameaças como a de inundação, dependendo de como ele reage ao

¹¹ Os autores Palmer et al. (2009) consideram o fator antrópico como agente de transformação de algum elemento do sistema fluvial, modificando o que seriam as condições naturais. Assim, áreas urbanas ou periurbanas estariam sujeitas à alguma alteração de sua condição, como a partir da construção de represas em algum ponto à montante de um rio, que influencia no seu fluxo nas regiões à jusante; do abastecimento de água nessas regiões, sendo os rios uma fonte desse recurso; e/ou ainda a mudança do uso do solo, que pode poluir as águas ou ainda modificar os ecossistemas que auxiliam em alguma funcionalidade do rio, como na redução dos impactos das enchentes e inundações de áreas ribeirinhas.

¹² Serão ilustrados no desenvolvimento teórico dessa pesquisa.

¹³ Como o de prestar serviços ecossistêmicos, que no caso dos sistemas ribeirinhos e fluviais, estão relacionados ao transporte de sedimentos, nutrientes, sequestrar gás carbônico (CO²) e nitrogênio (N) estocando-os, fonte de água e alimentos, regulação da temperatura, como forma de redução de inundações e habitat de biodiversidade (Palmer et al., 2009).

aumento no nível de água a ser escoada e absorvida pela superfície (Liao, 2014; Palmer et al., 2009).

As inundações fluviais são apontadas pelo IPCC (2021) como uma das ameaças que podem aumentar a partir da mudança nos padrões de precipitações em determinadas regiões. Esse aumento depende de diversos fatores, tais como os climáticos e os não climáticos. O primeiro relaciona-se ao aumento da intensidade e frequência das precipitações e do nível do mar (IPCC, 2014). Já o segundo seria sobre os aspectos hidrológicos, geomorfológicos e da ocupação do solo, sendo que esta última afeta as condições dos outros dois, já que pode aumentar o fluxo de águas escoadas, sua velocidade, modificar a morfologia do canal de escoamento, as planícies de inundação e outros elementos que compõe a funcionalidade do sistema fluvial e ribeirinho, como introduzidos acima (Bernhardt & Palmer, 2007; Liao, 2014).

De acordo com Sauer et al. (2021), o aumento do risco de inundação é notável ao longo dos anos, na escala global, e produz danos diretos que geram perdas não só econômicas como também de vidas. Os autores analisam dados entre 1980 e 2010. Nesse período, foram registradas mais 200 mil perdas de vida, ademais, um custo em relação aos danos materiais equivalente a aproximadamente 790 bilhões de dólares. Um fator destacado por eles são as condições de vulnerabilidade local, onde as regiões nas quais o risco é mais detectável, são a África Subsaariana, Ásia Ocidental e América Latina. Esse resultado pode possuir relação com as diferenças entre Norte e Sul do globo, em que Sachs (2009) aponta a diversidade entre o padrão mais desenvolvido do Norte em comparação ao Sul. Todavia, vale ressaltar que os países desenvolvidos também são suscetíveis ao risco, o que muda entre Norte e Sul é a possibilidade de um impacto com maior intensidade no sistema, devido as condições de vulnerabilidade.

Essa discussão é evidenciada por Tanoue et al. (2016), que aponta que as condições econômicas dos países menos desenvolvidos contribuem com seu grau de vulnerabilidade ao risco de inundação. O risco pode ser devido a um maior número de pessoas e bens expostos a ameaça (*exposição*) e pela vulnerabilidade que pode acontecer por um estado de suscetibilidade (*sensibilidade*) em relação a essa ameaça e uma menor capacidade de resposta ao impacto (*capacidade adaptativa*). O aumento do risco de inundação ao longo dos anos e essa diferença entre o grau de

desenvolvimento econômico entre os países pode ser demonstrado na Figura 2, que possui estudos entre o período de 1960 a 2013.

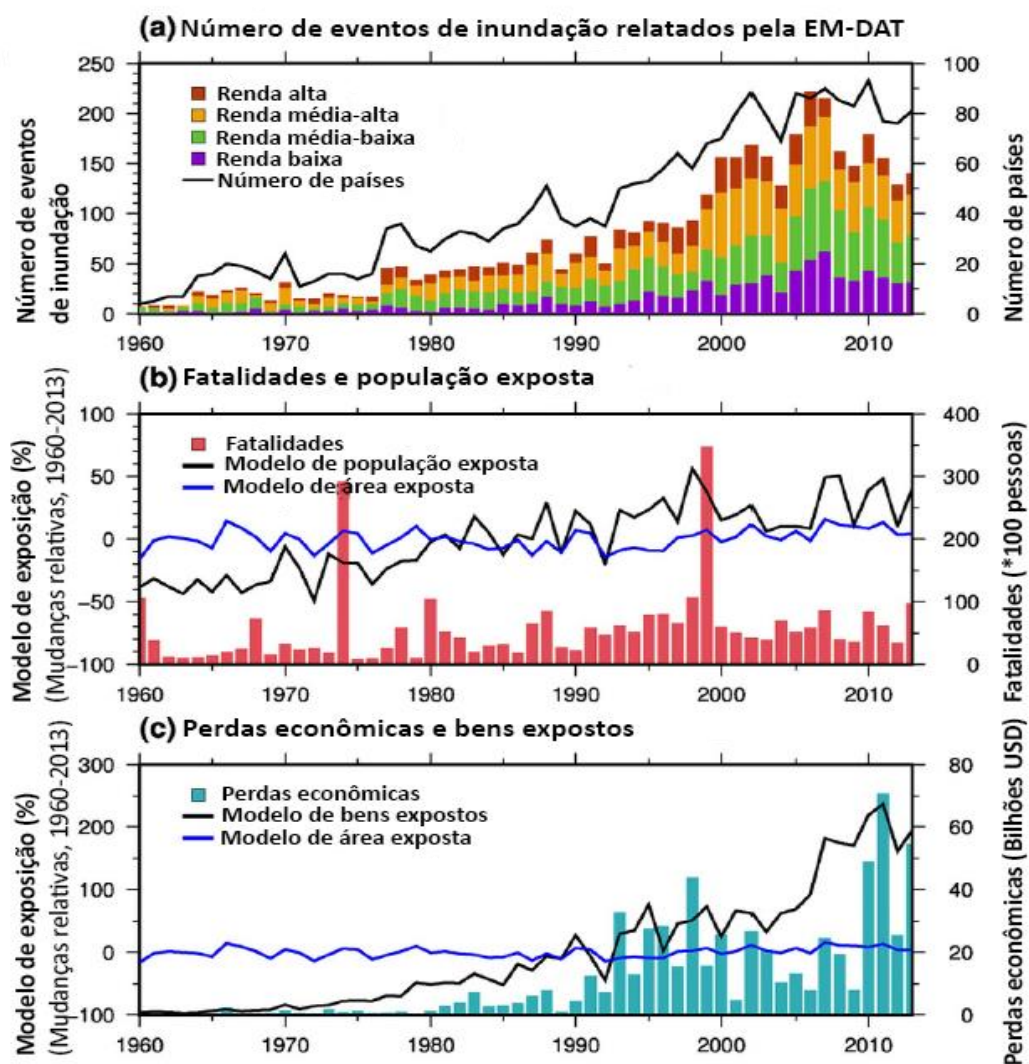


Figura 2 - Aumento no número de inundações. Os autores ressaltam que muitas ocorrências não são registradas e assim não foram consideradas nos gráficos acima, sendo que a falta de certos dados pode estar relacionada com fatores socioeconômicos. No entanto, nota-se que principalmente a partir de 1980, há um aumento de casos relatados de inundação na base de dados utilizada por eles. Nesse mesmo período, nota-se alguns picos nas fatalidades e aumento de perdas econômicas. Fonte: Tanoue et al. (2016), tradução nossa.

Os autores (Tanoue et al., 2016) ainda destacam a importância das medidas de mitigação do risco de inundação. Todavia, certas abordagens podem contribuir com ele ao longo dos anos. Algumas delas, por exemplo, seriam focadas somente nas soluções tradicionais de canalização, retificação, diques, represas, ou que desconsideram as condições sociais e a urbanização, que como discutido anteriormente podem agravar o fator de risco (Bernhardt & Palmer, 2007; Liao, 2014; Palmer et

al., 2014). Essas soluções são chamadas de cinza e, segundo Herzog (2013), possuem a pretensão de dominar e controlar processos e fluxos naturais, sendo ideal considerar soluções híbridas, com o uso das chamadas *soluções baseadas na natureza* (SbNs), que buscam garantir processos como a retenção, acomodação e infiltração das águas no período de cheia, já que imitam ou resgatam elementos contidos na natureza, que foram perdidos ao longo do desenvolvimento urbano. Além disso, os autores Tanoue et al. (2016), colocam que os fatores geográficos também podem ser considerados um meio de agravamento do risco inundação, por exemplo, áreas de baixa elevação costeira e planícies deltaicas, que serão discutidos posteriormente no desenvolvimento teórico dessa pesquisa.

As medidas de mitigação do risco de inundação na temática de rios estão relacionadas as abordagens usuais para restaurá-los. Algumas delas se voltam ao que McPhearson et al. (2016) classificam como *ecologia nas cidades*¹⁴, que se relaciona aos processos e fluxos naturais dos ecossistemas urbanos, desconsiderando a interferência social nessa dinâmica, o que pode não ser considerado ideal, pois, como já visto, as cidades são *sistemas socioecológicos*. Por exemplo, a *restauração* seria uma que, segundo Benhardt & Palmer (2007), hoje é vista como um fenômeno global caracterizada por buscar reestabelecer os atributos anteriores à urbanização, o que de certa forma é impossível, uma vez que um se relaciona com o outro.

Pelos projetos dessa abordagem buscarem essas condições, de certa forma, eles se debruçam sobre fatores abióticos e bióticos, sendo estes explicados por Herzog (2013). De acordo com a autora, os abióticos se referem a processos inertes, ou seja, aqueles que são inanimados, no caso dos rios, seriam as águas. Já os bióticos são os seres vivos, representados pela fauna e pela flora que possuem relações internas ao seu sistema ecológico, como a relação entre e dentro das espécies. Porém, ao considerar o fator antrópico, pode-se resultar em uma falta de efetividade das

¹⁴ Segundo Herzog (2013), a ecologia urbana é uma ciência que estuda os ecossistemas urbanos, considerando os fatores bióticos - fauna e flora, relação entre e dentro espécies -, abióticos - energéticos, como a radiação e a luz; mecânicos e físicos, como a gravidade, radioatividade, fogo, estrutura do solo e pressão do ar e da água; químicos, como a água e seus fatores químicos, além do ar e solo - e antrópicos que condicionam e são condicionados pelo ecossistema urbano. Os autores McPhearson et al. (2016) classificam a ecologia em *nas*, *das* e *para* as cidades, onde a *nas* focam apenas nos fatores bióticos e abióticos, a *das* complementam os estudos com o fator antrópico e a *para* seria uma meta, pois considera necessária uma mudança de paradigmas, integrando o elemento de governança e com isso, a integração dos diferentes agentes urbanos na tomada de decisão e construção de conhecimento.

ações, por desconsiderarem o ambiente urbano de seu entorno, sendo esse o principal agente de transformação desse ecossistema (Benhardt & Palmer, 2017).

Além da *restauração*, existem outras abordagens usuais como a *reabilitação*, *revitalização*, *remediação*, *recuperação*, *preservação*, *adequação*, *criação*, *melhoria* e *mitigação*; que são explicadas na Tabela 1, realizada a partir de um levantamento teórico feito por Veról (2013). A partir desse levantamento, pode-se observar que a *reabilitação*, por exemplo, considera o sistema como socioecológico, sendo uma abordagem voltada para o que McPhearson et al. (2016) classificam como *ecologia das cidades*, em que se entende essa complexidade de relações na busca por uma sustentabilidade. Segundo Veról (2013), a prática de reabilitação se concentra na recuperação dos aspectos que constituem uma bacia hidrográfica, tais como o geomorfológico, de melhoria das condições ambientais das águas e redução do risco de inundação, buscando integrá-los com a realidade urbana, a partir do uso das planícies como forma de lazer e recreação.

Tabela 1 – Conceitos abordados por Veról (2013), como sendo os mais usuais nos estudos sobre a temática de rios.

Conceito	Definição
<i>Restauração</i>	Retorno ao estado original de rios e córregos, antes de ter sofrido perturbação e distúrbios, seja das áreas de fluxo de água e/ou de suas várzeas.
<i>Reabilitação</i>	Consiste no retorno de rios e córregos a uma condição próxima a original, devolvendo sua funcionalidade, qualidade e reconhecendo as condições atuais que levaram a sua degradação como uma limitação a busca pelo estado original.
<i>Revitalização</i>	É a recuperação da estrutura ou função de um rio e córrego a partir de medidas que não integram o sistema, buscando melhorias por meio de saneamento básico e outras soluções que suprima possíveis impactos.
<i>Remediação</i>	É uma ação utilizada em medidas extremas quando um rio e um córrego possuem um alto nível de degradação, não podendo voltar a uma proximidade do seu estado natural. É um processo que visa recuperação a partir de uma condição nova do ecossistema.
<i>Recuperação</i>	Neste termo existe uma dualidade, pois, NRC (1992) apud Vérol (2013) considera que seria um processo de modificação de um ecossistema natural para servir a propósitos humanos, seja para uso urbano ou agrícola. Já Cunha (2003) apud Vérol (2013) conceitua como sendo a volta de um estado original, considerando sua qualidade, forma, aspectos ecológicos e hidrológicos.
<i>Preservação</i>	É a manutenção das funções e características naturais do ecossistema aquático.
<i>Adequação</i>	É uma forma de propiciar diferentes usos para o rio, melhorando seu acesso e diversificando as atividades, como uso recreativo e pesca.
<i>Criação</i>	Como o próprio nome diz, seria a criação de uma condição ou recurso que não existia no local, como uma área alagada. Esse processo se dá diretamente sob intervenção humana.
<i>Melhoria</i>	É o aumento das características, qualidade ambiental e valores do rio,

	considerando a estética e não necessariamente seu funcionamento.
<i>Mitigação</i>	Reduz e evita danos ambientais antrópicos, está associado ao conceito de <i>criação</i> , pois pode ser substituído por um ecossistema equivalente.

Contudo, dentre essas abordagens citadas, a mudança climática parece ser um fator secundário a ser considerado pelas ações, sendo isso visível em alguns estudos sobre rios urbanos como os de England et al. (2020), Everard & Moogridge (2012), Fryirs & Brierley (2009), Palmer et al. (2014), Smith et al. (2014), e van den Brandeler (2019). Os autores Smith et al. (2014), por exemplo, fizeram um levantamento sobre a evolução das práticas em rios¹⁵ e seus diferentes focos de abordagem ao longo dos anos, em que a maioria desses recaem sobre melhoria da biodiversidade, da ecologia, para o controle de inundação, entre outros. Recentemente, alguns especialistas consideram a prática como uma forma de se adaptar a mudança do clima.

Entretanto, algumas das pesquisas encontradas, apesar de terem a *adaptação*¹⁶ de rios para mudança climática como discussão principal, não analisam rios urbanos, tendo, por sua vez, como objeto de estudo rios em condições parcialmente naturais. Esse é o caso de Palmer et al. (2009) que estuda a adaptação climática para a biodiversidade e ecossistemas, para alguns rios nos Estados Unidos; dentro dessa mesma temática há Bolscher et al. (2013) voltando-se para pesca de salmão no rio Rhine na Europa; ainda, Bhawe et al. (2013) e estudos de processos participativos para a adaptação da região agrícola para a bacia do rio Kangsabati na Índia; e, também, Wang et al. (2017) analisando diferentes cenários climáticos para a bacia do rio Yellow na China, também em zona rural. De modo geral, esses estudos citados avaliam as ameaças, riscos e vulnerabilidades locais a partir das projeções climáticas, lançando estratégias de adaptação para os determinados contextos climáticos, por exemplo, inundação e seca que podem variar na sua intensidade e frequência.

Sobre a adaptação junto com a inundação em áreas urbanas, foi encontrado um estudo, de Liao (2014), que questiona a eficácia das soluções cinzas nos rios em responder aos impactos climáticos, tendo como objeto a área à jusante¹⁷ do rio Green em Washington, Estados Unidos. O autor faz o uso do termo adaptação de

¹⁵ O recorte de análise realizado pelos autores (Smith et al., 2014) foi de 1990 a 2008, uma vez que, segundo eles, foi a partir dos anos 90 que os estudos passaram a ganhar maior relevância.

¹⁶ Definição na Tabela 2.

¹⁷ As águas escoam de uma área mais alta, à montante, para a mais baixa, à jusante (Christofoletti, 1981).

inundação, colocando-o em contrapartida ao controle de inundação. Esse controle seria uma crítica à essas soluções, já citadas anteriormente, que buscam controlar processos e fluxos naturais da água. Porém, a água como *ameaça*¹⁸ deveria ser pensada de modo a ser tolerada no ambiente urbano, buscando assim minimizar os seus impactos. Com isso, ele aponta, como possibilidade de estratégia, adaptar os edifícios, as infraestruturas e os espaços abertos buscando a resiliência do sistema urbano. Ainda segundo o autor, na temática de rios, o controle de inundação é mais estudado do que a adaptação, sendo que este último é colocado como uma possibilidade de ampliação dos estudos. Como exemplo, ele aponta a restauração de sistemas ribeirinhos e de planícies de inundação a partir da retomada da funcionalidade do sistema fluvial. Com isso, de certa forma, abre a discussão para as abordagens usuais citadas na Tabela 1 anteriormente.

A partir desse contexto, surge a principal pergunta dessa pesquisa que é (1) como os projetos em rios urbanos podem se adaptar ao contexto da mudança climática? Com isso, aparecem as questões norteadoras: (2) como as abordagens usuais em rios urbanos se relacionam como a mudança climática? (3) quais são as estratégias utilizadas por elas para redução de inundação? e (4) o que seria *adaptação* de sistemas ribeirinhos? Além delas, tem-se também as secundárias, que surgiram a partir do desenvolvimento teórico: (5) como planejar as áreas ribeirinhas, considerando a complexidade do ambiente urbano e os fatores que alteram suas características? (6) Além de planejá-las, como adaptá-las aos impactos climáticos? e (7) como os rios urbanos podem se tornar sustentáveis e resilientes, *para* as cidades, considerando as dinâmicas e relações que o cercam?

Primeiramente, entende-se como sistemas ribeirinhos os diversos elementos antrópicos, ou não, como a biodiversidade e ecossistemas que constituem uma bacia hidrográfica, considerando as intervenções antrópicas como fator que a modifica e que por ela é modificada a partir das interações socioecológicas. Ao colocar a mudança climática como foco de uma intervenção nesse sistema, a pesquisa se relaciona com os conceitos voltados para essa temática, sendo alguns deles definidos pela

¹⁸ No ambiente urbano, a água pode ser vista como *recurso* e *ameaça*. Segundo Rosenzweig et al. (2018), a água como *recurso* tem problemas na sua segurança e qualidade, já como *ameaça*, está relacionada aos riscos de alagamentos e inundações, ressaltando a sensibilidade do ambiente urbano a partir da deficiência do sistema de drenagem convencional e os impactos humanos no meio ambiente.

Tabela 2, que são os principais conceitos discutidos¹⁹.

Tabela 2 - Conceitos voltados a mudança climática. Fonte: elaborado pela autora, com base na fonte citada.

Conceitos	Definição (IPCC, 2018)	Principais autores ²⁰
<i>Risco</i>	É a possibilidade de ocorrência de uma ameaça, que irá produzir consequências negativas ao ambiente humano, considerando também seu fator de incerteza.	Patrícia Romero-Lankao (2016), Thomas Elmqvist (2018), Ulrich Beck (2011), Yvete Veyret (2019).
<i>Vulnerabilidade</i>	É o grau de suscetibilidade e exposição em relação a uma ameaça, podendo ser afetado por não conseguir responder e se adaptar a ela.	Barry Smit & Johanna Wandel (2006), Patrícia Romero-Lankao (2016), Neil Adger (2006), Thomas Elmqvist (2018), Yvete Veyret (2019).
<i>Exposição</i>	Considera as pessoas, ecossistemas e bens expostos a uma ameaça.	Barry Smit & Johanna Wandel (2006), Maria Fernanda Lemos (2020a), Neil Adger (2006).
<i>Sensibilidade</i>	É relativo aos aspectos físicos do sistema que possuem vulnerabilidade em relação a uma ameaça.	Barry Smit & Johanna Wandel (2006), Maria Fernanda Lemos (2020a), Neil Adger (2006).
<i>Capacidade adaptativa</i>	Está relacionada a capacidade de resposta de indivíduos, comunidades e instituições à eventos adversos.	Barry Smit & Johanna Wandel (2006), Maria Fernanda Lemos (2020a), Neil Adger (2006).
<i>Adaptação</i>	É definida como forma de redução de vulnerabilidade para ajustar o sistema humano para a ameaça climática.	Barry Smit & Johanna Wandel (2006), Cecília Herzog (2010; 2013), Cynthia Rosenzweig (2018), Emmanuelle Cohen-Shacam (2019), Maria Fernanda Lemos (2010), Neil Adger (2005).
<i>Mitigação</i>	São formas de reduzir ou zerar as emissões de GEE na atmosfera.	-
<i>Resiliência</i>	A capacidade do sistema em absorver, responder e lidar com um impacto.	Sara Meerow (2016; 2019).
<i>Sustentabilidade</i>	É um conceito relacionado ao desenvolvimento, que busca meios de garantir a subsistência do presente sem prejudicar o futuro, assim buscando maneiras harmônicas de coexistir com o meio.	Ignacy Sachs (2008; 2009), Steven Cohen (2017).
<i>Governança</i>	É relativa à interação entre agentes urbanos de forma inclusiva, tanto no	Cynthia Rosenzweig (2018), Tuula Honkonen

¹⁹ Com exceção da *mitigação*, que não é o foco dessa pesquisa, mas que aparece de forma indireta.

²⁰ Os autores colocados aqui são alguns dos principais considerados nas discussões dessa pesquisa.

A partir disso, o **objetivo geral** da pesquisa é propor um método analítico para avaliar o potencial de contribuição de projetos, que atuam para a redução de inundação, em rios urbanos para a adaptação à mudança climática. Já como **objetivos específicos**: (1) compreender os sistemas ribeirinhos e sua relação com o ambiente urbano e a mudança climática, riscos e vulnerabilidade para a construção da sustentabilidade e resiliência urbana; (2) compreender como adaptar os sistemas ribeirinhos considerando seu contexto no ambiente urbano; e (3) investigar se os projetos escolhidos, que dão ênfase a sustentabilidade, são sustentáveis e resilientes.

Esse último objetivo emerge diante da possibilidade de que alguns projetos podem fazer uso do discurso pró-sustentabilidade para justificar suas ações, sendo que nem sempre eles contribuem positivamente para a sustentabilidade e resiliência do sistema, resultando em um projeto não adaptado às condições climáticas (Lemos, 2010). Segundo Lemos (2010), existe uma correlação entre esses dois conceitos, *sustentabilidade* e *resiliência*, onde a resiliência se apresenta como ponto fundamental para se alcançar a sustentabilidade, já que é capaz de lidar com as incertezas e imprevisibilidade do futuro, mitigando possíveis riscos e desastres, tais como aqueles exacerbados pelos impactos da mudança climática.

Em relação ao ponto central dessa pesquisa, que é a *adaptação*, os autores Rosenzweig et al. (2018) colocam as cidades na vanguarda das ações voltadas ao enfrentamento da mudança do clima, que segundo Smit & Wandel (2006), parte da emergência em lidar com o fenômeno em si. De acordo com Adger et al. (2005), a adaptação abrange múltiplas escalas, pois ações eficientes reduzem *vulnerabilidade* e consideram as incertezas do *risco*, voltando-se para soluções sistemáticas que beneficiem mais de um contexto, como do local ao global, que nesse caso engloba a *mitigação*.

Ao considerar a adaptação de ecossistemas, de modo geral, a temática se relaciona com a implementação das SbNs que, como já colocado anteriormente, buscam resgatar ou imitar elementos da natureza que foram perdidos ao longo da urbanização. Essas soluções são vistas como uma forma de se adaptar à mudança climática, ou seja, um meio de resposta aos eventos climáticos, que contribui com

a construção da resiliência urbana. Com isso, integram-se ao planejamento urbano e à governança, buscando garantir a efetividade e implementabilidade das soluções, além de buscar construir o conhecimento sobre as necessidades e o contexto urbano local com a comunidade, para que soluções escolhidas sejam coerentes à realidade vivenciada por eles (Frantzeskaki et al. 2019; Spyrou et al. 2021).

De acordo com Cohen-Shacam et al. (2016), as SbNs possuem cinco categorias, sendo elas: *restaurativas*, *específicas*, *infraestrutura*, *gestão* e *proteção* que se complementam, ou seja, pode-se utilizar mais de uma categoria em determinada solução, variando de acordo com as dinâmicas e especificidades de um determinado local. Dentre essas categorias, a *específica* relaciona-se com a adaptação climática e redução de desastres, voltando-se a uma das opções de adaptação²¹ chamada de *adaptação baseada no ecossistema* (AbE), que busca restaurar ou resgatar os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade para adaptar o meio humano à mudança climática (Cohen-Shacam et al., 2016; 2019; IPCC, 2014). Por ser considerada uma opção “centrada nas pessoas”, a AbE pode ser interligada a processos participativos a partir da *adaptação baseada na comunidade* (AbC), por meio das medidas de governança e com o planejamento urbano. Kabish et al. (2017) consideram a integração com a comunidade como uma forma efetiva à longo prazo.

De modo geral, a interação entre SbN e a AbE, acontece por essa ser uma política multiescalar, onde um ecossistema auxilia o processo de adaptação humana para a mudança climática e, dessa forma, faz o uso de abordagens, como as outras categorias das SbN, para reduzir a vulnerabilidade de uma comunidade ou local (Scarano, 2017). Assim, a AbE pode interagir com as infraestruturas verde-azuis, representadas na Figura 3, que são soluções ecológicas como espaços verdes, plantio e áreas alagáveis, que servem para atender a uma funcionalidade como redução de ilhas de calor e mitigação do risco de alagamento e inundação (IPCC, 2018). Segundo Herzog & Rosa (2010), essas infraestruturas são abordagens multidisciplinares e sistêmicas com baixo impacto na paisagem que ajudam a reduzir as pegadas ecológicas das cidades, além de contribuir com conservação e preservação de ecossistemas como os corpos d’água. Reafirma-se, assim, o quanto as SbNs podem

²¹ Elas são classificadas em estruturais e não-estruturais, sendo que a primeira se relaciona aos aspectos físicos do sistema, como as infraestruturas; já a segunda aos aspectos humanos, como a sociedade e instituições (Rodrigues & Antunes, 2021; IPCC, 2014). As opções são variáveis de acordo com as prioridades, riscos e vulnerabilidades do contexto específico (IPCC, 2014).

interagir com as soluções cinzas, resultando em soluções híbridas, que compõem as possibilidades de *adaptação*, mostrando-se efetivas em relação a ameaça climática (Kabish et al., 2017).

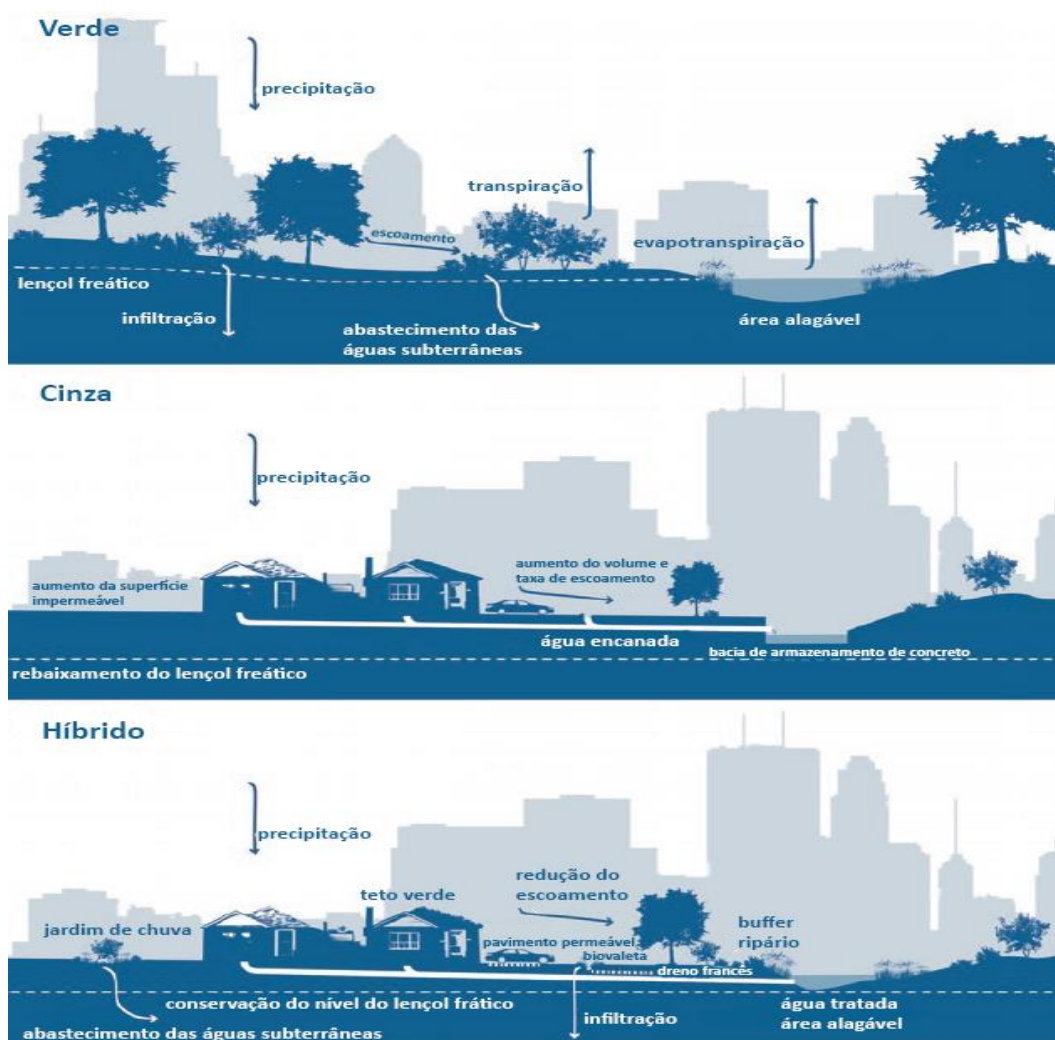


Figura 3 – Representação de três abordagens: a verde, a cinza e a híbrida. O foco da ilustração é em relação ao desafio das cidades em lidar com as precipitações, pelo aumento do volume e taxas de escoamento das águas, tendo como um dos agravantes a impermeabilização do solo que impede a infiltração das águas. A solução híbrida junta as duas soluções, as tradicionais adotadas pelas cidades, junto com as verdes que buscam garantir os serviços ecossistêmicos e demais benefícios. Fonte: Kabish et al. (2017), tradução nossa.

Os rios, como já visto, e outros elementos que possuem uma funcionalidade no sistema fluvial podem ter sido degradados ou perdidos ao longo do processo de urbanização (Bernhardt & Palmer, 2007; Everard & Moggridge, 2012; Palmer et al., 2009; Veról et al., 2020), portanto, as SbNs podem ser consideradas uma forma de resgatá-los, buscando minimizar riscos como os da inundações que, com a mudança climática, pode se tornar mais frequente e intenso (Spyrou et al., 2021). As

abordagens usuais, como a *reabilitação*, também buscam resgatar esses elementos para melhoria do ecossistema em si, da biodiversidade e para reduzir possíveis riscos como das inundações, voltando-se para a melhoria do ambiente urbano (Vérol, 2013). Com isso, considerando o risco de inundação, o Climate-ADAPT²² (2019) considera as abordagens usuais uma possibilidade a ser adaptada à mudança climática, desde que se considere o fenômeno em si, que sejam integrados à comunidade e que as ações sejam coerentes à realidade de determinado contexto. Segundo a fonte, as abordagens usuais estariam associadas à AbE, fazendo o uso de infraestrutura verde-azul para promover a reintegração dos ecossistemas ao meio e devolvendo sua funcionalidade, como no auxílio dos escoamentos das águas superficiais e na minimização dos efeitos de inundações.

A partir dessas discussões, esta pesquisa busca analisar os rios sob o prisma da *adaptação* de cidades, considerando a *adaptação baseada no ecossistema* (AbE) junto com a *adaptação baseada na comunidade* (AbC), visto que, para soluções a longo prazo, deve-se haver o envolvimento da sociedade nas ações sobre os ecossistemas.

O **objeto de estudo** é a adaptação de sistemas ribeirinhos urbanos como estratégia de diminuição de inundações, visando aumentar a resiliência e a tolerância de impactos das cheias nas áreas urbanas, considerando sua integração com o planejamento urbano. O **recorte** é de sistemas ribeirinhos em megacidades, aquelas com mais de 10 milhões de habitante, que geralmente se localizam próximas à recursos hídricos como lagos, rios e oceanos. A pegada ecológica de uma megacidade é maior devido aos impactos causados no meio ambiente e por serem pontos de consumo e demanda de recursos com uma alta concentração populacional e de atividades econômicas (Folberth et al., 2015). Esses fatores são apontados por Losouarn et al. (2016) como uma vulnerabilidade das megacidades à riscos associados a água como: alagamentos, inundações, escassez e/ou comprometimento na qualidade do recurso. Ademais, a concentração demográfica e questões ambientais são colocadas como desafios para as megacidades em lidar com os impactos da mudança climática.

²² A Plataforma Europeia de Adaptação à Mudança Climática (Climate-ADAPT) é uma parceria entre a Comissão Europeia e a Agência de Meio Ambiente para divulgar informações e conteúdo sobre estratégias, opções e ações voltadas à adaptação. O site está disponível em: [Home — Climate-ADAPT \(europa.eu\)](https://climate-adapt.europa.eu)

Para atingir os objetivos da pesquisa, foram escolhidos quatro casos-referências voltados para a restauração de rios urbanos: (1) Recuperação das margens do Rio Mapocho, em Santiago, Chile; (2) Criação do riacho de Cheonggyecheon, em Seul, Coréia do Sul; (3) a Reabilitação do Estero de Paco, em Manila, Filipinas; e (4) a Reabilitação do rio Quaggy, em Londres, Inglaterra. Esses exemplos foram eleitos por atuarem na redução de inundação em áreas urbanas, no entanto, dentre eles, somente o da Europa considera a mudança climática na sua elaboração, sendo especificamente um caso-referência de adaptação.

A recuperação das margens do Rio Mapocho faz parte do projeto chamado de *Mapocho 42K*, iniciado em 2009²³, que visa a criação de um corredor verde, ao longo do leito do rio, fazendo a integração entre as comunas da zona metropolitana, a partir de parques e equipamentos públicos que promovem um novo meio de deslocamento e conexão urbana. O foco do projeto é a mobilidade urbana, contudo, esse corredor ambiental faz o uso de infraestrutura verde ao longo de um rio que oferece ameaça de inundações à cidade (Mostafavi et al., 2019). Os materiais encontrados sobre o projeto são voltados para a mobilidade. Já que ele é recente, e alguns trechos ainda estão em implementação, existem poucos artigos o abordando como objeto de estudo, como Campo (2017), além disso, o Rio Mapocho, como parte de um serviço ecossistêmico para o enfrentamento da mudança climática, é trabalhado por Vázquez (2016).

A criação do riacho de Cheonggyecheon é conhecido mundialmente. O projeto, finalizado em 2005, consistiu na derrubada de uma rodovia que se localizava acima do rio, concretado desde 1977, para a contenção de risco de inundação e buscava a recuperação do córrego na paisagem a partir de valores históricos, naturais e culturais. O projeto é uma referência quando se trata de restauração e reabilitação rios urbanos, por isso é constantemente utilizado como objeto de estudo, sendo analisado os benefícios da reabilitação fluvial, as metas, custos, embates e críticas culturais em relação a sua implementação. Ademais, é relacionado com a *sustentabilidade*, pela melhora da qualidade ambiental do ecossistema e o aumento da biodiversidade local (Lee & Jung, 2016; Ryu & Kwon, 2016; Jeon & Kang, 2019; Kim & Jang, 2019; Kim & Jung, 2019; Kim, 2020). Algumas cidades do mundo utilizam a reabilitação do Cheonggyecheon como base de seus próprios

²³ Alguns trechos ainda estão em implementação.

projetos e planos, esse é o caso da Cidade do México e o projeto para o rio La Piedad, ainda em desenvolvimento.

A Reabilitação do Estero de Paco, concluída em 2012, está integrado à recuperação da qualidade da bacia do Pasig e da Baía de Manila. O projeto consistiu no aprimoramento da qualidade das águas para a Classe C, onde é possível vida na água e o uso para fins recreativos. Esse processo de limpeza do Estero auxiliou na redução de riscos de inundação, pois o lixo jogado no curso d'água, algo que ocorria por ação humana, contribuía com essa situação. Há relatórios como o da Comissão da Bacia do Pasig (*Pasig River Rehabilitation Comission*), sigla em inglês PRRC, 2010; 2011; 2012) e do Banco de Desenvolvimento Asiático (*Asian Deselopment Bank*), sigla em inglês ADB, 2010) que trazem informações técnicas e quantitativas sobre o projeto, além disso, a reabilitação do Estero de Paco é abordada como objeto de estudo por Bringula et al. (2014) e Clemente (2020) que avaliam o projeto, o público atingido, o envolvimento da comunidade e a qualidade das águas após a implementação.

A Reabilitação do rio Quaggy, concluída em 2004, está incluída no Plano de Ação para os Rios de Londres do *The River Restoration Center* (RRC, 2009), sendo realizada pela Agência de Meio Ambiente de Londres (*Environmental Agency*), sigla em inglês EA, 200?), que está alinhada com um plano de adaptação recente da cidade (Greater London Authority, 2011). O projeto foi concluído em 2003, tendo como principal objetivo a gestão de risco de inundação no centro do bairro de Lewisham, no sudeste de Londres. A restauração considera a mudança climática e buscou criar um espaço de recreação, além de propiciar a melhoria da biodiversidade local. O projeto está inserido na parceria *RESTORE*²⁴ e é utilizado como exemplo de restauração por Everard & Moggridge (2011).

Essa é uma pesquisa qualitativa desenvolvida a partir do método indutivo e comparativo, com suporte da revisão de literatura, revisão documental e técnicas de análise dos casos-referências. Para a análise, a pesquisa busca lançar uma metodologia que englobe diversos fatores que compõem o ambiente urbano para a redução de *vulnerabilidade* e *risco* em sistemas ribeirinhos. Sendo assim, divide-se em três

²⁴ Segundo o *European Center for River Restoration* (ECRR, 2019), foi fundada pela Agência do Meio Ambiente da Inglaterra e visa mostrar o estado da arte em relação às práticas de restauração de rios na Europa a partir do site que contém os bancos de dados, constantemente atualizados, sobre projetos em implementação ou concluído. O site está disponível em: [RESTORE \(restorerivers.eu\)](http://restorerivers.eu)

categorias: (1) categoria espacial, para compreender o contexto urbano, sua relação com o sistema ribeirinho, a ameaça que o sistema representa e a vulnerabilidade local; (2) a categoria funcional, para compreender as estratégias utilizadas, sua integração entre sistemas, se reduziu o risco de inundação ou não, se considerou o cenário climático e qual é o seu custo-benefício; e (3) a categoria ambiental, que busca apontar a melhoria nas condições do sistema ribeirinho e fluvial, além de quais aspectos de formação da bacia hidrográfica foram considerados. Por fim, devido ao uso de um discurso pró-sustentável dos casos, a sustentabilidade se tornou fator condicionante, em que será utilizado a matriz de análise desenvolvida por Lemos (2010).

Essa pesquisa está dividida em cinco capítulos principais, sendo os dois primeiros de revisão teórica, o terceiro para explicar a abordagem teórica-metodológica, o quarto para a análise dos casos-referências e o quinto para os resultados da análise.

Com isso, o capítulo 2 – A mudança climática e os sistemas ribeirinhos – busca compreender a relação da água e o ambiente urbano, considerando o cenário climático como fator potencializador de risco, além das complexidades e desafios da cidade em se adaptar aos riscos relacionados a água. A partir disso, coloca os rios como objeto de discussão voltados ao entendimento de água como recurso e ameaça, procurando entender seu funcionamento, seus elementos hidrogeomorfológicos e geomorfológicos, fluxos e processos que podem ser influenciados por atividades antrópicas. Além disso, desenvolve o conceito de risco e vulnerabilidade, considerando as discussões levantadas pelo capítulo.

O capítulo 3 – Planejamento urbano para a mudança climática – busca levantar formas de como a adaptação de sistemas ribeirinhos podem contribuir para a construção de cidades sustentáveis e resilientes. Logo, volta-se a ideia de ecossistemas *para* as cidades, em que o planejamento urbano está integrado as medidas de governança e com as ações de adaptação. Sendo assim, esse capítulo desenvolve os conceitos de sustentabilidade, resiliência, governança, adaptação, AbE, SbN e AbC.

O capítulo 4 – Abordagem teórico-metodológica – desenvolve o embasamento da metodologia criada e explica as diferentes categorias e os aspectos considerados por elas, evidenciando para que cada uma está voltada. Ademais, mostra qual é a matriz de análise utilizada para o fator condicionante e como esta funciona,

além de demonstrar a base de critérios com que os casos-referências foram escolhidos.

O capítulo 5 – Análise de projetos em rios urbanos – inicia com os resultados da base de critérios dos casos citadas anteriormente para enunciar os casos escolhidos, voltando-se para a análise de cada um deles com base de discussão na metodologia traçada.

O capítulo 6 – Resultados – busca demonstrar qual foi o resultado para cada um dos pontos levantados pela metodologia e discussão das análises, buscando finalizar e terminar de responder as perguntas norteadoras dessa pesquisa.

2

A mudança climática e os sistemas ribeirinhos

Difícilmente encontramos em nossas cidades um rio urbano que não tenha sido transformado em uma avenida marginal, canalizado e ladeado por vias carroçáveis, trazendo consigo todas as consequências desastrosas, principalmente a poluição das suas águas e as enchentes ocupando toda a várzea que lhe foi roubada. (Kliass apud Gorski, 2010, p.11)

As civilizações buscaram se desenvolver próximos à recursos necessários para sua sobrevivência, dentre eles, o recurso hídrico, como os rios, lagos e oceanos. Assim, a influência humana vem se fazendo presente nesses ecossistemas a partir da busca por alimentos, da navegação e para abastecimento. No entanto, no princípio, os impactos humanos no meio não alteravam tanto os processos e fluxos naturais quanto aqueles ocorridos após a industrialização (Herzog, 2013).

Para Kaushal et al. (2015), a história recente da relação da água com a evolução urbana pode ser dividida em três períodos gerais: (1) a cidade industrial, (2) a cidade sanitária e (3) a cidade sustentável.

Na cidade industrial, a água passou a ganhar novos signos, como parte essencial da produção, consumo e de processos industriais. Além disso, com as rápidas transformações urbanas e com o crescimento populacional, as funções, a estrutura e os serviços ecossistêmicos passaram a ser modificados pela atividade humana, de modo que o processo de regeneração dos corpos hídricos não consegue acompanhar a rapidez com que o recurso é consumido e poluído por ações antrópicas pontuais, como pelo esgoto, e difusa que resulta, por exemplo, do escoamento de águas pluviais superficiais das ruas e telhados (Herzog, 2013; Kaushal et al., 2015).

Já a cidade sanitária é classificada como aquela que buscou soluções de drenagem urbana, como as galerias pluviais, medidas de distribuição de água potável e esgotamento sanitário, ademais, medidas de canalização, retificação e concretagem de córregos e rios. De modo geral, ao longo dos anos, o aumento pela demanda do recurso, as secas, os alagamentos e as inundações guiaram parte das

transformações urbanas e, para gerir esses problemas, as soluções de engenharia ditas hoje cinzas ou tradicionais foram prioritárias para o planejamento na busca por eficiência (Kaushal et al., 2015). De acordo com Herzog (2013), essas infraestruturas são monofuncionais e possuem uma pretensão de dominar processos e fluxos naturais, logo, quando submetidas a um impacto, como uma precipitação de maior intensidade, podem não atender o volume de água esperado, levando a alagamentos e inundações.

Para Herzog (2013), a água não se domina, apenas busca-se alternativas para conviver com ela e isso faz parte das soluções multifuncionais, ou seja, as soluções tradicionais atuando junto com outras, como as infraestruturas verde-azuis, que consideram os processos e fluxos naturais, como a acomodação, infiltração, retenção e detenção da água por toda a bacia hidrográfica, de modo a manter a resiliência do sistema. Essa busca por reintegrar e restaurar os ecossistemas da cidade faz parte do que Kaushal et al. (2005) chamam de cidade sustentável. Ela seria uma meta que procura minimizar ou ainda modificar as relações atuais da urbanização com o meio, uma que cause menos impacto e que se conecte com o seu entorno.

2.1

Ambiente urbano e a água

Um dos principais desafios atuais é em relação a água, já que as projeções climáticas apontam para um aumento do nível do mar, da frequência e intensidade das precipitações, secas e tempestades tropicais, que contribuem com o risco de enchente, inundações, alagamentos e erosão costeira, além da diminuição da quantidade e qualidade da água. Esses riscos, além de serem impulsionados pela mudança climática, também são estimulados pelas condições não-climáticas, tais como a urbanização, o uso do solo ou mudanças geomorfológicas, aumento populacional e pelo setor econômico. Assim, a água é um recurso que pode afetar pessoas, seu bem-estar, saúde, bens e as atividades econômicas, e ser afetado tanto por fatores climáticos (Tabela 3), quanto não climáticos, que variam de acordo com os aspectos demográficos, socioeconômicos, tecnológico e de estilo de vida (IPCC, 2014; Rosenzweig et al., 2018).

Tabela 3 - Fatores climáticos relacionados ao recurso hídrico, a ameaça que pode representar, e alguns dos efeitos e consequências diretas e indiretas. Fonte: elaborada pela autora, com base de dados do IPCC (2014).

Fatores climáticos	Ameaça	Efeito ou consequência
Aumento ou diminuição no regime de precipitação	Alagamentos e inundações	• Variação na qualidade e quantidade da água. • Estresse hídrico.
	Erosão	• Mudança no fluxo dos rios perenes para intermitente ou vice-versa.
	Seca	• Mudança na recarga das águas subterrâneas. • Exposição de pessoas e bens econômicos.
Aumento de temperatura	Ondas de calor	• Maior demanda por água tanto para o consumo quanto para o resfriamento artificial. • Maior demanda pela indústria para a produção de energia e resfriamento das usinas termoeletricas com base à carvão.
		• Maior consumo para irrigação. • Mudança na biodiversidade e ecossistemas. • Derretimento das geleiras.
Aumento no nível do mar	Inundação costeira	• Salinização das águas subterrâneas. • Variação na qualidade da água. • Salinização de ecossistemas terrestres.
	Erosão costeira	• Impacto na biodiversidade e ecossistemas terrestres. • Exposição de pessoas e bens econômicos.

Segundo a UN-Habitat (2020), mais da metade da população mundial, aproximadamente 4 bilhões de pessoas, vive em áreas urbanas. A maioria delas se concentra em países de renda média, com uma boa parte habitando a região asiática (Figura 4). Desse total populacional, a maioria está localizada em grandes e megacidades. Consideram-se 37 megacidades atuais e 11²⁵ projetadas para 2030, em que a maioria se situa na Ásia (Tabela 4).

²⁵ A lista das megacidades é considerada por essa pesquisa com base na Unesco (2019) que, segundo a fonte, foi feita com base nos dados de 2018 do Departamento das Nações Unidas para Assuntos Econômicos e Sociais (*United Nations Department of Economic and Social Affairs*), sigla em inglês UN-DESA). As cidades projetadas para 2030 são: Chicago, Dar es Salaam, Luanda, Santiago, Chengu, Xi'na, Wuhan, Najing, Amedabade, Surate e Kuala Lumpur.

Região	População urbana (milhões)								Porcentagem urbana							
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Mundo	2868	3216	3595	3981	4379	4775	5167	5556	46.7	49.2	51.7	53.9	56.2	58.3	60.4	62.5
Países de renda alta	822	870	919	955	989	1019	1049	1076	76.8	78.6	80	80.9	81.9	82.8	83.9	85.0
Países de renda média	1935	2211	2511	2825	3145	3456	3757	4045	41.6	44.7	47.9	50.8	53.7	56.5	59	61.5
Países de renda baixa	109	133	162	199	243	296	359	432	25.7	27.2	28.9	30.9	33.2	35.7	38.3	41.2
África	286	341	409	492	588	698	824	966	35	36.9	38.9	41.2	43.5	45.9	48.4	50.9
Ásia	1400	1631	1877	2120	2361	2590	2802	2999	37.5	41.2	44.8	48	51.1	54	56.7	59.2
Europa	517	525	538	547	557	565	573	580	71.1	71.9	72.9	73.9	74.9	76.1	77.5	79.0
América Latina e Caribe	397	433	470	505	539	571	600	627	75.5	77.1	78.6	79.9	81.2	82.4	83.6	84.7
América do Norte	247	262	277	291	305	320	335	349	79.1	80	80.8	81.6	82.6	83.6	84.7	85.8
Oceania	21	23	25	27	29	31	33	35	68.3	68	68.1	68.1	68.2	68.5	68.9	69.4

Figura 4 - População urbana e níveis de urbanização. Fonte: UN-Habitat (2020), tradução nossa.

Tabela 4 - Megacidades no mundo, atuais e projetadas. Fonte: elaborado pela autora, com base em Coch et al. (2017), Chan et al. (2021), D'Onorio et al. (1999), Egler & Gusmão (2014), Liu et al. (2015), Nicholls et al. (2008), WB²⁶ (2019), UNDP²⁷ (2020), UN-Habitat (2008).

	País	IDH	GINI ²⁸	Cidade	Costeira	LECZ	Delta
África	Angola	0,581 (148º)	51,3 (2018)	Luanda	Sim	Sim	Não
	Congo	0,574 (149º)	42,1 (2012)	Kinshasa	Não	Não	Não
	Egito	0,707 (116º)	31,5 (2017)	Cairo	Não	Não	Não
	Nigéria	0,539 (161º)	35,1 (2018)	Lagos	Sim	Sim	Sim
	Tanzânia	0,529 (163º)	40,5 (2017)	Dar es Salaam	Sim	Sim	Não
América Do Norte	Estados Unidos	0,926 (17º)	41,4 (2018)	Chicago	Não	Não	Não
				Los Angeles	Sim	Sim	Não
				Nova Iorque	Sim	Sim	Sim
	México	0,779 (74º)	45,4 (2018)	Cidade do México	Não	Não	Não
América Do Sul	Argentina	0,845 (46º)	42,9 (2019)	Buenos Aires	Sim	Sim	Não
	Chile	0,851 (43º)	44,4 (2017)	Santiago	Não	Não	Não
	Brasil	0,765 (84º)	53,4 (2019)	Rio de Janeiro	Sim	Sim	Não
				São Paulo	Não	Não	Não
	Colômbia	0,767 (83º)	51,3 (2019)	Bogotá	Não	Não	Não
	Peru	0,777 (79º)	41,5 (2019)	Lima	Sim	Não	Não
Ásia	Bangladesh	0,632 (133º)	32,4 (2016)	Dhaka	Não	Sim	Sim
	China	0,761 (85º)	38,5 (2016)	Pequim	Não	Não	Não
				Chengdu	Não	Não	Não
				Chongqing	Não	Não	Não
				Guangzhou	Sim	Sim	Sim

²⁶ World Bank.

²⁷ United Nations Development Programme.

²⁸ Índice de desigualdade renda, avaliado de 0 a 100, no qual quanto mais próximo de 100, maiores são os índices de desigualdade.

				Nanquim	Não	Não	Sim
				Shenzhen	Sim	Sim	Sim
				Shanghai	Sim	Sim	Sim
				Tianjin	Sim	Sim	Sim
				Wuhan	Não	Não	Não
				Xiam	Não	Não	Não
	Coréia do Sul	0,916 (23º)	31,4 (2016)	Seul	Não	Sim	Não
	Filipinas	0,718 (107º)	42,3 (2018)	Manila	Sim	Sim	Sim
	Índia	0,645 (131º)	35,7 (2011)	Amedabade	Não	Não	Não
				Bangalore	Não	Não	Não
				Chennai	Sim	Sim	Não
				Calcutá	Não	Sim	Sim
				Mumbai	Sim	Sim	Não
				Nova Delhi	Não	Não	Não
				Surate	Sim	Sim	Não
	Indonésia	0,718 (107º)	38,2 (2019)	Jakarta	Sim	Sim	Sim
	Irã	0,783 (70º)	42,0 (2018)	Tehran	Não	Não	Não
	Japão	0,919 (19º)	32,9 (2013)	Osaka	Sim	Não	Sim
				Tóquio	Sim	Sim	Sim
	Malásia	0,810 (62ª)	41,1 (2015)	Kuala Lumpur	Não	Não	Não
	Paquistão	0,557 (154º)	31,6 (2018)	Lahore	Não	Não	Não
				Karachi	Sim	Sim	Não
	Tailândia	0,777 (79º)	34,9 (2019)	Bangkok	Sim	Sim	Sim
	Turquia	0,820 (54º)	41,9 (2019)	Istambul	Sim	Não	Não
	Vietnã	0,704 (117º)	35,7 (2018)	Ho Chi Minh	Sim	Sim	Sim
Europa	Inglaterra	0,938 (13º)	35,1 (2017)	Londres	Sim	Sim	Não
	França	0,901 (26º)	32,4 (2018)	Paris	Não	Não	Não
	Rússia	0,824 (52º)	37,5 (2018)	Moscou	Não	Não	Não

As megacidades são aquelas com mais de 10 milhões de habitantes, podendo ser aglomerados urbanos únicos ou formados por mais de uma cidade, sendo classificada por seu aspecto regional ou metropolitano, através de processos de conurbação. Por sua densidade e tamanho territorial, elas produzem mais impactos ao meio ambiente, por demandar mais recursos, produção e gerar mais resíduos, afetando sua pegada ecológica (Folberth et al., 2015). Outrossim, elas são mais complexas pelas condições de desigualdade, a informalidade, a expansão urbana e a fragmentação espacial (van den Brandeler et al., 2018).

Em relação a água, Li et al. (2015) colocam que os desafios, as vulnerabilidades e os riscos das megacidades variam de acordo com o seu contexto geográfico, processos de urbanização, densidade e desenvolvimento histórico. Ao que van den Brandeler et al. (2018) complementam com os problemas de gestão do recurso e da falta de governança hídrica, que será discutida no próximo capítulo. Em relação ao contexto geográfico, há algumas situações: cidades costeiras, costeiras de baixa elevação (LECZ, sigla em inglês – *Low-Elevation Coastal Zone*), costeiras e ribeirinhas, ribeirinhas, ribeirinhas LECZ, e em regiões áridas e semiáridas (Li et al., 2015; McGranahan et al., 2007).

De acordo com McGranahan et al. (2007, p.18), “historicamente, a população preferiu viver em áreas até 100km da costa e perto de rios principais”²⁹ e isso se reflete no padrão de localização das cidades contemporâneas. Segundo Rosenzweig et al. (2018), a maioria das megacidades estão em regiões costeiras³⁰, em que sua localização geográfica tanto representa possibilidades de desenvolvimento econômico, quanto uma vulnerabilidade em relação à impactos climáticos, como o aumento do nível do mar, erosão costeira e tempestades tropicais. As vulnerabilidades estão associadas a exposição dos bens econômicos, que são mais concentrados nas regiões costeiras e em áreas portuárias, além disso, com a exposição da população, que ainda podem estar localizadas em planícies de inundação. Além disso, a população de baixa renda, pode ser mais vulnerável pelas condições socioeconômicas e por vezes habitarem áreas ambientalmente frágeis e perigosas, como essas planícies ou locais sujeitos a erosão (IPCC, 2014; McGranahan et al., 2007).

Algumas dessas cidades costeiras ainda se desenvolveram em áreas chamadas de LECZ, que são áreas de até 10 metros de elevação, sendo esta classificação influenciada pelas projeções futuras em relação ao aumento do nível do mar que, a princípio, não chegará perto desse padrão de elevação (McGranahan et al., 2007). A rápida expansão das megacidades costeiras e as implicações decorrentes disso produzem riscos que podem ser exacerbados pela mudança do clima, no entanto, elas variam de local para local. Essas implicações podem ser consideradas os padrões de uso e ocupação do solo, que contribuem com alagamentos e inundações; e

²⁹ Tradução nossa.

³⁰ Esse relatório da Rosenzweig et al. (2018), até a data de sua publicação, considerou 26 megacidades, sendo que 16 eram costeiras. A quantidade de megacidades atuais é maior, porém, conforme pode ser visto na Tabela 4, essa relação se mantém, das 48 megacidades consideradas por esta pesquisa (atuais e projetadas), 25 são costeiras.

o afundamento do solo causado pela exploração excessiva do lençol freático, que pode colaborar com o risco de inundação das áreas LECZ (Nicholls, 1995).

Os sistemas costeiros e LECZ, dentro da abordagem socioecológica, são compostos pela integração do ambiente natural e humano. Sendo o natural, por exemplo, as praias, dunas, lagoas, rios e áreas alagáveis que são influenciadas e alteradas pela atividade humana, seu meio e modo de vida, como as ocupações, transporte, atividades econômicas, sistema de drenagem, demanda de água e consumo. Essas relações são demonstradas na Figura 5 e podem ser influenciadas por fatores climáticos (IPCC, 2014).

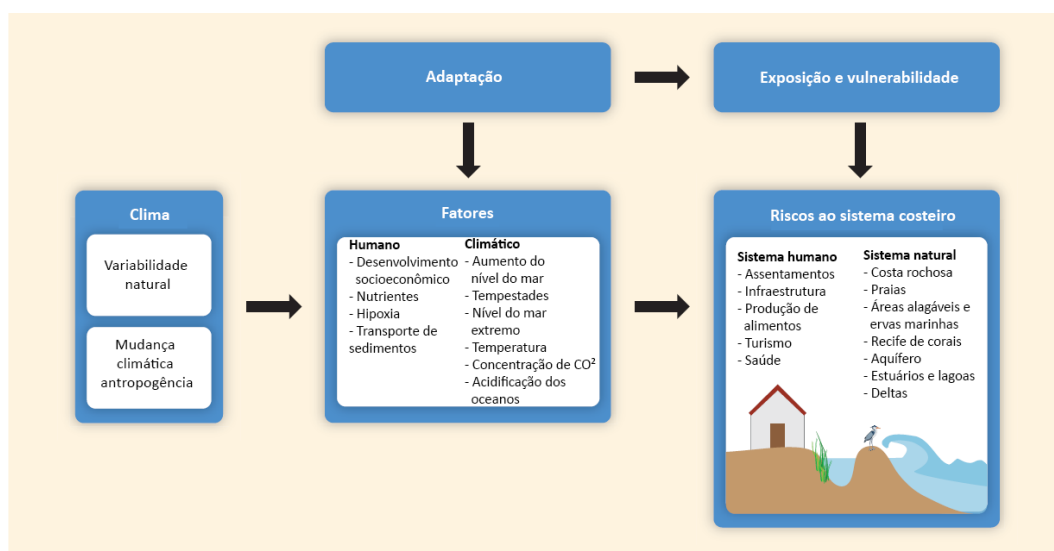


Figura 5 – Interações e relações dos sistemas socioecológicos costeiros, sendo o risco produzido pela ameaça, exposição e vulnerabilidade. Fonte: IPCC (2014), tradução nossa.

Ainda há uma parte das megacidades localizadas próximas ou ao redor de rios, e/ou em áreas alagáveis, tanto em regiões costeiras quanto interioranas. O risco de inundação e a poluição do recurso pode ser exacerbado pela perda de elementos que compõe o sistema e pelos padrões de ocupação. Alguns desses fatores são a impermeabilização do solo, desconexão dos rios e suas margens, além da falta ou precariedade do saneamento nas comunidades ribeirinhas, que contribuem com a degradação do sistema fluvial (Everard & Moggridge, 2012; Li et al., 2015). Já nas regiões costeiras, o aumento do nível do mar eleva as possibilidades de inundação, além de poder causar a salinização das águas dos rios, gerando um estresse hídrico em relação as condições e quantidade de água potável disponível para o consumo (IPCC, 2014; Li et al., 2015; Lossouarn et al., 2016). Por fim, as megacidades localizadas em regiões áridas ou semiáridas podem sofrer com a escassez de água, dependendo do abastecimento de regiões adjacentes ou ainda de um uso maior das

águas subterrâneas que, como citado anteriormente, devido a sua exploração excessiva, pode causar o afundamento do solo (Li et al., 2015).

De modo geral, Li et al. (2015) e Lossouarn et al. (2016) colocam que os desafios da água nas megacidades são em relação à expansão urbana, ao crescimento populacional e aos impactos climáticos; isso se dá diante das condições dos ecossistemas, da pressão gerada nas infraestruturas existentes, dos problemas de equidade social³¹ e da falta de governança. Para Li et al. (2015), essas questões se associam ao desenvolvimento histórico de cada local, sendo os desafios classificados, por um padrão geral, de acordo com o nível de desenvolvimento econômico dos países que se encontram, discussão ressaltada por Tanoue et al. (2016) que colocam essas condições agravantes de risco e vulnerabilidade às inundações.

Como exemplo, Li et al. (2015) citam que as megacidades dos países desenvolvidos, por já possuírem uma base de infraestrutura hídrica, como tratamento de água, coleta e distribuição, possuem como desafio as proteções ambientais, controle nos níveis de poluição e da renovação das infraestruturas existentes. Essas questões são ressaltadas no relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), sigla em inglês OECD, 2015) que complementa esses desafios a partir do contexto climático e governança hídrica, em que seria necessário adaptar os territórios urbanos para responder às possíveis ameaças.

Já nas cidades localizadas em países em desenvolvimento, ou ainda em subdesenvolvimento, há maiores déficits de água potável e saneamento, principalmente em áreas informais que cresceram e continuam crescendo rapidamente com o aumento populacional. Sendo assim, há maiores níveis de contaminação da água disponível para consumo. O desafio desses países pode ser considerado suas condições econômicas e as possibilidades em investir na renovação, criação e expansão das infraestruturas necessárias, que iriam além do exemplo citado de água potável e saneamento, como também a preparação das megacidades em se adaptarem para os impactos climáticos (Li et al., 2015; UN-Habitat, 2020).

Ademais, Li et al. (2015), classificam os desafios como: *múltiplos, contrastantes e complexos*. Eles são *múltiplos* pelas megacidades geralmente enfrentarem

³¹ O território urbano é a maior fonte de demanda do recurso, não só por concentração populacional, mas também por padrões de consumo que variam pelas condições de desigualdade no seu acesso (Porto-Gonçalves, 2012).

mais de um impacto, ameaça e desafio; são *contrastantes* pelas relações que o “múltiplo” produz, um exemplo citado é da quantidade de água disponível para consumo que pode ser insuficiente, mas, ao mesmo tempo, o mesmo local é impactado por precipitações acima da média, que superam quantidade que o sistema é capaz de absorver, ou ainda, não é coletado para consumo; por fim, são *complexos* por terem implicações multiescalares e pelos aspectos ambientais, econômicos e sociais que podem ser afetados pelas aglomerações urbanas.

Esses aspectos podem ser explicados por Bai et al. (2017) quando contextualiza os problemas, desafios e oportunidades da urbanização. Segundo os autores, muitas cidades cresceram rapidamente, saturando a capacidade das infraestruturas locais, além de terem expandido rapidamente seu tecido urbano, levando, por vezes, ao crescimento e aparecimento de assentamentos informais, ou ainda, das favelas. Essas questões estão associadas ao aspecto social, pela mudança nas características demográficas e pela desigualdade socioespacial. O aspecto econômico seria em relação à concentração de atividades econômicas nas cidades, tecnologia e conhecimento que podem levar às possibilidades de solução. Já o aspecto ambiental está ligado a poluição, mudanças no sistema hídrico e nos ecossistemas.

Segundo um relatório³² da Unesco (Lossouarn et al., 2016), a expansão populacional e urbana são as principais causas de vulnerabilidade hídrica das megacidades. O crescimento urbano, por ser acompanhado da expansão de áreas impermeáveis, aumenta o escoamento das águas superficiais (Figura 6) que, combinado ao sistema único de esgoto (resíduos domésticos e águas pluviais), poluem e sobrecarregam os corpos hídricos, podendo contribuir com inundações. Além disso, a poluição desses recursos pela água contaminada afeta as condições de consumo. Já o aumento populacional é considerado um desafio para a gestão hídrica, pois, esse é um fator determinante para o fornecimento e disponibilidade de água, além de poder alterar a capacidades das infraestruturas em absorver certos impactos, como os climáticos (Li et al., 2015).

³² Esse relatório considera 15 megacidades emblemáticas: Pequim, Buenos Aires, Chicago, Ho Chi Minh, Istambul, Lagos, Londres, Los Angeles, Manila, México, Mumbai, Nova Iorque, Paris, Seul e Tóquio.

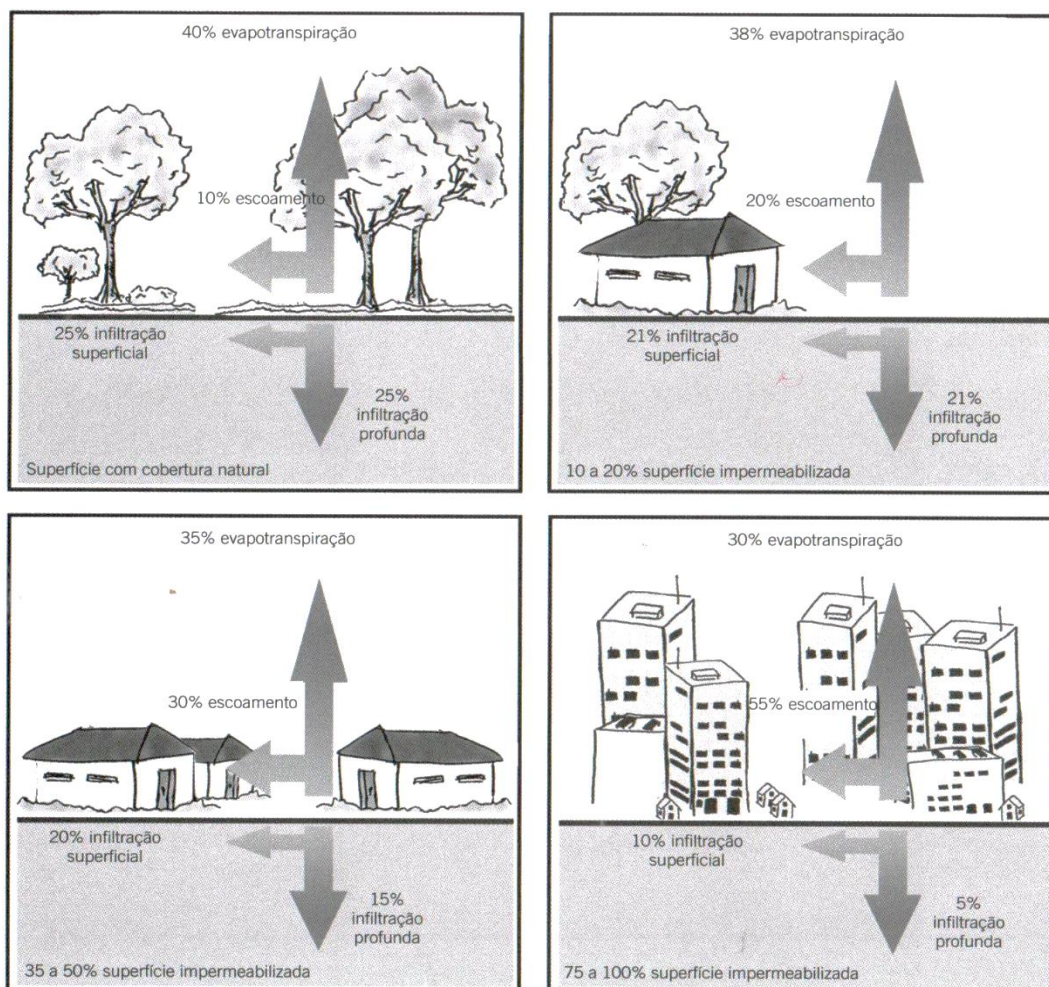


Figura 6 - Os esquemas mostram as relações da superfície impermeabilizadas com o escoamento e infiltração de água. Quanto maior a taxa de impermeabilização, maior a quantidade de água escoada e menor taxa de água infiltrada. Fonte: Gorski, 2010.

De acordo com Romero-Lankao et al. (2016)³³, as interações do ambiente urbano com o natural, na leitura do sistema urbano como socioecológico, ocorrem a partir de cinco campos: *ecologia, tecnologia, economia, sociodemográfico e governança*. Essas relações são complementadas em Romero-Lankao & Gnatz (2016), a partir do conceito de *segurança hídrica*, que resultaram na Tabela 5. Para os autores, *segurança hídrica* é “a capacidade dos agentes urbanos em manter uma disponibilidade e quantidade sustentável e adequada de água, com o intuito de promover a resiliência de comunidades e ecossistemas para lidar com as incertezas da mudança do clima” (p.47, tradução nossa).

³³ Ver introdução.

Tabela 5 - Campos de relação socioecológica (Romero-Lankao et al., 2016) e sua conexão com o recurso hídrico. Fonte: elaborado pela autora, com base em Romero-Lankao & Gnatz (2016).

Campo	Relação com a água
<i>Ecologia</i>	Área vulnerável à perigos que pode ser afetada por um fator externo, influenciando o montante de água e terra.
<i>Tecnologia</i>	Possibilidades e soluções mais sustentáveis e resilientes do controle de alagamentos e inundações, além das infraestruturas hídricas no geral.
<i>Economia</i>	Relaciona-se com a equidade social no acesso a água.
<i>Sociodemográfico</i>	Exposição da população a áreas perigosas, como planícies de inundação ou áreas suscetíveis à erosão, isso por opção ou não.
<i>Governança</i>	Promoção de mudanças na gestão hídrica, no uso do recurso e nos padrões de ocupação, buscando mitigar os riscos hídricos e responder de maneira proativa ou reativa a eles, com as opções de adaptação ³⁴ .

A urbanização impacta direta e indiretamente a *segurança hídrica*. Como supracitado, os impactos diretos acontecem, por exemplo, a partir das relações sociais, estilo de vida, aumento da população e pelo uso e ocupação do solo, já o os indiretos por alterar o ciclo hidrológico, a qualidade e quantidade do recurso. Assim, para alcançar essa segurança, é necessário trabalhar as vulnerabilidades e (re)conhecer as ameaças às quais o ambiente urbano e os ecossistemas estão submetidos (Romero-Lankao & Gnatz, 2016).

A água no ambiente urbano é classificada, por Rosenzweig et al. (2018), como *recurso* e *ameaça*. Como *recurso* o aumento populacional e o crescimento urbano, citados anteriormente, afetam sua disponibilidade e qualidade para o consumo que, no entanto, é indispensável à vida e a diversos setores da sociedade. Já como *ameaça*, relaciona-se com o risco de excesso de águas pluviais ou ainda secas, que podem gerar alagamentos, inundações, danos nas infraestruturas existentes, perdas humanas e a escassez de água, comprometendo a *segurança hídrica*. A escassez, de acordo com Herzog (2013), possui diversas causas como a salinização, a desertificação, a poluição, a sedimentação dos corpos d'água e a impermeabilização do solo. Esta última, por sua vez, afeta a água como *recurso*, por impactar o ciclo hidrológico, e também como *ameaça*, por ser uma barreira para a infiltração e aumentar o escoamento de águas superficiais e nos corpos hídricos, exacerbando, assim, o risco de inundação.

³⁴ Ver subcapítulo 3.4 dessa pesquisa.

O ciclo hidrológico (Figura 7) pode ser explicado por Herzog (2013) na citação abaixo. A autora explica o processo que ocorre localmente, a partir das precipitações que podem ser tanto chuvas quanto nevascas, além das interferências do ambiente urbano nesse ciclo.

[...] Quando a chuva cai, ela pode se infiltrar no solo; percolar até o lençol subterrâneo; escoar subsuperficialmente, isto é, por baixo da superfície, paralelamente em direção a um canal de drenagem; escoar superficialmente, se o pavimento for impermeável; ou drenar em canais ou rios até o local onde ficará estocada: lagos, lagoas, mares – ou, ainda, em áreas urbanizadas impermeáveis causando as enchentes. A água evapora por meio da transpiração que ocorre com o calor e por intermédio dos processos vitais da vegetação: evapotranspiração. Essa evaporação vai formar as nuvens, que vão, em algum momento se transformar em chuvas em algum lugar [...]. (Herzog, 2013, p.114)

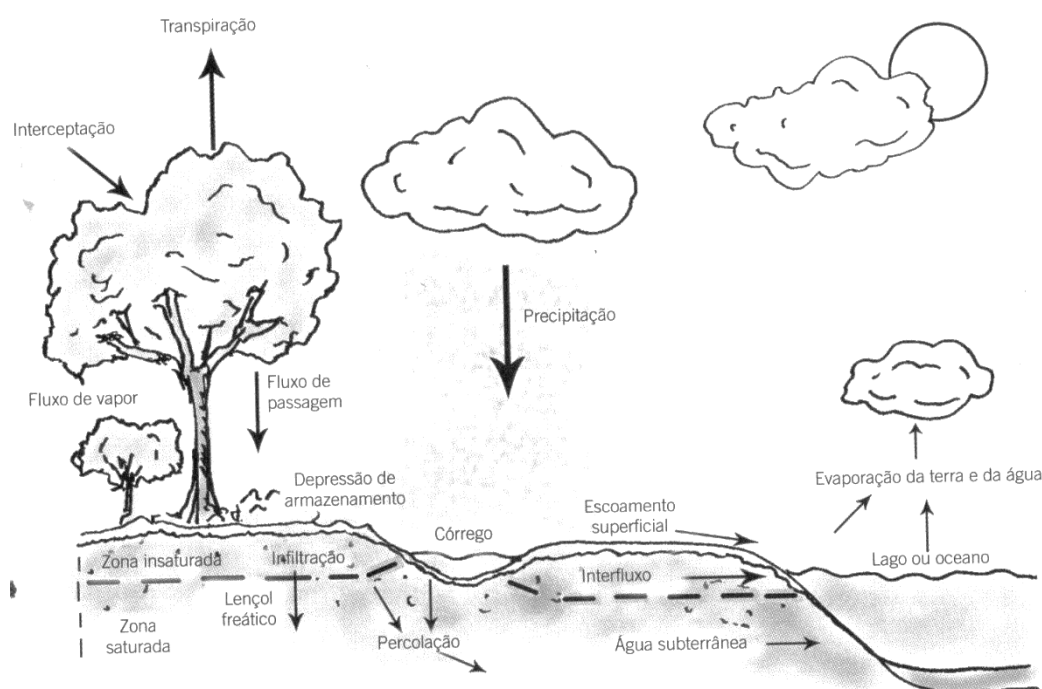


Figura 7 - O esquema representa o ciclo hidrológico sem a interferência do sistema humano. Fonte: Gorski (2010).

Os rios são compostos por uma parcela das águas precipitadas que são parte do ciclo hidrológico por serem canais de escoamento. O volume de água pode variar no decorrer do tempo e a variação do seu nível compõe o *regime fluvial*, que se classifica em dois tipos: *glaciário* e *pluvial*. O *glaciário* é resultado do derretimento de neves e o *pluvial* das precipitações. Os rios que possuem interferência dos dois

podem provocar inundações de maiores intensidades (Christofolletti, 1981; Guerra, 1993).

De modo geral, os rios seriam uma representação da ideia de *recurso* e *ameaça*. Como *recurso*, *eles* são uma fonte de água potável e como *ameaça*, estão relacionados às inundações fluviais e à erosão. O risco de inundação vem aumentando ao longo dos anos e, segundo Sauer et al. (2021), já é uma das ameaças que mais afetam o setor social e econômico e podem ser exacerbados a partir da mudança nos padrões de precipitações e outros fatores climáticos em determinadas regiões (IPCC, 2021). No entanto, o aumento de risco também se relaciona à fatores socioeconômicos, ou seja, não climáticos, sendo necessário entendê-los e identificá-los (Tanoue et al., 2016; Sauer et al., 2021).

2.2 Sistemas ribeirinhos

Os rios são um canal de escoamento que, além das águas, transporta sedimentos ao longo do seu curso. Sua forma, processos e funcionamento fazem parte dos estudos geomorfológicos³⁵ e hidrogeomorfológicos,³⁶ que serão contextualizados aqui na busca do entendimento do sistema ribeirinho. Os rios são definidos como:

Corrente líquida resultante da concentração do lençol de água num vale. [...] a reunião do lençol de água numa calha cujo declive contínuo permite uma hierarquização na rede hidrográfica. Eles possuem várias cabeceiras que dão origem ao seu curso e recebem vários afluentes. São limitados lateralmente pelas margens e pelas vertentes às quais dão a forma, ou melhor o tipo de vale. E chegam ao mar, ou a um lago, desembocando, às vezes, por um longo canal, outras vezes a foz é constituída por uma série de ilhas, sendo no primeiro caso chamado de *estatuários* e, no segundo, de *delta*. (Guerra, 1993, p. 373)

O fluxo de suas águas ocorre pela *força da gravidade* e pelo *efeito de fricção*. Pela *força da gravidade*, as águas escoam de uma área mais alta, *montante*, para a mais baixa, *jusante*. Já o *efeito de fricção*, seria uma resistência exercida pelo leito e as margens, de modo a alterar a velocidade das águas escoadas, sendo que essa

³⁵ A geomorfologia fluvial é ciência com ênfase nos canais, rios e córregos, que busca estudar sua morfologia e processos fluviais. As águas são parte do ciclo hidrológico e os elementos que compõem um rio constituem um dos aspectos da bacia hidrográfica (Goerl et al., 2012).

³⁶ A hidrogeomorfologia é uma ciência que considera os aspectos geomorfológicos e hidrológicos. Assim, considera as águas superficiais e subterrâneas, os aspectos terrestres e morfológicos (Goerl et al., 2012).

velocidade determina os tipos de fluxos (Tabela 6), podendo ser *laminar e turbulento, uniforme e não uniforme, e estável e instável*. Ao longo do canal, a velocidade das águas se diferencia do centro para as margens e da superfície para o fundo; além disso, a velocidade está relacionada com uma parte da funcionalidade do rio, como escoamento de águas, erosão e transporte de sedimentos (Christofoletti, 1981).

Tabela 6 - Tipos de fluxos de águas de um rio. Fonte: elaborado pela autora com base em Christofoletti (1981).

Tipos de fluxo	Definição
<i>Laminar</i>	É um fluxo suave em baixa velocidade, sendo também uniforme.
<i>Turbulento</i>	É um fluxo heterogêneo e caótico, isso por possuir uma corrente principal à montante para jusante, mas que ao longo desse percurso tem correntes secundárias contrárias a principal. Esse fluxo possui duas categorias: corrente e encachoeirado; sendo o corrente mais comum e o encachoeirado em trechos mais elevados que formam as cachoeiras ou corredeiras.
<i>Uniforme e não-uniforme</i>	No fluxo uniforme a velocidade e a profundidade não se modificam ao longo do canal, se houver alguma alteração, o fluxo passa a ser considerado não-uniforme.
<i>Estável e instável</i>	Se ao longo de um período a profundidade de uma determinada posição do canal for mantida, considera-se um fluxo estável, se houver alteração ele é considerado instável.

O transporte de sedimentos é influenciado por fatores hidrológicos da *bacia hidrográfica* (BH), como as precipitações, a cobertura vegetal e as condições topográficas, que carregam os sedimentos até os rios. O processo de sedimentação é um fenômeno natural que compõe a paisagem e a formação das redes de canais fluviais (Christofoletti, 1981). Atualmente, as atividades humanas, o uso do solo e as ocupações urbanas, interferem nesse processo, a partir do aumento ou diminuição do escoamento das águas e com alteração das características das *vertentes* (montanhas e encostas), modificando o fluxo de água nelas. Essas questões podem contribuir com a intensidade das cheias, com os processos de erosão, além de modificar as condições químicas das águas, por carregar dejetos e poluentes das áreas urbanas (Christofoletti, 1981; Bernhard & Palmer, 2007).

A partir disso, a dimensão ambiental e social é considerada indissociável e sua integração vem sendo incluída no próprio entendimento da BH (Gomes et al., 2021). Segundo os autores (Gomes et al., 2021), a BH não é um conceito fechado, pois cada autor o relaciona e o adapta ao objeto de pesquisa, porém, seu senso comum vem evoluindo ao longo dos anos. Inicialmente, ela era classificada apenas

como área de drenagem que possuía uma saída (exutório) em comum. No entanto, existiam outros elementos e processos que não eram considerados por essa abordagem. Assim, a geomorfologia a classifica como um sistema dinâmico e aberto, uma unidade de paisagem, por passar a analisar seus elementos naturais tais como o solo, a vegetação, o clima e a hidrologia. Contudo, ao se considerar as questões sociais, os processos passam a ser mais complexos. Logo, os autores conceituam a BH como:

[...] um sistema aberto, multidimensional e dinâmico, passível de delimitação espacial a partir de critérios sociais, geológicos e geomorfológicos integradamente. Dada a sua dimensionalidade, pode ser concebida também como um hidroterritório ou território, uma paisagem, um sistema ambiental, um geossistema ou como uma bacia de drenagem conforme a natureza do estudo a ser desenvolvido. (Gomes et al., 2021, p. 7)

Portanto, a BH pode ser classificada como um sistema que é influenciado por intervenções sociais, que geram transformações na paisagem, nos elementos, nas formas e nos processos. Esse entendimento pode ser utilizado para a definição do que essa pesquisa entende como sistemas ribeirinhos. A palavra ribeirinho, pelo dicionário³⁷, significa “o que vive próximo de ribeiras ou rios”, ou ainda, “que se encontra à margem de ribeiras ou rios; justafluvial, marginal”. A partir disso, o que se encontra nas áreas marginais vai além da ocupação humana. O sistema fluvial é composto por vários elementos, como a biodiversidade, ecossistemas e processos que compõe seu hidroterritório e o fator antrópico é mais um que interage e influencia essa paisagem, compondo o sistema ribeirinho, a partir das interações socioecológicas.

De modo geral, a BH é composta por um rio principal (leito) e seus tributários³⁸ (afluentes e subafluentes). Por ser um curso d'água, possui uma nascente à montante e uma foz à jusante, que pode ser um outro rio, um lago ou o mar. A foz possui duas classificações: *estatuário* ou *delta*. O *estatuário* é a forma mais simples, em que um canal afunilado deságua na foz. Já no *delta* (Figura 8) há o alargamento do canal e o aparecimento de “ilhas” e “braços”, por exemplo, que só são possíveis

³⁷ Dicionário Michaelis online, disponível em: [Ribeirinho | Michaelis On-line \(uol.com.br\)](https://www.michaelis.com.br/)

³⁸ O volume de água é menor e contribui com o aumento do volume de onde ele desemboca. Seus processos são menores do que o do rio principal (Guerra, 1993).

por condições específicas, como uma foz com pouca profundidade e com concentração de materiais sólidos (Guerra, 1993).

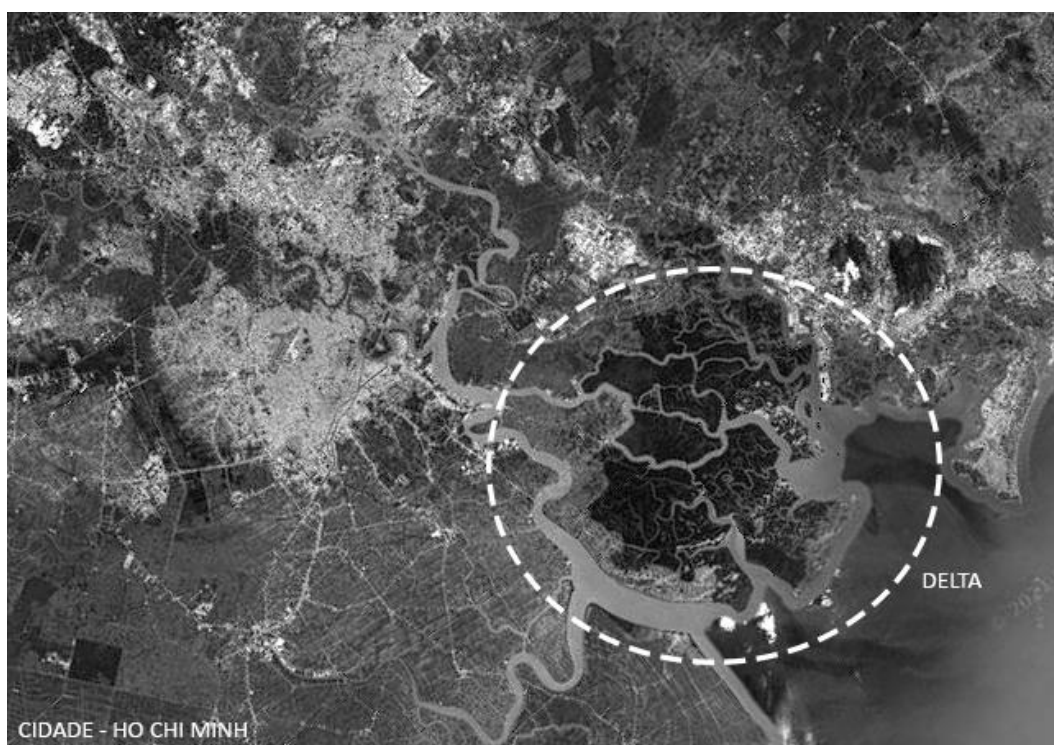


Figura 8 - Exemplo de delta, cidade de Ho Chi Minh, Vietnã. Fonte: Google Earth³⁹, adaptado pela autora.

Já os canais⁴⁰ possuem diversas tipologias, sendo que cada uma tem processos e dinâmicas específicas que devem ser consideradas pelo planejamento para os usos das áreas ribeirinhas e do próprio leito do canal, com a ocupação das áreas marginais ou ainda para o abastecimento de água potável (Christofolletti, 1981). A classificação dos canais acontece a partir de três categorias: *únicos*, *transicional* e *múltiplos*, conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Tipologia dos canais fluviais. Fonte: elaborado pela autora com base em Christofolletti (1981)

Categoria	Tipologia	Classificação
Único	Retos	Como o próprio nome diz, é um trajeto retilíneo que não sofre alteração ao longo do seu curso. A seção transversal é profunda e estreita, com banco detrítico em suas margens.
	Sinuosos	O canal é considerado sinuoso quando há curvaturas suaves, em decorrência das dinâmicas fluviais. Ele é um ponto de transição entre o canal reto e o

³⁹ Acesso em: 30 out. 2021.

⁴⁰ Os canais são as formas do leito por onde escoam as águas fluviais (Guerra, 1993).

		meandrante.
Meandrant	Simples	Rios meandrant
	Compostos	Já o composto é formado por curvas irregulares, variando sua amplitude e frequência.
	Tortuosos (irregulares)	Possuem grandes sinuosidades, que são caóticas por não possuírem uma regularidade na sua frequência de amplitude, tendo mudanças bruscas de direção.
Transicional	-	São rios com diferença de canal de acordo com o trecho, variando entre únicos e múltiplos.
Múltiplos	Ramificado	O canal ramificado é aquele que possui “braços” que saem do leito principal e que retornam para ele, formando ilhas.
	Anastomosado	São canais entrelaçados, ou seja, com inúmeros canais separados que se ramificam a partir do principal, formando bancos ou ilhotas, que ficam submersos na época das cheias.
	Reticulado	É semelhante ao canal anastomosado, sendo assim, subdivide-se de maneira aleatória, com escoamento efêmero e várias embocaduras.
	Deltaico	Acontece próximo a foz, onde há uma ramificação do rio principal, subdividindo-se em vários tributários, formando diversas planícies deltaicas.
	Canais labirínticos em trechos rochosos	Fazem parte dos trechos rochosos que ficam visíveis na paisagem formando as corredeiras e as quedas d'água.

Das tipologias da categoria *único*, os canais retos são considerados raros e os meandrant

processo e dinâmicas (Christofolletti, 1981). Contudo, o processo de urbanização voltado ao que Liao et al. (2014) chamam de infraestrutura de controle de inundação, pode alterar a tipologia de um canal de seu território, por exemplo, a partir de processos de retificação, transformando rios meandrant

será ilustrado posteriormente, isso possui certas implicações (Heritage & Entwistle, 2020). Já sobre a categoria dos *múltiplos*, Nienhuis et al. (2020) consideram as planícies deltaicas como complexas e ricas em biodiversidade e ecossistemas. Ainda segundo os autores, essa tipologia de canal também pode sofrer interferências da urbanização a partir da construção de represas, por exemplo, que influenciam no processo de sedimentação que formam essas planícies.

Além disso, de acordo com Gorski (2010), os cursos d'água possuem componentes físicos, que por sua vez constituem funções próprias. Dentre esses componentes, pode-se citar as vegetações ripárias, as planícies de inundação e diferentes tipos de leito (vazante, menor, maior), que podem ser observados na seção transversal tipo, Figura 9.

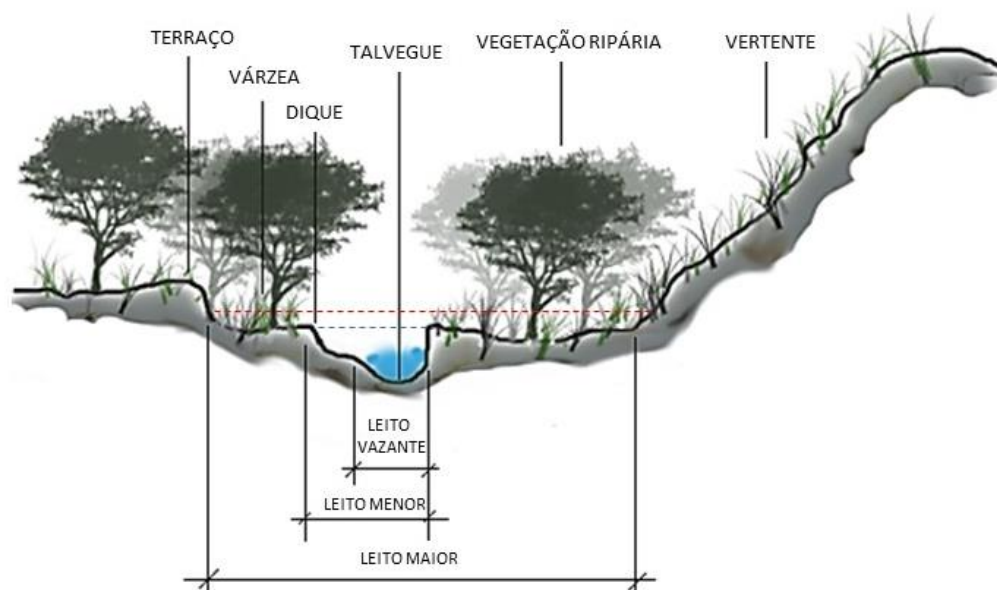


Figura 9 - Seção transversal genérica de um rio, com os diferentes componentes que o compõe. A linha tracejada em azul representa o nível de água máximo dentro do leito menor e a vermelha o transbordamento que pode resultar em uma inundação. Fonte: elaborado pela autora, sem escala.

O *leito vazante* está contido no leito menor e é onde as águas escoam no período de baixa, além disso é onde fica o *talvegue*, que é o ponto mais profundo do canal. O *leito menor*, por sua vez, é o canal por onde as águas são escoadas mais constantemente, suas margens podem ser consideradas bem definidas e a presença mais intensa das águas dificulta o crescimento de vegetação. No entanto, a vegetação pode crescer na área chamada de *dique*, que são as partes altas das margens, sendo a vegetação arbustiva ou gramínea. As árvores e vegetações mais altas ficam localizadas no *leito maior* (Christofolletti, 1981; Guerra, 1993).

A vegetação é um dos componentes do ciclo hidrológico e do sistema de drenagem por fazer parte do processo de evapotranspiração, além de ajudar com a infiltração e retenção de água, protegendo os corpos d'água e o solo contra a erosão. A vegetação, nessas áreas, é chamada de *ripária*, ou seja, aquela que ocorre às margens dos rios (Gorki, 2010). Assim como os demais elementos que constituem

o sistema fluvial, as vegetações e as chamadas planícies de inundação podem ter sido substituídas por superfícies impermeáveis que, como colocado no capítulo anterior, aumentam o escoamento das águas superficiais, podendo contribuir com o nível das cheias (Bernhard & Palmer, 2007).

O *leito maior* é o canal ocupado anualmente, durante o período das precipitações mais constantes, sendo classificado em *periódico* (sazonal) e *excepcional*. O *periódico* é ocupado pelas cheias em um intervalo de tempo mais constante do que o *excepcional*, que é tomado de forma irregular em caso de chuvas de maiores intensidades do que o normal. A cheia não necessariamente resulta em uma inundação⁴¹, essa só acontece quando há o transbordamento das águas que se espalham pelo leito maior ou pela *várzea*. Sendo as *várzeas* definidas como terrenos mais planos, onde o leito maior não é bem delimitado (Christofolletti, 1981; Guerra, 1993). Cada ocorrência de inundação possui um *intervalo de recorrência* que pode ser definido como “[...] o intervalo de tempo que decorre entre duas cheias de igual magnitude [...]” (Christofolletti, 1981, p.31).

O *leito maior* e as *várzeas* também são conhecidos como *planície de inundação*, que é uma faixa de um vale fluvial, que periodicamente é inundada pelas águas que transbordam de um rio, sendo também um depósito de sedimentos (Christofolletti, 1981; Guerra, 1993). As megacidades, como Londres, Mumbai, Nova Iorque, Pequim e entre outras, desenvolveram-se nessas planícies (Lossouarn et al. 2016). A cidade de Londres, por exemplo, possui em torno de 15% do seu território em planícies de inundação, em que a inundação é considerada um risco prioritário para o planejamento urbano da cidade (Greater London Authority, 2011).

A *planície de inundação* possui uma topografia que varia de acordo com a tipologia do canal, sendo a parte mais baixa chamada de *bacia de inundação* que são áreas planas que auxiliam no processo de decantação dos sedimentos transportados. Um outro elemento que a compõe são os *terraços fluviais*, que podem ser considerados antigas planícies de inundação, representando a limitação entre as

⁴¹ Segundo Valente (2009), existem diferentes processos hidrológicos, como as *cheias*, *inundações*, *enchentes* e *alagamentos*, no entanto, as três primeiras resultam de processos dos corpos d’água, como os rios e córregos, já a última é ocasionada por precipitações de maiores intensidades, nas quais a infraestrutura de drenagem não consegue absorver. As *cheias* ocorrem quando o aumento de vazão fica contido no nível máximo do leito menor; quando esse nível é ultrapassado e toma o leito maior ou ainda as *várzeas* há a ocorrência de *enchentes*; se estas cobrem algo, como as ocupações urbanas, ruas e entre outros elementos, ocorrem as *inundações*. Já os *alagamentos* são definidos como acúmulos de água ocasionado pelo escoamento de águas superficiais, resultado da impermeabilização do solo.

partes baixas e alta da planície, sendo formado pelo processo de inundação. De modo geral, é colocado que o processo da planície possui quatro fases, descritas na Tabela 8 (Christofolletti, 1981).

Tabela 8 - Fases globais da inundação da planície de inundação. Fonte: elaborado pela autora com base em Christofolletti (1981).

Fase	Descrição
(1) Transbordamento	As águas transbordadas pelo canal, avançam pela planície, rapidamente, em direção às bacias de inundação. Nessa fase acontece processos de erosão, perda de uma parte da vegetação ripária além de ocorrer o alargamento e aprofundamento dos canais.
(2) Enchimento	Acontece quando as águas tomam a planície de inundação e as bacias são ocupadas. O depósito de sedimento varia com a velocidade das águas.
(3) Esvaziamento	Ocorre quando o nível da cheia começa a diminuir e com ela a velocidade das águas. À medida que o nível abaixa das planícies a soleira das bacias volta a aparecer.
(4) Secamento	As águas saem da planície de inundação e os sedimentos depositados contribuem com o surgimento e crescimento da vegetação e a volta da biodiversidade.

Além das planícies de inundação, tem-se as *planícies deltaicas*, que acontecem nos deltas fluviais. Sua topografia e seus processos são semelhantes à primeira, pois também possuem bacias de inundação, sendo sua planície sujeita a enchente com o transbordamento de águas do rio. Os deltas, como citado anteriormente, são resultado de acúmulo de carga detrítica ao longo de milhares de anos, possuindo processos sedimentares complexos (Christofolletti, 1981).

Essa complexidade é esperada porque os deltas resultam de forças construtivas e destrutivas, e a relação entre os efeitos de tais mecanismos de deposição e de remoção depende da intensidade dos processos físicos, biológicos e químicos atuantes na região deltaica. Havendo predomínio de forças construtivas, em virtude do elevado fornecimento detrítico, o delta avança e se projeta (Christofolletti, 1981, p. 267).

Os deltas sofrem interferência não só de forças fluviais, como também de dinâmicas marítimas, isso quando a desembocadura do rio ocorre para o oceano (Christofolletti, 1981). Ademais, essas planícies podem estar localizadas em áreas LECZ, nas quais megacidades como Shangai, Bangkok, Dhaka e Ho Chi Minh, estão localizadas. Seus centros urbanos podem ser vulneráveis à processos normais da região delta, como inundações e erosão, sendo esses riscos exacerbados pelas

projeções climáticas, além dessas áreas também estarem sujeitas ao aumento do nível do mar (Rosenzweig et al., 2018).

Os riscos de inundação de deltas, em uma escala global, devido à fatores climáticos e não-climáticos, podem aumentar em 50% até o final do século, afetando, por exemplo, biodiversidade, ecossistemas, grandes polos econômicos e comunidades. As atividades humanas, como a construção de represas ou/e o desmatamento, nesse meio podem alterar os processos naturais de sedimentação que formam essas planícies, sendo um exemplo de forças destrutivas citadas acima, só que antrópica, contribuindo com o risco de afundamento desses locais, que é exacerbado pelo aumento do nível do mar, podendo resultar em uma futura migração em massa (Francesch-Huidobro et al., 2017; Giosan et al., 2014; IPCC, 2021; Nienhuis et al., 2020).

De modo geral, assim como os demais recursos hídricos, os rios podem ser afetados pela mudança do clima, a partir da alteração no regime de precipitação, por impactar nos processos de erosão e pelo aumento do nível do mar (IPCC, 2021). O regime de precipitação influencia nos tipos de fluxo dos rios, podendo ser *perene* e *intermitente* (temporário). Os *perenes* são aqueles que possuem um fluxo contínuo de água no leito menor, independente da época do ano. Já os *intermitentes* são aqueles que aumentam seu escoamento na época das chuvas, podendo ficar seco durante a estiagem (Guerra, 1993). Os rios *intermitentes* são considerados mais comuns do que os *perenes*, sendo os dois ricos em biodiversidade e ecossistemas que compõe a ecologia ribeirinha (Datry et al., 2014). A mudança climática pode afetar o fluxo original de um rio mudando suas características de *perene* para *intermitente* ou vice-versa. Essa mudança pode ter consequência na biodiversidade, processos e serviços ecológicos presentes nesses tipos de rios, levando a modificação do habitat de espécies, e a perda de algumas delas, assim como das vegetações ripárias (Datry et al., 2014; IPCC; 2014). Essa mudança no tipo de fluxo também poderia ter influência na segurança hídrica de certos locais, pois certos rios são fontes de abastecimento de água.

Além disso, o planejamento e projetos de rios geralmente ocorre a partir do *intervalo de recorrência* supracitado, que pode sofrer alteração tanto na frequência quanto na sua intensidade, resultado de impactos gerados pela mudança do clima. Sendo assim, quando se considera a mudança climática, esse intervalo não deveria ser o único dado a ser considerado, ele é uma base, podendo ser utilizado em conjunto com as projeções e cenários futuros gerados por modelos climáticos. Esses

modelos auxiliam no processo de adaptação à impactos futuros, podendo considerar os fluxos e processos dos rios, além das atividades humanas no meio (Döll & Schmied, 2012).

O impacto humano junto com as alterações climáticas produz múltiplos estresses, aos quais os rios podem estar submetidos (Palmer et al., 2009). A mudança de uso do solo, como com a substituição de áreas permeáveis e vegetação por áreas impermeáveis cobertas por asfalto e edificações, altera tanto a hidrologia quanto a geomorfologia dos rios, além de impactar na biodiversidade e ecossistemas existentes dentro do rio e em suas áreas marginais. A alteração na hidrologia ocorre por reduzir a infiltração e a evapotranspiração, resultando na diminuição do abastecimento das águas subterrâneas, que são fontes de água potável. Já na geomorfologia, pela ocupação das áreas marginais, cuja impermeabilização altera no transporte de sedimentos e nas condições dos canais, e pela mudança na morfologia do canal, que desconecta o fluxo de água das planícies de inundação, Figura 10 (Bernhardt & Palmer, 2007).

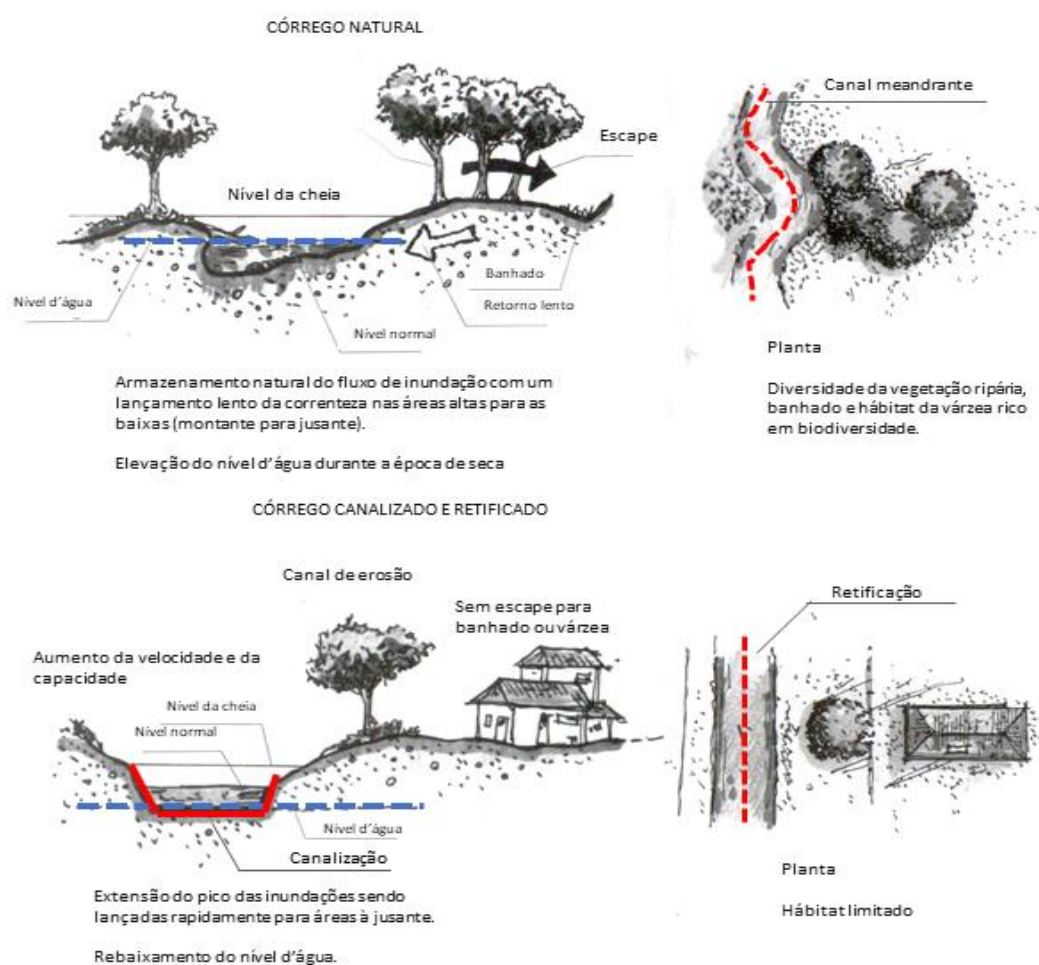


Figura 10 - Canalização e retificação de um rio meandrante. Fonte: Gorski (2010), adaptado pela autora.

O processo de canalização e retificação demonstrado na Figura 10, como uma das formas de alteração da morfologia de um canal, pode impactar no transporte de sedimentos, isso junto com a ocupação das áreas marginais, contribui com o risco de erosão. Assim como as modificações nas planícies de inundação alteram o fluxo das águas e o sistema de drenagem, podendo aumentar a velocidade das cheias colaborando com o risco de inundação (Bernhardt & Palmer, 2007; Liao, 2014; Heritage & Entwistle, 2020).

De modo geral, a relação do ambiente urbano e a água é complexa, indo além de tratar a água apenas como *recurso* e/ou *ameaça*, pois relaciona-se com questões estruturais de formação da sociedade, como as desigualdades produzidas ao longo do desenvolvimento, enfatizando problemas de equidade no seu acesso ou ainda perguntas de quem é mais vulnerável e quem está em situação de risco.

Os rios oferecem *riscos* ao ambiente urbano, a partir da modificação das suas condições naturais que constituem uma função dentro do sistema, que é afetada pela ocupação urbana e pelas atividades humanas. Numa planície de inundação, por exemplo, se uma bacia de inundação é aterrada, as águas transbordadas pelo rio vão cobrir a planície de uma forma mais rápida e mais intensa do que com aquele elemento que represa inicialmente o volume de água mais intenso, isso sem considerar a impermeabilização do solo que aumenta o escoamento das águas superficiais e reduz sua infiltração. Além disso, há áreas em que naturalmente já ocorrem os processos de erosão. A ocupação nessas regiões configura um *risco*, por acrescentar o elemento humano e intensificar o processo em si. Com isso, como planejar as áreas ribeirinhas, considerando a complexidade do ambiente urbano e os fatores que alteram essas características? Além de planejá-las, como adaptá-las aos impactos climáticos?

2.3 Vulnerabilidade e risco de inundação

O *risco*, de acordo com Veyret (2019) e Beck (2011), está associado a uma percepção de perigo ou a uma possibilidade de ocorrência de alguma situação perigosa, assim, com a ameaça e/ou ainda a incerteza. *Risco* é tornar visível o invisível, ou seja, ele só se configura quando um indivíduo ou uma comunidade o percebe como uma possibilidade de ameaça, que irá produzir algum impacto.

De acordo com Veyret (2019), sua percepção pode estar associada a um acontecimento passado, em outras palavras, a um contexto histórico, como um desastre natural ocorrido que ficou no imaginário de um determinado território; ou ainda, a partir do momento em que o *risco* se torna previsível, associando-se ao fator de *incerteza*, podendo ou não acontecer. Assim, seria uma previsão futura a partir de uma situação atual (Beck, 2011), em que a *incerteza* representa “a possibilidade de ocorrer um acontecimento perigoso sem que se conheça sua probabilidade” (Veyret, 2019, p.24). Os impactos da mudança climática estariam nesse campo da *incerteza*, com isso, nesse contexto, o IPCC (2018) define *risco* como:

[...] um potencial de consequência adversa, relacionado as ameaças climáticas, ou a capacidade de resposta da adaptação ou mitigação a tais ameaças, à vida, meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, economia, recursos sociais e culturais, serviços (incluindo serviços ecossistêmicos), e infraestruturas. O risco resulta da interação da vulnerabilidade (do sistema afetado), sua exposição ao longo do tempo (às ameaças), assim como às ameaças (relacionadas ao clima) e a sua probabilidade de ocorrência. (IPCC, 2018, p. 557. Tradução nossa)

A autora ainda diz que a ameaça não é sinônimo de *risco*, para ele se configurar deve haver, necessariamente, o fator social que o percebe como tal, ou seja, eles são construídos e percebidos pela sociedade, pelo fator humano. Logo, independentemente de sua origem, um *risco* é sempre social. Além disso, não existe “risco zero”, ou seja, ele nunca vai deixar de existir, de certa forma ele vai se renovando, junto com o progresso da sociedade (Veyret, 2019).

O *risco* sempre existiu, mas a *sociedade de risco* potencializou a sua distribuição, além de ter se tornado mais conscientes de sua existência. Os “efeitos colaterais” do processo de modernização, como por exemplo os problemas ecológicos e a própria urbanização, seriam fatores potencializadores de sua produção (Beck, 2011; Veyret, 2019). A partir disso, existem diversos tipos de *risco* distribuídos pelos diferentes campos da sociedade que, de certa forma, vão interagindo entre si a partir das relações sociais. Como alguns exemplos de *riscos* tem-se: os *sociais*, os *econômicos*, os *industriais e tecnológicos*, e os *ambientais*; dentre os citados, a pesquisa tem como foco os *riscos ambientais*, que são “riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território” (Veyret, 2019, p.63), sendo os *riscos ambientais* compostos pelos *riscos naturais*.

Como visto no subcapítulo anterior, as inundações seriam um exemplo de *risco natural*, que segundo Veyret (2019), é um processo natural percebido pela população, podendo ser distinguida pela velocidade de subida das águas, sendo classificada em cheia rápida, que leva apenas algumas horas, ou cheia lenta que pode levar vários dias, dependendo da intensidade das precipitações. No entanto, vale ressaltar que a inundação seria um *fator exógeno*, que é um elemento natural que pode afetar o social, a partir de *fatores endógenos* como a urbanização e crescimento populacional. Sendo assim, pode-se considerar que o *risco ambiental* está relacionado com o *risco social*, já que este é definido como qualquer risco “que diz respeito à sociedade” (Veyret, 2019, p.277).

O acúmulo e a interrelação de *riscos* podem ser explicados por Elmqvist et al. (2018) no recorte de *riscos urbanos* que, dentro da abordagem socioecológica, seria a integração de processos ambientais com os sociais. O elemento de integração, nesse caso, seria a urbanização, definida pelos autores como “uma série de processos ou dinâmicas de desenvolvimento interconectados que mudam a forma como os humanos interagem entre si e com o meio ambiente para criar riscos”⁴² (p.93). Com isso, eles definem *riscos urbanos* como:

[...] um potencial de resultado incerto, como perdas econômicas ou de vida, onde algo de valor, como vidas, meios de subsistência ou propriedades, está em jogo. O risco é resultado da interação entre vulnerabilidade e exposição da população, espólios e atividades econômicas às ameaças, tais como alagamentos e ondas de calor. [...] (Elmqvist et al., 2018, p. 100. Tradução nossa)

Além disso, as relações dos *riscos urbanos* ocorrem nos cinco campos de Romero-Lankao et al. (2016), *ecologia*, *tecnologia*, *economia*, *sociodemográfico* e *governança*, que representam parte da complexidade urbana, resultando no esquema da Figura 11. Na teoria de risco, o campo *ecologia* diz respeito aos *riscos naturais* resultado de processos ecológicos, hidrológicos e climáticos, que representam uma ameaça, como a inundação, que pode afetar a população urbana dependendo de suas condições de vulnerabilidade. A *tecnologia* está relacionada a capacidade das infraestruturas em absorver esses impactos, além disso, associa-se também ao acesso da população aos recursos que configura uma parte de sua capacidade de resposta. A *economia* tem a ver com a capacidade de resposta da cidade aos riscos

⁴² Tradução nossa.

produzidos, ademais, as condições de desigualdade social que pode agravá-los, por suas vulnerabilidades. Com isso, o *sociodemográfico* remete às desigualdades e aos fatores individuais que podem afetar as condições da população em se adaptar e mitigar *riscos*. Por fim, a *governança* seria o mecanismo de unificação de todos os campos anteriores, sendo uma forma de solução que integra a política com a comunidade, auxiliando no processo de decisão e de locação de recursos e investimentos (Elmqvist et al., 2018).

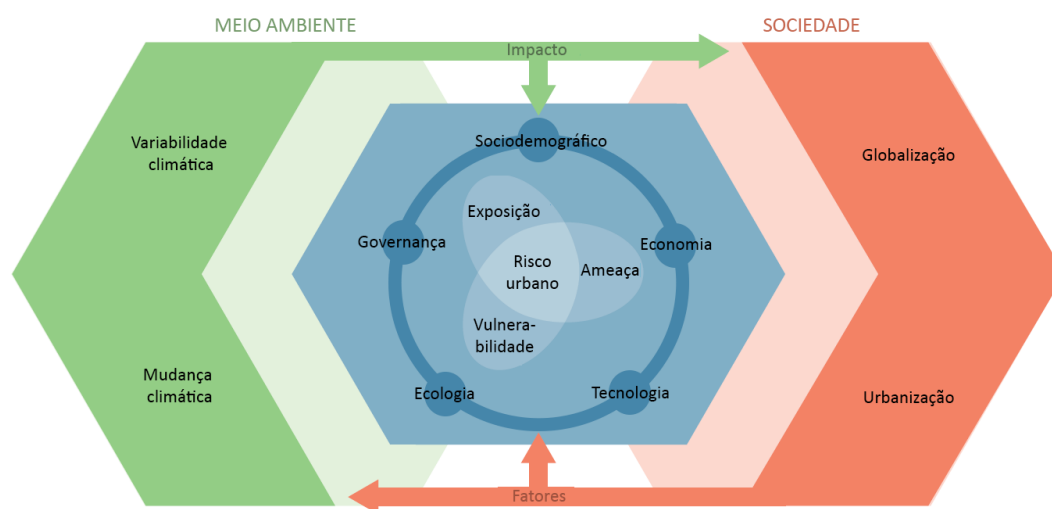


Figura 11 - O esquema demonstra a complexidade de elementos que compõe o risco urbano. Dentro do contexto de sistemas urbanos socioecológicos, os cinco campos citados, interagem entre si, além de estarem relacionado com a ameaça, a exposição e a vulnerabilidade, sendo todos afetados por fatores externos resultados das interações do meio ambiente com a sociedade. Fonte: Elmqvist et al. (2018), tradução nossa.

Ainda, pelo esquema acima, observa-se que a concepção de *risco* é formada pela *ameaça*, pela *exposição* e pela *vulnerabilidade* (IPCC, 2012; 2014). A *ameaça* pode ser considerada os eventos climáticos que podem produzir um impacto (IPCC, 2012). A *exposição* está relacionada ao que está exposto a uma ameaça, por exemplo, às pessoas, espécies ou ecossistemas, recursos e economias que são afetados por um efeito adverso, como o de um impacto climático (IPCC, 2012; 2014; 2018). Já a *vulnerabilidade* é definida como uma fragilidade frente a um perigo de pessoas ou bens, em que um indivíduo, a comunidade ou a sociedade não possuem capacidade de responder a um determinado impacto, afetando o funcionamento de algum sistema (Veyret, 2019). Ainda se define como “[...] o grau ao qual um sistema é

suscetível e incapaz de lidar com efeitos adversos[...]”⁴³ (Adger, 2006, p 269), como a mudança do clima.

A *vulnerabilidade* pode ter diferentes chaves de leitura, dentre elas, pode-se destacar a vulnerabilidade para a mudança climática e a dos sistemas socioecológicos. A primeira busca identificar as vulnerabilidades do sistema social, ecológico e físico a possíveis riscos futuros. Já a segunda identificar as relações entre a vulnerabilidade do sistema humano e natural (Adger, 2006). Segundo o IPCC (2018, p.560), “a vulnerabilidade engloba uma variedade de conceitos e elementos incluindo a sensibilidade ou suscetibilidade aos danos e a falta de capacidade de resposta e de se adaptar”⁴⁴. Logo, considera-se que a *vulnerabilidade* possui duas condicionantes: a *sensibilidade* e a *capacidade adaptativa*; definidas na Tabela 9, que procuram integrar e identificar as condições de diferentes elementos da escala local (Adger, 2006).

Tabela 9 - Condicionantes de vulnerabilidade. Fonte: elaborado pela autora, com base nos autores citados.

Componente	Definição	Elemento a ser considerado
<i>Sensibilidade</i>	Seria as características e condições físicas de um determinado sistema, que pode estar suscetível a sofrer um determinado impacto (Smit & Wandel, 2006).	Infraestrutura, edificações, equipamentos urbanos e sistema viário (Lemos 2020a).
<i>Capacidade adaptativa</i>	É a capacidade de indivíduos, comunidades, instituições e sistemas em ajustar-se, adaptar-se ou ainda responder à eventos adversos que podem causar um potencial dano. A ampliação da capacidade adaptativa aumenta a igualdade e a autonomia da população frente às ameaças, sendo assim, reduz vulnerabilidade (IPCC, 2018).	Rede e relações entre indivíduos e grupos, rede de infraestrutura e social, disseminação de informação, acesso à recursos econômicos, acesso à tecnologia, estabilidade e capacidade das instituições (Lemos 2020a).

As condicionantes da *vulnerabilidade* são as mesmas consideradas pela *adaptação*, visto que, esta é definida como estratégia de redução de *vulnerabilidade* para evitar ou prevenir *riscos* (IPCC, 2018). Nas palavras de Smit & Wandel (2006), a *vulnerabilidade* se relaciona não só com a *adaptação*, mas também com a *resiliência*, pois o sistema deve se adaptar para lidar e se manter funcional quando submetido ao impacto climático

⁴³ Tradução nossa.

⁴⁴ Tradução nossa.

Sendo assim, a *vulnerabilidade* é um ponto de partida, onde a componente *sensibilidade* representa “propriedades de um sistema (ou comunidade), sendo dependentes da interação entre as características do sistema e dos atributos do estímulo climático”⁴⁵ (Smit & Wandel, 2006, p.286). Essas propriedades representam os aspectos físicos do sistema (Lemos 2020a). Já a *capacidade adaptativa*, o humano, dependendo de fatores mais complexos como aqueles citados nos elementos a serem considerados da tabela acima, sendo que:

Os elementos determinantes da capacidade adaptativa não são independentes entre si. Por exemplo, a presença de uma rede e vínculo entre indivíduos e grupos forte pode ampliar a capacidade adaptativa por permitir um melhor acesso à recursos econômicos, aumentando a capacidade de gestão, fornecendo mão de obra qualificada e diminuindo estresses psicológicos. Ainda, os recursos econômicos podem facilitar a implementação de novas tecnologias e assegurar o acesso a treinamentos e outras oportunidades que podem levar à uma influência política. Portanto, elementos individuais não podem ser isolados: a capacidade adaptativa é gerada pela interação entre esses elementos que podem variar no espaço e tempo. [...] (Smith & Wandel, 2006, p. 288. Tradução nossa.)

A *capacidade adaptativa* é vista como ponto chave no processo de adaptação à mudança climática por se relacionar a um processo de autonomia das comunidades em se adaptar ou ainda responder aos impactos climáticos. Esse processo ocorre a partir do acesso à recursos financeiros, informações e às instituições necessárias para tal, sendo assim, envolve a dimensão econômica, política e social. As condições para que a população consiga responder a tais impactos variam de acordo com o contexto local (Smit & Wandel, 2006).

De modo geral, a *vulnerabilidade* é variável e depende de diferentes fatores aos quais o espaço ou a comunidade em análise está submetido, além disso, assim como o *risco* (Smit & Wandel, 2006), interage em diferentes campos, como mostrados na Figura 11. De acordo com Adger et al. (2008), a *vulnerabilidade* está atrelada às condições do local, às relações sociais e ao contexto histórico, podendo ter relações multiescalares, que variam da escala global para a local pelas relações e conexões entre pessoas, fluxos, lugares e economia. Logo, na escala local é onde ocorre a identificação dos componentes da vulnerabilidade, buscando identificar quem ou o que irá sentir de forma mais intensa o impacto. Já a relação com as outras escalas acontece a partir da interação entre sistemas e com fatores externos à escala

⁴⁵ Tradução nossa.

local que, como demonstrado no esquema acima, seria a globalização e a mudança do clima (Sherbinin et al., 2007).

Conforme as discussões apresentadas até aqui, as áreas urbanas podem ser suscetíveis à riscos pelos próprios padrões de ocupação, pela exposição populacional e econômica, pela degradação ambiental, pela capacidade das infraestruturas em absorver impactos, pela falta de governança e envolvimento das comunidades nos processos de planejamento e decisão, ou ainda, por sua localização geográfica. No entanto, os *riscos*, assim como as *vulnerabilidades*, podem ser reduzidos, buscando minimizar os impactos de uma ameaça ao meio a partir de diferentes instrumentos, sendo um deles o planejamento urbano, buscando a resiliência e sustentabilidade do sistema urbano.

3

Planejamento urbano para a mudança climática

As ladeiras, as depressões, o rio, as ruas e os habitantes nos revelam o passado, os desafios do presente e as oportunidades do futuro. (Mostafavi et al., 2019, p. 136)

As cidades são sistemas socioecológicos complexos que influenciam e são influenciadas por diferentes campos como a *ecologia*, *tecnologia*, *economia*, *socio-demográfico* e *governança* (Romero-Lankao et al., 2016). Além disso, as cidades são vistas como ponto chave em responder aos impactos climáticos, a partir das ações de *mitigação* e de *adaptação*, buscando reverter os efeitos negativos que acompanham o processo de urbanização. Esse processo ressaltou vulnerabilidades e riscos, como o de inundação, pela forma como a cidade se desenvolveu e por fatores sociais, sendo a mudança climática um fator externo que pode elevar *riscos*. A rápida expansão das cidades, seu adensamento, os padrões de ocupação e uso do solo, e as condições dos ecossistemas no seu território, por exemplo, representam desafios, mas também são oportunidades para a busca da sustentabilidade e resiliência urbana. Assim, o planejamento urbano assume um papel central em adaptar as cidades aos impactos da mudança climática (Rosenzweig et al., 2018).

“Se as cidades querem tornar-se sustentáveis e resilientes, elas devem desenvolver capacidades físicas e institucionais para responder à constantes mudanças e à incerteza”⁴⁶ (Rosezweig et al., 2018, p. 142). Como colocado anteriormente, a incerteza se associa aos impactos da mudança do clima e, para lidar com essa possibilidade de ocorrência de um risco, que pode ocasionar danos em infraestruturas, ou perda de vidas, por exemplo, considera-se o *princípio da precaução* (PP), que também pode ser chamado de *princípio cautelar* (Giddens, 2010). Logo, o PP é uma forma de resposta à eventuais riscos e à incerteza, sendo utilizado segundo

⁴⁶ Tradução nossa.

Veyret (2019) quando há uma possibilidade, mesmo que fraca, de ocorrer um efeito irreversível. Um exemplo citado é o das emissões de poluentes que podem afetar irreversivelmente a geração futura. Assim, segundo a autora, o PP é reforçado com o efeito de irreversibilidade. Com isso,

o princípio faz com que se admita que a incerteza científica não suprime a responsabilidade dos agentes públicos, mesmo que as consequências de suas decisões somente apareçam muito tempo depois do término de seus mandatos. A incerteza obriga ao dever de precaução [...] (Veyret, 2019, p. 59)

De acordo com Herzog (2013), para lidar com a incerteza, o planejamento urbano deve buscar o equilíbrio dos elementos que compõe seu território, a partir de uma visão multiescalar (local e regional), sistêmica e holística. O planejamento urbano é um campo que define, configura e desenvolve o espaço por ter como objeto a escala da cidade ou da região em que se insere. Um planejamento sustentável e resiliente é aquele que consegue gerir os recursos do seu território, distribuindo-os de maneira equitativa; que visa coletividade integrando os diferentes agentes que compõe seu território; que aloca os investimentos visando ações à longo prazo; que integra os ecossistemas urbanos, além da biodiversidade, compreendendo e garantindo seus processos e fluxos naturais; que engloba a realidade climática adaptando seu território a eventuais impactos; sendo esses alguns poucos exemplos que fazem parte desse complexo campo (Herzog, 2013; Rosenzweig et al., 2018).

De acordo com Kauffman & Hill (2021, p. 6), “planejar é um processo de antecipar, preparar-se para, e influenciar cenários futuros [...]”⁴⁷. Assim como, de acordo com os autores, é um processo flexível a mudanças para curto e longo prazo, que vai além de uma regulação ou de um controle, buscando equidade social e cooperação, tanto horizontal, entre agentes e setores urbanos, quanto vertical, a partir da governança multinível, a fim de fortalecer as instituições, garantir um ciclo de conhecimento e aprendizado para o processo de decisão e assegurar a capacidade de adaptação das comunidades.

O fator social representa oportunidades para a transformação urbana, isso, por exemplo, com a busca por equidade, acesso à recursos, tecnologia e com a participação da população junto à instituições e aos governos. Assim, perguntas como:

⁴⁷ Tradução nossa.

quem? quais? para quando? para onde? e por quê?⁴⁸; tornam-se essenciais para o desenvolvimento e planejamento urbano, contribuindo para que as intervenções e locação de recursos, por exemplo, aconteçam de forma coerente à realidade urbana e em tempo hábil para sua adaptação, além de colaborar com sistematização de ações à curto e longo prazo (Romero-Lankao et al., 2016; Meerow & Newell, 2019).

Os ecossistemas urbanos também estão integrados às dinâmicas da cidade e podem ser impactados por fatores climáticos. Os seres humanos representam uma força capaz de redefinir e interferir em processos naturais, a partir dos padrões de urbanização e das relações sociais. No entanto, a complexidade nas relações entre os dois sistemas vai além dos exemplos citados, já que a relação entre as duas dimensões, ambiental e social, são multiescalares e geram uma série de processos que podem ultrapassar a fronteira da cidade. Restaurá-los ou conservá-los requer o envolvimento das comunidades, instituições e governos, por meio da *governança*, além de um planejamento urbano local e regional. (Alberti et al., 2003; Elmqvist et al., 2018; McPhearson et al. 2016; Rosenzweig et al., 2018).

De acordo com Turkelboom et al. (2018) e Rosenzweig et al. (2018), para o planejamento urbano, os ecossistemas, a partir de seus serviços ecossistêmicos, auxiliam nos desafios enfrentados pelas cidades atualmente, tal qual adaptar-se à mudança climática. Com isso, é necessário entender esses desafios e o contexto espacial para que a escolha das possíveis soluções busque os melhores benefícios, além da integração do ambiente físico-construído com seus ecossistemas (Rosenzweig et al., 2018). Segundo McPhearson et al. (2016), o entendimento dos ecossistemas urbanos possui chaves de leituras diferentes, como ecologia *nas*, *das* e *para* as cidades. Ecologia *nas* cidades é uma leitura que foca nos processos biológicos que podem sofrer interferências da dimensão social; *das* cidades considera a ecologia e o social como sistema único (socioecológico), que interage entre si, sendo uma abordagem que busca a multidisciplinariedade para entender a complexidade dos fatores atuantes no ambiente urbano; já *para* as cidades seria uma meta, por ser um complemento do entendimento anterior que, além de reconhecer que os ecossistemas condicionam e são condicionados pelo ambiente urbano, e que as soluções devem ser multidisciplinares, também considera que as comunidades, instituições e governos precisam participar de forma conjunta na busca por soluções e na tomada

⁴⁸ Elas serão discutidas e exemplificadas no subcapítulo 3.2 – cidades resilientes.

de decisão. Logo, procura reconhecer e relacionar (por meio da *governança*) as dimensões ambiental e social como parte essencial na procura por soluções em reintegrar esses ecossistemas à paisagem *para* as cidades, ajudando na construção de cidades sustentáveis e resilientes. A partir disso, talvez haja a possibilidade de se pensar em ecossistemas *com* as cidades, onde as duas dimensões possam coexistir em harmonia.

3.1

Cidades sustentáveis

O conceito de *sustentabilidade* cresceu a partir do movimento ambientalista e das conferências internacionais sobre meio ambiente da Organização das Nações Unidas (ONU). Dentre elas, destaca-se a de Estocolmo, em 1972, onde os termos *desenvolvimento* e *sustentabilidade* foram colocados juntos em debate pela primeira vez, assim como a própria problemática relacionada à natureza (Haesbaert & Porto-Gonçalves, 2006; Sachs, 2009; UNEP⁴⁹, 1973). Segundo Sachs (2008), o *desenvolvimento* geralmente se relaciona à ideia de crescimento econômico e que, no entanto, é um termo que vai além da riqueza material, ligando-se aos direitos humanos e, assim, às questões estruturais da formação da sociedade, como a reparação de desigualdades, tornando-a mais inclusiva, equitativa, igualitária e solidária.

A *sustentabilidade*, por sua vez, também é um conceito amplo, pois está associado a diversas dimensões, sendo algumas delas a ambiental, a social, a econômica, a política, a ética e a estética. Desse modo, relaciona-se com pontos estruturais da sociedade, como, por exemplo, a forma de ocupação do território, a organização social, os padrões de consumo e a interação com o meio ambiente. O conceito pode ser definido como a relação harmônica do ser humano com a natureza, considerando os limites de exploração dos recursos naturais, renováveis e não renováveis, buscando a sobrevivência da espécie humana e sua qualidade de vida (Lemos, 2020b; Porto-Gonçalves, 2012; UN-Habitat, 2009). Já o IPCC (2018, p.559) define como “um processo dinâmico que garante a persistência de sistemas naturais e humanos de maneira equitativa”⁵⁰.

⁴⁹ United Nations Environment Programme.

⁵⁰ Tradução nossa.

Colocando em conjunto os dois termos e, assim, tratando-se de *desenvolvimento sustentável*, define-se como a busca por soluções que sejam socialmente e ambientalmente benéficas para gerações presentes e futuras (Sachs, 2008). Essa ideia está relacionada a um dos conceitos mais difundidos quando se trata de *sustentabilidade*, que é a de um “desenvolvimento que atenda às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades [...]”⁵¹ (IPCC, 2018, p.559).

De acordo com Sachs (2008), existem cinco pilares para um *desenvolvimento sustentável*: o ambiental, o social, o econômico, o territorial e o político.

O pilar ambiental considera o recurso a ser consumido e o destino de resíduos; o social, as condições de desigualdades globais; o econômico, a viabilidade para que as soluções possam ser implementadas; o territorial, o ordenamento espacial da população, recursos e atividades; e o político, por sua vez, está relacionado a governança. Com isso, o desenvolvimento sustentável é ligado à ideia de desenvolvimento incluyente, por buscar a redução das desigualdades, da informalidade, da discriminação e de outros processos considerados excludentes. Assim, associa-se ao empoderamento da comunidade, a criação de espaços mais democráticos, o incentivo de economias mistas, de iniciativas locais e de processos de colaboração, que devem ser considerados pelo planejamento que é:

[...] um processo interativo que inclui procedimentos de baixo para cima e de cima para baixo dentro do macro de um projeto nacional de longo prazo, uma visão compartilhada pela maioria dos cidadãos da nação sobre valores, a sua conversão em objetos societais e a inserção do seu Estado-Nação num mundo globalizado. (Sachs, 2008, p.62)

A partir disso, o *desenvolvimento sustentável* é um desafio global que requer mudanças no estilo de vida e estratégias que integrem do Norte ao Sul do globo, uma vez que os padrões de consumo do Norte, mais desenvolvido, são maiores e insustentáveis comparados aos do Sul, com maiores índices de pobreza (Sachs, 2009; Rogers & Gumuchjan, 2001). A melhoria da qualidade de vida, a redução da pobreza e a proteção dos ecossistemas e biodiversidade são os maiores desafios desse desenvolvimento para evitar uma catástrofe ambiental global, considerando os níveis de poluição dos recursos, os fatores sociais e a mudança climática que

⁵¹ Tradução nossa.

potencializa as *vulnerabilidades e riscos*, aos quais a população está submetida (Matthew & Hammil, 2009; Rogers & Gumuchjan, 2001).

A ONU lançou em 2015 os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) como forma de um esforço global que integra governos e iniciativa privada para a busca de redução da pobreza, aumento da prosperidade, oportunidades para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente para as gerações presentes e futuras. São 17 objetivos: (1) *erradicação da pobreza*; (2) *fome zero e agricultura sustentável*; (3) *saúde e bem-estar*; (4) *educação de qualidade*; (5) *igualdade de gênero*; **(6) *água potável e saneamento***; (7) *energia acessível e limpa*; (8) *trabalho decente e crescimento econômico*; (9) *indústria, inovação e infraestrutura*; (10) *redução das desigualdades*; **(11) *cidades e comunidades sustentáveis***; (12) *consumo e produção responsáveis*; **(13) *ação contra a mudança climática***; **(14) *vida na água***; **(15) *vida terrestre***; (16) *paz, justiça e instituições eficazes*; e (17) *parcerias e meios de implementação*. A meta é alcançá-los até 2030, porém, o relatório da divisão estatística da ONU (*United Nations Statistics Division*), sigla em inglês UNSD, (2020) mostra que ainda falta um grande avanço em relação a vários deles.

Dentre os ressaltados pela pesquisa, a *água potável e saneamento* são apontados como um dos que menos obtiveram avanço e, se continuar nesse ritmo, não irá atingir o prazo, pois há pouco investimento. Com isso, o número de pessoas vivendo em condição de estresse hídrico aumenta. Essa situação é potencializada pela degradação de ecossistemas aquáticos e pela mudança climática. Em relação ao objetivo *cidades e comunidades sustentáveis*, é mostrado um aumento de pessoas vivendo em condições inadequadas e assentamentos informais, com infraestrutura de água e saneamento precária, aumentando a vulnerabilidade e riscos. A *ação contra a mudança climática* continua sendo um ponto crítico, pois as taxas de emissões de GEE continuam aumentando, assim como a temperatura e, dessa forma, os desastres relacionados aos impactos da mudança do clima. No entanto, os investimentos em ações de mitigação aumentaram, assim como os esforços na elaboração de planos de adaptação e resiliência. Os objetivos *vida na água* e *vida terrestre* mostram que há um aumento no nível de degradação dos respectivos ecossistemas (UNSD, 2020).

Os esforços para a busca de uma sustentabilidade urbana, a partir dos debates, conferências e relatórios, ganharam o cenário internacional nas últimas décadas juntamente com a ideia de que as cidades são o ponto chave na busca pelo

desenvolvimento sustentável (McCormick et al., 2011). A construção da *sustentabilidade* é um processo complexo e de certa forma utópico que abrange os diversos problemas da sociedade contemporânea. Quando se fala em cidade sustentável, pensando em cidade como sistema, a *sustentabilidade* está, como colocado anteriormente, além do âmbito ecológico, associando-se a outros aspectos como o social, o econômico, o territorial e o político (Lemos, 2020b; Cohen, 2017; Sachs, 2008). As cidades são pontos de concentração de todos esses aspectos e problemas discutidos até aqui e enfrentam desafios, tais como a diminuição de GEE, o consumo, o uso de recursos, a água, a energia e a redução das pegadas ecológicas, considerando as vulnerabilidades, desigualdades e a insustentabilidade da formação dos seus territórios (Cohen, 2017; McCormick et al., 2011).

Segundo a UN-Habitat (2020), a cidade sustentável é aquela que oferece qualidade de vida e do meio ambiente natural e construído. Ela integra todos os componentes que compõem o urbano e coloca as cidades na vanguarda do enfrentamento da mudança climática, com as estratégias de *mitigação* e *adaptação*. Além disso, ela é inclusiva, justa e conectada com o território, integrando as diferentes escalas governamentais na busca de soluções. Uma cidade com um nível de sustentabilidade “fraco” apresenta uma ameaça para o meio ambiente, pois acabam sendo planejadas de forma incoerente com as necessidades atuais. Já aquelas com o nível “forte” podem promover as mudanças necessárias nos padrões de consumo, ocupação, recursos, estilo de vida e ganhos ecológicos.

De modo a conseguir alcançar esse grau de sustentabilidade, o planejamento urbano ganha um papel central junto com a governança e as medidas de gestão. O espaço urbano é o local onde acontece as diversas funções e atividades da vida cotidiana, trazendo desafios nessa construção por envolver uma base mais estrutural da formação desse espaço, que se desenvolveu a partir de um planejamento modernista alinhado a uma visão desenvolvimentista. Sendo assim, é insustentável para os parâmetros atuais que devem envolver comunidades nos processos de decisão, diminuir deslocamentos, evitar danos ao ambiente natural, melhorar a qualidade e eficiência das infraestruturas, garantir segurança e acesso à terra (Rogers & Gumuchjan, 2001; UN-Habitat, 2009; 2020).

Alinhado a essa ideia de planejamento e ao objeto de estudo dessa pesquisa, está o termo *urbanismo ecológico*, apresentado por Herzog (2009), em que se deve “respeitar o passado, planejar e projetar espaços urbanos que respondam às

necessidades de sustentabilidade da sociedade atual”. Esse é um urbanismo que constrói *sustentabilidade* a partir da ecologia e principalmente da funcionalidade, atendendo sempre a algum propósito e problema da cidade, portanto, ações sistemáticas e conectadas com as necessidades atuais.

Ao se tratar da melhoria de ecossistemas e biodiversidade, a *sustentabilidade* vem sendo associada a ideia de uma cidade verde que, segundo a UN-Habitat (2020), ajuda a alcançar os ODS, citados anteriormente, trazendo valor e melhoria na qualidade do meio ambiente construído e natural e auxiliando a mitigar os impactos da mudança climática. No entanto, a ideia de cidade verde requer um olhar cuidadoso, pois ela deve ser inclusiva, equitativa e justa, considerando a integração dos aspectos da sustentabilidade, principalmente a associação do ambiental com o social, pois as ações que constroem essa cidade geralmente elevam o preço da terra e, dessa forma, podem ser excludentes ao promover processos de gentrificação. Sendo assim, ainda segundo a fonte, a população e os diversos setores da sociedade, principalmente os mais vulneráveis, devem ser representados e envolvidos nos processos de planejamento e decisão através da interação com os governos locais.

O processo de naturalização das cidades está relacionado à integração da infraestrutura cinza, com a adoção das *soluções baseadas na natureza*⁵², que também são consideradas nas estratégias de *adaptação* e na construção de uma cidade resiliente. A implantação de SbN promove a restauração de sistemas degradados e das funções relativas à qualidade de vida, diminuindo riscos como o de alagamentos e inundações, portanto aumentando a resiliência. Dentro dessa visão sistêmica e integrada ao planejamento, além de reintegrar a cidade à natureza, cada solução adotada atende a uma função como, por exemplo, as infraestruturas verdes auxiliam na redução de ilhas de calor e melhoria da qualidade do ar, enquanto as infraestruturas azuis ajudam a reduzir alagamentos, o estresse hídrico e as secas. Todas as soluções integradas estimulam a *sustentabilidade* a partir do potencial de melhoria da qualidade de vida por serem ações com benefícios coletivos, ambientais, sociais e econômicos dentro de uma integração multiescalar e com os diversos agentes da sociedade (Laforteza & Sanesi, 2019; Puchol-Salorte et al., 2021).

A cidade sustentável não necessariamente é resiliente, visto que a cidade sustentável, conforme colocado até aqui e ressaltado por Rogers & Gumuchjan (2001),

⁵² Será discutida com mais ênfase posteriormente, junto com as infraestruturas verdes e azuis.

é aquela que se relaciona com os direitos humanos e ambientais, a partir da busca, por exemplo, da melhoria da qualidade de vida, equidade, justiça social, recursos e funcionalidade dos aspectos que compõem seu território. Já a cidade resiliente é aquela capaz de lidar com as incertezas e imprevisibilidade do futuro mitigando possíveis riscos e desastres, tais quais aqueles exacerbados pelos impactos da mudança climática. A complexidade das cidades gera um desafio para isso, desse modo, pode-se relacionar a construção da resiliência a um planejamento e gestão urbana que incorpore a realidade climática considerando os diversos fatores que compõem o território tendo-se em vista duas características: a adaptabilidade e a dinâmica. A adaptabilidade seria a capacidade de manter o sistema funcional quando submetido a um impacto, e a dinâmica, a capacidade das cidades em continuar se modificando ao longo da sua história (Kim & Lim, 2016).

3.2 Cidades resilientes

O conceito de *resiliência* foi ressaltado em 1973 com um artigo de Crawford Holling sobre resiliência ecológica, sendo definida como a capacidade do sistema em continuar funcionando ou absorver um impacto após ser submetido a um estado crítico. Esse conceito é diferente na visão da engenharia, que é mais estática, porque consideram a resiliência como uma volta a um estado anterior de estabilidade ou equilíbrio após sofrer alguma perturbação (Kim & Lim, 2016; Meerow et al., 2016). Ao longo dos anos, a *resiliência* vem sendo difundida para outras áreas, ligando-se, por exemplo, à dimensão social em que seria a capacidade da comunidade e indivíduos em voltar ao estado normal ou natural, após ter sofrido um estresse (Delgado-Ramos & Guibrunet, 2017). Atualmente, relaciona-se também à mudança climática, à vulnerabilidade, ao risco e à adaptação. Assim, o IPCC (2018) define *resiliência* a partir de uma visão sistêmica, integrando diferentes dimensões, significando:

A capacidade dos sistemas social, econômico e ambiental em lidar com eventos, dinâmicas ou perturbações perigosas, respondendo ou se reorganizando de forma a manter sua função essencial, identidade e estrutura, ao mesmo tempo que mantém a capacidade de adaptação, aprendizagem e transformação. [...] (IPCC, 2018, p. 557, tradução nossa).

Segundo Meerow et al. (2016), ser resiliente é ser maleável fazendo parte de uma construção não linear de um sistema, ou seja, estar em constante desenvolvimento. Para Kim & Lim (2016) essa construção considera as dinâmicas das redes que compõem um sistema para que ele possa melhorar, alterar e se adaptar de um estímulo externo ou interno. Por exemplo, o sistema urbano é composto por quatro subsistemas que se complementam e interagem entre si, sendo eles: a rede de governança, a infraestrutura e forma urbana, e as dinâmicas socioespaciais, que serão exemplificados posteriormente. Esses subsistemas representariam parte da complexidade urbana, em que é necessário entender suas conexões para se alcançar a resiliência urbana (Meerow et al. 2016). A partir disso, a resiliência é considerada um processo dinâmico que considera a complexidade e as diferentes relações da cidade em suas diversas escalas espaciais e temporais, definindo, assim, a *resiliência urbana* como:

[...] a capacidade de um sistema urbano – e de todos os seus aspectos socioecológicos e socio tecnológicos em se integrar em escalas temporais e espaciais – em manter ou retornar rapidamente a uma função desejada em face a uma perturbação, adaptando-se às mudanças, e para rapidamente transformar os sistemas que limitam a capacidade de adaptação atual ou futura. (Meerow et al., 2016, p.39, tradução nossa)

Assim sendo, ainda de acordo com os autores, é apontado três componentes na busca da resiliência: transformação, persistência e transição; onde as transformações ocorrem pela necessidade do sistema em se adaptar, sendo esse ato a transição para se atingir a resiliência; e a persistência a capacidade de resistência do sistema frente a um impacto. A relação entre esses componentes faz parte da busca contínua da construção da resiliência, na qual, considerando a mudança climática, tem como ponto fundamental a capacidade de adaptação do sistema, pois esse é considerado o elemento de persistência (Meerow et al., 2016).

A *resiliência* é tanto objeto quanto ponte de/entre conhecimentos e áreas, por esse motivo, está alinhado com a busca pela *sustentabilidade*, a *adaptação*, a mudança climática, a redução de riscos de desastres e a *vulnerabilidade*. A questão da resiliência urbana está na definição dos contextos, escalas, dinâmicas e aspectos que estão sendo considerados nessa construção (Meerow & Newell, 2019). Segundo Kim & Lim (2016), essa construção está alinhada a processos políticos por meio da governança, onde o envolvimento da sociedade e governos estão conectados aos processos de decisão para a construção de uma cidade justa e igualitária.

Sendo assim, esse processo junto com os componentes da resiliência citados anteriormente pode produzir um ciclo capaz de gerar conhecimento coletivo e diversidade para a adaptabilidade contínua do sistema como um todo. No entanto, “[...] quem determina o que é desejável e para quem? A resiliência urbana é moldada por quem define a agenda, cuja resiliência está sendo priorizada e com isso quem se beneficia ou perde como resultado [...]”⁵³ (Meerow et al., 2016, p.46).

A partir desse contexto, para os autores Meerow & Newell (2019), a busca pela resiliência se baseia em cinco questões: resiliência para quem? quais? para quando? para onde? e por quê?; as quais devem considerar as conexões multiescalares da cidade e seus diferentes componentes, além da complexidade do sistema urbano. Essas questões buscam auxiliar e alinhar as decisões políticas, as motivações e os processos contidos no sistema urbano, a partir dos quatro subsistemas que seriam a integração entre escalas temporais e espaciais, resultando na Tabela 10. Dessa forma, as questões estão alinhadas com: (1) a rede de governança - representado pela iniciativa privada, organizações não governamentais (ONGs), comunidades e governos (local, regional e nacional); (2) a infraestrutura e a forma urbana - ecossistemas e biodiversidade, edifícios, transporte e as redes de infraestrutura; (3) os fluxos de energia e materiais - água, energia, alimentos, materiais e bens de consumo, e resíduos; e (4) as dinâmicas socioeconômicas - fatores demográficos, mobilidade, educação, saúde, economia, equidade e justiça (Meerow et al., 2016; Meerow & Newell, 2019).

Tabela 10 - Questão da resiliência urbana. Fonte: Meerow & Newell (2019), complementado e modificado pela autora.

	Questões a serem consideradas	Objetivo	Subsistemas
Quem?	• Quem determina o que é desejável para um sistema urbano? • Qual resiliência é priorizada? • Quem está incluído (e excluído) do sistema urbano?	Determinar ações que beneficiem o maior número de pessoas em condições de risco, com prioridade de ações a longo prazo.	(1) Rede de governança (4) Dinâmicas socioeconômicas
Quais?	• A quais perturbações o sistema urbano deve ser resiliente? • Quais redes e setores estão incluídos no sistema urbano?	Priorizar o que e qual parte da cidade terá prioridade de intervenção frente a um distúrbio.	(2) A infraestrutura e a forma urbana (3) Redes de fluxos de energia e materiais

⁵³ Tradução nossa.

	• O foco da resiliência é genérico ou específico?		
Quando?	• O foco está em distúrbios de início rápido ou mudanças de início lento? • O foco é na resiliência de curto ou longo prazo? • O foco é na resiliência para geração presente ou futura?	Determinar a escala temporal, se as ações serão de curto ou longo prazo e se reage a perturbações passadas ou se antecipa ameaças futuras.	(1) Rede de governança
Onde?	• Onde estão as fronteiras espaciais do sistema urbano? • A resiliência de certas áreas está sendo priorizada em relação a outras? • A construção da resiliência afeta a resiliência de outras áreas?	Considerar as relações e fluxos do sistema urbano, a partir de uma visão multiescalar, onde as intervenções são capazes de romper e interagir além da escala que foi implantada.	(2) A infraestrutura e a forma urbana (3) Redes de fluxos de energia e materiais
Por quê?	• Qual é a meta para a construção da resiliência? • Quais são as motivações subjacentes para a construção da resiliência? • O foco é no processo ou no resultado?	Determinar o motivo ou a meta da intervenção, considerando o contexto, o processo de decisão e as relações que surgem a partir das perguntas anteriores.	(1) Rede de governança (2) A infraestrutura e a forma urbana (3) Redes de fluxos de energia e materiais (4) Dinâmicas socioeconômicas

Essas questões poderiam ainda ser complementadas por outras, já que elas não se esgotam, pois o sistema urbano é complexo. Os autores Eakin & Luers (2006), por exemplo, desencadeiam perguntas como diretrizes para se alcançar a resiliência, considerando vulnerabilidade e risco, analisando as condições espaciais, temporais e escalares. De modo geral, essas questões podem servir para guiar os planos e projetos voltados para a *resiliência* e *adaptação*, evitando ações desconectadas da realidade local e dos processos de rede e vínculos criados pelas comunidades, além de auxiliarem na capacidade de resposta, sendo que esta, para Smit & Wandel (2006), está ligada ao *intervalo de enfrentamento* à determinado impacto.

O *intervalo de enfrentamento* (Figura 12) é flexível e representa o tempo de resposta ao longo dos anos de um sistema, que pode aumentar ou diminuir, de acordo com as condições do próprio sistema e de fatores políticos, econômicos e sociais que interferem na sua capacidade adaptativa, sendo sua faixa de enfrentamento variável de acordo com essa capacidade em se adaptar a um determinado impacto ou evento (Smit & Wandel, 2006). Um exemplo citado pelos autores é de um evento catastrófico, como precipitações acima da média, que pode levar a um

rompimento de uma barragem, um acontecimento repentino, ultrapassando as margens de enfrentamento as quais o sistema poderia se adaptar e se recuperar em condições normais. Logo, quanto mais estreita é a faixa de enfrentamento, ou seja, quanto menos tempo o sistema tem em responder a um evento, menor a capacidade de ser recuperar ou se adaptar, podendo perder sua funcionalidade.

Segundo Smit et al (2000), para um sistema se adaptar, ele deve considerar também a *variação climática* (Figura 13) que ocorre a partir da alteração na intensidade e frequência de um impacto climático. Um exemplo citado por eles, é de precipitações que acontecem a cada 30 anos, mas que com a mudança do clima, sendo assim, com o aumento no seu período (frequência) e na sua intensidade, essa precipitação poderia ocorrer a cada 5 anos, ou seja, alteraria a variação do que seria “normal”, deslocando a faixa de resposta, diminuindo o tempo no qual o sistema poderia se adaptar.

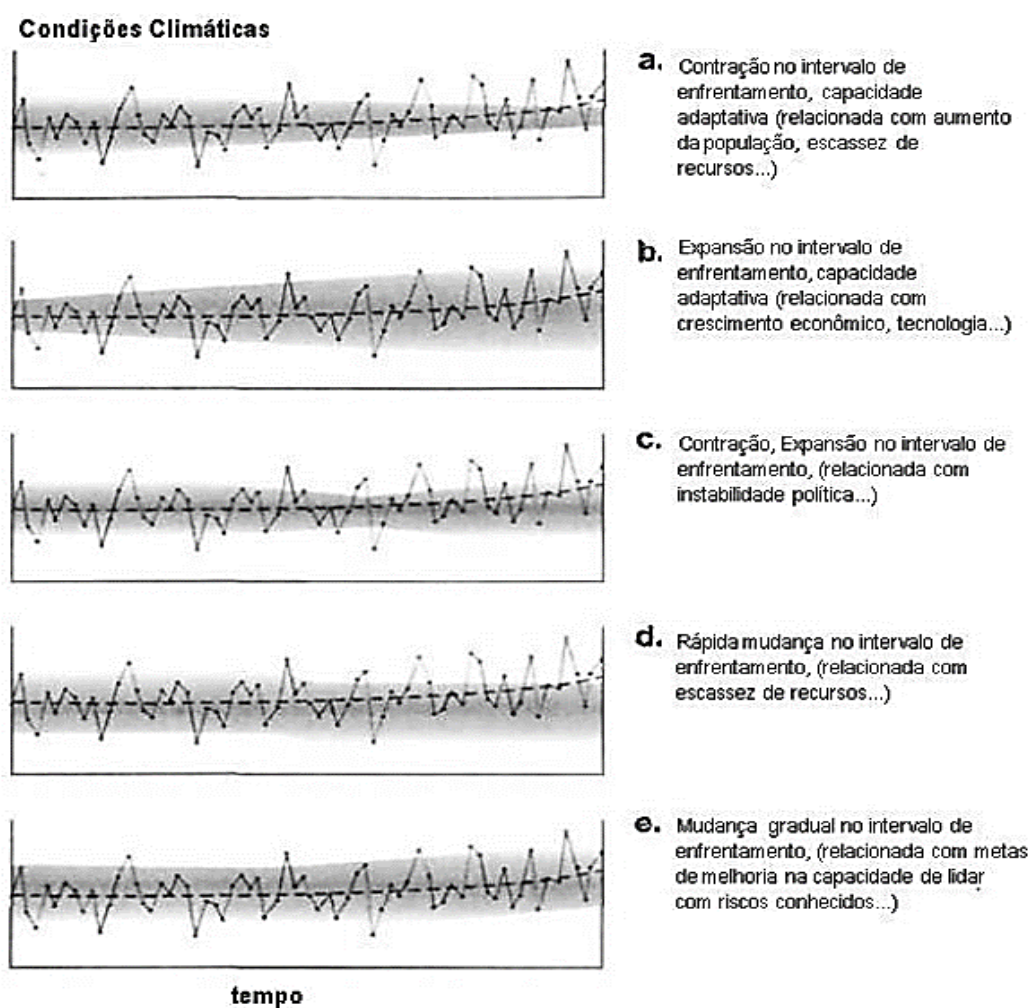
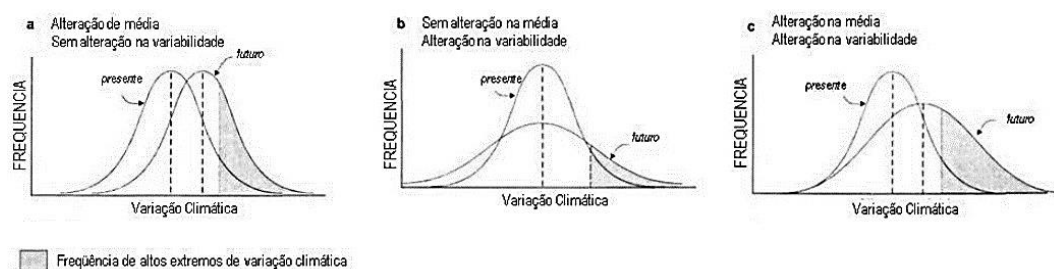


Figura 12 - Intervalo de enfrentamento. Sua representação é faixa pintada de cinza e os eventos a linha representam os eventos que podem ultrapassar a capacidade de resposta

do sistema. Fonte: Lemos (2020a)



As intervenções que ocorrem de modo desconectado as necessidades da escala local, podem gerar gentrificações ou más adaptações, como é dito pela UN-Habitat (2020), a partir de um desenvolvimento excludente, que aumenta as desigualdades socioespaciais. Quando essa exclusão do acesso à terra, espaços públicos, ambientes protegidos e seguros ocorrem, por conta de ações de medidas “verdes” ou climáticas, é utilizado o termo de *gentrificação verde*, onde os mais vulneráveis continuam sendo marginalizados.

De modo geral, a relação entre *resiliência* e *sustentabilidade* é uma dinâmica harmoniosa, sendo que a resiliência se apresenta como ponto fundamental para se alcançar a sustentabilidade. Assim como na cidade sustentável, a resiliência urbana tem como ponto chave o planejamento urbano, a governança e as medidas de gestão. Na cidade resiliente deve-se buscar benefícios sociais e ambientais, a partir da funcionalidade das ações implementadas. Além disso, alinha-se também a ideia de cidade verde a partir da interação entre infraestrutura cinza, verde e azul (Kim & Lim, 2016; Meerow & Newell, 2019).

Como visto, alguns dos desafios em relação a mudança climática estão relacionados à água, na qual a associação dos aspectos ecológicos e sociais estão ligados às vulnerabilidades, riscos, oportunidades e desafios na busca da resiliência. Os sistemas hídricos possuem uma função multiescalar e devido às suas condições e a atual capacidade em absorver os impactos da mudança do clima, tal como o aumento de precipitações, nível do mar, erosão e secas oferecem riscos aos ambientes do seu entorno devido ao próprio padrão de ocupação urbana.

Os sistemas ribeirinhos não são indissociáveis dos sistemas sociais que os modificam. Dessa forma, como os rios urbanos podem se tornar sustentáveis e resilientes *para* as cidades considerando as dinâmicas e relações que o cercam? O

primeiro ponto recorrente nas discussões apresentadas até então é o de adaptação e melhoria dos ecossistemas da cidade acontecendo a partir de duas dimensões principais e integradas: a ambiental e a social. Já o segundo é em relação ao planejamento urbano considerando a realidade climática, seus impactos e as relações das dinâmicas da cidade dentro de uma visão sistêmica e multiescalar, além da importância das medidas de governança.

3.3

Governança

O termo *governança* é comum em diversas áreas de conhecimento, assim, constitui-se como um conceito aberto, sendo definido de acordo com a área de atuação (Gouveia et al., 2019). Em relação às cidades e ao planejamento urbano, ela é definida como uma forma de integrar governos (nacional, regional e local), academia, iniciativa privada, sociedade civil, povos indígenas e ONGs no processo de decisão, buscando soluções e políticas coerentes com a realidade local (IPCC, 2018; Francesch-Huidobro et al., 2017; UN-Habitat, 2020). Dentro dessa conceituação para cidades, a *governança* possui ramificações que complementam e integram a descrição anterior. Por exemplo, dentro da abordagem socioecológica, Gouveia et al. (2019) colocam que a *governança* é um processo que também busca a gestão dos recursos naturais, utilizando-se do termo *governança ambiental*. Sendo assim, as autoras definem como uma procura pelo desenvolvimento sustentável, que integra as dimensões ambiental e social, de modo que o processo de decisão não estaria dissociado dos recursos naturais do território.

Os rios fazem parte desse entendimento das autoras (Gouveia et al., 2019), sendo esta vista como uma forma de reintegrá-los *para* as cidades, onde a cooperação e integração entre os diversos agentes urbanos estariam diretamente relacionados às soluções positivas para a restauração e reabilitação de rios, principalmente por envolver a sociedade civil no processo de conservação do recurso. No entanto, vale ressaltar que há uma limitação na discussão das autoras, por abordar os rios apenas como *recurso*. Sendo assim, complementando essa conceituação e entendendo-os também como *ameaça*, há a discussão dos autores Francesch-Huidobro et al. (2017) que colocam que a *governança* se associa ao processo *gestão de risco de*

inundação, buscando estratégias, soluções e medidas para mitigar esse risco. Os autores apontam que o processo de gestão é composto pela *análise*, *avaliação* e *redução* de risco. A *análise* é em relação a um acontecimento prévio, atual e futuro; a *avaliação* ocorre a partir da percepção do risco; e, por fim, a *redução* com as intervenções que podem auxiliar na mitigação do risco. Essas etapas se relacionam a *governança* para que o processo de decisão ocorra de “baixo para cima” (ao contrário do processo tradicional de planejamento e gestão de “cima para baixo”), já que é a população que no cotidiano percebe e lida com eventuais riscos.

Um outro viés associado aos recursos naturais e ecossistemas diz respeito à *governança adaptativa* que, segundo o IPCC (2018), faz o uso do processo de aprendizagem e do acúmulo de conhecimento social, ao longo dos anos, no planejamento e implementação de ações, principalmente em situações que possuem um índice de incerteza e de complexidade. De certa forma, esses pontos levantados podem incluir os povos indígenas no processo de governança, já que seu conhecimento é apontado pela UN-Habitat (2020) como uma forma de garantir a sustentabilidade ambiental para as gerações futuras, integrando esses povos ao processo de decisão e soluções para o futuro, que atualmente estão excluídos. O conhecimento dos povos originários possui riquezas e tradição em relação a terra, biodiversidade e ecossistemas, sendo o seu modo de vida harmônico com a natureza.

Ademais, em relação a água e considerando seus desafios como *múltiplos, contrastantes e complexos*⁵⁴, Honkonen (2016) coloca que a *governança adaptativa* está associada à *governança hídrica*, auxiliando na garantia da *segurança hídrica*. Por exemplo, de acordo com a autora e conforme visto até aqui, a água pode ser encontrada em abundância em determinados locais e em escassez em outros. No ambiente urbano, muita água pode causar alagamentos e inundações e pouca acaba afetando o consumo e seu acesso. As fontes do recurso podem sofrer interferências do processo de urbanização, sob o risco de poluição ou ainda com alterações que afetam seus processos e fluxos naturais. Essas colocações interferem na *segurança hídrica* e pode ser resultado da falta de governança e de gestão do recurso, além de ser um desafio, que pode sofrer interferência de fatores climáticos.

Com isso, Honkonen (2016) associa a *governança* ao fortalecimento das instituições, visto como uma forma de se adaptar e gerir os impactos da mudança do

⁵⁴ Definição vista no subcapítulo 2.1 – Ambiente urbano e água, contextualizados por Li et al. (2015).

clima, dependendo de uma certa quebra dos paradigmas tradicionais, que contribuem para garantir a adaptabilidade do sistema urbano e um ciclo de conhecimento e aprendizagem. Tal quebra se iniciaria com os meios de governança, visando ações à longo prazo e buscando um conhecimento até certo ponto holístico dos seus desafios a partir, por exemplo, de discussões que ajudam o processo de decisão; fóruns de comunicação abertos e flexíveis; disseminação e construção de fontes de informação acessíveis sobre a mudança do clima; além da *governança multinível*, definida como uma forma de envolvimento de diferentes níveis de governo como o nacional, regional e local⁵⁵ e as relações verticais entre eles (IPCC, 2018). Além disso, Honkonen (2016) coloca que *governança adaptativa* se relaciona a *gestão adaptativa*, que é:

[...] uma abordagem que foca em métodos como os de aprender fazendo, aprendizagem social e planejamento de cenários. Esses mecanismos permitem uma maior flexibilidade, o que pode melhorar a conectividade entre diferentes processos e escalas. A estrutura da gestão adaptativa incorpora a incerteza no processo de formulação de políticas; alguns podem falar na “institucionalização do processo de tentativa e erro” dentro do contexto das regras formais, dos mandatos institucionais, ou dos processos de gestão. Assim, a gestão adaptativa se refere a processos sistemáticos que buscam melhorar continuamente as políticas de gestão e práticas que aprendem com as estratégias de gestão já implementadas. Portanto, a gestão adaptativa deve ser antecipatória e reativa. A mudança, ou uma tentativa de reduzir as incertezas e o aprendizado contínuo são os pilares da gestão adaptativa. (Honkonen, 2016, p. 12. Tradução nossa.)

A ideia de tentativa e erro, associado às medidas de governança, está relacionada com a experimentação que, de acordo Cástan Broto (2017), faz sentido no campo da mudança climática pelo fator de incerteza dos seus impactos e da complexidade do ambiente urbano. O elemento chave é que, quando ocorre o erro, deve-se aprender com ele, gerando e mantendo um ciclo de conhecimento.

Com o fator de incerteza do cenário climático, Rosenzweig et al. (2018) fazem o uso do termo *governança climática* que, no contexto urbano, é definido como:

[...] um conjunto de regras formais e informais, sistema de regulamentação, e rede entre diferentes agentes em vários níveis (do local para o global), dentro e fora do governo, que orientam as cidades em direção à mitigação e adaptação à mudança

⁵⁵ Segundo Castán Broto (2017), os governos locais são os que efetivam as ações por estarem na escala de implementação. Já os governos acima interagem com os locais a partir das regulações, recursos e possibilidades de inovação.

climática [...] ocorre dentro de um contexto socioeconômico e político mais amplo, com agentes e instituições em uma infinidade de escalas que moldam a eficácia das intervenções na escala urbana. (Rosenzweig et al., 2018, p. 587. Tradução nossa.)

As instituições são tidas como detentoras da capacidade de efetivar as ações climáticas a partir, por exemplo, de políticas, da gestão e o uso de recursos. O desafio para essa efetivação está na questão de como priorizar as intervenções. Assim, o componente principal torna-se a integração das instituições com os outros agentes urbanos, supracitados, de forma a garantir equidade e justiça social, além de aumentar a capacidade adaptativa das comunidades (Castán Broto, 2017). Como levantado anteriormente, a rede de governança pode auxiliar na resposta das perguntas da resiliência de Meerow & Newell (2019) por exemplo, que servem para guiar planos e projetos urbanos, auxiliando nesse processo de priorização das intervenções e na identificação das vulnerabilidades, construindo informação e conhecimento local.

A relação entre os agentes pode ocorrer pelos processos participativos, inclusivos e colaborativos, como os fóruns, assembleias, júris de cidadãos e workshops, para o entendimento dos problemas, desafios e das oportunidades locais em se adaptar à mudança climática (IPCC, 2018; UN-Habitat, 2020). Para Castán Broto (2017), os processos participativos são fundamentais no enfrentamento da mudança do clima e seriam um exemplo de *adaptação baseada na comunidade*, orientada para a inovação, diálogo e ação. Os agentes envolvidos nesse processo devem ser mediados e coordenados em prol de um objetivo em comum, tais como a *adaptação* e/ou a *mitigação*. No entanto, essa interação não deve ocorrer só na etapa de planejamento, mas também no processo de decisão, dando voz às comunidades marginalizadas e demais agentes garantindo, assim, equidade e justiça social (Rudge, 2021).

Para Rosenzweig et al. (2018), as estratégias de governança voltadas para a *adaptação* possuem cinco categorias, mostradas na Figura 14, sendo elas: (1) ações institucionais e comportamentais; (2) ações tecnológicas e de infraestrutura; (3) instrumentos regulatórios e econômicos; (4) planejamento urbano; e (5) programas de financiamento; todas as categorias citadas envolvem os agentes urbanos na redução da vulnerabilidade e para lidar com os riscos a que o sistema urbano está submetido.



Figura 14 - Categorias de governança voltadas à adaptação a mudança climática. Fonte: elaborado pela autora, com base em Rosenzweig et al. (2018).

As ações institucionais e comportamentais são iniciadas pelo governo local, de modo a mudar procedimentos, ações e incentivos já existentes, tais como medidas de redução de desastres e sistemas de alerta e vigilância. As ações tecnológicas e de infraestrutura buscam a relação multisetorial, como transporte, telecomunicações, saneamento e água, por exemplo, para responder de forma antecipatória ou reativa a algum risco, protegendo as infraestruturas urbanas e conhecendo as áreas de risco da cidade. Os instrumentos regulatórios e econômicos buscam criar formas de garantir a autonomia da sociedade civil, setor privado e demais agentes urbanos, alinhados aos objetivos de desenvolvimento local. O planejamento urbano seria as políticas e decisões voltadas para a preparação ao cenário futuro, antecipando possíveis impactos climáticos. Por fim, os programas de financiamento buscam integrar o setor privado ao público, sendo essa interação fundamental para viabilizar recursos financeiros para ações de adaptação, reduzindo vulnerabilidades e respondendo aos riscos climáticos (Rosenzweig et al., 2018).

De modo geral, o sistema urbano é complexo assim como as relações dentro do seu território. No entanto, a *governança* é vista como ponto fundamental em se adaptar aos impactos da mudança climática. Para isso, é necessária uma quebra de paradigmas, que modifique as atuais estratégias de “cima para baixo” para “baixo para cima”, empoderando a sociedade civil, incluindo a iniciativa privada e demais

setores na construção holística de informações, conhecimento e estratégias, reduzindo vulnerabilidade, com a inclusão e colaboração nas etapas de decisão.

3.4 Adaptação

O conceito de *adaptação* é colocado por Smit & Wandel (2006) como originário das ciências naturais, voltado para a habilidade dos organismos em sobreviverem a mudanças. Posteriormente, ainda segundo os autores, o conceito passou a ser usado pelas ciências sociais ligado a estudos antropológicos, como uma forma de ajuste ou a uma adaptabilidade dos seres humanos em lidar com mudanças e outros estímulos externos que vão além de ameaças naturais, mas que também internas a própria cultura. Esse processo interno pode estar associado ao *risco* de qualquer natureza, onde há uma relação da *adaptação* com as dimensões sociais e políticas, pelo uso de recursos e por processos econômicos e globais que podem potencializar ou atenuar *riscos*.

Atualmente, a adaptação se relaciona ao campo da mudança climática, pela emergência em lidar com fenômeno em si (Smit & Wandel, 2006). Assim, o conceito é definido pelo IPCC (2018) como uma forma de ajustar tanto o sistema humano quanto o natural a um efeito climático, atual ou projetado, que pode causar impactos nesses sistemas. Conforme foi colocado anteriormente, no sistema humano, a ameaça climática pode produzir um *risco* por existir o aspecto social nessa produção, ressaltado pelas condições de *vulnerabilidade*. Com isso, o conceito de *adaptação* está ligado ao de *vulnerabilidade*, visto que, para adaptar-se à mudança climática, é necessário trabalhar os aspectos de vulnerabilidade local (Smit & Wandel, 2006).

A partir disso, a *adaptação* é uma ação integrada aos diferentes contextos, como o econômico, o demográfico, o social e o cultural, além de ser um processo contínuo e flexível não só de ações, mas também de atividades e decisões, tais como aquelas geradas pela *governança*, que podem produzir transformações com a disseminação de informações, construção de conhecimento e interação entre as partes (Adger et al., 2005).

[...] A adaptação pode envolver tanto o desenvolvimento da capacidade adaptativa, assim, fortalecer as habilidades individuais, dos grupos ou das organizações em se adaptar às mudanças, quanto implementar decisões adaptativas, que transformam a capacidade em ação. [...] (Adger et al., 2005, p. 78. Tradução nossa.)

As medidas de governança auxiliam na identificação dos *riscos* passados, presentes, futuros e das *vulnerabilidades* que precisam ser trabalhadas, auxiliando a comunidades em lidar com esses fatores, a partir diferentes opções de adaptação, sendo algumas discutidas posteriormente. Elas também podem fortalecer a *capacidade adaptativa*, já que auxiliam a habilidade do sistema em se adaptar, isso, a partir do fortalecimento de certos fatores, tais como as instituições, o acesso às informações, tecnologia, recursos financeiros, com a criação de redes de vínculos dentre outras (Smit & Wandel, 2006). A componente, *capacidade adaptativa*, é vista como a “[...] forma mais eficaz e duradoura de redução de vulnerabilidade socioambiental [...]” (Lemos, 2010, p. 146), pois, visa ações a longo prazo e empodera e prepara as comunidades em lidar com os riscos, podendo (re)agir em relação a eles.

Além disso, a *adaptação* é multiescalar, pois, apesar de ter como foco ações na escala local, ela permeia diferentes escalas, como a nacional e a regional, a partir dos processos de regulação, planejamento e interação institucional (Adger et al., 2005). Seu sucesso, dentro desse contexto, é visto a partir da relação entre os planos e estratégias adotadas nas diferentes escalas. Além disso, é resultado da interação das instituições com a sociedade, buscando equidade, eficiência e efetividade das ações adotadas; também se dá com o tipo de estratégia implementada, onde a ideal para a redução de vulnerabilidade é aquela que considera mais de um aspecto, indo além dos relacionados à mudança climática; e, por fim, sua efetividade é separada em dois pontos: robustez à incerteza e a flexibilidade, que seria a adaptabilidade do sistema em continuar se modificando (Adger et al., 2005; Pavoola & Adger, 2006; Smit & Wandel, 2006).

Tanto o IPCC (2018) quanto Rosenzweig et al. (2018) apontam que a *adaptação* possui dois tipos: (1) incremental e (2) transformacional. O incremental diz respeito a uma “adaptação que mantém a essência e integridade de um sistema ou processo em uma determinada escala”⁵⁶ (IPCC, 2018, p.542), seria uma ação fragmentada, focada em um só aspecto que desenvolve algo já existente. Um exemplo citado por Smit & Wandel (2006) é de uma ação que modifica um plano ou medida

⁵⁶ Tradução nossa.

de gestão vigente, enfatizando somente a redução de um desastre. Já o transformacional, o contrário, sendo definido como uma “adaptação que altera os atributos fundamentais de um contexto de um sistema socioecológico em antecipação à mudança climática e seus impactos”⁵⁷ (IPCC, 2018, p.542), seria uma ação mais profunda, voltada a uma visão sistemática integrando diferentes elementos do sistema urbano, por isso é considerado o tipo mais ideal de atuação. Assim, essa última é uma forma mais holística com potenciais maiores em se alcançar resiliência e sustentabilidade pela abordagem sistêmica em relação a uma ameaça, todavia, ressalta-se que as ações incrementais podem se tornar transformativas.

As ações de adaptação podem ser realizadas por governos, comunidades e indivíduos desde que haja interação entre eles com base em algum propósito comum, voltado para um interesse coletivo e associando-se a regulações, planos e regras bases. Ações individualizadas não são aconselhadas, porque perde a conexão entre os contextos locais, citados anteriormente, podendo exacerbar riscos de outras áreas (Adger et al., 2005). Pode-se elencar como um exemplo que se relaciona com o objeto de pesquisa, uma hipotética ação para redução de inundação em uma área isolada à montante pode afetar negativamente uma área à jusante da bacia hidrográfica piorando o risco de inundação nesse local e resultando na chamada má adaptação⁵⁸, pela falta de uma visão sistemática do risco com o território. Deste modo, como colocado por Adger et al. (2005, p.78), “adaptação à mudança climática não é um processo simples”⁵⁹, justamente pelas diversas variáveis, relações e complexidades do ambiente urbano.

Com isso, existem algumas categorias de adaptação (Figura 15) baseadas em algum propósito como: ao tempo, grau de espontaneidade ou intenção, pelo escopo, pela forma, pela motivação, pela função e pelo desempenho (Adger et al., 2005; Lemos, 2010; Smit & Wandel, 2006).

⁵⁷ Tradução nossa.

⁵⁸ A má adaptação se refere a uma ação ineficaz ou ainda inação que pode ressaltar tanto vulnerabilidades quanto riscos presentes e futuros (IPCC, 2014).

⁵⁹ Tradução nossa.

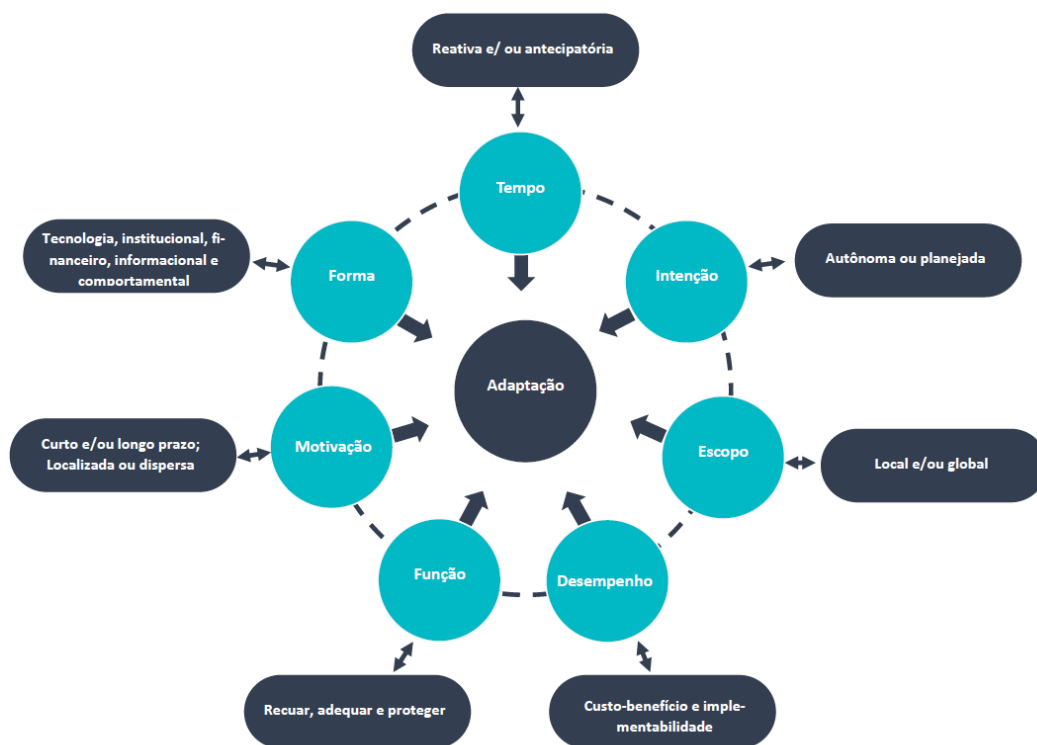


Figura 15 - Categorias de adaptação baseada no propósito da ação. Fonte: elaborado pela autora, com base Adger et al. (2005), Lemos (2010) e Smit & Wandel (2006).

A adaptação baseada no tempo é diferenciada entre *reativa* e *antecipatória*, onde a primeira reage a um acontecimento passado e a segunda antecipa um risco futuro, a partir de projeções climáticas, podendo ser também reativa. De acordo com o grau de espontaneidade ou intenção, ela é classificada em *autônoma* ou *planejada*, onde a *autônoma* representa uma ação voltada a redução de uma vulnerabilidade ou risco específico da microescala, sendo essa uma estratégia necessária em algumas situações como as colocadas na Figura 16, podendo gerar danos residuais; já a *planejada* é aquela que ocorre de acordo com um planejamento maior, pensado na macroescala, buscando ampliar a *capacidade adaptativa*, sendo assim, voltadas para ações mais duradouras. Pela forma é dividida em *tecnologia*, *institucional*, *financeiro*, *informacional* e *comportamental*, com isso, seriam ações integradas à regulação, planos e normas. Pelo escopo, a adaptação é categorizada em *local* e/ou *global*. Como já dito a *adaptação* pode ocorrer na escala local, regional e nacional (sendo essas três o que é colocado como *local*) assim como a *mitigação*, que também é uma forma de adaptação à mudança climática; contudo, a *mitigação*, além das escalas citadas, também pode influenciar o cenário internacional, nesse caso, entra na categoria *global*. A motivação pode ser subdividida em temporal, voltado para ações de *curto* e/ou *longo prazo*; ou ainda pelo tipo de ação, podendo

ser *localizada* ou *dispersa*. Em relação à função, ou ainda ao efeito, possui três classificações: *recuar*, *adequar* e *proteger*, mostradas na Figura 17, que mexem com a exposição da população e bens. Por fim, pelo desempenho como o *custo-benefício* e a *implementabilidade*, onde o primeiro associa-se a eficiência e a segunda busca pela equidade (Adger et al., 2005; Lemos, 2010; Smit & Wandel, 2006).

Oportunidades	Restrições
Imediatamente após desastres, quando essas medidas têm alta prioridade; Onde existem os riscos climáticos e organizações cuja missão inclui o uso de ferramentas específicas; Quando a população local demanda ação em face dos riscos percebidos; Quando o contexto institucional permite apoiar medidas de baixo custo, tais como pequenas alterações técnicas de construção que, muitas vezes, podem resultar em grandes melhorias de sistemas de alerta e de base local, que são medidas subutilizadas.	As medidas são, geralmente, de baixa prioridade para os governos e as pessoas nos grupos de risco que devem estar envolvidos e apoiar a medida; Desviam escassos recursos de outras prioridades urgentes; As medidas não podem (não conseguem) lidar com as causas subjacentes; Ocasionalmente, podem piorar a situação.

Figura 16 - Quadro de oportunidades e restrições das ações autônomas, no qual a primeira coluna mostra algumas situações em que poderiam ser implementadas. Fonte: Lemos (2010).

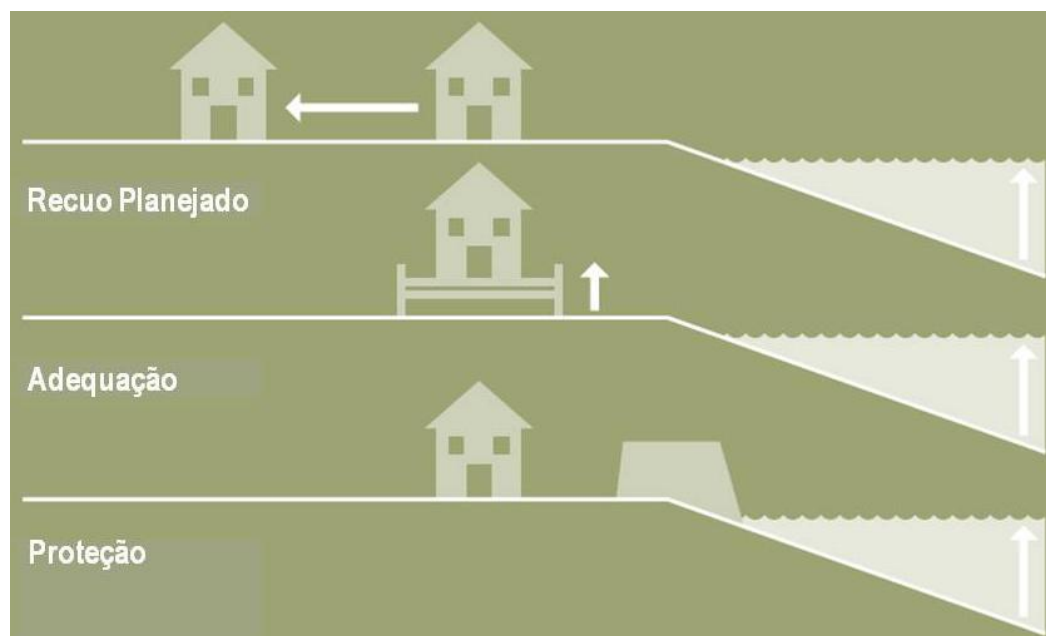


Figura 17 – Ações de adaptação baseada na função ou efeito. Fonte: Parry et al. (2009) apud Lemos (2010).

Essas classificações de *adaptação* procuram alterar as condições de *exposição*, como a partir das medidas da Figura 17; reduzir a *sensibilidade* do sistema,

com investimentos em diversos setores como nas infraestruturas, equipamentos urbanos, de serviços, do transporte e própria na urbanização; e ampliar a *capacidade adaptativa*, incluindo o fator humano na construção da resiliência, dando condições para que a população consiga se recuperar de impactos (Adger et al., 2005; Lemos, 2010).

As opções de adaptação são variadas e partem do envolvimento entre os diferentes agentes urbanos para a identificação das prioridades, dos riscos e das vulnerabilidades. Elas podem ser classificadas em estruturais e não-estruturais, sendo que a primeira se refere à aspectos físicos como o tipo de infraestrutura e ação aplicada, por exemplo, áreas de proteção, pavimento permeável, jardins de chuva, tetos verdes, captura de poluentes, *wetlands*, manejo, medidas de infiltração dentre outras. Já a segunda é aquela que envolve a sociedade e instituições para a solução de um problema específico como redução de demanda, coleta e reuso de água, regulamentações, sistemas de alerta e monitoramento, planos de evacuação, educação ambiental, criação de redes e vínculos, comunicações, disseminação de informações e dentre outras (Rodrigues & Antunes, 2021; IPCC; 2014).

As ditas estruturais possuem algumas classificações como: de engenharia, tecnológica, *adaptação baseada no ecossistema* e de serviço. Já as não-estruturais se separam em social, também chamada de *adaptação baseada na comunidade*, sendo subdivida em educacional, informacional e comportamental; e institucional com a subdivisão: econômica, regulação e leis, políticas e programas governamentais (IPCC, 2014); sendo eles brevemente definidos na Tabela 11.

Tabela 11 - Opções de adaptação de acordo com o tipo de ação. Fonte: elaborado pela autora, com base no IPCC (2014).

Tipo de ação	Opções de adaptação	Definição
Estrutural	Engenharia	São voltadas para as infraestruturas e medidas conhecidas como robustas (<i>hard</i>), que podem tanto criar quanto renovar estruturas existentes, fazendo o chamado de retrofit.
	Tecnológica	Ela pode ser tanto uma estratégia robusta quanto leve (<i>soft</i>), indo desde alternativas tecnológicas mais inovadoras, até a incorporação de conhecimento mais tradicional em face a um risco, como o dos indígenas, podendo adaptar certas circunstâncias.
	AbE	Essa é aquela que faz o uso de serviços ecossistêmicos e da

		biodiversidade para adaptar o meio humano à mudança climática. Seria “trabalhar com a natureza”.
Serviço		Está relacionado às infraestruturas de serviço, como abastecimento de água e saneamento básico, por exemplo. A principal questão para a adaptação está em inserir as redes de comunidades e vínculos por exemplo, à essas medidas.
Não-estrutural	Educacional	É visto como fator primordial na disseminação de conhecimento em relação à mudança do clima. Além disso, é a partir da educação que a população conhece e coloca quais são as ações de adaptação mais adequadas à sua realidade, sendo também uma forma de redução de desastre.
	Social (AbC)	
	Informacional	Como o próprio nome diz, é em relação à disseminação de informação, como opção de adaptação, ajudando a construir resiliência, fortalecendo capital social, isso a partir de processos participativos que promovem o diálogo e o fortalecimento de redes. Ressalta-se que a comunicação é uma “via de mão dupla”, onde às partes devem falar e serem ouvidas.
	Comportamental	É colocada como parte integral ao avanço da adaptação, sendo formas de mudar comportamentos usuais. Um exemplo citado relacionado a água, é da captação do recurso pelos indivíduos para o abastecimento de tanques de armazenamento, ou ainda alternativas que mudem os meios de vida.
	Econômica	Está relacionada a fundos de pós-desastres ou ainda seguros e subsídios para lidar com efeitos adversos de um impacto. Além disso, liga-se também a relocação de pessoas e propriedades de áreas de risco.
	Institucional	
	Regulação e leis	Diz respeito ao zoneamento urbano, códigos de obras, áreas de preservação permanente, ou seja, regulações voltadas ao uso do solo, buscando garantir a segurança da população urbana e a resiliência do sistema.
	Políticas e programas governamentais	Já estas são relativas as relações multiescalares entre instituições e demais agentes urbanos, para criação de planos de adaptação ou ainda para a gestão de risco.

Dentre as opções de adaptação citadas, a pesquisa busca a integração da AbE com AbC, pois, as dimensões ambientais e sociais são indissociáveis, uma interfere na outra resultando em um sistema socioecológico. Para ações à longo prazo é apontado pelas discussões como essencial o envolvimento da comunidade nos processos de planejamento e decisões, buscando relações horizontais de poder e a efetividade das ações implementadas no território. Além disso, conforme introduzido no início do capítulo, busca-se entender os ecossistemas *para* cidades e o elemento chave para isso é o social, pelo impacto que este causa ao ecossistema.

3.4.1

Adaptação baseada em ecossistemas

O conceito de AbE dado na Tabela 11 é o mais difundido, sendo lançado pela Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU (*Convention on Biological Diversity*), sigla em inglês CBD). Contudo, há autores que o complementam como políticas ou práticas que fazem o uso de um ecossistema para a redução de vulnerabilidade humana aos impactos climáticos, podendo servir como ação de *mitigação* e de redução de desigualdade, socioespacial por exemplo, por considerarem que os benefícios vão além dos ambientais, aliando-se aos sociais, culturais e econômicos. Assim, ressalta-se que a AbE é uma forma de *adaptação humana* aos impactos climáticos que faz o uso dos ecossistemas para isso, utilizando-se de instrumentos como gestão comunitária das áreas naturais, restaurações ecológicas, dentre outras, variando de acordo com as necessidades locais (Scarano, 2017).

Deste modo, a AbE está ligada ao planejamento urbano ou pelo menos deveria estar. O autor Kabish et al. (2017) destacam que ainda há pouca interação com o planejamento urbano municipal e suas regulações. Todavia, é uma abordagem que orienta, por exemplo, planos de adaptação de cidades⁶⁰, integrando diferentes escalas nesse processo. Por estar no campo da *adaptação*, é relacionada à

⁶⁰ De acordo com a UNEP (2021), os planos de adaptação ocorrem a partir de cinco princípios: (1) compreensão, (2) inclusão, (3) implementabilidade, (4) integração e (5) monitoramento e avaliação. Assim, tem-se a compreensão (1) dos riscos, das vulnerabilidades e das ameaças climáticas que determinados locais poderão enfrentar para escolher as opções de adaptação. A inclusão (2) de diferentes agentes para complementar essas informações de modo que sejam implementadas de forma efetiva. Com isso, a implementabilidade (3) parte dos governos e setor privado na busca por fundos de financiamento, investimento e demais recursos econômicos para que as ações realmente sejam implantadas. A integração (4) deve ser horizontal e vertical entre setores e agentes para evitar má adaptação. Por fim, o monitoramento e avaliação (5), para um acompanhamento pós-plano de modo a mantê-lo atual, efetivo e adequado à determinada realidade.

identificação de riscos e vulnerabilidades locais, sendo que, para reduzi-los, faz uso de soluções multifuncionais, tais como as infraestruturas verdes e azuis.

As *infraestruturas verdes* são definidas por Herzog & Rosa (2010, p. 97) como “[...] redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados (inclui ruas e propriedades públicas e privadas), interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem [...]”, sendo voltada para a melhoria da qualidade das cidades. O conceito emergiu a partir do aumento do espraiamento urbano nos anos 90, que diminuiu os espaços verdes da cidade (Kabish et al., 2017). Entretanto,

[...] a infraestrutura verde não deveria lidar com os espaços que sobram após a construção ou do desenvolvimento das infraestruturas, mas sim influenciar ativamente o planejamento urbano, identificando terras de valor ecológico bem como áreas adequadas para o desenvolvimento [...] (Kabish et al., 2017, p.35. Tradução nossa)

Segundo Herzog & Rosa (2010, p.98) “os sistemas naturais se constituem na base onde os sistemas antrópicos/culturais se desenvolvem”. A partir disso, as infraestruturas verdes compreendem três sistemas (Tabela 12): o abiótico, que seria o processo geológico e hidrológico; o biótico, que é composto pelo biológico - a flora e fauna; e o antrópico que corresponde às interações sociais, os processos metabólicos (energia e matéria) e circulatórios; sendo assim, incorpora uma multidisciplinariedade que deve ser integrada, garantindo a funcionalidade dos sistemas apresentados e sua adaptação à mudança climática (Herzog, 2013; Herzog & Rosa, 2010).

Tabela 12 - Sistemas integrados as infraestruturas verdes. Fonte: elaborado pela autora, com base em Herzog, 2013 e Herzog & Rosa, 2010.

Sistemas	Componentes	Considerações
<i>Abiótico</i>	Geológico	Processos geomorfológicos já discutidos pela pesquisa.
	Hidrológico	Como o ciclo hidrológico, relações do ambiente urbano e a água, assim como processos hidrogeomorfológicos, também citados no capítulo anterior.
<i>Bióticos</i>	Biológico (fauna e flora)	Os sistemas biológicos possuem um fator de importância para o equilíbrio dos processos naturais planetários. Todos os elementos possuem uma função, até mesmo em nível microscópico, dos quais os humanos dependem para viver. Apesar de afetá-los, as pessoas não são independentes dos processos da natureza e a erradicação ou diminuição dos elementos naturais das cidades, por exemplo, ressaltam riscos ao qual o ambiente urbano pode estar submetido, tais como ondas de calor e as inundações

(Herzog, 2013).		
Antrópicos	Sociais	Seria composto pelas atividades cotidianas da sociedade, é onde ocorrem as relações sociais tais como o habitar, o trabalhar, o socializar e o lazer (Herzog, 2013).
	Metabólicos (energia e matéria)	A energia é composta pela matriz energética e fontes de combustíveis. Já a matéria está relacionada ao consumo de insumos e os resíduos gerados, além do esgoto (Herzog & Rosa, 2010)
	Circulatórios	Relaciona-se à mobilidade urbana: transporte coletivo, individual motorizado, pedestres e bicicletas (Herzog & Rosa, 2010).

O objetivo das *infraestruturas verdes* é (re)integrar a biodiversidade e os ecossistemas urbanos à cidade, buscando resiliência e a sustentabilidade do espaço onde as pessoas vivem (Figura 18), transformando-os em multifuncionais. Essa transformação poderia ocorrer por meio de uma visão sistêmica que conecta diferentes elementos, tais como os citados anteriormente, por meio de corredores verdes e azuis, (re)naturalizando a cidade, restaurando a biodiversidade e os processos e fluxos naturais dos ecossistemas urbanos (Herzog, 2013). De modo geral, em se tratando de ecossistemas, as *infraestruturas verdes* são representadas por aquáticos, como os recifes de corais, pântanos e manguezais; e terrestres, compostos principalmente pelas florestas, ruas arborizadas e parque urbanos (Kabish et al., 2017).

Já as *infraestruturas azuis* não possuem uma definição fechada, sendo geralmente tratadas de forma conjunta com as *infraestruturas verdes*. Assim, os objetivos descritos acima seriam os mesmos para as *infraestruturas azuis*, sendo que elas são representadas por quaisquer corpos d'água, tais como os rios, córregos, lagos, lagoas, áreas alagáveis e os oceanos. O que compõem esses recursos são os ecossistemas que os integram, tais como os citados nas *infraestruturas verdes*, logo, os dois estão integrados (Kabish et al., 2017). Os autores Mohtat & Khirfan (2021, p.1) definem essa integração como a “incorporação de serviços ecossistêmicos à forma urbana, para minimizar as ameaças climáticas”⁶¹, ou seja, os ecossistemas servem de infraestrutura, que adaptam o meio humano à mudança climática, além de fazer a integração humano-natureza.

⁶¹ Tradução nossa.

POR QUE A INFRAESTRUTURA VERDE TORNA AS CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES

- **MULTIFUNCIONAL:** “.... combina diferentes funções ecológicas, sociais e econômicas quando possível”; 54
- **MULTIESCALAR:** da escala local, onde uma única área verde desempenha uma série de funções, até uma infraestrutura verde interconectada, que oferece uma infinidade de benefícios sociais, ecológicos e econômicos;
- **CONECTA:** antigas áreas cinzas e construídas podem incorporar e ser renaturalizadas para restabelecer processos e fluxos naturais e das pessoas;
- **PROCESSO COMUNICATIVO E PARTICIPATIVO:** traz as pessoas para o processo, levando à sua conscientização e envolvimento cidadão;
- **FLEXÍVEL E REDUNDANTE:** oferece mais de uma opção (em módulos) para que os sistemas sejam “seguros para falhar” (*safe-to-fail*), isto é, no caso de um rompimento, têm alternativas de interconexão para manter seu funcionamento;
- **Processo ADAPTATIVO e de “APRENDER FAZENDO”:** considera a dinâmica socioecológica, que contempla monitoramento ao longo do tempo para medir o desempenho esperado. Os projetos dependem de seus contextos locais, portanto é preciso intervir em pequenas escalas de forma a poder aprender com os resultados obtidos e ir replicando, de forma mais segura, em escalas maiores, com menos riscos de perdas e danos sociais, ambientais e econômicos.

Figura 18 - Meios de se alcançar a resiliência e sustentabilidade urbana com as infraestruturas verdes. Fonte: Herzog (2013), adaptado pela autora.

Alguns exemplos de *infraestrutura verde-azul* para redução de alagamentos e inundações, por exemplo, são aqueles que melhoram a infiltração das águas nos solos, imitam elementos perdidos de uma planície de inundação, ou ainda, que retêm uma parte das precipitações nas próprias construções, diminuindo o volume de água escoada pela superfície. Alguns desses exemplos podem ser observados na Tabela 13, sendo que as soluções podem ser híbridas aliando-se às infraestruturas cinzas já existentes e, além disso, indiretamente contribuindo com a mitigação, melhoria da qualidade do ar, com o ciclo hidrológico e diminuição das ondas de calor. No caso dos rios, as soluções de pequeno porte possuem nenhum ou pouco impacto em reduzir ou evitar as inundações. As soluções que contribuem para isso são aquelas mais próximas do natural, ou seja, que imitam elementos que compõem uma bacia hidrográfica (Herzog, 2013; Kabish et al., 2017).

Tabela 13 - Exemplos de infraestrutura verde-azul. Fonte: elaborado pela autora, com base em Herzog (2013) e Kabish et al. (2017).

Tipo de solução	Definição
<i>Wetlands</i>	São áreas alagáveis que acomodam as águas das chuvas.
<i>Jardins de chuva</i>	São implantados em cotas mais baixas que o nível da rua e recebem as águas escoadas pela superfície impermeabilizada, re-tendo e infiltrando parte do volume das águas.

<i>Biovaleta</i>	São construídos ao longo de estacionamentos e vias, servindo de pontos de infiltração das águas precipitadas e escoadas pela faixa de rolagem.
<i>Canteiro pluvial</i>	São classificados como os jardins de chuva, mas seriam de menor dimensão, sendo assim, possui as mesmas funções.
<i>Pavimentos permeáveis</i>	São pavimentos com pontos de infiltração para as águas das chuvas.
<i>Lagoas pluviais</i>	Funcionam como bacias de retenção, acomodando o excesso de águas que poderiam levar a inundação.
<i>Lagoas secas</i>	São áreas que periodicamente vão ser alagadas para a retenção e infiltração das águas das chuvas.
<i>Corredores verdes e azuis</i>	São utilizados ao longo dos corpos d'água onde a vegetação e áreas permeáveis auxiliam na infiltração das águas.

Todos esses conceitos e a própria AbE fazem parte do chamado “guarda-chuva” ou “leque” das *soluções baseadas na natureza*, mostrados na Figura 19 (Cohen-Shacam et al., 2016). As SbNs partem da ideia de “aprender com a natureza fazendo edifícios como árvores e cidades como florestas” (Herzog, 2013, p.111), logo, são soluções inspiradas na natureza para atender a um problema ou desafio da sociedade, como os propostos pelas ODS já citadas anteriormente, visando a construção de cidades sustentáveis e resilientes, Figura 20 (Cohen-Schacam et al., 2019).



Figura 19 – Esquema do “guarda-chuva” ou “leque” das soluções baseadas na natureza. Sua divisão contém as cinco categorias que possuem abordagens específicas que podem ser complementadas entre si, para atuar sobre algum desafio da sociedade, buscando diferentes benefícios. Fonte: Cohen-Shacam et al. (2016), tradução nossa.

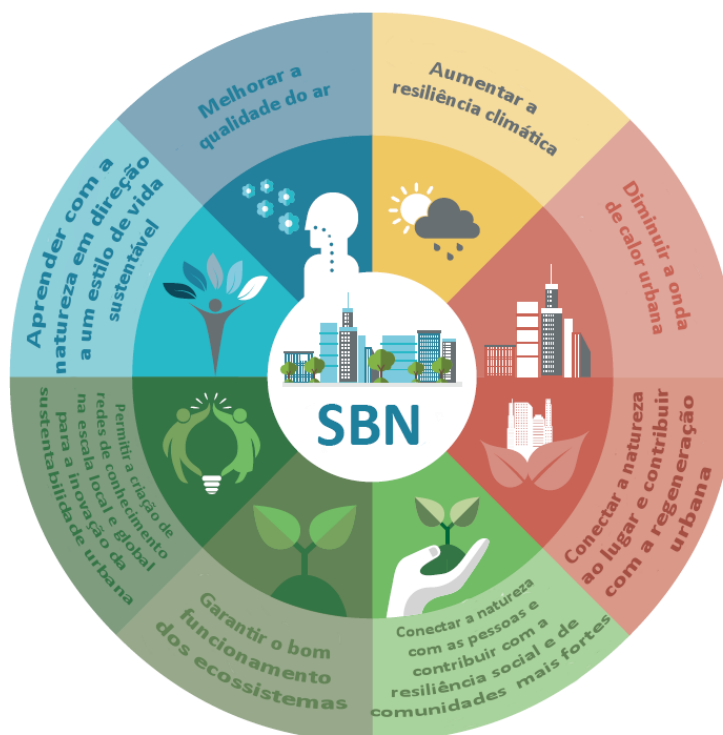


Figura 20 - Os benefícios da implementação das soluções baseadas na natureza. Fonte: Herzog & Rozado (2019), tradução nossa.

As SbNs são definidas como “ações para proteger, gestão sustentável e restauração ou modificação dos ecossistemas, que abordam os desafios sociais de forma eficaz e adaptativa”⁶² (IUCN⁶³ apud Cohen-Shacam et al., 2016, p.2). Ainda segundo os autores, esses desafios seriam a segurança hídrica e alimentar, saúde humana, redução de risco de desastres, a mudança climática e o capital natural. Deste modo, uma outra definição ainda voltada a essa ideia, é dada pela Comissão Europeia (*European Commission*), sigla em inglês EC, 2015).

As soluções baseadas na natureza visam ajudar a sociedade a enfrentar uma variedade de desafios tais como o ambiental, social e econômico, de forma sustentável. Elas são ações inspiradas na, apoiadas na ou copiadas da natureza. Algumas envolvem o uso ou aprimoramento de soluções naturais existentes para os desafios, enquanto outras exploram soluções mais inovadoras, como por exemplo, aquelas que imitam os organismos não-humanos e comunidades que lidam com ambientes extremos. As soluções baseadas na natureza fazem o uso de recursos, sistemas e processos complexos da natureza, tais como sua habilidade de armazenar carbono e regular os fluxos de água, de modo a alcançar os resultados desejados, como redução de risco de desastre, melhoria do bem-estar humano e desenvolvimento verde inclusivo. Manter e aprimorar o capital natural é, portanto, de crucial importância, pois constitui a base para a implementação das soluções. Essas soluções baseadas na natureza

⁶² Tradução nossa.

⁶³ *International Union for Conservation of Nature*.

idealmente são eficientes em termos de energia e recursos, além de resilientes a mudanças, mas para seu sucesso elas devem ser adaptadas a realidade local. (EC, 2015, p.5. Tradução nossa.)

Considera-se que as SbNs são divididas em cinco categorias: (1) *restaurativas*, (2) *específica*, (3) *infraestrutura*, (4) *gestão* e (5) *proteção*; representadas na Figura 19 acima. A *restaurativa* diz respeito às abordagens voltadas para a restauração ecológica, engenharia ecológica e reflorestamento. A *específica* se relaciona a AbE, adaptação climática, ecossistemas baseados na *mitigação* e de redução de desastres. As *infraestruturas* são voltadas à natureza como as *infraestruturas verdes-azuis* já discutidas. A *gestão* se liga à gestão de zonas costeiras e recursos hídricos. Por fim, a *proteção* se refere às áreas de conservação e proteção ambiental (Cohen-Shacam et al., 2019). De certa forma, essas categorias se complementam, podendo-se utilizar mais de uma solução, variando de local para local.

Desde modo, o planejamento urbano se torna uma ferramenta para identificar e implementar as SbNs, de acordo com a leitura do contexto local e sua especificidade, incluindo a sociedade tanto na elaboração dos projetos urbanos quanto nas decisões. O planejamento para as SbNs se dá a partir de três características: (1) *orientado para o desafio*, (2) *viabilidade prática* e (3) *o processo de utilização do ecossistema*. O primeiro é voltado aos desafios globais relacionados, à mudança climática, adaptação e mitigação, conservação e proteção da natureza e dentre outros. O segundo diz respeito à mecanismos regulatórios, ao custo-benefício de certas soluções, das abordagens baseadas na comunidade e a *governança*. Já a terceira corresponde ao entendimento de cidades como sistemas socioecológicos, onde os ecossistemas e a biodiversidade devem ser protegidos e integrados ao ambiente urbano entendendo seus processos e fluxos naturais, que constituem funções. Com isso, visando o sucesso das ações implementadas, deve haver equidade, integração, identificação das condições locais, informações e conhecimento das possíveis soluções, e multidisciplinariedade (Albert et al., 2021).

Os autores Guerrero et al. (2018) apontam que essas características e passos citados anteriormente são fundamentais para a implementação de SbNs nos sistemas ribeirinhos com o intuito de minimizar os efeitos das inundações nas áreas adjacentes. Dentre as práticas, as apontadas pelos autores como as principais são aquelas que visam auxiliar na reconexão das planícies de inundação e áreas várzeas, além da proteção delas (quando ainda existem), replantio das vegetações ripárias e

criação das áreas alagáveis. De modo geral, soluções que busquem garantir os processos e fluxos naturais desse ecossistema, voltando-se, assim, para três pontos: a topografia, o sedimento e a hidrologia⁶⁴, sem, no entanto, dissociá-los das condições urbanas ou de qualquer outra atividade que possa ocorrer no seu entorno. Um ponto ressaltado pelos autores é de que as soluções cinzas possuem uma baixa ou nenhuma efetividade contra as inundações quando sozinhas, sendo necessário pensar em soluções híbridas.

Algumas práticas estudadas pelo Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis (OICS)⁶⁵ mostram intervenções em bacias hidrográficas voltadas às SbNs e considerando o cenário climático, a partir de uma visão sistêmica socioecológica para entender e identificar os desafios em intervir em rios urbanos, buscando reintegrar seus serviços ecossistêmicos. Algumas das práticas observadas consideram a criação de corredores ecológicos, com o reflorestamento das várzeas; manejo das águas pluviais, com soluções que reintegram as planícies de inundação; a busca pela segurança hídrica, com o melhoramento da qualidade das águas; e a conciliação de atividades naturais e urbanas, com a criação de parques nas margens e espaços de recreação, que possuem funções multifuncionais sendo utilizados periodicamente para acomodar e reter as águas precipitadas. Além disso, é apontado a interação com o fator social como elemento de sucesso, isso com o engajamento com as comunidades locais, que podem contar com workshops e processos participativos e inclusivos, além de educação ambiental.

De modo geral, entrando no “guarda-chuva” das SbNs, tem-se que a AbE é uma abordagem multidisciplinar que integra diferentes agentes urbanos por meio da governança ao longo do seu processo, visando viabilidade e efetividades à longo prazo (Kabish et al., 2017; Scarano, 2017). Além de que, deve ser considerada como “centrada nas pessoas” (*people-centred*) e, por isso, pode ser pensada de forma integrada à AbC, buscando também os benefícios sociais (Kabish et al., 2017).

⁶⁴ Vistas no subcapítulo 3.2 – sistemas ribeirinhos.

⁶⁵ O observatório é uma plataforma de divulgação e mapeamento de soluções inovadoras do contexto brasileiro. Disponível em: <[Home - OICS \(cgee.org.br\)](https://cgee.org.br)>. Acesso em: 23 nov. 2021

3.4.2

Adaptação baseada em comunidade

A AbC seria um dos processos de planejamento partindo da ideia de descentralização de poder, buscando construir formas de guiá-lo de “baixo para cima”, integrando grupos marginalizados, excluídos e os vulneráveis aos impactos climáticos, a partir de processos participativos. Com isso, investiga os *riscos* e *vulnerabilidades* percebidos e vivenciados de forma diferente pelas disparidades entre grupos sociais, classes, etnias, idade e sexo. Deste modo, procura construir conhecimento científico com o comunitário, além de informações sobre as prioridades locais e a capacidade dessa população em se adaptar aos impactos. De certa forma, pode-se considerar que AbC é uma forma de ampliar a *capacidade adaptativa*, uma vez que também se volta para a necessidade de empoderamento das comunidades locais (Ensor et al., 2018; Fischer, 2021; Karim & Thiel, 2017; Markphol et al., 2021; Reid et al., 2009).

Assim, de acordo com Reid et al. (2009, p.13), a AbC é definida como “[...] um processo liderado pelas comunidades baseando-se em suas prioridades, necessidades, conhecimentos e capacidades, os quais deveriam capacitar as pessoas a planejar e lidar com os impactos climáticos [...]”⁶⁶. Ainda segundo os autores, o processo participativo é o método utilizado para que haja esse envolvimento com a comunidade, buscando meios de redução de riscos de desastres e melhoria da qualidade de vida das localidades.

Um exemplo de metodologia de processo participativo é discutido por Basel et al. (2020)⁶⁷, que parte de um workshop realizado com comunidades de diferentes localidades para base de comparação. O workshop durou três dias, sendo iniciado com o treinamento de um líder comunitário para coordenar as ações durante esse tempo. O processo teve como objetivo dar conhecimento sobre a mudança climática⁶⁸, identificar a capacidade adaptativa das comunidades, perceber suas vulnerabilidades e riscos e quais ações de adaptação eram consideradas prioritárias pelas comunidades. Antes da seleção dessas prioridades, os participantes discutiam seu

⁶⁶ Tradução nossa.

⁶⁷ Vale ressaltar que a realidade de implementação das estratégias utilizadas por eles é de comunidades rurais das Ilhas Salomão, mas que certos aspectos poderiam ser adaptados ao contexto urbano.

⁶⁸ O identificado pelas comunidades foi complementado à informação científica sobre projeção e ameaça climática para a avaliação de vulnerabilidade (Basel et al., 2020).

potencial, custo-benefício e possibilidades de resultar em más adaptações. Logo, levando a um início de plano de adaptação, que deveria ser considerado e mediado pelas multiesferas do governo. Os desafios encontrados pelos autores foram em relação aos interesses individuais de poucos se sobreporem os coletivos, o que pode comprometer o resultado final, mas, no geral, as prioridades escolhidas foram bem discutidas, correspondendo a um primeiro estágio de planejamento.

Os autores Ensor et al. (2018) destacam que há diferentes tipos de processos participativos (Tabela 14), onde deve haver o envolvimento das instituições, para balancear o processo de decisão, buscando entender como eles vão agir, quais riscos, onde e por quê. Deste modo, voltam-se às perguntas da resiliência de Meerow & Newell (2019), discutidas anteriormente. Além disso, os autores (Ensor et al., 2018) salientam a importância das instituições em considerarem e integrar o conhecimento, as necessidades e as decisões construídas pelas comunidades, tais como as supracitadas. Ainda complementa que esse conhecimento gerado é singular, evitando com que as localidades sejam tratadas e identificadas igualitariamente, relacionando-se mais ao seu contexto e característica.

Tabela 14 - Tipo de processos participativos e suas características. Fonte: Ensor et al. (2018), adaptado pela autora.

Tipo de processo participativo	Definição
<i>Passivo</i>	É um processo unilateral onde os participantes são ouvintes de uma informação que está sendo compartilhada pelos governantes, gestores ou profissionais.
<i>Informação dada</i>	É um processo que faz o uso de um questionário fechado ou outros métodos que possuem o intuito de extrair informações, de forma com que os participantes não influenciem o resultado da pesquisa.
<i>Consulta</i>	É um processo em que os participantes são consultados sobre uma situação, mas sem interferir no processo de decisão. A decisão é por parte do profissional que aplica, podendo ou não levar em consideração as opiniões obtidas.
<i>Incentivo material</i>	É um processo aplicado comumente em áreas agrícolas onde o participante trabalha por uma moeda de troca, pelo tempo de duração da pesquisa. No entanto, esses participantes não influenciam nas informações que buscam extrair, nem no processo em si.
<i>Funcional</i>	É um processo que ocorre para buscar objetivos pré-determinados, após as etapas iniciais de planejamento e dos ciclos de projeto. Os participantes formam grupos, que podem virar organizações sociais externas e independentes.
<i>Interativo</i>	É um processo dinâmico que envolve metodologias interdisciplinares, em que os participantes são envolvidos no processo de aprendizagem e de decisão, influenciando também na estrutura e prática do que está sendo aplicado. Esse processo contribui para a formação ou

	fortalecimento das instituições.
<i>Automobilização</i>	É um processo que ocorre independentemente das instituições, onde os participantes tomam a iniciativa de criar sua própria rede de poder e recursos econômicos, buscando as instituições e gestores para adquirir conhecimento sobre uma situação, mas o poder de decisão é dos participantes.

Essas questões levam a chamada “adaptação justa”, discutida por Pavoola & Adger (2006), onde os governos deveriam dar voz aos mais vulneráveis no processo de decisão e planejamento, para a efetividade das ações implementadas, buscando construir capacidade de resposta e equidade. Para os autores, “[...] a adaptação à mudança climática consiste em escolhas individuais e coletivas serem tratadas de forma diferente entre os níveis de tomada de decisão no contexto de impactos climáticos atuais e projetados [...]”⁶⁹ (p.600), uma vez que, ainda segundo eles, essas escolhas recaem em decisões morais, podendo ser guiadas de forma diferente de acordo com os valores que as instituições e comunidades são movidas, sendo necessário um equilíbrio entre esses interesses.

Sobre essa questão, Loos & Rogers (2016) trazem uma discussão sobre o processo participativo voltado para a redução de inundação, em que as comunidades, planejadores e técnicos buscam entender as vulnerabilidades desses locais às inundações fluviais, construindo conhecimento para selecionar e priorizar as opções de adaptação. Os autores buscaram comparar as prioridades daqueles que detém o poder de decisão com as de quem vivem com o risco, gerando uma base de discussão sobre esses valores individuais que guiam as decisões. O resultado gerado por cada grupo foi encaminhado para que especialistas multidisciplinares avaliassem as prioridades escolhidas e quais delas possuíam efetividade, melhor custo-benefício, performance, maiores valores sociais e culturais. A partir dessa avaliação foi feito um outro processo participativo, com as opções mais efetivas e as voltadas para a estética de projeto, havendo uma variação entre custo para saber o que seria escolhido pelos diferentes grupos. Esse resultado mostrou que a estética, que pode resultar em projetos mais caros, para a comunidade tinha menos impacto em relação a escolha do que as opções em que se destacavam a eficácia dos projetos, que eram consideradas opções mais justas de serem investidas. Segundo os autores, a solução escolhida foi vista como uma surpresa pelos detentores do poder de decisão, já que

⁶⁹ Tradução nossa.

eles tendem a pesar a estética por considerarem que essas ações são mais bem aceitas pela comunidade, o que de certa forma cai em uma questão discutida anteriormente, que é a de que a AbC cria conhecimento singular voltados para a realidade de comunidades específicas, que possuem características e prioridades únicas, variando de local para local.

Há, também, um aspecto levantado por Reid et al. (2009) sobre memória afetiva entre gerações que pode influenciar na percepção de risco a partir de acontecimentos passados. Essa questão sobre percepção da comunidade é utilizada como exemplo por um dos caso-referências dessa pesquisa, o Estero de Paco, onde Bringula et al. (2014) realizaram um estudo com aproximadamente mil pessoas sobre diferentes assuntos e um deles foi da percepção em relação ao estero (córrego). Os resultados foram os seguintes: 26% não percebiam a utilidade dele, 9% achavam que era esgoto, 27% que era fonte de problemas durante período de chuva e apenas 29% viam o estero como um recurso natural. De certa forma, essas questões ressaltam a importância da educação ambiental, que interage com as estratégias não-estruturais sociais citadas na Tabela 11, que integra as diferentes bases: educacional, informacional e comportamental; sendo que uma influencia na outra, uma vez que uma base de conhecimento pode disseminar informação e assim gerar mudanças nos padrões de comportamento.

De modo geral, as estratégias voltadas para a AbC deveriam ser pensadas, adaptadas e incorporadas ao processo de planejamento urbano, buscando evitar gentrificações e más adaptações. Os processos participativos já são utilizados, podendo ser levados à realidade climática. Além disso, esses processos ainda possuem certas barreiras que precisam ser quebradas, relacionando-se, talvez, com a noção de “tentativa e erro” discutida na governança, onde há a necessidade de se aprender com o erro e construir novas possibilidades.

Por fim, com as discussões levantadas até aqui e retomando uma das questões norteadoras lançada na introdução dessa pesquisa, *o que seria a adaptação de sistemas ribeirinhos?* Entende-se que seria adaptá-los à incerteza do cenário climático, que representa ameaça ao ambiente urbano, como a de inundação, já que os rios e a cidade fazem parte um sistema socioecológico, em que a ameaça passa a configurar um risco pelo fator antrópico nas áreas ribeirinhas. Assim, a adaptação de sistemas ribeirinhos possui como foco a mudança climática, sendo uma abordagem voltada à ecossistemas *para* as cidades, ou seja, que integre os processos de governança

de “baixo para cima”, envolvendo diversos agentes para a construção de conhecimento e solução para o local. Além disso, que busque a (re)integração dos elementos que compõem a funcionalidade do sistema fluvial e o influencia, isso a partir de uma visão multiescalar, sistêmica e holística, visando ações à longo prazo e a construção de cidades sustentáveis e resilientes.

4

Abordagem teórico-metodológica

Conforme apresentado anteriormente, o objetivo geral é propor um método analítico para avaliar o potencial de contribuição de projetos, que atuam para a redução de inundação, em rios urbanos para a adaptação à mudança climática. Com essa avaliação, busca-se responder a principal questão da pesquisa que é como os projetos em rios urbanos podem se adaptar ao contexto da mudança climática.

Como discutido na base teórica, a relação do ambiente urbano com a água é complexa, gerando desafios devido alguns aspectos gerais. Um dos ressaltados pela pesquisa foi o contexto geográfico, já que pode ser um fator de risco. Além desse, o desenvolvimento histórico, a densidade e a expansão urbana, pela condição dos ecossistemas, a pressão gerada nas infraestruturas existentes e o aumento de áreas impermeáveis, que por sua vez aumentam o escoamento das águas superficiais e sobrecarregam os corpos hídricos. Há também os fatores climáticos, onde as ameaças podem provocar um impacto que pode ser um agravante de risco ao ambiente urbano, provocando efeitos ou consequências, como o aumento na frequência e intensidade das precipitações, que influencia no montante de água a ser escoada e absorvida pela superfície. E a falta de governança e gestão hídrica, que se relaciona com a classificação de Li et al. (2015) dos desafios hídricos como *múltiplos*, *contrastantes* e *complexos*, em que o *múltiplo* representa a quantidade de ameaças que o ambiente urbano está submetido; o *contrastante* que parte da dualidade de entender a água como *recurso* e *ameaça*, onde a primeira se relaciona com o consumo e equidade no seu acesso e a segunda com o risco, em que muita pode causar alagamentos e inundações e pouca a escassez; já *complexo* pelas interferências da urbanização nos processos e fluxos naturais da água.

No caso dos rios, as atividades humanas, o uso do solo, as ocupações urbanas e as alterações na morfologia do canal podem modificar diversos elementos que constituem o sistema fluvial e ribeirão. Esses elementos possuem funções,

processos e fluxos próprios e sua modificação contribui para a construção de *riscos* como a inundação, que é um processo natural que se configura como risco ao adicionar o fator antrópico nessa construção, em que os rios e a urbanização formam parte do sistema socioecológico. Nesse sistema, de acordo com Adger (2006), as estruturas sociais e a ação humana estão integradas à natureza, não existindo uma forma universal de analisar as interações entre o sistema humano e o natural, pois dependem do contexto e do objeto analisado.

Logo, em uma abordagem socioecológica, os aspectos físicos e ambientais estão ligados à leitura espacial, onde as ameaças criam *riscos* para a população, a partir das dinâmicas e interações entre os diferentes elementos do território, por exemplo, das condições territoriais, dos ecossistemas e do uso do solo. Aliado a isso, existem os aspectos sociais que podem apresentar uma vulnerabilidade a um determinado impacto. De modo geral, a complexidade de elementos e interações de determinada escala espacial torna a leitura a partir da integração de processos mais efetiva do que aquelas focadas somente em um aspecto, pois essas não conseguem identificar a totalidade dos estresses a que o espaço e os indivíduos estão submetidos (Adger, 2006).

Essa integração de processos e aspectos é voltada à visão sistemática e até holística, ressaltada para uma adaptação transformacional, que busca entender o contexto socioecológico para antecipar possíveis impactos (Rosenzweig et al., 2018). Outrossim, busca evitar que as ações percam a conexão entre os contextos locais e com outras escalas, integrando-se também a visão multiescalar (Adger et al., 2005). Em se tratando de rios, a interlocução de fatores aos quais o ambiente urbano e os sistemas ribeirinhos são influenciados geram uma complexidade de relações que não devem ser tratadas de forma isolada, buscando não dissociar os processos e fluxos naturais dos rios, das condições e atividades urbanas do seu entorno (Guerrero et al., 2018), relacionando-se ao entendimento de cidades como parte de uma bacia hidrográfica, evitando exacerbar riscos de outras áreas.

Como visto, o *risco* é composto pela *ameaça*, tal como a climática, a *exposição* de pessoas e bens e pela *vulnerabilidade* (IPCC, 2012; 2014), sendo que esta é vista como uma dinâmica complexa que deve ser lida a partir das diferentes conexões estabelecidas no território buscando analisar, por exemplo, a *sensibilidade* e a *capacidade adaptativa* local. Assim, ao se observar a vulnerabilidade, é possível

identificar os aspectos atuais de um determinado local que podem ser impactados e sofrerem danos (Adger, 2006).

A teoria apontou uma correlação entre os conceitos de *risco*, *vulnerabilidade*, *adaptação* e *resiliência*, sendo que o último se liga à *sustentabilidade*. A *adaptação* é vista como uma forma de redução de *risco* e *vulnerabilidade*, que não é um processo simples pela complexidade urbana e que possui diferentes categorias voltadas a algum propósito e opções que se relacionam com o tipo de ação a ser adotada. Dentre essas opções, a *adaptação* de rios se relaciona com a AbE em que o ecossistema auxilia na adaptação humana para a mudança climática, a partir da reintegração de serviços ecossistêmicos ao meio. Conforme visto, a AbE está contida dentro do “leque” de opções das SbN que para sua implementação possui três características gerais a serem englobadas ao planejamento: (1) orientado para o desafio, que seria o objetivo, o que se busca atender; (2) viabilidade prática, que é o custo-benefício, quem será envolvido e como; e (3) e o processo de utilização do ecossistema, buscando entender suas funções, suas conexões, sua integração e sua relação com o ambiente urbano (Albert et al., 2021).

As questões do quem e como, no segundo ponto, relacionam-se com a governança e com a resiliência urbana. No processo de governança, a integração com outros agentes urbanos busca, por exemplo, uma efetividade das ações a longo prazo, viabilidade prática e financeira das soluções e construção razoavelmente holística das informações, como sobre o risco, que na teoria da AbC, serve para integrar conhecimento comunitário junto com o científico, além de auxiliar na seleção das prioridades e gerar conhecimento singular para cada localidade. Já para a construção da resiliência, essas questões se relacionam com as perguntas de Meerow & Newell (2019), que possuem diferentes objetivos que se integram aos pontos levantados anteriormente pela governança, tal como buscar identificar pessoas e áreas de risco, o que terá prioridade, quais perturbações o local está sujeito, qual a escala da intervenção e qual o contexto. Além disso, tanto na resiliência quanto na sustentabilidade urbana, há um ponto em comum levantado que é a funcionalidade das soluções em atender a algum propósito e problema na cidade, voltando-se para as ações sistemáticas que busquem benefícios coletivos e não individualizados e que são conectadas com as necessidades atuais e locais.

Com isso surgem três passos gerais a serem considerados na construção da metodologia para analisar os rios urbanos e seu potencial para a adaptação, dentro da chave de leitura do sistema como socioecológico, sendo eles:

Passo 1: Definir e identificar o contexto e o objeto, a partir do que está em análise, qual sua condição, qual é a relação com o ambiente urbano, quais são os riscos, qual o cenário climático, quem é vulnerável, ou seja, levantar pontos para entender as condições territoriais, o objeto e a relação do ambiente urbano com os rios.

Passo 2: Definir e identificar a funcionalidade das ações implementadas, partindo da ideia de entender o desafio e os objetivos das soluções, a viabilidade prática, e o processo de utilização do ecossistema, tendo-se em vista os impactos climáticos, além da visão sistêmica, holística e multiescalar.

Passo 3: Definir e identificar os processos e fluxos naturais dos rios que poderiam ser restaurados, considerando os três pontos levantados pela teoria, sendo eles: a topografia, o sedimento e a hidrologia; também a partir da visão sistêmica, holística e multiescalar.

Com isso, a análise dessa pesquisa se divide em três categorias que buscam essa integração entre o sistema socioecológico: (1) *espacial*, para a leitura das condições territoriais, relacionando-a com o contexto da cidade; (2) *funcional*, para entender as ações adotadas; e (3) *ambiental*, para a analisar as ações realizadas, voltadas a melhoria dos processos e fluxos naturais.

Os projetos coerentes com esses três aspectos e que se voltam à redução de riscos e vulnerabilidades ajudariam a construir resiliência e, com isso, a sustentabilidade. A *sustentabilidade*, conforme discutido, é um conceito um tanto popular, que foi apropriado para justificar certos projetos particulares que deixam de atuar no sistema como um todo e que, segundo Lemos (2010), podem não ser adaptados e resilientes ao contexto climático. Essa apropriação de discurso pró-sustentável é utilizado por alguns dos casos-referências a serem analisados por essa pesquisa. Logo, a *sustentabilidade* se torna um fator condicionante, o que leva a um outro objetivo específico dessa pesquisa que é de investigar se os projetos escolhidos são sustentáveis e resilientes. Para tal, foi utilizado a matriz de análise⁷⁰ qualitativa

⁷⁰ Ver a matriz completa no anexo I desta pesquisa.

desenvolvida por Lemos (2010) que faz a relação de dois conceitos, os de *resiliência* e da *sustentabilidade*, uma vez que existe uma integração entre eles.

4.1

Categorias de análise

Os casos-referências que serão analisados por essa pesquisa não necessariamente são voltados para a mudança climática, portanto, não seriam exemplos de *adaptação*. Sendo assim, a metodologia de análise lançada aqui é embasada a partir da condição anterior, a de *risco* e *vulnerabilidade* aos impactos climáticos, ao qual o ambiente urbano pode estar submetido. Com isso, optou-se por não utilizar como base de construção a teoria de adaptação e suas categorias, tal como aquelas baseadas no tempo, grau de espontaneidade, escopo, forma, motivação, função e desempenho; no entanto, por buscar identificar o potencial de adaptação de projetos implantados, a teoria de adaptação foi utilizada como base de discussão das análises.

Cada categoria de análise (*espacial*, *funcional* e *ambiental*) possui aspectos a serem analisados para compreender situações específicas. Assim, sua aplicação segue o fluxograma definido na Figura 21. Os aspectos correspondentes a esses escopos ressaltados serão apresentados em formas de quadro e buscam auxiliar na descrição dos casos-referências, além da análise e crítica das estratégias utilizadas.

Os quadros foram pensados de modo a sistematizar os aspectos considerados pelas categorias que surgiram a partir da leitura dos casos-referências, relacionando-se com pontos levantados pelo aporte teórico. Cada aspecto seria uma pergunta a ser respondida buscando aquela relação levantada anteriormente, que deram origem aos três passos que se constituem dentro da chave de leitura do sistema socioecológico. Os aspectos considerados foram esquematizados de acordo com a leitura dos casos a serem analisados posteriormente. Portanto, casos mais complexos, ou ainda com mais informações e relações, poderiam ser complementados buscando seguir a relação construída em cada categoria de análise.

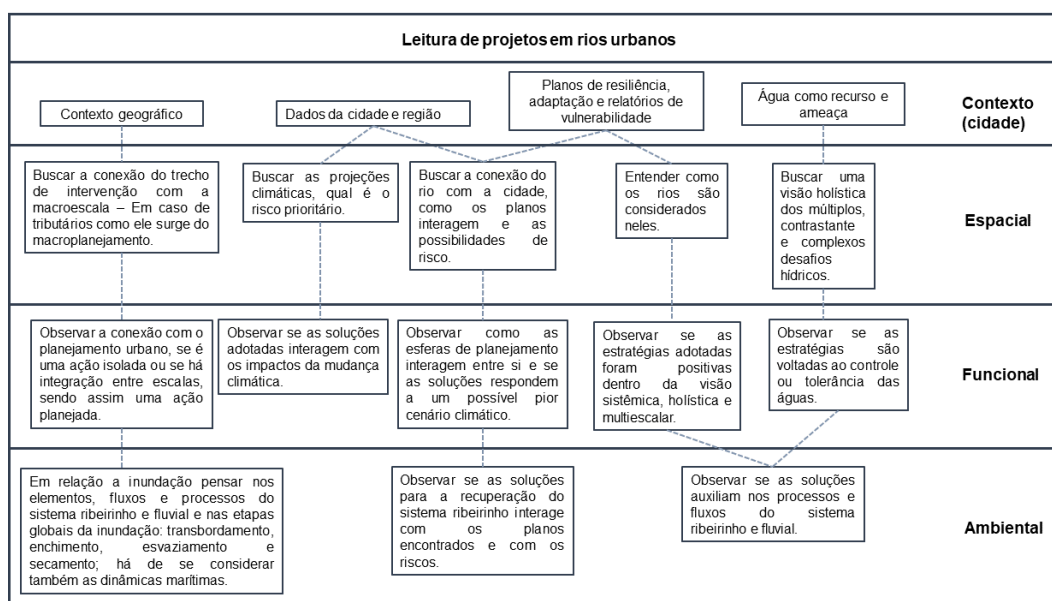


Figura 21 - Fluxograma metodológico para a leitura dos projetos em rios urbanos. Fonte: elaborado pela autora.

4.1.1

Categoria espacial

A categoria espacial auxilia em uma análise mais descritiva do projeto em que se busca compreender: (1) o contexto urbano do exemplo escolhido, sua relação com o sistema ribeirinho e as condições atuais do recurso; (2) a ameaça que o sistema representa; e (3) o risco e vulnerabilidade local. Com isso, foram surgindo questões, apresentadas na Tabela 15, a partir da leitura dos casos, que se relacionam com cada um desses pontos que deram origem aos aspectos que serão considerados no quadro de análise.

Tabela 15 - Perguntas da categoria espacial. Fonte: elaborado pela autora.

Pontos	Questões
(1) O contexto urbano do exemplo escolhido, sua relação com o sistema ribeirinho e as condições atuais do recurso.	Como a cidade se configura? Qual o contexto geográfico? Quais as projeções climáticas da cidade? O que está em análise? Onde está o trecho e qual sua extensão? Por que da escolha deste trecho em específico? Qual a interferência do ambiente urbano na sua forma, fluxos e processos? O que está exposto ao risco? Quais as condições do recurso? É fonte de consumo?
(2) A ameaça que o sistema representa.	Quais ameaças o sistema fluvial representa para a cidade? Quando aconteceu um evento voltado a inundação? É recorrente? O sistema fluvial sofre interferências de dinâmicas marítimas?
(3) O risco e vulnerabilidade local.	Qual é o risco prioritário? Qual o diagnóstico de risco? Com base em que? Possui estudos de vulnerabilidade?

Desse modo, para o entendimento do primeiro ponto, os aspectos utilizados foram: *a caracterização do rio, o trecho de intervenção, a predominância de uso e ocupação, e recurso*. Na caracterização, evidenciou-se qual a parte do rio foi considerada no projeto, uma vez que o sistema fluvial possui diversos elementos, podendo ser um leito, um afluente ou um subafluente; além disso, qual o tipo de fluxo de água, se perene ou intermitente. No trecho de intervenção, propôs-se identificar qual a posição da intervenção em relação a bacia hidrográfica, podendo ser montante, médio e jusante; ademais, se ação esteve localizada em um trecho crítico, ou seja, mais degradado em relação ao todo ou não. Já na predominância de uso e ocupação, buscou-se listar quais atividades ocorrem nas margens imediatas ao sistema, uma vez que no ambiente urbano são esses usos e ocupações que têm um impacto direto e recorrente no recurso hídrico. Além disso, os rios são fontes de água potável e, devido ao crescimento urbano, por vezes, sua qualidade é deteriorada tornando-os um recurso poluído, um vetor de doenças ou um dos fatores que contribuem para a situação de inundações. Portanto, essas questões são consideradas no aspecto de recurso.

Para alcançar o segundo ponto, foi analisado o aspecto da *ameaça*, com foco nas ameaças que o sistema fluvial impõe ao ambiente urbano. Também foi classificado se determinado rio é só uma ameaça interiorana ou se poderia ter sofrido interferência do aumento do nível do mar e, com isso, da área costeira da cidade já que, conforme foi discutido, poderia resultar em intrusão de água salgada nos rios, além de ser mais um fator que pode ressaltar os riscos de inundação.

Já para o terceiro ponto, os aspectos adotados foram o de *diagnóstico de risco e estudo de vulnerabilidade*. Essas categorias consideram a mudança climática e buscam o entendimento do meio em que o projeto se insere. Na primeira, a busca da compreensão sobre qual o risco do local de intervenção considerando a exposição e a vulnerabilidade, com suas componentes sensibilidade e a capacidade adaptativa. Já na segunda categoria, buscou-se investigar se há estudos de vulnerabilidade para a cidade onde se localiza o exemplo e se existem estudos específicos utilizados para a realização do projeto.

Quadro 1 - Modelo de metodologia da categoria espacial. Fonte: elaborado pela autora.

Caracterização do rio		
Leito	Afluente	Subafluente
x	x	x
Perene	Intermitente	
x	x	

Trecho de intervenção								
Montante			Médio			Jusante		
X			X			X		
Degradado								
Sim			Não					
X			X					
Predominância de uso e ocupação								
Moradia			Comércio			Indústria		
X			X			X		
Institucional			Circulação			Lazer		
X			X			X		
Recurso								
Fonte de água para consumo						Poluído		
X						X		
Ameaça								
Inundação			Erosão			Seca		
X			X			X		
Interiorana			Costeira					
X			X					
Diagnóstico de risco								
Exposição			Sensibilidade			Capacidade adaptativa		
Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
X	X	X	X	X	X	X	X	X
Estudo de vulnerabilidade								
Local					Projeto			
Sim			Não			Sim		Não
X			X			X		X

As classificações baixa, média e alta do diagnóstico de risco, dão-se a partir do que é considerado por cada categoria, conforme Quadro 2. Na *exposição*, avalia-se a localização da população e bens materiais em relação a ameaça, se todos forem mantidos em situação de risco a exposição é alta, se há deslocamento, proteção e/ou remoção de uma parte, por exemplo, a população foi movida, mas os bens não, ou vice-versa, a exposição é média, já se os dois aspectos considerados forem deslocados, protegidos ou removidos, a exposição é considerada baixa. Além de marcar o que está sendo trabalhado ou não, para traçar uma média de corte (baixa, média e alta), foi avaliado também uma porcentagem do montante que foi deslocado, protegido ou removido. Por exemplo, se existem duzentas residências em situação de risco e move-se apenas 10, apesar de que sim a população foi movida, a quantidade é muito baixa comparada ao todo, ou uma “mancha”, assim a exposição continuaria alta. Deste modo, propõem-se que o corte alto varia de uma taxa de 0-35%, média de 35-65% e baixo de 65%-100%, sendo eles correspondentes a quantidade de pessoas ou bens movidos, por exemplo.

A *sensibilidade* segue essa mesma lógica, o que muda são os aspectos considerados, sendo eles: infraestrutura, edificações, equipamentos urbanos e sistema

viário, que também foram avaliados de acordo com esse percentual, sendo que todos eles variam de acordo com o caso a ser estudado.

Por fim, a capacidade adaptativa é uma lógica contrária aos dois últimos aspectos, já que ela deve ser ampliada. Assim, ela é alta quando todos os aspectos são trabalhados, é média quando apenas uma parte é considerada e baixa quando nenhum deles são avaliados. Nesse caso, não há corte por porcentagem, dessa forma, gerou-se o Quadro 3. Sendo assim, considera-se nesse aspecto: a rede e relações entre indivíduos e grupos, as redes de infraestrutura e social, a disseminação de informação, o acesso à recursos econômicos, o acesso à tecnologia e a estabilidade e fortalecimento das instituições.

Quadro 2 – Base de corte para exposição e sensibilidade. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa (100-65%)	Média (65-35%)	Alta (35-0%)
<i>Exposição</i>	População	x	-	-
	Bens materiais	x	x	-
<i>Sensibilidade</i>	Infraestrutura	x	x	-
	Edificações	x	x	-
	Equipamentos urbanos	x	-	-
	Sistema viário	x	-	-

Quadro 3 – Base de corte para capacidade adaptativa. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa	Média	Alta
<i>Capacidade adaptativa</i>	Rede e relações entre indivíduos e grupos	-	x	x
	Rede de infraestrutura e social	-	x	x
	Disseminação de informação	-	x	x
	Acesso à recursos econômicos	-	-	x
	Acesso à tecnologia	-	-	x
	Estabilidade e fortalecimento das instituições	-	-	x

4.1.2

Categoria funcional

Na categoria funcional pretendeu-se identificar: (1) as estratégias utilizadas, seu impacto no entorno e sua recorrência, (2) a integração com as outras esferas de planejamento, sistemas e questões do local, (3) se reduziu os riscos de inundação, (4) se considerou o cenário climático local na implantação do projeto, e (5) o custo-benefício das estratégias utilizadas. Como na categoria anterior, os aspectos a serem considerados pelo quadro de análise surgiram de questões, apresentadas na Tabela 16, advindas da leitura dos casos, que se relacionam com cada um desses pontos.

Tabela 16 - Perguntas da categoria funcional. Fonte: elaborado pela autora.

Pontos	Questões
(1) As estratégias utilizadas, seu impacto no entorno e sua recorrência.	Quais foram as estratégias estruturais e não estruturais? As estratégias interferem na água como ameaça e/ou recurso? Houve remoções? Do que, como? Resultou em gentrificação? É uma ação isolada ou planejada? Pode gerar danos residuais? Qual a conexão com a bacia hidrográfica? É uma ação possível de ser replicável?
(2) A integração com as outras esferas de planejamento, sistemas e questões locais.	Quais os agentes urbanos envolvidos? Quais as esferas de planejamento? Como houve a interação?
(3) Se reduziu os riscos de inundação.	O projeto corresponde ao seu objetivo principal?
(4) Se considerou o cenário climático local na implantação do projeto.	Como o projeto interage com a mudança climática e seus possíveis impactos? Os estudos de vulnerabilidade apontam um resultado positivo considerando o pior cenário climático? Por quê? O projeto se relaciona com seu contexto geográfico?
(5) O custo-benefício das estratégias utilizadas.	Qual o custo do projeto? Possui plano orçamentário? O financiamento foi público e/ou privado?

Dessa forma, para atingir o primeiro ponto, os aspectos utilizados são o *tipo de solução* e o *tipo de ação*. No tipo de solução, buscou-se identificar se as ações foram não-estruturais, ou seja, se elas envolvem a população para a solução de um problema específico como redução de demanda, coleta e reuso de água, ou para identificar sua vulnerabilidade e prioridade; além disso, se as ações são estruturais, isto é, o tipo de infraestrutura e ação aplicada como, por exemplo, *wetlands*, lagoas pluviais, lagoas secas e corredores verde-azuis. Também, se houve remoção, se sim, para onde; e se modificou a área de fluxo de água em relações as margens. Já no tipo de ação, investigou-se se é uma ação isolada (escala micro) ou faz parte de um planejamento para bacia hidrográfica (escala macro), podendo ser uma ação replicável ou não.

Para alcançar o segundo ponto, os aspectos analisados foram os de *integração* e *esferas de planejamento*. Ambos buscando observar quais os agentes e níveis institucionais envolvidos no projeto. Já os aspectos adotados para observar o terceiro, quarto e quinto ponto foram respectivamente: *resultados*, *mudança climática* e *econômico*. O *resultado* para identificar se houve redução de inundação com a implantação do projeto. A *mudança climática* para avaliar se o projeto foi de adaptação, em caso afirmativo, se atuou diretamente nos impactos previstos da mudança do clima, se não, se ainda podem atuar indiretamente. Por fim, o *econômico* para análise de custo entre as diferentes soluções adotadas.

Quadro 4 – Modelo da metodologia da categoria funcional. Fonte: elaborado pela autora.

Tipo de solução				
Estrutural		Não estrutural		
X		X		
Remoção		Modifica o canal de escoamento		
Propriedade	Infraestrutura	Sim	Não	
X	X	X	X	
Tipo de ação				
Isolada		Planejada		
X		X		
Replicável		Não Replicável		
X		X		
Integração				
Governo	Privado	Organizações	Comunidade	Academia
X	X	X	X	X
Esferas de planejamento				
Nacional		Regional		Local
X		X		X
Resultados				
Corresponde		Não-corresponde		
X		X		
Mudança Climática				
Adaptação		Atuação		
Sim	Não	Direta	Indireta	
X	X	X	X	
Econômico				
Plano orçamentário		Custo		
Sim	Não	Alto	Médio	Baixo
X	X	X	X	X

Para a base de corte (alto, médio ou baixo) em relação ao custo, utiliza-se uma média de custo em milhões dólares (US\$) para projetos de adaptação financiados pelo Fundo de Adaptação⁷¹, apontado por um relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2020), representados no Quadro 5.

⁷¹ *Adaptation Fund*. Disponível em: [AF | Adaptation Fund \(adaptation-fund.org\)](https://www.adaptation-fund.org/)

Quadro 5 – Base de corte em relação a custo de projeto. Fonte: elaborado pela autora.

Custo (US\$)		
Baixo (0,5-10)	Médio (11-50)	Alto (50+)
x	x	x

4.1.3

Categoria ambiental

Na categoria ambiental, procurou-se: (1) apontar as melhorias na condição ambiental local e do sistema ribeirinho e fluvial. Nessa categoria, as questões que surgiram da leitura dos casos são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 - Perguntas da categoria ambiental. Fonte: elaborado pela autora.

Pontos	Questões
(1) Apontar as melhorias na condição ambiental local e do sistema ribeirinho e fluvial.	Quais as medidas ambientais utilizadas? Quais foram os aspectos restaurados? Possui resultados positivos? Interage com os planos encontrados? Se relaciona com os possíveis impactos da mudança climática?

Dessa forma, buscou-se realizar uma análise das *medidas ambientais* com o tipo de solução adotada para o projeto e os *aspectos restaurados* do recurso hídrico, considerando seu fluxo, processos, qualidade da água, a biodiversidade e os elementos que integram a funcionalidade do sistema, que auxiliam na retenção das águas das cheias e que contribuem com sua conservação.

Quadro 6 – Modelo da metodologia da categoria ambiental. Fonte: elaborado pela autora.

Medidas ambientais					
Despoluição		Reflorestamento		Plantio	
X		X		X	
Aspectos restaurados					
Biodiversidade		Fluxo de águas		Qualidade da água	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
X	X	X	X	X	X
Geomorfologia ⁷²		Planícies de inundação		Bacias de inundação	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
X	X	X	X	X	X
Permeabilidade			Vegetação ripária		
Sim			Sim		
X			X		

⁷² Como o transporte de sedimentos e a morfologia do canal.

4.2

Fator condicionante

Conforme apresentado anteriormente, os projetos fazem o uso do discurso sustentável, logo, o conceito passa a ser um fator condicionante para a análise. Desse modo, foi utilizado a matriz de análise qualitativa desenvolvida por Lemos (2010), representada no Anexo I.

Essa matriz contém categorias de sustentabilidade (Figura 22) associadas as categorias de resiliência (Figura 23). As categorias de sustentabilidade, foram definidas pela autora conforme o seu objeto de análise, que era um plano diretor. Com isso, as categorias representadas na figura 22 servem apenas de ilustração, para exemplificar o que é considerado em cada trecho da matriz de análise, uma vez que as categorias que foram utilizadas por essa pesquisa partiram do que foi considerado no discurso pró-sustentabilidade dos casos-referência escolhidos.

Já as categorias de resiliência foram analisadas a partir das características de intervenção, sob o prisma do *alcance dos resultados* e condicionadas aos *fatores potencializadores*, que por sua vez são associados a “processos políticos de tomadas de decisão, de gestão de recursos e planejamento de desenvolvimento” (Lemos, 2010, p. 171). Além disso, na categoria abrangência, analisou-se se o item avaliado atuou para mais de um componente da vulnerabilidade ou só para um único fator.

De acordo com Lemos (2010), a relação entre as categorias é avaliada por “+1” (um), “0” (zero), “-1” (menos um), onde mais “+1” é atribuído para itens que contribuem positivamente com a resiliência, “0” para aqueles que possuem um desempenho neutro, sem oferecer ameaças para a cidade, e “-1” nos itens que oferecem riscos, contribuindo negativamente para a resiliência da cidade. Além disso, segundo a autora, os itens com alto grau de incerteza também entram na avaliação negativa. A associação entre as categorias ocorre quando os itens avaliados pelo âmbito da sustentabilidade contribuem com a resiliência, isso com a redução da vulnerabilidade e ampliação da capacidade de resposta a partir da interferência sobre as condições urbanas (Lemos, 2010).

INTEGRAÇÃO E JUSTIÇA SOCIAL E FÍSICO-TERRITORIAL	PROMOÇÃO DA <u>INTEGRAÇÃO SOCIAL</u>
	ELIMINAÇÃO DA <u>SEGREGAÇÃO FÍSICA</u>
	DISTRIBUIÇÃO JUSTA DE <u>ESTRUTURA URBANA</u>
ADEQUAÇÃO DA <u>RELAÇÃO COM RECURSOS NATURAIS</u> E O AMBIENTE	ADEQUAÇÃO DO <u>CONSUMO</u> DE RECURSOS
	REDUÇÃO DA DEMANDA E ESTRATÉGIAS DE GERAÇÃO DE <u>ENERGIA LIMPA LOCAL</u>
	REDUÇÃO DE <u>EMISSIONES</u>
	REDUÇÃO DE <u>POLUIÇÃO</u>
AUMENTO DA <u>DURABILIDADE</u> E REDUÇÃO DA <u>Ociosidade</u>	REDUÇÃO E GESTÃO DE <u>RESÍDUOS</u>
	AUMENTO DA <u>DURABILIDADE</u>
	REDUÇÃO DA OBSOLESCÊNCIA E <u>Ociosidade</u>
ABORDAGEM INTEGRADA	ABORDAGEM INTEGRADA ENTRE AS ESCALAS DA CIDADE E DA <u>REGIÃO</u>
	ABORDAGEM INTEGRADA ENTRE CIDADE E <u>NATUREZA</u>
	ABORDAGEM INTEGRADA ENTRE FORMA, <u>FLUXOS E ATIVIDADES</u>
PROMOÇÃO DA <u>DIVERSIDADE</u>	DIVERSIDADE DE VIDA (<u>BIODIVERSIDADE</u>)
	DIVERSIDADE <u>ECONÔMICA</u>
	DIVERSIDADE DE <u>FORMA</u>
	DIVERSIDADE <u>SOCIAL</u>
RECONHECIMENTO DE <u>LIMITES</u>	RECONHECIMENTO DE LIMITES DO <u>TERRITÓRIO</u>
	RECONHECIMENTO DE LIMITES DE <u>DENSIDADE</u>
	RECONHECIMENTO DE LIMITES DO <u>DESENVOLVIMENTO</u> ECONÔMICO
TEMÁTICAS SETORIAIS PARA A SUSTENTABILIDADE	<u>ACESSIBILIDADE</u> E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL
	ACESSO À <u>HABITAÇÃO</u>
	<u>SAÚDE</u> PESSOAL E DO AMBIENTE
	<u>SEGURANÇA FÍSICA</u>
	<u>SEGURANÇA PSICOLÓGICA</u>
	COMBATE A <u>POBREZA</u>

Figura 22 - Categorias de sustentabilidade. Fonte: Lemos, 2010.

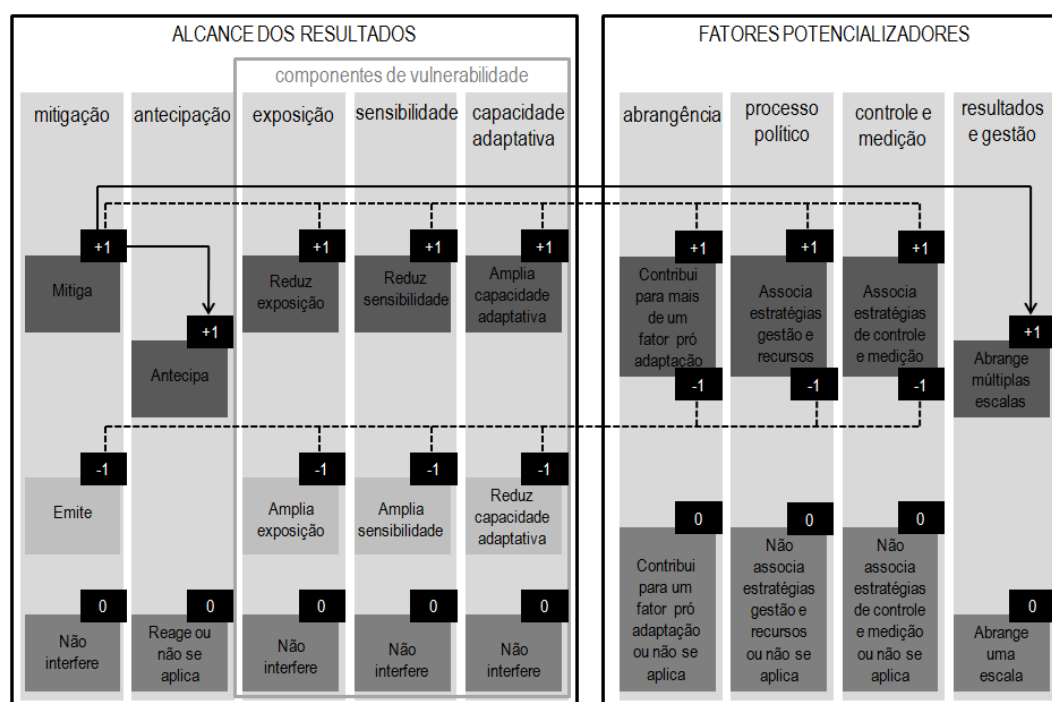


Figura 23 - Categorias de resiliência. Fonte: Lemos, 2010.

Um outro ponto considerado pela matriz são os chamados *fatores multiplicadores*, ou seja, fatores externos que potencializam a exposição em relação a um determinado risco climático. Assim, o incentivo de ocupações e atividades nessas áreas pelo planejamento, por exemplo, podem potencializar esse risco, se não houver um estudo prévio para a ocupação dessas áreas. Esse estudo é relativo as projeções climáticas que servem para orientar diagnósticos de vulnerabilidade. Ressalta-se que todo ponto a ser considerado pela matriz de análise sempre busca referência com a mudança climática, já que para um sistema ser resiliente, ele deve ser capaz de lidar com as incertezas e imprevisibilidade do futuro, mitigando possíveis riscos e desastres. Deste modo, um outro aspecto incluído na matriz é em relação a robustez da informação do item a ser analisado, que pode ter evidências robustas ou frágeis, orientando diretamente ao cenário climático, ou não sendo orientado a ele, mas podendo contribuir indiretamente (Lemos, 2010).

4.3 Critério de escolhas dos casos referências

O recorte da pesquisa foram projetos de reabilitação e restauração de rios urbanos em megacidades, utilizando-se como base a Figura 24 abaixo, que faz parte de um levantamento realizado pela Unesco (2019) em relação as megacidades atuais e projetadas para 2030.



Figura 24 - As atuais megacidades do mundo com base em dados de 2018 e projeção das novas megacidades até 2030. Fonte: Unesco (2019), tradução nossa.

A partir do mapa acima, buscou-se identificar quais dessas megacidades possuem projetos de reabilitações e restauração de rios, se eles estão implantados, se atuaram para casos de inundação e, por fim, caso as respostas tenham sido positivas até esse ponto, se haviam dados de projeto, no mesmo nível de informação, para analisar. Esse levantamento inicial foi limitado a dados encontrados nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola, usando o termo de busca “reabilitação ou restauração de rios e córregos” do local analisado. Desse modo, a tabela foi feita com base nos resultados do site *Google Search* com o auxílio de sua ferramenta de mapa, o *Google Maps*. Com o *Search*, buscou-se identificar, por meio de documentos e sites, a existência de algum projeto ou plano de reabilitação de rios; já o *Maps* serviu de auxílio para conferir os resultados da busca, identificando o nome do rio existente no território urbano analisado.

Um outro meio de pesquisa foi o site da biblioteca da instituição de ensino ao qual essa pesquisa está vinculada, a Divisão de Bibliotecas e Documentação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que possui acesso a diversos bancos de dados como revistas científicas nacionais e internacionais. O resultado gerado serviu de base para as análises e conferiu o grau de informação dos exemplos a serem escolhidos. Além disso, buscou-se também informações de ocorrência de inundação dos locais analisados em matérias de jornal on-line.

5 Análise de projetos em rios urbanos

Conforme ressaltado anteriormente, para a escolha dos casos foi realizado um levantamento de projetos em rios urbanos das megacidades atuais e projetadas para 2030, de modo a selecionar os casos-referências dessa pesquisa, o que resultou na Tabela 18.

Tabela 18 - Lista das megacidades e projetos em rios urbanos. Fonte: elaborado pela autora.

	País	Cidade	Projetos (Rio)	Implantado	Inundação	Dados
África	Angola	Luanda	Não	N/A	N/A	N/A
	Congo	Kinshasa	Não	N/A	N/A	N/A
	Egito	Cairo	Não	N/A	N/A	N/A
	Nigéria	Lagos	Não	N/A	N/A	N/A
	Tanzânia	Dar es Salaam	Não	N/A	N/A	N/A
América do Norte	Estados Unidos	Chicago	Sim (Chicago)	Sim	Não	N/A
		Los Angeles	Sim (Los Angeles)	Não	Sim	N/A
		Nova Iorque	Sim (Harlem e East)	Não	Sim	N/A
	México	Cidade do México	Sim (La Piedad)	Não	Sim	N/A
América do Sul	Argentina	Buenos Aires	Não	N/A	N/A	N/A
	Chile	Santiago	Sim (Mapocho)	Sim	Sim	Sim
		Rio de Janeiro	Não	N/A	N/A	N/A
	Brasil	São Paulo	Sim (Tietê)	Sim	Sim	Não
	Colômbia	Bogotá	Não	N/A	N/A	N/A
	Peru	Lima	Sim (Rímac)	Não	Não	N/A
Ásia	Bangladesh	Dhaka	Sim (Buriganga)	Não	Sim	N/A
	China	Pequim	Sim (Yongxing)	Sim	Sim	Não
		Chengdu	Não	N/A	N/A	N/A
		Chongqing	Sim (Longxi)	Não	Sim	N/A
		Guangzhou	Sim (Pearl)	Não	Sim	N/A
		Nanquim	Não	N/A	N/A	N/A
		Shenzhen	Sim (Xianqiao, Shiyao e Songsang)	Não	Sim	N/A

		Shangai	Sim (Suzhou)	Sim	Sim	Não
		Tianjin	Sim (Hai)	Não	Não	N/A
		Wuhan	Sim (Yangtze)	Não	Sim	N/A
		Xiam	Não	N/A	N/A	N/A
	Coréia do Sul	Seul	Sim (Cheonggyecheon)	Sim	Sim	Sim
	Filipinas	Manila	Sim (Bacia do Pasig)	Sim	Sim	Sim
	Índia	Amedabade	Não	N/A	N/A	N/A
		Bangalore	Não	N/A	N/A	N/A
		Chennai	Sim (Adyar e Cooum)	Não	Sim	N/A
		Calcutá	Não	N/A	N/A	N/A
		Mumbai	Sim (Mithi)	Não	Sim	N/A
		Nova Delhi	Sim (Yamuna)	Não	Sim	N/A
		Surate	Não	N/A	N/A	N/A
	Indonésia	Jakarta	Sim (Ciliwung)	Não	Sim	N/A
	Irã	Tehran	Não	N/A	N/A	N/A
	Japão	Osaka	Sim (Dotonbori)	Não	Sim	N/A
		Tóquio	Sim (Sumida)	Sim	Sim	Não
	Malásia	Kuala Lumpur	Sim (Klang e Gombak)	Sim	Sim	Não
	Paquistão	Lahore	Sim (Ravi)	Não	Sim	N/A
		Karachi	Não	N/A	N/A	N/A
	Tailândia	Bangkok	Sim (Chao Praya)	Não	Sim	N/A
	Turquia	Istambul	Não	N/A	N/A	N/A
	Vietnã	Ho Chi Minh	Não	N/A	N/A	N/A
Europa	Inglaterra	Londres	Sim (Bacia do Tâmisa)	Sim	Sim	Sim
	França	Paris	Não	N/A	N/A	N/A
	Rússia	Moscou	Não	N/A	N/A	N/A

Com isso, das 48 megacidades analisadas, chegou-se na relação de que 27 possuem projetos, porém, somente 9 estão implantados. No entanto, dentre essas, 4 locais possuem dados de projeto, na restrição de línguas, para serem analisados: América do Sul, em Santiago; Ásia, em Seul e Manila; e Europa, em Londres.

A referência escolhida para Santiago foi o projeto *Mapocho 42k*, que possui uma sequência de parques implantados nas margens do rio Mapocho, que oferece risco de inundação para as cidades da região metropolitana.

O caso-referência escolhido para Seul foi o projeto *Criação do riacho de Cheonggyecheon*, referência mundial na pesquisa sobre tema e base para diversas cidades na reabilitação de rios urbanos. O projeto surgiu com a derrubada de uma rodovia, oportunizando, assim, a melhoria da qualidade ambiental do ar do distrito.

O exemplo de Manila foi o *Reabilitação do Estero de Paco*, conhecido por estratégias verdes e envolvimento da comunidade, sendo este o primeiro trecho de projeto implantado para a recuperação da qualidade da água da bacia do rio Pasig.

Por fim, *Reabilitação do rio Quaggy*, na cidade de Londres, é um trecho que faz parte do plano de recuperação do rio Tâmsa. Ao contrário dos outros três casos-referências, esse projeto é uma das estratégias de recuperação de rios para mudança climática como forma de redução de inundações (sendo esse o principal objetivo do projeto em questão), melhorando a biodiversidade e criando espaços verdes como medida de regeneração urbana.

Os discursos pró-sustentabilidade desses projetos escolhidos, são voltados a uma ideia de melhoria da qualidade de vida, das condições dos ecossistemas e promoção da biodiversidade. Com isso, selecionou-se algumas das categorias de sustentabilidade de Lemos (2010), que correspondem a essas questões e os pontos ressaltados nos projetos e de foco de ação. Eles foram abordados por dois aspectos gerais, que seriam o que se busca alcançar, sendo eles os benefícios ambientais e os sociais, resultando no Quadro 7, que foram analisados pela matriz da autora citada acima.

Quadro 7 - Categorias de sustentabilidade a serem analisadas. Fonte: elaborado pela autora, com base em Lemos (2010).

Temas-chave	Categorias de sustentabilidade
Benefícios sociais	Promoção da integração social
	Abordagem integrada entre escalas da cidade e da região
	Abordagem integrada entre forma, fluxos e atividades
	Abordagem integrada entre cidade e natureza
Benefícios ambientais	Redução de poluição
	Promoção da biodiversidade

Dentre as categorias consideradas, entende-se por: *promoção da integração social*, a interação entre os agentes urbanos de maneira horizontal; *abordagem integrada entre escalas da cidade e da região*, a relação entre medidas de planejamentos vindas das diferentes escalas: local, regional e nacional; *abordagem integrada a forma, fluxos e atividades* se é uma ação planejada que se integra ao sistema ou se é uma ação isolada; *abordagem integrada entre cidade e natureza* seriam a integração de serviços ecossistêmicos para as cidades; *redução de poluição*, medidas que auxiliam na melhoria da condição ambiental do sistema ribeirinho e fluvial;

e por fim, *promoção da biodiversidade*, como o próprio nome diz, se contribui para isso.

5.1

Recuperação das margens do Rio Mapocho, Santiago, Chile

5.1.1

Contexto

A cidade de Santiago é a capital do Chile e, segundo *World Population Review* (WPR, 2021), possui aproximadamente 4 milhões de habitantes, sendo apenas uma das seis províncias que compõem a Região Metropolitana de Santiago⁷³ com população em torno de 7 milhões. A economia é baseada na indústria, comércio, turismo e setor de serviços.

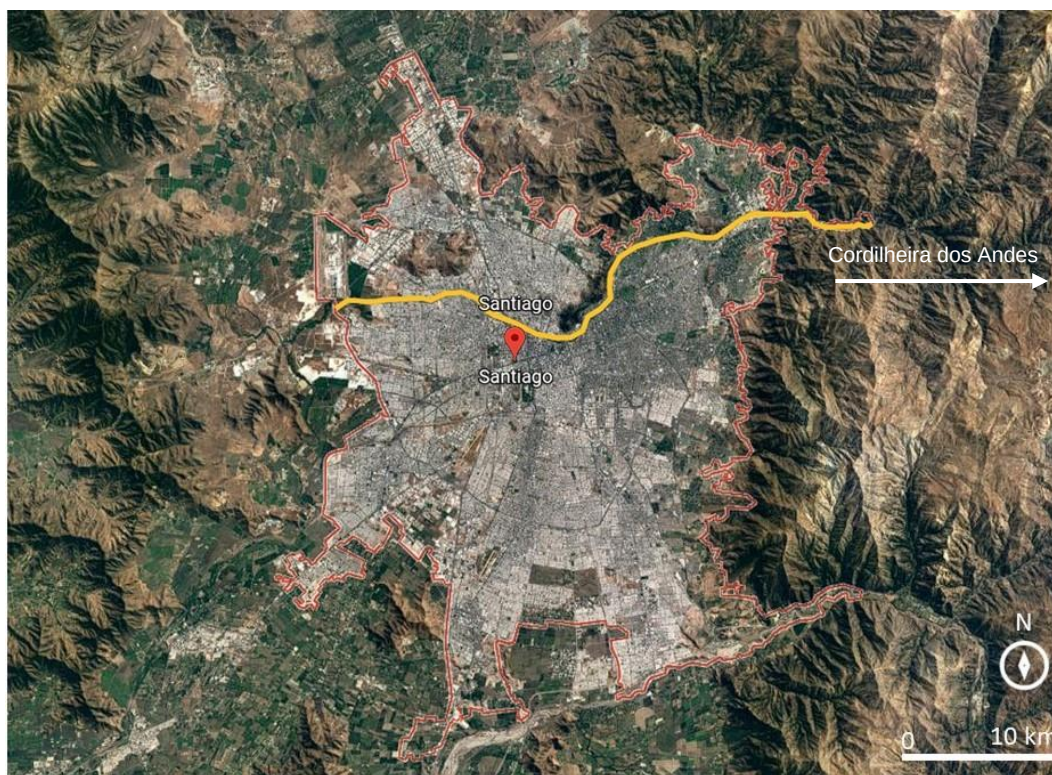


Figura 25 - Imagem aérea da cidade de Santiago. Linha em destaque representa o rio Mapocho e sua localização no território. Fonte: Google Earth⁷⁴, adaptado pela autora.

A região se insere dentro da Bacia do Rio Maipo, que nasce na Cordilheira dos Andes, sendo um dos seus leitos o rio Mapocho, com cerca de 110km de

⁷³ Projeção de megacidade é dada por essa formação metropolitana.

⁷⁴ Acesso: 01 mar. 2022.

extensão no seu total, que deságua no rio Maipo, que por sua vez tem como foz o Oceano Pacífico (Campo, 2017; Vicuña, 2020). As províncias são formadas por comunas e o rio Mapocho, dentro da província de Santiago, corta onze delas, com uma extensão de aproximadamente 42km, sendo elas: Pudahuel, Cerro Navia, Quinta Normal, Santiago, Providencia, LC, Vitacura e Lo Barnechea; Figura 26 (Mostafavi et al., 2019).

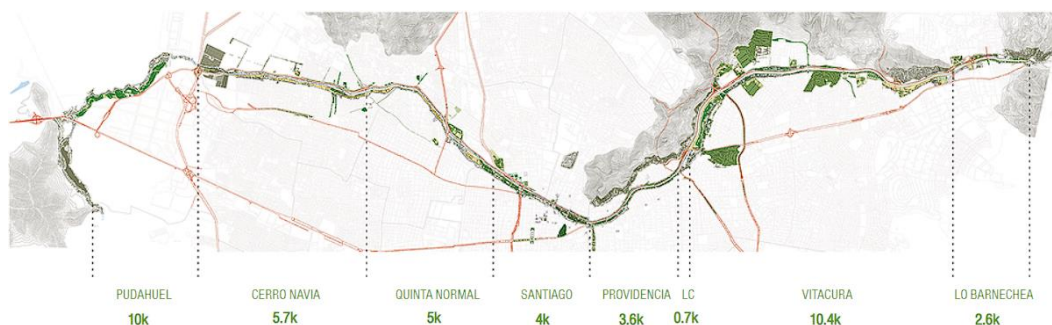


Figura 26 - Projeto Mapocho 42k, na província de Santiago do Chile. Fonte: Mapocho 42k⁷⁵.

Sobre a mudança climática, os autores Weltz & Krellenberg (2016), apontam que a região pode ser afetada pela alteração do regime de precipitações, que segundo Vásquez (2016) está relacionada a dois fenômenos o La Niña e o El Niño, que também podem sofrer interferência da mudança do clima, pela possibilidade de gerar eventos extremos. Esses dois fenômenos interferem nos padrões de precipitações, ventos e temperaturas. Por exemplo, o El Niño associa-se a dias mais quentes e aumento nos padrões de precipitação, já o La Niña a dias mais frios, sendo que os dois afetam o regime pluvial e, assim, o fluvial (IPCC, 2021).

O principal cenário climático para a região central do Chile, na qual Santiago está localizada, é de seca voltado à cenários áridos e também possui relação com a diminuição do regime glaciário que interfere no nível de fluxo das águas dos rios e recarga do lençol freático. Porém, em certos períodos do ano, o aumento nos regimes de precipitação pode contribuir com a ameaça de inundação (IPCC, 2021) que, de acordo com Campo (2017), Weltz & Krellenberg (2016) e Vásquez (2016), ocorre geralmente durante o inverno.

⁷⁵ Disponível em: < [INICIO | mapocho42k](#)>. Acesso em 07 dez. 2021.

5.1.2

Categoria espacial

As margens desse rio intermitente, ao longo do processo de desenvolvimento urbano, foram ocupadas por indústrias, residências e faixas de rolamento, sendo esta última mais expressiva na margem norte, intensificado a partir dos anos 60. A canalização foi uma das medidas adotadas para contenção das margens e mitigação do risco de inundação, que, no entanto, ainda ocorrem com precipitações de maiores intensidades, como as que ocorrem durante o inverno (Campo, 2017; Weltz & Krellenberg, 2016; Vásquez, 2016). Como ressaltado pelo aporte teórico, a canalização é umas das soluções cinzas, voltadas ao controle de inundação (Liao, 2014), que quando submetido a precipitações de maiores intensidades podem não atender ao volume de água contribuindo com o risco de inundação (Bernhard & Palmer, 2007; Guerrero et al., 2018; Liao, 2014). Em relação a ocorrência de inundação na região, de acordo com um site de notícias (Chile, 2016), em 2016, por exemplo, o rio Mapocho inundou parte da comuna de Providencia e afetou o abastecimento de águas da região (Figura 27).



Figura 27 – Inundação do rio Mapocho. Fonte: Chile (2016).

Esse abastecimento, segundo Vicuña et al. (2020), tem como fonte as águas subterrâneas e os rios que, durante o inverno tem seu fluxo de águas aumentado pela ocorrência de precipitações de maiores frequências e intensidades. Já nas estações quentes do ano, resulta do derretimento de neve das montanhas, sendo que a

alteração nos regimes pluvial e glaciário podem afetar a segurança hídrica. Além disso, os autores acrescentam a essa discussão a elevação dos sedimentos vindo das vertentes, resultado do aumento de precipitações, que pode comprometer a extração pelas redes de abastecimento.

As margens do rio Mapocho, a partir de sua canalização, passaram por um processo de deterioração devido a perda dos elementos que constituem funções no sistema ribeirinho (Campo, 2017; Mostafavi et al., 2019). Com isso, buscando recuperar os espaços verdes da cidade, houve a criação dos primeiros parques da província, sendo um deles o Parque Florestal (Campo, 2017). Segundo Vásquez (2016), esses espaços verdes podem auxiliar na redução do risco de inundação, por exemplo, por contribuir com os processos e fluxos naturais como o de acomodação, retenção e detenção da água (Herzog, 2013). Além disso, podem trazer outros benefícios como a redução das ilhas de calor, que são intensificadas pela forma com que a cidade se expandiu (Vásquez, 2016), visto que essas ameaças podem se tornar mais frequentes e intensas pelas projeções climáticas da região (IPCC, 2021).

As áreas ribeirinhas do rio Mapocho, principalmente ao sul, foram vistas como uma forma de reintegrá-lo à paisagem, a partir da criação de um corredor verde, formado pela integração entre parques, que serve tanto para o deslocamento na região metropolitana quanto como uma forma de reintegrar serviços ecossistêmicos, além de oferecer espaços de recreação e lazer para o território urbano (Campo, 2017; Mostafavi et al., 2019; Vásquez, 2016). O conjunto de parques existentes e a possibilidade de criação de novos é o que faz parte do projeto *Mapocho 42k*.

Esse projeto nasceu em 2009 a partir de discussões dentro da academia, mais precisamente da Escola de Arquitetura da Pontifícia Universidade Católica do Chile. As discussões levantadas por eles passaram a identificar os espaços fragmentados das áreas ribeirinhas e os problemas relacionados a poluição e contaminação do rio, resultado do crescimento urbano (Katz et al., 2009). O projeto volta-se assim à criação de um corredor verde contínuo que possui como foco uma nova possibilidade de mobilidade, mas que, conforme destacado por Vásquez (2016), pode auxiliar no enfrentamento das ameaças climáticas.

Ainda nesse contexto de macroplanejamento e considerando o rio, não foram encontrados estudos de vulnerabilidade, nem da situação atual e nem da projetada. Como o *Mapocho 42k* ainda está em andamento, mas que no geral volta-se a

remoção de certos bens localizados na margem sul, a *exposição* foi considerada média, até pelo fato do projeto não conseguir contemplar em primeiro momento as duas margens. A *sensibilidade* também foi considerada média, por haver melhorias nas infraestruturas, equipamentos urbanos e sistema viário, porém só na margem sul. Já a *capacidade adaptativa*, por sua vez, é baixa, pois nenhum dos aspectos considerados nessa categoria foram contemplados. Ademais, não foram encontrados dados se há envolvimento da comunidade.

Quadro 8 - Exposição e sensibilidade, Santiago. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa (100-65%)	Média (65-35%)	Alta (35-0%)
<i>Exposição</i>	População	-	-	-
	Bens materiais	-	x	-
	Infraestrutura	-	x	-
<i>Sensibilidade</i>	Edificações	-	-	-
	Equipamentos urbanos	-	x	-
	Sistema viário	-	x	-

Quadro 9 - Categoria espacial, Santiago. Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 5 – Categoria espacial, Santiago. Fonte: elaborado pela autora.								
Caracterização do rio								
Leito			Afluente			Subafluente		
X			-			-		
Perene			Intermitente					
-			X					
Trecho de intervenção								
Montante			Médio			Jusante		
-			X			-		
Degradado								
Sim			Não					
X			-					
Predominância de uso e ocupação								
Moradia			Comércio			Indústria		
X			-			X		
Institucional			Circulação			Lazer		
-			X			X		
Recurso								
Fonte de água para consumo						Poluído		
X						X		
Ameaça								
Inundação			Erosão			Seca		
X			-			X		
Interiorana						Costeira		
X						-		
Diagnóstico de risco								
Exposição			Sensibilidade			Capacidade adaptativa		
Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
-	X	-	X	-	-	X	-	-
Estudo de vulnerabilidade								
Local					Projeto			
Sim			Não		Sim		Não	
-			X		-		X	

5.1.3 Categoria funcional

A partir do contexto de planejamento macro para as margens do rio Mapocho, a pesquisa busca analisar as soluções de um dos parques implantados, sendo ele o Parque Padre Renato Poblete, ou ainda chamado de Parque da Família (Figura 28), do escritório Boza Arquitectos. O projeto, localizado na comuna de Quinta Normal, foi iniciado em 2012 e concluído em 2015 (Mostafavi et al., 2019).



Figura 28 - Parque Padre Renato Poblete. Fonte: Parque (2016).

O projeto retira, com a criação de eclusas, parte das águas do leito que são tratadas, criando um braço de rio, sendo que essas águas depois de um tempo retornam ao leito (Gaete, 2015; Parque, 2016), o que de certa forma, cria um sistema de melhoria da qualidade das águas do rio principal. De modo geral, as medidas para sua construção são estruturais e em relação a inundação serviria como uma bacia de inundação, por ser um parque inundável (Figura 29), auxiliando nas fases globais de transbordamento, enchimento, esvaziamento e secamento da planície de inundação, descritas por Chistofolletti (1981) e vistas na Tabela 8, do capítulo 2. Além do que, as margens que fazem a conexão com o rio Mapocho (Figura 30) formam uma espécie de terraço fluvial que, segundo o autor, representa a limitação entre as partes baixas e altas da planície de inundação. Além disso, associa-se a solução tradicional

de construção de *levees* que, em uma tradução livre, seria um dique, só que naturalizando as áreas de infiltração e retenção das águas.



Figura 29 - Entrada das águas fluviais em caso de inundação. A linha em vermelho é rio Mapocho e em laranja representa essa possibilidade de retenção das águas. Fonte: Parque (2016), adaptado pela autora.

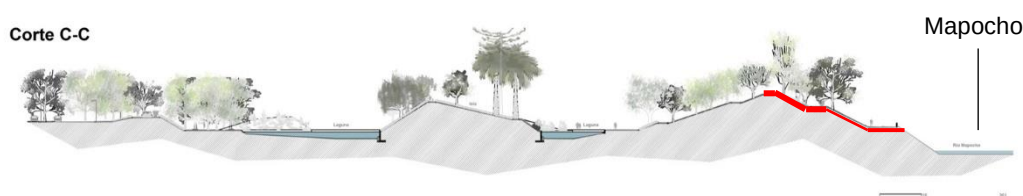


Figura 30 - Corte transversal de relação do parque criado com o rio Mapocho. A linha em vermelho destacada representa o que seria essa criação de terraços para o escoamento das águas. Fonte: Parque (2016), adaptado pela autora.

A ideia de criação de terraço nas imediações do rio aumenta também a área de acomodação das águas das cheias, remetendo a uma medida de proteção. Conforme visto, a proteção se volta a categoria de adaptação baseada na função que auxilia a reduzir a exposição da população ao risco. Além disso, ainda sobre as categorias, a que se volta ao grau de espontaneidade ou intenção considera as ações planejadas mais ideais para soluções à longo prazo, já que as isoladas podem gerar danos residuais pela falta de visão sistêmica, multiescalar e holística (Adger et al., 2005; Smit & Wandel, 2006). Essa visão, segundo os autores Rosenzweig et al.

(2018), contribui para construir cidades sustentáveis e resilientes, em que se deve buscar entender e integrar os diversos problemas e desafios da cidade, tal como se adaptar as ameaças climáticas.

No entanto, pensando em um sistema, apesar das soluções adotadas para as margens, vale ressaltar que ela representa a margem sul, pois a norte ainda continua com as medidas adotadas de canalização, o que ainda pode significar um risco de inundação. O Parque da Família foi constituído como um parque inundável (Gaete, 2015; Mostafavi et al., 2019), no entanto, não está claro se isso foi pensado para uma área da bacia hidrográfica que era vulnerável a esse risco, ou não, se apenas surgiu de uma intenção de projeto para criar uma paisagem específica. Com isso, representa um trecho isolado a partir de um planejamento macro, sendo o parque como um todo uma solução específica para determinado trecho, não replicável para os demais.

O projeto corresponde ao principal objetivo de recuperação das margens que antes era ocupada por uma zona industrial, que parecia desativada, partindo da sua remoção e construção de um espaço de integração da cidade com o rio, a partir da criação de áreas de recreação e lazer (Parque, 2012). O *Mapocho 42k* parte da academia, mas conseguiu suporte e apoio de órgãos dos governos nacional, regional e local, sendo este trecho específico do parque fluvial um pedido do governo nacional, a partir do Ministério de Obras Públicas do Chile, atualmente administrado por uma entidade regional e realizado por uma empresa privada (Gaete, 2015).

Em relação a mudança climática, o projeto não é uma ação de adaptação, mas Vásquez (2016) aponta que a implementação de infraestruturas verdes nas áreas de margem poderia atuar de forma indireta à ameaça climática, como a partir da redução das ilhas de calor e das inundações, sendo que para este último, como colocado por Herzog (2013) e Kabish et al. (2017), deve-se buscar os elementos que compõem uma bacia hidrográfica. No entanto, o macroplanejamento ainda encontra certas barreiras, como sua recuperação sistemática voltado às duas margens e com soluções planejadas, que como colocado anteriormente, trariam resultados mais expressivos. Já sobre o aspecto econômico do quadro abaixo, os dados não foram encontrados.

Quadro 10 - Categoria funcional, Santiago. Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 16 – Categoria funcional, Santiago. Fonte: Elaborado pela autora.				
Tipo de solução				
Estrutural		Não estrutural		
X		-		
Remoção		Modifica o canal de escoamento		
Propriedade	Infraestrutura	Sim	Não	
X	X	-	X	
Tipo de ação				
Isolada		Planejada		
X		-		
Replicável		Não Replicável		
-		X		
Integração				
Governo	Privado	Organizações	Comunidade	Academia
X	X	-	-	X
Esferas de planejamento				
Nacional		Regional		Local
X		X		X
Resultados				
Corresponde		Não-corresponde		
X		-		
Mudança Climática				
Adaptação		Atuação		
Sim	Não	Direta	Indireta	
-	X	-	-	
Econômico				
Plano orçamentário		Custo		
Sim	Não	Alto	Médio	Baixo
-	X	-	-	-

5.1.4

Categoria ambiental

Para a melhoria das condições ambientais das margens, houve o plantio de vegetação ripária e aumento de áreas permeáveis (Gaete, 2015; Parque, 2012). Essa medida específica parece compor parte da ideia do macroprojeto *Mapocho 42k*, o que em termos de bacia hidrográfica auxilia no escoamento e infiltração das águas pluviais que, de acordo com Gorski (2010), constituem parte da funcionalidade das áreas ribeirinhas. Em relação a água, esse trecho contribui pontualmente para melhoria de sua qualidade, já que é recolhida e passa por um sistema de melhoria de sua condição para servir de uso de recreação, que depois é devolvida para o leito. Um aspecto levantado por um dos autores (Vicuña et al., 2020) em relação a sedimentação que afeta o abastecimento da água não é considerado pelo macroplanejamento, até por esse se voltar as margens e desconsiderar o canal de escoamento, com isso a geomorfologia não é considerada.

Quadro 11 - Categoria ambiental, Santiago. Fonte: elaborado pela autora.

Medidas ambientais					
Despoluição		Reflorestamento		Plantio	
X		-		X	
Aspectos restaurados					
Biodiversidade		Fluxo de águas		Qualidade da água	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
X	-	-	X	X	-
Geomorfologia		Planícies de inundação		Bacias de inundação	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
-	X	-	-	X	-
Permeabilidade			Vegetação ripária		
Sim			Não		
X			-		

5.1.5

Fator condicionante

Sobre a análise do fator condicionante, a matriz referente a ela pode ser observada no apêndice I. Dentre os fatores analisados, esse caso não produz fatores multiplicadores negativos, o que é considerado positivo para a resiliência do sistema. Sobre a mitigação, o projeto macro possui como objetivo principal o incentivo a transportes não motorizados, o que auxilia na mitigação de GEE. De mais a mais, as soluções adotadas não se aplicam na reação ou antecipação de risco, já que não as consideram como foco de projeto.

Com relação aos *benefícios sociais*, duas categorias - promoção da integração social e abordagem integrada com a cidade e natureza - não interferem na exposição, sendo assim, foram avaliadas como neutras, pois o projeto de criação do corredor verde ainda está em implantação. Já a abordagem integrada entre escalas da cidade e região e a abordagem integrada entre forma, fluxos e atividades foram avaliadas como fator negativo pela falta de integração sistêmica, o que também interferiu na categoria de abrangência. Além disso, as soluções reduzem indiretamente na sensibilidade do sistema urbano. Já a capacidade adaptativa não interfere, pois não é considerada. Algumas soluções possuem associação entre estratégias, por serem pensadas nessa criação de eixo metropolitano, o que também atuaria sobre múltiplas escalas.

Já sobre os *benefícios ambientais*, as soluções possuem uma abrangência neutra, contribuindo positivamente apenas com a sensibilidade. As estratégias verdes do parque se associam a esse planejamento macro de criação de parques nas margens do rio, possuindo uma conexão multiescalar.

5.2

Criação do riacho de Cheonggyecheon, Seul, Coréia do Sul

5.2.1

Contexto

A cidade de Seul é a capital da Coréia do Sul e, de acordo com o WPR (2021), possui uma estimativa populacional de aproximadamente 10 milhões, com economia com base na indústria manufatureira e no comércio. A cidade é dividida pelo rio Han (Figura 31), que é o leito que atravessa a cidade, com aproximadamente 37km de extensão, resultando em setor norte e sul do rio (Choi et al., 2021; Lee et al., 2018).

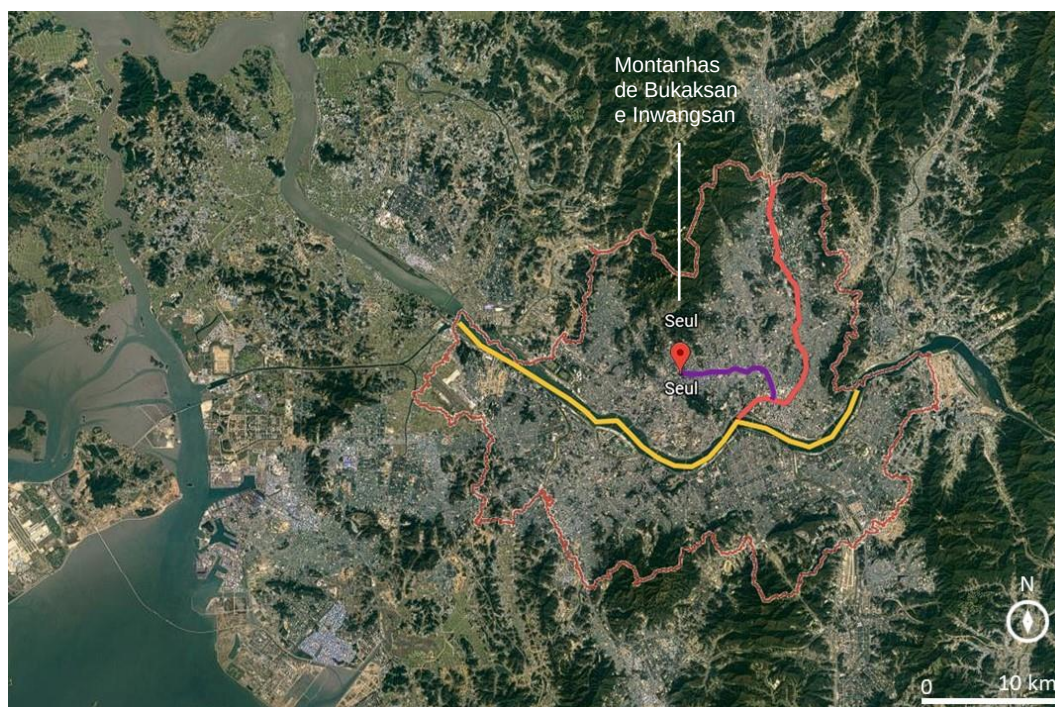


Figura 31 – Imagem aérea da cidade de Seul. A linha amarela representa o rio Han, a em vermelho seu afluente Jungnangcheon e a em roxo é o subafluente Cheonggyecheon
Fonte: Google Earth⁷⁶, adaptado pela autora.

As áreas ao norte são caracterizadas pela paisagem montanhosa, sendo a infraestrutura considerada menos afetada a riscos de alagamentos e inundações, por estarem localizadas em áreas mais altas. Nessa região é onde se localiza o principal centro comercial e administrativo da cidade. Já as áreas ao Sul são áreas mais baixas

⁷⁶ Acesso em: 01 mar. 2022.

e, assim, mais propensas a esses riscos (Choi et al., 2021), sendo que eles podem ser exacerbados pelas projeções climáticas. Na região de Seul pode haver alteração na frequência e intensidade das precipitações e tempestades tropicais, como também ondas de calor mais intensa. Essa alteração nos padrões de precipitações pode resultar tanto num aumento desse fenômeno em determinados períodos do ano, quanto sua diminuição, logo, também pode ser afetada pela seca (IPCC, 2021; Lee et al., 2018).

5.2.2

Categoria espacial

Sobre o desenvolvimento urbano, o setor industrial nos anos 60 e 70 foi responsável pelo espraiamento da cidade, sendo acompanhado pela construção da malha rodoviária, que levou a concretagem do riacho de Cheonggyecheon nesse mesmo período, como estratégia de controle de inundação. Durante a intensificação do processo de urbanização, a impermeabilização do solo resultou em riscos de alagamentos e inundação, juntamente com o aumento das temperaturas na cidade que atualmente intensifica as ondas de calor (Lee et al., 2018). De acordo com os autores, os riscos relacionados aos alagamentos e inundações vem aumentando nas últimas décadas, afetando a economia e funcionalidade da cidade, derivando na perda de infraestruturas, bens e vidas. Em 2020, por exemplo, uma forte tempestade levou a cheia do rio Han, que inundou uma parte da cidade, afetando em torno de 1500 pessoas, Figura 32 (South, 2020).

Em relação às inundações, Lee et al. (2018) colocam que as épocas de maré alta dos oceanos influenciam no aumento do volume de água do rio Han, que pode exacerbar esse risco. Ademais, os autores ressaltam a discussão em relação a água não só como *ameaça*, mas como *recurso*, já que Seul pode sofrer com problemas de abastecimento de água, devido a influência da urbanização na recarga dos lençóis freáticos e a possibilidade de cenários de seca. O atual abastecimento vem do leito que possui variação dos volumes de água que, em épocas de seca intensa, pode ser insuficiente.



Figura 32 - Inundação do rio Han, precipitação de 2020. Fonte: South (2016).

Os anos 2000 foram movidos por um discurso pró-sustentabilidade que buscava (re)aproximar o desenvolvimento da cidade com a natureza, sendo a reabilitação do riacho de Cheonggyecheon iniciado por isso (Figura 33). Historicamente, segundo Kim & Jang (2019), o córrego se originava nas montanhas de Bukaksan e Inwangsan, sendo seu fluxo intermitente, ou seja, variável entre períodos secos e chuvosos (Lee & Jung, 2016; Seoul Solutions, 2014). O Cheonggyecheon é subfluente, do Jungnangcheon que deságua no rio Han. O trecho reabilitado não corresponde à área total desse córrego, sendo que uma parte à montante ainda corre embaixo da malha urbana, devido aos custos relativos à aquisição de propriedades privadas ao longo desse trecho. O projeto, com 5,9km de extensão, foi iniciado em 2002 e finalizado em 2005, sendo que o custo varia em torno de 400 milhões de dólares. Ele é um projeto isolado, ou seja, não pertence a um macroplanejamento para bacia hidrográfica (Kim & Jung, 2019; Jeon & Kang, 2019; Ryu & Kwon, 2016).

A escolha desse trecho específico foi devido a localidade, por estar no centro administrativo e comercial da cidade, além do valor histórico que o córrego representava no imaginário da população e do desenvolvimento local. A predominância de uso e ocupação ao longo do trecho de intervenção é da atividade comercial e administrativa do centro da cidade, com algumas industriais manufatureiras remanescentes do período de distrito industrial (Ryu & Kwon, 2016).



Figura 33 - Reabilitação do riacho de Cheonggyecheon. Fonte: Kim & Jung (2019).

Sobre o diagnóstico de risco, a *exposição* não é imediata, logo, foi considerada média. A *sensibilidade* foi acatada como média, já que apenas dois dos aspectos dessa categoria foram trabalhados. Já a *capacidade adaptativa* é baixa, pois nenhum dos aspectos considerados por essa pesquisa foram ressaltados pelo projeto e planejamento urbano que serão discutidos a seguir. Não foi encontrado estudos de vulnerabilidade tanto para a cidade quanto para o projeto.

Quadro 12 - Exposição e sensibilidade, Seul. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa (100-65%)	Média (65-35%)	Alta (35-0%)
<i>Exposição</i>	População	-	-	-
	Bens materiais	-	x	-
<i>Sensibilidade</i>	Infraestrutura	-	x	-
	Edificações	-	-	-
	Equipamentos urbanos	-	-	-
	Sistema viário	-	x	-

Quadro 13 - Categoria espacial, Seul. Fonte: elaborado pela autora.

Caracterização do rio		
Leito	Afluente	Subafluente
-		X
Perene	Intermitente	
-	X	
Trecho de intervenção		
Montante	Médio	Jusante
-	X	-
Degradado		
Sim	Não	
X	-	
Predominância de uso e ocupação		
Moradia	Comércio	Indústria
-	X	X
Institucional	Circulação	Lazer
X	X	X

Recurso								
Fonte de água para consumo						Poluído		
-						X		
Ameaça								
Inundação			Erosão			Seca		
X			-			X		
Interiorana						Costeira		
X						X		
Diagnóstico de risco								
Exposição			Sensibilidade			Capacidade adaptativa		
Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
-	X	-	-	X	-	X	-	-
Estudo de vulnerabilidade								
Local					Projeto			
Sim			Não			Sim		Não
-			X			-		X

5.2.3

Categoria funcional

De modo geral, as estratégias foram estruturais envolvendo a remoção da antiga rodovia, mudança no fluxo do sistema viário e das infraestruturas tradicionais. Além do mais, houve uma mudança na morfologia do canal, com seu alargamento e aprofundamento, em relação ao nível da rua, e no último setor⁷⁷ (Figura 34) um uso mais intenso das infraestruturas verdes como forma de mitigar as temperaturas locais e aumentar a biodiversidade (Kim, 2020), servindo também de área alagável, infiltrando o excesso de águas, do *leito maior*, no período das chuvas.

Sobre as soluções, a restauração foi baseada em um *intervalo de recorrência* de 200 anos (Figura 35), analisado por modelos hidrológicos, sendo a justificativa para isso o fato de córregos adjacentes terem sido projetados para um intervalo de 50 anos. As águas escoadas do entorno que são recolhidas pelo sistema de drenagem, que é conjunto ao de saneamento, ao chegarem no córrego passam por um processo de separação, para que águas mais limpas sejam despejadas no Cheonggyecheon (Seoul Solutions, 2014).

⁷⁷ O projeto possui como conceito três setores: o da *história*, buscando contar a história do riacho ao longo dos anos; o da *cultura*, para demonstrar o período de modernização da cidade; e por fim, o da *natureza* que é a meta para o futuro da cidade (Kim, 2020).



Figura 34 - Setor da natureza, trecho três de intervenção voltados a melhoria da biodiversidade. As colunas foram mantidas para preservar a memória em relação ao passado do riacho. Fonte: Kim (2020).

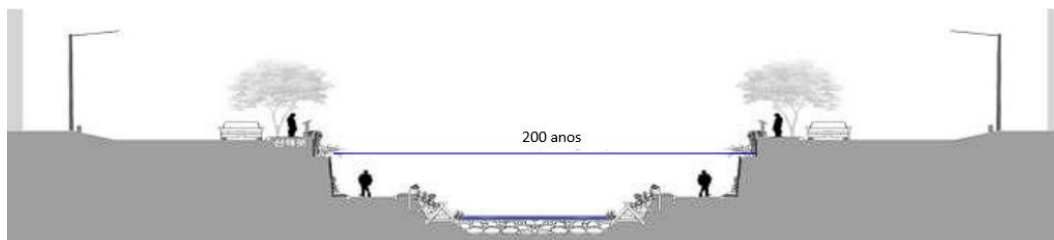


Figura 35 – Corte esquemático para demonstrar o nível máximo de água projetado, considerando o intervalo de recorrência de 200 anos. Fonte: Seoul Solutions (2014), tradução nossa.

Como apontado pela categoria espacial, o Cheonggyecheon é um rio intermitente e essa característica foi ignorada pelo projeto, já que o mesmo criou um cenário artificial de rio perene, em um solo altamente permeável, sendo isso um dos maiores custos do projeto, juntamente com as estratégias de criar e manter o fluxo de água (Lee & Jung, 2016; Seoul Solutions, 2014). Os autores Jeon & Kang (2019) explicam que o fluxo de água é alimentado por dois pontos, demonstrados na Figura 36, o ponto “A” que seriam as águas subterrâneas de túneis de metrô próximos e o ponto “B” com a captação das águas do próprio leito, o Han. Segundo Lee et al. (2018), as águas dos túneis do metrô são as mesmas que são infiltradas pelo solo durante a chuva e que serviriam para a manutenção e recarga do lençol freático,

sendo que este foi explorado até causar o afundamento do solo e, hoje em dia, a maior fonte de abastecimento da região é o rio Han, que também tem uma parte de suas águas utilizado para a criação dessa paisagem, mas que, conforme a figura, volta para o leito, ao desaguar no afluente. De acordo com Lee & Jung (2016), para assegurar que o nível de água se mantivesse constante na paisagem foi construído uma camada impermeável que evita o processo de infiltração, no *leito menor* (Figura 37).



Figura 36 - Pontos de desvios para a criação de manutenção do fluxo de águas do Cheonggyecheon. Fonte: Jeon & Kang (2019), tradução nossa.

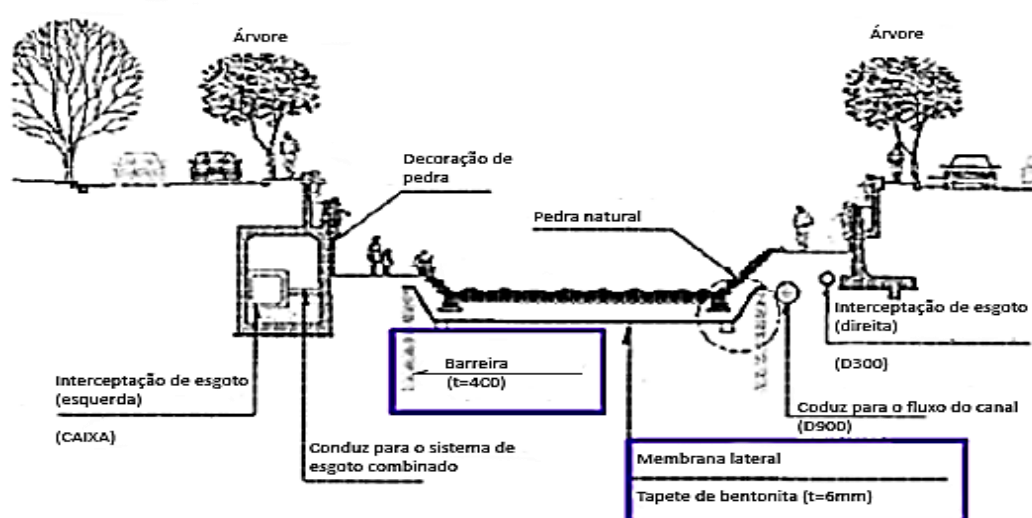


Figura 37 - Corte esquemático da composição e base do canal. Fonte: Lee & Jung (2016), tradução nossa.

O projeto foi visto pelo governo local como uma forma de mudar o perfil de uso e ocupação dessa região a longo prazo. O plano de zoneamento da cidade foi revisto, procurando garantir incentivos para a iniciativa privada doar os lotes do entorno imediato, em troca de construir em maiores gabaritos em uma faixa mais afastada. A ideia é naturalizar o perfil do terreno, futuramente, e aumentar os espaços públicos da cidade conforme é demonstrado na Figura 38 (Seoul Solutions, 2014). Essa estratégia auxiliaria na redução da *exposição* de bens e pessoas ao risco de inundação, voltado ao recuo planejado da categoria de adaptação baseada na função (Adger et al., 2005; Lemos, 2010; Smit & Wandel, 2006). Além disso, pode ser considerada uma medida não-estrutural, sendo institucional, voltada para regulações e leis, colocada pela teoria de adaptação (IPCC, 2014) e vista na Tabela 11, do capítulo 3.

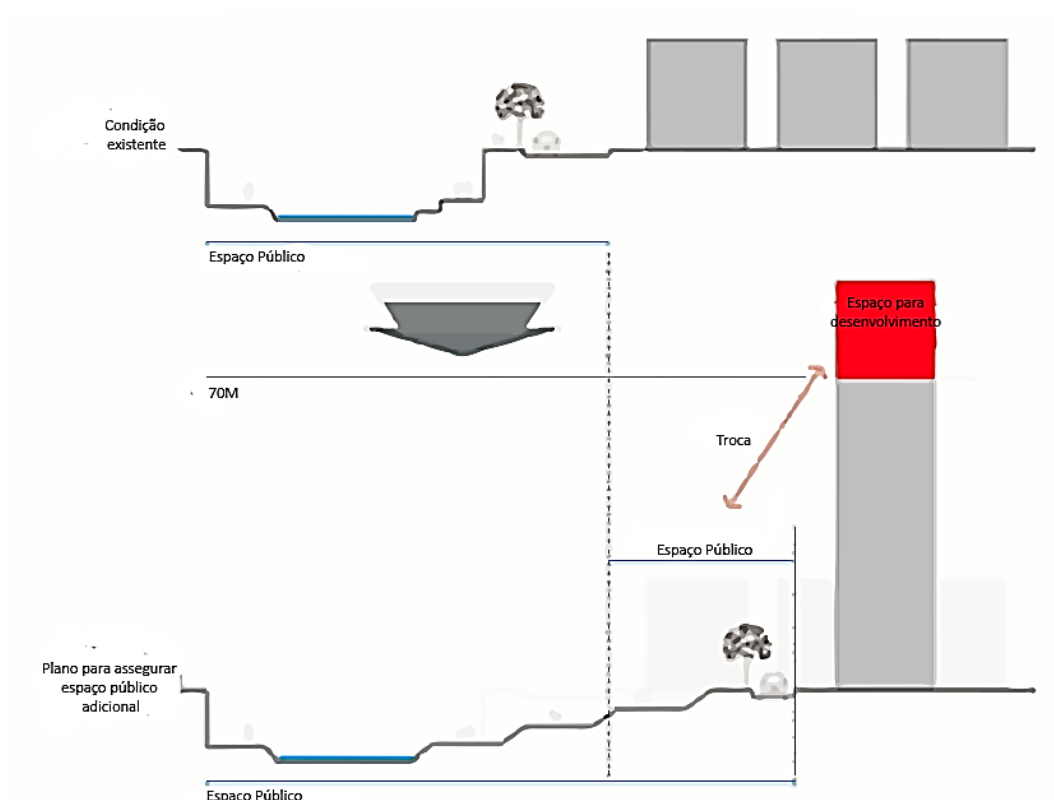


Figura 38 - Mudanças no padrão de uso do solo. Fonte: Seoul Solutions (2014), tradução nossa.

Segundo Seoul Solutions (2014), a população foi envolvida na etapa anterior ao projeto, como forma de consulta popular sobre as expectativas e para traçar as prioridades a serem consideradas, sendo uma delas a inundação, que a fonte cita que pode sofrer interferência da mudança climática, mas que não foi um foco de

projeto e não fica claro se foi considerado nas análises. Em relação ao processo participativo, este foi de informação dada em que não há o envolvimento da população só essa consulta e comunicação. Como visto na teoria, os autores Castán Broto (2017) e Rudge (2021) ressaltam a importância da participação ativa da população principalmente no processo de decisão, buscando a construção de conhecimento e estratégias a partir da integração entre agentes urbanos, fora da esfera governamental.

Em relação ao uso da terra urbana, Ryu & Kwon (2016) discutem que as estratégias utilizadas levaram a valorização do preço da terra urbana. Na fase de projeto e consulta popular, os comerciantes locais tradicionais foram envolvidos e a prefeitura ofereceu incentivos, como a facilitação de financiamentos, para que eles fossem relocados para outras localidades como, por exemplo, um shopping na região Sul da cidade. Contudo, o preço inicialmente estipulado para que eles mudassem seus comércios não foi mantido, além disso, alguns dos que ficaram no centro da cidade, com a valorização do preço da terra, não conseguiram manter seus comércios, o que resultou em um processo de gentrificação⁷⁸. Ainda segundo os autores (Ryu & Kwon, 2016), e como colocado pelo aporte teórico, a gentrificação é contrária a sustentabilidade e a resiliência urbana (UN-Habitat, 2020).

De modo geral, pelos autores pesquisados, ainda que em uma análise menos profunda, ou naqueles com um foco maior no projeto de Seul, percebe-se que é um projeto polêmico por possuir duas vertentes de críticas, a favor (Kim, 2020; Herzog, 2013) e contra (Jeon & Kang, 2019; Kim & Jung, 2019; Lee & Jung 2016) que de certa forma se complementam, por ressaltarem diferentes questões, soluções e características de projeto; sendo que todos convergem para o mesmo ponto, o da paisagem criada. A Tabela 1, apresentada por essa pesquisa, relaciona algumas abordagens utilizadas para projetos em rios urbanos (Vérol, 2013). O Cheonggyecheon é classificado geralmente como uma *restauração* (Jeon & Kang, 2019; Kim & Jung, 2019; Ryu & Kwon, 2016), que pela teoria seria uma volta a uma condição anterior a da urbanização, sendo isso impossível e indesejado, por ser parte de um sistema socioecológico (Benhard & Palmer, 2007). Todavia, as discussões dos autores (Jeon

⁷⁸ Conforme colocado anteriormente, a gentrificação é um processo que resulta da valorização do preço da terra que leva a população de baixa renda a ocupar espaços mais afastados ou ainda áreas de risco. Se esse processo ocorre devido a medidas ditas verdes ou ainda por ações climáticas, pode se utilizar o termo gentrificação verde.

& Kang, 2019; Kim & Jung, 2019; Ryu & Kwon, 2016) aproximam-se do entendimento de *reabilitação*, por considerarem o fator social e urbano do entorno. Já Kim (2020) utiliza o termo *reconstrução*, voltando-se a definição utilizada na *revitalização*, que seria uma recuperação da funcionalidade de um rio, sem considerar o sistema fluvial como um todo (Vérol, 2013).

Pelas soluções apresentadas para o riacho até aqui, o projeto não condiz à uma *reabilitação*, por não haver uma consideração de suas características naturais. Já a definição de Kim (2020) é próxima da realidade de projeto, que é uma ação isolada e não replicável. No entanto, a recuperação da funcionalidade de um rio, como visto no aporte teórico, remete as suas funções, elementos, características, processos e fluxos naturais, como por exemplo, os componentes bióticos e abióticos (Palmer et al., 2009; Herzog, 2013). Sendo assim, a funcionalidade do rio foi parcialmente desconsiderada pelo projeto, como a permeabilidade do canal e o fluxo de água original, sendo ele intermitente. Assim, essa pesquisa considera o projeto como uma *criação*, sendo esta abordagem classificada como um recurso ou condição artificial, criados a partir de ações antrópicas (Vérol, 2013).

A princípio, o projeto corresponde ao seu objetivo, já que reduz ou ainda evita o risco de inundação, considerando o cenário atual. No entanto, tem uma questão que não é clara em nenhum dos materiais e artigos encontrados sobre o riacho, que é em relação ao fluxo natural de águas, se ele ainda existe ou se a urbanização nos trechos à montante degradou sua nascente. Por exemplo, considerando a paisagem criada e que é um rio intermitente, quando chove o fluxo de água natural do córrego aparece e se junta com a artificial? Os autores Jeon & Kang (2019) ressaltam, por exemplo, uma possibilidade de restaurar o córrego desde sua nascente até a área de projeto, retomando o fluxo natural que, segundo eles, ainda corre embaixo da malha urbana. A partir dessa colocação, entende-se que sim, o fluxo de água existe, porém é incerto como ele flui, se ele se junta ao fluxo criado, dobrando o volume de água que correria naturalmente ao longo do canal.

A partir dessa discussão, considerando o risco de inundação e o fator de incerteza da mudança do clima, que também pode alterar o fluxo de água nos rios, essa pesquisa não considera o projeto indiretamente adaptado à mudança climática. A teoria de *adaptação* ressalta que ações que perdem a conexão com elementos que compõem o contexto local podem resultar em más adaptações, exacerbando riscos de outras áreas (Adger et al., 2005). Assim, como no caso-referência anteriormente

apresentado, o projeto não possui visão sistêmica, holística e multiescalar, podendo gerar danos residuais (Adger et al., 2005; Smit & Wandel, 2006), sendo que isso é contrário a resiliência urbana (Rosenzweig et al., 2018). Esses danos residuais, nesse caso, poderiam contribuir com o risco de inundação em algum outro trecho à jusante da bacia hidrográfica.

Foram aproximadamente 400 milhões de dólares investidos, portanto, um custo considerado alto. O Banco Mundial (WB, 2015) coloca o custo em 323 milhões, sendo desse total 84,13 milhões era o valor destinado ao que seria a renovação da antiga rodovia. Além disso, todo o financiamento foi público envolvendo o governo local e regional. Os autores Lee & Jung (2016) fizeram uma análise de custo-benefício para o projeto e a conclusão não é positiva. Alguns dos pontos ressaltados pelos autores foi a desconsideração pelas características do rio e as formas mais simples de (re)naturalização do mesmo, gerando um custo de manutenção muito alto para manter o fluxo de água criado.

Quadro 14 – Custo de projeto, Seul. Fonte: elaborado pela autora.

Custo (US\$)		
Baixo (0,5-10)	Médio (11-50)	Alto (50+)
-	-	x

Quadro 15 - Categoria funcional, Seul. Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 10 – Categoria funcional, Canal 1. Fonte: elaborado pela autora.				
Tipo de solução				
Estrutural			Não estrutural	
X			X	
Remoção			Modifica o canal de escoamento	
Propriedade	Infraestrutura		Sim	Não
X	X		X	-
Tipo de ação				
Isolada			Planejada	
X			-	
Replicável			Não Replicável	
-			X	
Integração				
Governo	Privado	Organizações	Comunidade	Academia
X	-	-	-	-
Esferas de planejamento				
Nacional		Regional		Local
-		X		X
Resultados				
Corresponde			Não-corresponde	
X			-	
Mudança Climática				
Adaptação			Atuação	
Sim	Não		Direta	Indireta
-	X		-	-

Econômico				
Plano orçamentário			Custo	
Sim	Não	Alto	Médio	Baixo
X	-	X	-	-

5.2.4

Categoria ambiental

Os ganhos ambientais da área são positivos à resiliência urbana, pois retomou biodiversidade, reduziu a ilha de calor e melhorou a qualidade do ar (Herzog, 2013), sendo estas vistas como um dos grandes problemas da capital pelo plano de resiliência da mesma (Seoul Metropolitan Government, 2019). As estratégias para melhoria das condições ambientais voltam-se para soluções híbridas, ou seja, cinza, verde e azul. As verdes-azuis consistem no plantio da vegetação ripária, principalmente no setor três e de conexão com o afluente, que serve como bacia de inundação. A partir disso, houve o aumento da biodiversidade e melhoria das condições ambientais da área. A qualidade da água é considerada boa, já que o fluxo criado passa por alguns pontos de tratamento. Os aspectos geomorfológicos não foram considerados, sendo um canal de escoamento artificial. Por fim, a planície de inundação é parcialmente restaurada, já que houve a diminuição das faixas de rolamento e o aumento do que seria o *leito maior* do córrego, todavia, os dois primeiros trechos e o canal de escoamento possuem um predomínio de materiais impermeáveis e o solo da região, segundo Lee & Jung (2016), tem uma permeabilidade alta.

Quadro 16 - Categoria ambiental, Seul. Fonte: elaborado pela autora.

Medidas ambientais					
Despoluição		Reflorestamento		Plantio	
X		-		X	
Aspectos restaurados					
Biodiversidade		Fluxo de águas		Qualidade da água	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
X	-	-	X	X	-
Geomorfologia		Planícies de inundação		Bacias de inundação	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
-	X	X	-	X	-
Permeabilidade			Vegetação ripária		
Sim		Não		Não	
-		X		-	

5.2.5

Fator condicionante

Sobre a análise do fator condicionante, a matriz referente a ela pode ser observada no apêndice II. Dentre os fatores analisados, tem-se que esse caso não produz fatores multiplicadores negativos, o que é positivo para a resiliência do sistema. Sobre o incentivo à construção, como visto, a intervenção é alinhada a um planejamento futuro, mas esse incentivo é fora de uma faixa sob ameaça previsível. Já sobre o incentivo de uso de transporte particular, a atual solução buscou limitar esse uso nessa região, reduzindo as faixas de rolamento, o que auxilia nas medidas de mitigação, pela redução da emissão de GEE, porém, é uma ação isolada, o que pode não resultar em um efeito global. Assim sendo, as soluções adotadas reagem a um acontecimento passado e não consideram o cenário futuro.

Com relação aos *benefícios sociais*, pelo fator de incerteza em relação às ações adotadas, considerando a mudança climática e a mitigação do risco de inundação, a categoria exposição foi considerada negativa, pela possibilidade da ampliação do risco a partir das soluções adotadas, porém, essa discussão não possui evidências. A sensibilidade com as ações adotadas é reduzida. Já a capacidade adaptativa não interfere. Todas as categorias consideradas possuem uma abrangência de fator único. Como é uma ação isolada, em relação aos outros fatores potencializadores, esse caso não se aplica. As avaliações negativas nas categorias de abordagem entre escalas da cidade e da região e abordagem integrada entre formas, fluxos e atividades, na análise dos fatores potencializadores foram avaliadas como negativa, pela possibilidade da ampliação da exposição.

Já sobre os *benefícios ambientais*, as soluções possuem uma abrangência positiva, principalmente considerando a promoção da biodiversidade, que auxilia na redução de exposição e sensibilidade. As duas categorias possuem múltiplas estratégias, todavia, sem considerar uma visão multiescalar.

5.3

Reabilitação do Estero de Paco, Manila, Filipinas

5.3.1

Contexto

A cidade de Manila é a capital das Filipinas e, segundo WPR (2021), possui uma população de 1,78 milhões e concentra a maior atividade econômica da região em que se insere, com o comércio, turismo, indústria e área portuária. A cidade faz parte de uma região chamada de Metro Manila⁷⁹ (Figura 39), formada por 16 cidades, que ao todo possui uma estimativa populacional de 14 milhões e é considerada uma das áreas mais adensadas do mundo, ou seja, com a maior quantidade de habitantes por quilômetro quadrado.



Figura 39 – Imagem aérea da região de Metro Manila e os principais rios. A linha em amarelo representa o rio Pasig que se conecta com a Baía de Manila (a esquerda) e a lagoa Baía de Laguna (a direita); e a laranja o rio Marikina. A localização evidenciada em azul na imagem é o distrito de Paco. Fonte: Google Earth⁸⁰, adaptado pela autora.

De acordo com um estudo realizado sobre as condições de resiliência climática de Metro Manila (Shaw et al., 2010) e do relatório de vulnerabilidade do Banco

⁷⁹ A classificação de megacidade é dada por essa formação regional.

⁸⁰ Acesso em: 01 mar. 2022.

Mundial (Ahmed et al., 2010), esta região é vista como uma das mais expostas (da região asiática) às ameaças climáticas, como ao aumento da frequência e intensidade de tempestades tropicais, ciclones tropicais e da elevação do nível do mar, que pode exacerbar o risco de inundação, ao qual já é propensa por estar em uma área LECZ. Além desse fator geográfico, Manila também é considerada por Nicholls et al. (2008) uma cidade delta que, conforme ressaltado na discussão teórica dessa pesquisa, possui uma complexidade de processos que resultam na formação dessas planícies (Christofoletti, 1981). No entanto, nenhum dos relatórios, planos e artigos encontrados para a região fazem menção a essa questão e a urbanização das cidades torna difícil a visualização dos deltas.

A exposição supracitada resulta da alta concentração de bens e pessoas em áreas de risco (como ao longo do sistema ribeirinho) que, por sua vez, decorreu da rápida urbanização dessa região, que foi impulsionada nas últimas décadas, momento em que o planejamento urbano acompanhou esse súbito crescimento. Além dessa exposição, os outros desafios para se adaptar às condições climáticas são considerados a desigualdade socioeconômica, a baixa condição dos assentamentos urbanos e das infraestruturas, o afundamento do solo (decorrente da exploração de águas subterrâneas para o consumo)⁸¹, e a degradação dos ecossistemas do território (Ahmed et al., 2010; Shaw et al., 2010). Pela discussão teórica dessa pesquisa, por ser uma cidade delta, pode haver uma perda carga detrítica que formas as planícies, contribuindo também com o afundamento do solo (Nienhuis et al., 2020).

O sistema fluvial é colocado como um dos principais fatores que elevam o risco de inundação, isso devido às ações antrópicas ocorridas ao longo do desenvolvimento urbano, tais como o desflorestamento, a ocupação e a impermeabilização das áreas marginais, o que levou a perda das áreas de retenção e infiltração natural. Combinado a isso, a falta de gestão de resíduos sólidos aumenta esse risco, pois o lixo gerado pelos domicílios, comércio e indústria cria uma barreira para o escoamento do fluxo de água ao longo do canal, onde alguns trechos estão embaixo da malha urbana⁸² (Ahmed et al., 2010; Shaw et al., 2010).

⁸¹ Segundo Ahmed et al. (2010), a exploração foi proibida. Assim, atualmente, de acordo com a companhia de águas local (MWSS, 2021), o fornecimento de água da região é feito por represas das áreas adjacentes à metropolitana. No entanto, é uma cidade que se desenvolveu ao redor de um recurso hídrico, não só os rios, mas também lagoas. Logo, a falta de segurança hídrica da cidade, pode ter como um dos elementos a influencia, a urbanização, que degradou uma possibilidade de fonte de consumo.

⁸² Os autores Ahmed et al. (2010) colocam que os trechos que desapareceram podem totalizar 21km.

Os autores Ahmed et al. (2010) colocam que as condições de vulnerabilidade da cidade de Manila ao risco de inundação podem ser observadas na tempestade tropical de 2009 (Figura 40), onde o nível da água atingiu 7 metros inundando 80% da cidade, afetando a população (entorno de 300 mil pessoas desabrigadas) e bens expostos. Segundos os autores, se Manila não se adaptar ao cenário climático, a área de inundação urbana aumentará em 42% até 2050, afetando 2,5 milhões de pessoas. Nesse mesmo cenário, considerando a infraestrutura atual e as altas emissões de GEE, os custos⁸³ relacionados aos impactos climáticos podem chegar a 1,5 bilhões de dólares.



Figura 40 – Rio Pasig e a inundação de 2009 em Manila. Fonte: Philippines (2009).

O rio Pasig, com 27km de extensão, é o principal leito que corta a cidade e a região de Metro Manila, e seus afluentes e subafluentes, são chamados de *esteros*, sendo diversos tributários espalhados pela cidade. Em 1999 foi criada uma “Comissão de Reabilitação da Bacia de Pasig”, responsável pela recuperação da área vicinal na região de Metro Manila. O foco das ações era de melhoria da qualidade da água para classe C, pois hoje o sistema fluvial é classificado como morto e na primeira classificação seria possível o desenvolvimento de vida aquática, terrestre e poderia ser utilizado para fins recreacionais. As ações focadas somente no rio

⁸³ Atualmente os danos causados pelas inundações geram custos principalmente relacionado a propriedades. A média de valores não foi informada (Ahmed et al., 2010).

principal não atingem o objetivo da reabilitação, sendo necessário melhorar a qualidade dos esteros (ADB, 2010; Bringula et al., 2014; Clemente, 2020; Porio, 2011).

Segundo o Banco de Desenvolvimento Asiático (ADB, 2010), o projeto de recuperação tem um custo total aproximado de 150 milhões de dólares. As ações para a reabilitação da bacia são de modo geral: (1) expandir o sistema sanitário com tratamento de esgoto domiciliar e industrial; (2) melhoria da oferta de coleta de resíduos e reciclagem nas comunidades residentes nas margens dos rios; (3) revisão de políticas urbanas para uma revisão do zoneamento de áreas ambientais da cidade, isso com estudos conjuntos com políticas de reassentamento; (4) melhorar as políticas de monitoramento e regulação ambiental; e (5) melhorar e monitorar a qualidade da água. Um ponto específico, citado nesse relatório, é a reabilitação dos esteros para a prevenção de inundações.

Em 2010, foi lançado pelo Departamento do Meio Ambiente e Recursos Naturais do governo das Filipinas (DENR⁸⁴, 2021) o programa “Adote um Estero”, que incentiva o envolvimento de parcerias de governos locais e iniciativa privada para a melhoria da condição ambiental da Baía de Manila. Aliado a esse programa, há o grupo local denominado de “Guerreiros do Rio”, que é formado por moradores voluntários que ajudam na limpeza e monitoram o descarte de resíduos sólidos nos rios (Clemente, 2020). A Comissão, segundo mídias locais (Valente, 2019), foi dissolvida e substituída em 2019 pela “Força Tarefa de Baía de Manila”. O último relatório apresentado pela Comissão (PRRC, 2014) mostra que, naquele ano, Manila reabilitou sete esteros da cidade: (1) Estero de Aviles; (2) Estero de Balete; (3) Estero de Concórdia; (4) Estero de Sampaloc; (5) Estero de San Miguel; (6) Estero de San Sebastian; e (7) Estero de Valencia; sendo que o projeto piloto para essas reabilitações foi o Estero de Paco.

5.3.2 Categoria espacial

O Estero de Paco é um afluente do rio Pasig, localizado próximo a foz, portanto, à jusante da bacia hidrográfica, com 2,26km de extensão, localizado no distrito de mesmo nome (Figura 41). A data do início do projeto é incerta, mas a partir das observações dos relatórios de desempenho das ações de reabilitação da bacia

⁸⁴ *Department of Environment and Natural Resource.*

do Pasig (PRCC, 2010; 2011; 2012; 2013), pode-se concluir que teve início em 2009 e seu fim foi em 2012. O projeto atingiu aproximadamente 9 mil moradias e 38 mil pessoas e consistiu na criação de um parque linear na margem do rio, ações de recuperação da qualidade da água para atingir a classe C e medidas para reduzir os riscos de inundação.

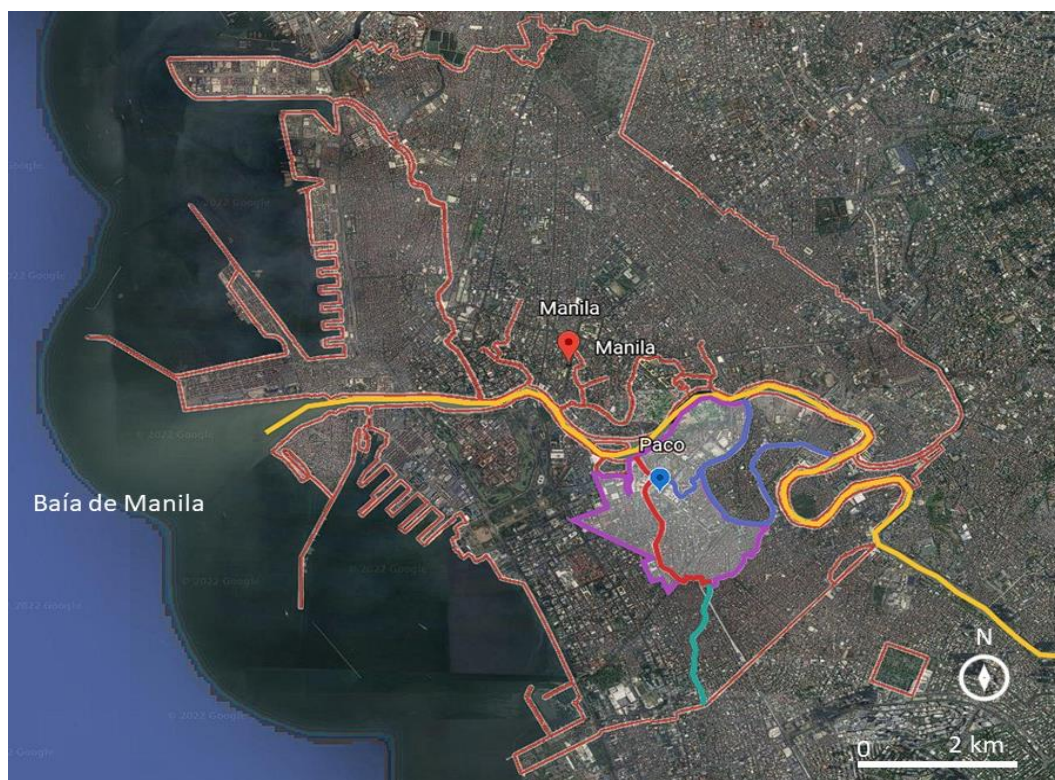


Figura 41 - Localização do distrito de Paco, na cidade de Manila; e marcação dos esteros de seu entorno. A linha em vermelho é o Estero de Paco, abaixo em verde o Estero de Gallina e o acima, evidenciado em lilás, é o Estero de Pandacan. Fonte: Google Earth⁸⁵, adaptado pela autora.

Assim como parte da cidade, o distrito de Paco foi formado pelo súbito crescimento urbano que o planejamento não acompanhou, resultando em áreas informais e carentes de infraestrutura. É uma área predominantemente residencial, mas que possui atividades comerciais, como um dos maiores mercados públicos da cidade (Figura 43), além de escolas e indústrias (Clemente, 2020). O estero, nesse processo de urbanização, foi se transformando em um recurso degradado, com suas águas como destino dos resíduos sólidos das moradias e das atividades locais, se tornando vetor de doenças pela sua baixa qualidade, contaminada pelos lixos e

⁸⁵ Acesso em: 01 mar. 2022.

resíduos tóxicos, sendo que o lixo é considerado fator agravamento do risco de inundação (Clemente, 2020; Bringula et al., 2014).

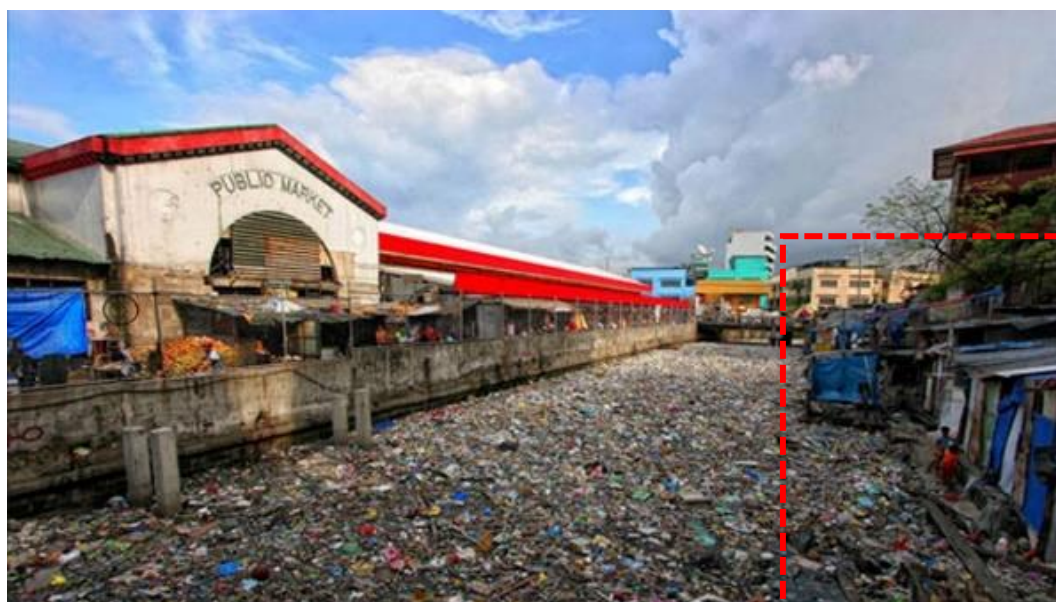


Figura 42 - Trecho do mercado de Paco antes da reabilitação. Fonte: Rappler⁸⁶, adaptado pela autora.



Figura 43 – Trecho do mercado de Paco depois da reabilitação. Fonte: Rappler⁸⁷.

De certa forma, pode-se considerar que esse e outros afluentes da cidade são trechos degradados que influenciam na condição do leito. A escolha desse trecho

⁸⁶ Disponível em: <www.rappler.com/nation/bringing-back-the-esteros-to-mitigate-floods-in-manila>. Acesso em: 29 abr 2021.

⁸⁷ Disponível em: <www.rappler.com/nation/bringing-back-the-esteros-to-mitigate-floods-in-manila>. Acesso em: 29 abr 2021.

específico para iniciar a implementação de ações pode não possuir uma relevância em relação a bacia hidrográfica, pela condição ambiental ser a mesma dos outros, que, como colocado anteriormente, é um fator regional a ser recuperado. Como *recurso* a água é imprópria para o consumo e como *ameaça* além da inundação (Clemente, 2020), também pode oferecer um risco de erosão (Bringula et al., 2014).

As planícies de inundação estão totalmente ocupadas por construções (Figura 44), resultando em áreas impermeabilizadas e sem nenhum elemento que as compõem. Além disso, antes da implementação do projeto, havia também construções localizadas dentro do canal de escoamento, como pode ser observado na figura esquerda acima, o que aumentava a exposição desses habitantes ao risco (Bringula et al., 2014). Durante a implementação do projeto, foram removidos e reassentados alguns moradores informais das margens e aqueles localizados dentro do canal, totalizando 3114 moradias (PRRC, 2012).

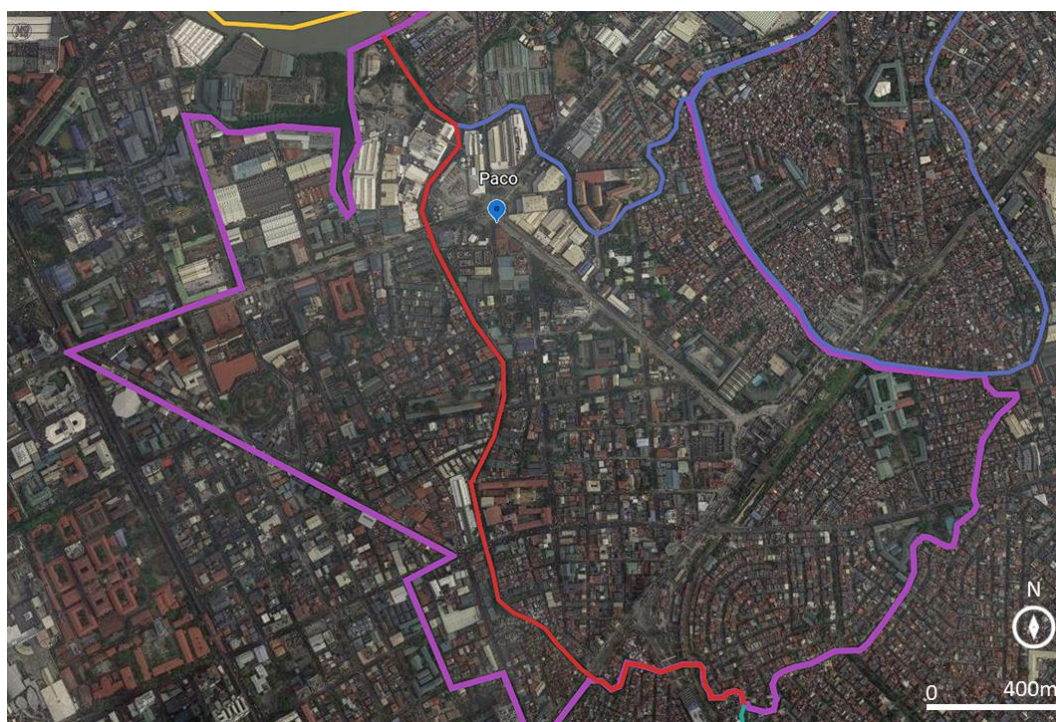


Figura 44 - Ocupação urbana atual ao redor do Estero de Paco. A linha em rosa é o limite do distrito de Paco. A linha em vermelho representa o percurso do estero. Já a linha em lilás, o estero de Pandacan. Fonte: Google Earth⁸⁸, adaptado pela autora.

Considerando a mancha urbana de ocupação das áreas marginais, esse total de remoções, apesar de ter movido pessoas em maiores condições de risco, não

⁸⁸ Acesso em: 30 nov. 2021.

influencia no deslocamento da população e bens expostos pelo adensamento da região, assim, considera-se a *exposição* alta. A *sensibilidade* também pode ser considerada alta, já que as ações se voltam em maior parte para as infraestruturas sanitárias, e verde para melhoria da condição ambiental das águas. O risco de inundação e erosão foram pontos secundários ao foco de projeto e, além disso, durante a elaboração da pesquisa, não foi encontrado um estudo de vulnerabilidade para sua implantação, somente o estudo do Banco Mundial (Ahmed et al., 2010) realizado posteriormente ao seu início e como foco a cidade de Manila e não o distrito de Paco.

Já a *capacidade adaptativa* foi considerada baixa, pois apenas dois dos aspectos do Quadro 18 foram considerados. Houve o estabelecimento de redes e relações entre indivíduos e grupos com a criação do grupo “Guerreiros do Rio”. Segundo Bringula et al. (2014), as ações desse grupo para o monitoramento requerem fundos, que são disponibilizados pela iniciativa privada em uma ação conjunta com as comunidades.

Quadro 17 - Exposição e sensibilidade, Manila. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa (100-65%)	Média (65-35%)	Alta (35-0%)
<i>Exposição</i>	População	-	-	x
	Bens materiais	-	-	x
<i>Sensibilidade</i>	Infraestrutura	-	-	x
	Edificações	-	-	-
	Equipamentos urbanos	-	-	-
	Sistema viário	-	-	-

Quadro 18 - Capacidade adaptativa, Manila. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa	Média	Alta
<i>Capacidade adaptativa</i>	Rede e relações entre indivíduos e grupos	x	-	-
	Rede de infraestrutura e social	-	-	-
	Disseminação de informação	-	-	-
	Acesso à recursos econômicos	x	-	-
	Acesso à tecnologia	-	-	-
	Estabilidade e fortalecimento das instituições	-	-	-

Quadro 19 - Categoria espacial, Manila. Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 18 – Categoria Espacial, Mananciais: Fonte: elaborado pela autora.								
Caracterização do rio								
Leito			Afluente			Subafluente		
-			X			-		
Perene			Intermitente					
X			-					
Trecho de intervenção								
Montante			Médio			Jusante		
-			-			X		
Degradado								
Sim			Não					
X			-					
Predominância de uso e ocupação								
Moradia			Comércio			Indústria		
X			X			X		
Institucional			Circulação			Lazer		
X			X			X		
Recurso								
Fonte de água para consumo						Poluído		
-						X		
Ameaça								
Inundação			Erosão			Seca		
X			X			-		
Interiorana						Costeira		
X						X		
Diagnóstico de risco								
Exposição			Sensibilidade			Capacidade adaptativa		
Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
-	-	X	-	-	X	X	-	-
Estudo de vulnerabilidade								
Local					Projeto			
Sim					Não			
X					-			
					X			

5.3.3 Categoria funcional

As soluções estruturais do projeto foram a melhoria das infraestruturas de saneamento e a criação das ilhas de aeração (Figura 45). Sendo o último, o principal elemento de recuperação da qualidade de água, que funciona como um jardim flutuante e faz o uso de espécies naturais com capacidade de absorção de diferentes poluentes como pesticidas e solventes, além de resíduos das moradias e indústrias. Segundo Clemente (2020), a qualidade da água ainda não está na classe C, apresentando resultados diferentes entre os períodos secos e chuvosos, no entanto, algumas vezes na semana, o estero pode ser classificado como saudável. Ademais, de acordo com PRRC (2013), foram construídos “mini” *wetlands* para auxiliar na drenagem do canal.

Já as medidas não-estruturais podem ser consideradas a criação da rede de monitoramento da condição ambiental dos esteros, que auxiliou em uma mudança

de comportamento pelos habitantes da região, em relação ao descarte de resíduos, que contribuía com as inundações (Clemente, 2020). Vale ressaltar que essas soluções foram replicadas em reabilitações posteriores a essa, fazendo parte de um planejamento macro para a Bacia do Rio Pasig. A partir das medidas adotadas, tanto estruturais quanto não-estruturais, não houve impactos de inundação na área.



Figura 45 - Ilhas de aeração no Mercado de Paco. Os *wetlands*, que o relatório de desempenho se refere são essas camadas de margem vegetada, destacadas em vermelho, construídas para auxiliar na infiltração e redução de poluentes que chegam às águas. Fonte: Biomatrix Water⁸⁹, adaptado pela autora.

Como colocado anteriormente, alguns moradores foram reassentados e, de acordo com Bringula et al. (2014), essas pequenas áreas de margem liberadas, passaram por uma naturalização (Figura 46) e foram construídos muros de retenção como forma de proteção da área vicinal ao risco de erosão e para inibir ocupações futuras (Figura 47).

Apesar de políticas de reassentamento não serem foco dessa pesquisa e a questão relativa aos problemas de habitação ser uma discussão complexa por si só, vale ressaltar esse ponto, já que reabilitações podem envolver esse tipo de ação. Com isso, o plano de 1999 para a bacia do rio Pasig aponta uma integração das reabilitações com as políticas de reassentamento, e esse ponto parece ter tido uma controvérsia. Segundo Bringula et al. (2014), houve o envolvimento de setores específicos do governo para essas remoções, todavia, os moradores achavam que era uma condição temporária durante a etapa de obra e não uma medida permanente. Além disso, eles foram reassentados para outra região, conforme pode ser visto na

⁸⁹ Disponível em: <www.biomatrixwater.com/active-island-reactors/> Acesso em: 29 abr. 2021

Figura 48, saindo de Manila para Laguna. Os entrevistados pelos autores colocam que geralmente os reassentados voltam a ocupar os esteros depois de um tempo, o que talvez possa ter influência da localidade para onde eles estão sendo removidos.



Figura 46 - Naturalização do afluente. Fonte: Rappler⁹⁰.



Figura 47 - Remoção de propriedades e reabilitação das margens. Antes e depois do trecho Quirino a Ponte Pedro Gil. A linha em vermelho representa as habitações removidas. Fonte: Pasig River Watch⁹¹, adaptado pela autora.

De modo geral, as soluções e decisões em torno do Estero de Paco ocorrem de “cima para baixo”, sendo o envolvimento com outros agentes urbanos limitado. Por exemplo, a iniciativa privada é um facilitador das implementações, já a comunidade foi parcialmente envolvida, sendo realizado alguns workshops para o treinamento do grupo “Guerreiros do Rio”, que contou com 481 pessoas que auxiliaram

⁹⁰ Disponível em: <www.rappler.com/nation/bringing-back-the-esteros-to-mitigate-floods-in-manila>. Acesso em: 29 abr. 2021.

⁹¹ Disponível em: <pasigriverwatch.wordpress.com/2011/03/10/updates-on-pasig-river/>. Acesso em: 29 abr. 2021

na elaboração das etapas de projeto e monitoramento posterior do estero (Bringula et al., 2014; PRCC, 2010).



Figura 48 – Relação do distrito com a cidade dos reassentamentos da reabilitação do Estero de Paco. Fonte: Google Earth⁹², adaptado pela autora.

O aporte teórico dessa pesquisa ressalta a importância da governança visando o envolvimento e integração com abrangência além da esfera governamental, integrando a comunidade e outros agentes urbanos (Rosenzweig et al., 2018; UN-Habitat, 2020) no processo de conservação do recurso (Gouveia et al., 2019), na construção da resiliência urbana (Meerow & Newell, 2019), visando ações a longo prazo (Rosenzweig et al., 2018), e evitando processos excludentes e contrários à sustentabilidade urbana (UN-Habitat, 2020).

O projeto, assim como os outros casos-referências apresentados até aqui, não é uma ação de *adaptação*, sendo assim, desconsiderou as ameaças climáticas para essa localidade. Manila é uma cidade costeira, ribeirinha (delta) e LECZ que, como visto no capítulo 2, pode ter o fator geográfico como um agravante de risco (Li et

⁹² Acesso: 01 mar. 2022.

al., 2015; McGranahan et al., 2007). Sendo assim, o risco de inundação é exacerbado não só pelo sistema fluvial, mas também pela área costeira da cidade. O aumento do nível do mar pode aumentar o fluxo das águas do leito e consequentemente dos tributários, ou ainda, influenciar na condição ambiental das águas dos rios, já que como consequência pode salinizar as águas desse ecossistema (IPCC, 2014), sendo a qualidade das águas o foco do projeto.

Considerando o cenário atual, as medidas adotadas correspondem aos objetivos de projeto para a redução do risco de inundação. Todavia, em relação aos cenários futuros, o resultado é incerto. Por exemplo, os autores Ahmed et al. (2010) analisaram um plano de 1990⁹³ para redução de inundação na bacia hidrográfica. Dentre as medidas citadas, uma delas seria a melhoria do escoamento das águas ao longo do canal, que de certa forma bate com o objetivo da Comissão de 1999. Os autores realizaram modelos hidrológicos (para a BH) para verificar se haveria uma redução efetiva do risco de inundação, considerando diferentes cenários climáticos com e sem a implementação desse plano. Assim, os resultados mostraram que, caso essa solução citada acima seja minimamente implantada, haveria uma pequena redução do risco de inundação. No entanto, considerando o pior cenário climático analisado, só essa medida não seria o suficiente, ressaltando a integração com outras estratégias para uma redução efetiva. A discussão realizada por eles como estratégia de *adaptação* se dá em torno das infraestruturas cinzas, voltando-se ao controle de inundação que, segundo Liao (2014), contrapõe-se a adaptação de inundação, já que esta associa-se a ideia de tolerância das águas no ambiente urbano. Logo, como já discutido, o ideal seriam as soluções híbridas, buscando opções da engenharia junto com a recuperação dos elementos que constituem uma bacia hidrográfica (Kabish et al., 2017). Esses elementos são apontados por Guerrero et al. (2018) como mais efetivos para a redução de inundação, já que buscam garantir processos e fluxos naturais.

Por fim, o custo total do projeto voltado a bacia hidrográfica é de 150 milhões de dólares, com base em um início de plano orçamentário elaborado pelo Banco de Desenvolvimento Asiático (ADB, 2010). Os dados de custo referentes só ao Estero de Paco não foram encontrados, nem nos relatórios anuais da Comissão.

⁹³ Não foi encontrado por essa pesquisa e o nome do mesmo não foi citado pelos autores.

Quadro 20 - Categoria funcional, Manila. Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 23 – Categoria funcional, Matriz 1. Fonte: Elaborado pela autora.				
Tipo de solução				
Estrutural		Não estrutural		
X		X		
Remoção		Modifica o canal de escoamento		
Propriedade	Infraestrutura	Sim	Não	
X	-	-	X	
Tipo de ação				
Isolada		Planejada		
-		X		
Replicável		Não Replicável		
X		-		
Integração				
Governo	Privado	Organizações	Comunidade	Academia
X	X	X	X	-
Esferas de planejamento				
Nacional		Regional		Local
X		X		X
Resultados				
Corresponde		Não-corresponde		
X		-		
Mudança Climática				
Adaptação		Atuação		
Sim	Não	Direta	Indireta	
-	X	-	-	
Econômico				
Plano orçamentário		Custo		
Sim	Não	Alto	Médio	Baixo
X	-	-	-	-

5.3.4

Categoria ambiental

As medidas adotadas possuem como foco a despoluição do ecossistema, auxiliadas pelo plantio de espécies que auxiliam a filtrar os poluentes, além das medidas de conservação com o envolvimento de voluntários das comunidades para a manutenção das ações implementadas. Logo, auxiliou no aumento da biodiversidade local, no melhoramento do fluxo das águas e, à longo prazo, pelas discussões realizadas por Clemente (2020), parece que pode ter resultados positivos em relação a melhoria da qualidade da água. Já à curto prazo reduziu os riscos de inundação.

Entretanto, colocando como foco as inundações, os elementos que constituem uma bacia hidrográfica foram parcialmente contemplados. Em alguns trechos, como o da Figura 46, parece haver áreas com uma melhoria na permeabilidade e da recuperação da vegetação ripária que, de acordo com Gorski (2010), auxiliam no processo de infiltração e retenção de água, além da proteção solo, evitando erosão. Porém, outros elementos associados à fase global de inundação, descritas por Cristofolletti (1981), tal como a criação de uma bacia de inundação ou ainda a

recuperação da planície de inundação, não foram implantadas. Além deles, os elementos geomorfológicos não são citados e trata-se de uma cidade delta.

Quadro 21 - Categoria ambiental, Manila. Fonte: elaborado pela autora.

Medidas ambientais					
Despoluição		Reflorestamento		Plantio	
X		-		X	
Aspectos restaurados					
Biodiversidade		Fluxo de águas		Qualidade da água	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
X	-	X	-	X	-
Geomorfologia		Planícies de inundação		Bacias de inundação	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
-	X	-	X	-	X
Permeabilidade			Vegetação ripária		
Sim		Não		Sim	
X		-		X	

5.3.5

Fator condicionante

Sobre a análise do fator condicionante, a matriz referente a ela pode ser observada no apêndice III. Dentre os fatores analisados, esse caso não produz fatores multiplicadores negativos, o que é positivo para a resiliência do sistema. Além disso, não engloba medidas de mitigação, mas também não emite, sendo sua atuação local e não global; as soluções adotadas reagem a um acontecimento passado, como as inundações recorrentes, sem considerar o cenário climático futuro.

Com relação aos *benefícios sociais*, parte das categorias analisadas contribuem para a redução de exposição da população ao risco de inundação, além disso, amplia a capacidade adaptativa a partir da autonomia do grupo que possui certas limitações; e, em sua maioria, reduz a sensibilidade com as soluções adotadas. Sua abrangência é positiva já que as duas categorias atuam sobre múltiplos fatores. Sobre o aspecto político, em grande parte há uma integração entre as medidas já que é uma ação planejada. Há, também, estratégias que se associam a um controle e a integração entre escalas pensados a nível de bacia hidrográfica, porém, não englobam uma visão sistêmica voltadas a multiplicidade de riscos, como a de uma planície deltaica.

Já sobre os *benefícios ambientais*, as soluções voltadas para a redução de poluição auxiliam na redução de exposição, tanto ela quanto a promoção da biodiversidade auxiliam na redução da sensibilidade e possuem ligação com a capacidade adaptativa das comunidades, assim, associam-se a múltiplos fatores. As estratégias

estão associadas as medidas de gestão e planejamento local, que auxiliam num controle das condições de risco ligados a múltiplas escalas.

5.4

Reabilitação do rio Quaggy, Londres, Inglaterra

5.4.1

Contexto

A cidade de Londres é capital da Inglaterra, com uma população em torno de 7 milhões, inserida na Região Metropolitana de mesmo nome com habitantes em torno de 10-18 milhões (WPR, 2021). Ela é maior cidade do Reino Unido e uma das maiores da Europa, sendo um expressivo polo financeiro da escala global, com economia com base da indústria, turismo e setor de serviços. A cidade possui uma divisão administrativa separada em interna e externa à Londres. A parte interna diz respeito a esse polo financeiro, com os distritos e bairros (*borough*) mais abastados e a parte externa, aqueles que surgiram entorno dela, sendo que todos compõem a chamada Grande Londres (Figura 49).

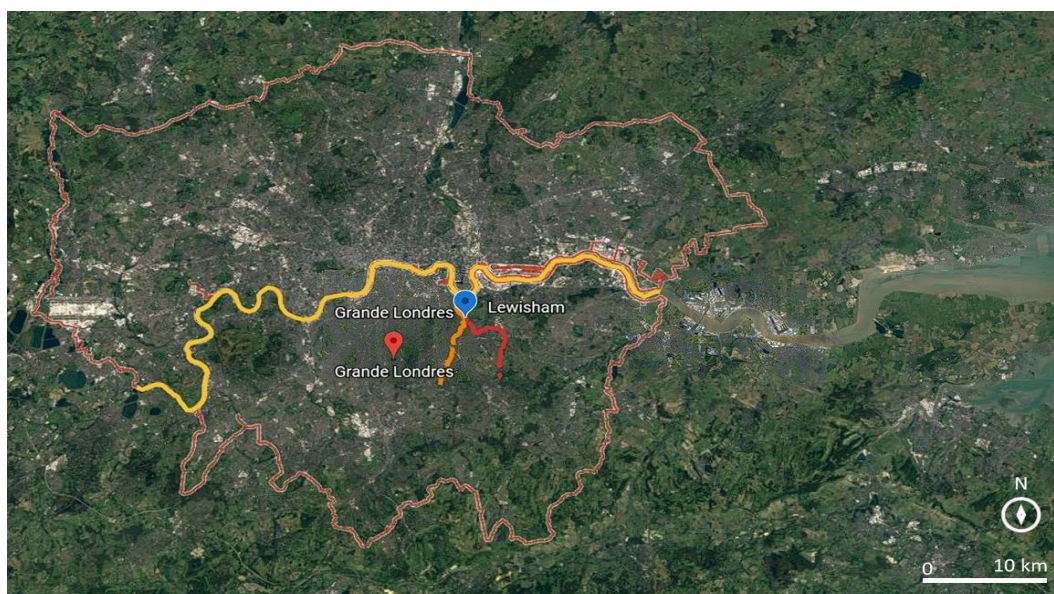


Figura 49 - Imagem aérea da delimitação da Grande Londres. A linha amarela é o rio Tâmisa, abaixo, em laranja, o afluente Ravensbourne e em vermelho o subafluente Quaggy. Os dois tributários estão localizados no distrito de Lewisham, mas também cortam outros bairros. Alguns trechos ainda fluem embaixo da terra, por isso, as linhas de representação não são contínuas e o final de sua representação corresponde ao último trecho visível. Fonte: Google Earth⁹⁴, adaptado pela autora.

⁹⁴ Acesso em: 01 mar. 2022.

Historicamente os riscos de alagamento e inundação acompanham o crescimento da cidade pela forma como essa se desenvolveu, como ao redor de rios, impermeabilizando o solo e reduzindo seus espaços verdes (Lossouarn et al., 2016). O Plano de Adaptação de Londres (Greater London Authority, 2011) reconhece algumas fontes que contribuem com esses riscos, sendo: o sistema fluvial, composto pela bacia do rio Tâmis; o aumento do nível do mar, onde a maré influencia no nível do leito e seus tributários; o sistema de drenagem, que não suporta o aumento da intensidade das chuvas; este é combinado com o sistema de esgoto, que sobrecarrega a rede; os reservatórios de água; e o aumento do lençol freático, que influenciam na quantidade de água que o solo consegue absorver. Ainda segundo a fonte, há uma exposição de 80 mil propriedades e aproximadamente 1,5 milhões de pessoas que possuem baixa capacidade adaptativa pela falta de informações, de formação de rede e vínculos, acesso a recursos financeiros, entre outras, além da sensibilidade dos aspectos físicos da cidade, ressaltando o risco em relação à inundação.

Sobre o sistema fluvial, este pode ser considerado a maior fonte de risco para a cidade, como pode ser observado na Figura 50, sendo a principal mancha de inundação localizada na planície de inundação do rio Tâmis, que é o leito que a corta (Greater London Authority, 2011; Lossouarn et al., 2016). Segundo o Greater London Authority (2011), em torno de 15% da cidade se desenvolveu nas planícies de inundação, sendo o fluxo de águas do canal afetado pelo aumento da maré. A partir de impactos passados que resultaram em perdas de vida, a cidade investiu na construção de uma barreira em 1982 (Figura 51) que é fechada nesses períodos de maré alta, interrompendo o fluxo de águas e de navegação. A mudança climática é um fator de agravamento desse risco pelo aumento na frequência e intensidade das precipitações e do nível do mar. Ademais, as outras ameaças climáticas que podem afetá-la é a seca e as ondas de calor.

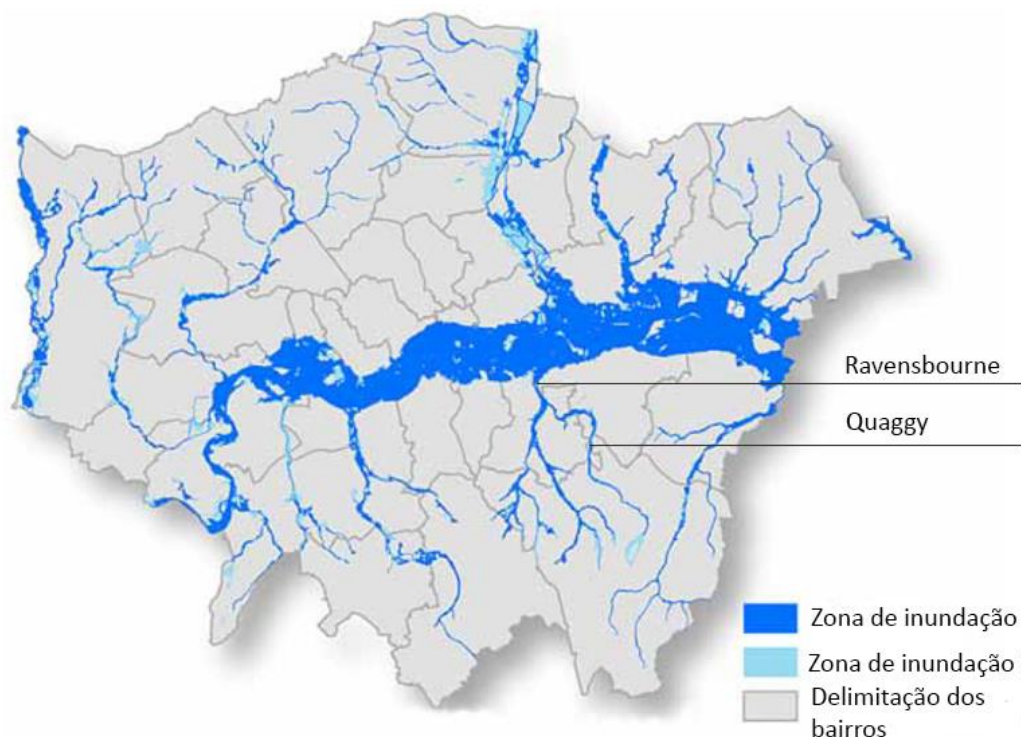


Figura 50 - Zonas de inundações da Grande Londres. Fonte: Greater London Authority (2011), adaptado pela autora e tradução nossa.



Figura 51 - Sistema de defesa de Londres contra o aumento da maré. A mudança climática pode aumentar a frequência com que ele é fechado. Fonte: Hill (2015).

O leito e as águas subterrâneas são as principais fontes de água da cidade e a possibilidade de seca e redução do fluxo de água do rio pode afetar o abastecimento da região, assim como a salinização dessas duas fontes de água, que pode ocorrer

pelo aumento do nível do mar (Greater London Authority, 2011; Lossouarn et al., 2016). De modo geral, o plano possui uma visão holística em relação a água, dentro da ideia de vê-la como *recurso* e *ameaça* e entendendo o sistema fluvial como um todo, onde o oceano pode afetar o leito, que por sua vez, pode influenciar nos tributários e vice-versa. Por exemplo, segundo a fonte, o leito demora em torno de 1 a 2 dias para inundar, mas os tributários em torno de 2 horas, pelo rápido escoamento das águas que sobrecarregam o sistema fluvial, além da mudança da morfologia do canal que aumenta a rapidez com que o fluxo de água é escoado, ou seja, quanto mais rápido os tributários inundarem, mais rápido irá sobrecarregar o leito, colocando em risco o sistema ribeirinho como um todo.

O órgão responsável sobre o risco de inundação é Agência do Meio Ambiente (*Environmental Agency*, sigla em inglês EA) do governo nacional, que também abrange as estratégias de defesa fluvial e desenvolve tanto planos de gestão e regulação do recurso e de risco, quanto planos de emergência, tal como os que envolvem sistemas de alarme e mobilização das comunidades. Os rios possuem papel de destaque nessa integração entre planos, sendo a inundação, considerada pelo Plano de Adaptação, um risco prioritário. Essa Agência é também o órgão responsável pelas restaurações de rios da cidade, sendo essa prática bem expressiva, podendo ser observado na parceria chamada *RESTORE*, onde a cidade de Londres aparece com destaque devido a quantidade de projetos de restauração de rios, aproximadamente 290, e que recentemente consideram o cenário climático, no qual o rio Quaggy é um deles.

5.4.2

Categoria espacial

O rio Quaggy é um subafluente do rio Ravensbourne, que deságua no rio Tâmisa. Esse canal corta três bairros da parte administrativa sul interna à Londres, sendo eles: Bromley, Greenwich e Lewisham. O subafluente possui uma extensão total de aproximadamente 17km, todavia, o trecho principal de projeto corresponde a 4,3km (Figura 52) do Sutcliffe Park ao centro de Lewisham, concluído em 2004 (EA, 200?). Na parceria *RESTORE*, foi encontrado um outro trecho à montante equivalente ao Chinbrook Meadows, concluído em 2002. O custo total para os dois trechos pode ser considerado em torno de 21 milhões de dólares (RRC, 2009).

Ao longo da história, o rio Quaggy foi canalizado e retificado nos anos 60 como forma de mitigação do risco de inundação, sendo que alguns trechos estavam embaixo da terra. Segundo o RRC (2009), esse subafluente era considerado perdido na paisagem, onde os residentes só sabiam de sua existência quando ele inundava, o que se tornou, nos últimos anos, um acontecimento frequente. Alguns dos motivos para essas inundações foram considerados pela EA (200?) a perda de sua meandri-zação, que servia para diminuir a velocidade do escoamento das águas, sendo as cheias do canal consideradas rápidas; a perda das planícies de inundação, ocupadas pelas propriedades locais; e perda de bacias de inundação, que contribuem para re-tenção das águas. A última inundação mais intensa foi registrada em 1990, no centro comercial de Lewisham, sendo a mitigação desse risco, neste local, o foco das me-didas implantadas.

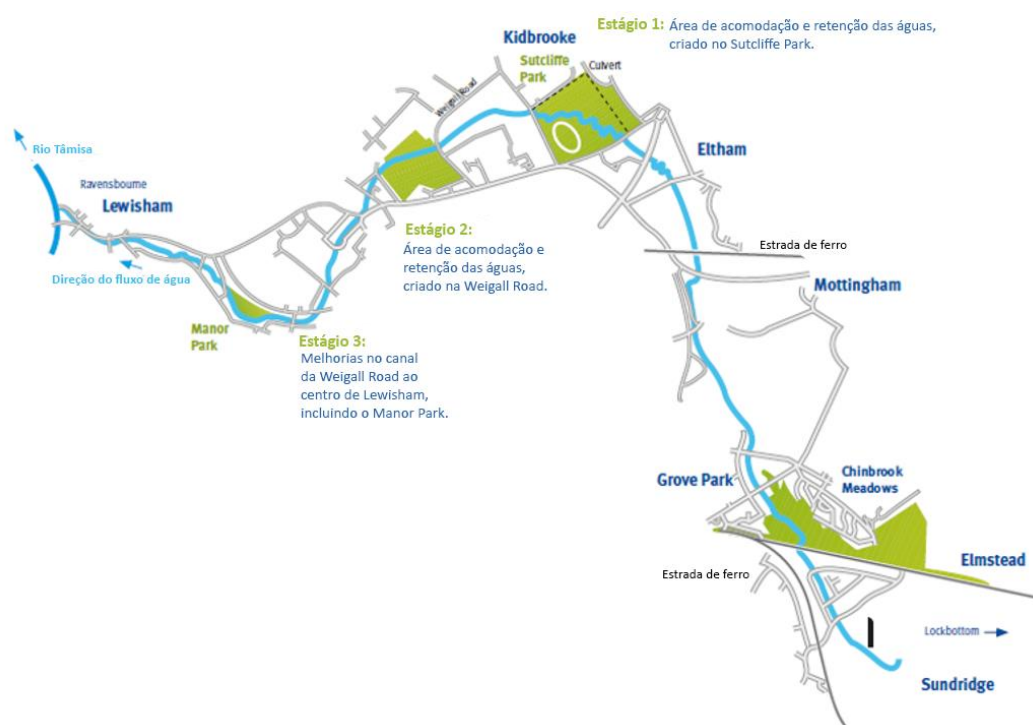


Figura 52 - Trecho de intervenção no rio Quaggy. Fonte: EA (200?), tradução nossa.

De acordo com um estudo de vulnerabilidade para os riscos de alagamento e inundação, realizado para o bairro de Lewisham (AECOM⁹⁵, 2018), a população é de aproximadamente 275 mil e as propriedades localizadas na região são 5 mil. Considerando a implantação do projeto e de outros planos para a região como de

⁹⁵ Architectural and Engineering Company

Gestão de Águas Superficiais, os riscos de alagamento e inundação caem para 2 mil propriedades que, pela Figura 53, estão localizadas na planície de inundação, já a quantidade de pessoas expostas diretamente não foi informada. Esse relatório considerou diferentes cenários climáticos e, a princípio, no trecho reabilitado do rio Quaggy, houve uma redução do risco de inundação, porém é ressaltado a importância da manutenção e monitoramento do trecho.

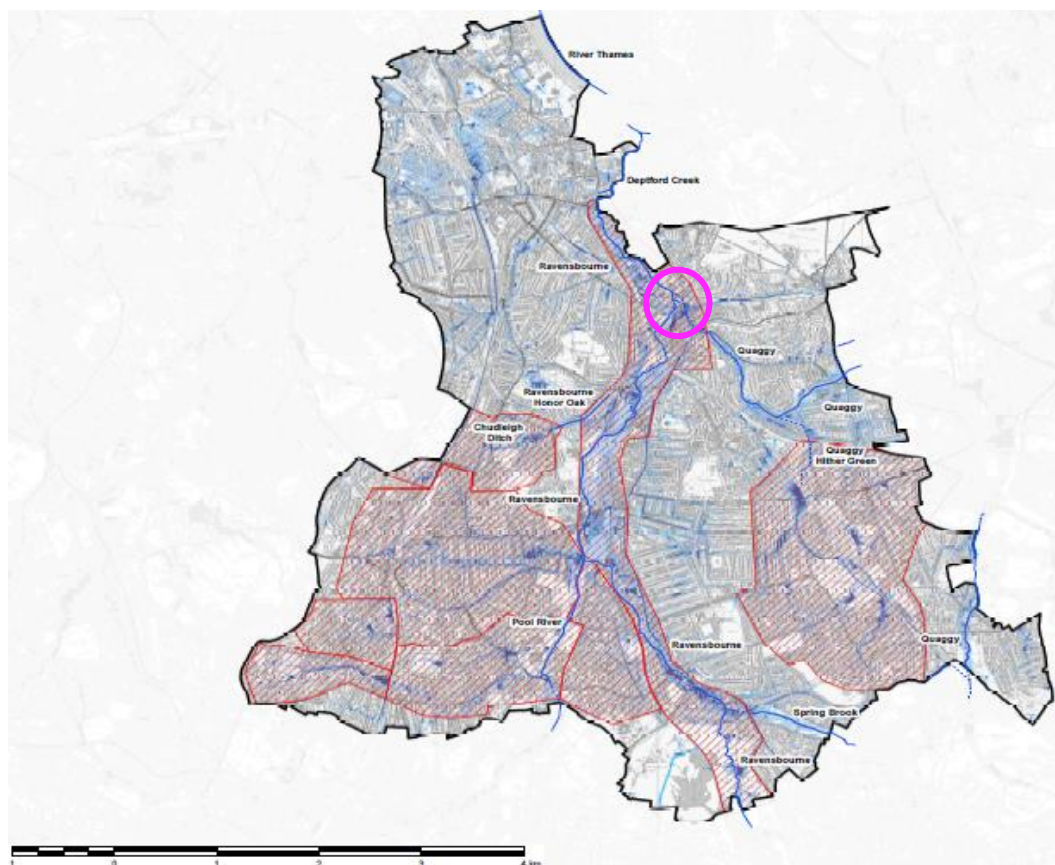


Figura 53 - Áreas vulneráveis ao risco de alagamentos e inundações no bairro de Lewisham. As áreas ressaltadas em vermelho são consideradas trechos críticos a partir de um conjunto de fatores de risco, como a combinação do sistema fluvial, com drenagem, sistema de esgoto, reservatórios e lençol freático. O trecho em destaque diz respeito a confluência do rio Quaggy com o Ravensbourne. Fonte: AECOM (2018), adaptado pela autora.

A partir da Figura 53 é possível observar que o centro do bairro, que é esse trecho de confluência do rio Quaggy com Ravensbourne (ressaltado na figura em rosa), ainda é considerado de alto risco. O relatório cita que o sistema de drenagem ainda é sobrecarregado e pode haver um conjunto de riscos atuando nessas regiões em vermelho, resultado das diferentes fontes como aquelas supracitadas do Plano de Adaptação para a cidade. O rio Ravensbourne possui um pequeno trecho

reabilitado, que corresponde a 100m (RRC, 2009), em que foi criada uma área de retenção no centro da cidade. Pela mancha de trecho crítico acompanhar o percurso do afluente, talvez essa área reabilitada não corresponda ao volume de águas vindos da região à montante.

Sobre o diagnóstico de risco, a *exposição* pode ser considerada média, pois ainda há bens e pessoas expostas, principalmente nas planícies de inundação conforme visto no mapa de inundação, mas com certas medidas de proteção que serão discutidas posteriormente. A *sensibilidade* também pode ser considerada média, já que, segundo as fontes, não houve uma mudança conjunta com outros aspectos do sistema urbano como, por exemplo, para o melhoramento de escoamento das águas urbanas, que contribuem para as cheias dos rios. Pelo material encontrado por essa pesquisa, a única infraestrutura urbana que sofreu alteração foi a de esgoto.

Classifica-se a *capacidade adaptativa* como alta por haver um fortalecimento de uma rede, o grupo de ação do Quaggy (*Quaggy Waterways Action Group*, sigla em inglês QWAG)⁹⁶, onde há a disseminação de informações⁹⁷, acesso a recursos econômicos e gera uma certa autonomia da comunidade em se adaptar e também de cobrar ações por parte dos governos, pela integração entre eles. Além disso, houve um envolvimento com a população residente na planície de inundação para a construção das medidas de proteção. Todavia, em relação ao projeto, não fica claro como esse grupo e a comunidade foram envolvidos, se houve uma parceria horizontal entre eles e os governos, se eles participaram do projeto e como isso ocorreu.

Quadro 22 - Exposição e sensibilidade, Londres. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa (100-65%)	Média (65-35%)	Alta (35-0%)
<i>Exposição</i>	População	-	x	-
	Bens materiais	-	x	-
<i>Sensibilidade</i>	Infraestrutura	-	x	-
	Edificações	-	x	-
	Equipamentos urbanos	-	x	-
	Sistema viário	-	-	-

⁹⁶ Disponível em: < [About Us | Quaggy Waterways Action Group \(qwag.org.uk\)](http://qwag.org.uk)>. Acesso em: 13 dez. 2021.

⁹⁷ Por informações encontradas no site, eles consideram a mudança climática como uma preocupação local de exacerbar o risco de inundação.

Quadro 23 - Capacidade adaptativa, Londres. Fonte: elaborado pela autora.

Componentes	Aspectos considerados	Baixa	Média	Alta
Capacidade adaptativa	Rede e relações entre indivíduos e grupos	-	-	x
	Rede de infraestrutura e social	-	-	x
	Disseminação de informação	-	-	x
	Acesso à recursos econômicos	-	-	x
	Acesso à tecnologia	-	-	-
	Estabilidade e fortalecimento das instituições	-	-	-

Quadro 24 - Categoria espacial, Londres. Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 2.1 – Categoria Espacia, Lençóis e Fontes: Classificação pela Autora.								
Caracterização do rio								
Leito			Afluente			Subafluente		
-			-			X		
Perene			Intermitente					
-			X					
Trecho de intervenção								
Montante			Médio			Jusante		
-			-			X		
Sim			Não					
X			-					
Predominância de uso e ocupação								
Moradia			Comércio			Indústria		
X			X			-		
Institucional			Circulação			Lazer		
-			X			X		
Recurso								
Fonte de água para consumo						Poluído		
-						-		
Ameaça								
Inundação			Erosão			Seca		
X			-			X		
Interiorana						Costeira		
X						X		
Diagnóstico de risco								
Exposição			Sensibilidade			Capacidade adaptativa		
Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
-	X	-	-	X	-	-	-	X
Estudo de vulnerabilidade								
Local					Projeto			
Sim			Não			Sim		
X			-			X		
						Não		
						-		

5.4.3

Categoria funcional

Em relação ao trecho reabilitado do rio Quaggy, as ações têm como principal objetivo reduzir e diminuir o fluxo e velocidade das águas escoadas. Logo, não buscam evitar o risco, e sim meios de conviver com ele e a água minimizando seus impactos no ambiente urbano (EA, 200?). Com isso, tanto o trecho de Chinbrook Meadows, quanto Sutcliffe Park (Figura 54) tiveram seus canais de escoamento modificados, voltando a forma de meandros e redirecionando a água (Figura 55) para áreas de retenção e acomodação, que contribuem também para a melhoria do transporte de sedimentos. A paisagem do parque é pensada para dois cenários, o normal, onde as águas escoam pelo canal, e a parte seca, que serve de uso recreacional e lazer da comunidade. Já como bacia de inundação, que evita a cheia rápida de águas à jusante e retém aproximadamente 150 mil m³ de água que atualmente cumprem sua função e, mesmo com as projeções climáticas para região, a princípio, atende aos piores cenários, evitando uma quantidade de água maior no centro Lewisham. Por curiosidade, esse trecho do Sutcliffe Park era um dos que corriam embaixo da terra (RESTORE 2013; 2017; RRC, 2019). Como visto no aporte teórico, essa ideia, de tolerância das águas, associa-se a adaptação de inundação de Liao (2014) e auxilia na construção da resiliência urbana (Herzog, 2013).

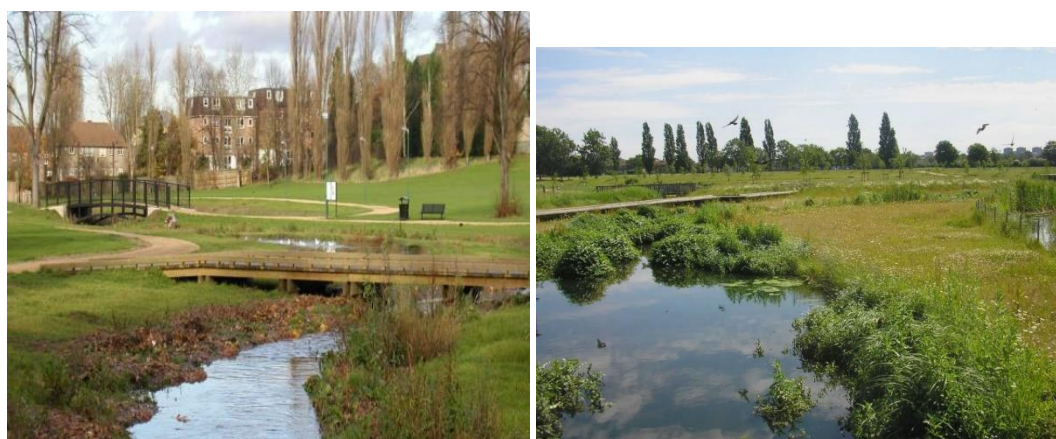


Figura 54 - Chinbrook Meadows à esquerda e Sutcliffe Park à direita. Fonte: RESTORE (2013; 2017).



Figura 55 - Mudanças no fluxo de água para diminuir a velocidade das águas escoadas, no Sutcliffe Park. Fonte: Google Earth⁹⁸ e RESTORE (2017), adaptado pela autora e tradução nossa.

As outras medidas estruturais podem ser consideradas o desvio de um volume de água da rua Weigall para um campo próximo, sendo esse trecho marcado como estágio 2 no mapa da Figura 52 acima; além de relocação dos sistemas de esgoto dessas áreas de intervenção, onde vale ressaltar que a qualidade da água no rio Quaggy é considerada moderada (poluição difusa) e esse rio intermitente, a princípio (pelos materiais encontrados), não faz parte do sistema de abastecimento da região. Considerando a possibilidade de um cenário climático de seca, as espécies escolhidas para o replantio das vegetações ripárias, em alguns trechos do projeto, foram aquelas que precisam de menos água para sobreviver, porém, ao que parece, seriam em sua maioria espécies exóticas, ao contrário daquelas priorizadas para o Chinbrook Meadows, que foram as nativas de áreas alagáveis, até considerando que as ações no seu total se voltam a trechos alagáveis (EA, 200?; RESTORE 2013; 2017).

Ainda sobre rua Weigall, a planície de inundação foi ocupada por residências, constituindo parte de seus jardins de fundo, a alternativa para esse trecho foi criar

⁹⁸ Acesso em: 01 mar. 2022.

forma de *adaptação* voltada a proteção dessas residências (Figura 56) com a construção de muros que servem para delimitar as águas das cheias, mas, ao mesmo tempo, servem como área de inundação, retomando a função da planície. Como apontado pela teoria de adaptação, a medida de proteção reduz a *exposição* e está associada a categoria de adaptação voltada à função (Adger et al., 2005; Smit & Wandel, 2006).



Figura 56 - Medida de proteção das residências da planície de inundação. Fonte: EA (200?).

Ainda nesse setor 3, foi feito um *wetland* em Manor Park para aumentar a área de acomodação das águas. Segundo EA (200?), em torno de 100 propriedades foram beneficiadas com a implementação da intervenção, que corresponde aos objetivos de projeto e atua diretamente para adaptação à mudança climática. O relatório de vulnerabilidade para Lewisham (AECOM, 2018) também comprova os resultados positivos, desse conjunto de ações.

As medidas não-estruturais adotadas correspondem aos planos de emergência e monitoramento. Segundo EA (200?), é nesse ponto que entra o envolvimento com as comunidades, a partir da integração com o grupo de ação QWAG, que foi

fundado em 1990 e é constituído como uma espécie de comitê local, formado por indivíduos, grupos comunitários e organizações para a recuperação total do rio Quaggy. Eles desempenham as atividades de monitoramento e conservação das ações implementadas, além da limpeza dos cursos d'água. Eles também disseminam informações para as comunidades locais, buscando engajamento com as pessoas, escolas e empresas para criação de fundos econômicos e fortalecimento dessa rede criada. Em relação aos fundos, gera uma autonomia para aquisição de novas áreas para comporem o sistema ribeirinho, atuando em conjunto com as diretrizes da EA e governos locais. De certa forma, esse grupo atua como parte de uma etapa posterior de uma ação de adaptação que, segundo a UNEP (2021), corresponde a etapa de monitoramento e avaliação, que qualifica o desempenho da ação para se manter um ciclo de resposta a determinado risco.

Sobre o projeto, parece que houve um estudo de vulnerabilidade para sua implantação, mas este não foi encontrado. Contudo, há uma integração entre planos tanto local quanto regional e houve um envolvimento de diferentes esferas de governo, como a nacional, com a Agência de Meio Ambiente e a regional, com as políticas para a Grande Londres e local, voltados aos bairros, porém, não foram encontrados dados para discutir a implementação da AbC junto com AbE, nem se houve uma integração de “baixo para cima” na intervenção.

Sobre o custo de projeto, este pode ser considerado médio e com benefícios positivos, com ações articuladas com outros pontos dos bairros voltando-se para ações sistemáticas que, de acordo com Rosenzweig et al. (2018), auxiliam na construção da resiliência urbana. Além disso, como visto na teoria da AbE, observada pelo OICS, as intervenções em bacias hidrográficas podem reintegrar os serviços ecossistêmicos, considerando o contexto urbano e procurando múltiplas funções como a criação de parques, que servem tanto para responder a um risco quanto a população. Assim, observa-se no projeto um ganho para a comunidade com a criação e melhoramento dos espaços de lazer e recreação, incluindo as soluções para o risco de inundação. A partir disso, o custo do projeto pode ser considerado positivo. Em relação ao plano orçamentário, esse não foi encontrado.

Quadro 25 - Custo de projeto, Londres. Fonte: elaborado pela autora.

Custo (US\$)		
Baixo (0,5-10)	Médio (11-50)	Alto (50+)
-	X	-

Quadro 26 - Categoria funcional, Londres. Fonte: elaborado pela autora.

Tipo de solução				
Estrutural		Não estrutural		
X		X		
Remoção		Modifica o canal de escoamento		
Propriedade	Infraestrutura	Sim	Não	
-	X	X	-	
Tipo de ação				
Isolada		Planejada		
-		X		
Replicável		Não Replicável		
X		-		
Integração				
Governo	Privado	Organizações	Comunidade	Academia
X	X	-	X	-
Esferas de planejamento				
Nacional		Regional		Local
X		X		X
Resultados				
Corresponde		Não-corresponde		
X		-		
Mudança Climática				
Adaptação		Atuação		
Sim	Não	Direta	Indireta	
X	-	X	-	
Econômico				
Plano orçamentário		Custo		
Sim	Não	Alto	Médio	Baixo
-	-	-	X	-

5.4.4

Categoria ambiental

As soluções de projeto discutidas acima buscaram em sua maioria a garantia de processos e fluxos naturais, além da retomada da funcionalidade do rio, que teoricamente, segundo Guerrero et al. (2018), minimizam os riscos de inundação. Os pontos ressaltados pelos autores se voltam para a reconexão das planícies de inundação, plantio das vegetações ripárias e criação das áreas alagáveis, considerando a topografia, o sedimento, a hidrologia e as atividades do entorno. A reabilitação do rio Quaggy abrange todos esses aspectos levantados pelos autores, retomando a biodiversidade, fluxo das águas, a geomorfologia, as planícies de inundação, bacias de inundação, vegetação e permeabilidade do solo. Um ponto colocado pelos materiais encontrados sobre o Quaggy é que a qualidade da água é moderada, que

houve uma relocação do sistema de esgoto e que o QWAG possui como uma das atividades a retirada de lixo da água. No entanto, não é apontado se isso auxiliou na melhora da qualidade das águas.

Quadro 27 - Categoria ambiental, Londres. Fonte: elaborado pela autora.

Medidas ambientais					
Despoluição		Reflorestamento		Plantio	
X		-		X	
Aspectos restaurados					
Biodiversidade		Fluxo de águas		Qualidade da água	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
X	-	X	-	-	-
Geomorfologia		Planícies de inundação		Bacias de inundação	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
X	-	X	-	X	-
Permeabilidade			Vegetação ripária		
Sim			Não		
X			-		

5.4.5

Fator condicionante

Sobre a análise do fator condicionante, a matriz referente a ela pode ser observada no apêndice IV. Dentre os fatores analisados, tem-se que esse caso não produz fatores multiplicadores negativos, o que é positivo para a resiliência do sistema. Além disso, não engloba medidas de mitigação, mas também não emite, sendo sua atuação local e não global; as soluções adotadas reagem a um acontecimento passado, como as precipitações recorrentes que inundam a área analisada, e consideram as infraestruturas verdes-azuis com benefícios para reduzir as ilhas de calor. De modo geral, as soluções levam em conta um cenário futuro o que antecipa um risco, mas a base da ação reage a esses eventos passados.

Com relação aos *benefícios sociais*, as quatro categorias analisadas contribuem em sua maioria para a redução de exposição da população ao risco de inundação, não só esse, mas também contribui indiretamente para outros como a redução de ilhas de calor. Assim como esse, reduz a sensibilidade, com as soluções adotadas e amplia sua capacidade adaptativa, gerando uma certa autonomia que, no entanto, é limitada já que em certas medidas o grupo não consegue agir sozinho, porém possui uma relação com outros agentes urbanos para auxiliar em certas questões. Essa questão é considerada em parte nas categorias, já que duas não interferem nesse aspecto, só a integração social e as políticas locais a consideram. Sua abrangência é positiva porque atua sobre múltiplos fatores da vulnerabilidade. Sobre o

aspecto político, controle e mediação, eles se relacionam, uma vez que há uma integração entre políticas locais, voltadas a gestão do recurso e ameaça, além de outras que englobam múltiplas escalas e entendem o sistema fluvial como um todo, voltados para a atuação em mais de um bairro e estratégias macro como o sistema de defesa costeiro.

Já sobre os *benefícios ambientais*, as soluções não possuem uma atuação direta sobre a exposição. Nesse caso específico, a promoção da biodiversidade reduz a sensibilidade sobre os riscos aos quais o sistema está submetido. A redução de poluição foi considerada, todavia, sem evidências robustas de que pode ampliar a capacidade adaptativa, já que é uma ação que surge e é realizada pela autonomia da comunidade. Considerando as duas categorias, elas têm como abrangência uma única componente. A promoção da biodiversidade associa-se a estratégias verdes da cidade, para melhoria das condições ambientais e, com isso, possui um resultado multiescalar.

6 Resultados

Os projetos escolhidos possuem realidades e condições heterogêneas, o que contribui para demonstrar diferentes estratégias nas diversas partes e características de um rio. A partir das análises realizadas, busca-se responder as diversas questões levantadas pela pesquisa, sendo elas: (1) como os projetos em rios urbanos podem se adaptar ao contexto da mudança climática? (2) como as abordagens usuais em rios urbanos se relacionam com a mudança climática? (3) quais são as estratégias utilizadas por elas para redução de inundações? (4) o que seria *adaptação* de sistemas ribeirinhos? (5) como planejar as áreas ribeirinhas, considerando a complexidade do ambiente urbano e os fatores que alteram suas características? (6) além de planejá-las, como adaptá-las aos impactos climáticos? e (7) como os rios urbanos podem se tornar sustentáveis e resilientes, *para* as cidades, considerando as dinâmicas e relações que o cercam?

(1) *Como os projetos em rios urbanos podem se adaptar ao contexto da mudança climática?*

A resposta dessa pergunta é limitada aos resultados encontrados por essa pesquisa e é complementada pelas respostas das questões subsequentes. Deste modo, observa-se, dentre os casos analisados, o rio Quaggy. Esse foi o único caso que demonstrou resultados positivos considerando seu potencial em ser adaptado ao cenário climático, já que responde diretamente a ele, sendo esse o melhor caso analisado, podendo servir de comparação com os outros. Além disso, esse exemplo correspondeu aos pontos levantados pelo aporte teórico, pelo passo-a-passo metodológico e pelas categorias de análise.

Assim, esse caso levantou alguns pontos: (1) o entendimento do sistema socioecológico; (2) o contexto local e regional; (3) o contexto climático; (4) a

compreensão da água dentro da classificação dos múltiplos, contrastantes e complexos desafios associando diferentes riscos aos quais o ambiente urbano está submetido; (5) a ação planejada, possuindo conexão com a macroescala para a escolha do trecho a ser projetado e o tipo de solução a ser implementada; (6) a percepção de que o risco não deixa de existir, ressaltando a monitoração do trecho, como etapa posterior a de implantação; (7) a tolerância das águas em contrapartida ao controle; e a (8) retomada da funcionalidade do sistema ribeirinho e fluvial a partir da percepção de quais aspectos ambientais seriam restaurados. Logo, integrando parte da visão sistêmica, holística e multiescalar. Além disso, sobre a governança dentre os aspectos dos quadros de análise, pode-se considerar que no rio Quaggy houve um início de discussão dessa medida, pela relação da comunidade, da iniciativa privada e das diferentes esferas governamentais. Com isso, o último ponto a ser considerado nessa questão é: (9) a interação com outros agentes urbanos para a construção de conhecimento e priorização dos riscos.

(2) *Como as abordagens usuais em rios urbanos se relacionam como a mudança climática?*

Primeiramente, entende-se que essa é uma pergunta abrangente, portanto, sua resposta é limitada aos casos analisados por essa pesquisa. Com isso, as análises mostram que de certa forma não se relacionam. Na categoria espacial foi ressaltado os riscos de um determinado local, como era a relação do ambiente urbano com o sistema fluvial e ribeirinho, quais eram suas características naturais e se era recurso. Já na categoria funcional, mostrou-se quais foram as soluções utilizadas, se era voltada a macro ou microescala, quem foi envolvido e se os resultados correspondiam aos objetivos e ao cenário climático futuro, tendo-se em vista as projeções climáticas e a contextualização da categoria espacial. Com isso, as estratégias utilizadas, na maioria dos exemplos, respondem a eventos passados, possuem um desempenho otimista em relação ao presente, todavia, ao considerar-se o cenário futuro, as abordagens usuais não responderam indiretamente ao risco de inundação, só contribuíram para a redução de ilhas de calor. Logo, as ações não interagem com os possíveis cenários climáticos para a região. Além da projeção climática, um outro ponto utilizado, para avaliar se os casos eram adaptados ou não, foi o estudo de

vulnerabilidade, pois este serviu para demonstrar se houve uma redução de exposição e sensibilidade real ao risco, considerando os piores cenários.

Para exemplificar essa questão, há o rio Quaggy. Este foi o único projeto que respondeu positivamente às projeções climáticas, além de ser especificamente uma ação de adaptação, que reage a um evento passado considerando as características do presente, mas projetando e planejando para o cenário futuro, em que a ameaça em relação a água pode produzir mais de um risco, que pode se tornar mais frequentes e intensos. Esse caso-referência possui estudo de vulnerabilidade e parte de um entendimento sistêmico de seu território. Além disso, entende a ideia discutida pela teoria, de que o risco não deixa de existir (Veyret, 2019) e que a água não se domina, apenas há a busca de alternativas de conviver com ela (Herzog, 2013), reduzindo sua ameaça ao ambiente urbano.

(3) Quais são as estratégias utilizadas por elas para redução de inundações?

Para responder essa pergunta, utiliza-se de base o tipo de solução da categoria funcional, as medidas ambientais e aspectos restaurados da categoria ambiental. Em relação às estratégias estruturais, de modo geral, todos os exemplos utilizam soluções híbridas na implementação da ação, tendo como foco as infraestruturas verdes, conforme pode ser observado na Tabela 19. A partir do conjunto de soluções, as estratégias utilizadas para a redução do risco de inundação foram aquelas voltadas para as SbNs, que consideram as características naturais do sistema fluvial e ribeirinho, em que as áreas de bacias de retenção, por exemplo, podem ser projetadas para acomodar as águas fluviais e atender as necessidades da comunidade de lazer e recreação, formando parte de um sistema socioecológico.

Tabela 19 - Soluções híbridas utilizadas pelos casos-referências. Fonte: elaborado pela autora.

Caso-referência	Soluções híbridas
<i>Recuperação das margens do rio Mapocho (Parque Renato Poblete)</i>	Infraestrutura cinza – eclusa; Infraestrutura verde-azul – criação do braço do rio e do parque inundável, constituindo parte de uma possibilidade de corredor verde.
<i>Criação do riacho de Cheonggyecheon</i>	Infraestrutura cinza – sistemas hidráulicos para criação do fluxo de água, sistema de drenagem e esgoto, membrana impermeável do canal de escoamento, aumento da largura do

	canal.
	Infraestrutura verde-azul – a água para o auxílio da redução de ilhas de calor, criação da bacia de inundação.
<i>Reabilitação do estero de Paco</i>	Infraestrutura cinza – sistema de saneamento. Infraestrutura verde-azul – ilhas de aeração e corredor verde-azul.
<i>Reabilitação do rio Quaggy</i>	Infraestrutura cinza – reaproveitamento da canalização do rio para desviar o fluxo de água retardando-o, muros de proteção das residências. Infraestrutura verde-azul – meandrização, áreas de inundação, <i>wetlands</i> .

O projeto que fez um uso maior de elementos voltados para as características naturais de uma bacia hidrográfica foi o rio Quaggy, em que elas são pensadas de modo sistêmico, já que, apesar de estarem localizadas à médio e à montante do trecho específico, são utilizadas para mitigar um risco não só naquele local, mas também à jusante. Um outro elemento que somente esse caso considerou, foi o aspecto geomorfológico para redução de inundação, uma vez que processos de retificação e canalização interferem no fluxo e velocidade das águas escoadas, logo, a geomorfologia auxiliou no seu retardamento.

O riacho de Cheonggyecheon, para lidar com a limitação espacial, alargou o canal de escoamento e fez o uso da diferença do nível da água em relação ao nível da rua para reter os volumes de precipitações de maior intensidade. Este caso ainda apresenta estratégias de redução de inundação voltadas para as medidas não-estruturais, a partir de soluções integradas ao planejamento urbano de longo prazo, em que se busca ampliar a planície de inundação; aumentar também o espaço público ao redor do riacho, com incentivos; e, assim, ampliar e (re)naturalizar o canal de escoamento. Ainda sobre as medidas não estruturais, houve soluções de envolvimento com a comunidade, de aspecto comportamental, adotadas pelo estero de Paco. A criação do grupo Guerreiro do Rio auxilia na limpeza e monitoramento de resíduos sólidos no rio, que podem dificultar o escoamento das águas ao longo do canal.

Tipo de solução

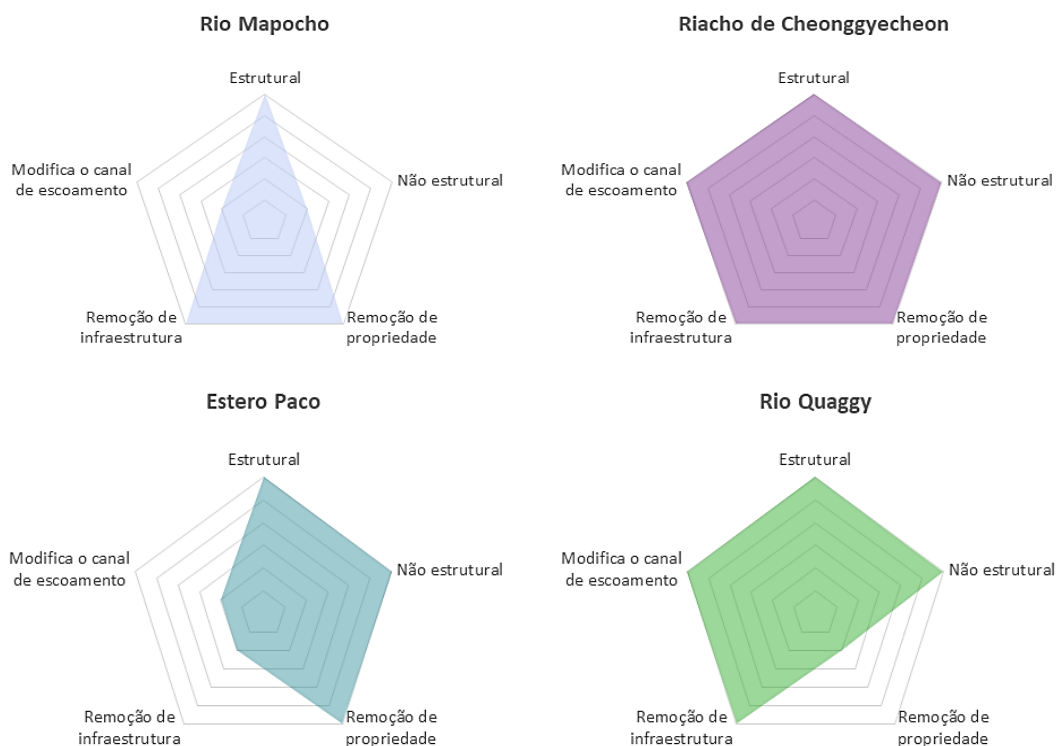


Gráfico 1 - Tipo de solução adotada por cada um dos casos-referências. Conforme ressaltado anteriormente, todos englobam medidas estruturais, algum tipo de remoção e apenas três utilizam-se de medidas não-estruturais. Sobre o canal de escoamento, o riacho de Cheonggyecheon o alargou e o rio Quaggy retomou a forma de meandros. Fonte: elaborado pela autora.

Tipo de solução

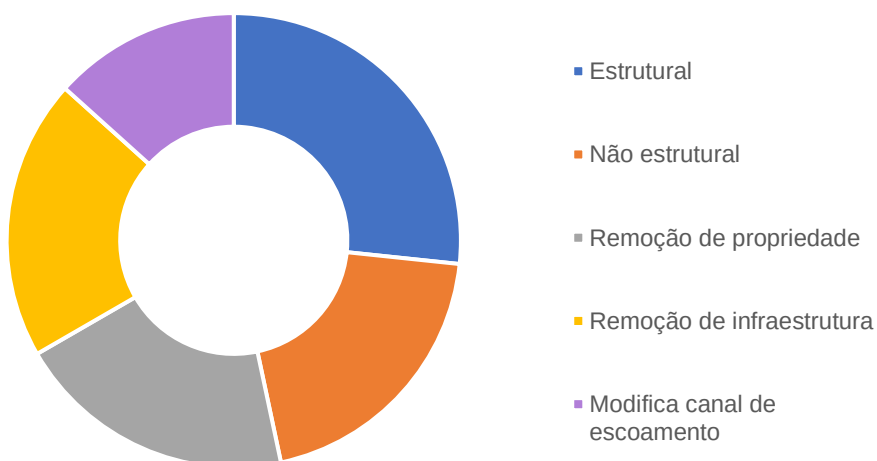


Gráfico 2 - Comparativo de soluções priorizadas pelos casos-referências. Fonte: elaborado pela autora.

Medidas ambientais

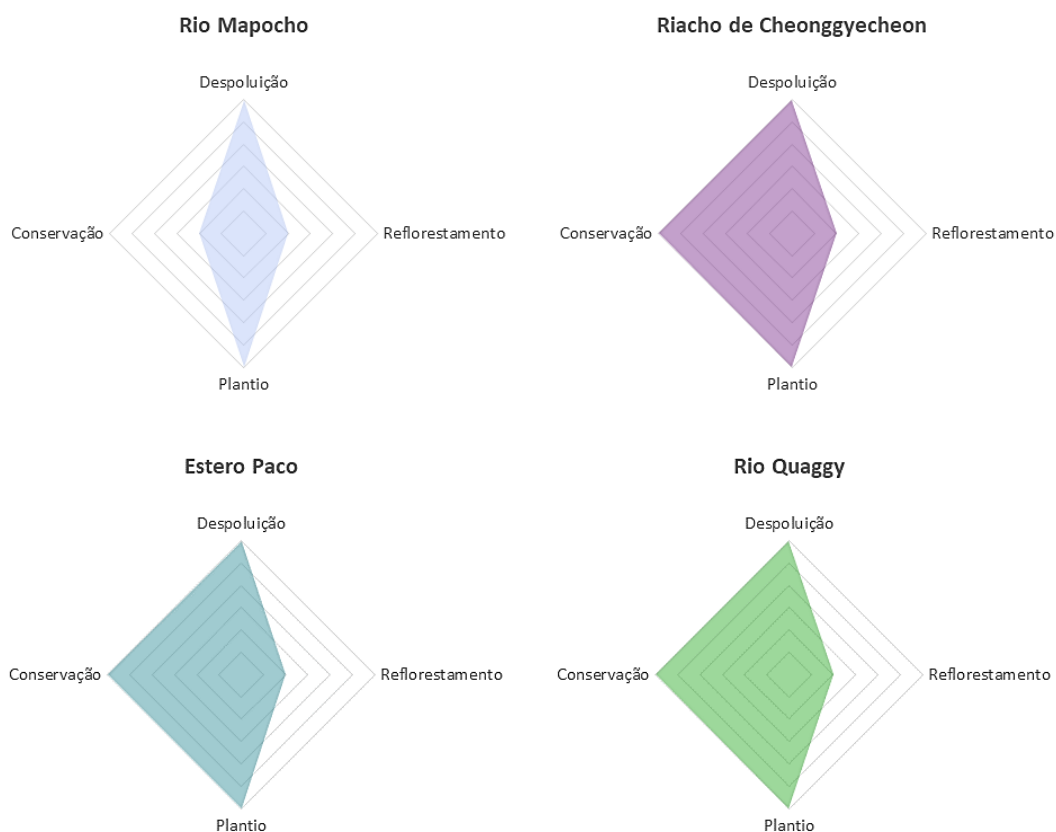


Gráfico 3 - Medidas ambientais adotadas por cada um dos casos-referências. Nenhum caso utilizou medidas de reflorestamento e somente o rio Mapocho desconsiderou a conservação. Fonte: elaborado pela autora.

Medidas ambientais

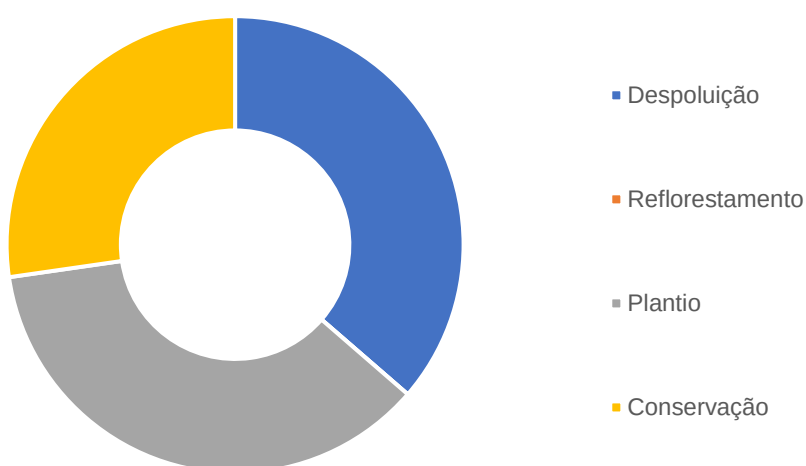


Gráfico 4 - Comparativo das medidas ambientais priorizadas pelos casos-referências. Fonte: elaborado pela autora.

Aspectos restaurados

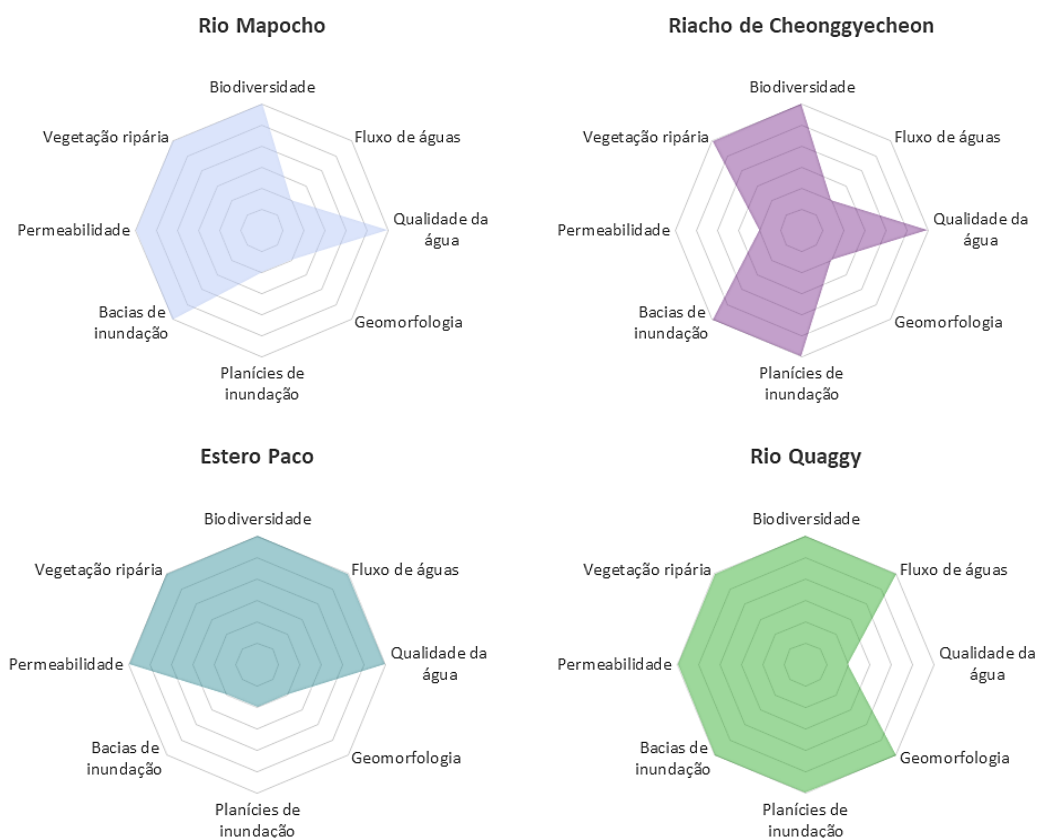


Gráfico 5 - Aspectos restaurados por cada um dos casos-referências. Observa-se que todos melhoram a biodiversidade e recuperam parte da vegetação ripária. A permeabilidade só não é considerada pelo riacho de Cheonggyecheon e, a qualidade das águas, pelo rio Quaggy. Fonte: elaborado pela autora.

Aspectos restaurados

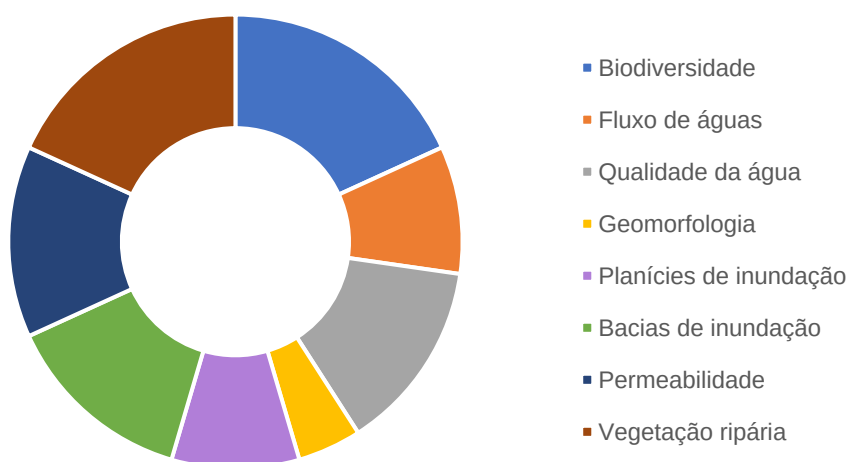


Gráfico 6 - Comparativo de aspectos restaurados pelos casos-referências. Fonte: elaborado pela autora.

(4) *O que seria adaptação de sistemas ribeirinhos?*

Essa pergunta foi retomada anteriormente no final do capítulo 3 a partir das discussões da base teórica. Contudo, com as análises, procurou-se complementar esse entendimento anterior. Logo, a adaptação de sistemas ribeirinhos parte da ideia de tolerância das águas no ambiente urbano e busca considerar o passado, as condições do presente, mas planejar para o futuro, integrando diversas fontes de risco e ameaças climáticas que pode impactá-lo. Assim, possui como foco a mudança climática, entendendo e investigando os possíveis cenários climáticos e se preparando para a incerteza do pior, para que as ações possam ser antecipatórias e transformativas, pensando a cidade como um todo e a considerando como parte de uma bacia hidrográfica. É uma abordagem voltada para os ecossistemas *para* as cidades, ou seja, que integra os processos de governança de “baixo para cima”, envolvendo diversos agentes para a construção de conhecimento e solução para o local. Além disso, que busca a (re)integração dos elementos que compõem a funcionalidade do sistema fluvial e o influencia, a partir de uma visão multiescalar, sistêmica e holística, visando ações à longo prazo e a construção de cidades sustentáveis e resilientes.

(5) *Como planejar as áreas ribeirinhas, considerando a complexidade do ambiente urbano e os fatores que alteram suas características?*

Essa é uma pergunta abrangente e sua resposta é limitada à teoria abordada pela pesquisa e aos casos analisados, que possuem realidades urbanas distintas e singulares. Assim, como resposta, busca-se apenas apontar alguns pontos levantados pela pesquisa que podem se relacionar ao planejamento. Na teoria, percebeu-se a importância de entender as características do sistema fluvial e ribeirinho, sua relação com o ambiente urbano, como um influencia o outro, além de se relacionar com as perguntas da resiliência de Meerow & Newell (2019), para quem? quais? para quando? para onde? e por quê?, visando ações à longo prazo e condizentes a realidade local. A partir disso, nas análises, observa-se os aspectos levantados pelas categorias da metodologia. Na categoria espacial, por exemplo, tem-se: as características do rio; o trecho de intervenção e a predominância de uso e ocupação do entorno; o fator geográfico; os riscos, suas diferentes fontes e interações. Na

categoria funcional, o tipo de ação e solução que será contemplada; quem são os agentes urbanos envolvidos e quais esferas de planejamento; qual o custo-benefício do projeto. Já na categoria ambiental, o que se busca restaurar; quais as medidas ambientais. Sendo que todos esses aspectos levantados se voltam a uma visão multiescalar, sistêmica e holística do território e das possibilidades de atuação.

Tabela 20 - Tabela de agentes urbanos e esferas de planejamento envolvidas. Fonte: elaborado pela autora.

		Rio Mapocho	Riacho de Cheonggyecheon	Estero de Paco	Rio Quaggy
Governo	Nacional	Ministério de obras do Chile	-	Departamento de Meio Ambiente e Recursos Naturais	Agência de Meio Ambiente
	Regional	Parque Metropolitano de Santiago	Instituto de Desenvolvimento de Seul	Força Tarefa da Baía de Manila	Greater London Authority
	Local	Prefeitura	Prefeitura	Prefeitura	Prefeitura
Iniciativa privada		Empresa contratada para o projeto do parque	-	Programa adote um estero	Empresas que atuam em conjunto com o QWAG
Organizações		-	-	-	-
Comunidade		-	-	Guerreiros do rio	QWAG
Academia		PUC-Chile	-	-	-

Além disso, um ponto levantado pelo aporte teórico e visto na metodologia é a consideração da água como *recurso* e *ameaça*, sendo essa dualidade presente no decorrer dessa pesquisa e enfatizada na sua relação com o ambiente urbano. Como *recurso* a água é essencial para manutenção da vida e fonte de abastecimento para as cidades. Já como *ameaça*, relaciona-se aos riscos que podem ser produzidos pelo seu excesso e/ou sua escassez, ligando-se com a segurança hídrica. As visões sistêmicas e holísticas que entendem os múltiplos, contrastantes e complexos desafios em relação a água poderiam auxiliar nessas duas condições.

Como observado nas análises, o risco de inundação pode sofrer interferência de mais um fator, relacionando-se com as características geográficas que parecem influenciar nos riscos (podendo ou não os exacerbar) e no entendimento multiescalar, sistêmico e holístico da região. Como fator geográfico, há a região costeira da cidade, em que as soluções podem integrar os dois sistemas: o fluvial e o costeiro. Essa situação é abordada a partir de uma visão sistêmica, no Plano de Adaptação de Londres, em que a ameaça relativa à água é entendida de modo holístico, voltadas para o agravamento dos riscos de alagamento, inundação e seca advindos de

diversas fontes. A partir disso, os fatores potencializadores de risco possuem diferentes condicionantes, e isso se refletiu no estudo de vulnerabilidade para Lewisham, onde os autores levantam essas questões que servem para buscar soluções que podem contribuir, por exemplo, para uma redução mais expressiva da mancha de alagamento e inundação, uma vez que os diversos elementos do sistema urbano se relacionam.

Sobre os riscos, ao se analisar os casos-referências, percebe-se ainda que a inundação não é único risco em comum entre eles, mas também há a seca e as ondas de calor, sendo que esta última, diretamente ou indiretamente (dependendo do caso), é englobada às estratégias adotadas, a partir da criação de espaços verdes que contribuem para reduzir as temperaturas de um local. Já sobre a seca, em caso de locais que possuem esse risco, as estratégias adotadas para a redução de inundação, podem gerar problemas futuros que, com isso, afetam a segurança hídrica local. Um dos casos, Paco, ainda considerou o risco de erosão, que nesse caso específico é ressaltado pelos padrões de urbanização intensa nas planícies de inundação.

Como colocado anteriormente, o riacho de Cheonggyecheon se utiliza do planejamento urbano visando uma mudança da morfologia do canal à longo prazo, a partir de incentivos adotados nessa solução específica. Numa comparação de Seul e Manila, por exemplo, essa solução se relaciona a questão do território urbano formal e informal, em que é necessário entender o contexto urbano do local de intervenção. O estero de Paco ainda levanta o ponto das habitações informais em locais de risco, o que envolveu as medidas de remoções. Esse assunto em específico, como visto nas análises, é tratado em conjunto com políticas habitacionais. No entanto, evitando processos excludentes e gentrificações, buscando a sustentabilidade e resiliência urbana.

(6) *Além de planejá-las, como adaptá-las aos impactos climáticos?*

Essa pergunta é um complemento da questão anterior, sendo também uma pergunta abrangente, com resposta limitada aos casos analisados e a teoria abordada. Na teoria, ressalta-se a importância de considerar a mudança climática em si no planejamento e nas soluções, que podem interferir nos diferentes riscos aos quais a região pode estar submetida, sendo que isso também se refletiu nas análises, como colocado anteriormente. Além disso, sobre a inundação, Liao (2014) aponta que a

adaptação parte da tolerância das águas no ambiente urbano, em que se deve adaptar os edifícios, as infraestruturas e os espaços livres. Já Guerreiro et al. (2018), Herzog (2013) e Kabish et al. (2017) ressaltam a utilização das soluções híbridas que, como mostrado anteriormente, foram contempladas pelas soluções. Por fim, tem-se a AbC, que busca uma relação horizontal nas etapas de planejamento e decisão, voltando-se para a adaptação justa, discutida por Pavoola & Adger (2006), em que seria necessário um equilíbrio entre os interesses das instituições e das comunidades. De modo geral, adaptar as áreas ribeirinhas parte de entender os múltiplos desafios e contextos urbanos, por exemplo, a partir de uma visão sistêmica, holística e multiescalar.

Nos casos analisados, inicialmente se observa os exemplos do rio Mapocho e do riacho de Cheonggyecheon. Eles, pelo quadro metodológico, são ações isoladas, das quais mostraram um resultado incerto em relação a redução de inundação no sistema ribeirinho. O rio Mapocho nessa questão é o que tem resultados mais indefinidos, primeiro por ser voltado a apenas uma margem e segundo pelo projeto macro ainda estar em implementação e não considerar diretamente os riscos que o sistema fluvial pode oferecer a cidade, como aqueles ressaltados pela categoria espacial, além dos possíveis cenários climáticos da contextualização dos casos. O riacho de Cheonggyecheon, por sua vez, atende ao risco de inundação diretamente considerando a situação atual, a incerteza surge ao considerar-se a mudança climática como potencial de agravamento do risco que, como ressaltado na análise, pode até não ser nesse trecho específico, mas em um outro ponto à jusante, o que poderia resultar em uma má adaptação.

Com isso, ressalta-se as ações planejadas, como no rio Quaggy, que se voltou a um entendimento macro da bacia hidrográfica, que condicionou a escolha desse trecho específico para a redução do risco de inundação de uma área à jusante, sendo esse o único caso em que a escolha do trecho de intervenção foi clara em relação ao todo. No *tipo de ação* da categoria funcional, observa-se que as ações planejadas só corresponderam a dois casos, o rio Quaggy e o estero de Paco, que coincidentemente relacionam-se com a possibilidade de serem replicadas. No entanto, este fato pode não possuir uma relação imediata, até porque esta pesquisa, com base nesses casos-referências, não consegue constatar se um condiciona o outro. Acredita-se que as ações utilizadas nos dois casos são replicáveis por possuírem soluções mais

simples, que podem corresponder a outras realidades urbanas, podendo ser adaptadas às condições espaciais locais.

Utilizando-se de exemplo para essa discussão, e relacionando a adaptação que contempla os edifícios com os espaços livres, tem-se as medidas de proteção utilizadas no rio Quaggy que, nesse caso específico, vão de encontro a tipologia do lote e os padrões de ocupação que não ocupam 100% do terreno, mantendo uma parte da planície. Porém, essa solução não parece ser condizente com adensamentos urbanos equivalentes ao estero de Paco, em que esses “espaços de sobra” expressivos não parecem existir. Assim, para a recuperação da planície de inundação, as ações envolveriam uma remoção de propriedades mais intensa, que, como visto, pode refletir no custo final do projeto pela aquisição de propriedades privadas.

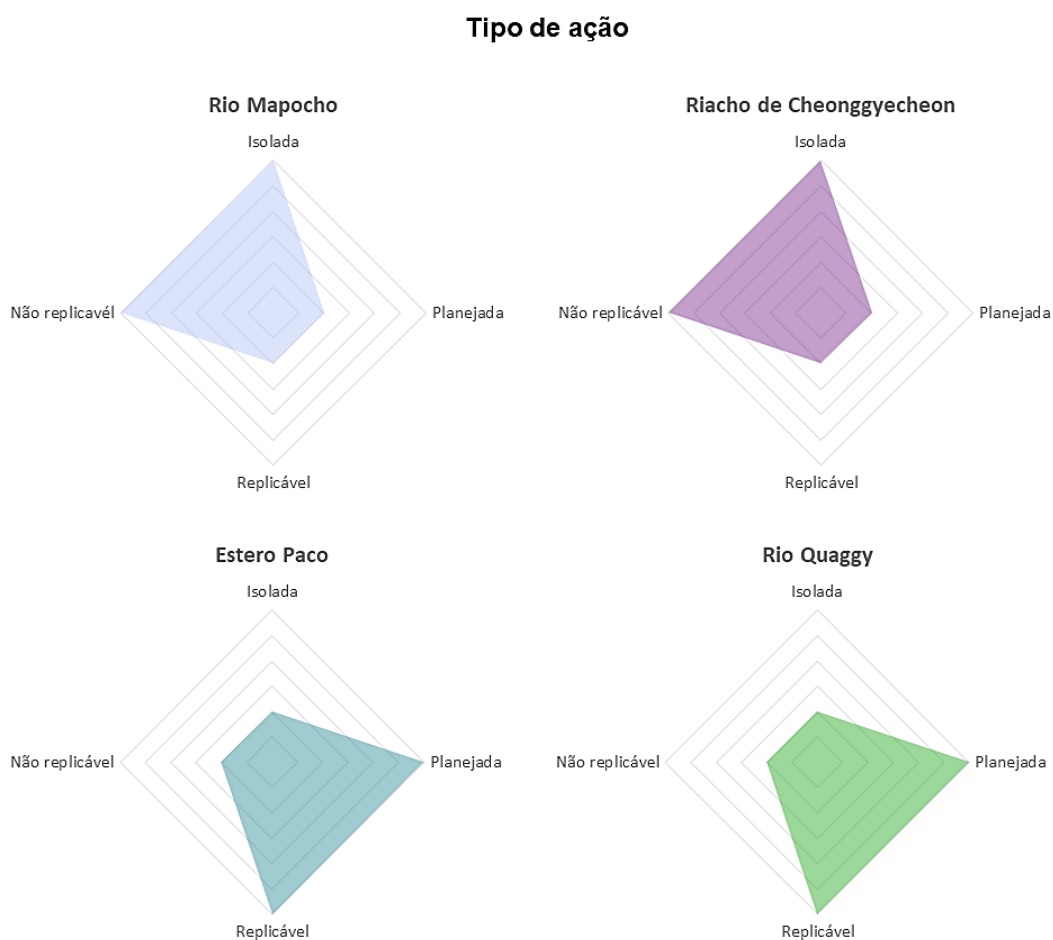


Gráfico 7 - Tipo de ação adotada pelos casos-referências. A partir dos gráficos, pode-se observar a discussão ressaltada anteriormente. Fonte: elaborado pela autora.

O custo de uma intervenção em rios não é necessariamente alto, sendo o custo-benefício associado a categoria de adaptação voltada ao desempenho (Adger

et al, 2005; Smit & Wandel, 2006). Pelas análises, o valor total de projeto parece depender do escopo, da intenção de projeto e das características de cada local. Essa questão pode ser ressaltada pelos dois projetos que possuem dados de custo, o rio Quaggy e o riacho de Cheonggyecheon. Eles possuem realidades de projeto distintas, sendo o primeiro voltado a uma ação planejada, com soluções simples, com um resultado mais positivo, custo classificado como médio e projetada para dois cenários: com e sem a água; o segundo, uma ação isolada com resultados não tão expressivos para a realidade climática, voltada para um macroprojeto que influenciou no seu custo final, sendo considerado alto. A partir disso, vale ressaltar que o riacho de Cheonggyecheon é o que possui maior visibilidade quando se trata de restauração de rios, sendo seu custo-benefício considerado negativo, pelas ações desconsiderarem a funcionalidade e as características de um rio.

Na teoria da AbC, discutem-se formas de processos participativos passivos e ativos, sendo que este último, pelas definições, pode resultar em um envolvimento mais efetivo entre os agentes urbanos. Os processos utilizados, nos casos do estero de Paco e do rio Quaggy, foram: *participação funcional*, com a formação de grupos que atuam sobre determinados objetivos, posteriores ao projeto, já que o envolvimento antes de sua implantação é incerto; e de *automobilização*, onde esses grupos possuem autonomia para realizar certas iniciativas externas às instituições. Esses dois pontos levaram a uma ampliação da capacidade adaptativa, que no caso de Paco foi pequena. Esse componente da vulnerabilidade e adaptação, é desconsiderado no projeto para o rio Mapocho e no riacho de Cheonggyecheon, em que, neste último, as formas de participação e envolvimento da comunidade foi passiva, que, a princípio, parte de uma comunicação unilateral e com a informação dada, não influenciando nas abordagens e decisões.

Segundo materiais encontrados, nenhum dos casos considerou a participação e envolvimento efetivo entre os agentes urbanos, se configurando tão somente como uma relação de “cima para baixo”, em que parece transparecer uma limitação para uma mudança de paradigmas no modo de planejar e projetar. Vale ressaltar que no âmbito da mudança climática a capacidade adaptativa é a que traz resultados positivos à longo prazo, por gerar uma capacidade de resposta a determinado risco, reduzindo a vulnerabilidade de uma comunidade.

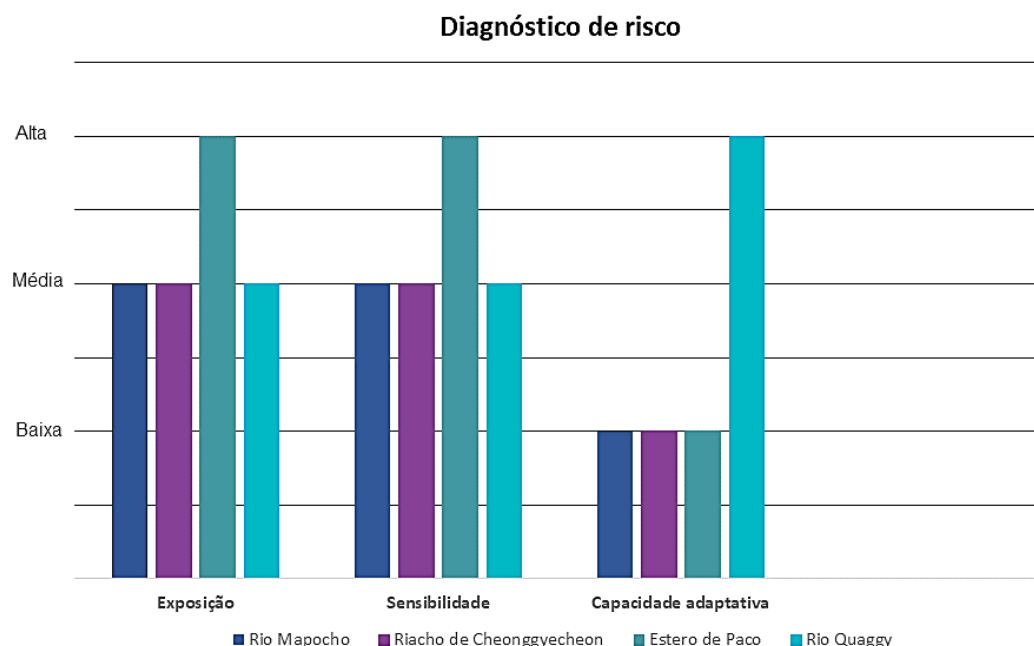


Gráfico 8 - Resultado comparativo do diagnóstico de risco. A classificação entre alta, média e baixa das categorias exposição e sensibilidade se dá pelos aspectos considerados, além de um corte percentual, que representa uma quantidade de elementos comparados ao todo, que foram trabalhados ou ainda deslocados, protegidos ou removidos. Assim, para essas duas categorias, o corte alto é dado por uma taxa de 0-35%, média 35-65% e baixo 65-100%. Já a capacidade adaptativa é um aspecto que tem que ser ampliado, logo, a base de corte é contrária à exposição e sensibilidade e se dá pelo que é considerado por cada categoria.

(7) *Como os rios urbanos podem se tornar sustentáveis e resilientes, para as cidades, considerando as dinâmicas e relações que o cercam?*

Essa questão é abrangente e limitada aos resultados encontrados por essa pesquisa. Ela foi lançada no final do subcapítulo 3.2, sendo inicialmente respondida pela base teórica. Desse modo, como colocado anteriormente, considera-se a adaptação e melhoria dos ecossistemas da cidade acontecendo a partir de duas dimensões integradas, a ambiental e a social, devido ao fato de que ambiente urbano é considerado um sistema socioecológico. Além disso, com um planejamento urbano levando em conta a realidade climática, seus impactos e as relações das dinâmicas da cidade dentro de uma visão sistêmica, holística e multiescalar. Bem como a importância das medidas de governança, onde os agentes urbanos são envolvidos de maneira horizontal, buscando uma relação de “baixo para cima”. Tais pontos foram ressaltados pelas perguntas anteriores.

A parte da metodologia que se relaciona com essa pergunta foi vista pelo fator condicionante, onde os casos-referências foram analisados a partir dessas duas

dimensões, buscando-se os benefícios sociais e ambientais de seus discursos pró-sustentáveis. Além do mais, duas das categorias de sustentabilidade, *a promoção da integração social* e *a abordagem integrada entre escalas da cidade e da região*, relacionaram-se com o processo de governança, complementando essa discussão além dos aspectos ressaltados pela categoria funcional.

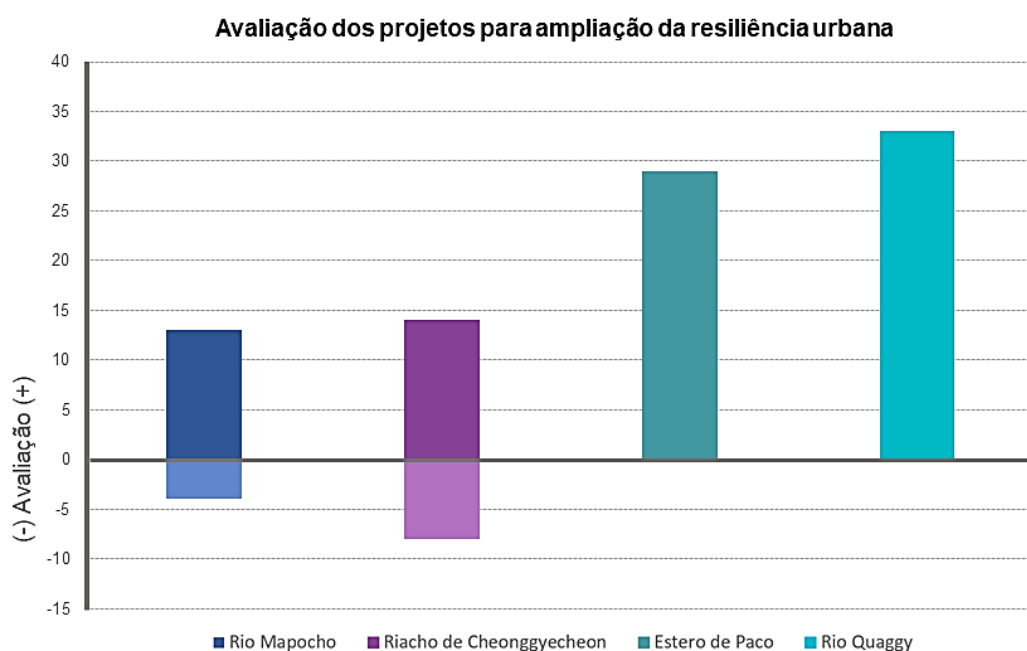


Gráfico 9 - Avaliação total do fator condicionante para observar quais casos-referências obtiveram melhores resultados para a sustentabilidade e resiliência urbana. Os detalhes de cada categoria analisada, que geraram as avaliações positivas e negativas, podem ser observados no apêndice I, II, III e IV. Fonte: elaborado pela autora.

Sobre o fator condicionante, pode-se considerá-lo um complemento metodológico para avaliação da resiliência e sustentabilidade urbana, no qual os resultados mostram que o riacho de Cheonggyecheon, pelo fator de incerteza e possibilidade do agravamento de risco de inundação em alguma área à jusante, que pode ampliar a exposição, foi o que gerou resultados negativos na análise. Em relação aos outros casos, este é um dos exemplos que menos contribui para a sustentabilidade e resiliência do sistema, seguido pelo rio Mapocho, também pelo fator de incerteza, que gerou resultados neutros e alguns negativos nos pontos analisados. Entretanto, ressalta-se que os dois casos possuem um fator em comum que contribui positivamente para a adaptação do sistema urbano, que é de redução das emissões de GEE, por reduzirem o fluxo de transporte motorizados e possibilitarem novos meios de deslocamento, por modais não poluentes. O exemplo que contribuiu mais para a

sustentabilidade e resiliência urbana foi o rio Quaggy. Como o estero de Paco não responde a eventos futuros, mas também não amplia a exposição, seu desempenho foi considerado neutro. Porém, deve-se lembrar que soluções que envolvam remoções podem gerar processos excludentes, que são contrários à sustentabilidade e resiliência do sistema.

Conforme visto no desenvolvimento teórico da pesquisa, os desafios das cidades em relação água dependem de diversos fatores, climáticos ou não. Os climáticos estão relacionados às projeções do aumento do nível do mar e da frequência e intensidade das precipitações e secas. Já os não climáticos, a partir dos padrões de desenvolvimento do território, sua localização geográfica, seu crescimento populacional, assim como a falta de gestão e de governança. A interação entre esses elementos configura esses desafios como múltiplos, contrastantes e complexos, em que se busca entender as diferentes ameaças ao qual o território pode estar submetido, as vulnerabilidades em relação a elas e os riscos gerados pelo padrão de desenvolvimento urbano. Esse último pode estar relacionado ao fato de que as cidades estão localizadas próximas aos recursos hídricos, como os rios e oceanos, além de terem crescido e continuarem crescendo a partir de um planejamento insustentável diante das necessidades atuais, em que a funcionalidade das infraestruturas, por exemplo, não atende aos desafios hídricos enfrentados, ou ainda, às ocupações em áreas de riscos naturais.

A água no ambiente urbano é tanto recurso quanto uma ameaça, já que a forma como o território se expandiu e se expande afeta sua qualidade, por poluir os corpos d'água direta e indiretamente; e pode gerar riscos pela localização de assentamento urbanos em locais onde há uma ameaça natural, como nas planícies de inundação. As enchentes ocorrem naturalmente e as planícies possuem processos próprios de regeneração dos seus ecossistemas. A ocupação humana alterou a conformação desses espaços e retirou elementos que configuram uma funcionalidade para o sistema fluvial, sendo que essas questões agravam os riscos ambientais, como as inundações, que podem aumentar a partir da mudança dos padrões de precipitações, gerados pela mudança climática.

Os rios, ao longo de uma história recente da urbanização com a água, passaram por diversos processos que modificaram e interferiram suas condições ecossistêmicas, sendo que atualmente, eles se constituem como parte de um sistema socioecológico. Ao se tratar de sistemas fluviais e ribeirinhos, existe uma interconexão de assuntos, retomando parte da teoria de que os desafios em relação a água são múltiplos, contrastantes e complexos. Por exemplo, entendendo a água como recurso e ameaça, inicialmente, observa-se a integração de fatores atuantes sobre o ambiente urbano, que geram uma relação entre as ações, que podem até ter como foco específico o risco de inundação, mas considerando que o planejamento deve ter uma visão sistêmica dos elementos que constituem o ambiente urbano, não se pode tratar esse risco isoladamente, tais quais a seca e erosão, buscando entender o sistema como um todo, pois o urbano pode ter seus riscos exacerbados por diversos fatores internos e externos a sua estrutura. Os internos dizem respeito à urbanização que, no caso do sistema ribeirinho, usos predominantes nessa região podem afetar suas condições. Já os externos, os riscos podem ser exacerbados pela mudança climática. De certa forma, as soluções, como vistos nas análises, podem atuar de maneira holística, onde as ações não contribuem com outros riscos ou ainda em outros locais.

O risco, como foi colocado, pode possuir relação com o contexto histórico, sendo que isso parece ser a base de algumas abordagens analisadas que excluem a incerteza, logo, negligenciam o princípio da precaução, já que desconsideram um cenário futuro e com ele a mudança climática. Esse fenômeno produz diferentes questões que atuam no sistema fluvial, ribeirinho e urbano, podendo mudar as diversas relações e exacerbar acontecimentos passados que podem resultar em diferentes consequências. Geralmente, o planejamento e os projetos no sistema fluvial partem de um intervalo de recorrência de precipitações classificadas como periódicas e excepcionais. Contudo, considerando-se a variação climática, o excepcional poderia tornar-se “periódico”, já que a mudança climática pode exacerbar a frequência e a intensidade das ameaças, diminuindo a faixa do intervalo de enfrentamento. Um exemplo, citado na teoria, é de precipitações que ocorrem a cada 30 anos, mas que poderiam ocorrer a cada 5 anos, deslocando a faixa do que é considerado “normal”. Esse mesmo fenômeno também pode impactar a biodiversidade, ecossistemas e o próprio fluxo de águas dos rios.

Logo, pode-se ressaltar a importância de um planejamento e projetos em rios que vão além do intervalo de recorrência, considerando as projeções climáticas e os diferentes cenários para o local de intervenção, os diversos elementos e relações que o constitui, visando a sustentabilidade e a resiliência urbana. Em relação a seca que ocorria em determinados períodos, como os de baixa no fluxo das águas, com a mudança do clima como fator condicionante da ação, as soluções se integram a outros efeitos ou consequências como a salinização e variação na qualidade da água, agravando esse risco que interfere na segurança hídrica de determinado local. Assim, as soluções não só devem reagir a um evento passado, como também antecipar riscos futuros e associar as diferentes ameaças, adaptando-se a elas.

Buscou-se englobar as discussões tratadas até aqui no processo de criação da metodologia, voltando-se ao passo-a-passo, buscando entender o sistema socioecológico que estava em análise, isso a partir da definição das condições territoriais, do seu contexto climático, do objeto, da relação do ambiente urbano com o rio, os processos e fluxos desse ecossistema, além dos objetivos e da funcionalidade das soluções. Desta forma, procurando definir o espaço em análise para entender essa interconexão de assuntos, tendo-se em consideração a visão sistêmica, holística e multiescalar, que deveriam ser consideradas pelo planejamento urbano e para identificar a funcionalidade das ações e soluções implementadas, se eram coerentes aos desafios locais e aos possíveis impactos climáticos. Além disso, buscando entender o processo de utilização do ecossistema, identificando também o que e o porquê certos aspectos eram restaurados e como eles se relacionavam aos desafios encontrados.

Sobre as análises, os casos-referências evidenciaram uma relação entre diversos assuntos abordados pela pesquisa, o que pode ser influenciado pela complexidade do ambiente urbano. Um fator potencializador de risco que foi colocado pela discussão teórica e evidenciado nas análises, diz respeito à localização geográfica, que se mostrou como elemento que agrava as vulnerabilidades da população ao risco de inundação, seca e erosão, que devem ser integrados às ações de adaptação do sistema ribeirinho. Na contextualização dos casos, buscou-se retratar essa discussão para demonstrar como as soluções se integravam a esses diversos fatores externos e internos ao local específico de intervenção, em que foi possível observar que o sistema costeiro, por exemplo, se integra ao fluvial, sendo a mancha de inundação influenciada por isso.

Já os elementos que constituem e compõem o sistema ribeirinho, os processos geomorfológicos parecem ser desconsiderados por vezes das soluções, o que talvez possa remeter a influência do ambiente urbano ao redor desses sistemas. O caso de Manila, por exemplo, possui uma densidade alta, limitando as possibilidades que podem ser utilizadas, porém, essa limitação também pode ter uma relação com as condições socioeconômicas levantadas no aporte teórico. Nesse caso específico, as taxas de impermeabilização são altas, sendo que este fato interfere na quantidade de água escoada pela superfície que pode sobrecarregar o sistema fluvial, resultando nas cheias rápidas que levam apenas horas para ocorrer. Ademais, trata-se de uma planície deltaica e os processos de sedimentação são importantes para a manutenção desse ecossistema que, como discutido, pode sofrer interferência do nível do mar, além de afundar, sendo essa uma limitação de discussão dessa pesquisa, já que essas questões não ficam claras como fator potencializador de risco e como as soluções podem englobar essa questão.

Ainda sobre a geomorfologia, a prática da restauração que se volta a um estado anterior em sua totalidade não faz sentido, mas conforme mostrado no exemplo do rio Quaggy, a retomada de parte da meandrização desse subafluente foi possível devido às condições locais. Porém, vale ressaltar que ela não acontece de uma maneira utópica, considera que o processo antropização existe e este foi utilizado para a mudança no fluxo de águas retardando sua velocidade, relacionando-se a hidrologia. Além disso, os elementos que constituem o ecossistema fluvial e diferentes processos tem como foco as pessoas, reduzindo o risco de inundação.

O fator social ganha relevância na adaptação do sistema ribeirinho e nas discussões tratadas pela pesquisa pela falta de equidade, em que se salienta a importância de identificar riscos e vulnerabilidades percebidos e vivenciados diretamente pelas comunidades. Tal fator voltam-se a resiliência e suas questões de para quem? quais? para quando? para onde? e por quê?; que buscam auxiliar as ações, para que estas ocorram de acordo com a realidade específica de cada local, em um intervalo de enfrentamento possível, considerando a variação climática, almejando a adaptação justa e visando ações à longo prazo. Com isso, integra-se a AbC que é uma forma de conseguir identificar e gerar conhecimento singular para cada local, que contribui na construção da sustentabilidade e resiliência urbana, logo, evita gentrificações verdes e más adaptações. Essa parte da pesquisa foi uma outra limitação encontrada a ser englobada a metodologia. As questões sobre resiliência, devido a

difículdade de encontrar dados para responder certas perguntas e por entendê-las como um passo anterior a de um projeto, de modo a guiar soluções e não analisar ou ainda as criticar depois de implementadas. Já a AbC, também pela limitação de informações obtidas pelos casos-referências e por entender que essa parte da teoria se volta a pesquisa de campo, integrando pessoas nesse processo, para juntar o conhecimento comunitário ao científico. Esses dois pontos ainda se integram ao processo de governança, que foi ligado à metodologia apenas tentando entender quem estava envolvido e como.

As medidas de governança foram bem frisadas para um planejamento urbano que se adequa à mudança climática e para a busca de ecossistemas *para* as cidades. Contudo, pelas soluções analisadas, os processos ocorrem de “cima para baixo” e as formas de participação da comunidade ainda são limitadas, interferindo na sua capacidade de adaptação como um todo. Os processos participativos abordados pelos exemplos, foram passivos, de informação dada e como forma de consulta, que comparado com as formas mais holísticas voltadas a interação e consideração nos processos de decisão, contribuem pela procura pela equidade, em que as soluções se voltam para as características e prioridades específicas de cada local, além de uma adaptação transformacional.

A adaptação de sistemas ribeirinhos se integra às SbNs, já que a AbE está contida no seu “leque” de opções. O planejamento que considera essas soluções retoma as funções e elementos perdidos ao longo do desenvolvimento urbano, como também relaciona a dimensão social à ecológica, entendendo e equilibrando as interações dessas duas estruturas que conforma o sistema urbano como socioecológico. A retomada dessa funcionalidade e a integração com outras soluções, como as cinzas, resultam em um sistema híbrido, que faz com que a água seja tolerada no ambiente urbano. A ideia de tolerância parte do entendimento de que o risco não deixa de existir e que água não se domina, mas buscam-se alternativas de conviver com ela.

Como visto, a definição de adaptação de sistemas ribeirinhos parte de tolerar a água no ambiente urbano, a partir da reintegração de seus elementos e processos naturais, considerando o sistema urbano como o socioecológico. Ainda, deve-se considerar a mudança climática para que as soluções possam responder a eventos passados, mas também antecipar riscos futuros e se preparar para a incerteza do pior cenário; integrando os diferentes agentes urbanos com as medidas de governança,

visando ações a longo prazo, sob o prisma de um olhar sistêmico, holístico e multiescalar para a construção de cidades sustentáveis e resilientes.

ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 268-281, fev. 2006.

ADGER, W. N.; ARNELL, N. W.; TOMPKINS, E. L. Successful adaptation to climate change across scales. **Global Environmental Change Part A: Human & Policy Dimensions**, v. 15, n. 2, p. 77-86, jul. 2005.

ADGER, W.N.; EAKIN, H.; WINKELS, A. Nested and Teleconnected Vulnerabilities to Environmental Change. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 3, p. 150–157, apr. 2009.

AHMED, K. et al. **Climate risks and adaptation in Asian coastal megacities**: a synthesis report. Washington: The World Bank, 2010. 97p. Disponível em: <documents.worldbank.org> Acesso em: 19 abr. 2021.

ALBERT, C. et al. Planning nature-based solutions: Principles, steps, and insights. **Ambio: A Journal of Environment and Society**, v. 50, n. 8, p. 1446-1452, aug. 2021.

ALBERTI, M. et al. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. **BioScience**, v. 53, n. 12, p. 1169–1179, dec. 2003.

ARCHITECTURAL AND ENGINEERING COMPANY (AECOM). **London borough of Lewisham strategic flood risk assessment**. Level 1 report, 2018. Disponível em: < [Appendix 2 - Strategic Flood Risk Assessment.pdf \(lewisham.gov.uk\)](#)>. Acesso em: 01 dez. 2021.

ASHER, F. **Os novos princípios do urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra, 2010. 103p.

ASIAN DEVELOPMENT BANK (ADB). **Philippines: Pasig River Environmental Management and Rehabilitation Sector Development Program**. 2010. 54p. Disponível em: <[30308-013: Pasig River Environmental Management and Rehabilitation Sector Development Program \(Policy Loan\) | Asian Development Bank \(adb.org\)](#)>. Acesso em: 13 abr. 2021.

BAI, X. et al. Linking Urbanization and the Environment: Conceptual and Empirical Advances. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 42, p. 215, oct. 2017.

BASEL, B.; GOBY, G.; JOHNSON, J. Community-based adaptation to climate change in villages of Western Province, Solomon Islands. **Marine Pollution Bulletin**, v. 156, jul. 2020.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. 2ª edição. São Paulo: Editora 34, 2011. 384p.

BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização reflexiva**: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1997. 264p.

BENEVOLO, L. **História da arquitetura moderna**. 3ª edição. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001. 816p.

BERNHARDT, E. S.; PALMER, M. A. Restoring streams in an urbanizing world. **Freshwater Biology**, v. 52, n. 4, p. 738-751, apr. 2007.

BHAVE, A. G.; MISHRA, A.; GROOT, A. Sub-basin scale characterization of climate change vulnerability, impacts and adaptation in an Indian River basin. **Regional Environmental Change**, v. 13, n. 5, p. 1087–1098, oct. 2013.

BÖLSCHER, T.; et al. Adaptation Turning Points in River Restoration? The Rhine Salmon Case. **Sustainability**, v. 5, n. 6, p. 2288–2304, may 2013.

BRINGULA, R. P. et al. “How do people view the estuary and the technology management practices to rehabilitate it?”: The case of Estero de Paco in Manila. **2014 2nd International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment**, p. 128-134, aug. 2014.

CAMPO, S, I. Mapocho 42k: promenade ribereña como paisaje memorable para Santiago de Chile. **Mesa tematica3: ciudad y territorios del agua. Investigaciones proyectuales**. nov. 2017.

CASTÁN BROTO, V. Urban Governance and the Politics of Climate change. **World Development**, v. 93, p. 1–15, may 2017.

CHAN, F. K. S. et al. Urban flood risks and emerging challenges in a Chinese delta: The case of the Pearl River Delta. **Environmental Science and Policy**, v. 122, p. 101–115, aug. 2021.

CHEN, I.C. et al. Filling the gaps in ecological studies of socioecological systems. **Ecological Research**, v. 32, n. 6, p. 873–885, nov. 2017.

CHILE floods: 4 million people without water as world's largest copper mine suspends operations. **ABC News**, 2016. Disponível em: <[Chile floods: 4 million people without water as world's largest copper mine suspends operations - ABC News](#)>. Acesso em: 07 dez. 2021.

CHOI, Y.; KANG, J.; KIM, J. Urban flood adaptation planning for local governments: hydrology analysis and optimization. **International journal of disaster risk reduction**, v. 59, jun. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**: o canal fluvial. São Paulo: Edgar Blucher, 1981. 313p.

CLEMENTE, E. D. Evaluating the Water Quality Contribution of Estero de Paco to Pasig River and Manila Bay, Philippines. **E3S Web of Conferences**, v. 148, p. 1-7, jan. 2020.

COCH, N. K.; LENNA, M.; DEELY, A.. Anthropogenic Land Changes and Sedimentation Response in the Tidal Straits of New York City. **Journal of Coastal Research**, v. 33, n. 2, p. 273–285, mar. 2017.

COHEN, S.. **The sustainable city**. New York: Columbia University Press, 2017. 245p. Disponível em: <[The Sustainable City | Columbia University Press](#)>. Acesso em: 21 jul. 2021.

COHEN-SHACHAM, E. et al. Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. **Environmental Science and Policy**, v. 98, p. 20–29, aug. 2019.

COHEN-SHACAM, E. et al. **Nature-based solutions to address global societal challenges**. Suíça: IUCN, 2016. 97p. Disponível em: <[Nature-based solutions to address global societal challenges | IUCN Library System](#)>. Acesso em: 22 nov. 2021.

DATRY T.; LARNED S. T.; TOCKNER K.. Intermittent rivers: a challenge for freshwater ecology. **BioScience**, v. 64, n. 3, p. 229–235, mar. 2014.

DELGADO-RAMOS, G. C. D.; GUIBRUNET, L. Assessing the ecological dimension of urban resilience and sustainability. **International Journal of Urban Sustainable Development**, v. 9, n. 2, p. 151–169, jun. 2017.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCE (DENR). Republic of the Philippines water quality management section. Adopt an Estero Waterbody Program, 2021. Disponível em: <[Adopt-an-Estero/Waterbody Program | Water Quality Management Section \(emb.gov.ph\)](#)> Acesso em: 19 abr. 2021.

DÖLL, P.; SCHMIED, H. M. How is the impact of climate change on river flow regimes related to the impact on mean annual runoff? A global-scale analysis. **Environmental Research Letters**, v. 7, n. 1, p. 14-37, mar. 2012.

D'ONOFRIO. E. E.; FIORE, M. M. E.; ROMERO, S. I. Return periods of extreme water levels estimated for some vulnerable areas of Buenos Aires. **Continental Shelf Research**, v. 19, n. 13, p. 1681–1693, oct. 1999.

EAKIN, H.; LUERS, A. L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annual review of environment and resources**, v. 31, p. 365–394, jul. 2006.

ELMQVIST, T. et al. **Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services**: Challenges and Opportunities. A Global Assessment. Dordrecht: Springer, 2013. 755p. Disponível em: < [Urbanization, Biodiversity and](#)

[Ecosystem Services: Challenges and Opportunities | SpringerLink](#)>. Acesso em: 22 set. 2021.

_____. **Urban planet**: knowledge towards sustainable cities. Australia: Cambridge University Press, 2018. 482p. Disponível em: <[Urban Planet \(cambridge.org\)](#)>. Acesso em: 22 set. 2021.

EGLER, C. A. G.; GUSMÃO, P. P. Gestão costeira e adaptação às mudanças climáticas: o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 1, p. 65–80, 2014.

ENGLAND, J. et al. Seeking river restoration appraisal best practice: supporting wider national and international environmental goals. **Water and Environment Journal**, [s. l.], v. 34, n. S1, p. 1003, dec. 2020.

ENSOR, J. E. et al. Variation in perception of environmental change in nine Solomon Islands communities: implications for securing fairness in community-based adaptation. **Regional Environmental Change**, v. 18, n. 4, p. 1131, 2018.

ENVIRONMENT AGENCY (EA). **A river reborn**: restoring the Quaggy River and tackling flooding. London: Environment Agency, 2007. 11p. Disponível em: <[A River Reborn - Quaggy.pdf \(restorerivers.eu\)](#)>. Acesso em: 09 dez. 2021.

EUROPEAN CENTER FOR RIVER RESTORATION (ECRR). The Network for best practices of river restoration in Greater Europe, 2019. About RESTORE. Disponível em: <[Partner organisations of RESTORE \(ecrr.org\)](#)>. Acesso em: 07 jun. 2021.

EUROPEAN CLIMATE ADAPTATION PLATFORM (CLIMATE-ADAPT). Partnership for sharing adaptation information across Europe, 2019. Disponível em: <[Rehabilitation and restoration of rivers and floodplains — Climate-ADAPT \(europa.eu\)](#)>. Acesso em: 16 jul 2021.

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Nature-based solutions & re-naturing cities**. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2015. 74p. Disponível em: <[Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities | Horizon 2020 \(europa.eu\)](#)>. Acesso em: 22 nov. 2021.

EUROPEAN RIVER RESTORATION (RESTORE). Partnership for sharing information and knowledge about river restoration in Europe, 2020. Disponível em: <[RESTORE \(restorerivers.eu\)](#)>. Acesso em: 20 abr. 2021.

_____. Case study: Quaggy Flood Alleviation Scheme, 2013. Disponível em: <[Case study: Quaggy Flood Alleviation Scheme - RESTORE \(restorerivers.eu\)](#)>. Acesso em: 13 dez. 2021.

_____. Case study: River Quaggy – Chinbrook meadows, 2017. Disponível em: <[Case study: River Quaggy- Chinbrook meadows - RESTORE \(restorerivers.eu\)](#)>. Acesso em: 13 dez. 2021.

EVERARD, M.; MOGGRIDGE, H. L. Rediscovering the value of urban rivers. **Urban Ecosystems**, v. 15, n. 2, p. 293-314, jun. 2012.

FISCHER, H. W. Decentralization and the governance of climate adaptation: Situating community-based planning within broader trajectories of political transformation. **World Development**, v. 140, apr. 2021.

FOLBERTH, G. A.; et al. Megacities and climate change - A brief overview. **Environmental pollution**, v 203, p. 235-242, aug. 2015.

FRANCESCH-HUIDOBRO, M. et al. Governance challenges of flood-prone delta cities: Integrating flood risk management and climate change in spatial planning. **Progress in Planning**, v. 114, p. 1–27, may 2017.

FRANTZESKAKI, N. et al. Nature-Based Solutions for Urban Climate Change Adaptation: Linking Science, Policy, and Practice Communities for Evidence-Based Decision-Making. **BioScience**, v. 69, n. 6, p. 455-466, jun. 2019.

FRYIRS, K.; BRIERLEY, G. J. Naturalness and Place in River Rehabilitation. **Ecology and Society**, v. 14, n. 1, jun. 2009.

GAETE, C. M. Paisagem e Arquitetura: Parque Fluvial Renato Poblete. **ArchDaily Brasil**, 2015. Tradução: Baratto, R. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/761449/paisagem-e-arquitetura-parque-fluvial-renato-poblete>>. Acesso em: 10 dez. 2021

GIDDENS, A. **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010. 314p.

GIOSAN, L. et al. Protect the world's deltas: sea-level rise and river engineering spell disaster, say Liviu Giosan and colleagues. **Nature**, v. 516, n. 7529, p. 31-33, dec. 2014.

GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M.; SANTOS, I. Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, P. 103-111, abr/jun. 2012.

GOMES, R.C.; BIANCHI, C; OLIVEIRA, V. P. V. Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **Revista Geographia**, v. 23, n. 51, p. 1-17, ago. 2021.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010. 300p.

GOUVEIA, R.L.; SELVA, V.S.F; PAZ, Y. M. Governança ambiental: contribuição para a revitalização de rios urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 55-70, fev. 2019.

GREATER LONDON AUTHORITY. **Managing risks and increasing resilience: the mayor's climate change adaptation strategy**. London: Greater London Authority, 2011. 126p. Disponível em: <[Adaptation-oct11.pdf](#)>

(london.gov.uk)>. Acesso em: 09 dez. 2021.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446p.

GUERRERO, P.; HAASE, D.; ALBERT, C.. Locating spatial opportunities for nature-based solutions: a river landscape application. **Water**, v. 10, n. 12, p. 1869, dec. 2018.

HAESBAERT, R.; PORTO-GONÇALVES, C.W. **A nova des-ordem mundial**. São Paulo: UNESP, 2006. 160p.

HERITAGE, G.; ENTWISTLE, N. Impacts of River Engineering on River Channel Behaviour: Implications for Managing Downstream Flood Risk. **Water**, v. 12, n. 1355, p. 1355-1372, may 2020.

HERZOG, C.P. **Cidade para todos**: (re)aprendendo a conviver com a natureza. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013. 312p.

_____. Urbanismo ecológico: Tema de conferência internacional na Universidade de Harvard. **Arquitextos**, São Paulo, ano 10, n. 109.00, Vitruvius, jun. 2009 Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.109/43>>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista LABVERDE**, n. 1, p. 92-115, 2010.

HERZOG, C. P.; ROZADO, C. A. **The EU-Brazil sector dialogue on nature-based solutions contribution to a brazilian roadmap on nature-based solutions for resilient cities**. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2019. 136p. Disponível em: <[The EU–Brazil sector dialogue on nature-based solutions - Publications Office of the EU \(europa.eu\)](https://publications.ec.europa.eu/publication-detail/-/publication/80000000-0000-0000-0000-000000000000)>. Acesso em: 22 nov. 2021.

HILL, D. Beyond the Thames Barrier: how safe is London from another major flood? **The Guardian**, 2015. Disponível em: <[Beyond the Thames Barrier: how safe is London from another major flood? | Cities | The Guardian](https://www.theguardian.com/cities/2015/sep/16/beyond-the-thames-barrier-how-safe-is-london-from-another-major-flood)>. Acesso em: 12 dez. 2021.

HONKONEN, T. Water Security and Climate Change: The Need for Adaptive Governance. **Potchefstroom Electronic Law Journal**, v. 20, p. 1–26, jan. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects: Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 1132p.

_____. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. In Press. Disponível em: <[AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis — IPCC](#)>. Acesso em: 9 ago. 2021.

_____. **Global warming of 1.5°C**: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. 616p.

_____. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation**. A special report of Working Groups I and II of Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 582p.

JEON, C.; KANG, Y. Restoring and Re-Restoring the Cheonggyecheon: Nature, Technology, and History in Seoul, South Korea. **Environmental history**, v. 24, n. 4, p. 736–765, oct. 2019.

KABISH, N. et al. **Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas**: linkages between science, policy and practice. Suíça: Springer Nature, 2017. 342p. Disponível em: <[Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas | SpringerLink](#)>. Acesso em: 22 nov. 2021.

KARIM, M. R.; THIEL, A. Role of community based local institution for climate change adaptation in the Teesta riverine area of Bangladesh. **Climate Risk Management**, v. 17, p. 92–103, 2017.

KATZ, C.; REID, P.; ANDRADE, M. Tres visiones sobre el río Mapocho. **ARQ (Santiago)**, n. 72, p. 56–59, aug. 2009.

KAUFFMAN, N.; HILL, K. Climate change, adaptation planning and institutional integration: a literature review and framework. **Sustainability**, v. 13, n. 10708, p. 10708-10736, sep. 2021.

KAUSHAL, S.S. et al. Urban Evolution: The Role of Water. **Water**, v. 7, n. 8, p. 4063–4087, jul. 2015.

KIM, E. J. The Historical Landscape: Evoking the Past in a Landscape for the Future in the Cheonggyecheon Reconstruction in South Korea. **Humanities**, v. 9, n. 3, p. 1-24, sep. 2020.

KIM, H.; JANG, C. Reprint of “A review on ancient urban stream management for flood mitigation in the capital of the Joseon Dynasty, Korea”. **Journal of Hydro-environment Research**, v. 26, p. 14–18, oct. 2019.

KIM, H.; JUNG, Y. Is Cheonggyecheon sustainable? A systematic literature review of a stream restoration in Seoul, South Korea. **Sustainable Cities and Society**, v. 45, p. 59–69, feb. 2019.

KIM, D.; LIM, U.. Urban Resilience in Climate Change Adaptation: A Conceptual Framework. **Sustainability**, v. 8, n. 4, p. 405-422, apr. 2016.

LAFORTEZZA, R.; SANESI, G. Nature-based solutions: Settling the issue of sustainable urbanization. **Environmental research**, v. 172, p. 394–398, may 2019.

LEE, M.; JUNG, I. Assessment of an urban stream restoration project by cost-benefit analysis: The case of Cheonggyecheon stream in Seoul, South Korea. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 20, n. 1, p. 152, jan. 2016.

LEE, J. Y.; KWON, K. D.; RAZA, M. Current water uses, related risks, and management options for Seoul megacity, Korea. **Environmental earth sciences**, v. 77, n. 1, p. 1, jan. 2018.

LEFEBVRE, H. **A revolução urbana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999. 178p.

_____. **O direito a cidade**. 5ª edição. São Paulo: Centauro, 2001. 143p.

LEMOS, M. F. **Adaptação para a mudança climática**: uma metodologia de análise para planos diretores municipais. 2010. 295f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

_____. **Adaptação**. Aula ministrada na disciplina Projeto de Cidades Resilientes, Mestrado em Arquitetura PUC-Rio, Rio de Janeiro, set. 2020a.

_____. **O Futuro das Cidades**. Aula ministrada na disciplina Projeto de Cidades Resilientes, Mestrado em Arquitetura PUC-Rio, Rio de Janeiro, set. 2020b.

LI, E.; WADA-ENDTER, W. J.; LI, S. Characterizing and contextualizing the water challenges of megacities. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 51, n. 3, p. 589–613, jun. 2015.

LIAO, K. H. From flood control to flood adaptation: a case study on the Lower Green River Valley and the City of Kent in King County, Washington. **Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards**, v. 71, n. 1, p. 723–750, mar. 2014.

LIU, J. et al. Human settlement and regional development in the context of climate change: a spatial analysis of low elevation coastal zones in China. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change: An International Journal Devoted to Scientific, Engineering, Socio-Economic and Policy Responses to Environmental Change**, v. 20, n. 4, p. 527–546, apr. 2015.

LOOS, J. R.; ROGERS, S. H. Understanding stakeholder preferences for

flood adaptation alternatives with natural capital implications. **Ecology and Society**, v. 21, n. 3, sep. 2016.

LOSSOUARN, C. et al. **Water, megacities and global change**: portraits of 15 emblematic cities of the world. Paris: UNESCO & ARCEAU-IdF, 2016. 96p. Disponível em: <[Water, Megacities and Global Change - Portraits of 15 emblematic cities of the world — ihp-wins.unesco.org](http://ihp-wins.unesco.org)>. Acesso em: 18 jan. 2021.

MATTHEW, R. A.; HAMMILL, A. Sustainable development and climate change. **International Affairs**, v. 85, n. 6, p. 1117–1128, oct. 2009.

MARKPHOL, A. et al. An integrative approach to planning for community-based adaptation to sea-level rise in Thailand. **Ocean and Coastal Management**, v. 212, oct. 2021.

MCCORMICK, K.; et al. Advancing sustainable urban transformation. **Journal of Cleaner Production**, v. 50, n. 13 p. 1–11, sep. 2011.

MCGRANAHAN, G.; BALK, D.; ANDERSON, B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. **Environment and Urbanization**, v. 19, n. 1, p. 17–37, apr. 2007.

MCPHEARSON, T.; et al. Advancing urban ecology toward a science of cities. **BioScience**, v. 66, n. 3, p. 198–212, mar. 2016.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P. Urban resilience for whom, what, when, where, and why? **Urban geography**, v. 40, n. 3, p. 309–329, mar. 2019.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. Defining urban resilience: A review. **Landscape and Urban Planning**, v. 147, p. 38-49, mar. 2016.

METROPOLITAN WATERWORKS AND SEWERAGE SYSTEM (MWSS). Agency responsible for the water source infrastructure, 2021. Disponível em: <[Metro Manila Water Supply System | METROPOLITAN WATERWORKS AND SEWERAGE SYSTEM \(mwss.gov.ph\)](http://Metro Manila Water Supply System | METROPOLITAN WATERWORKS AND SEWERAGE SYSTEM (mwss.gov.ph))>. Acesso em: 01 dez. 2021.

MOHTAT, N.; KHIRFAN, L. The climate justice pillars vis-à-vis urban form adaptation to climate change: A review. **Urban Climate**, v. 39, sep. 2021.

MOSTAFAVI, M.; et al. **Urbanismo ecológico na América Latina**. Barcelona: Gustavo Gili, 2019. 305p.

NICHOLLS, R.J. Coastal megacities and climate change. **GeoJournal**, v. 37, n. 3, p. 369–379, nov. 1995.

NICHOLLS, R.J.; et al. **Ranking port cities with high exposure and vulnerability to climate extremes**: exposure estimates. OECD Environment Working Papers. Paris: OECD, 2008. 62p.

NIENHUIS, J. H. et al. Global-scale human impact on delta morphology has

led to net land area gain. **Nature: International weekly journal of science**, v. 577, n. 7791, p. 514, jan. 2020.

OBSERVATÓRIO DE INOVAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS (OICS). Plataforma de divulgação de soluções urbanas inovadoras. 2021. Disponível em: <[Soluções e Casos - OICS \(cgee.org.br\)](http://Soluções e Casos - OICS (cgee.org.br))>. Acesso em: 23 nov. 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Water and cities: ensuring sustainable futures**. OECD Studies on Water. Paris: OECD, 2015. 179p. Disponível em: <[Water and Cities : Ensuring Sustainable Futures | OECD Studies on Water | OECD iLibrary \(oecd-ilibrary.org\)](http://Water and Cities : Ensuring Sustainable Futures | OECD Studies on Water | OECD iLibrary (oecd-ilibrary.org))>. Acesso em: 15 fev. 2022.

PAAVOLA, J.; ADGER, W. N. Fair adaptation to climate change. **Ecological Economics**, v. 56, n. 4, p. 594–609, apr. 2006.

PALMER, M. A. et al. Climate change and river ecosystems: protection and adaptation options. **Environmental management**, v. 44, n. 6, p. 1053–1068, jul. 2009.

PALMER; M. A.; HONDULA, K.L.; KOCH, B.J.. Ecological Restoration of Streams and Rivers: Shifting Strategies and Shifting Goals. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 45, p. 247–269, sep. 2014.

PARQUE da Família / Boza Arquitectos. **ArchDaily Brasil**, 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/799412/parque-fluvial-padre-re-nato-poblete-boza-arquitectos>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

PASIG RIVER REHABILITATION COMMISSION (PRRC). **Annual Report 2010**. Manila, 2010. 35p. Disponível em: <www.prrc.gov.ph>. Acesso em: 19 abr. 2021.

_____. **Annual Report 2011**. Manila, 2011. 48p. Disponível em: <www.prrc.gov.ph>. Acesso em: 19 abr. 2021.

_____. **Annual Report 2012**. Manila, 2012. 25p. Disponível em: <www.prrc.gov.ph>. Acesso em: 19 abr. 2021.

_____. **Annual Report 2013**. Manila, 2013. 32p. Disponível em: <[2013 Annual Report | PDF | Metro Manila | Waste \(scribd.com\)](http://2013 Annual Report | PDF | Metro Manila | Waste (scribd.com))>. Acesso em: 19 abr. 2021.

_____. **Annual Report 2014**. Manila, 2014. 24p. Disponível em: <2014 prrc annual report by Rey Ramos - issuu>. Acesso em: 19 abr. 2021.

PHILIPPINES floods: hundreds dead or missing after storm. **The Guardian**, 2009. Disponível em: <Philippines floods: hundreds dead or missing after storm | World news | The Guardian>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PORIO, E. Vulnerability, adaptation, and resilience to floods and climate change-related risks among marginal, riverine communities in metro

manila. **Asian Journal of Social Science**, v. 39, n. 4, p. 425–445, 2011.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **O desafio ambiental**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Record, 2012. 179p.

PUCHOL-SALORT, P. et al. An urban planning sustainability framework: Systems approach to blue green urban design. **Sustainable Cities and Society**, v. 66, mar. 2021.

REID, H. et al. Community-based adaptation to climate change: an overview. **Participatory Learn Action**, v.60, p. 11-33, dec. 2009.

RODRIGUES, M.; ANTUNES, C. Best Management Practices for the Transition to a Water-Sensitive City in the South of Portugal. **Sustainability**, v. 13, n. 5, mar. 2021.

ROMERO-LANKAO, P. et al. Urban Sustainability and Resilience: From Theory to Practice. **Sustainability**, v. 8, n. 12, p. 1224-1243, nov. 2016.

ROMERO-LANKAO, P.; GNATZ, D. M. Conceptualizing urban water security in an urbanizing world. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 21, p. 45–51, nov. 2016.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2001. 180p.

ROSENZWEIG, C.; et al. **Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network**. Urban Climate Change Research Network. New York: Cambridge University Press. 2018. 811p.

RUDGE, K. Participatory climate adaptation planning in New York City: Analyzing the role of community-based organizations. **Urban Climate**, v. 40, dec. 2021.

RYU, C.; KWON, Y. How Do Mega Projects Alter the City to Be More Sustainable? Spatial Changes Following the Seoul Cheonggyecheon Restoration Project in South Korea. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1178-1195, nov. 2016.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 95p.

SACHS, I. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 151p.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014. 392p.

SAUER, I. J. et al. Climate signals in river flood damages emerge under sound regional disaggregation. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1-18, apr. 2021.

SCARANO, F. R. Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 2, p. 65–73, apr./jun. 2017.

SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT. **Resilient Seoul**: Strategy for urban resilience. Seoul: Seoul Metropolitan Government, 2019. 109p. Disponível em: <[Seoul-Resilience-Strategy-English.pdf \(resilientcitiesnetwork.org\)](#)>. Acesso em: 02 dez. 2021.

SEOUL SOLUTIONS. Planning development policies of Seoul, 2014. Shares knowledge on urban planning and sustainable development policies of Seoul. Disponível em:<[Seoul Urban Regeneration: Cheonggyecheon Restoration and Downtown Revitalization | 서울정책아카이브 Seoul Solution](#)>. Acesso em: 14 abr. 2021.

SHAW, R. *et al.* **Metro Manila city profile**: climate and disaster resilience. Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University and Metropolitan Manila Development Authority, 2010. 46p. Disponível em: <[Metro Manila city profile: climate and disaster resilience | PreventionWeb](#)>. Acesso em: 19 abr. 2021.

SHERBININ, A. DE; SCHILLER, A.; PULSIPHER, A. The vulnerability of global cities to climate hazards. **Environment and urbanization**, v. 19, n. 1, p. 39–64, apr. 2007.

SMIT, B. *et al.* An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability. **Climatic Change**, v. 45, n. 1, p. 223–251, apr. 2000.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global Environmental Change Part A: Human & Policy Dimensions**, 16, n. 3, p. 282-292, aug. 2006.

SMITH, B. *et al.* The changing nature of river restoration. **Wiley Interdisciplinary Reviews - Water**, v. 1, n. 3, p. 249-261, may/jun. 2014.

SOUTH Korea battles deadly floods and landslides. **BBC News**, 2020. Disponível em: <[South Korea battles deadly floods and landslides - BBC News](#)>. Acesso em: 04 dez. 2021.

SPYROU, C. *et al.* Evaluating Nature-Based Solution for Flood Reduction in Spercheios River Basin under Current and Future Climate Conditions. **Sustainability**, v. 13, n. 7, p. 1-20, apr. 2021.

TANOUE, M.; HIRABAYASHI, Y.; IKEUCHI, H. Global-scale river flood vulnerability in the last 50 years. **Scientific reports**, v. 6, p. 1-9, oct. 2016.

THE RIVER RESTORATION CENTER (RRC). **The London rivers action plan**: a tool to help restore rivers for people and nature. London, 2009. 22p. Disponível em: <[Microsoft Word - Quaggy25nov.doc \(therrc.co.uk\)](#)>. Acesso em: 28 abr. 2021.

THE WORLD BANK (WB). International bank that provides financial support for the development of countries. Gini index, 2019. Disponível em: <[Gini index \(World Bank estimate\) | Data](#)>. Acesso em: 11 out. 2021.

_____. International bank that provides financial support for the development of countries. Seoul, 2015. Disponível em: <[Seoul | Urban Regeneration \(worldbank.org\)](#)>. Acesso em: 03 dez. 2021.

TURKELBOOM, F. et al. When we cannot have it all: Ecosystem services trade-offs in the context of spatial planning. **Ecosystem Services**, v. 29, n. Part C, p. 566–578, feb. 2018.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). Human Development Reports, 2020. Disponível em: <[Latest Human Development Index Ranking | Human Development Reports \(undp.org\)](#)>. Acesso em: 11 out. 2021.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Megacities worldwide**. Current and future Megacities in the world, 2019. Disponível em: <[Megacities worldwide | UNESCO](#)>. Acesso em: 19 abr. 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Adaptation gap report 2020**. Nairobi: UNEP, 2020. 99p. Disponível em: <[Adaptation Gap Report 2020 | UNEP - UN Environment Programme](#)>. Acesso em: 16 set. 2021.

_____. **Adaptation gap report 2021: the gathering storm – Adapting to climate change in a post-pandemic world**. Nairobi: UNEP, 2021. 83p. Disponível em: <[Adaptation Gap Report 2021 | UNEP - UN Environment Programme](#)>. Acesso em: 17 nov. 2021.

_____. **Report of the United Nations conference on the human environment**. New York: UN, 1972. 78p. Disponível em: <[United Nations Conference on the Environment, Stockholm 1972 | United Nations](#)>. Acesso em: 21 jul. 2021.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **Planning sustainable cities**: global report on human settlements 2009. London: Earthscan, 2009. 306p.

_____. **State of the world's cities 2008/2009**: Harmonious cities. London: Earthscan, 2008. 259p.

_____. **World cities report 2020: the value of sustainable urbanization**. Nairobi: [s.n], 2020. 418p. Disponível em: <[World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization | UN-Habitat \(unhabitat.org\)](#)>. Acesso em: 05 nov. 2020.

UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION (UNSD). **The sustainable development goals report 2020**. 2020. 66p. Disponível em: <[— SDG Indicators \(un.org\)](#)>. Acesso em: 03 jul. 2021.

VALENTE, C.S. Duarte abolishes Pasig River rehab body. **The Manila Times**, 2019. Disponível em: <[Duterte abolishes Pasig River rehab body | The Manila Times](#)>. Acesso em: 30 nov. 2021.

VALENTE, O. F.. Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. **Minha Cidade**, São Paulo, ano 10, n. 109.01, Vitruvius, ago. 2009. Disponível em: <[minhacidade 109.01 Cidades do Brasil: Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos | vitruvius](#)>. Acesso em: 30 out. 2021.

VAN DEN BRANDELER, F.; GUPTA, J.; HORDIJK, M. Megacities and rivers: Scalar mismatches between urban water management and river basin management. **Journal of Hydrology**, v. 573, jun. 2019.

VÁSQUEZ, A. E. Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. **Revista de geografía Norte Grande**, n. 63, p. 63–86, mai. 2016.

VERÓL, A. P. **Requalificação fluvial integrada ao manejo de águas urbanas para cidades mais resilientes**. 2013. 345f. Tese (Doutorado) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação em Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

VERÓL, A. P.; et al. River Restoration Integrated with Sustainable Urban Water Management for Resilient Cities. **Sustainability**, v 12, n. 11, p. 1-36, jun. 2020.

VEYRET, I. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2ª edição. São Paulo: Contexto, 2019. 319p.

VICUÑA, S.; et al. Water option contracts for climate change adaptation in Santiago, Chile. **Water internacional**, v 43, n. 2, p. 237-256, 2020.

WANG, G. et al. Impacts of climate change on water resources in the Yellow River basin and identification of global adaptation strategies. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change: An International Journal Devoted to Scientific, Engineering, Socio-Economic and Policy Responses to Environmental Change**, v. 22, n. 1, p. 67–83, jan. 2017.

WELZ, J.; KRELLENBERG, K.. Vulnerabilidad frente al cambio climático en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: posiciones teóricas versus evidencias empíricas. **EURE (Santiago) - Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales**, v. 42, n. 125, p. 251–272, jan. 2016.

WORLD POPULATION REVIEW (WPR). Independent organization that shares demographic data, 2021. Shares Census of the world cities. Disponível em: <[World City Populations 2021 \(worldpopulationreview.com\)](#)>. Acesso em: 18 abr. 2021

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). Organização não-governamental, 2021. Apresenta conteúdos e notícias sobre meio ambiente e

natureza. Disponível em: <[WWF Brasil](#)>. Acesso em: 13 jul. 2021.

Apêndice I – Matriz de análise do fator condicionante. Caso-referência: Recuperação das margens do rio Mapocho

PUC-Rio - Certificação Digital N° 2011632/CA

Avaliação dos projetos para ampliação da resiliência urbana		Multiplicadores			Categorias de resiliência											Fatores potencializadores								
		(-)		(+)	Alcance dos resultados											Abrangência								
		Incêndio a construção e ao uso de transporte particular	Incêndio a ocupação	Resultado sob ameaça previsível	Resilientes robustas	Mitigação			Antecipação		Exposição			Sensibilidade		Capacidade adaptativa		Abrangência	Processo político	Controle e mediação	Resultados e questão			
						Mitiga	Não interfere	Emite	Antecipa	Reage ou não se aplica	Reduz	Não interfere	Ampla	Reduz	Não interfere	Ampla	Reduz					Não interfere	Ampla	
Temas-chave	Categorias de sustentabilidade		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Promoção da integração social	0	0	0	1	1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Abordagem integrada entre escalas da cidade e da região	0	0	0	1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Abordagem integrada entre forma, fluxos e atividades	0	0	0	1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Benefícios sociais	Abordagem integrada entre cidade e natureza <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Benefícios ambientais	Redução de poluição	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Benefícios ambientais	Promoção da biodiversidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		13 pontos positivos 4 pontos negativos																						

13 pontos positivos
4 pontos negativos

Apêndice II – Matriz de análise do fator condicionante. Caso-referência: Criação do riacho de Cheonggyecheon

PUC-Rio - Certificação Digital N° 2011632/CA

Avaliação dos projetos para ampliação da resiliência urbana		Multiplicadores		Categorias de resiliência														Fatores potencializadores						
				Alcance dos resultados																				
		(-)	(+) (+)	Mitigação		Componentes de vulnerabilidade				Abrangência		Processo político		Controle e mediação		Resultados e questões								
						Antecipação	Exposição	Sensibilidade	Capacidade adaptativa															
Temas-chave	Incentivo a construção e ao uso de transporte particular	0	0	1	0	Mitiga	Não interfere	Emite	Antecipa	Reage ou não se aplica	Reduz	Não interfere	Ampla	Reduz	Não interfere	Ampla	Múltiplos fatores	Único fator	Associa estratégias	Não associa	Associa estratégias	Não associa	Múltiplas escalas	Escalas únicas ou não se aplica
		0	0	1	0	Resultados robustos																		
		0	0	0	1	Resultados sob ameaça previsível																		
		0	0	0	1	Resultados robustos																		
Benefícios sociais	Categorias de sustentabilidade																							
		0	0	0	1																			
		0	0	0	1																			
Benefícios ambientais	Abordagem integrada entre cidade e natureza	0	0	0	1																			
		0	0	0	1																			
		0	0	0	1																			
		0	0	0	1																			
	Promoção da biodiversidade	0	0	6	2	0											1	-2	0	1	-2	2	-2	0
																						14 pontos positivos 8 pontos negativos		

14 pontos positivos
8 pontos negativos

Apêndice III – Matriz de análise do fator condicionante. Caso-referência: Reabilitação do estero de Paco

PUC-Rio - Certificação Digital N° 2011632/CA

Avaliação dos projetos para ampliação da resiliência urbana				Multiplicadores		Categorias de resiliência										Fatores potencializadores																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
				(-)	(+) (Resultados robustos)	Alcance dos resultados				Componentes de vulnerabilidade		Abrangência	Processo político			Controle e mediação	Resultados e questões																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
						Incentivo a construção e ao uso de transporte particular	Incentivo a ocupação	Resultado sob ameaça previsível	Mitigação	Antecipação	Exposição		Sensibilidade	Capacidade adaptativa	Múltiplos fatores			Único fator	Associa estratégias	Não associa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Temas-chave	Categorias de sustentabilidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

29 pontos positivos

**Apêndice IV – Matriz de análise do fator condicionante.
Caso-referência: Reabilitação do rio Quaggy**

Avaliação dos projetos para ampliação da resiliência urbana		Multiplicadores			Categorias de resiliência												Fatores potencializadores										
					Alcance dos resultados						Componentes de vulnerabilidade																
		(-)		(+) (+)		Mitigação		Antecipação		Exposição		Sensibilidade		Capacidade adaptativa		Abrangência		Processo político		Controle e mediação		Resultados e questão					
		Intervento a construir e ao uso de	Resultado sob ameaça previsível	Resultados robustos	Mitiga	Não interfere	Emte	Antecipa	Rege ou não se aplica	Reduz	Não interfere	Amplia	Reduz	Não interfere	Amplia	Reduz	Não interfere	Amplia	Múltiplos fatores	Único fator	Associa estratégias	Não associa	Associa estratégias	Não associa	Múltiplas escalas	Escala única ou não se aplica	
Temas-chave		Categorias de sustentabilidade	Intervento a construir e ao uso de	Resultado sob ameaça previsível	Resultados robustos	Mitiga	Não interfere	Emte	Antecipa	Rege ou não se aplica	Reduz	Não interfere	Amplia	Reduz	Não interfere	Amplia	Reduz	Não interfere	Amplia	Múltiplos fatores	Único fator	Associa estratégias	Não associa	Associa estratégias	Não associa	Múltiplas escalas	Escala única ou não se aplica
		Promoção da integração social	0	0	0	0	0	0	0	0	1									1	1	1				0	
		Abordagem integrada entre escalas da cidade e da região	0	0	1		0	0	0	0	1					1				1	1	1				1	
		Abordagem integrada entre forma, fluxos e atividades	0	0	1		0	0	0	0	1					1				1	1	1				1	
Benefícios sociais		Abordagem integrada entre cidade e natureza	0	0	1		0	0	0	1					1				0	0	1				1		
		Redução de poluição	0	0	0		0	0	0	0					0				1	0	0				0		
		Promoção da biodiversidade	0	0	1		0	0	0	0					1				0	0	1				1		
Benefícios ambientais			0	0	4		0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	3	0	5	0	5	0	5	0	
			0	0	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5	0	5	0		

33 pontos positivos

Anexo I – Matriz de análise qualitativa desenvolvida por Lemos (2010)

[illegible]