

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ELEMENTOS DE INFRAESTRUTURA URBANA E DA INFRAESTRUTURA VERDE PARA LIDAR COM RISCOS VINCULADOS À MUDANÇA DO CLIMA A NÍVEL MUNICIPAL



Figura 1- Aniversário de Salvador - Foto Valter Pontes - AGEKOM 3

Produto 4 — Relatório final sobre medidas de adaptação baseadas em ecossistemas em comunidades de Salvador

TerraGis Consultoria

Elaborado por:
TerraGis Consultoria

Este documento foi produzido por consultores independentes no âmbito da implementação do Projeto Apoio ao Brasil na Implementação da sua Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (ProAdapta).

O ProAdapta é fruto da parceria entre o Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA) e o Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU, sigla em alemão), no contexto da Iniciativa Internacional para o Clima (IKI, sigla em alemão) e implementado pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ).

Contribui para o alcance dos objetivos deste projeto e para a coordenação técnica, em parceria com a GIZ, do processo de origem deste documento, a Prefeitura Municipal de Salvador (PMS), por meio de sua Secretaria de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência (SECIS).

Todas as opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente a posição da GIZ, da Prefeitura Municipal de Salvador e do MMA. Este documento não foi submetido à revisão editorial.

Equipe Técnica - MMA
Secretaria de Relações Internacionais
Departamento de Economia Ambiental e
Acordos Internacionais

Equipe Técnica - GIZ
Ana Carolina Câmara (coordenação)
Dennis Eucker

Equipe Técnica - SECIS/PMS
Adriana Campelo
Daniela Guarieiro

Equipe Técnica – TerraGis Consultoria
Wolfram Johannes Langes

Ministério do Meio Ambiente
Esplanada dos Ministérios, Bloco B, Brasília/DF, CEP 70068-901
Telefone: + 55 61 2028-1206

Prefeitura Municipal de Salvador
Praça Thomé de Souza - Praça Municipal, S/N, Salvador - BA, CEP 40010-020
Telefone: + 55 71 3202-6000

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Sede da GIZ: Bonn e Eschborn
GIZ Agência Brasília
SCN Quadra 01 Bloco C Sala 1501
Ed. Brasília Trade Center 70.711-902 Brasília/DF
T + 55-61-2101-2170
E giz-brasilien@giz.de
www.giz.de/brasil

A encargo de:
Ministério Federal do Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) da Alemanha
BMU Bonn:
Robert-Schuman-Platz 3 53175 Bonn, Alemanha
T +49 (0) 228 99 305-0

Diretora de Projeto:
Ana Carolina Câmara
T:+55 61 9 99 89 71 71
T +55 61 2101 2098
E ana-carolina.camara@giz.de

Brasília, setembro de 2019

Sumário

1. Introdução	4
2. Contexto e conceitos.....	4
2.1. Introdução: Urbanização e mudança do clima	4
2.2. Adaptação e redução de risco de desastres baseadas em ecossistemas e infraestrutura verde.....	6
2.3. Conceito de vulnerabilidade	14
3. Metodologia	15
3.1. Quadro geral: O ciclo AbE	15
3.2. Metodologias de levantamento de informações em campo	17
3.3. Seleção das comunidades a serem pesquisadas.....	21
3.4. Interação com <i>stakeholders</i>	21
4. Cenários climáticos e impactos potenciais modelados para Salvador	22
4.1. Temperatura	23
4.2. Precipitação	24
4.3. Impactos biofísicos potenciais	30
4.4. Sumário	32
5. Impactos potenciais e vulnerabilidade à mudança do clima em comunidades em Salvador	32
5.1. Abastecimento de água	32
5.2. Aumento do nível do mar.....	33
5.3. Aumento da temperatura e ilha e ondas de calor	33
5.4. Risco de inundações	34
5.5. Risco de deslizamentos	35
5.6. Sumário.....	36
6. Portfolio de potenciais medidas de adaptação baseadas em ecossistemas em comunidades de Salvador	36
6.1. Medidas: Reduzir risco de deslizamentos.....	36
6.2. Medidas: Redução de risco de inundações.....	46
6.3. Medidas: Melhorar conforto térmico e problemas de saúde devido à ilha de calor.....	55
6.4. Sensibilização e outras medidas transversais	58
6.5. Potencial e demanda de pesquisa.....	61
7. Potenciais fontes de financiamento.....	62
7.1. Fundos Internacionais Multilaterais	63
7.2. Fundos Internacionais Bilaterais.....	67
7.3. Fundos Nacionais	69
7.4. Sumário	71
8. Conclusões.....	71
9. Próximos passos e recomendações para a implantação de AbE	71
10. Anexo I.....	75

Índice de figuras

Figura 1: Quadro conceitual de AbE.	6
Figura 2: Múltiplos co-benefícios de AbE.	7
Figura 3: Conceito de vulnerabilidade conforme o relatório AR4 do IPCC.....	14
Figura 4: Esquema do ciclo AbE.	16
Figura 5: Esquema de vulnerabilidade em relação ao aumento de temperatura.....	34
Figura 6: Esquema de vulnerabilidade em relação a inundações.....	35
Figura 7: Esquema de vulnerabilidade em relação a deslizamentos.....	36
Figura 8: Área de risco de deslizamento em Beira Dique.....	41
Figura 9: Quadro geral de avaliação da qualificação para AbE.	74

Índice de tabelas

Tabela 1: Resumo das medidas AbE propostas para a redução de risco de deslizamentos em comunidades no Rio de Janeiro.....	12
Tabela 2: Critérios de seleção das comunidades a serem pesquisadas.....	21
Tabela 3: Variação da temperatura média diária em Salvador em relação ao período 1961-2005.....	23
Tabela 4: Variação de noites quentes em Salvador em relação ao período 1961-2005.....	23
Tabela 5: Variação de ondas de calor em Salvador em relação ao período 1961-2005.....	24
Tabela 6: Absoluto e anomalia da precipitação anual total (PRCPTOT).....	24
Tabela 7: Anomalia da precipitação média diária em Salvador em relação ao período 1961-2005.....	25
Tabela 8: Absoluto e anomalia do número máximo de dias consecutivos com chuva no ano (CWD).....	25
Tabela 9: Absoluto e anomalia do número de dias no ano com chuva acima de 10mm (R10mm).....	26
Tabela 10: Absoluto e anomalia do número de dias no ano com chuva acima de 20mm (R20mm).....	26
Tabela 11: Absoluto e anomalia do número de dias no ano com chuva acima de 25mm (R25mm).....	27
Tabela 12: Absoluto e anomalia da máxima precipitação anual em 1 dia (RX1day).....	28
Tabela 13: Absoluto e anomalia da máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (RX5day).....	28
Tabela 14: Absoluto e anomalia da precipitação anual dividida pelo número de dias com chuva (SDII).....	29
Tabela 15: Absoluto e anomalia da precipitação total anual dos dias em que a chuva excedeu o percentil 95 (R95p).....	29
Tabela 16: Absoluto e anomalia da precipitação total anual dos dias em que a chuva excedeu o percentil 99 (R99p).....	30
Tabela 17: Variação (%) do índice de inundação em comparação a linha de base 1960-2005.....	31
Tabela 18: Variação (%) do índice de deslizamento em comparação a linha de base 1960-2005.....	31
Tabela 19: Resumo de medidas de redução de risco de deslizamentos em encostas.....	44
Tabela 20: Medidas verdes e híbridas para reduzir o risco de inundação.....	48
Tabela 21: Conceitos e exemplos de soluções híbridas para a redução de calor em ambientes urbanos.....	57

Índice de fotos

Foto 1: Oficina na comunidade Beira Dique	18
Foto 2: Contenção de encosta com uma construção com tirantes e cortina atirantada.....	37
Foto 3: Solo grampeado com acabamento de argamassa e drenagem.....	37
Foto 4: Geomanta.	38
Foto 5: Solo grampeado com revestimento verde.	39
Foto 6: Obra de contenção com grampos, MacMat e árvores.	39
Foto 7: Intervenção com vetiver.....	40
Foto 8: Reflorestamento na cidade do Rio de Janeiro.....	40
Foto 9: Cobertura de grama.	42
Foto 10: Contenção de encosta por conta própria.	42
Foto 11: Canteiro de chuva em São Paulo.	47
Foto 12: Pequena área potencial para a construção de um canteiro de chuva na comunidade de Beira Dique.....	47
Foto 13: Área suscetível a inundação com potencial para uma medida híbrida em Padre Ugo.	48
Foto 14: Espaço público com potencial para arborização urbana.	56
Foto 15: Parede verde na comunidade Beira Dique.....	56

1. Introdução

A cidade de Salvador já está sofrendo com eventos climáticos extremos, como chuvas fortes, que vem causando deslizamentos e inundações. Com a mudança do clima a tendência é que esses eventos aumentam em quantidade e que o aquecimento global gere outros efeitos em Salvador, como a elevação do nível do mar. Nesse contexto o MMA com suporte da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit mbH (GIZ) apoia a Prefeitura de Salvador com estudos que visam fomentar políticas públicas. Um desses estudos é intitulado "Identificação e análise de elementos da Infraestrutura Urbana e da Infraestrutura Verde para lidar com riscos vinculados à mudança do clima a nível municipal" e tem como objetivo a elaboração e aplicação de uma metodologia de identificação de medidas de adaptação à mudança do clima nas comunidades mais vulneráveis de Salvador da Bahia, com foco em soluções baseadas nos ecossistemas (AbE) e na infraestrutura verde.

2. Contexto e conceitos

2.1. Introdução: Urbanização e mudança do clima

Os riscos naturais, tradicionalmente associados aos contextos rurais, estão afetando cada vez mais as áreas urbanas, especialmente nos países em desenvolvimento e emergentes¹. A população e os crescimentos urbanos subsequentes, bem como a exploração dos recursos naturais, aumentam a pressão sobre os ecossistemas e levam à sua perda ou degradação, o que geralmente agrava o risco de desastres, porque as funções de proteção dos ecossistemas contra riscos naturais são afetadas negativamente ou, no pior dos casos, destruídas. Isso é particularmente verdadeiro para muitos países emergentes e em desenvolvimento, onde as altas taxas de urbanização, os procedimentos de desenvolvimento e planejamento urbano e a degradação ambiental severa se juntam. Como resultado, tanto a exposição quanto a vulnerabilidade de seres humanos e elementos em risco de desastres naturais aumentam². Além disso, os impactos da mudança do clima são particularmente tangíveis nos países em desenvolvimento dos trópicos e subtropicais e, em algumas regiões, aumentam a frequência e a intensidade de eventos extremos que podem desencadear desastres^{3,4}. São particularmente afetadas as regiões metropolitanas e cidades, onde assentamentos informais

¹ Guadagno, L., Y. Depietri, and U. Fra Paleo. 2013. "Urban disaster risk reduction and ecosystem services." In *The role of ecosystem management in disaster risk reduction*, ed. F. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, and M. Estrella. Tokyo : UNU Press.

² Briceño, S. 2015. "Looking Back and Beyond Sendai: 25 Years of International Policy Experience on Disaster Risk Reduction." *International Journal of Disaster Risk Science*, 1-7.

³ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. *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 and New York: Cambridge University Press.

com códigos de construção inadequados e não reforçados em áreas propensas a riscos, tais como várzeas e encostas instáveis, estão entre os mais vulneráveis^{5,6,7,8}.

A urbanização acelerada e o uso ou esgotamento insustentável dos serviços ecossistêmicos são fatores desencadeantes de vulnerabilidade e propensão a desastres, resultando em eventos recorrentes e cada vez mais onerosos⁹. As necessidades de transição urbana para se adaptar aos impactos da mudança do clima e lidar com os riscos naturais são especialmente altas nos países em desenvolvimento e emergente. Infelizmente, o significado dos serviços ecossistêmicos em um contexto urbano é muitas vezes mal compreendido e negligenciado. A densidade populacional nas áreas urbanas é muito mais alta e, conseqüentemente, o ambiente construído foi modificado tremendamente, resultando facilmente no equívoco de que nem a natureza nem os riscos ambientais são de grande preocupação^{10,11}. Essa percepção e a falta de políticas integradas de mudança climática urbana, redução do risco de desastres e proteção ambiental urbana, que são frequentemente vistas como um setor de políticas, são obstáculos potenciais para estratégias de desenvolvimento de longo prazo¹², como abordagens baseadas em ecossistemas.

Nesse contexto, Salvador tem 45,5 % da população total do município (2,9 milhões de habitantes) morando em áreas de risco¹³ e muitas dessas, 1.217.527 pessoas, moram em comunidades. Chuvas intensas que causam deslizamentos e alagamentos já são frequentes, deixando como saldo um número significativo de mortos e desabrigados. Marés altas e ressacas também têm destruído barracas de praia. As projeções indicam que os períodos de dias consecutivos sem chuva se tornarão mais longos, enquanto também indicam que os períodos de dias consecutivos com chuva se tornarão mais curtos. Por outro lado, os eventos extremos diários de chuva ocorrem com acumulados cada vez maiores. Este aumento torna as áreas do plano alto da cidade, onde há encostas íngremes, vulneráveis a deslizamento de terra. Projeções a partir do *downscaling* indicam pequeno aumento nas temperaturas de verão no início do século XXI. Com o passar dos anos, o aquecimento se acelera e atinge cerca de 3 a 4,5°C no final do século. As projeções da intensidade do vento a 10 metros não mostram uma tendência clara de aumento ou redução, mas indicam aumento da variabilidade interanual, com anos de intensificação seguidos de anos de enfraquecimento dos ventos a 10m. Esses cenários alertam que, a cidade de Salvador e sua população podem ser afetados com mais deslizamentos, inundações e efeitos do aumento do nível do mar e

⁵ Bigio, A.G. 2003. "Cities and Climate Change." In *Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk*, ed. A. Kreimer, M. Arnold and A. Carlin, 91-99. Washington, D.C.: The World Bank.

⁶ Quarantelli, E. L. 2003. "Urban Vulnerability to Disasters in Developing Countries: Managing Risks." In *Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk*, ed. A. Kreimer, M. Arnold and A. Carlin, 211-231. Washington, D.C.: The World Bank.

⁷ Joint UNEP/OCHA Environment Unit. 2012. *Keeping up with megatrends - The implications of climate change and urbanization for environmental emergency preparedness and response*. Geneva: Joint UNEP/OCHA Environment Unit.

⁸ UNISDR. 2015. *Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk

⁹ Fra Paleo, U. 2013. "A functional risk society? Progressing from management to governance while learning from disasters." In *Changing Global Environments, World Social Science Report 2013*, ed. SC and UNESCO, 434-438. Paris: OECD Publishing and UNESCO Publishing.

¹⁰ Grove, J. M. 2009. "Cities: Managing Densely Settled Social-Ecological Systems." In *Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-based Natural Resource Management in a Changing World*, ed. S. F. Chapin III, G. P. Kofinas and C. Folke, 281-294. New York: Springer.

¹¹ Krasny, M.E., A. Russ, K.G. Tidball, and T. Elmqvist. 2014. "Civic ecology practices: Participatory approaches to generating and measuring ecosystem services in cities." *Ecosystem Services* 7:177-186.

¹² Bulkeley 2010

¹³ IBGE. 2018. *População em áreas de risco no Brasil*. Rio de Janeiro.

temperatura, devido à mudança do clima e, conseqüentemente, torna a adaptação a esses efeitos adversos imprescindível¹⁴.

2.2. Adaptação e redução de risco de desastres baseadas em ecossistemas e infraestrutura verde

As abordagens baseadas em ecossistemas para a adaptação à mudança do clima (AbE) e redução do risco de desastres (Eco-RRD) integram o uso da natureza para reduzir a vulnerabilidade das pessoas e aumentar sua resiliência a desastres naturais e a mudança do clima^{15,16}. AbE pode ser definido como o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como parte de uma estratégia geral de adaptação para ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança do clima¹⁷. Enquanto AbE se concentra na adaptação a longo prazo aos efeitos adversos da mudança climática, a Eco-RRD tem uma definição semelhante que é a gestão sustentável, conservação e restauração de ecossistemas para reduzir o risco de desastres, com o objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável e resiliente¹⁸. O IPCC, Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, considera abordagens baseadas em ecossistemas para RRD e CCA como estratégias "sem arrependimento", proporcionando múltiplos benefícios socioeconômicos, independentemente de desastres, incluindo armazenamento e sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, e alívio da pobreza. AbE e Eco-RRD são abordagens pelas quais os ecossistemas (como florestas montanhosas, zonas húmidas e manguezais) são sistematicamente aproveitados para prevenir, mitigar ou amortecer os riscos naturais e os impactos vindos das alterações climáticas. Estudos do IPCC (2012, 2014) destacaram a importância de tais medidas como parte da adaptação necessária: "*Healthy, natural or modified ecosystems have a critical role to play in reducing risks of climate extremes and disasters*" (IPCC 2012, 370). Neste contexto, o *Millennium Ecosystem Assessment*¹⁹ também aponta que os ecossistemas saudáveis têm o potencial de reduzir a vulnerabilidade socioeconômica sustentando a subsistência humana e fornecendo bens essenciais. Sendo assim, AbE se enquadra no conceito de desenvolvimento sustentável geral integrando adaptação à mudança do clima, conservação e recuperação da biodiversidade e dos ecossistemas e desenvolvimento socioeconômico (Figura 1).

Figura 1: Quadro conceitual de AbE. (Fonte: Midgley et al. 2012²⁰; modificado)

¹⁴ PBMC. 2016: Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro.

¹⁵ Lange, W., L. Cavalcante, L. Dünow, R. Medeiros, C. Pirzer, A. Schelchen, and Y. Valverde. 2014. "HumaNatureza² = Proteção Mútua. Percepção de riscos e adaptação à mudança climática baseada nos ecossistemas na Mata Atlântica, Brasil." SLE Série de publicações – S 255, Humboldt Universität zu Berlin.

¹⁶ Nehren, U., K. Sudmeier-Rieux, S. Sandholz, M. Estrella, M. Lombarda, and T. Guillén Bolaños Eds. 2014. The Ecosystem-based Disaster Risk Reduction Case Study and Exercise Source Book. Cologne and Geneva: CNRD/UNEP.

¹⁷ Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2012. Cities and Biodiversity Outlook. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

¹⁸ Estrella, M. and N. Saalismaa. 2013. "Ecosystem-based disaster risk reduction: An overview." In *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*, ed. F. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, and M. Estrella, 26-55. Tokyo : UNU Press.

¹⁹ Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. Ecosystems and human well-being: Current State and Trends, Millennium Ecosystem Assessment. Washington: Island Press.

²⁰ Midgley, Sje & Chesterman, Sabrina & Hope, E. (2012). Payment for Ecosystem Services: A climate change



Ambos os conceitos pressupõem que ecossistemas bem gerenciados podem atuar como infraestrutura natural e amortecedora, reduzindo a exposição física a muitos perigos e aumentando a resiliência socioeconômica das pessoas e comunidades ao sustentar meios de subsistência locais e fornecendo recursos naturais essenciais como alimentos, água e materiais de construção. Mas, além de oferecer uma oportunidade para fortalecer a infraestrutura verde (IV) e a resiliência humana contra os impactos de risco, o gerenciamento de ecossistemas também gera uma série de outros benefícios sociais, econômicos e ambientais para várias partes interessadas (Figura 2). AbE e Eco-RRD são abordagens antropocêntricas e, como tal, também têm alto potencial para integrar comunidades locais; mas para uma boa participação, as pessoas devem ser sensibilizadas para aumentar a percepção e o conhecimento sobre medidas baseadas em ecossistemas^{21,22}.

Figura 2: Múltiplos co-benefícios de AbE. (Fonte: Nalau, & Becken 2018²³; modificado)

adaptation strategy for southern Africa.

²¹ Lange, W., C. Pirzer, L. Dünow, & A. Schelchen. 2016. "Risk perception for participatory ecosystem-based adaptation to climate change in the Mata Atlântica of Rio de Janeiro State, Brazil" In *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*, ed. F. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, M. Estrella, and U. Nehren. Springer, Series: Advances in Natural and Technological Hazards Research.

²² Sandholz, S. 2016. "Potential for ecosystem-based disaster risk reduction and climate change adaptation in the urban landscape of Kathmandu Valley, Nepal." In *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*, ed. F. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, M. Estrella, and U. Nehren. Springer, Series: Advances in Natural and Technological Hazards Research.

²³ Nalau, Johanna & Becken, Susanne. (2018). *Ecosystem-based Adaptation to Climate Change: Review of Concepts*.



As medidas tradicionais de prevenção, mitigação e recuperação de desastres concentram-se na infraestrutura "cinza", como muros de contenção, canalização de rios e outras soluções técnicas, enquanto as soluções "verdes" são frequentemente subestimadas²⁴. Isto é especialmente verdadeiro em áreas urbanas densamente habitadas, onde as soluções baseadas em ecossistemas são, até agora, a exceção. O potencial para soluções verdes e híbridas que combinam as abordagens cinza e verde, portanto, ainda não foi totalmente aproveitado, mas pode ser uma abordagem econômica e viável para a redução de riscos em áreas urbanas. Os assentamentos informais poderiam se beneficiar disso, já que as soluções verdes, como florestas de proteção, são medidas de baixo custo que podem ser implementadas até mesmo pelas próprias comunidades²⁵.

Na literatura, uma variedade de medidas baseadas em ecossistemas para redução do risco de escorregamentos é discutidas sob múltiplos conceitos. Embora a Eco-RRD seja amplamente utilizada na comunidade de risco de desastres e se concentre explicitamente na redução do risco de desastres, a AbE e a adaptação verde são comumente usadas na comunidade de mudança climática e visam estratégias de longo prazo para se adaptar aos impactos da mudança climática, incluindo a componente de risco como parte integrante. Ambos os conceitos têm em comum que o manejo sustentável, a conservação e a restauração dos ecossistemas são elementos-chave, de modo que as medidas são amplamente idênticas. Além desses conceitos, há outros que visam integrar engenharia e ecologia, como engenharia ecológica e construção com a natureza, e aqueles que dão maior ênfase ao planejamento ambiental e urbano, como infraestrutura natural e infraestrutura verde²⁶. Todos esses conceitos contêm a redução de risco como um

²⁴ Sudmeier-Rieux, K., H. Masundire, A. Rizvi, and S. Rietbergen, Eds. 2006. *Ecosystems, livelihoods and Disasters: An integrative approach to disaster risk management*. Gland, Switzerland: IUCN.

²⁵ White, B. A. and M. M. Rorick. 2010. *Cost-Benefit-Analysis for Community-Based Disaster Risk Reduction in Kailali, Nepal*. Lalitpur: Mercy Corps Nepal.

²⁶ van Wesenbeeck, B K., M.D. van der Meulen, C. Pesch, H. de Vriend, B. Jonkman, de Vries, and B. Mindert. 2016. "Nature-based approaches in coastal flood risk management." In *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*, ed. F. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, M. Estrella, and U. Nehren. Springer Series: Advances in

componente-chave e variam desde abordagens de pequena escala (por exemplo, nível de residência) até paisagem, tanto para áreas rurais quanto urbanas.

Nesse contexto, infraestrutura verde se refere a uma rede interconectada de espaços verdes multifuncionais que são estrategicamente planejados e gerenciados para fornecer uma variedade de benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Exemplos de infraestrutura verde incluem telhados verdes, superfícies com vegetação permeável, ruas e becos verdes, florestas urbanas, parques públicos, jardins comunitários e zonas úmidas urbanas. Os acadêmicos reconhecem que a infraestrutura verde pode potencialmente melhorar a saúde e o bem-estar dos moradores, fornecer alimentos, diminuir a velocidade do vento, reduzir o escoamento das águas pluviais, modular a temperatura do ambiente, reduzir o consumo de energia e sequestrar carbono, entre outros benefícios de serviços ecossistêmicos. A infraestrutura verde, portanto, tem o potencial de amortecer as cidades contra muitos impactos esperados das mudanças do clima²⁷.

Quanto a relação entre AbE/Eco-RRD e infraestrutura pode-se dizer que o último é parte de AbE/Eco-RRD, mas que esses têm um objetivo mais específico o que requer análises de vulnerabilidade ou de risco climático como base e que os conceitos deles incluem também medidas não-estruturais como estudos, monitoramento e educação, entre outros. Outro termo relacionado e muito utilizado atualmente são as soluções baseadas na natureza. Definido pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) como ações para proteger, gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordam os desafios da sociedade de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente o bem-estar humano e os benefícios da biodiversidade. Apontado com grande potencial também para a adaptação à mudança do clima em cidades por Kabisch²⁸, esse conceito é mais abrangente do que AbE/Eco-RRD incorporando também o uso de infraestrutura verde. Quando aplicado para lidar com a mudança do clima soluções baseadas na natureza viram praticamente sinônimo de AbE.

AbE e Eco-RRD requerem horizontes de tempo mais longos para demonstrar uma proteção eficaz contra impactos de risco, por ex. uma floresta de proteção precisa de tempo para crescer antes que possa estabilizar uma inclinação para proteger as pessoas que se estabelecem mais abaixo no vale²⁹. Além disso, as soluções de infraestrutura de engenharia pesada ou "cinzenta" ainda são geralmente preferidas em relação a soluções "verdes" ou baseadas em ecossistemas para o gerenciamento de desastres. As cidades geralmente são dominadas pela infraestrutura construída; conseqüentemente, o planejamento muitas vezes negligencia os potenciais e benefícios do ecossistema em favor de soluções de engenharia pura para lidar com desastres^{30,31}. As tentativas de controlar a natureza por meio de barragens, diques e recuperação de pântanos e zonas úmidas foram e ainda são populares e favorecidas por soluções baseadas em ecossistemas, embora soluções não planejadas

Natural and Technological Hazards Research.

²⁷ Matthes, T., A. Y. Lo & J.A. Byrne. 2015. Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. *Landscape and Urban Planning*, v. 138, p. 155-163.

²⁸ Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A. (eds) *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions*. Springer, Cham.

²⁹ Nehren et al. 2014

³⁰ Guadagno et al. 2013

³¹ Mercer, J., J. C. Gaillard, C. Crowley, R. Shannon, B. Alexander, S. Day, and J. Becker. 2012. "Culture and disaster risk reduction: Lessons and opportunities." *Environmental Hazards* 11(2):74-95.

possam até mesmo aumentar os impactos de um evento, por ex. a gravidade das inundações³².

Medidas que apoiam a proteção ambiental e os meios de subsistência, ambas causas de vulnerabilidade, servem para reduzir o risco de desastres a longo prazo^{33,34}. Para implementar tais medidas, é essencial compreender as interações entre as atividades urbanas e os ecossistemas³⁵. Neste contexto, reduzindo a expansão urbana e voltando a planejar cidades mais compactas, a necessidade de considerar espaços mais abertos e verdes³⁶, e as implicações da urbanização no risco e na vulnerabilidade de diferentes grupos sociais³⁷ ganharam impulso. Existe uma consciência crescente sobre os benefícios dos serviços ecossistêmicos para sustentar os meios de subsistência em contextos urbanos, sobre a modificação do clima, hidrologia ou dinâmica do solo³⁸. Espaços verdes urbanos e áreas urbanas protegidas podem contribuir para mitigar os impactos de risco e apoiar a adaptação e a mitigação das mudanças do clima^{39,40,41,42}. Abordagens baseadas em ecossistemas já provaram ser eficazes com base em vários estudos de caso^{43,44,45}.

Exemplos de iniciativas urbanas incluem o plano de infraestrutura verde da cidade de Nova York, lançado em 2010, que inclui telhados verdes, calçadas verdes, áreas úmidas a montante e urbanas, além de lagoas para resfriar a cidade e reter as águas pluviais. A cidade de

³² Quarantelli 2003

³³ Ingram, J. C., G. Franco, C. Rumbaitis-del Rio, and B. Khazai. 2006. "Post-disaster recovery dilemmas: challenges in balancing short-term and long-term needs for vulnerability reduction." *Environmental Science & Policy* 9(7-8), 607-613.

³⁴ Wisner, B, P.M. Blaikie, and T. Cannon. 2004. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. London: Routledge.

³⁵ Dizdaroglu, D., T. Yigitcanlar, and L. Dawes. 2012. "A micro-level indexing model for assessing urban ecosystem sustainability." *Smart and Sustainable Built Environment* 1(3):291-315.

³⁶ Beck, H. 2012. "Understanding the Impact of Urban Green Space on Health and Wellbeing." In *Wellbeing and Place*, ed. S. Atkinson, S. Fuller, and J. Painter, 35-52. Farnham: Ashgate.

³⁷ Garschagen, M. 2014. "Urbanization and risk - challenges and opportunities." In *World Risk Report 2014 - Focus: The city as a risk area*, ed. Bündnis Entwicklung Hilft (Alliance Development Works) and United Nations University - Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), 12 - 18. Berlin/Bonn: Bündnis Entwicklung Hilft (Alliance Development Works) and United Nations University - Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS).

³⁸ Grove, J. M. 2009. "Cities: Managing Densely Settled Social-Ecological Systems." In *Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-based Natural Resource Management in a Changing World*, ed. S. F. Chapin III, G. P. Kofinas and C. Folke, 281-294. New York: Springer.

³⁹ Beck 2012

⁴⁰ Nehren, U., H. Ho Dac Thai, A. Marfai, C. Raedig, S. Alfonso de Nehren, J. Sartohadi, and C. Castro. 2016. "Assessing ecosystem services and degradation status of coastal dune systems for Eco-DRR and EbA: Case studies from Vietnam, Indonesia, and Chile." In *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*, ed. F. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, M. Estrella, and U. Nehren.. Springer, Series: Advances in Natural and Technological Hazards Research.

⁴¹ Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2012. *Cities and Biodiversity Outlook*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

⁴² Trzyna, T. 2014. "Urban Protected Areas: Profiles and best practice guidelines." *Protected Area Guidelines Series* 22. Gland: IUCN.

⁴³ Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith, and N. Sekhran, Eds. 2010. *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. Gland, Switzerland, Washington D.C. and New York, USA, IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF.

⁴⁴ Trzyna 2014

⁴⁵ UNEP, UNEP-DHI, IUCN, TNC and WRI. 2014. *Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects*. Geneva, UNEP.

Bogotá, na Colômbia, está buscando a conservação e a restauração da paisagem a montante como uma alternativa às tecnologias mais convencionais de tratamento de água. A cidade de Ho Chi Minh, no Vietnã, lançou um programa que favorece os manguezais em vez de construir diques para proteger as costas dos danos provocados por tempestades⁴⁶.

Associar o desenvolvimento urbano sustentável a uma gestão sólida dos ecossistemas requer uma abordagem holística, envolvendo vários atores⁴⁷. Tal abordagem teria que considerar os serviços ecossistêmicos em contextos urbanos, juntamente com os perfis de risco e de subsistência dos moradores urbanos, que frequentemente não são um grupo homogêneo. Em vez disso, os moradores urbanos são geralmente heterogêneos, experimentando diferentes níveis de risco. Os pobres urbanos, geralmente se assentando informalmente nos locais mais vulneráveis, estão enfrentando um alto risco ambiental comparável em relação a riscos naturais e mudanças ambientais globais^{48,49}. Adaptar a infraestrutura urbana aos impactos da mudança climática e riscos naturais usando abordagens baseadas em ecossistemas, como muitas cidades em países emergentes e em desenvolvimento estão fazendo atualmente⁵⁰, pode ser uma ferramenta viável, particularmente para colonos informais que frequentemente continuam a confiar recursos naturais locais⁵¹.

No Brasil, medidas AbE foram contempladas em diversas estratégias setoriais que compõem o Plano Nacional de Adaptação (PNA) e até mesmo a inclusão de AbE como um dos princípios que regem todo o PNA. No mais, devido à importância da integração entre as políticas de biodiversidade e clima visando à adaptação dos ecossistemas e espécies à mudança do clima e a adaptação baseada em ecossistema, houve uma duplicação das ações previstas no PNA e na EPANB, buscando sinergias entre as duas políticas.

Um estudo pioneiro sobre medidas baseadas em ecossistemas e infraestrutura verde para a adaptação às mudanças do clima e redução de riscos de desastres em comunidades informais em áreas urbanas é de Lange et al. (2018)⁵². Com base no estudo de caso do Rio de Janeiro, Brasil, o trabalho revela o potencial para implementar tais medidas em favelas que são frequentemente localizadas em encostas íngremes e, portanto, propensas a deslizamentos de terra que são desencadeadas por fortes eventos de precipitação. O desmatamento e a degradação da terra, infraestruturas inadequadas e atividades contínuas de construção informal estão, adicionalmente, exacerbando os riscos. Investigações nas favelas Morro da Formiga e Morro dos Prazeres que estão nas zonas central e norte do Rio de Janeiro e gravemente afetadas por deslizamentos de terra no passado, revelaram um alto potencial para a implementação de medidas baseadas em ecossistemas para a adaptação às mudanças do clima que ainda não estão aproveitadas. Com base em pesquisas bibliográficas, entrevistas com especialistas e visitas locais, um portfólio de medidas adequadas de AbE para assentamentos informais selecionados foi compilado, com lições

⁴⁶ World Resources Institute. 2012. "Insights from the Field: Forests for Water." WRI Issue Brief 9. Washington: WRI.

⁴⁷ Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012

⁴⁸ Pelling, M. 2003. *The Vulnerability of Cities. Natural Disasters and Social Resilience*. London: Earthscan.

⁴⁹ Pelling, M. 2011. *Adaptation to Climate Change: From resilience to transformation*. London and New York: Routledge.

⁵⁰ Schaubert, A. 2014. "Light and dark - citizens and invisible city-dwellers." In *World Risk Report 2014 - Focus: The city as a risk area*, ed. Bündnis Entwicklung Hilft (Alliance Development Works) and United Nations University - Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), 18-24. Berlin/Bonn: Bündnis Entwicklung Hilft (Alliance Development Works) and United Nations University - Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS).

⁵¹ Guadagno et al. 2013

⁵² Lange W., Sandholz S. & Nehren U. (2018): Strengthening urban resilience through nature: The potential of ecosystem-based measures for reduction of landslide risk in Rio de Janeiro. Working Paper. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy. https://www.lincolnst.edu/sites/default/files/pubfiles/lange_wp18w11.pdf

para a cidade e além. Os potenciais detectados variam do nível doméstico ao urbano, e propõem medidas baseadas em ecossistemas puras, mas também híbridas e sociais além de ferramentas administrativas (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo das medidas AbE propostas para a redução de risco de deslizamentos em comunidades no Rio de Janeiro (Fonte: Lange et al. 2018)

Ecosystem-based measure	Potential & suitability	(Potentially) involved actors	Challenges and/or improvements needed
Approaches with a predominant focus on ecosystem			
Reforestation of degraded areas	Can serve to stabilize slopes, to reduce erosion and to decelerate rain water runoff	SMAC, Local communities	<p>Already done by SMAC, but could potentially be implemented in more areas, not yet done due to prioritization and security matters</p> <p>Budget and personnel constraints to maintain and upgrade reforested areas</p> <p>Need to raise awareness of affected population to maintain the areas</p> <p>Improve monitoring especially for DRR and CCA functions of reforested areas</p> <p>Only implemented in bigger areas, need for reforestation as well in small scale for DRR & CCA</p> <p>Inclusion of tree species that add value to the local population for better preservation</p>
Creation and management of combined agriculture and forestry	Would benefit local population and potentially increases participation processes in maintenance, can serve as commons that improve the livelihoods of the communities	Local communities, SMAC	Selection of species and maintenance
Measures on settlement & surrounding scale			
Waste management: composting of organic substances/avoidance of illegal dumping sites	Helps avoiding illegal dumping sites, and could contribute to regulated waste processing and reduced illegal dumping sites, potential to produce	Local communities, NGOs, COMLURB, SMAC	<p>Need to raise awareness among population to support waste system and to separate waste</p> <p>Need for space to store compost</p> <p>Environmental education</p>

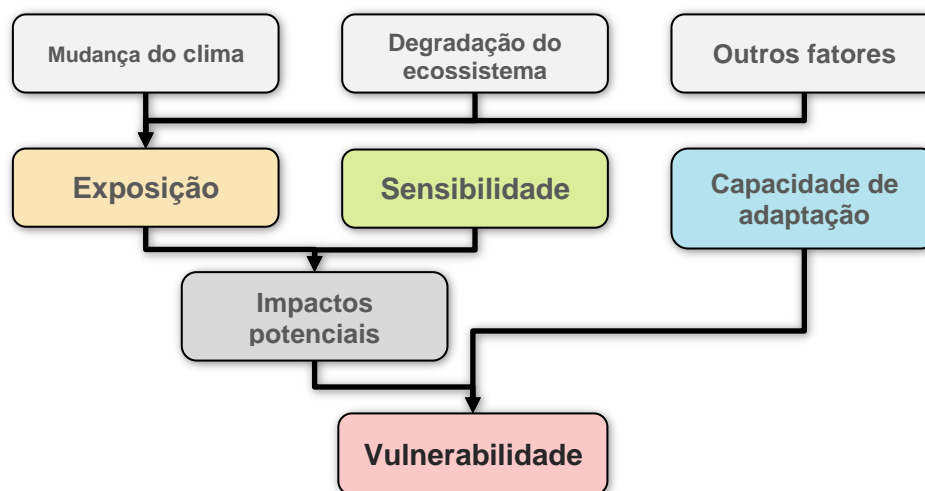
	bio-fertilizer for reforested areas and urban agriculture		
Hybrid measures on house/settlement scale			
Green roofs	Could serve to reduce & decelerate rainwater runoff, beneficial for building climate	Local communities, external experts on construction technique and suitable plants (municipality or NGO)	Most favela buildings are constructed in informal way, therefore the building stability and suitability for green roofs is not ensured Long-term maintenance needs to be ensured Potential budget constraints
Grey water harvesting and re-use	Could serve to reduce water runoff and subsequent erosion, water might be used to water plants on green roofs and urban agriculture	Local communities, urban authorities (particularly SMU, Rio-Águas)	Sanitation system is mostly inadequate or even inexistent and would have to be installed and maintained Need to raise awareness (see below) Potential budget constraints
Rain water harvesting	Could serve to reduce & decelerate rainwater runoff and subsequent erosion, additional potential for reducing downhill flooding	Local communities, urban authorities (particularly SMU, Rio-Águas)	Sanitation system is mostly inadequate or even inexistent and would have to be installed and maintained Need to raise awareness (see below) Potential budget constraints
Unsealing/facilitation of rain water infiltration	Unsealing of asphalted/built-up areas could benefit more even water infiltration and reduced erosion	Local communities, urban authorities (particularly SMU, Rio-Águas)	Need for improved construction of housing and infrastructure, Potential budget constraints
Social/administrative measures			
Awareness campaigns – for authorities and population	Authorities and population are not yet aware of ecosystem potentials to reduce risks, awareness raising campaigns could support the use of such measures	Local communities, all involved urban authorities, NGOs	Eco-DRR measures potentially require the involvement and cooperation of different institutions over time Eco-DRR measures potentially need more time until being efficient
Trainings for local communities	Trainings on local scale measures, e.g. use of appropriate seeds for gardening, rainwater harvesting	Local communities, experts	Need of commitment of local population, probably best to be linked to awareness campaigns

More systematic integration of ecosystem status in consideration of adequate measures in disaster inventories	Would consider ecosystem potentials already in early stage of decision-making	Geo-Rio	Need for staff educated in and aware of Eco-DRR measures to be able to include their integration in inventories Requires an institutionalization of inter-institutional cooperation
Research	Fill knowledge and data gaps with respect to efficiency and effectiveness of different ecosystem-based measures (such as selection of best tree species for risk reduction), economic aspects (such as financing of Eco-DRR/EbA, and PES) as well as social aspects (such as social/societal potentials and hindrances for Eco-DRR/EbA)	Universities, research institutes	Reasonable funding Improvement of transdisciplinary research approaches and methodologies Improvement of the data basis

2.3. Conceito de vulnerabilidade

Para a análise de vulnerabilidade o conceito do quarto relatório (AR4) do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC na sigla inglesa) foi aplicado conforme combinado com o contratante.

Figura 3: Conceito de vulnerabilidade conforme o relatório AR4 do IPCC



O AR4 define os elementos principais de vulnerabilidade da seguinte forma⁵³ (

Figura 3):

- ✦ **Exposição:** A natureza e a intensidade do estresse ambiental (biofísico e climático) ou sociopolítico vivenciado por um sistema (população, território).
- ✦ **Sensibilidade:** A intensidade com a qual um sistema pode sofrer danos ou ser afetado por perturbações, determinadas pelas suscetibilidades intrínsecas ao sistema.
- ✦ **Capacidade adaptativa:** A habilidade de um sistema tem de mudar para acomodar os estresses ambientais ou mudanças em outras dimensões, e manejar, da melhor forma possível, as suas consequências.

3. Metodologia

3.1. Quadro geral: O ciclo AbE

O quadro metodológico se orienta no chamado “ciclo AbE” que é o conceito estruturado como se integra AbE em projetos de desenvolvimento identificando medidas de adaptação inclusive de infraestrutura⁵⁴. Essa metodologia é uma versão adaptada para soluções verdes do ciclo de identificação de medidas de adaptação geral. Consequentemente, o ciclo AbE foca em medidas baseadas em infraestrutura verde, mas incorpora também a infraestrutura cinza. Esse conceito é amplamente aplicado pela GIZ em projetos tanto no Brasil quanto em projetos em outros países.

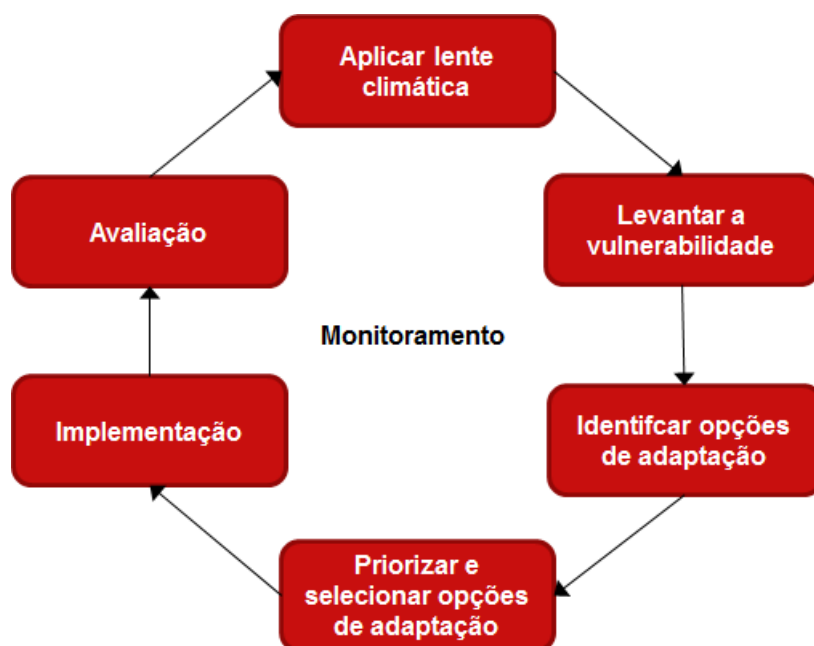
A fim de determinar os requisitos específicos para a manutenção ou implementação de um ecossistema e de seus serviços, a AbE baseia-se, idealmente, em estudos de impacto das mudança climáticas ou em análises integradas do clima, que façam uso de cenários e modelos climáticos. O ciclo AbE completo consiste de 6 fases (Figura 4: Esquema do ciclo AbE. (Fonte: MMA 2018)):

0. **Aplicar a lente climática:** Decidir se a mudança do clima deve ser considerada no planejamento;
1. **Avaliar o risco climático:** Analisar a vulnerabilidade e os riscos de impactos da mudança do clima;
2. **Identificar medidas de adaptação:** Determinar medidas de adaptação para reduzir os riscos;
3. **Priorizar e selecionar medidas de adaptação:** Definir quais medidas de adaptação serão implementadas;
4. **Implementar:** Planejar e executar as medidas selecionadas;
5. **Monitorar e avaliar:** Analisar os resultados ao longo do processo e realizar ajustes.

⁵³ IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

⁵⁴ MMA (2018): Integração da Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) no planejamento do desenvolvimento. Uma formação orientada para a prática, baseada no Guia de Políticas da OCDE. Apostila do curso. Brasília.

Figura 4: Esquema do ciclo AbE. (Fonte: MMA 2018)



Como o objetivo da presente proposta não é executar ou priorizar medidas de AbE, o processo do ciclo AbE vai terminar no planejamento das ações de implementação antes do passo 3 do ciclo AbE. Os materiais dos cursos de formação de formadores em AbE do projeto “Biodiversidade e Mudança do Clima na Mata Atlântica” serão aproveitados e adaptados para a execução do presente projeto.

Ponto de partida para o processo de integração da AbE no planejamento, aplicar a lente climática (passo 0 do ciclo AbE) significa analisar pela perspectiva da mudança do clima os objetivos de desenvolvimento formulados para um setor de infraestrutura, plano, programa ou projeto, buscando visualizar de que maneira ela pode afeta-los, positiva ou negativamente. Assim, primeiramente e preciso definir a região de interesse em questão (uma comunidade vulnerável de Salvador nesse caso) e fazer uma leitura de seus dados climáticos, a fim de avaliar como é o clima atual e como ele deve ser no futuro. A partir dessas informações, é possível compreender, por exemplo, se há risco de que a região sofra impactos como chuvas demasiadas, longos períodos de seca e alterações em processos ecossistêmicos. Depois, é necessário definir os objetivos de desenvolvimento compreendidos e avaliar como eles podem ser afetados pela mudança do clima, buscando evidenciar quais sistemas de interesse estão sob maior risco. Esses sistemas podem ser setores de infraestrutura, comunidades vulneráveis ou grupos sociais. Nesse passo, já se pode identificar também a infraestrutura urbana e verde que estão presentes na região. Com base nessas informações, identificam-se, por fim, quais atores sociais devem ser envolvidos no planejamento.

No passo 1 do ciclo AbE é preciso identificar e mensurar os fatores que contribuem para a vulnerabilidade e o risco climático em um dado sistema de interesse. Ou seja, é preciso determinar o grau em que um sistema (infraestrutura, comunidade) é suscetível ou incapaz de lidar com as consequências adversas da mudança do clima, o que é feito por meio de uma análise de vulnerabilidade, impacto e risco. O objetivo deste passo é identificar as ameaças climáticas e os fatores de exposição para cada um dos sistemas de interesse

levantados no passo anterior, para então avaliar sua vulnerabilidade, os impactos potenciais e o risco climático a que eles estão sujeitos. Esse passo é dividido em três partes:

1. Avaliação de condições e tendências
2. Avaliação de ameaças, exposição e vulnerabilidade
3. Avaliação de impactos potenciais e riscos

O grau de risco encontrado nesta análise informa sobre a necessidade de ação a fim de reduzir os impactos esperados com a mudança do clima. Assim, a partir da análise de vulnerabilidade, impacto e risco é possível identificar uma gama de opções de adaptação e estabelecer prioridades para sua seleção. Essas tarefas correspondem aos próximos passos do Ciclo AbE, que serão abordados na sequência.

Nos passos anteriores, a aplicação da lente climática e a realização da análise de vulnerabilidade, impacto e risco permitiram reconhecer se, por que e como a mudança do clima pode afetar um plano, projeto, programa ou política. Diante desses dados, o passo 2 é **determinar as medidas necessárias para adaptar os sistemas de interesse** em questão a essa mudança. Tais medidas, tanto de infraestrutura urbana quanto baseadas em ecossistemas, devem ser capazes de reduzir os impactos potenciais evidenciados, seja diminuindo a exposição ou a sensibilidade do sistema frente a uma ameaça, ou ainda aumentando a sua capacidade adaptativa. Existem quatro grandes áreas de intervenção para a adaptação: soluções técnicas, desenvolvimento de capacidades, ações políticas e pesquisa e divulgação. É interessante, então, fazer uma chuva de ideias para explorar cada uma delas. As perguntas-chave para este passo são:

- Quais medidas podem ser utilizadas para adaptar os sistemas de interesse e reduzir os riscos da mudança do clima?
- Como os ecossistemas podem ser usados para a adaptação?
- Quais infraestruturas cinzas e verdes podem ser usadas?
- Quais capacidades humanas precisam ser desenvolvidas?
- Que soluções políticas são necessárias?
- Quais informações ainda são necessárias?
- Há medidas mistas ou híbridas (AbE + não AbE) que possam ser planejadas?

A partir dessas reflexões, a intenção é identificar, as opções de adaptação referentes aos impactos encontrados.

3.2. Metodologias de levantamento de informações em campo

Para o levantamento de dados, vários métodos foram aplicados, a seguir:

- ✧ Entrevistas semiestruturadas com especialistas, em especial da academia e setor privado
- ✧ Visitas de campo e entrevistas semiestruturadas com lideranças locais
- ✧ Grupos focais nas comunidades selecionadas
- ✧ Análise de documentos, dados e mapas

Para a análise de impactos potenciais e vulnerabilidade seguiu-se nas entrevistas semiestruturadas as seguintes perguntas chave:

1. Impactos potenciais:

- Quais impactos e riscos climáticos principais estão afetando as comunidades em Salvador?
 - Quais ameaças relacionadas ao clima impõem um risco nas comunidades?
 - Quais impactos intermediários conectam ameaça e risco?
2. Vulnerabilidade
- 2.1. Exposição
- Quais os efeitos da mudança do clima/sinal climático?
 - Quais regiões são potencialmente mais expostas?
 - Quais são os elementos mais expostos em áreas potencialmente afetadas?
 - Quais grupos populacionais são potencialmente mais expostos?
- 2.2. Sensibilidade
- Como os sinais climáticos afetam esses elementos/áreas/pessoas?
 - Por quê os elementos/áreas/pessoas são suscetíveis ao sinal climático?
- 2.3. Capacidade adaptativa
- Como as pessoas reagem aos sinais climáticos?
 - O que as pessoas fazem para reduzir os riscos?
 - As pessoas fazem algo para diminuir os efeitos dos desastres? O quê?

Essas perguntas chave e perguntas visando em conseguir informações mais detalhadas foram adaptadas e elaboradas no decorrer das entrevistas.

No caso dos grupos focais nas comunidades (foto 1), aplicaram-se métodos de pesquisa participativa buscando informações sobre os mesmos tópicos acima mencionados em relação à impactos potenciais e vulnerabilidade.

Foto 1: Oficina na comunidade Beira Dique



O resumo do roteiro elaborado para as oficinas foi o seguinte:

0. Mapa falado da comunidade: Quem chega primeiro começa a desenhar um mapa da comunidade com os elementos principais.
1. Boas-vindas e apresentação do objetivo da reunião

2. Rodada de apresentação dos presentes: Nome, o que gosta e o que não gosta da comunidade ou viver nela.
3. Discussão sobre aquecimento global e aumento da temperatura:
 - Quem já ouviu falar de aquecimento global?
 - O que as temperaturas altas fazem com você?
 - O que faz quando faz muito calor?
4. Outros riscos em geral:
 - Quais riscos tem na comunidade?
 - Quais efeitos eles têm para a comunidade/para você?
 - Quais áreas são potencialmente mais afetadas? (Trabalhar com o mapa elaborado no início)
 - Quais ameaças pesam mais?
5. *Buzzgroup*/discussão em grupo: Dividir o grupo em dois grupos sobre inundações/alagamentos e deslizamentos.

Em cada grupo colocar as seguintes perguntas chave:

- Quais são os efeitos do deslizamento/inundação/onda de calor para a sua comunidade/você/natureza?
- Tem explicação?
- Na sua opinião, olhando para o risco de deslizamento/inundação/onda de calor, quais poderiam ser as suas causas (do impacto)?
- Qual explicação você tem para o risco de deslizamento/inundação/onda de calor?
- Tem a ver com o clima e o tempo?

Perguntas chave na discussão na apresentação de cada grupo em relação a capacidade adaptativa e medidas de redução de riscos:

- O que o governo deve fazer para prevenir riscos ambientais para a população local? O que o governo pode fazer/como pode contribuir para reduzir os riscos de deslizamentos/inundação/onda de calor?
- O que as pessoas da comunidade mesmo podem fazer para se prevenir contra os riscos de deslizamento/inundação/onda de calor? O que se pode fazer aqui na comunidade?
- E como a natureza, p.ex. os [serviços ecossistêmicos] (p.ex. árvores, vegetação, áreas verdes, solo aberto, áreas húmidas) podem contribuir para prevenir riscos de deslizamento/inundação/onda de calor? A natureza pode proteger vocês também? E como a natureza pode contribuir para a redução de deslizamento/inundação/onda de calor?

Perguntas chave em relação a impedimentos de participar mais em medidas de redução de riscos:

- O que já acontece para reduzir o risco de deslizamento/inundação/onda de calor? Quais são as atividades para reduzir os riscos que já são realizadas na sua comunidade?
- O que atrapalha você em fazer mais...?
- O que atrapalha a população local a participar, ou desenvolver, atividades de redução de risco de desastres? Quais são as dificuldades?
- O que a população pode fazer amanhã para reduzir o risco de deslizamento/inundação e lidar melhor com ondas de calor? Quais poderiam ser as coisas possíveis de se colocar em prática amanhã?

- O que deve mudar para que vocês possam fazer essas atividades para reduzir os riscos? Qual é a ajuda que vocês precisam e de quem?

A base da elaboração do portfólio de potenciais medidas de adaptação baseada em ecossistemas (foco da terceira viagem a Salvador) é a análise de vulnerabilidade já que as informações sobre a contribuição da degradação do meio ambiente em especial como fatores de exposição e os elementos de exposição e capacidade de adaptação deram indicativos sobre potenciais soluções. Pesquisas bibliográficas sobre medidas de AbE e RRD em outras cidades resultaram num portfólio de potenciais medidas gerais que foi enriquecido com experiências pontuais já existentes em Salvador. Junto com os resultados dos demais métodos aplicados e descritos a seguir, elaborou-se alguns exemplos e recomendações de medidas de AbE para comunidades em Salvador. Além disso, em uma reunião no dia 17 de maio com os parceiros do projeto da prefeitura, medidas de adaptação propostas pelo consultor foram discutidas e complementadas pelos participantes.

Para o levantamento de dados na terceira viagem a Salvador, vários métodos foram aplicados, a seguir:

- ✧ Entrevistas semiestruturadas com especialistas
- ✧ Visitas de campo e entrevistas semiestruturadas com lideranças locais
- ✧ Grupos focais nas comunidades selecionadas
- ✧ Análise de documentos, dados e mapas
- ✧ Pesquisa bibliográfica sobre medidas de AbE e Eco-RRD

Para a identificação de medidas de adaptação nas entrevistas semiestruturadas seguiu-se as seguintes perguntas chave:

Perguntas-chave:

- Quais medidas podem ser utilizadas para adaptar os sistemas de Interesse e reduzir os impactos potenciais da mudança do clima?
- Como os ecossistemas podem ser usados para a adaptação?
- Quais infraestruturas podem ser usadas?
- Qual o custo, eficácia e viabilidade das medidas?
- Quais são potenciais co-benefícios de medidas baseadas na natureza para a adaptação e redução de risco de desastres?
- Que capacidades humanas precisam ser desenvolvidas? Quais são potenciais desafios na implementação dessas medidas em comunidades?
- Quais informações ainda são necessárias?

Essas perguntas chave e perguntas visando em conseguir informações mais detalhadas foram modificadas e elaboradas no decorrer das entrevistas.

No caso dos grupos focais nas comunidades se aplicaram métodos de pesquisa participativa buscando informações sobre os mesmos tópicos acima mencionados em relação em especial às funções da natureza para a adaptação e redução de risco de desastres. Os métodos aplicados nos grupos focais já foram descritos em mais detalhe em cima.

Ao longo das duas viagens para o levantamento de dados do estudo (a primeira viagem teve como objetivo principal o alinhamento e planejamento com os parceiros em Salvador) foram

realizadas 25 entrevistas com especialistas. A lista completa se encontra no anexo I e as transcrições das entrevistas encontram-se nos relatórios da consultoria de acompanhamento e apoio de Angela Andrade.

3.3. Seleção das comunidades a serem pesquisadas

Para a seleção das comunidades a serem pesquisadas houve uma ampla discussão entre os parceiros do estudo inclusive com visitas de campo em várias comunidades no início da segunda viagem. Em vez de selecionar as comunidades a serem pesquisadas unicamente por critérios quantitativos, em termos do grau de vulnerabilidade, sugeriu-se a aplicação dos seguintes critérios qualitativos para conseguir estudos de caso que mais servem para os objetivos do projeto (Tabela 2).

Se bem que esses critérios geraram uma lista de comunidades potenciais a serem pesquisadas, surgiu no início da segunda viagem a demanda de incluir o critério de que aquelas a serem escolhidas também deveriam ter um Plano de Ações Estruturais (PAE) o que restringiu bem mais as opções. Depois de visitas de campo e ampla discussão entre os parceiros foi definido que as comunidades a serem pesquisadas serão Beira Dique e Padre Hugo.

Tabela 2: Critérios de seleção das comunidades a serem pesquisadas

Critério	Informação necessária	Quem	Medição/Pontuação
1. Presença de NUPDEC e atuação	Ponto do NUPDEC, área de atuação, avaliação qualitativa da atuação	CODESAL /Gabriela	0: Não tem, 1: Tem, 2: Tem e com boa atuação
1. Liderança comunitária (Capacidade de articulação, mobilização, coesão e atuação)	Avaliação qualitativa da atuação	CODESAL /Gabriela	0: Não tem, 1: Regular, 2: bom, 3: Muito Bom
3. Grau de risco atual	Mapeamento das áreas de risco	CODESAL /Gabriela	1: Médio, 2: Alto/muito alto, 3: Médio e alto/muito alto
4. Intervenções de RRD/contenções/remoções já programadas com projeto e financiamento		CODESAL /Gabriela	0: programado, 1: Em área parcial, 2: Sem previsão
5. Presença de ecossistemas (incl. no entorno e degradados) a serem recuperadas	Ortofotos, mapa da ocupação do solo, visita de campo	CODESAL /Wolfram	0: Totalmente urbanizado, sem áreas verdes/não ocupados, 1: Pequenas áreas verdes, 2: Ampla presença de áreas verdes
6. Visibilidade de uma potencial intervenção ou da comunidade em geral	Avaliação qualitativa		
7. Exposição à mudança do clima (deslizamentos, inundações, aumento do nível do mar, ilhas de calor)		Marcel/Dennis	A ser definido no final

3.4. Interação com stakeholders

Todo o processo de elaboração do presente estudo foi acompanhado e apoiado pela Diretoria de Resiliência da Secretaria Municipal de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência (SECIS) e da Defesa Civil (CODESAL) da Prefeitura Municipal de Salvador (PMS), além da GIZ e da consultora Angela Andrade. Essa interação se deu tanto na elaboração, discussão e avaliação da metodologia e resultados preliminares, quanto no fornecimento de informações e facilitação de contatos, como os entrevistados e as associações de comunidades. A cooperação com as associações de moradores ocorreu bem mesmo tendo alguns desafios organizacionais. Sugerido pela presente consultoria, surgiu ainda a cooperação com a Diretoria de Gestão do Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural (SAVAM) da SECIS e com a CODESAL, o que levou à integração de uma técnica dessa diretoria na CODESAL para reforçar o vínculo entre a gestão de risco de desastres e áreas verdes.

Entende-se que a SECIS, como secretaria que promove a inovação, tem um papel especial dentro da estrutura da PMS e por isso descartou-se a integração com outros órgãos da prefeitura nas etapas da elaboração do estudo. No entanto, uma aproximação, p.ex., com a Fundação Mário Leal Ferreira (FMLF), Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Urbanismo (SEDUR) e Secretaria de Infraestrutura e Obras (SEINFRA), poderia ter resultado em informações mais ricas sobre percepções de medidas verdes, impedimentos para implantá-las e identificação mais ampla e detalhada de pontos de entrada para os passos seguintes desta consultoria.

4. Cenários climáticos e impactos potenciais modelados para Salvador

Como base da análise de vulnerabilidade é essencial preparar e analisar cenários climáticos que possam indicar sinais climáticos como ameaças à população local. Também deve-se considerar estudos sobre impactos biofísicos potenciais consequentes de ameaças e sensibilidades ecológicas, mas é importante ter cautela e verificar, se as modelagens dos impactos biofísicos potenciais e as variáveis empregadas valem para a região em questão (cidade de Salvador).

As projeções regionalizadas (*downscaling*) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) estão disponíveis⁵⁵ para os modelos climáticos globais HadGEM2-ES (*Met Office Hadley Centre*) e MIROC5 (*Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute*) e em intervalos de tempo referentes aos períodos de 1961-2005

⁵⁵ Dados gerados pelo CPTEC/INPE e disponibilizados na Plataforma PROJETA:

Chou, S.C., Lyra, A., Mourão, C., Dereczynski, C., Pilotto, I., Gomes, J., Bustamante, J., Tavares, P., Silva, A., Rodrigues, D., Campos, D., Chagas, D., Sueiro, G., Siqueira, G., Nobre, P. and Marengo, J. (2014) Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. *American Journal of Climate Change*, 3, 438-454. doi:10.4236/ajcc.2014.35039.

Chou, S.C., Lyra, A., Mourão, C., Dereczynski, C., Pilotto, I., Gomes, J., Bustamante, J., Tavares, P., Silva, A., Rodrigues, D., Campos, D., Chagas, D., Sueiro, G., Siqueira, G. and Marengo, J. (2014) Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. *American Journal of Climate Change*, 3, 512-527. doi: 10.4236/ajcc.2014.35043.

Lyra, A., Tavares, P., Chou, S.C., Sueiro, G., Dereczynski, C.P., Sondermann, M., Silva, A., Marengo, J., Giarolla, A. 2017. Climate change projections over three metropolitan regions in Southeast Brazil using the non-hydrostatic Eta regional climate model at 5-km resolution *Theor Appl Climatol*. doi:10.1007/s00704-017-2067-z. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-017-2067-z>

(linha base da temperatura e precipitação) e 1961-1990 (período base dos extremos meteorológicos), 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100. Foram considerados os períodos histórico (base) e os cenários futuros RCP4.5 (otimista, com emissões intermediárias-baixas) e RCP8.5 (pessimista, com altas emissões), para os trimestres DJF (Dezembro, Janeiro e Fevereiro), MAM (Março, Abril e Maio), JJA (Junho, Julho e Agosto) e SON (Setembro, Outubro e Novembro).

É muito importante ressaltar que as projeções climáticas e impactos biofísicos potenciais modelados estão sujeitos a incertezas e imprecisões. No entanto, as informações apresentadas abaixo são as melhores que existem atualmente e se sabe o suficiente para começar a se adaptar aos efeitos adversos da mudança do clima.

4.1. Temperatura

Temperatura média

A projeção do aumento da temperatura do ar a 2 metros, é em média de 1°C no primeiro período de 30 anos, de 2011-2040; aumenta cerca de 2°C no segundo período, de 2041-2070 e 3°C no último período, de 2071-2100, atingindo cerca de 4,5°C no final do século XXI (Tabela 3). A variabilidade interanual das temperaturas se amplifica ao longo do século XXI.

Tabela 3: Variação da temperatura média diária em Salvador em relação ao período 1961-2005

Cenário	RCP 4.5 (otimista)			RCP 8.5 (pessimista)		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Trimestre/Modelo						
DJF/HadGEM2-ES	0.9°C	2.0°C	2.6°C	0.9°C	2.3°C	4.0°C
DJF/MIROC5	1.0°C	1.8°C	2.1°C	1.0°C	2.2°C	3.4°C
JJA/HadGEM2-ES	0.9°C	1.8°C	2.5°C	2.1°C	3.6°C	5.2°C
JJA/MIROC5	0.6°C	1.2°C	1.4°C	0.7°C	1.6°C	2.8°C

Noites quentes (TN90p)

O índice TN90p é utilizado para representar a tendência de dias em que a temperatura mínima fica acima do percentil⁵⁶ 90, em relação ao cenário histórico, indicando um aumento da temperatura mínima durante o período da noite.

As projeções em Salvador indicam um aumento na frequência de noites quentes até 32% até 2040, até 67% até 2070 e até 85% até o final do século (Tabela 4).

Tabela 4: Variação de noites quentes em Salvador em relação ao período 1961-2005

Cenário	RCP 4.5 (otimista)			RCP 8.5 (pessimista)		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Modelo						
HadGEM2-ES	21%	54%	69%	32%	67%	85%

⁵⁶ Os percentis são medidas que dividem a amostra ordenada (por ordem crescente dos dados) em 100 partes, cada uma com uma percentagem de dados aproximadamente igual. Por exemplo, o percentil 90 indica o valor a partir do qual 90% dos dados são menores ou iguais.

MIROC5	19%	32%	43%	17%	42%	68%
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ondas de calor (WSDI)

O índice WSDI é utilizado para representar a contagem anual de dias, com no mínimo 6 dias consecutivos, com temperatura máxima acima do percentil 90, indicando uma sequência de dias quentes que pode ser entendida como ondas de calor. A unidade do índice WSDI é dia.

O índice WSDI para Salvador indica um aumento na duração das ondas de calor até 65 dias até 2040, até 162 dias até 2070 e até 276 até o final do século (Tabela 5).

Tabela 5: Variação de ondas de calor em Salvador em relação ao período 1961-2005

Cenário	RCP 4.5 (otimista)			RCP 8.5 (pessimista)		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
HadGEM2-ES	24	67	122	65	162	276
MIROC5	23	66	68	26	92	195

4.2. Precipitação

Em geral, a série temporal de Salvador simulada a partir do *downscaling* dos modelos globais HadGEM2-ES e MIROC5, mostra que o volume de precipitação fica mais ou menos estável com tendência de redução das chuvas na cidade, com aumento na variabilidade interanual, ou seja, projetam-se anos de excesso de chuva muito acima do normal atual e anos de déficit de chuva muito abaixo do normal. As projeções indicam que os períodos de dias consecutivos sem chuva se tornarão mais longos (até 60 dias até 2040). Por outro lado, os eventos extremos diários de chuva ocorrem com acumulados cada vez maiores (até 40 dias até 2040). Algumas das variáveis de precipitação modeladas estão apresentadas e resumidas a seguir, em especial aquelas potencialmente relevantes para avaliar o risco de deslizamento e inundações.

Precipitação anual total (PRCPTOT)

A variável da precipitação anual total mostra redução da chuva, mas aumento da variabilidade (indicado pelo desvio padrão) em quase todos os cenários, modelos e períodos (Tabela 6). A redução é mais expressiva no modelo Eta-HADGEM2-ES e para o cenário pessimista (ambos modelos), mas a variabilidade aumenta mais no modelo Eta-MIROC5 que também mostra um potencial aumento de chuva total anual no período 2006-2040 para o cenário otimista.

Tabela 6: Absoluto e anomalia da precipitação anual total (PRCPTOT)

	Absoluto mm					Anomalia mm				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.	
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES					
1961-2005	2012	1191	3438	488						
4.5: 2006-2040	1694	811	3095	560	4.5: 2006-2040	-318	-380	-343	72	
4.5: 2041-2070	1700	969	3636	540	4.5: 2041-2070	-312	-221	198	52	

8.5: 2006-2040	1528	478	3216	597	8.5: 2006-2040	-484	-713	-222	108
8.5: 2041-2070	1462	649	1462	428	8.5: 2041-2070	-551	-713	-1976	-60
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	1993	1358	2921	362					
4.5: 2006-2040	2047	1235	3291	574	4.5: 2006-2040	54	-122	370	212
4.5: 2041-2070	1810	911	3210	523	4.5: 2041-2070	-183	-447	289	161
8.5: 2006-2040	1869	636	2703	539	8.5: 2006-2040	-124	-722	-218	177
8.5: 2041-2070	1709	935	2526	439	8.5: 2041-2070	-284	-422	-396	77

Precipitação média diária

Analisando os dados de precipitação por média diária e estação, as projeções dos modelos indicam desde normalidade, à redução das chuvas de verão (DJF) em Salvador (Tabela **7** **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Este sinal de redução das chuvas no verão está presente principalmente no cenário pessimista de maior concentração dos gases de efeito estufa, RCP8.5, em ambos modelos globais. No outono (MAM), as projeções do Eta-HadGEM2-ES mantém a redução das chuvas, entretanto, as projeções do Eta-MIROC5 iniciam o século XXI com aumento das chuvas; somente a partir do segundo período, de 2041-2070, passam para redução das chuvas até o final do século XXI. Essa redução das chuvas no outono é mais evidente nas projeções do Eta-MIROC5 no RCP8.5. No inverno (JJA), as projeções de mudança variam de normalidade até pequena redução das chuvas. Na primavera (SON), as projeções dos modelos indicam redução das chuvas com padrão bastante semelhante entre as rodadas forçadas pelos dois modelos climáticos globais.

Tabela 7: Anomalia da precipitação média diária em Salvador em relação ao período 1961-2005

Cenário	RCP 4.5 (otimista)			RCP 8.5 (pessimista)		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Trimestre/modelo						
DJF/HadGEM2-ES	-10%	5%	-26%	-28%	-41%	-66%
DJF/MIROC5	-26%	-15%	-18%	-6%	-22%	-35%
JJA/HadGEM2-ES	-15%	14%	-19%	-23%	-11%	-22%
JJA/MIROC5	18%	8%	6%	2%	1%	-18%

Número máximo de dias consecutivos com chuva no ano (CWD)

Em geral, observa-se redução de dias consecutivos de chuva, em especial no caso do modelo Eta-HadGEM2-ES, tanto para a média quanto para o máximo. No modelo Eta-MIROC5, no entanto, os máximos dos dias consecutivos com chuva no ano e consequentemente a variabilidade aumenta no período de 2041-2070 nos dois cenários (4.5 e 8.5), indicando um potencial aumento de anos com eventos pluviométricos mais extremos (Tabela 8).

Tabela 8: Absoluto e anomalia do número máximo de dias consecutivos com chuva no ano (CWD)

Absoluto mm					Anomalia mm				
	Média	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				

1961-2005	19.22	9	55	8.30					
4.5: 2006-2040	16.91	6	57	8.92	4.5: 2006-2040	-2.31	-3	2	0.62
4.5: 2041-2070	17.37	9	50	8.97	4.5: 2041-2070	-1.85	0	-5	0.67
8.5: 2006-2040	16.29	5	42	7.35	8.5: 2006-2040	-2.93	-4	-13	-0.95
8.5: 2041-2070	13.77	8	22	3.78	8.5: 2041-2070	-5.45	-4	-33	-4.52
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	17.79	9	30	5.71					
4.5: 2006-2040	16.80	7	31	5.58	4.5: 2006-2040	-0.99	-2	1	-0.13
4.5: 2041-2070	16.83	9	42	7.81	4.5: 2041-2070	-0.96	0	12	2.10
8.5: 2006-2040	15.00	7	27	4.64	8.5: 2006-2040	-2.79	-2	-3	-1.07
8.5: 2041-2070	17.80	7	38	8.47	8.5: 2041-2070	0.01	-2	8	2.76

Número de dias no ano com chuva acima de 10mm (R10mm)

Em todos os modelos, cenários e períodos observa-se redução de dias com chuva acima de 10mm, sendo mais expressivo no modelo Eta-HadGEM2-ES. A variabilidade entre os anos aumenta em todos os casos, menos no segundo período do cenário 8.5 (pessimista) no caso do modelo Eta-HadGEM2-ES. O modelo Eta-MIROC5 mostra um aumento da variabilidade mais expressivo do que o modelo Eta-HadGEM2-ES (Tabela 9).

Tabela 9: Absoluto e anomalia do número de dias no ano com chuva acima de 10mm (R10mm)

Absoluto (dias)					Anomalia (dias)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	57.04	34	96	14.37					
4.5: 2006-2040	45.66	18	86	15.92	4.5: 2006-2040	-11	-16	-10	2
4.5: 2041-2070	47.33	22	95	15.34	4.5: 2041-2070	-9	-12	-1	1
8.5: 2006-2040	40.17	9	71	14.77	8.5: 2006-2040	-16	-25	-25	0
8.5: 2041-2070	40.03	13	61	11.70	8.5: 2041-2070	-17	-25	-35	-3
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	56.80	38	79	10.25					
4.5: 2006-2040	56.23	31	86	14.66	4.5: 2006-2040	-1	-7	7	4
4.5: 2041-2070	47.07	17	73	13.04	4.5: 2041-2070	-10	-21	-6	3
8.5: 2006-2040	51.97	21	72	14.14	8.5: 2006-2040	-5	-17	-7	4
8.5: 2041-2070	46.17	27	69	10.23	8.5: 2041-2070	-11	-11	-10	0

Número de dias no ano com chuva acima de 20mm (R20mm)

Como no caso da variável R10mm, observa-se em geral redução de dias com chuva acima de 20mm, menos no primeiro período do cenário otimista do modelo Eta-MIROC5 (Tabela 10). Os dias máximos com chuva acima de 20mm por ano aumentam potencialmente no segundo período do cenário 4.5 em ambos os modelos. A variabilidade aumenta mais no modelo Eta-MIROC5.

Tabela 10: Absoluto e anomalia do número de dias no ano com chuva acima de 20mm (R20mm)

Absoluto (dias)					Absoluto (dias)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	28.11	12	49	8.74					
4.5: 2006-2040	23.09	7	46	10.16	4.5: 2006-2040	-5	-5	-3	1
4.5: 2041-2070	23.73	9	59	9.86	4.5: 2041-2070	-4	-3	10	1
8.5: 2006-2040	13.80	0	35	8.07	8.5: 2006-2040	-14	-12	-14	-1
8.5: 2041-2070	12.97	2	28	6.00	8.5: 2041-2070	-15	-12	-21	-3
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	27.51	15	44	6.71					
4.5: 2006-2040	27.43	16	44	8.39	4.5: 2006-2040	-0.08	1	0	2
4.5: 2041-2070	24.73	10	50	9.28	4.5: 2041-2070	-2.78	-5	6	3
8.5: 2006-2040	25.83	5	39	9.27	8.5: 2006-2040	-1.68	-10	-5	3
8.5: 2041-2070	24.43	9	43	7.65	8.5: 2041-2070	-3.08	-6	-1	1

Número de dias no ano com chuva acima de 25mm (R25mm)

Em todos os casos observa-se redução da média de dias anuais com precipitação acima de 25mm (mais expressivo no modelo Eta-HadGEM2-ES) (Tabela 11). Porém, potencialmente vai ter anos com mais dias de chuvas acima de 25mm (aumento do máximo) e conseqüentemente uma maior variabilidade em quase todos os cenários e modelos, sendo que esse aumento é mais expressivo no segundo período no caso do cenário otimista em ambos os modelos.

Tabela 11: Absoluto e anomalia do número de dias no ano com chuva acima de 25mm (R25mm)

Absoluto (dias)					Anomalia (dias)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	21.49	9	35	7.07					
4.5: 2006-2040	17.69	4	37	8.14	4.5: 2006-2040	-4	-5	2	1
4.5: 2041-2070	18.13	5	48	8.29	4.5: 2041-2070	-3	-4	13	1
8.5: 2006-2040	16.89	0	42	9.33	8.5: 2006-2040	-5	-9	7	2
8.5: 2041-2070	15.40	4	34	7.06	8.5: 2041-2070	-6	-9	-1	0
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	20.64	9	31	5.47					
4.5: 2006-2040	21.51	10	38	7.76	4.5: 2006-2040	1	1	7	2
4.5: 2041-2070	19.73	6	43	8.24	4.5: 2041-2070	-1	-3	12	3
8.5: 2006-2040	19.89	4	33	7.82	8.5: 2006-2040	-1	-5	2	2
8.5: 2041-2070	18.90	8	32	6.28	8.5: 2041-2070	-2	-1	1	1

Máxima precipitação anual em 1 dia (RX1day)

No caso da variável da chuva máxima em um dia, observa-se redução da média com aumento da variabilidade no caso do modelo Eta-HadGEM2-ES, em especial no cenário 4.5, mas aumento da média, máxima e variabilidade no caso do modelo Eta-MIROC5 (Tabela 12).

Tabela 12: Absoluto e anomalia da máxima precipitação anual em 1 dia (RX1day)

Absoluto (mm)					Anomalia (mm)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	93	59	151	25					
4.5: 2006-2040	91	41	164	31	4.5: 2006-2040	-2	-18	14	6
4.5: 2041-2070	89	41	149	26	4.5: 2041-2070	-4	-18	-2	1
8.5: 2006-2040	87	25	150	32	8.5: 2006-2040	-6	-34	0	8
8.5: 2041-2070	91	46	151	31	8.5: 2041-2070	-2	-34	1	7
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	95	64	151	24					
4.5: 2006-2040	104	54	164	30	4.5: 2006-2040	10	-10	12	6
4.5: 2041-2070	114	59	183	34	4.5: 2041-2070	19	-5	32	10
8.5: 2006-2040	102	48	151	31	8.5: 2006-2040	7	-16	0	7
8.5: 2041-2070	108	57	169	30	8.5: 2041-2070	13	-7	18	6

Máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (RX5day)

A variável de precipitação acumulada em cinco dias consecutivos se comporta de forma parecida do que a variável RX1day: No caso do modelo Eta-HadGEM2-ES redução do volume de chuva em 5 dias consecutivos e aumento ligeiro da variabilidade (menos no segundo período do cenário 8.5) e aumento da média, máxima e variabilidade em todos os períodos e cenários no modelo Eta-MIROC5 (Tabela 13).

Tabela 13: Absoluto e anomalia da máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (RX5day)

Absoluto (mm)					Anomalia (mm)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	224	132	436	69					
4.5: 2006-2040	219	75	565	92	4.5: 2006-2040	-4	-57	130	23
4.5: 2041-2070	215	101	359	75	4.5: 2041-2070	-9	-31	-76	5
8.5: 2006-2040	200	54	438	82	8.5: 2006-2040	-24	-77	2	13
8.5: 2041-2070					8.5: 2041-2070	-224	-77	-436	-69
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	234	145	375	58					
4.5: 2006-2040	258	113	667	131	4.5: 2006-2040	24	-32	291	73
4.5: 2041-2070	272	145	532	117	4.5: 2041-2070	38	-1	156	59
8.5: 2006-2040	240	73	549	94	8.5: 2006-2040	6	-72	174	36

8.5: 2041-2070	251	145	459	86	8.5: 2041-2070	17	0	83	28
----------------	-----	-----	-----	----	----------------	----	---	----	----

Precipitação anual dividida pelo número de dias com chuva (SDII)

Essa variável mostra que potencialmente vai ter dias com chuva mais concentrada (aumento do máximo e variabilidade em todos os casos), se bem que no caso do modelo Eta-HadGEM2-ES a média diminui (Tabela 14).

Tabela 14: Absoluto e anomalia da precipitação anual dividida pelo número de dias com chuva (SDII)

Absoluto (mm)					Anomalia (mm)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	12.0	8.8	15.6	1.8					
4.5: 2006-2040	10.9	6.7	17.3	2.4	4.5: 2006-2040	-1.1	-2.1	1.7	0.6
4.5: 2041-2070	11.3	7.2	18.5	2.4	4.5: 2041-2070	-0.7	-1.6	2.9	0.6
8.5: 2006-2040	10.5	5.1	16.8	2.9	8.5: 2006-2040	-1.6	-3.7	1.2	1.1
8.5: 2041-2070	10.3	5.7	15.4	2.2	8.5: 2041-2070	-1.7	-3.7	-0.2	0.4
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	12.0	8.6	17.0	1.9					
4.5: 2006-2040	12.5	8.6	18.2	2.4	4.5: 2006-2040	0.5	0.0	1.2	0.5
4.5: 2041-2070	12.5	9.1	21.4	2.8	4.5: 2041-2070	0.5	0.5	4.4	0.9
8.5: 2006-2040	12.5	7.3	17.6	2.2	8.5: 2006-2040	0.5	-1.3	0.6	0.2
8.5: 2041-2070	12.6	8.4	17.8	2.2	8.5: 2041-2070	0.6	-0.2	0.8	0.3

Precipitação total anual dos dias em que a chuva excedeu o percentil 95 (R95p)

Essa variável da precipitação anual total dos dias em que a precipitação foi maior ou igual ao percentil 95 de todos os dias úmidos do ano, com chuvas maiores ou iguais à 1mm, observa-se no modelo Eta-HadGEM2-ES redução da média e mínimo, mas aumento do máximo e da variabilidade no caso do segundo período do cenário 4.5 e no primeiro período do cenário 8.5. No modelo Eta-MIROC5 a média aumenta no primeiro período do cenário 4.5 como o máximo (que aumenta também no segundo período do 4.5) e aumento a variabilidade. Em todos os outros observa-se redução dos valores (Tabela 15).

Tabela 15: Absoluto e anomalia da precipitação total anual dos dias em que a chuva excedeu o percentil 95 (R95p)

Absoluto (mm)					Anomalia (mm)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	538	135	1275	289					
4.5: 2006-2040	409	0	1233	256	4.5: 2006-2040	-129	-135	-42	-33
4.5: 2041-2070	415	0	1574	314	4.5: 2041-2070	-123	-135	299	25
8.5: 2006-2040	398	0	1776	371	8.5: 2006-2040	-140	-135	501	81
8.5: 2041-2070	381	46	1168	288	8.5: 2041-2070	-157	-135	-108	-2
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	534	118	1074	240					
4.5: 2006-2040	651	139	1633	388	4.5: 2006-2040	117	21	559	148
4.5: 2041-2070	617	90	1841	360	4.5: 2006-2040	-34	-49	208	-28
8.5: 2006-2040	575	48	1192	310	4.5: 2041-2070	-76	-91	-441	-78
					8.5: 2006-2040	-116	-82	-315	-83

8.5: 2041-2070	535	57	1318	305	8.5: 2041-2070	-651	-139	-	1633	-388
----------------	-----	----	------	-----	----------------	------	------	---	------	------

Precipitação total anual dos dias em que a chuva excedeu o percentil 99 (R99p)

A variável da R99p mostra claramente um potencial aumento de eventos extremos de precipitação. Em ambos os modelos observa-se um aumento no máximo e na variabilidade: Redução da média, aumento do máximo e da variabilidade, sendo que esse aumento é mais expressivo no modelo Eta-MIROC5. No modelo Eta-MIROC5 a média também aumenta enquanto no Eta-HadGEM2-ES diminui (**Erro! Autoreferência de indicador não válida.**)

Tabela 16: Absoluto e anomalia da precipitação total anual dos dias em que a chuva excedeu o percentil 99 (R99p)

Absoluto (mm)					Anomalia (mm)				
	Médio	Min.	Max.	Desv. padr.		Média	Min.	Max.	Desv. padr.
HADGEM2-ES					HADGEM2-ES				
1961-2005	160	0	682	159					
4.5: 2006-2040	133	0	849	173	4.5: 2006-2040	-26	0	167	14
4.5: 2041-2070	134	0	737	168	4.5: 2041-2070	-25	0	55	9
8.5: 2006-2040	140	0	1017	203	8.5: 2006-2040	-20	0	335	43
8.5: 2041-2070	126	0	630	151	8.5: 2041-2070	-33	0	-52	-9
MIROC5					MIROC5				
1961-2005	157	0	501	136					
4.5: 2006-2040	277	0	1083	287	4.5: 2006-2040	121	0	582	151
4.5: 2041-2070	270	0	843	226	4.5: 2041-2070	114	0	342	89
8.5: 2006-2040	236	0	913	235	8.5: 2006-2040	80	0	411	99
8.5: 2041-2070	239	0	852	230	8.5: 2041-2070	82	0	350	94

4.3. Impactos biofísicos potenciais

O estudo "Impactos da Mudança do Clima na Mata Atlântica"⁵⁷ publicado pelo Ministério do Meio Ambiente mostra a modelagem de impactos biofísicos potenciais na Mata Atlântica, cujo resumo se apresenta nos itens a seguir:

Inundações

O método de modelagem do índice de inundações usou além de dados do ambiente físico, como a ordem dos cursos d'água, declividade e distancia horizontal e vertical em relação aos cursos d'água, os seguintes valores dos extremos de chuva para descrever as relações causa-efeito entre fatores climáticos e ocorrências de alagamento:

- R10: número de dias com precipitação maior ou igual a 10mm;
- R95p: precipitação anual total dos dias em que a precipitação foi maior ou igual ao percentil 95 de todos os dias úmidos do ano, com chuvas maiores ou iguais à 1mm;
- RX5day: máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos;
- CWD: número máximo de dias úmidos consecutivos no ano.

⁵⁷

http://www.mma.gov.br/images/arquivos/biomas/mata_atlantica/Impactos%20da%20Mudanca%20do%20Clima%20na%20Mata%20Atlantica.pdf

Pela modelagem feita do estudo, observa-se uma redução em torno de 10% das inundações no modelo climático Eta-HadGEM2-ES no cenário otimista e de 16% no cenário pessimista. Já no modelo climático Eta-MIROC5 a modelagem indica um quadro mais estável no cenário otimista e uma leve diminuição de até -5%, até 2070 no cenário pessimista (Tabela 17).

Tabela 17: Variação (%) do índice de inundação em comparação a linha de base 1960-2005

Cenário	RCP 4.5 (otimista)			RCP 8.5 (pessimista)		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
HadGEM2-ES	-11%	-10%	-15%	-16%	-16%	-17%
MIROC5	2%	-2%	-1%	-3%	-5%	-10%

No entanto, o geotécnico da CODESAL confirmou em entrevista que a variável mais importante é o da concentração de precipitação em um dia (*RX1day*) que mostra em especial no modelo Eta-MIROC5 um potencial aumento no máximo indicando um maior risco de inundações e alagamentos.

Deslizamento

O método de modelagem do índice de deslizamentos usou além de variáveis de declividade e erodibilidade do solo para caracterizar a sensibilidade física das áreas as seguintes variáveis de precipitação:

- Média mensal de chuva;
- Média anual de chuva;
- R10: número de dias com precipitação maior ou igual a 10mm.

Pela modelagem feita do estudo, observa-se um leve aumento do índice de deslizamento de até 3% modelo climático HadGEM2-ES até 2070 no cenário otimista e uma redução de até -5% no cenário pessimista para o verão. O modelo climático MIROC5 para essa época já mostra uma redução de até -7%. Para a época de Junho a Agosto, o modelo climático HadGEM2-ES mostra uma leve redução até 3% no cenário otimista e um aumento de até 4% no cenário pessimista no caso do período até 2070. O modelo MIROC5 mostra para o inverno um aumento de até 15% no caso cenário otimista até um aumento de 9% no caso pessimista até 2070 respectivamente (Tabela 18abaixo).

Tabela 18: Variação (%) do índice de deslizamento em comparação a linha de base 1960-2005

Cenário	RCP 4.5 (otimista)			RCP 8.5 (pessimista)		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Trimestre/modelo						
DJF/HadGEM2-ES	0%	3%	-3%	-3%	-5%	-9%
DJF/MIROC5	-7%	-3%	-4%	0%	-4%	-7%
JJA/HadGEM2-ES	-2%	-3%	-3%	-4%	4%	0%
JJA/MIROC5	15%	12%	8%	5%	9%	-4%

Embora não se contesta geralmente a metodologia aplicada no estudo “Impactos da Mudança do Clima na Mata Atlântica”, as variáveis climáticas aplicadas para a modelagem dos deslizamentos foram duvidadas por vários especialistas e decidiu-se realizar entrevistas e uma oficina de análise das variáveis climáticas dos modelos climáticos a fim de verificar as variáveis mais pertinentes para a avaliação do risco climático em relação a deslizamentos. Nessa oficina as seguintes variáveis foram identificadas para melhor indicar o risco de deslizamento que depende tanto da duração das chuvas (saturação da água no solo) quanto de chuvas extremas:

- Número máximo de dias consecutivos com chuva no ano (CWD)
- Número de dias no ano com chuva acima de 20 mm (R20mm)
- Número de dias no ano com chuva acima de 25mm (R25mm)
- Máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (RX5day)
- Precipitação total anual dos dias em que a chuva excedeu o percentil 95 (R95p)

Conforme a análise dessas variáveis tanto da quantidade de chuva máxima quanto de dias consecutivos, as projeções climáticas potencialmente indicam um aumento da exposição climática já que a tendência é ter mais eventos extremos, tanto de volume quanto de duração. No entanto, ficou claro que isso só diz respeito ao sinal climático e sua probabilidade e que à base dessa informação não tem como quantificar a alteração do grau de risco já que essa avaliação depende de outras informações e análises, em especial em relação a textura, porosidade, densidade e espessura do solo, além de outros fatores de risco.

4.4. Sumário

As projeções climáticas não deixam dúvidas de que:

- a temperatura em geral, a frequência de noites quentes e a duração de ondas de calor vão aumentar reforçando potencialmente a ilha de calor já existente na cidade de Salvador;
- a precipitação média anual tem tendência de redução, com aumento na variabilidade interanual, mas que de um lado períodos sem chuva se tornarão mais longos e do outro lado eventos extremos diários de chuva vão acontecer com acumulados cada vez maiores;
- esses sinais climáticos indicam um aumento potencial do risco de inundações e deslizamentos.

5. Impactos potenciais e vulnerabilidade à mudança do clima em comunidades em Salvador

Analisando as informações e os dados levantados, segue a descrição resumida dos impactos potenciais e vulnerabilidades às mudança do clima em comunidades em Salvador.

5.1. Abastecimento de água

As comunidades em Salvador irão, potencialmente, sofrer com a falta de abastecimento de água, já que as projeções da mudança do clima indicam uma redução da chuva no interior do estado onde tem os reservatórios e bacias que alimentam eles (exposição alta). Como a população das comunidades vai sofrer em primeiro lugar com a falta de água, porque distribuição da água não é igual, (cortes de abastecimento ocorrem em primeiro lugar nas

comunidades) e conseqüentemente sua sensibilidade é alta. A capacidade de adaptação é baixa porque a falta de abastecimento depende de fatores externos a comunidade e assim o potencial de amenizar o impacto potencial é baixo. Captar a água de chuva nos telhados parece inviável porque as casas ou tem fornecimento por “gato” (ligações clandestinas) ou o volume pago pela tarifa mínima é suficiente. Os dois casos não geram incentivos de economia na conta de água e conseqüentemente não tornam atrativo implantar um sistema de captação.

O impacto potencial no abastecimento não foi levado para frente dentro do estudo porque o potencial de reduzir o risco dentro da comunidade é bem limitado.

5.2. Aumento do nível do mar

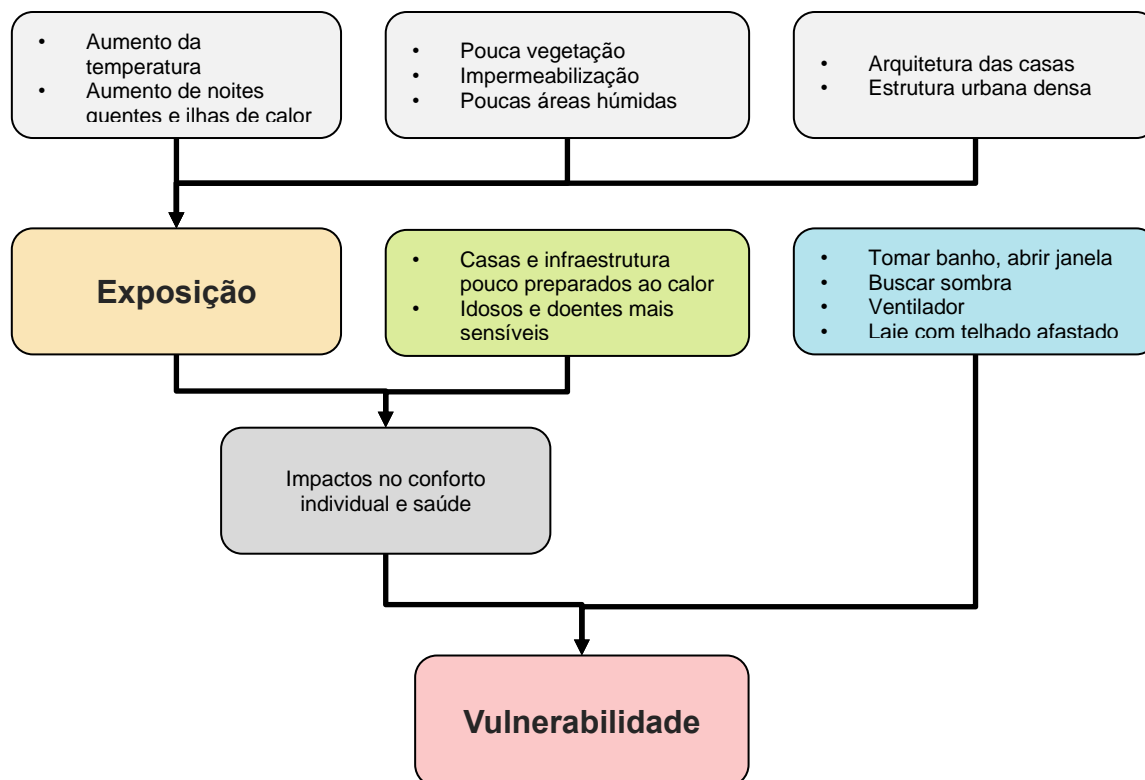
As modelagens do aumento do nível do mar preveem para a cidade de Salvador um acréscimo de 40cm até 2050 e até 1,5m no final do século XXI, fora os 20cm que o nível do mar já subiu no século XX. Na avaliação do especialista em erosão costeira, a exposição das comunidades é baixa média porque mesmo sendo uma cidade litorânea, ela tem muitas áreas razoavelmente acima do nível do mar. As únicas áreas em zonas baixas se encontram em torno da Baía de Itapajipe e nos bairros de Ribeira, Bonfim, Monte Serrat, Boa Viagem e Mares na parte oeste da cidade. No litoral oceânico a erosão costeira é mais crítica, mas os prédios estão em lugares mais altos e têm as vias entre o mar e as edificações. O impacto potencial a ocorrer nessas áreas é o sumiço gradativo das faixas de areia. A solução simples, porém cara, é a recomposição com areia oriunda da Baía de Todos os Santos. Já nas áreas potencialmente afetadas dentro da Baía de Todos os Santos na parte oeste da cidade o potencial em especial de medidas baseadas em ecossistemas é reduzido porque elas não deixam de ser soluções paliativas e de pouco efeito, já que a plantação de mangues p.ex. não vai conter muito o avanço do nível do mar e a erosão costeira como processo natural, mesmo que essa medida possa surtir outros efeitos positivos na região.

5.3. Aumento da temperatura e ilha e ondas de calor

Os sinais climáticos provavelmente advindos da mudança do clima, como o aumento da temperatura geral, e maior frequência e duração das ondas de calor e noites quentes, colocam não só as comunidades, mas a cidade de Salvador toda em uma situação bastante exposta. Nas entrevistas e discussões nas comunidades ficou bem nítido que a população está ciente do aquecimento global e as pessoas disseram já conseguir perceber o aumento da temperatura. Fora do sinal climático contribuem para a alta exposição das comunidades, em especial, a falta de vegetação em geral e áreas úmidas que potencialmente contribuiriam para amenizar a temperatura do ar por aumentar umidade do ar. Além da falta de espaços verdes e arborização nas comunidades, a estrutura urbana densa contribui para a alta exposição, que reduz a ventilação nas comunidades e aumenta o aquecimento do ambiente devido ao material de construção e impermeabilização do solo. Na escala das casas a própria arquitetura fortalece o aquecimento delas principalmente pelo material usado nos telhados e a localização das janelas. Quem está mais sensível à exposição são idosos e doentes que sofrem com os impactos potenciais no conforto individual e outras questões de saúde como doenças respiratórias e desafios cardiovasculares, que até podem provocar um aumento de falecimentos na época de verão, de maneira mais intensa. Nas entrevistas e grupos focais nas comunidades ficou claro que as formas de lidar com ondas de calor e noites quentes são limitadas. Foram mencionadas principalmente medidas de melhor

o conforto térmico próprio tomando banho, abrindo a janela ou buscar sombra. Afastar a laje para favorecer a ventilação de ar foi a única medida estrutural mencionada. Figura 5 visualiza o esquema de vulnerabilidade em relação ao aumento de temperatura.

Figura 5: Esquema de vulnerabilidade em relação ao aumento de temperatura

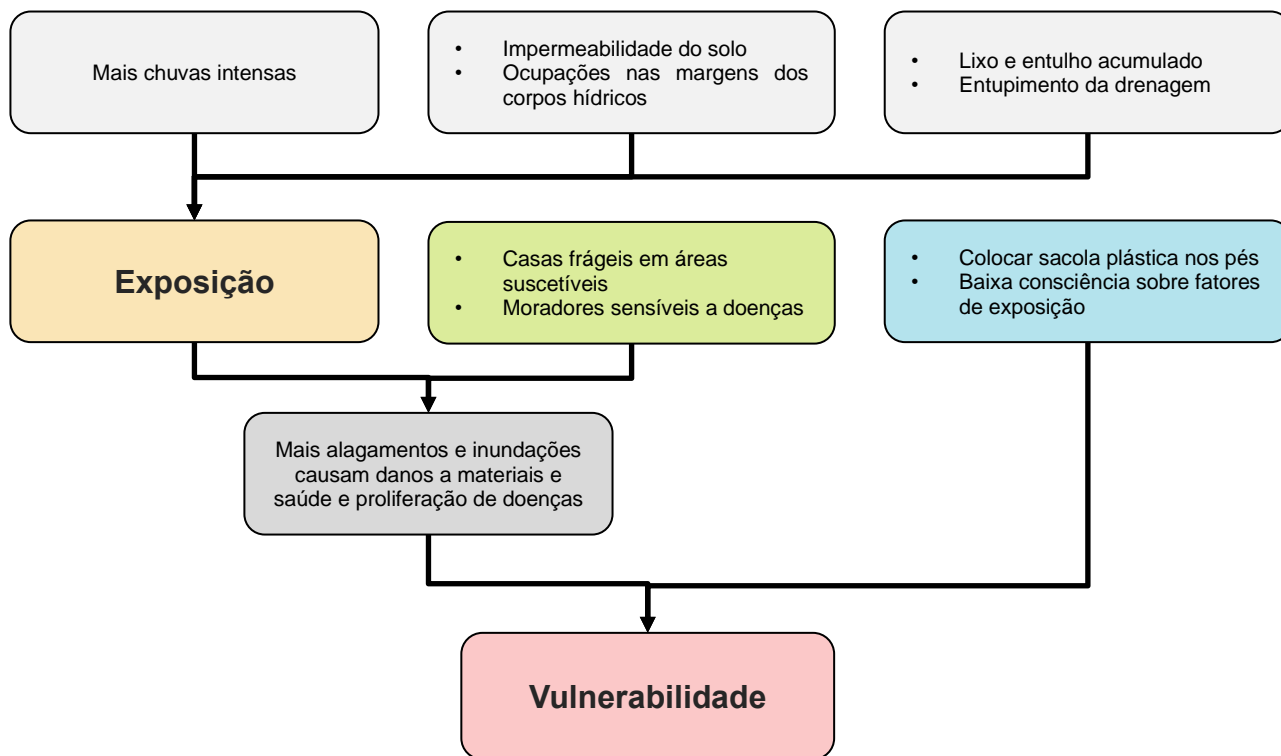


5.4. Risco de inundações

As projeções mostram, em especial com a variável *RX1day*, que chuvas intensas vão aumentar devido à mudança do clima o que, conseqüentemente, gera mais inundações e alagamentos se nada for feito para reduzir os outros fatores de risco e reduzir a sensibilidade. Esses outros fatores de risco de inundações em comunidades que contribuem para a exposição alta, além das moradias nas áreas alagáveis, são o lixo e entulho acumulado, que entopem a drenagem, e a alta impermeabilidade do solo que reduz o tempo de concentração de água nas áreas alagáveis, ou seja, a água escorre mais rapidamente para as áreas de concentração. Como a arquitetura e os materiais de construção das casas são mais frágeis e pouco impedem a entrada de água nas casas, bens materiais são bastante sensíveis e rapidamente afetados pelas inundações. A população exposta às inundações também sofre com doenças distribuídas com a água, muitas vezes contaminada por esgoto e vetores de doenças como leptospirose. A capacidade de adaptação de lidar com o risco de inundações e seus impactos pela própria comunidade é bastante baixa, já as únicas medidas aplicadas são mitigadoras dos efeitos como colocar sacolas plásticas nos pés e tentar impedir a entrada da água nas casas. Como se podia ver bem nas visitas nas comunidades existe uma baixa consciência sobre os fatores de exposição, em especial a construção em áreas suscetíveis. No entanto, nas reuniões em Beira Dique os presentes mostraram alta percepção sobre a questão do lixo acumulado na drenagem, mas não

estavam cientes do desafio da alta impermeabilização do solo. Figura 6 visualiza o esquema de vulnerabilidade em relação a inundações.

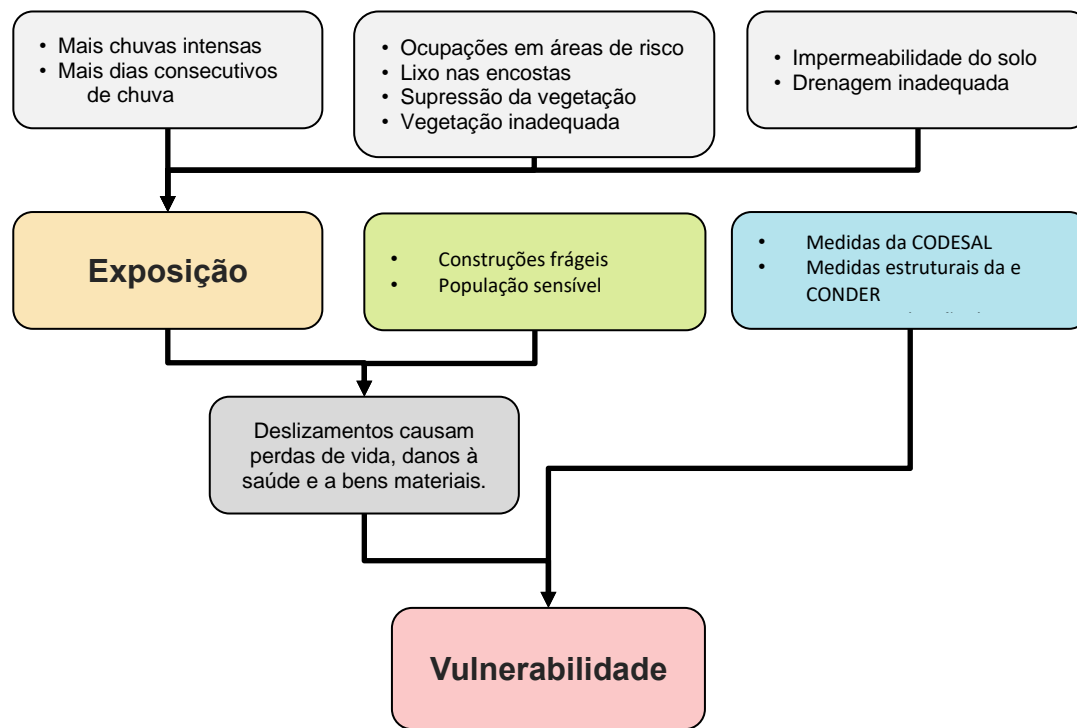
Figura 6: Esquema de vulnerabilidade em relação a inundações



5.5. Risco de deslizamentos

A avaliação dos sinais climáticos em relação ao risco de deslizamento é um pouco controversa, já que de um lado as projeções indicam um aumento de chuvas intensas que potencialmente aumentam o risco de movimentos de massa, mas do outro lado há uma tendência de redução de dias consecutivos de chuvas que podem até contribuir para uma leve redução do risco de deslizamentos. Fora do aumento de eventos pluviométricos intensos contribuem para a exposição o fato de que existem casas e seus habitantes expostos em áreas de risco de deslizamento como principal fator de risco. Além disso, lixo nas encostas e drenagem informal inadequada, que direciona a água e esgoto para as encostas, são fatores que podem desencadear movimentos de massa. Vegetação degradada e inadequada como bananeiras também contribuem para o risco de deslizamento já que falta o sistema de raízes da vegetação para segurar o solo e aumenta a erosão superficial. A sensibilidade em relação a deslizamentos é alta já que as construções nas comunidades normalmente são frágeis. Os impactos potenciais dos deslizamentos são muito graves já podem causar perda de vidas e a destruição completa de edificações e demais infraestrutura. Além das medidas preventivas da CODESAL como as contenções de encostas, sistemas de alerta, implementação de rotas de fuga e NUPEDCs, a própria comunidade não vê como poderia contribuir na prevenção do risco de deslizamentos. A população das áreas pesquisadas apontou nas oficinas unicamente soluções do poder público para a redução do risco de deslizamentos. Figura 7 visualiza o esquema de vulnerabilidade em relação a deslizamentos.

Figura 7: Esquema de vulnerabilidade em relação a deslizamentos



5.6. Sumário

As análises de impactos potenciais e vulnerabilidades mostram que:

- ✧ vários sinais climáticos deixam as comunidades de Salvador expostas reforçando riscos ambientais já existentes;
- ✧ as construções em lugares indevidos e a degradação do meio ambiente de várias formas são os fatores principais que contribuem para a exposição;
- ✧ as comunidades são especialmente sensíveis devido às construções frágeis e condições socioeconômicas;
- ✧ a população da comunidade exerce poucas atividades para se adaptar e reduzir os riscos, enquanto as medidas do poder público focam em medidas estruturais de engenharia cinza e de preparação e resposta a desastres.

6. Portfolio de potenciais medidas de adaptação baseadas em ecossistemas em comunidades de Salvador

6.1. Medidas: Reduzir risco de deslizamentos

A CODESAL, como órgão competente da prefeitura, já executa várias medidas de redução de risco de desastres de deslizamentos, em especial, medidas de preparação como a implementação de sistemas de alerta e rotas de fuga, simulações com alertas nas comunidades, entre outras atividades. Fora essas medidas a CODESAL e a Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER) executam obras de contenção de encostas que visam a estabilização do solo e a impermeabilização das encostas para impedir

a infiltração de água no solo, o que consequentemente pode saturar o solo e favorecer o movimento de massa. As potenciais medidas verdes e híbridas nas encostas são o foco em seguida, mas outras medidas relevantes que foram identificadas através da análise de vulnerabilidade vão ser apresentadas depois.

A obra tradicional e aplicada há décadas pela CONDER é a contenção de encosta com uma **construção com tirantes e cortina atirantada** (Foto 2). Essa obra elimina com muita probabilidade o risco de deslizamento e, em casos extremos de declividade e condições do solo, é a melhor opção. Por isso é bastante aceito tanto pelos especialistas quanto pela população local, inclusive porque a alta visibilidade da obra mostra desempenho do poder público. No entanto, o custo de até R\$ 2.000 por metro quadrado é muito alto e a intervenção é muito impactante para a comunidade. Além disso, o concreto aquece o ambiente contribuindo para a ilha de calor e pode impactar visualmente já que o concreto, em muitos casos, não é visto como algo bonito.

Foto 2: Contenção de encosta com uma construção com tirantes e cortina atirantada. (Fonte: W. Lange)



Outra obra de contenção tradicionalmente aplicada pela CODESAL e CONDER é o **solo grampeado com acabamento de argamassa e drenagem** (Foto 3). Essa medida tanto estabiliza com os grampos o solo quanto impermeabiliza o solo impedindo a infiltração de água no mesmo. É também bastante aceita e mostra desempenho do poder público, mas tem as mesmas desvantagens que a medida acima descrita: aquece o ambiente, tem impacto visual negativo e é uma intervenção pesada para a comunidade. No entanto, é mais barato em relação a construção com tirantes e cortina atirantada já que o valor médio é de R\$ 1.200 por metro quadrado.

Foto 3: Solo grampeado com acabamento de argamassa e drenagem. (Fonte: W. Lange)



A obra atualmente mais aplicada pela prefeitura de Salvador é a **geomanta** que é uma medida unicamente para impermeabilizar a encosta, dá bastante visibilidade e aceitação (Foto 4). Outra vantagem é o baixo custo de R\$ 150 por metro quadrado. Por outro lado, a geomanta tem durabilidade bastante limitada (até cerca 5 anos) necessitando de manutenção ou renovação e, como infraestrutura cinza, impacta visualmente e aquece o ambiente. Além disso, como uma medida que unicamente impermeabiliza o solo, não elimina o risco de deslizamento. Na comunidade de Padre Ugo foram relatadas furos e ocupações na geomanta. Na mesma comunidade foi reportado que o volume da água em baixo da geomanta aumentou depois da implantação dela o que reforça as inundações e alagamentos porque a drenagem não foi feita.

Foto 4: Geomanta. (Fonte: W. Lange)



Essas três medidas de infraestrutura cinza não possuem, além da redução de risco de deslizamentos, nenhum co-benefício para o ambiente ou a população local. São essas as medidas tradicionalmente mais aplicadas na cidade de Salvador. As contenções de encostas contratadas pelo Governo do Estado, são feitas com base em modelo que especifica diretrizes básicas no anteprojeto, e a empresa contratada desenvolve o projeto detalhado com base nestas diretrizes, que são de 2007.

Contudo, medidas híbridas já têm co-benefícios bastante vantajosos. A Foto 5 mostra uma obra de contenção de **solo grampeado com revestimento verde**. Essa medida ao lado da

escola Heroínas do Lar em Salvador foi implementada com o revestimento verde, explicitamente para reduzir o efeito do aquecimento do ambiente que o revestimento com argamassa ou concreto teria. Todos os especialistas entrevistados se pronunciaram a favor desse tipo de acabamento já que os grampos estabilizam o solo e o revestimento de grama impermeabiliza da mesma forma que o revestimento cinza. O custo médio de R\$ 800 por metro quadrado torna essa medida bastante viável em relação às medidas cinzas mencionadas em cima. Além do co-benefício de amenizar o calor, aumentar a biodiversidade na cidade e contribuir para a purificação e melhora do ar, essa obra polui menos visualmente, mas é fora do foco das instituições. Outra vantagem é que a grama reduz o tempo de concentração da água amenizando assim potenciais riscos de inundações nas áreas suscetíveis.

Foto 5: Solo grampeado com revestimento verde. (Fonte: <https://newsba.com.br/2018/03/27/contencao-de-encosta-e-entregue-no-suburbio-ferroviario-de-salvador/>, modificado)



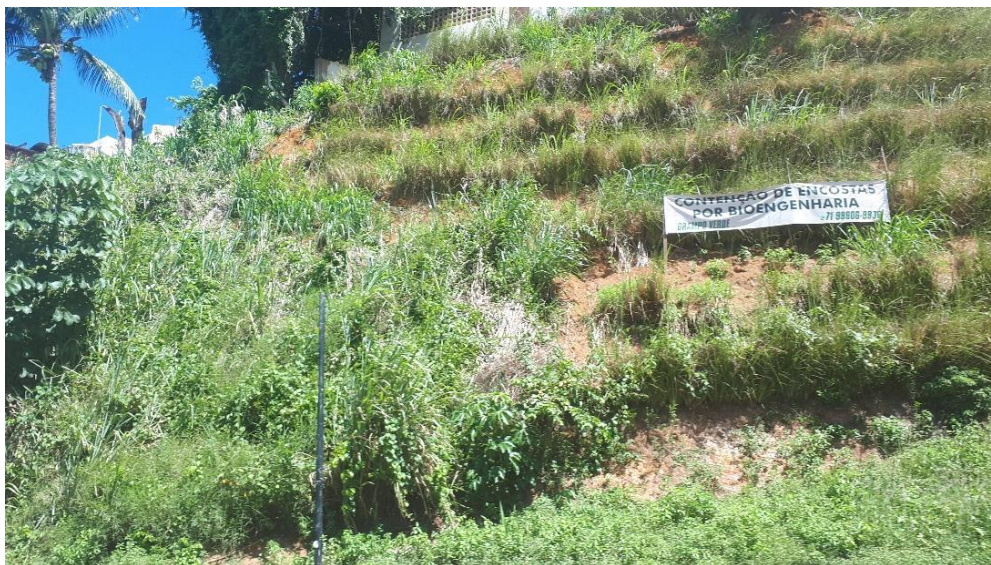
Outra medida híbrida que já foi implantada pontualmente em terrenos particulares em Salvador é uma intervenção com **grampos, MacMat (um tipo de rede de arame) e árvores** ou outro tipo de vegetação (Foto 6). Essa técnica estabiliza o solo e tem uma durabilidade tanto quanto as outras obras que usam grampos, mas têm todos os co-benefícios da infraestrutura verde potencializados já que a vegetação de árvores (que nem precisam ser cortados para implantar a obra) ameniza mais ainda o calor, tem impacto visual positivo e ainda se pode cultivar vegetação frutífera beneficiando a comunidade. O custo de 800-900R\$ deixa essa técnica bastante competitiva em relação às medidas tradicionais de infraestrutura.

Foto 6: Obra de contenção com grampos, MacMat e árvores. (Fonte: Maccaferri)



Em relação a medidas verdes para reduzir o risco de deslizamentos, existe um exemplo em Salvador que está sendo usado cada vez mais mundo afora. A espécie de gramínea chamada **vetiver** tem características bastante favoráveis porque não só impermeabiliza o solo, mas também estabiliza, com raízes de até vários metros de profundidade, a encosta (Foto 7).

Foto 7: Intervenção com vetiver. (Fonte: W. Lange)



Mesmo essa estabilização não seja tão efetiva quanto os grampos de metal tradicionalmente usados, o vetiver pode ser suficientemente efetivo em situações específicas. Além dos co-benefícios de infraestrutura verde já mencionados, as folhas do vetiver podem ser usadas em cestaria e no fabrico de tapetes e as raízes, odoríferas, podem servir para fazer telas, tecidos grosseiros, leques, entre outros artefatos. O custo muito baixo entre 20 e 40R\$ por metro quadrado e a durabilidade torna essa medida muito rentável. No entanto, aplicada em áreas de comunidades essa intervenção poderia se tornar com mais facilidade sujeito à invasão por construções informais.

Outra medida unicamente verde é o **reflorestamento** que tem a vantagem de estabilizar o solo e ter uma boa durabilidade (foto 8). No entanto, a eficiência de reduzir o risco de movimentos de massa tem que ser estudado para cada situação com atenção. Os co-

benefícios são os mesmos acima mencionados no caso da técnica dos grampos com manta e árvores, mas implantado em comunidades a participação na implantação pela comunidade ainda poderia gerar renda e contribuir para o desenvolvimento social.

Foto 8: Reflorestamento na cidade do Rio de Janeiro. (Fonte: W. Lange)



Uma potencial medida de conservação, manejo e reflorestamento ou pomar/horta para a redução de risco de deslizamento nas comunidades pesquisadas se encontra na comunidade de Beira Dique. A área em laranja na Figura 8 é uma área de suscetibilidade de deslizamento, pode ser alvo de invasão para construção de moradias e pertence a empresa CETEL. O reflorestamento, um pomar e uma horta poderiam tanto reduzir o risco de movimentos de massa quanto impedir a invasão da área. A parte a oeste que ainda tem uma boa cobertura de árvores pode ser conservada e melhorada através de medidas de sensibilização e valorização. Na oficina com representantes da comunidade, eles gostaram da ideia, mas falaram que precisariam de incentivos e instruções. Chamar a empresa CETEL para uma potencial cooperação surgiu também da oficina. A parte que está vulnerável devido ao corte do talude atrás das casas pode ser sujeita de uma obra híbrida de contenção de encostas.

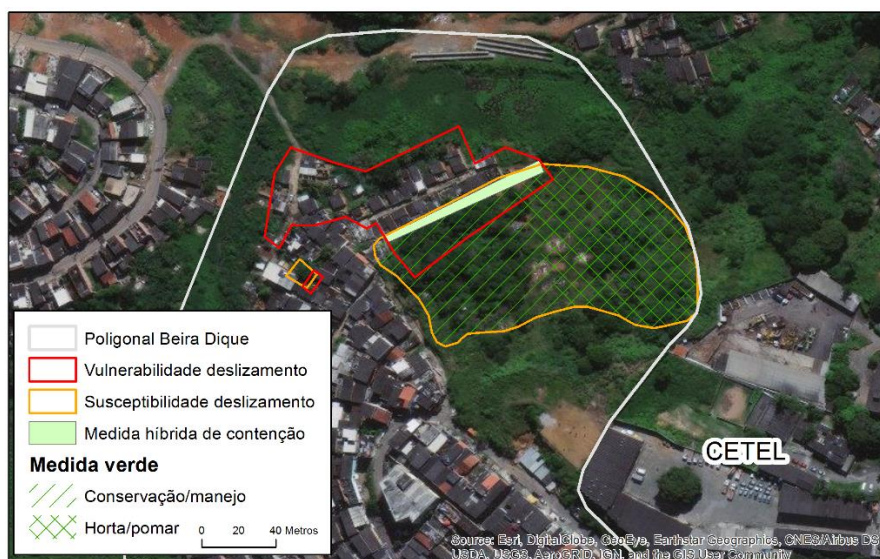
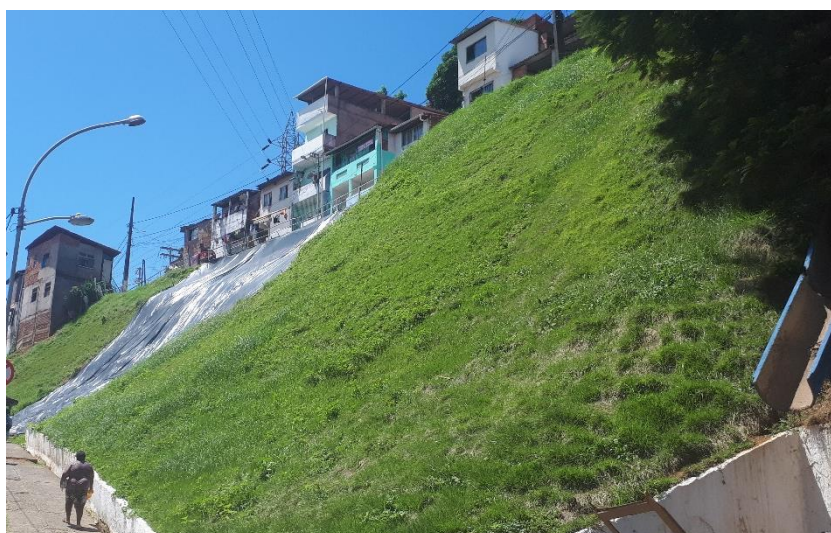


Figura 8: Área de risco de deslizamento em Beira Dique. (Fonte: CODESAL, elaboração própria)

A cobertura de **grama** em encostas já é bastante usada na cidade de Salvador (Foto 9). Segundo os especialistas entrevistados, essa medida impermeabiliza da mesma forma que a geomanta, mas tem uma durabilidade maior, é mais barato e tem todos os co-benefícios já mencionados no caso do revestimento verde. No entanto, não estabiliza o solo e consequentemente só deveria ser aplicado em situações adequadas, é menos aceito pela população e apresenta um maior risco de sofrer invasões de construções informais. A melhor forma de aplicação, conforme mencionaram vários especialistas, é a hidro-semeadura que é uma técnica de revestimento do solo anti-erosiva com combinação adequada de espécies herbáceas para a obtenção de um conjunto de sistemas radiculares eficazes na agregação do solo⁵⁸.

Foto 9: Cobertura de grama. (Fonte: W. Lange)



Uma medida de contenção de encosta para reduzir o risco de deslizamento por conta própria se encontra na comunidade de Padre Ugo (Foto 10). O dono da casa usou placas de concreto para criar pequenos terraceamentos, que aproveitou ainda para cultivar plantas úteis como mamão e ervas. Segundo o dono, o uso de vegetação ajuda na estabilização da encosta. Esse exemplo poderia muito bem servir de multiplicador para a comunidade e além.

Foto 10: Contenção de encosta por conta própria. (Fonte: W. Lange)

⁵⁸ Florineth & Molon, 2004 em http://www.sobrade.com.br/download/Tecnicas%20de%20Engenharia%20Natural%20como%20Ferramenta%20de%20RAD_Rita%20Sousa_Laboratorio%20de%20Engenharia%20Natural_UFSM.pdf



Outras soluções verdes e híbridas que não foram aprofundadas nesse contexto, mas que valem muito de serem pesquisadas são:

- Biomanta: Mantas biodegradáveis que revestem o solo, protegendo-o contra erosão superficial enquanto permite o crescimento da vegetação através de sua estrutura⁵⁹.
- Muro de arrimo⁶⁰
- Grade viva
- Gabião vivo

A Tabela 19 resume as medidas de redução de risco de deslizamentos em encostas em relação à função, co-benefícios, custos e desafios. É nítido que existem soluções baseadas em ecossistemas ou híbridas que tem as mesmas funções do que medidas de infraestrutura cinza, mas que tem mais co-benefícios, em alguns casos menos desafios e que são até mais baratos.

Em geral, os especialistas entrevistados no estudo estão muito favoráveis às medidas baseadas na natureza confirmando a efetividade, os vários co-benefícios e o custo favorável. Por outro lado, ressaltaram a importância de sensibilização da comunidade para que a população participe e valorize as medidas verdes e apontaram à necessidade de analisar bem a situação na qual esse tipo de medida é viável. A maior dúvida mencionada é em relação qual vegetação usar em qual situação (raízes verticais, consumo de água, tamanho da copa, potencial uso para a comunidade, impermeabilidade da plantação).

A comunidade, em primeiro lugar, reivindicou obras cinzas do poder público, mas depois de explicações entenderam as funções da natureza e falaram que poderiam contribuir na implantação e manutenção de medidas. Por isso, sensibilizar a comunidade é crucial para o sucesso de medidas verdes e usar vegetação que dá valor para a comunidade (p.ex. frutas) pode se tornar um ponto muito importante a ser considerado.

⁵⁹

http://www.sobrade.com.br/download/Tecnicas%20de%20Engenharia%20Natural%20como%20Ferramenta%20de%20RAD_Rita%20Sousa_Laboratorio%20de%20Engenharia%20Natural_UFSM.pdf

⁶⁰ <https://ecotelhado.com/sistema/muro-de-arrimo/>

Tabela 19: Resumo de medidas de redução de risco de deslizamentos em encostas

Medida	Função	Co-benefícios	Custos	Desafios
Tirantes e cortina atirantada	<ul style="list-style-type: none"> Estabiliza Impermeabiliza 		Até R\$ 2.000/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Impacto da intervenção e visual Aquece o ambiente
Grampos com acabamento de argamassa	<ul style="list-style-type: none"> Estabiliza Impermeabiliza 		Ca. R\$ 1.200/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Impacto da intervenção e visual Aquece o ambiente
Geomanta	<ul style="list-style-type: none"> Impermeabiliza 		Ca. R\$ 150/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Aquece o ambiente Impacto visual Durabilidade/manutenção/ocupação Não estabiliza
Grampos com revestimento verde	<ul style="list-style-type: none"> Estabiliza Impermeabiliza 	<ul style="list-style-type: none"> Ameniza calor Melhoras na qualidade do ar Baixo impacto visual 	Ca. R\$ 800/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Intervenção impactante Manutenção
Vetiver	<ul style="list-style-type: none"> Impermeabiliza Estabiliza superficialmente 	<ul style="list-style-type: none"> Ameniza calor Melhoras na qualidade do ar Baixo impacto visual Uso do material 	R\$ 20-40/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Risco de ocupação Estabiliza pouco Manutenção
Grampos, manta e árvores	<ul style="list-style-type: none"> Estabiliza 	<ul style="list-style-type: none"> Ameniza calor Melhoras na qualidade do ar Mais biodiversidade urbana Baixo impacto visual Plantar árvores frutíferas Sequestro de carbono 	Ca. R\$ 800-900	
Reflorestamento	<ul style="list-style-type: none"> Estabiliza 	<ul style="list-style-type: none"> Ameniza calor Melhoras na qualidade do ar Mais biodiversidade urbana Baixo impacto visual Plantar árvores frutíferas/valor Sequestro de carbono 	Ca. R\$ 20.000/ha	<ul style="list-style-type: none"> Viabilidade dependendo da situação
Hidro-semeadura/grama	<ul style="list-style-type: none"> Impermeabiliza 	<ul style="list-style-type: none"> Ameniza calor Melhoras na qualidade do ar Baixo impacto visual 	Ca. 10-15 R\$/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Menos aceito Risco de ocupação Não estabiliza

Exemplos de medidas verdes – Deslizamento

A seguir, dois exemplos bem sucedidos de medidas verdes em encostas.

Projeto/ Organização	Cultivo de Hortaliças em Sistema de Plantio Direto Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)
Local	Brasil, Rio de Janeiro, Nova Friburgo e Teresópolis
Contexto	Enchentes e deslizamento de terras ocorridos nas regiões de Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis e Sumidouro
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar o deslizamento de terras e minimizar o impacto das chuvas • Proteção do solo dos efeitos de enxurradas, reduzindo em até 90% do processo de erosão • Melhor gestão de recursos hídricos • Preservação da matéria orgânica no solo
Temas	Preservação do solo
Descrição	Ensino de técnicas de plantio para evitar o deslizamento de terras em áreas frequentemente atingidas por chuvas. “A tecnologia do cultivo de hortaliças em Sistema Plantio Direto (SPD) consiste no plantio ou transplante de mudas sem revolvimento do solo, utilizando-se previamente plantas de cobertura para formação de palhada”.
Fonte	http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2012/01/embrapa-ensina-tecnica-de-plantio-para-evitar-deslizamento-de-terra-em-municipios-atingidos-pela-chuva https://www.embrapa.br/hortaliças/busca-de-noticias/-/noticia/8813511/projeto-sobre-sistema-de-plantio-direto-tem-aco-es-reforçadas-na-região-serrana-do-rj

Projeto / Organização	Mutirão florestal Secretaria municipal do Meio Ambiente
Local	Brasil, Rio de Janeiro, Morro da Formiga e diversas outras comunidades
Contexto	Desmatamento, deslizamento de Terra, Enxurradas
Objetivos	Reflorestamento dos morros do Bairro da Tijuca
Temas	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do risco de deslizamento • Aumentar a biodiversidade • Gestão de Resíduos • Sensibilização ambiental
Descrição	Reflorestamento dos morros do Bairro da Tijuca com plantas nativas da mata atlântica através da mobilização de moradores locais. A iniciativa traz como benefícios a redução do risco de deslizamento, o aumento da infiltração da água da chuva no solo, o aumento da biodiversidade, a sensibilização da população para questões relacionadas ao meio ambiente e a geração de renda para os moradores. O projeto conta com ações educativas que já resultaram na redução de lixo nas encostas e a revitalização de áreas de lazer. Um aspecto importante na educação ambiental é a conscientização pra necessidade de criação de lugares específicos para mudas frutíferas, evitar o desmatamento e a queima da mata.
Fonte	http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/recuperacao-ambiental

O presente relatório foca em soluções verdes para estabilizar e impermeabilizar as encostas, mas a análise de vulnerabilidade mostrou outros fatores de risco que também devem ser abordados com as seguintes medidas que visam em especial reduzir pontos desencadeadores de deslizamentos:

- **Melhorar a coleta de lixo:** O acúmulo de lixo em locais inadequados como as encostas é um desafio recorrente que é conhecido como fator desencadeador de movimentos de massa. Essa medida depende tanto da população, que joga o lixo em lugares indevidos, quanto do poder público, que poderia melhorar a coleta de lixo conforme mencionado nas entrevistas com os líderes comunitários e nas discussões nos grupos focais. Como a coleta de lixo é um desafio que também afeta o risco de inundações, ela é tratada como medida transversal embaixo.
- **Adequar drenagem:** Em muitos casos a drenagem informal ou superficial tanto de água de chuva quanto de esgoto é direcionado para as encostas aumentando o volume de água infiltrada e, conseqüentemente, a potencial saturação do solo. Adequar a rede de águas para reduzir o volume nas encostas pode ser uma medida adequada para reduzir o risco de deslizamentos.
- **Reduzir a impermeabilidade do solo:** Relacionado ao ponto anterior, favorecer a infiltração de água no solo em lugares distantes das encostas pode reduzir o volume jogado nas encostas. Medidas para aumentar a permeabilidade estão apresentadas no capítulo sobre inundações e alagamentos.

A sensibilização e conscientização da comunidade sobre essas medidas potenciais (ver capítulo 6.4), essencial e mencionado tanto pelos especialistas quanto pela própria comunidade, vai ser tratado num capítulo separado em baixo.

Em relação à redução de risco de deslizamentos é importante ressaltar, por último, que o desafio existe porque têm habitações em áreas de suscetíveis colocando sua população em risco. Essa questão tem muito a ver com políticas habitacionais e de redução de desigualdade e o reassentamento das populações em áreas de risco pode ser uma medida que elimina o risco, no entanto é socialmente muito sensível e muito custosa. Por conseqüência, é em muitos casos pouco viável e sempre deve ser a última solução. Por essas razões essa medida não foi contemplada no presente estudo.

6.2. Medidas: Redução de risco de inundações

Para o caso da redução de risco de inundações e alagamentos a mesma lógica se aplica já que existem moradias ocupando áreas de risco como as margens dos cursos de água. No entanto, existem medidas para reduzir a amplitude da inundação, e muitas dessas medidas se aproveitam dos benefícios que a natureza pode trazer para o bem-estar humano.

Essas medidas focam em aumentar o tempo de concentração e reduzir o volume de água nas áreas suscetíveis de inundação. Criar novas áreas de retenção de água como bioretenção, biovaletas, telhados verdes e canteiros ou jardins de chuva (Foto 11) não só contribuem em reter e infiltrar a água no solo, mas também tem vários co-benefícios de infraestrutura verde como reduzir a temperatura do ambiente, melhorar a qualidade do ar, aumentar a biodiversidade na cidade e ter potencial de plantar vegetação com uso adicional. A captação de água de chuva no telhado também contribui para reduzir o volume de água que flui para as áreas de inundação e ainda pode reduzir a dependência do abastecimento de água pela rede.

Foto 11: Canteiro de chuva em São Paulo. (Fonte: <https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/permacultura/jardins-de-chuva-estao-surgindo-pela-cidade-de-sao-paulo/>)



Essas medidas, que são bastante baratas, no entanto, também enfrentam alguns desafios:

- Manutenção contínua da vegetação para deixar a área limpa e sem lixo.
- A potencial proliferação de mosquito – muito mencionado tanto pelos especialistas quanto pela população local – tem que ser pensada bem dimensionando as áreas para que água infiltre e evapore antes do tempo de reprodução de mosquitos (em torno de 3-4 dias) ou com plantação de vegetação que afasta potencialmente os insetos.
- A quantificação do efeito dessas medidas é importante já que, provavelmente, será implementado pontualmente contribui pouco para amenizar o desafio das inundações, mas tem que ser implantado junto com outras medidas e em maior quantidade. É essencial incluir numa análise do potencial de infiltração o tipo de solo.
- A falta de espaço em comunidades densamente ocupadas pode ser um desafio, mas nas comunidades pesquisadas observaram-se bastante áreas potenciais como na Foto 12 no lado direito.

Foto 12: Pequena área potencial para a construção de um canteiro de chuva na comunidade de Beira Dique



Outro exemplo com área potencial para uma biovaleta ou área de bioretenção é na comunidade Padre Ugo. A Foto 13 mostra uma área suscetível a inundação onde embaixo do talude poderia ser implantada uma medida híbrida para reter e infiltrar a água. Na oficina na comunidade os presentes se mostraram bastante a favor de tais medidas e afirmaram que poderiam contribuir na manutenção da área.

Foto 13: Área suscetível a inundação com potencial para uma medida híbrida em Padre Ugo. (Fonte: W. Lange)



Para aumentar a permeabilidade e reduzir a velocidade e volume de água pavimentações ecológicas tem grande potencial. Asfalto poroso, concregrama, piso grama ou intertravado e placas cimentícias permeáveis são todos materiais e técnicas com bom potencial de reduzir o risco de inundações e alagamentos e, além disso, contribuem para reduzir a temperatura do ambiente. A pavimentação ecológica tem um custo médio podendo ser até mais barato do que o tradicional CBUQ, mas provavelmente não vai ser usado para substituir a pavimentação existente, mas poderia ser aplicado em obras de pavimentação nova ou quando uma substituição é necessária de qualquer forma. É importante ressaltar que esse tipo de pavimentação não substitui a drenagem de águas pluviais.

É importante analisar, se as medidas que favorecem a infiltração de água no solo não contribuem para a saturação de água em lugares suscetíveis a deslizamentos.

Tabela 20 descreve em mais detalhe essas medidas verdes e híbridas e as vincula com exemplos e projetos onde já foram implantadas. "Ctrl + clique" no projeto na coluna à direita para seguir à descrição do projeto/exemplo.

Tabela 20: Medidas verdes e híbridas para reduzir o risco de inundação

Soluções verdes para lidar com inundações e alagamentos			
Medida	Descrição	Co-benefícios principais	Projetos/exemplos
Canteiros ou Jardins de chuva	Os jardins de chuva são pequenos canteiros de vegetação projetados para reduzir o escoamento de águas pluviais por meio de infiltração e/ou retenção. Eles são construídos num nível mais baixo que a calçada ou rua permitindo a entrada de água. Este canteiro será alagado pela água da	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção da biodiversidade - Melhora da qualidade do ar - Redução das ilhas de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Jardins de Chuvas em São Paulo, Brasil, pág. 50 - Programa de microinfraestrutura Verde-Azul, na Cidade do Panamá, pág. 53

	<p>chuva que infiltrará no solo. Com isso a água será naturalmente filtrada chegando limpa aos lençóis e rios. Em lugares onde os solos não permitem a infiltração natural pode-se implementar um reservatório de amortecimento para depois a água ser encaminhada para o rio ou para canais de drenagem⁶¹</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento dos lençóis freáticos 	
Jardins /Parques alagáveis	<p>Os parques alagáveis são áreas verdes para infiltração e/ou retenção da água da chuva. Estes são projetados para reduzir o escoamento de águas superficiais provenientes de grandes áreas impermeáveis como ruas e estacionamentos. Trata-se de um sistema mais profundos com solos projetados para receber e filtrar um grande volume de água⁶². Esta medida é especialmente interessante em áreas de relevo irregular, onde parques localizados nas partes mais altas do bairro podem reter a água da chuva de forma que as partes mais baixas da comunidade ficariam menos sobrecarregadas e teriam mais tempo para lidar com o grande volume de água⁶³.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção da biodiversidade - Melhora da qualidade do ar - Redução das ilhas de calor - Abastecimento dos lençóis freáticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Cidade verde e águas limpas (Green City, Clean Waters) em Philadelphia, EUA, pág. 51 - Cuenca Urbana Resiliente Juan Díaz na cidade do Panamá, pág. 53
Biovaleta	<p>Biovaletas são canais abertos com tratamento paisagístico que conduzem as águas de um córrego existente e/ou da chuva para jardins de alagamento ou sistemas convencionais de retenção de águas da chuva. As biovaletas aumentam o tempo de escoamento e promovem a limpeza da água, além de reduzirem parcialmente o volume, visto que parte da água infiltra diretamente no solo⁶⁴.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção da biodiversidade - Melhora da qualidade do ar - Redução das ilhas de calor - Abastecimento dos lençóis freáticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Praça das Corujas, em São Paulo⁶⁵ - Bairro High Point em Seattle, EUA⁶⁶ - Cidade verde e águas limpas (Green City, Clean Waters), na Philadelphia, EUA, pág. 51 - Augustenborg, Malmö: Retrofitting SUDS in an urban regeneration area, na Suécia, pág. 52 - Urbanização de Favela na Bacia da Guarapiranga em, São Paulo, pág. 54 - Portland's "Green streets" project em Portland nos EUA, pág. 54

⁶¹ Burgess, Katharine, et al. Harvesting the Value of Water: Stormwater, Green Infrastructure, and Real Estate. Washington, D.C.: Urban Land Institute, 2017

⁶² Burgess, Katharine, et al. Harvesting the Value of Water: Stormwater, Green Infrastructure, and Real Estate. Washington, D.C.: Urban Land Institute, 2017

⁶³ <https://g1.globo.com/olha-que-legal/noticia/jardins-alagados-podem-acabar-com-enchentes-dizem-especialistas-conheca.html>

⁶⁴ Cormier, N., & Pellegrino, P. R. (1). Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. Paisagem E Ambiente, (25), 127-142. <http://www.revistas.usp.br/paam/issue/view/3334/947>

⁶⁵ <http://infraverde.com.br/drenagem/biovaleta/>

⁶⁶ Idem 65

Parques lineares	Parques construídos ao longo de rios para a revitalização das margens com áreas alagáveis integradas ao paisagismo. Estes podem ser soluções locais ou partes integrantes de projetos de revitalização de toda a bacia.	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção da biodiversidade - Melhora da qualidade do ar - Redução das ilhas de calor - Abastecimento dos lençóis freáticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Projeto Prat Del Llobregat em Barcelona, Espanha, pág. 54
Áreas úmidas urbanas/ áreas de bioretensão	São áreas alagáveis integradas à paisagem (urbana) que podem capturar e reter a água das chuvas, possibilitando grande infiltração e limpeza da água.	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção da biodiversidade - Melhora da qualidade do ar - Redução das ilhas de calor - Abastecimento dos lençóis freáticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Phalen wetland restoration project (St. Paul, Minnesota), nos EUA, pág. 51 - Augustenborg, Malmö: Retrofitting SUDS in an urban regeneration area, na Suécia, pág. 52 - Cuenca Urbana Resiliente Juan Díaz na cidade do Panamá, pág. 53 - Referência sobre "Urban wetlands" inclusive diversos exemplos de projetos: https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/urban-wetlands/
Pavimentação ecológica	Criação de superfícies permeáveis ou semipermeáveis através do uso de materiais na pavimentação de ruas, calçadas, praças ou estacionamentos que permitam a infiltração de água no solo. Por ex.: Asfalto poroso, blocos intertravados etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Redução das ilhas de calor - Abastecimento dos lençóis freáticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Projeto de Lei 12/2012 para a adoção de pavimentação ecológica em São Paulo, Brasil⁶⁷ - Cidade verde e águas limpas (Green City, Clean Waters) em Philadelphia, EUA, pág. 51 - Portland's "Green streets" project em Portland nos EUA, pág. 54

Exemplos de medidas verdes e híbridas – Inundações e alagamentos

Em seguida, alguns exemplos das medidas verdes e híbridas para reduzir o risco de inundações:

Projeto/ Organização	Jardins de Chuvas Prefeitura de São Paulo
Local	Brasil, São Paulo
Ecossistema	Urbano
Contexto	Enchentes, inundações e alagamentos frequentes
Objetivos	Reduzir o volume e diminuir a velocidade de escoamento das águas da chuva
Temas	Drenagem Sustentável Redução do risco de inundação Redução do escoamento superficial
Descrição	Canteiros construídos num nível mais baixo que a calçada ou rua permitindo a entrada de água. Este canteiro será alagado pela água da chuva que infiltrará

⁶⁷ <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=285702>

	no solo. Com isso a água será naturalmente filtrada chegando limpa aos lençóis e rios. Essa medida também melhora a qualidade do ar e promove a biodiversidade nas áreas urbanas.
Fonte	https://g1.globo.com/olha-que-legal/noticia/jardins-alagados-podem-acabar-com-enchentes-dizem-especialistas-conheca.ghtml Outro exemplo: - Philadelphia, EUA - programa “Cidade verde e águas limpas”

Projeto/ Organização	Phalen wetland restoration project (St. Paul, Minnesota)
Local	EUA, Minnesota, St. Paul
Ecosistema	Urbano/Áreas úmidas
Contexto	Uma área comercial em decadência em uma região de baixa renda da cidade que ocupava uma antiga área verde da uma região e um processo participativo entre os moradores para definição das estratégias de revitalização a serem adotadas.
Objetivos	Restauração de um ecossistema urbano (área úmida) através da demolição de um antigo shopping center e a revitalização da comunidade.
Temas	Retrofit ecológico Áreas de bioretenção das águas da chuva Prevenção de inundações Aumento da biodiversidade
Descrição	Parte do <i>Phalen Village Small Area Plan</i> , este projeto se configura pela restauração de um ecossistema há anos deteriorado como principal ferramenta para revitalização da vizinhança e implementação de infraestruturas verdes para a gestão de alagamentos e enchentes. A iniciativa contou com uma significativa participação dos moradores para planejamento e definição de estratégias. O projeto também impulsionou novos investimentos no local, tanto residenciais como comerciais.
Fonte	https://static1.squarespace.com/static/52a213fce4b0a5794c59856f/t/54135fbae4b077167a515ffa/1410555834846/PlacesDowdelletal05.pdf

Projeto/ Organização	Cidade verde e águas limpas (Green City, Clean Waters)
Local	Estados Unidos, Philadelphia
Ecosistema	Urbano
Contexto	Eventos de chuvas fortes contribuiriam para o sobre carregamento e transbordamento do sistema de esgoto da cidade. Como consequência havia a contaminação dos cursos de água.
Temas	Jardins de alagamento Pavimentação ecológica Biovaletas
Descrição	Tendo como base princípios de paisagismo sustentável e o uso de tecnologias verdes de baixo custo a cidade conseguiu melhorar significativamente a qualidade do ar e a saúde dos habitantes, assim como reduzir a erosão do solo. Além disso as medidas do programa de gestão de águas pluviais tiveram um grande impacto econômico, gerando a economia de bilhões de dólares e gerando 430 postos de trabalho. As medidas incluem soluções como jardins de alagamento, pavimentação ecológica, biovaletas entre outras. Biovaletas foram, por exemplo, implantadas no parque Cliveden.
Fonte	- Burgess, Katharine, et al. <i>Harvesting the Value of Water: Stormwater, Green Infrastructure, and Real Estate</i> . Washington, D.C.: Urban Land Institute, 2017. - http://infraverde.com.br/drenagem/biovaleta/

Projeto/ Organização	Tratamento integral para a redução da vulnerabilidade frente às inundações e escassez hídrica na bacia de Chira Piura
Local	Peru, Cuenca Chira Piura
Ecossistema	Periurbano e rural
Contexto	Inundações e alagamento: Sistema de drenagem insuficiente, planejamento inadequado da terra, resultando na expansão de assentamentos em áreas propensas a riscos ao longo dos leitos dos rios e aumento da erosão e sedimentação originadas pela degradação da parte superior da bacia.
Objetivos	Reduzir a vulnerabilidade frente a inundações causadas por chuvas intensas Diminuir o risco de deslizamentos e avalanches
Temas	Projetos integrados de macrodrenagem em cidades Fortalecimento institucional e capacitação Reflorestamento e conservação do solo
Fonte	https://iragerblog.files.wordpress.com/2017/04/propuesta-tratamiento-inundaciones-cuenca-chira-piura-vf-3.pdf

Projeto/ Organização	Augustenborg, Malmö: Retrofitting SUDS in an urban regeneration area A prefeitura da cidade de Malmö e a companhia de habitação social MKB
Local	Suécia, Malmö
Ecossistema	Urbano
Contexto	O antigo sistema de drenagem /esgoto de Augustenborg não podia suportar o volume de água e esgoto durante chuvas fortes. Como consequência havia inúmeras inundações e alagamentos pela cidade além da contaminação de cursos de água com o esgoto não-tratado. Além disso previsões climáticas indicam que a temperatura irá subir 6° nos próximos 50 anos e o padrão de precipitação deve se intensificar.
Objetivos	Regeneração urbana com o foco nas seguintes ações: Combate às enchentes, inundações e alagamentos Melhoria da gestão de resíduos sólidos Aumento da biodiversidade
Temas	Biovaletas e áreas de bioretenção Captação da água da chuva dos telhados e demais superfícies impermeáveis Criação de áreas e Telhados verdes Participação dos moradores Redução da emissão de CO ₂ Eficiência energética
Descrição	O ponto de partida do projeto foi assegurar a separação dos sistemas de drenagem de esgoto e águas pluviais neste bairro. Além do aumento de áreas verdes e jardins de alagamento (e com isso da taxa de infiltração), as águas da chuva são drenadas através de um sistema aberto com ca. de 6 km de canais/ biovaletas e 10 lagos de retenção antes de chegar a um sistema tradicional de esgoto. 90% das águas dos telhados, ruas e estacionamentos da área residencial seguem por canais a céu aberto completamente integrados a paisagem local. Através da evapotranspiração, a diminuição das águas superficiais chega até a 20%. A biodiversidade na área aumentou em 50%. O impacto ambiental foi reduzido em 20% (emissão de CO ₂ e geração de lixo) Obstáculos para a implementação: Encontrar espaço no tecido urbano para implementar as medidas planejadas, questões de saúde pública, visto que os canais e lagos de retenção eram de fácil acesso, acessibilidade para idosos etc.
Fonte	http://orca.cf.ac.uk/64906/1/Database_Final_no_hyperlinks.pdf

Projeto/ Organização	Blue-Green Cities research, case study Newcastle, UK Consórcio de pesquisa com 8 Instituições do Reino Unido, financiadas pelo Engineering and Physical Sciences Research Council
Local	Reino Unido, Newcastle
Ecossistema	Urbano
Contexto	Grande parte da superfície do centro da cidade é impermeável e com isso vulnerável a enchentes pluviais. Os sistemas de drenagem convencionais não

	são capazes de lidar com eventos de chuvas intensas resultando frequentemente num alto risco de transbordamento do sistema de esgoto.
Objetivos	Implementar soluções baseadas na natureza para lidar com os riscos de inundações e alagamentos causadas pelo escoamento de águas superficiais em eventos de chuva intensa e que gerem benefícios múltiplos.
Temas	Co-benefícios: Redução dos efeitos da Ilha de calor, melhoria da qualidade do ar, fixação do carbono etc.
Descrição	O projeto tem como objetivo investigar os benefícios de implementação de soluções verdes em comparação com soluções de infraestrutura tradicionais. O foco é reduzir os riscos de inundações e alagamentos originados de enchente fluviais e pluviais, levando em consideração os impactos da mudança climática.
Fonte	http://www.bluegreencities.ac.uk/documents/wrightthornelawson-hic2014-bgc-multiple-benefits.pdf

Projeto/ Organização	Programa de microinfraestrutura Verde-Azul Diretoria de Planejamento Urbano (MUPA)
Local	Panamá, Cidade do Panamá
Ecosistema	Urbano
Contexto	Inundações
Objetivos	Redução do número e magnitude das inundações através da implementação de áreas de bioretenção e infiltração, como por exemplo jardins de chuva
Temas	Jardins de chuva Materiais de Pavimentação permeáveis Tetos verdes
Descrição	Este projeto faz parte da Estratégia de Resiliência para o Distrito de Panamá e prevê a integração de infraestruturas verdes na paisagem da cidade que assumam múltipla funções como: redução do risco de inundações, preservação da biodiversidade, criação de áreas de lazer de qualidade, adaptação às mudanças do clima.
Fonte	https://100resilientcities.org/wp-content/uploads/2018/08/Panama-City-Resilience-Strategy-Spanish-PDF.pdf

Projeto/ Organização	Cuenca Urbana Resiliente Juan Díaz Diretoria de Planejamento Urbano (MUPA)
Local	Panamá, Cidade do Panamá
Ecosistema	Urbano
Contexto	Inundações fluviais Ocupações irregulares das margens do rio Infraestrutura de drenagem insuficiente
Objetivos	Redução do número e intensidade das inundações através da implementação de áreas de bioretenção e infiltração, como por exemplo jardins de chuva
Temas	Jardins/parques de alagamento Planejamento do uso do solo e identificação de áreas de risco Áreas úmidas urbanas
Descrição	O projeto prevê a criação de parques de chuva e de alagamento em diferentes partes da cidade. Na parte alta, áreas de microretenção e de redução da velocidade de escoamento; na parte intermediária, infraestrutura de absorção da água da chuva, como por ex. parque alagáveis e demais áreas verdes. E na parte baixa, ao logo do Rio, estão previstas obras para minimizar a inundações, controlando a ocupação das áreas úmidas (áreas naturais de bioretenção).
Fonte	https://100resilientcities.org/wp-content/uploads/2018/08/Panama-City-Resilience-Strategy-Spanish-PDF.pdf

Projeto/ Organização	Projeto Prat Del Llobregat
Local	Espanha, Barcelona
Ecosistema	Urbano e Rural
Contexto	Degradação ambiental causada por obras de expansão da zona portuária e de áreas industriais e urbanas, assim como das redes de transporte rodoviário e ferroviário.
Objetivos	Revitalização da bacia do rio Llobregat
Temas	Parque lineares Parques agrícolas Despoluição das águas do Rio através de áreas vegetadas junto às margens. Lagoas de retenção
Descrição	O Parque agrário funcionaria como um cinturão verde contornando a cidade de Barcelona e assumindo algumas das funções das infraestruturas verdes para aumentar a resiliência urbana. Um dos aspectos principais do projeto é a reordenação paisagística, ecológica e recreativa com a incorporação de sistemas verdes para reforçar o sentimento de identidade da população com a região.
Fonte	http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/89479

Projeto/ Organização	Urbanização de Favela na Bacia da Guarapiranga
Local	Brasil, São Paulo
Ecosistema	Urbano
Contexto	Visto que essa comunidade não contava com nenhum tipo de infraestrutura de saneamento básico, o esgoto era jogado sem tratamento diretamente nos mananciais da região. Isso gerou a deterioração da qualidade da água da bacia de Guarapiranga, que abastece grande parte da região metropolitana de São Paulo.
Objetivos	Conservação dos recursos hídricos Implementação de infraestrutura de drenagem urbana e saneamento básico
Temas	Saneamento ambiental Estabilização de talude Gestão de resíduos Abastecimento de água
Descrição	O projeto contou com uma grande participação da comunidade, mas também com desapropriação de casas para a implementação da infraestrutura necessária. Principais medidas: revitalização das margens do rio com a criação de diversos parques multifuncionais, implementação de sistema de esgoto, desenvolvimento de um novo quadro legal para o desenvolvimento da região. Obs.: O projeto parece contar na maior parte com medidas convencionais para o desenvolvimento das redes de drenagem e esgoto. Na mesma área porém, há um outro exemplo de projeto acadêmico com foco em soluções verdes: http://www.temafavela.com.br/site/tfg-lilian/
Fontes	http://documents.worldbank.org/curated/en/277391468765324276/pdf/multi0page.pdf https://core.ac.uk/download/pdf/39671836.pdf https://iahr.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15730620701464224?journalCode=nurw20#.XNoqMRRKhE

Projeto/ Organização	Portland's "Green streets" project
Local	Estados Unidos, Oregon, Portland
Ecosistema	Urbano
Objetivos	Reduzir o escoamento de águas pluviais e o risco de transbordamento dos canais de esgoto (sistema único)
Temas	Pavimentação ecológica Biovaleta

Descrição	Economizou US\$ 250 milhões em custos de infraestrutura cinza através do paisagismo do solo e das plantas na paisagem urbana para ajudar na infiltração e reduzir o pico de fluxo de águas pluviais (a um custo de US \$8 milhões).
Fonte	http://www.bluegreencities.ac.uk/documents/wrightthornelawson-hic2014-bgc-multiple-benefits.pdf

Projeto/ Organização	Bilbao
Local	Espanha, Bilbao
Ecosistema	Urbano
Contexto	Impactos da mudança climática – mudanças na temperatura da temperatura e chuvas intensas
Descrição	Um dos objetivos do projeto é a valorização da imagem do ambiente urbano, gerando postos de trabalho "verdes" ligados a construção e manutenção da infraestrutura verde
Fonte	https://oppla.eu/bilbao-nbs-dealing-extreme-temperature-and-rainfall-events

Além dessas medidas, é muito importante melhorar a capacidade da drenagem e coleta de lixo já que o entupimento da drenagem por lixo é um dos maiores fatores de risco de inundação. A contribuição da população jogando o lixo unicamente nos lugares devidos é crucial, mas, conforme informaram os participantes nas oficinas comunitárias, o poder público também deveria melhorar a coleta de lixo. Em geral, a sensibilização da comunidade com oficinas, manuais, etc. se mostrou essencial para a implantação e durabilidade das medidas mencionadas.

Em geral, os especialistas entrevistados se pronunciaram muito a favor de medidas híbridas e verdes para a redução de risco de inundações, mas ressaltaram, além da necessidade da sensibilização da comunidade, que essas medidas devem ser pensadas em um contexto maior porque a área de uma comunidade pode ser só parte de uma bacia hidrográfica. Por isso, modelar o potencial impacto das medidas se torna muito importante.

6.3. Medidas: Melhorar conforto térmico e problemas de saúde devido à ilha de calor

As medidas de redução de temperatura e melhora do conforto térmico se dividem em duas escalas, a escala urbanística e de áreas públicas e medidas nas casas.

As medidas na escala urbanística incluem todas as medidas já mencionadas para a redução do risco de inundação e alagamentos e não vão ser mais descritas nesse capítulo. Outras medidas nessa escala seria aumentar a ventilação em geral nas comunidades o que pode se tornar pouco viável já que implica a criação de corredores de vento que necessitam, provavelmente, da demolição de casas.

A criação de áreas de sombra com árvores de porte em praças ou outras áreas livres (arborização urbana em geral) parece mais viável. A praça pública ao lado do novo campo de futebol na comunidade Beira Dique (Foto 14) é um exemplo onde a arborização urbana poderia contribuir para amenizar o calor em geral e ser um ponto de encontro com sombreamento. O desafio dessa medida é a duração do crescimento das árvores e plantar árvores já de porte é mais caro. Outra medida potencial, mas sem ser baseada na natureza, é fazer um chafariz público naquela praça que sirva para a população da comunidade

poder se refrescar e amenizar os efeitos do calor. A durabilidade e manutenção dessa medida podem ser desafiadoras.

Foto 14: Espaço público com potencial para arborização urbana. (Fonte: W. Lange)



Na identificação de medidas de amenizar o calor dentro das casas surgiram naturalmente menos soluções baseadas na natureza, mas em muitos casos fáceis e baratos de serem implantadas, a seguir:

- Telhados e paredes verdes (foto 15): Não só reduzem a temperatura, mas, no caso do telhado verde, também contribuem para a regulação do fluxo hídrico, além de outros co-benefícios já mencionados.
- Telhados frios com material, espessura (com isolamento) e cor do telhado (p.ex. manta térmica/aluminizada) que reduzem a temperatura dentro de casa.
- Melhorar ventilação dentro de casa: Posicionamento das janelas para melhorar a circulação, ventilação cruzada
- Marquises ou brises nas janelas para fazer sombra dentro de casa.

Foto 15: Parede verde na comunidade Beira Dique. (Fonte: W. Lange)



Essas medidas, mais uma vez, precisam de campanhas de sensibilização para serem implantadas com sucesso. Como as medidas nas casas não serão implantadas pelo poder público a divulgação dessas potenciais medidas através de um **manual de adequação das casas** acompanhado por cursos e formação de multiplicadores no ramo de atividades já existentes da prefeitura com o programa *Morar Melhor*, poderiam ser soluções bastante custo-eficientes.

Tabela 21 mostra soluções verdes e exemplos de medidas para amenizar a ilha de calor e seus efeitos negativos na população. “Ctrl + clique” no projeto na coluna à direita para seguir à descrição do projeto/exemplo.

Tabela 21: Conceitos e exemplos de soluções híbridas para a redução de calor em ambientes urbanos

Medida	Descrição	Co-benefícios	Projetos
Telhados Verdes	... Estudos mostram que telhados verdes podem reter de 40-80% do volume anual de chuvas ⁶⁸ . Custos adicionais de instalação: 40-100 Reais ⁶⁹ .	- Retenção das águas superficiais de escoamento e redução do pico de vazão. - Redução dos custos de energia - Melhora da qualidade do ar	- Augustenborg, Malmö: Retrofitting SUDS in an urban regeneration area, na Suécia, pág. 52 - Teto Verde Favela no Rio de Janeiro, Brasil, pág. 58 - Relatório com exemplos de projetos implantados (inclusive investimento e resultados): http://ccap.org/assets/The-Value-of-Green-Infrastructure-for-Urban-Climate-Adaptation_CCAP-Feb-2011.pdf
Telhados frios	“São telhados revestidos com que refletem o calor e emitem a radiação solar” ⁷⁰ . Se trata de uma solução simples e de baixo custo. Diminui os efeitos da ilha de calor e também reduz o uso de energia, porém não gera tantos benefícios ao meio-ambiente quanto os telhados verdes. Os custos adicionais de instalação de telhados frios giram em torno de 20-80 centavos por metro quadrado. A instalação não requer nenhum tipo de reforço estrutural ⁷¹ .	- Redução dos custos de energia	- General Plan for the Town of Gilbert, Arizona, EUA, pág. 58
Arborização urbana	Criação de áreas verdes e corredores ecológicos no tecido urbano.	- Redução do risco de enchentes/inundações e alagamentos através do aumento da infiltração e retenção das águas superficiais de escoamento. - Promoção da biodiversidade	- Bilbao em Bilbao na Espanha, pág. 55 - Diversos Projetos: https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/green-spaces-and-corridors-in-urban-areas

⁶⁸ http://www.cnt.org/sites/default/files/publications/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf

⁶⁹ Urban Heat Toolkit:9.6: <https://kresge.org/sites/default/files/climate-adaptation-urban-heat.pdf>

⁷⁰ <https://riorenovavel.com/efficient-design/cool-roofs>

⁷¹ Urban Heat Toolkit:9.6: <https://kresge.org/sites/default/files/climate-adaptation-urban-heat.pdf>

Exemplos de medidas – Ilha de calor

Em seguida, alguns exemplos das medidas verdes e híbridas para reduzir o risco de inundações

Projeto	Teto Verde Favela
Local	Brasil, Rio de Janeiro, Parque Arará - Manguinhos
Objetivos	Diminuir a Temperatura na comunidade.
Temas	Redução de Temperatura
Descrição	Implementação de telhados verdes na favela para a diminuição de calor.
Fonte	https://rioonwatch.org.br/?p=37358

Projeto	General Plan for the Town of Gilbert, Arizona
Local	EUA, Arizona, Gilbert
Objetivos	Entre outros diminuir os efeitos das Ilhas de Calor na cidade
Temas	Ilha de Calor
Descrição	Implementação de telhados frios
Fonte	https://www.georgetownclimate.org/files/report/Urban%20Heat%20Tookit_9.6.pdf

6.4. Sensibilização e outras medidas transversais

A necessidade de sensibilizar e conscientizar é opinião unânime dos especialistas entrevistados, mas também foi reforçada pelos participantes das comunidades. Sem conhecer os benefícios das medidas baseadas na natureza a mobilização e consequente participação da comunidade tanto na implantação quanto na manutenção das medidas parece pouco viável. Os temas mais relevantes a serem abordados em campanhas de sensibilização são:

- Coleta e disposição adequada do lixo
- Funções e serviços da vegetação (estabilização de encostas, retenção e infiltração da água, sombra, etc.)
- Própria responsabilidade e possibilidade em contribuir no estabelecimento e manutenção dos serviços ecossistêmicos
- Técnicas de manejo de vegetação e áreas verdes

Fora de atividades presenciais de sensibilização recomenda-se a elaboração de manual de manejo de áreas verdes em comunidades, que serve tanto para as medidas de reduzir o risco de deslizamentos, quanto para aquelas descritas em relação à redução do risco de inundações. O grande desafio de campanhas de sensibilização é conseguir durabilidade e fazer com que medidas realmente sejam aceitas e cuidadas a longo prazo. Co-benefícios incluem a sensibilização geral sobre temas de meio ambiente e sustentabilidade. Uma campanha de sensibilização nas duas comunidades pesquisadas, com duração de seis meses, custa em torno de R\$ 50.000.

A seguir, alguns exemplos de projetos e iniciativas que incorporam questões mencionadas acima, educação ambiental e desenvolvimento sustentável em comunidades em geral:

Projeto/ Organização	Verdejar Centro de Educação Ambiental e Práticas Sustentáveis Luiz Poeta
Local	Brasil, Rio de Janeiro, Complexo do Alemão (Serra da Misericórdia)
Ecossistema	Urbano/Mata Atlântica
Contexto	Falta de infraestrutura urbana (água, esgoto, energia elétrica, gestão de resíduos etc.) Encostas desmatadas que acentuam problemas de inundação e enxurradas. Degradação ambiental causada por empresas de mineração: poluição do ar, danos estruturais às construções, fragilização de encostas, destruição de nascentes e assoreamento de rios.
Objetivos	Recuperação do ecossistema gerando alimento e renda através da restauração e conservação da floresta e da produção de alimentos orgânicos e socialmente justos.
Temas	Agroecologia urbana Educação ambiental e alimentar Permacultura, saneamento ambiental comunitário e justiça ambiental
Descrição	Valorização/restauração e conservação das áreas verdes através da criação de hortas comunitária como limite para a expansão informal da comunidade, para a produção de alimentos e como de área de lazer. Implementação de técnicas de baixo custo para minimizar o impacto ambiental de residências sem acesso à infraestrutura básica. Desenvolvimento de diversas ações para fomentar o ecoturismo em áreas de preservação e educação ambiental.
Fonte	https://www.verdejar.org/ http://rioonwatch.org.br/?p=2237

Projeto/ Organização	The Netherlands Live with Water: Public awareness raising campaign
Local	Holanda
Objetivos	Aumentar a conscientização e sensibilização dos moradores para os efeitos da mudança climática na Holanda (como por exemplo a elevação do nível do mar) e consequentemente as inundações marítimas e fluviais assim como alagamentos; Informar sobre as novas políticas públicas para lidar com o tema; Educação ambiental; Garantir uma melhor aceitação pública das medidas a serem adotadas.
Temas	Adaptação à mudança clima, incluindo riscos e oportunidades; Planejamento do uso do solo
Descrição	A campanha foca no uso das grandes mídias para sensibilizar a população dos riscos e oportunidades de morar no delta de um rio, além de informar a população sobre quais medidas precisam ser adotadas pelos moradores em caso de chuvas fortes e também sobre quais projetos estão sendo desenvolvidos pelo governo. Além disso a campanha conta com mecanismos de monitoramento e avaliação dos resultados a serem atingidos, como por exemplo entrevistas. Algumas das medidas adotadas foram: rebaixamento e ampliação das planícies de inundação construção de áreas de retenção.
Fonte	http://orca.cf.ac.uk/64906/1/Database_Final_no_hyperlinks.pdf

Projeto/ Organização	Parque Limpo, Missão Cumprida
Local	Brasil, Rio de Janeiro, Parque das Missões / Vila Beira-mar / Jardim Gramacho / Vila Kennedy / Portelinha - Antares
Objetivos	Melhorar a gestão de resíduos sólidos dentro da comunidade
Temas	Horta Comunitária Reciclagem
Fonte	http://parquedasmissoes.blogspot.com/2016/06/parque-limpo-missao-cumprida.html

Projeto/ Organização	Projeto Verde Vale
Local	Brasil, Rio de Janeiro, Pavuna
Objetivos	Melhorar a gestão de resíduos sólidos dentro da comunidade
Temas	Coleta coletiva de lixo
Descrição	A iniciativa visa diminuir o volume gerado de lixo nas comunidades criando vantagens tanto para quem descarta quanto para quem coleta o lixo através da implantação de uma "moeda comunitária"
Fonte	https://rioonwatch.org.br/?p=40498

Projeto/ Organização	Horta Inteligente ONG comunitária Horta inteligente
Local	Brasil, Rio de Janeiro, Morro da Providência
Objetivos	Desenvolver boas práticas de vida em comunidade através de educação ambiental.
Temas	Horta comunitária Agroecologia
Descrição	A Horta Inteligente é um projeto educacional que conta com medidas como saneamento ecológico, gestão de resíduos e a criação de hortas urbanas, oferecendo oficinas e palestras para o público em geral (inclusive fora da comunidade). O foco do projeto é a educação ambiental de crianças da comunidade, conscientização ambiental e mobilização comunitária
Fonte	http://rioonwatch.org.br/?p=28626 https://hortainteligente.wixsite.com/hortainteligente

Projeto/ Organização	Urban Food Forest Wutong Foundation
Local	Taiwan, Hsinchu City
Contexto	"1) environmental: habitat and native species loss, unstable weather patterns, soil degradation and water runoff; 2) social: individual segregation, loss of sense of belongingness, generation gap, food insecurity, imbalanced education, and the decline of human physical and mental health conditions; 3) economic: high reliance on imports and exports, loss of available farmland, overconsumption and waste due to linear economy and the concept of private property"
Temas	Horta comunitária/urbana Permacultura Educação ambiental Participação de diversos segmentos da sociedade Ilha de Calor Segurança alimentar Resiliência
Descrição	O projeto foi concebido de forma a funcionar com o máximo de autonomia possível (de energia, nutrientes e água), com mínimo de vulnerabilidade (ambiental e política) e com uma pequena demanda de manutenção. Isso foi atingido através da escolha correta de plantas, captação e reuso da água da chuva, compostagem e engajamento das comunidades locais. O projeto conta com uma participação mínima do governo Como resultado o projeto vem aumentando a biodiversidade e reduzindo a temperatura local além de reduzir o escoamento de águas superficiais.
Fonte	https://panorama.solutions/en/solution/urban-food-forest

Projeto / Organização	Ecotelhado
Local	Brasil
Contexto	Projeto piloto para um sistema de saneamento ecológico autônomo para casas ou edifícios.

Objetivos	A implementação de um sistema ecológico e descentralizado de saneamento que pode ser integrado à outras infraestruturas verdes de edificações.
Temas	Saneamento ecológico Ilha de Calor
Descrição	Esta iniciativa faz parte do banco de dados de Iniciativa do Setor privado da UNFCCC. Se trata de um sistema de tratamento de efluentes biológico de baixo custo que pode ser integrado aos sistemas de telhados ou fachadas verdes. Desta forma além de reduzir a contaminação ambiental em áreas sem acesso a tratamento de esgoto, esse sistema também faz reuso da água (esgoto e águas residuais) para a evapotranspiração através de telhados e fachadas verdes, reduzindo o efeito das ilhas de calor. A água tratada também pode ser reutilizada para fins não potáveis como irrigação e descarga de vasos sanitários ou para a infiltração no solo. No estudo de caso este sistema foi aplicado com sucesso em um prédio com 15 pessoas. O resultado foi o funcionamento do prédio independentemente do sistema de esgoto e de coleta de lixo orgânico da cidade. Além disso a temperatura no interior e exterior do prédio também foi reduzida.
Fonte	https://unfccc.int/files/adaptation/nairobi_work_programme/private_sector_initiative/application/pdf/ecotelhado_ecoesgoto_final.pdf https://ecotelhado.com/sistema/sistema-integrado-ecoesgoto/vermifiltro/

6.5. Potencial e demanda de pesquisa

Ao longo do estudo apareceram várias lacunas de conhecimento que se recomenda em preencher:

- Qual tipo de vegetação é melhor em qual situação?

Cada planta tem suas funções especiais e a identificação de espécies mais adequadas para diferentes situações e seus critérios é muito importante. Essas funções não se limitam para a redução do risco e adaptação em si, como estabilização do talude, (im)permeabilização, retenção e infiltração, mas também incluem critérios como velocidade de crescimento, valor para a população local (frutas, entre outras), tipo de folha, forma de crescimento das raízes para não danificar infraestrutura próxima, entre outras.

- Quais são as interpretações mais concretas dos cenários climáticos e suas consequências?

As projeções e cenários climáticos já são bastante concretos, mas ainda existem probabilidades variadas e imprecisões. Mesmo assim, é importante aprofundar a análise desses dados para melhor avaliar as consequências em relação ao grau de riscos e implicações no planejamento.

- Qual é a relação custo-benefício para as medidas verdes?

Já existem estudos do mundo inteiro em relação a essa questão, no entanto, aprofundar essas análises, em especial com medidas de infraestrutura cinza, é muito importante para o planejamento mais concreto e tomada de decisão.

- Quais lacunas de conhecimento e percepção da população das comunidades precisam ser abordadas em detalhe?

O presente estudo conseguiu apontar algumas linhas gerais a serem abordados em campanhas de sensibilização e educação ambiental, mas é necessário detalhar mais e incluir questões que visam entender melhor como se consegue uma mudança no comportamento.

Dessa maneira, recomenda-se a criação de uma rede de pesquisadores para fortalecer a pesquisa interdisciplinar. Vários entrevistados do mundo acadêmico se mostraram muito abertos a essa ideia. A organização de um seminário pode ser um ponto de parte e servir como evento para fazer conexões entre os acadêmicos.

Um primeiro passo já foi dado pelo prof. Eduardo Mariano do departamento de Biologia que está realizando uma matéria prática com alunos do curso de pós-graduação em relação à questão de qual vegetação é mais apropriada e em qual situação. Essa iniciativa conta pelo menos com uma geóloga dando incrementos para questões de solo e erosão.

7. Potenciais fontes de financiamento

Para se garantir a sustentabilidade financeira dos projetos ou programas é fundamental aplicar um instrumento financeiro com a identificação de atores a serem envolvidos em cada fase do projeto, assim como de outras entidades ou departamentos que também possam se beneficiar dos resultados gerados pelas medidas a serem adotadas. Além disso é recomendável garantir uma multiplicidade de fontes públicas e privadas de financiamento e se considerar no planejamento do projeto fontes de investimento inicial e fontes de financiamento ao longo prazo.

Fontes locais de financiamento/receita ao longo prazo podem ser:

- ✧ Programa de apadrinhamento de jardins ou córregos por empresas ou grupo de vizinhos com um sistema de compensação ou incentivo tributário;
- ✧ esquema de pagamentos ou doações de moradores ou negócios locais para a proteção da área ou como compensação pela criação de áreas impermeáveis;
- ✧ soluções alternativas de seguro contra desastres que recompensem indivíduos ou a comunidade que limitem sua exposição fazendo uso de soluções baseadas em ecossistema;
- ✧ concessão de condições especiais de crédito para pessoas, negócios, comunidade, instituições ou associações que invistam/implementem soluções verdes para adaptação à mudança do clima;
- ✧ esquemas de contribuição voluntária de empresas, por exemplo: construtoras ou imobiliárias, que tenham interesse em reduzir o risco de suas propriedades como pode ser no caso da comunidade Beira Dique e a empresa CETEL;
- ✧ incentivos econômicos para a vinculação setorial.

Essas contribuições geradas ao longo prazo devem ser separadas do fluxo de receita da cidade.

Nas próximas páginas segue uma lista de fundos e instituições financeiras internacionais e nacionais que disponibilizam recursos para entidades brasileiras para a implementação de soluções verdes para a adaptação à mudança climática⁷².

⁷² A seguinte publicação contém estudos de caso de financiamento: GIZ (2018). Finance options and instruments for Ecosystem-based Adaptation. Overview and compilation of ten examples. Authors: Kiran Hunzai, Thiago Chagas, Lieke 't Gilde, Tobias Hunzai, Nicole Krämer. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn. Disponível em: <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2018/06/giz2018-en-eba-finance-guidebook-low-res.pdf>

7.1. Fundos Internacionais Multilaterais

Nome	Temas	Elegibilidade	Valores de investimento em projetos	Instrumentos	Prazos	Mais informações
Aliança Clima e Desenvolvimento (Climate and Development Knowledge Network – CDKN)	Adaptação e Capacitação: desenvolvimento humano e sustentabilidade ambiental.	Setores público, privado e não governamental (agências governamentais, institutos técnicos, agências internacionais e ONGs) em âmbito nacional, regional e global.	N/A	Co-financiamento, doação, assistência técnica	N/A	lac@cdkn.org https://cdkn.org/about/?loclang=en_gb
Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF)	Mitigação e adaptação: Água, avaliação de impacto, cidades, comunicação e tecnologia, desenvolvimento urbano, educação, energia, equidade e inclusão social, inovação social, inovação tecnológica, jornalismo e desenvolvimento, jovens, meio ambiente e mudança do clima, mobilidade urbana, qualidade de governança e institucional, setores produtivos, transformação produtiva, transporte e relações externas. ⁷³	Instituições financeiras, governos e empresas dependendo do instrumento financeiro	US\$ 50 milhões por projeto	Empréstimos, co-financiamentos, linhas de crédito, financiamento estruturado, fundos de cooperação, garantias, serviços de bancos de investimentos e assistência financeira e investimentos em ações.	N/A	https://www.caf.com/en/about-caf/what-we-do/

⁷³ Instituto Ethos e WWF-Brasil, 2017. Financiamento climático para adaptação no Brasil - mapeamento de fundos nacionais e internacionais. Disponível em: https://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Publicaca%C3%A7%C3%A3o_Financiamento_Clim%C3%A1tico_compressed.pdf

Nome	Temas	Elegibilidade	Valores de investimento em projetos	Instrumentos	Prazos	Mais informações
Euroclima	Gestão da água no contexto da resiliência urbana, gestão de riscos e desastres (foco em secas e enchentes), governança climática, mobilidade urbana, produção resiliente de alimentos, florestas, biodiversidade e ecossistemas, energias renováveis e eficiência energética.	Elegibilidade: Governos, autoridades nacionais, instituições públicas, organizações regionais e internacionais, assim como instituições acadêmicas e científicas	N/A	N/A	N/A	http://euroclimaplus.org/ gestiondelriesgo@euroclimaplus.org
Fundo Especial de Mudança do Clima (Special Climate Change Fund - SCCF)	Mitigação, adaptação e transferência de tecnologia: Agricultura, água, biodiversidade, ecossistemas, energia, florestas, gestão de resíduos sólidos, saúde, indústria, infraestrutura, transporte, uso do solo, oceano e zonas costeiras, gestão de risco e redução de desastres (inclusive especificamente enchentes/ inundações)	O financiamento só pode ser acessado através de agências parceiras do Global Environment Facility (GEF). ⁷⁴ Os projetos podem ser executados através de organizações governamentais de nível nacional, subnacional ou regional, ONGs, sociedade civil e do setor privado.	Projetos de grande porte: mais de dois milhões de dólares; Projetos de médio porte: menos de ou equivalente a dois milhões de dólares; ou Programas consistindo em vários projetos distintos que podem ser de médio ou grande porte.	Subvenções, empréstimos concessionais, ações (<i>Equity</i>), garantias. Co-financiamento não é necessário.	N/A	http://ndcpartnership.org/funding-and-initiatives-navigator/special-climate-change-fund-sccf https://www.thegef.org/topics/special-climate-change-fund-sccf https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/23470_SCCF_1.pdf

⁷⁴ Para mais informações sobre as agências parceiras acessar <https://www.thegef.org/partners/gef-agencies>. O SCCF tem como foco os países mais vulneráveis à mudança do clima.

Nome	Temas	Elegibilidade	Valores de investimento em projetos	Instrumentos	Prazos	Mais informações
Fundo Mundial para o Desenvolvimento das Cidades (FMDV)	Desenvolvimento Sustentável; a adaptação à mudança do clima.	Governos locais.	N/A	Assistência técnica	N/A	https://www.fnp.org.br/internacional/instituicoes-e-redes-internacionais/item/419-fundo-mundial-para-o-desenvolvimento-das-cidades
Fundo Verde do Clima (Green Climate Fund - GCF)	Segurança hídrica, alimentar e de saúde; Subsistência de pessoas e comunidades; Ecossistemas e serviços ecossistêmicos; Infraestrutura e ambiente construído, uso do solo, agricultura, adaptação comunitária, energia renovável, resíduos, transportes entre outros. ⁷⁵	Entidades privadas e públicas. O fundo de financiamento só pode ser acessado por uma instituição acreditada ao fundo com o aval da Autoridade nacional designada para o GCF (por. exemplo, a Caixa Econômica Federal e o Funbio, ou organizações internacionais com atuação no Brasil, como: Banco Interamericano de Desenvolvimento, Banco Mundial, GIZ, Fundação Avina entre outras ⁷⁶). As entidades acreditadas não precisam ser a instituição implementadora dos projetos. Estes podem ser implementados por entidades executoras.	Varia de acordo com o tamanho do projeto: Micro, até USD 10 mi; Pequeno, USD 10-50 mi; Médio; USD 50-250 mi; e Grande; acima de USD 250 mi. Para preparação de projetos/programas (Project Preparation Facility – PPF): até USD 1,5 milhão por projeto/programa. ⁷⁷	Doações, empréstimos, investimentos em equity ou garantias		http://www.fazenda.gov.br/assuntos/atuacao-internacional/fundo-verde-do-clima

⁷⁵ Instituto Ethos e WWF-Brasil, 2017. Financiamento climático para adaptação no Brasil - mapeamento de fundos nacionais e internacionais. Disponível em: https://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Publicacao%20A7%20Financiamento_Climatico_compressed.pdf

⁷⁶ Ver página 63 do documento "Guia de acesso ao Fundo Verde do Clima" Disponível em : http://www.fazenda.gov.br/assuntos/atuacao-internacional/fundo-verde-do-clima/arquivos/guia-de-acesso-gcf_versao-final.pdf

⁷⁷ O GFC também fornece recursos para as entidades acreditadas para a preparação de projetos/programas, como por exemplo para: estudos de viabilidade, ambiental ou social, análise de riscos, consultoria para a estruturação financeira, entre outros.

Nome	Temas	Elegibilidade	Valores de investimento em projetos	Instrumentos	Prazos	Mais informações
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery - GFDRR ⁷⁸	Adaptação, capacitação: Adaptação urbana, gênero, mudança do clima, redução de riscos e desastres	Co-financiamento: todas as propostas devem incluir contrapartida do proponente mínima de 10% do valor, ou renda mínima - média de recursos do país, bem como de outras fontes.	Varia entre US\$ 1 milhão a US\$ 10 milhões	Doação Assistência técnica e empréstimo (reembolsável e não reembolsável)		https://www.gfdr.org/en/contact-us
IDB's Sustainable Energy and Climate Change Initiative - SECCI	Adaptação e mitigação: Eficiência energética, energias renováveis, agricultura sustentável, segurança energética.	Entidades e órgãos públicos (em âmbito nacional, regional e municipal), parcerias público-privadas e ONGs.	Valores máximos para assistência técnica US\$ 1'000,000; e US\$ 1'500,000 para subvenções.	Subvenções e assistência técnica	N/A	http://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/en/financing-opportunities/item/iniciativa-de-energia-sostenible-y-cambio-climatico-secci-2 http://icr.unwto.org/content/sustainable-energy-and-climate-change-initiative-secci-inter-american-development-bank
NDC Invest ⁷⁹	Mitigação e adaptação: diversos setores.	Órgãos e entidades do setor privado e público	Varia de acordo com o projeto	Doação, empréstimo concessional, subvenções (reembolsáveis e não-reembolsáveis)	N/A	https://www.ndcinvest.org/

⁷⁸ GFDRR está desde 2011 financiando uma série de projetos no Brasil, com programas de resiliência urbana e de infraestrutura, redução de riscos e desastres, entre outros temas.

⁷⁹ NDC Invest é uma plataforma de apoio criada pelo IDB-Grupo para os países terem acesso a um conjunto de recursos para a implementação da NDC.

Nome	Temas	Elegibilidade	Valores de investimento em projetos	Instrumentos	Prazos	Mais informações
Programa Piloto para Resiliência Climática (The Pilot Programme for Climate Resilience - PPCR)	Adaptação e capacitação: os projetos e programas do PPCR baseiam-se nos Planos e programas de ação (NAPAs) e complementa outros fundos de adaptação.			Doação Empréstimo		https://www.climat.einvestmentfunds.org/

7.2. Fundos Internacionais Bilaterais

Nome	Temas	Elegibilidade	Valor	Instrumento	Prazos	Mais informações
Banco Alemão de Desenvolvimento (KfW Development & Climate Finance)	Diversos, incluindo o foco em desenvolvimento urbano e adaptação à mudança do clima.	Entidades públicas e privadas dependendo do tipo de contrato.	Variável, dependendo do contrato.	Doação, empréstimo, ODA (<i>Official Development Aid</i> – Ajuda Oficial para o Desenvolvimento), financiamento estruturado	N/A	https://www.kfw-entwicklungsbank.de/International-financing/KfW-Entwicklungsbank/
Fundo Francês para o Ambiente Mundial (FFEM)	Mitigação e adaptação: Adaptação baseada em ecossistemas, cidades, mudança do clima, recursos costeiros e uso do solo.	Governos, ONGs e empresas privadas.	30% do valor do projeto.	Contratos de redução de dívida de desenvolvimento, concessão, empréstimos, <i>equity</i> privado e garantias.	N/A	https://www.ffem.fr/en/international-partner-working-global-environment-and-sustainable-development

Nome	Temas	Elegibilidade	Valor	Instrumento	Prazos	Mais informações
Fundo Internacional de Clima do Reino Unido (International Climate Fund, UK – ICF)	Mitigação e adaptação: Agricultura, água, cidades, eficiência energética, florestas e REDD+, energia, energia renovável de baixo carbono, gestão resiliente da zona costeira e mudança do clima.	Atualmente, organizações fora do Reino Unido não podem se candidatar diretamente para o financiamento. Os projetos devem ser propostos por parceiros dentro do governo do Reino Unido.	De US\$ 500 mil a US\$ 5 milhões	Assistência externa ao desenvolvimento, doação, empréstimo e garantias.	N/A	https://www.gov.uk/guidance/international-climate-finance
Iniciativa Internacional de Clima da Alemanha (International Climate Initiative Germany - IKI)	Mitigação e adaptação: Adaptação baseada em ecossistemas, eficiência energética, florestas e REDD+, gestão de riscos, monitoramento e adaptação urbana à mudança do clima, e seguros.	Agências de implementação federais, ONGs, empresas, universidades, organizações e instituições internacionais e multinacionais, bancos de desenvolvimento, organismos e programas das Nações Unidas	Entre €15 e €20 milhões.	Doação e empréstimo concessional.	Duração dos projetos: no máximo 8 anos. O prazo para enviar propostas para 2019 fechou em 18.07.2019, mas a abertura de um novo edital está prevista para o final do ano.	https://www.international-climate-initiative.com/en/ https://www.international-climate-initiative.com/fileadmin/Dokument_e/skizzenverfahre_n_2019/190321_FAQ_englisch.pdf

7.3. Fundos Nacionais

Nome	Temas	Elegibilidade	Valor	Instrumento	Prazos	Mais informações
BNDES Finem - Saneamento ambiental e recursos hídricos	Vários temas incl. os seguintes relevantes para AbE: Recuperação de áreas ambientalmente degradadas; gestão de recursos hídricos (tecnologias e processos, bacias hidrográficas); desenvolvimento institucional.	Empresas sediadas no País; fundações, associações e cooperativas; e entidades e órgãos públicos.	Financiamento a partir de R\$ 10 milhões para projetos de investimentos públicos ou privados; Para estados e municípios, até 90% do valor total do projeto. São financiáveis itens como: Estudos e projetos; obras civis; montagens e instalações; móveis e utensílios; treinamento; despesas pré-operacionais; máquinas e equipamentos nacionais novos credenciados no BNDES; e máquinas e equipamentos importados sem similar nacional.	Doações e recursos não reembolsáveis; crédito	O prazo máximo de financiamento é de 34 anos. Esse prazo compreende o prazo de carência e o prazo de amortização e é determinado em função da capacidade de pagamento do empreendimento, do cliente e do grupo econômico.	https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-saneamento-ambiental-recursos-hidricos
Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima)	Mitigação e adaptação: Biodiversidade, ecossistemas, cidades, indústria, mineração, resíduos sólidos, infraestrutura (energia, transporte e mobilidade urbana, serviços ecossistêmicos), populações vulneráveis e zonas costeiras, gestão de serviços de carbono.	Instituições e empresas dos setores público e privados.	De R\$ 100 mil a R\$ 4 milhões. Valor máximo de financiamento por Beneficiário: R\$ 30 milhões a cada 12 meses	Doação e empréstimo.	O Fundo Clima encontra-se suspenso em razão do comprometimento total dos recursos disponíveis.	https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima

Nome	Temas	Elegibilidade	Valor	Instrumento	Prazos	Mais informações
Fundo Socioambiental Caixa	Cidades e Saúde: projetos socioambientais voltados ao desenvolvimento integrado e sustentável para a população de baixa renda. Linhas temáticas: Habitação de interesse social, Saneamento ambiental, Gestão ambiental, Geração de trabalho e renda, Saúde, Educação, Desportos, Cultura, Justiça, Alimentação, Desenvolvimento institucional, Desenvolvimento rural	Órgãos públicos, assim como entidades públicas e privadas.	O limite de crédito é de R\$ 1 milhão por beneficiário e por ano/safra. A taxa de juros é de 5,5% ao ano. O valor médio dos contratos é de R\$ 454 mil por produtor.	Empréstimo condicional	Duração: Indeterminado. Edital para 2019 ainda não saiu.	http://www.caixa.gov.br/Downloads/fundo_socioambiental_fsa/GUIA_FSA_CAI_XA.pdf http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/fundo-socio-ambiental/Paginas/default.aspx

7.4. Sumário

Em geral, os fundos multilaterais são mais viáveis porque dependem menos de acordos bilaterais entre entidades federais e são diretamente aplicáveis para governos locais e parceiros, mas potencialmente mais concorridos. Todos os fundos listados a cima têm como temas prioritários adaptação incl. soluções verdes, mas a priorização de um fundo depende tanto do tipo de projeto (assistência técnica ou implantação de projeto de infraestrutura), quanto do tipo de financiamento (doação, empréstimo, etc.).

Os fundos bilaterais de financiamento da França (FFEM) e Alemanha (IKI) estão bem na linha temática de medidas baseadas na natureza, mas dependem na prática do arranjo e acordo a nível federal. O *International Climate Fund* do Reino Unido só disponibiliza recursos para uma organização britânica que apoia projetos no exterior, mas mesmo assim é viável. Recomenda-se avaliar em mais detalhes as linhas de financiamento da KfW.

Em relação a fontes de financiamento, a nível nacional, de instituições federais, o Finem do BNDES aparece atualmente como única opção porque o Fundo Clima está suspenso e o Fundo Socioambiental Caixa não abriu edital no ano 2019, até outubro. Como o Finem foca em apoiar iniciativas relacionadas aos recursos hídricos, ele é mais apropriado para medidas que reduzem o risco de inundações.

8. Conclusões

Essa etapa de identificação de medidas de adaptação focada em soluções baseadas em ecossistemas trouxe as seguintes conclusões gerais:

- ✧ Existe uma vasta gama de potenciais soluções baseadas na natureza para a adaptação aos potenciais impactos da mudança do clima e redução de risco de desastres que ainda foram pouco explorados na cidade de Salvador.
- ✧ Como exemplos em outras cidades mostram e os especialistas entrevistados confirmaram, essas medidas são, na maioria dos casos, tão eficientes quanto as medidas tradicionais, mas muitas vezes mais baratas e contribuem com vários co-benefícios para o desenvolvimento sustentável da cidade e para o bem-estar da população.
- ✧ Para a implantação em comunidades, em especial, campanhas de sensibilização e conscientização são essenciais.
- ✧ Fora da realização de projetos pilotos, recomenda-se altamente a transversalização dessas medidas no planejamento urbano, cadernos de encargo, planos setoriais como o plano de mitigação e adaptação, diretrizes urbanísticas e educação ambiental nas escolas.

9. Próximos passos e recomendações para a implantação de AbE

Para a base da apresentação final para vários representantes, incluindo o vice-prefeito, e a ser utilizada em reuniões internas foram definidos os principais passos a serem seguidos:

- Pilotos Beira Dique e Padre Ugo:

- Ações Iniciais: Levantar projetos e ações em andamento e previstos nos dois territórios para entender a possibilidade de aplicação das soluções sugeridas.
- Secretarias envolvidas: SEINFRA, Superintendência de Obras Públicas de Salvador (SUCOP), CODESAL, Secretaria de manutenção da Cidade (SEMAN), FMLF
- Manuais técnicos:
 - Ações Iniciais: Levantar manuais existentes e propor revisão ou criação de novo manual
 - Órgãos envolvidos: FMLF
- Caderno de encargos:
 - Ações Iniciais: Levantar cadernos existentes e propor a revisão para a inclusão de infraestrutura verde
 - Órgãos envolvidos: SEINFRA, SUCOP, SEMAN
- Manual Prático Morar Melhor:
 - Ações iniciais: Entender em que momento está a elaboração do manual que está sendo feito pela SEINFRA e propor a inclusão de práticas de AbE/infraestrutura verde e híbrida
 - Órgãos envolvidos: SEINFRA
- Mané Dendê:
 - Ações iniciais: Analisar a possibilidade de implementação das soluções de AbE passíveis de serem implantadas no projeto
 - Órgãos envolvidos: SEINFRA

Para esses passos e atividades futuras de AbE vale lembrar que o ciclo de AbE recomenda para a **etapa da implantação** refletir sobre as seguintes perguntas chave:

- Quais são as opções de AbE selecionadas?
- Quem serão os envolvidos na sua implementação?
- Quem são os maiores interessados e quem são aqueles que podem ajudar?
- A equidade de gênero está sendo levada em consideração?
- Quais ecossistemas são necessários para cada uma dessas medidas?
- Qual o estado desses ecossistemas?
- Há pressões climáticas e não climáticas que os afetam?
- Qual é o estado atual dos ecossistemas necessários para a implementação das medidas?
- São necessárias medidas complementares para assegurar os serviços ecossistêmicos essenciais? Quais?
- Quem são os atores importantes para a implementação das medidas complementares identificadas?

Outras orientações gerais se encontram em *Secretariat of the Convention on Biological Diversity* (2019)⁸⁰ e Monti et al. (2017)⁸¹.

Um aspecto específico e muito importante para o planejamento e a implantação de medidas AbE é a **valoração dos benefícios, custos e impactos**⁸². Esse processo de descrição, medição

⁸⁰ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2019). Voluntary guidelines for the design and effective implementation of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction and supplementary information. Technical Series No. 93. Montreal. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-93-en.pdf>

⁸¹ Monty, F., Murti, R., Miththapala, S. e Buyck, C. (eds). 2017. Ecosystems protecting infrastructure and communities: lessons learned and guidelines for implementation. Gland, Switzerland: IUCN. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-045.pdf>

⁸² GIZ (2017): Valuing the Benefits, Costs and Impacts of Ecosystem-based Adaptation Measures A sourcebook of methods for decision-making. Autora: Lucy Emerton. GIZ, Bonn. Alemanha. Disponível em: https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/12/EbA-Valuations-Sb_en_online.pdf

e análise de como os benefícios, custos e impactos decorrentes da implementação de abordagens baseadas em ecossistemas para adaptação são gerados, recebidos e percebidos. A valoração de AbE não se refere apenas a medidas monetárias, mas também à avaliação de efeitos biofísicos, impactos econômicos e de subsistência, resultados sociais e institucionais e até mudanças no conhecimento, atitudes e práticas das pessoas. Valoração de AbE é especialmente importante para a tomada de decisão porque pode trazer argumentos poderosos para priorizar medidas baseadas na natureza.

Como incorporar a adaptação ao desenvolvimento é uma abordagem "ganha-ganha" e capitalizar sinergias dessa maneira levará a mais mobilização eficiente de recursos e uso mais sustentável, eficaz e eficiente dos recursos, a **transversalização** de AbE é muito importante. A publicação "Lições emergentes para integrar a adaptação baseada em ecossistemas: pontos de entrada e processos estratégicos"⁸³ mostra orientações valiosas para o *mainstreaming* de AbE.

Fortemente vinculado a esse aspecto de AbE é a governança. **Governança para AbE** refere-se a normas, instituições e processos que determinam como uma sociedade exercita poder, distribui responsabilidades e toma decisões para proteger, gerenciar e restaurar de maneira sustentável ecossistemas, como parte de uma estratégia geral para ajustar ao clima real e esperado e seus efeitos. Orientações para governança e AbE se encontram na publicação "Governança para a adaptação baseada em ecossistemas: Compreendendo a diversidade de atores e a qualidade dos arranjos"⁸⁴.

Acompanhando a etapa de implantação, o ciclo AbE ainda prevê o passo de **monitoramento e avaliação (M&A)**. Este passo tem como finalidade acompanhar a implementação e os resultados das medidas que foram planejadas, seguindo cada uma das etapas anteriores do ciclo para integração da AbE no planejamento. A M&A é vital para entender a extensão do progresso e os objetivos das incertezas, lacunas e barreiras ao progresso no curto e no longo prazo, e deve ser realizada durante toda a vida útil de um projeto de AbE e além. Permite que formuladores de políticas, planejadores e profissionais aprimorem suas operações. A M&A fornece evidências críticas para apoiar o aprendizado sobre o que funciona na AbE, promover investimentos futuros e motivar a aceitação e o envolvimento (por exemplo, pelas comunidades locais). Dessa forma, o monitoramento se refere à coleta sistemática de dados e/ou informações sobre, se as atividades planejadas para implementar uma medida de AbE estão no caminho certo para informar quaisquer ajustes necessários aos processos e objetivos.

A avaliação, por outro lado, refere-se a uma avaliação de se, e quão bem, os objetivos foram alcançados e se as medidas prescritas foram eficazes para reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência em um momento específico.

Para estabelecer um sistema de M&A apropriado e específico ao contexto, os seguintes pontos-chave para a criação de uma estrutura de M&A precisam ser levados em consideração:

1. Qual é o objetivo específico do M&A?
2. Quem deve usar as informações geradas por M&A?

⁸³ GIZ (2019). Emerging lessons for mainstreaming Ecosystem-based Adaptation: Strategic entry points and processes. Autores: Lili Ilieva e Thora Amend. GIZ, Bonn. Alemanha. Disponível em: https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2019/04/giz2019-en-study_Emerging-lessons-for-EbA-mainstreaming_web.pdf

⁸⁴ GIZ (2019). Governance for Ecosystem-based Adaptation: Understanding the diversity of actors & quality of arrangements. Autor: Thora Amend. GIZ, Bonn. Alemanha. Disponível em: <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2019/09/giz2019-en-eba-governance-study-low-res.pdf>

3. Como a informação será divulgada?
4. Quais recursos estão disponíveis?

Além da alocação de recursos suficientes desde o início, o acesso aos dados relevantes também deve ser protegido para permitir um sistema de M&A bem-sucedido. A continuidade dos sistemas de M&A também é uma questão que precisa ser tratada em um estágio inicial, por ex. usando abordagens participativas.

Recomenda-se a leitura das seguintes publicações sobre adaptação e M&A

- Caixa de ferramentas para M&A de adaptação:
<https://www.adaptationcommunity.net/monitoring-evaluation/>
- Resumo de aprendizado da GIZ sobre M&A e AbE:
<https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2018/01/giz2017-en-learning-brief-measuring-success-eba-low-res.pdf>

Na fase de planejamento de medidas AbE, recomenda-se incluir os **critérios de qualificação e padrões de qualidade de medidas AbE** conforme estabelecido pelo grupo de trabalho "Friends of Ecosystem-based Adaptation"⁸⁵. Essa estrutura de avaliação prática é baseada em uma revisão de mais de 30 publicações e ajuda a projetar, implementar e monitorar medidas eficazes de AbE, propondo um conjunto claro de critérios de qualificação, padrões de qualidade e exemplos de indicadores. Baseado na definição de AbE (ver capítulo 2.2) e seus três elementos principais, definiram-se critérios, padrões e indicadores (Figura 9).

Figura 9: Quadro geral de avaliação da qualificação para AbE. (Fonte: FEBA 2017, modificado)



⁸⁵ FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). (2017). Making Ecosystem-based Adaptation Effective: A Framework for Defining Qualification Criteria and Quality Standards (FEBA technical paper developed for UNFCCC-SBSTA 46). Bertram, M., Barrow, E., Blackwood, K., Rizvi, A.R., Reid, H., e von Scheliha-Dawid, S. (autores). GIZ, Bonn, Alemanha, IIED, London, Reino Unido, e IUCN, Gland, Suíça. 14 pp. Disponível em: https://www.adaptationcommunity.net/download/ecosystem-based_adaptation/technical_paper/FEBA_EbA_Qualification_and_Quality_Criteria_ES.pdf

10. Anexo I

Nome	Instituição	E-mail	Telefone fixo	Telefone celular	Área de Atuação
Asher Kiperstok	UFBA	asherkiperstok@gmail.com		(71) 98133 2332	Abastecimento de água e sustentabilidade
Debora de Lima Nunes Sales	UNEB	rededeboranunes@gmail.com	(71)3117 2270		Arquitetura - urbanismo - Pedagogia
			(71)3337 1131		
Luiz Edmundo	UFBA	ledmundo@ufba.br		(71) 99965 4392	Solos e contenções
Uelber Acácio Reis	SECIS	uelberr@yahoo.com.br		(71) 99729 9876	Diretoria - plantio na cidade
				(71) 99166 9299	
Francisco Leal	AUTÔNOMO	fh-leal@hotmail.com		(71) 98882 5207	Projetos de abastecimento urbano de água - Atuação na execução de encostas
Clemente Tanajura	UFBA	cast@ufba.br		(71) 99995 9691	Oceanografia e meteorologia
Gilberto Campos	Codesal	gilcamppos@yahoo.com.br		(71) 98865 6700	Contato enviado por Gabriela Moraes, posteriormente
José Maria Landin	UFBA-GEOFISICA	landim@ufba.br		(71) 99119 5484	Problemas ambientais em zonas costeiras
Juliety Santana	UFBA	juliety.ols@hotmail.com		(75) 99125 9299	Geografia
Karla Andrade	FACULDADE ÁREA 1			(71) 99237 8097	Atuação em projetos em comunidade
Lafayette Dantas Luz	UFBA	lluz@ufba.br		(71) 98787 1211	Engenharia Ambiental
Leana Mattei	AGANJU	Leanamattei@gmail.com		(71) 99670 1337	Empresa Desenv. Social
Marcia Freire	UFBA	mrfreire.2@gmail.com		(71) 99908 7221	Arquitetura
Minos Trocoli	CONCRETA	minos.trocoli@concreta.com.br		(71) 98174 1158	Projetos e execução de contenções

Kelly Regine	UFBA	kleite@ufba.br	(71)3283 6526		Instituto de Biologia
Roberto	LÍDER DA COMUNIDADE PADRE HUGO			(71) 99262 1639	
Nino Goró	LÍDER DA COMUNIDADE BEIRA DIQUE			(71) 98623 4387	
Maria Ângela Cardoso Dange	UFBA			(71) 99974 0551	Arquitetura e paisagismo
Paulo Zangalli Junior	UFBA	pauloczangalli@ga il.com		(71) 999554458	Geografia
Grace Alves	UFBA	gracebalves@gmailc .om		(71) 99254 9833	
Tereza Freire	UFBA	tecafreire@terra.com .br		(71) 98620 1278	Laboratório de clima urbano - Arquitetura
Eduardo Mariano	UFBA	marianon@gmail.co m		(71)99380 2221	Instituto de Biologia
Eduardo Cohim	UEFS	edcohim@gmail.com		(71) 99195 9399	Saneamento
Moacyr Schwab	Consultor Autônomo- Ex-professor da UFBA	moaschwab@gmail. com		(71) 98784 4858	Eng. Civil, especialista em solos e contenções
Andre Cabral	Leva Engenharia	leva.acc@gmail.com		(71) 99106 9354	Execução de obras de Saneamento e pavimentações urbanas
Elio Perroni	CODESAL	elioperrone@globo.c om		(71) 99975 7412	Eng. Civil, responsável pela elaboração dos PAE's
		elio.junior@salvador. ba.gov.br			
Joanna Oliveira Orrico	AVSI	joanna.orrico@avsi.or g.br		(71) 99331 2865	Desenvolvimento Social