



ANÁLISE DE RISCOS E VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS E ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO DO MUNICÍPIO DO RECIFE – PE

RESUMO PARA TOMADORES DE DECISÃO

ANÁLISE DE RISCOS E VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS E ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO DO MUNICÍPIO DO RECIFE – PE

RESUMO PARA TOMADORES DE DECISÃO

OUTUBRO/2019

REALIZAÇÃO:



PREFEITURA MUNICIPAL DO RECIFE

Geraldo Júlio
(Prefeito)

INSTITUTO PELÓPIDAS SILVEIRA

João Domingos Azevedo
(Presidente)

Leta Vieira de Sousa
(Gerente Geral de Sustentabilidade e Resiliência Urbana)

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

José Neves Filho
(Secretário de Meio Ambiente e Sustentabilidade)

Edna Menezes
(Gerente Geral de Sustentabilidade)

SECRETARIA EXECUTIVA DE DEFESA CIVIL

Secretário Cel. Cassio Sinomar
(Coordenador Geral)

Keila Ferreira
(Gerente Geral de Atenção Social/ SEDEC)

WAYCARBON

Melina Amoni
Henrique Pereira
Sergio Margulis
Gregory Pitta
Iana Martins

ICLEI

Igor Albuquerque
Samia Nascimento Sulaiman
Rodolfo Baêso Moura
Ana Vitória Wernke
Rodrigo Perpétuo

Equipe de apoio:

Luiz Roberto de Oliveira

Arte e diagramação:

Flávio Vilela



GERALDO JÚLIO

Prefeito do Recife e Presidente do Comitê Regional do ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade) para a América do Sul.

O Recife é uma das cidades do mundo mais suscetíveis aos efeitos da mudança do clima, pelas suas características geográficas. Portanto, para nós, fazer esse enfrentamento é mais do que uma escolha, que demonstra posicionamento e planejamento na construção de uma cidade melhor adaptada às mudanças climáticas, é também uma necessidade imposta pela natureza.

Aqui, construímos há vários anos uma política efetiva de monitoramento e adaptação da cidade que já resultou no inventário da emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE), no nosso Plano Municipal de Enfrentamento às Mudanças Climáticas, com ações previstas e metas de redução na emissão dos gases, no Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP) e, agora, neste documento de Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife.

O presente trabalho vai ajudar o Recife a ter uma gestão de risco ainda mais eficiente com a avaliação das ameaças específicas a qual a cidade está submetida, e os caminhos para a adaptação da nossa cidade a essa crise. Tudo baseado na coleta de dados e análise científica dos efeitos na cidade. É importante sempre ressaltar que a construção de uma cidade resiliente, adaptada às mudanças climáticas, não garante apenas o efeito direto contra os efeitos no clima, mas uma cidade melhor para todos, com uma infraestrutura urbana sustentável e de maior qualidade.



JAIME HOLGUÍN

Representante do banco de desenvolvimento da América Latina (CAF) no Brasil

Experiências anteriores desenvolvidas pela CAF mostraram que as cidades da região, devido às suas características ambientais e socioeconômicas estão, particularmente, expostas à múltiplas ameaças relacionadas com as mudanças climáticas. Nessa perspectiva, a CAF e a Agência Francesa de Desenvolvimento - AFD vêm implementando a Iniciativa da Facilidade de Investimento da América Latina (LAIF) sobre Cidades e Mudanças Climáticas, um programa que busca direcionar recursos da União Europeia para financiar estágios iniciais de projetos que promovam o desenvolvimento de baixo carbono e resilientes às mudanças climáticas nas cidades da região. A União Europeia, como entidade financiadora da iniciativa, o LAIF, AFD e CAF como entidades executoras, esperam que este documento apoie a discussão sobre cidades e mudanças climáticas no Recife e região. Dessa forma, continuaremos apoiando o município de Recife em sua liderança diante desses desafios.



CORONEL CASSIO SINOMAR QUEIROZ DE SANTANA

Secretário Executivo de Defesa Civil

A cidade do Recife é composta por uma topografia desafiadora, alta densidade demográfica e vem de um histórico de ocupação do território desordenado. Portanto, o plano de adaptação às mudanças do clima contribui como uma importante ferramenta para preparar a cidade a entender seus riscos com base nas ameaças e vulnerabilidades, assim fortalecendo a Defesa Civil para desenvolver um trabalho baseado na resiliência e gestão de redução de risco e desastres.

Foto: Arquivo Pascegi



JOÃO DOMINGOS AZEVEDO

Instituto da Cidade Pelópidas da Silveira

A Análise de Riscos e Vulnerabilidades é um instrumento importante para o planejamento do Recife e será de grande valia para o planejamento urbano sustentável da cidade. No momento em que todo o planeta busca soluções sustentáveis para a adaptação das cidades à mudança climática, o Recife tem o prazer de inaugurar uma nova forma de avaliar suas vulnerabilidades climáticas para que possa fazer seu Plano de Adaptação à Mudança Climática, com embasamento técnico mais preciso e georreferenciado no seu território. Este índice propicia, também, que futuros projetos urbanos considerem sistematicamente as fragilidades no território e atuem diretamente no aumento da resiliência à mudança climática.

Foto: Arquivo ICLEI



RODRIGO PERPÉTUO

ICLEI América do Sul

A Análise de Riscos às Mudanças do Clima da Cidade do Recife aponta para seis principais vulnerabilidades: inundações, deslizamentos, doenças transmissíveis, ondas de calor, seca meteorológica e elevação do nível do mar. Pode-se fazer duas observações acerca do estudo: (i) esses riscos e vulnerabilidades se repetem na maioria das cidades brasileiras, que declaram frequentemente estado de emergência ou calamidade em função de uma dessas ocorrências; (ii) no Recife, essas manifestações ocorrem simultaneamente em diversos pontos do território, elevando a condição do município como um dos mais sensíveis à mudança do clima no mundo.

Que possamos seguir em frente, conferindo escala a este movimento, e colaborando de forma aberta e democrática para que mais cidades possam tomar consciência dos efeitos da mudança do clima em seu território e a sua real possibilidade de ação. Boa leitura!



MELINA AMONI

*Gerente de Risco Climático e
Adaptação na WayCarbon*

O estudo de análise de riscos e estratégia de adaptação frente às mudanças do clima no Recife, coloca a cidade em uma posição de referência no contexto brasileiro para desenvolvimento da agenda climática. Para a WayCarbon, foi um prazer poder participar da elaboração de insumos técnicos que irão apoiar a tomada de decisão e construção da resiliência climática na cidade. Agradecemos a parceria construída com a CAF e todo o engajamento das secretarias que confiaram na competência de conhecimento e inovação do nosso time.



JOSÉ NEVES FILHO

*Secretário de Meio Ambiente e
Sustentabilidade do Recife*

Com base no Índice de Vulnerabilidade Climática, desenvolvido pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife, os aspectos ambientais, sociais e econômicos identificaram áreas de maior vulnerabilidade e risco para a priorização de medidas concretas de adaptação, abordando as dimensões da sustentabilidade para que a cidade possa ser ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável em face dos eventos extremos.

O desenvolvimento integrado e sustentável é uma prioridade da gestão e levado em discussões com líderes de comunidades, grupo técnico multidisciplinar de gestores e em comitê municipal de mudanças climáticas para compartilhar iniciativas e soluções que possam aperfeiçoar modelos de negócios mais sustentáveis, inclusivos, locais e que despontam no Nordeste como importantes alternativas para o crescimento, geração de oportunidades e salto para inovação e desenvolvimento sustentável regional.



Foto: Shutterstock.com



CONTEÚDO

APRESENTAÇÃO	10
ABORDAGEM METODOLÓGICA	14
ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO	17
INUNDAÇÃO	20
DESLIZAMENTO	22
DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS	24
ONDAS DE CALOR	26
SECA METEOROLÓGICA	28
AUMENTO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR	30
OS 10 PRINCIPAIS BAIRROS COM RISCO CRÍTICO E SEUS DESAFIOS PARA O FUTURO	32
CONSTRUINDO RESILIÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO A TOMADA DE DECISÃO	34
INVESTIMENTOS E AÇÕES DE ADAPTAÇÃO REALIZADAS NO MUNICÍPIO DO RECIFE ENTRE 2013 E 2019	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
PRINCIPAIS REFERÊNCIAS	49



Foto: Marco Jose Bastos Silva / Shutterstock.com

APRESENTAÇÃO

A mudança do clima é um dos desafios mais complexos deste século. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) aponta a urgência de desenvolver mecanismos institucionais de ação para a adaptação às mudanças do clima nos ambientes urbanos. Essa necessidade foi reforçada no texto do Acordo de Paris apresentado durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21, 2015) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em que a adaptação aparece como uma questão de premência.

Desenvolver mecanismos institucionais municipais capazes de promover ações de adaptação deve ser prioridade já que os municípios são os primeiros a sofrer e a responder aos impactos climáticos. Por serem as cidades sistemas dinâmicos, as ações de adaptação devem sempre considerar o contexto local. Dessa forma, o ponto de partida para uma gestão de risco assertiva e construção da resiliência climática a longo prazo deve estar baseado no entendimento de um conjunto de ameaças climáticas, além dos elementos de exposição e vulnerabilidade dos diferentes sistemas que compõem um ambiente urbano, para que possam

subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas responsivas e investimentos que minimizem o risco.

Intervenções de adaptação visam reforçar a resiliência do sistema, melhorando a sua capacidade de responder ao estresse do clima e/ou reduzir a sua deficiência física, ambiental e socioeconômica, garantindo, assim, oportunidades adicionais para a sustentabilidade, crescimento e desenvolvimento. Ao longo do tempo, embasadas em projeções de risco, tais ações devem ser pensadas de forma eficiente, proativa e transversal, alinhadas ao planejamento urbano da cidade. Ademais, deve-se destacar o duplo dividendo proveniente destas intervenções, uma vez que investimentos em resiliência permitem não apenas a redução do risco climático, mas também a melhoria das infraestruturas urbanas e da qualidade de vida.

No entanto, ações concretas em medidas de adaptação são incipientes em várias cidades sobretudo àquelas situadas em países em desenvolvimento como o Brasil. Em geral, a maioria das cidades brasileiras apresentam problemas socioambientais associados a padrões

de desenvolvimento e transformação do espaço, pouco planejamento urbano, bem como atraso na implementação de infraestrutura adequada para suportar a aceleração do crescimento urbano e os efeitos das mudanças no clima (BRASIL, 2016).

O município do Recife se insere neste cenário apesar dos esforços empreendidos até o momento. Além disso, o reconhecimento do Recife pelo IPCC como uma das cidades mais vulneráveis à mudança do clima no mundo (IPCC, 2014), ocupando a 16ª posição, impulsiona a busca por adaptação e resiliência cada vez mais eficientes. Devido à condição geográfica, o município é único em relação a combinação da baixa topografia, justapostas às áreas com alta declividade, intensa urbanização, alta densidade demográfica e elevados valores ecológicos, turísticos e econômicos. A Capital do Estado do Pernambuco, está localizada na região Nordeste do Brasil, ocupando uma área de aproximadamente 218 km², sendo a nona cidade mais populosa do país, com aproximadamente 1.637.827 habitantes, segundo estimativas de 2017 (IBGE, 2018).

O papel central da cidade do Recife na região revela que quaisquer impactos que a cidade venha a sofrer em decorrência das mudanças do clima terão profundas consequências na organização, estrutura e economia do seu entorno.

Historicamente, a cidade do Recife sofre com os extremos de precipitação sobre as áreas de ocupação inadequada, infraestrutura de drenagem insuficiente, que, por consequência, levam a ocorrências de inundações e deslizamentos. As altas temperaturas associadas à forte urbanização e ausência de áreas verdes, se traduzem no fenômeno de ilhas de calor intensificado pelo fator da maritimidade, e influenciam no bem-estar e conforto térmico da população. Todos esses problemas podem ser agravados pela alteração no sistema climático, causada pela concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

As tendências do clima futuro indicam um aumento na duração de dias secos, com redução do acumulado de chuva em relação aos dias de hoje. Indicadores referentes a maior precipitação em um dia e acumulada em cinco dias mostram tendências de aumento e recorrência de eventos de inundação e deslizamentos, uma vez que as chuvas serão mais intensas e concentradas em um curto período de tempo. Com o agravamento de eventos extremos associados às mudanças do clima, espera-se um aumento de eventos como alagamentos, intensificação das ondas de calor, maior proliferação de vetores de doenças e o aumento do nível médio do mar, o que torna evidente a urgência em entender os riscos aos quais a cidade está exposta e demonstrar como a cidade irá se adaptar e melhorar sua resiliência atual em cenários futuros de mudanças do clima.

Assim, as instituições multilaterais buscam unir esforços para contribuir com apoio financeiro e técnico. Por essa

razão, o Mecanismo de Investimento para a América Latina (LAIF, por sua sigla em inglês) juntamente com a AFD (Agência Francesa de Desenvolvimento) e a Corporação Andina de Fomento (CAF), assinaram o acordo “Cidades e Mudanças Climáticas na América Latina”, pelo qual trabalham em parceria para promover o desenvolvimento sustentável no nível urbano. Destaca-se a importância da participação e apoio da Prefeitura da Cidade do Recife, em especial da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SMAS), do Instituto da Cidade Pelópidas Silveira (ICPS) e da Defesa Civil.

No Recife, o compromisso público com a agenda de clima vem direcionando esforços desde 2012, quando foi selecionada para ser uma das cidades modelo dentro do projeto Urban LEDS¹, uma parceria entre a ONU Habitat e ICLEI, o que proporcionou o desenvolvimento de um arcabouço técnico, institucional e político, resultando na elaboração da política municipal de mudanças climáticas e sustentabilidade. Na construção deste arcabouço, duas estruturas se destacaram como impulsionadoras da agenda com foco em mitigação. O GECLIMA (grupo técnico multidisciplinar de gestores) e o COMCLIMA (comitê municipal de mudanças climáticas) que concentraram seus esforços no desenvolvimento de instrumentos técnicos para agenda de mitigação entre 2013 e 2016 como parte fundamental do projeto Urban LEDS. No entanto, a observação de que a agenda de adaptação também deveria ser uma das prioridades da gestão municipal permeou os trabalhos dessas duas instâncias desde 2014, quando o Plano de Desenvolvimento

de Baixo Carbono foi desenvolvido. Em um dos setores estruturantes do plano, o desenvolvimento de uma análise de risco climático e a elaboração de uma estratégia de resiliência foram definidos com pontos essenciais da política climática municipal.

Neste contexto, a elaboração dos índices a partir da modelagem climática relacionada às principais ameaças presentes no cotidiano dos recifenses, possibilita oferecer uma resposta às demandas de políticas públicas de onde e como intervir com medidas adaptativas. Isso possibilita o planejamento estratégico territorial e de melhoramento de serviços sociais, direcionando os investimentos de forma mais assertiva e efetiva.

1. Maiores detalhes em: <http://sams.iclei.org/o-que-fazemos/promovemos-a-acao-local/projetos-anteriores/urban-leds.html>

GLOSSÁRIO

ADAPTAÇÃO

Processo de adaptação ao clima e seus efeitos reais ou esperados. Em sistemas humanos, a adaptação procura diminuir ou evitar danos, ou mesmo explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e seus efeitos.

AMEAÇAS CLIMÁTICAS

Ocorrência potencial de um evento natural ou fisicamente induzido pelo ser humano, impacto físico ou tendência a este que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como perdas e danos à propriedade, infraestrutura, meios de subsistência, prestação de serviços, ecossistemas e recursos ambientais. Por exemplo, aumento da temperatura, diminuição/aumento da precipitação, inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor, secas, aumento do nível do mar, etc. Neste relatório, o termo “ameaça” geralmente se refere a eventos relacionados ao clima, impactos físicos ou tendência a estes.

EXPOSIÇÃO

Presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ecossistêmicas, serviços e recursos, infraestrutura ou recursos econômicos, sociais ou culturais em locais e configurações que podem ser afetadas adversamente.

RESILIÊNCIA

Capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais de lidar com um evento, tendência ou distúrbio perigoso, responder ou se reorganizar de modo a manter a sua função essencial, identidade e estrutura e, ao mesmo tempo, manter a capacidade de adaptação, aprendizado e transformação.

VULNERABILIDADE

Propensão ou pré-disposição a ser adversamente afetado. Vulnerabilidade engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou susceptibilidade a danos e falta de capacidade para lidar e se adaptar.

RISCO

Consequência potencial em uma situação em que algo de valor está em jogo e que o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores. O risco é muitas vezes representado como a probabilidade de ocorrência de eventos perigosos ou tendências multiplicadas pelos impactos destes eventos ou tendências ocorrerem. O risco resulta da interação entre vulnerabilidade, exposição e ameaças. Neste relatório, o termo risco é usado principalmente para referir-se aos riscos oriundos dos impactos relacionados às mudanças climáticas.



Foto: Shutterstock.com

ABORDAGEM METODOLÓGICA

O objetivo geral do projeto é a identificação e priorização de medidas concretas de adaptação à mudança do clima a partir da análise de risco climático considerando o horizonte temporal atual e futuro. Objetivo este associado à compreensão dos impactos das mudanças do clima e variabilidade climática na cidade do Recife, sobre os sistemas sociais, econômicos e ambientais. A análise foi realizada ao nível dos setores censitários do IBGE para permitir a tomada de decisão pontual com a identificação de áreas de risco crítico para cada uma das ameaças climáticas aos quais a cidade está exposta.

Foram elaborados índices de risco para as ameaças de: (i) inundação, (ii) seca meteorológica, (iii) ondas de calor, (iv) doenças transmissíveis, (v) deslizamentos e (vi) aumento do nível do mar.

Para cada uma dessas ameaças também foram consideradas as características de vulnerabilidades da população, tidas como uma interação entre a sensibilidade ou suscetibilidade e a falta de capacidade

de lidar com ou se adaptar aos impactos esperados.

O corpo da análise baseia-se nos conceitos apresentados na avaliação de risco do Quinto Relatório de Avaliação IPCC (AR5, 2014). O AR5 enfatiza o conceito de risco, reconhecendo que: (i) uma ampla fração dos impactos são originados por ameaças climáticas; (ii) encoraja esforços para determinar as probabilidades de uma potencial consequência se materializar como parte da análise de risco; e (iii) contribui para a integração de pesquisas e profissionais da Adaptação à Mudança do Clima (AMC) e da Redução de Risco de Desastres (DRR).

Assim, o risco é resultado da interação entre vulnerabilidade, exposição e as ameaças climáticas.

A vulnerabilidade contém uma variedade de elementos, incluindo a sensibilidade ou susceptibilidade a danos e a falta de capacidade para lidar e se adaptar.

Ameaças



Ameaças são ocorrências potenciais de um evento natural ou fisicamente induzido, impacto físico ou tendência a estes que podem causar perdas e danos.

Vulnerabilidade



RISCO

Exposição

▶ A exposição diz respeito à presença das infraestruturas e operações que podem ser adversamente afetadas.

As ameaças climáticas foram modeladas na plataforma MOVE® que possui como entrada todas as variáveis explicativas selecionadas para construção dos índices de risco. Estas, de maneira geral, foram georreferenciadas para torná-las espacialmente comparáveis e agregáveis em um único índice diferenciado por tipo de ameaça climática.

Foi utilizado o modelo climático para o Brasil e elaborado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Modelo Eta-HadGEM2-ES - CPTEC-INPE), considerando o cenário de emissão e concentração de Gases de Efeito Estufa usual (GEE - RCP8.5), por apresentar bom ajuste para a América do Sul (Chou, et al.

2014). O horizonte temporal de análise teve como período de referência de 1976-2005, em relação ao período futuro de 2011-2040 (curto prazo), indo de acordo com o projeto RECIFE 500 ANOS, uma solicitação da Prefeitura do Recife.

Todas as informações utilizadas foram de uso público e disponibilizadas em sua versão mais atual. Para a classificação e apresentação especializada em mapas dos índices de risco foi considerado o método de percentil, dividido em 5 classes categorizadas como muito baixo (0 a 20%), baixo (20 a 40%), moderado (40 a 60%), alto (60 a 80%) e muito alto (80 a 100%).



O MOVE é uma plataforma integrada de avaliação da vulnerabilidade e riscos associados às mudanças do clima, desenvolvida pela WayCarbon.

A plataforma é aplicável em diferentes recortes temáticos e produtivos, em múltiplas escalas e a partir de diferentes cenários climáticos. O modelo produz mapas georreferenciados e estatísticas de base visando suportar o planejamento territorial e setorial por meio de evidências científicas robustas e atualizadas.

Os resultados gerados permitem identificar as principais causas da vulnerabilidade e do risco às mudanças do clima no contexto analisado, informações essenciais para definir e priorizar as estratégias de adaptação, tanto no setor público, quanto no setor privado.

**Detalhes da sua metodologia e aplicações
podem ser encontrados em:
moveonadaptation.com**





ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO

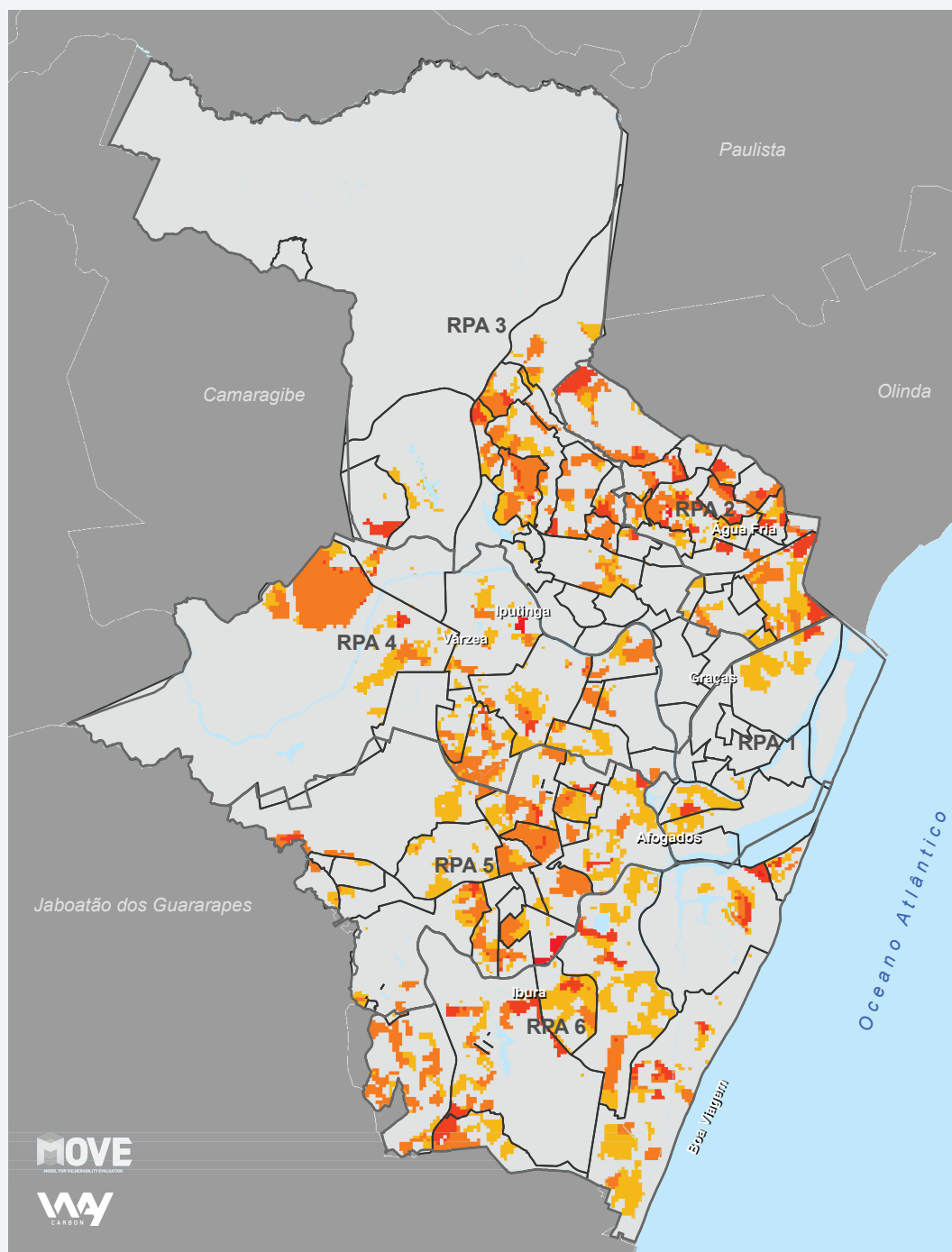
O índice de risco crítico para a cidade do Recife foi calculado com base na metodologia de identificação de áreas críticas desenvolvida pelo Banco Mundial e a Universidade de Columbia - New York (DILLEY, 2005). O índice final considera a sobreposição da ocorrência do risco crítico de cinco ameaças: inundação fluvial, seca meteorológica, ondas de calor, doenças transmissíveis e deslizamentos.

Os fatores que explicam o valor de alto risco são uma combinação das características de alta sensibilidade social, refletida pela precariedade habitacional e baixa capacidade de adaptação, que retratam uma menor resiliência dessas regiões às possíveis perdas e danos associados à mudança do clima. A análise

permitiu identificar as áreas mais críticas do município, nas quais a intervenção deve ser priorizada, auxiliando, assim, a tomada de decisão.

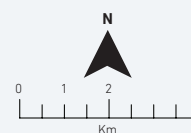
Administrativamente, o Recife é dividido em seis Regiões Político Administrativas (RPAs) compostas, ao todo, por 94 bairros. Assim, as análises foram divididas pelas regiões e apresenta-se o *ranking* dos bairros mais afetados pelo clima devido às futuras consequências de sua mudança. De acordo com os resultados, analisando todos modelos e cenários, existe alto risco principalmente nas RPAs 2, 5 e 6, porém, distribuído de forma não uniforme espacialmente.

RISCO CRÍTICO (Período de referência)



- Incidência de 1 risco
- Incidência de 2 riscos
- Incidência de 3 riscos
- Incidência de 4 riscos
- Abaixo do 90º percentil

- Municípios da região metropolitana do Recife (RMR)
- Município do Recife
- Região Política Administrativa (RPA)
- Bairros do Recife
- Corpos d'água



RISCO CRÍTICO (2011-2040)

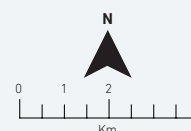
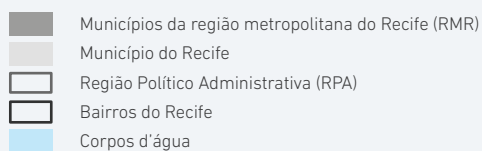
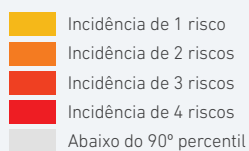
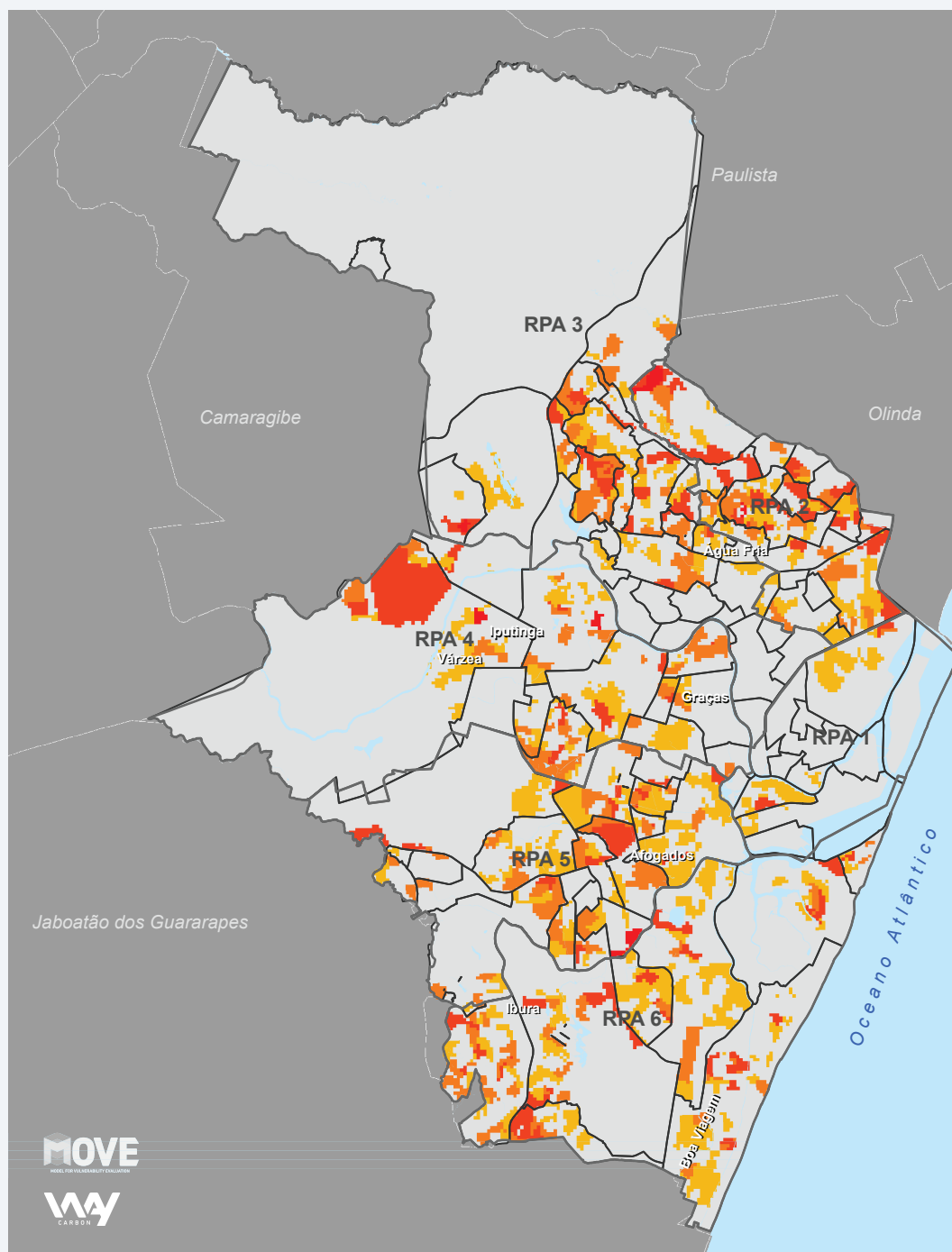




Foto: Shutterstock.com

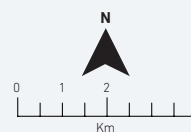
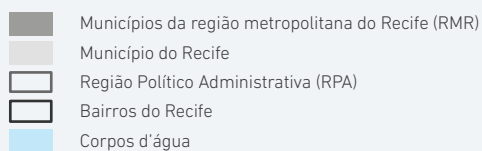
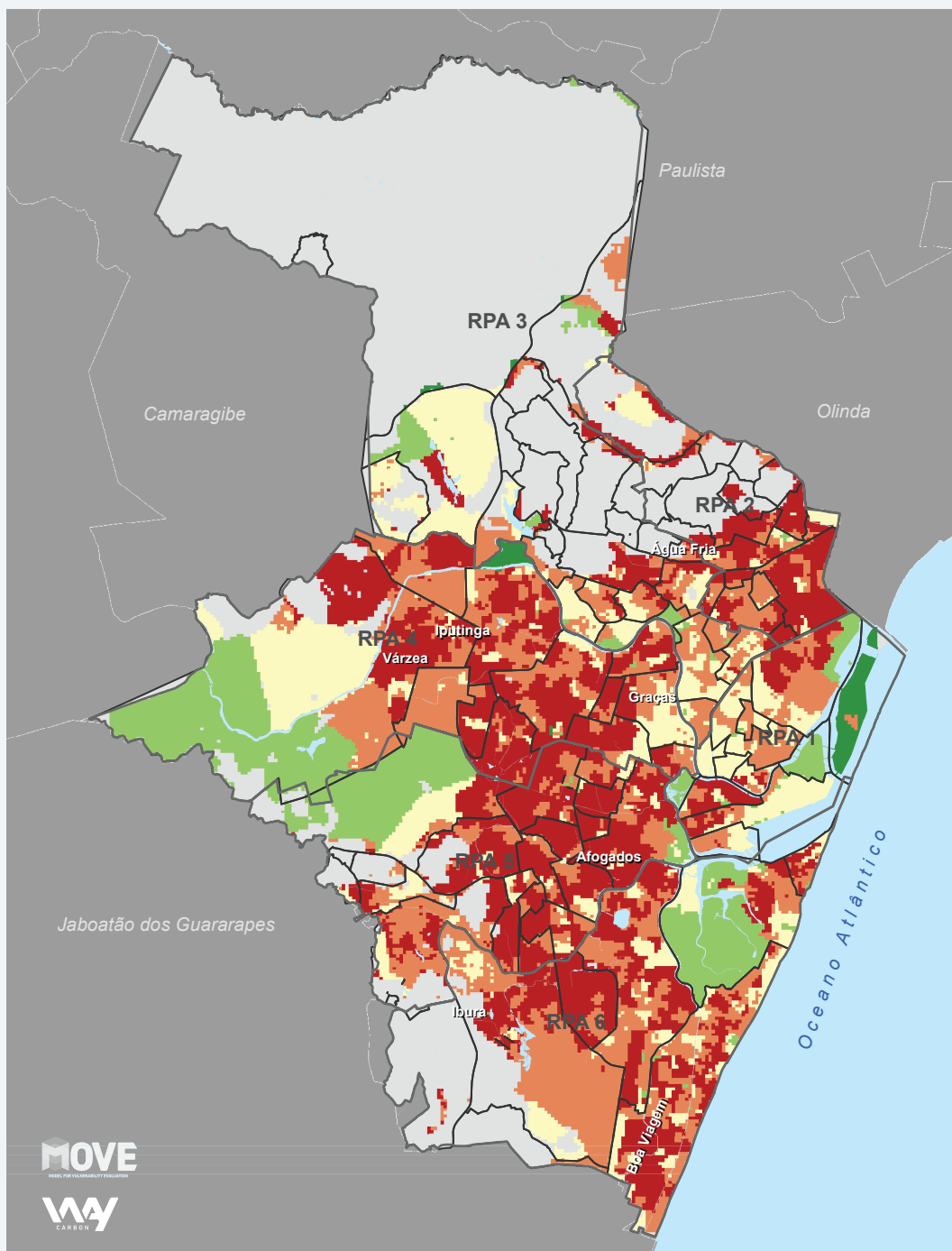
INUNDAÇÃO

Nos ambientes urbanos, as inundações causadas por chuvas intensas são os impactos mais comuns ocasionados por eventos climáticos. No caso do Recife, os problemas relacionados à inundação, datam da época do Brasil colônia a partir do processo de ocupação da planície aluvionar dos rios Capibaribe, Beberibe e Tepijó. Algumas condições geomorfológicas e ambientais contribuem para essa ameaça ser amplamente distribuída, tais como o relevo plano, as baixas cotas de seu território, com altitudes dominantes entre 2,5 a 5 metros acima do nível médio do mar, a rede de drenagem da região, o lençol freático próximo à superfície e aflorante na estação chuvosa.

Observa-se que há um aumento da intensidade da ameaça entre o período de referência e o cenário futuro projetado. Esse aumento reflete, tanto em intensidade quanto em área afetada

(68.44% em relação ao 90º percentil do período de referência). Os altos valores de risco estão concentrados nas regiões centrais do município ao longo do rio Capibaribe, Beberibe e afluentes.

Em relação ao período de referência, ao observar os bairros com a maior incidência de risco de inundação hoje em relação ao futuro, a maioria dos bairros mantém sua posição crítica, como Mustardinha, Campina do Barreto e IPSEP. Ainda assim, vale ressaltar que o *ranking* de bairros críticos, embora justifique atenção, não isenta investimentos nos demais bairros.





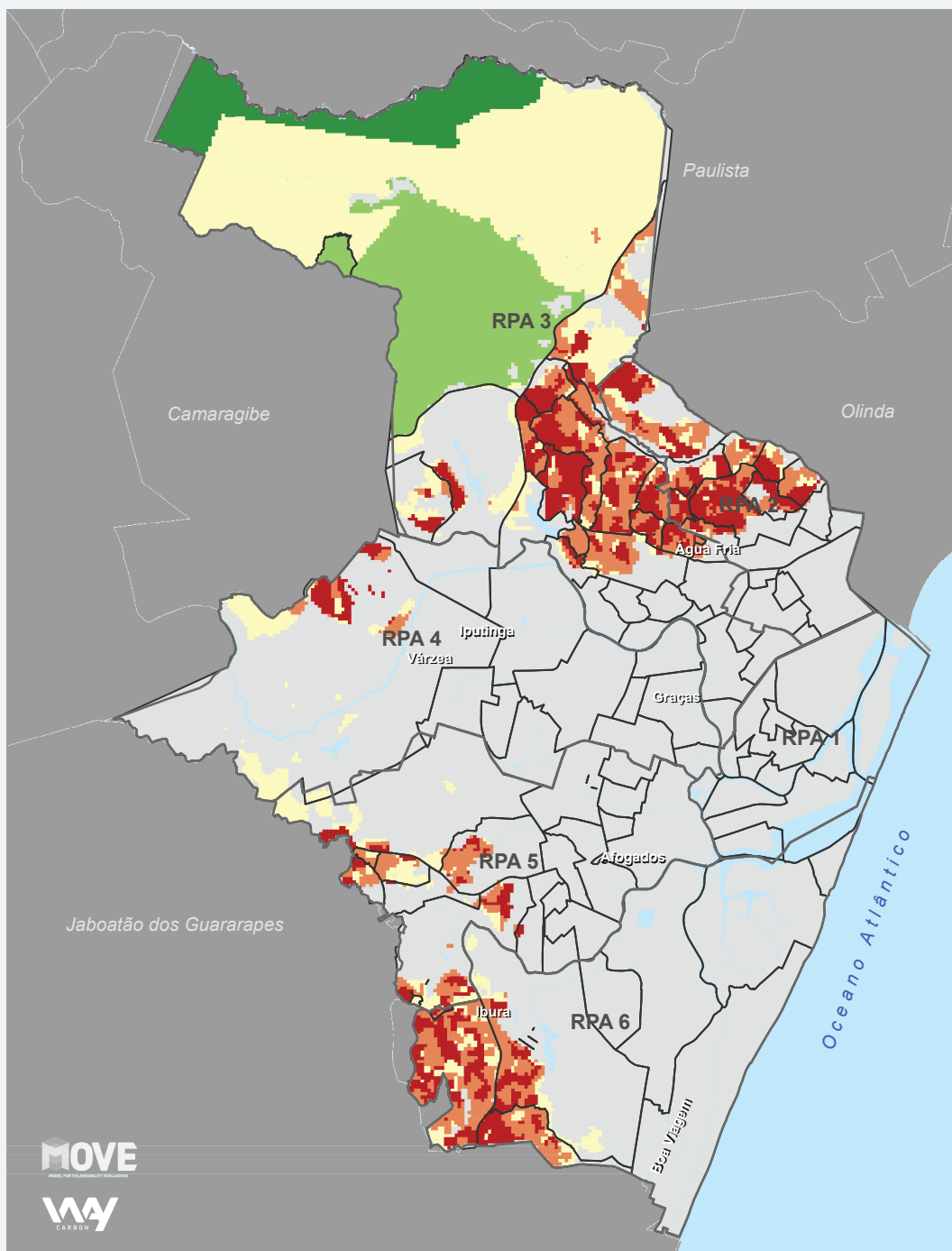
DESLIZAMENTO

A ocupação nos morros do Recife se caracteriza por construções precárias ao noroeste e sul do município. Dado o relevo da região, toda a parte mais elevada do município está sujeita em algum grau à ameaça de deslizamento. No cenário projetado de 2011-2040, há um aumento da intensidade da ameaça de deslizamento. Esse risco se concentra apenas nas regiões com relevo naturalmente mais acidentado (RPAs 2 e 6).

O déficit habitacional, e a densidade demográfica em conjunto com as concentrações de população sensível, especialmente nas Comunidades de Interesse Social (CIS), nas RPAs 2 e 6, são as maiores forças na definição das zonas com risco de deslizamento. O processo de ocupação desordenada de encostas com inclinações elevadas apenas acentua a vulnerabilidade de uma população

Mesmo mantendo a cobertura vegetal, na RPA 3 observamos a elevação da categoria de risco de muito baixo para moderado em boa parte da região (projeção 2040). O aumento em área crítica afetada é de 61.31%, o que implica em dizer que a área, ainda que não acentuadamente expandida, sofre aumento da intensidade da ameaça e eleva os riscos. Nesse cenário, os bairros Sancho e Beberibe destacam como os com maior aumento de risco.

O cenário hipotético da remoção da cobertura vegetal da Área de Proteção Ambiental (APA) Aldeia-Beberibe, torna a ameaça de deslizamento difundida por toda a região da RPA3, evidenciando papel da cobertura vegetal em reduzir a ameaça de deslizamento. Foi possível observar que a ameaça de deslizamentos da região aumenta, porém sem o desenho de ocupação ou projeções populacionais, é impossível afirmar com precisão o aumento do risco, dado que a exposição calculada hoje ainda é muito baixa.



- Muito baixo
- Baixo
- Moderado
- Alto
- Muito Alto
- Risco não aplicável

- Municípios da região metropolitana do Recife (RMR)
- Município do Recife
- Região Política Administrativa (RPA)
- Bairros do Recife
- Corpos d'água

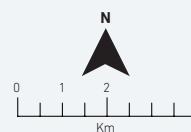




Foto: Sh Hasan Ali / Shutterstock.com

DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS

Dada a capacidade de dispersão dos vetores de transmissão de doenças (considerando o mosquito *Aedes aegypti*), toda a população do Recife está sujeita em algum grau à ameaça de contração das doenças como Dengue, Zica e Chikungunya, compondo um grave problema de saúde pública.

Nesta análise, o clima foi tratado como um fator condicionante para ocorrência do vetor, considerando que a melhor forma de evitar a proliferação das doenças é o combate dos focos de acúmulo de água, que são locais propícios para a procriação do mosquito transmissor da doença.

A incapacidade de adaptação, como baixa renda, acesso precário aos meios de saúde e outras medidas preventivas capazes de reduzir as oportunidades de contato com o vetor também estão refletidas nas regiões de alta vulnerabilidade. No período

de referência para o cenário projetado de 2011-2040, há uma pequena diminuição na ameaça que não se reflete em redução da intensidade do risco, uma vez que não existem barreiras à dispersão do vetor *Aedes aegypti*.

Avalia-se, inicialmente, que pela grande quantidade de córregos e trechos úmidos, campanhas de educação devam focar no correto descarte de lixo, para que, córregos e escoadouros não tenham sua capacidade reduzida que resulta em água estacionária. O combate a focos residenciais de reprodução do vetor tem pouco resultado sem o combate nas áreas públicas e limpeza dos canais e escoadouros.

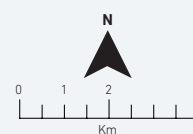
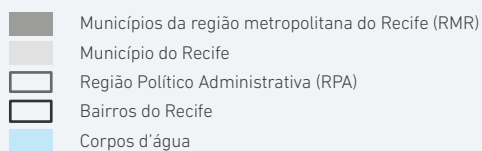
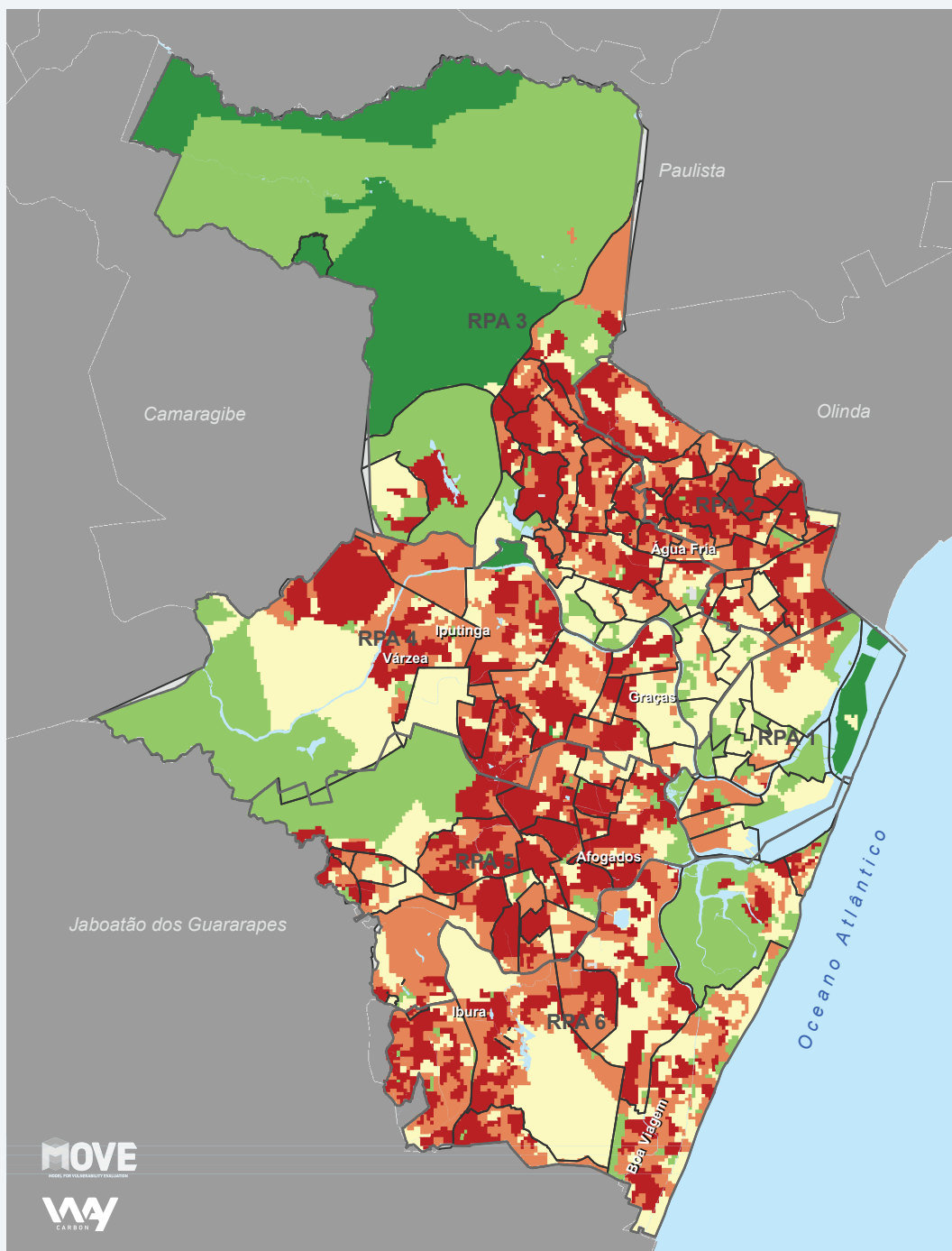




Foto: Shutterstock.com

ONDAS DE CALOR

As ondas de calor derivam de fenômenos meteorológicos de grande escala, contudo, efeitos locais consistem na elevação da temperatura em função dos padrões de urbanização (edificação, impermeabilização/ asfaltamento, quantidade reduzida de áreas verdes, entre outros), de forma que áreas densamente povoadas funcionam como um potencializador dos impactos relativos aos extremos de temperatura. De modo geral, toda cidade está sujeita à ameaça de ondas de calor, porém, essa ameaça diminui conforme se distancia do litoral no sentido do interior e noroeste do município, onde se encontram as áreas com maior concentração de vegetação.

Para definir as zonas com riscos mais elevados, consideram-se fatores que intensificam o risco, como a população sensível (crianças e idosos), especialmente nas áreas com menor arborização. Já sobre a capacidade de adaptação, a renda é um fator especialmente importante, pois possibilita a adoção de tecnologias que permitam adaptar-se à ameaça.

Há um aumento da intensidade da ameaça entre a base histórica e o cenário projetado, o que reflete o aumento progressivo das temperaturas projetadas. A ameaça passa a ser ainda mais intensa na região próxima ao litoral e permeando nas regiões mais centrais e no norte do município, resultando no agravamento na concentração de calor e influenciando no bem-estar e na saúde da população. Ao fazer o recorte das regiões com maior risco, observamos o aumento de 51.16% em relação ao 90º percentil do período de referência.

O aumento progressivo da temperatura poderá impactar a saúde da população em virtude do desconforto térmico e piora na qualidade do ar. Campanhas educativas sobre a importância de não se expor ao sol, manter a hidratação e atenção redobrada com crianças e idosos e, sobretudo, arborizar a região, podem ser medidas de adaptação importantes em relação a essa ameaça.

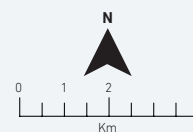
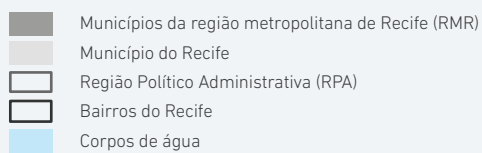
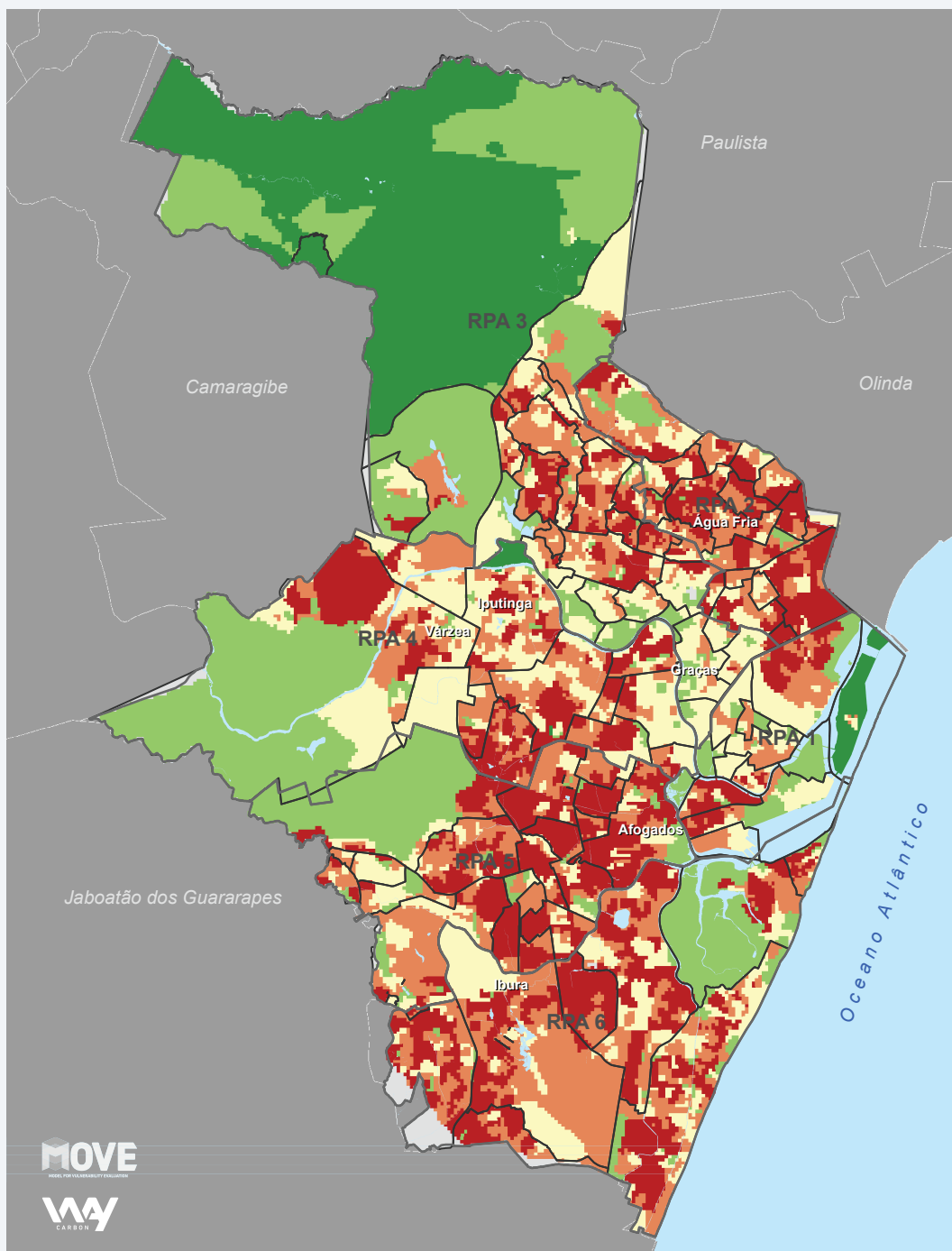




Foto: Shutterstock.com

SECA METEOROLÓGICA

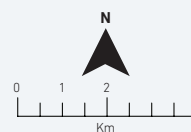
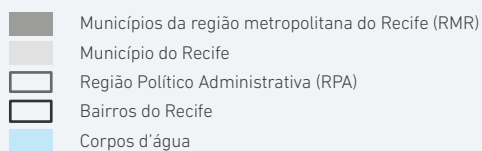
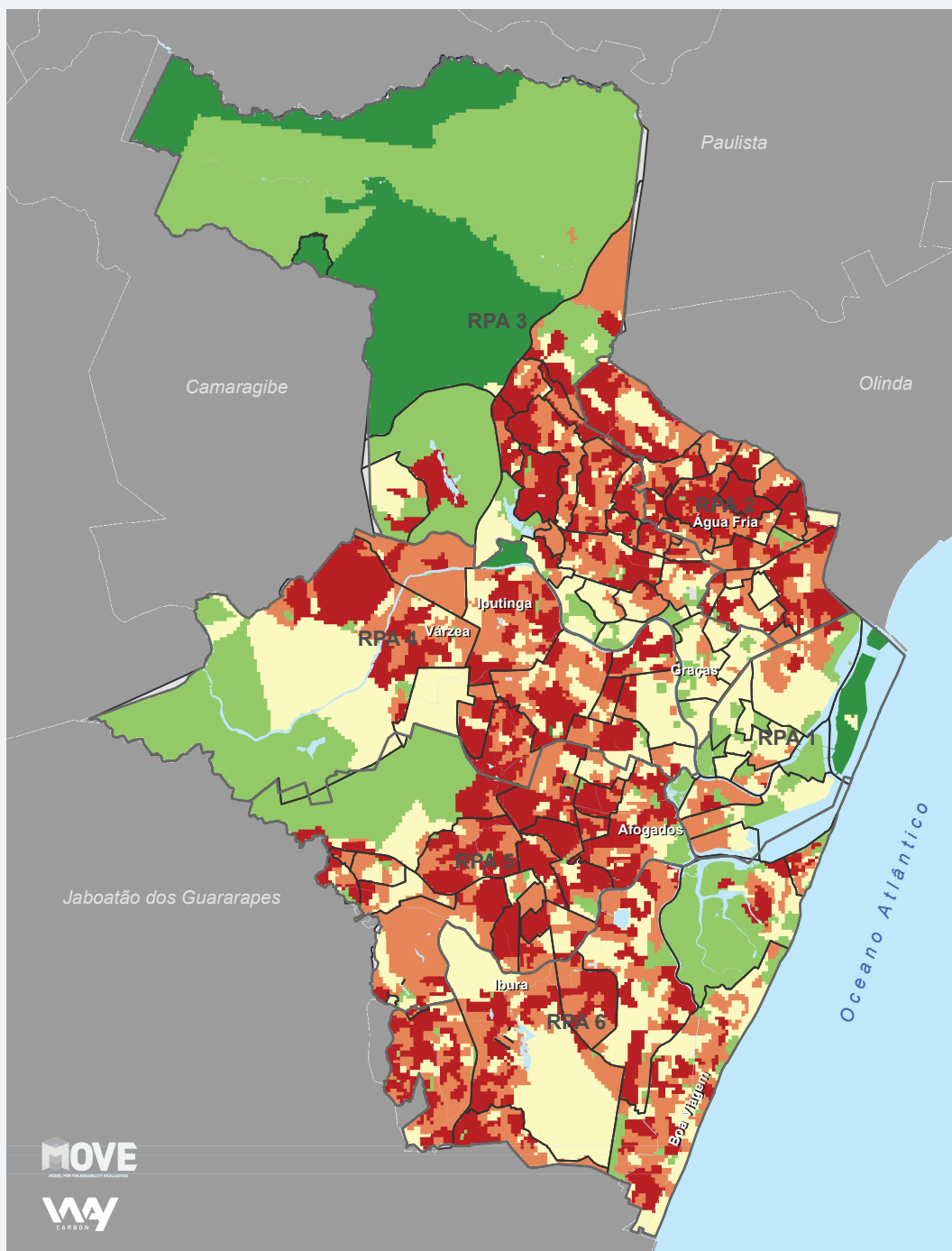
O Recife possui 3 bacias hidrográficas que ocupam todo o seu território. São elas: Bacia do Capibaribe, do Beberibe e do Rio Tejiptió. Entretanto, a oferta de água da Região Metropolitana do Recife é bastante complexa, sendo composta por uma série de sistemas integrados e de sistemas isolados complementares. Em termos de mananciais superficiais, destacam-se as barragens de Tapacurá, Gurjaú e Botafogo. Considerando apenas o município do Recife, existe uma combinação da limitação da resolução dos modelos de projeções climáticas regionais, com a própria extensão do município, que é afetado por eventos de precipitação.

A ameaça de seca meteorológica considerou a ocorrência de falta ou racionamento de água caso a ameaça se concretize por tempo suficiente e, por consequência, como a população poderia lidar com esse impacto, não sendo considerada a gestão ou insipiência na gestão das bacias hidrográficas que atendem a cidade. Assim, assume-se haver capacidade de adaptação nas pessoas com melhores condições financeiras, que poderiam ter

acesso a fontes “particulares” de acesso à água, como por exemplo, na compra de caminhões pipa, não sendo dependentes do sistema público.

Observa-se que há um aumento da intensidade de ameaça entre a base histórica e o cenário projetado. Esse aumento uniforme da ameaça, no entanto, não se reflete em um risco suficientemente grande para mudar a categorização no mapa de riscos. Apenas, ao fazer o recorte das regiões com maior risco, obtemos as regiões em que apresentam os maiores riscos nos cenários de previsão, em que é possível observar o aumento do nível de intensidades de risco.

Os bairros com maior risco (Macaxeira, Alto José Bonifácio, Campina do Barreto e Mustardinha) também apresentam posições elevadas em todos os cenários propostos. Essa situação revela a precariedade social destes bairros, que sempre os coloca em posições altamente vulneráveis e expostas, sendo os bairros mais prioritários para intervenções.





AUMENTO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

Cerca de 11% da população de Recife reside na zona costeira, com destaque para os bairros de Boa Viagem, Pina e Brasília Teimosa.

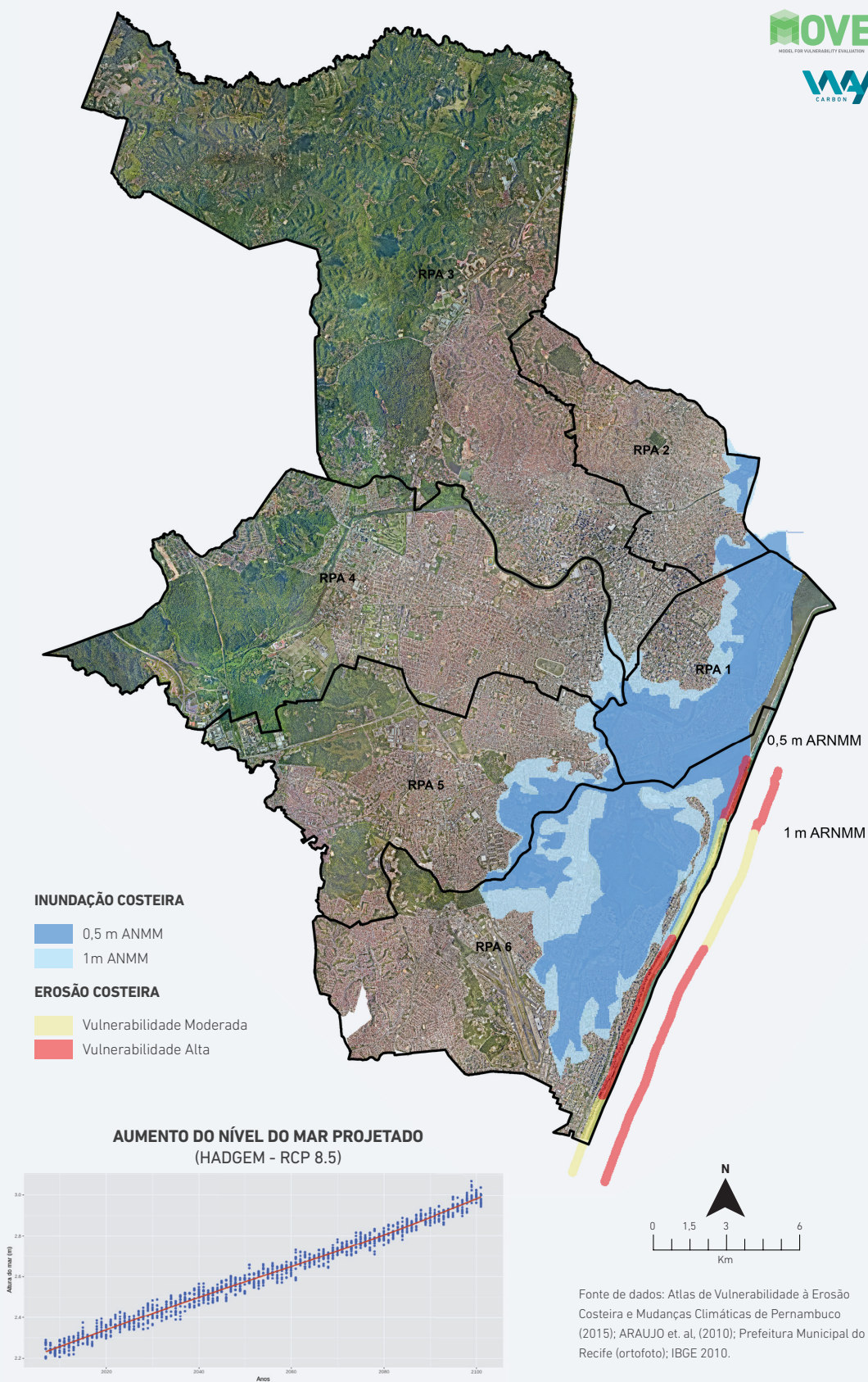
Grande parte da RPA 1, em que estão localizadas importantes infraestruturas econômicas e culturais, também se encontra em alto nível de exposição. Causas antrópicas são adicionadas às características geomorfológicas e contribuem para a intensificação do problema do aumento do nível médio do mar (NMM), como a ocupação ilegítima de florestas de pântanos de água doce, aterros em manguezais, eliminação incorreta de resíduos sólidos e rede de drenagem insuficiente contribuem para a vulnerabilidade à ameaça.

Em Boa Viagem, é possível observar a supressão da vegetação de restinga e a alteração do desenho natural da praia em virtude do processo de urbanização. Os resultados apresentados pelo Atlas de Vulnerabilidade à Erosão Costeira² indicam que a situação em Boa Viagem pode se tornar ainda mais crítica, com o aumento a partir de 1m do nível médio do mar. Em relação a Brasília Teimosa, toda a extensão da faixa litorânea apresenta alta vulnerabilidade à erosão costeira com um aumento médio a partir de 0,5 metros.

Os resultados da modelagem feita por *Costa et al. (2010)* indicam que diante de um aumento do nível do mar na ordem de 0,5m (cenário otimista), é esperado que, pelo menos 25,38 km² da área de Recife constituam zonas potencialmente inundadas. Num cenário crítico de elevação do nível do mar (1m), este valor aumentaria para 33,71 km². A análise da costa como um todo indica que os 81,8% das construções urbanas, que estão a menos de 30 m da linha de costa e em terrenos abaixo de 5m, deverão ser rapidamente atingidas pela mudança no nível do mar atual. O litoral possui 45,7% de sua extensão sob zona de alta vulnerabilidade. Frente aos cenários simulados, aponta-se a necessidade de um planejamento público para mitigação dos futuros impactos.

A alteração nas marés e ressacas, acompanhada do aumento do nível médio do mar em conjunto com fenômenos meteorológicos, como tempestades e ventos intensos, causam grandes impactos. Pequenas alterações no nível médio do mar podem modificar o nível de base dos sistemas fluviais e intensificar o processo de erosão costeira e inundação no Recife. Segundo dados registrados no Porto do Recife para o período de 1946 a 1988, houve uma elevação de 5,6 mm/ano. O diagnóstico aponta um aumento progressivo do nível do mar de aproximadamente 0,01m a cada 5 anos.

2. Atlas de vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas em Pernambuco / Pedro de Souza Pereira ... [et al.]. - Recife: Editora Universitária UFPE, 2015





OS 10 PRINCIPAIS BAIRROS COM RISCO CRÍTICO E SEUS DESAFIOS PARA O FUTURO

A partir da análise dos riscos por ameaça é possível destacar os locais que serão mais afetados pelas mudanças climáticas no cenário projetado 2011-2040. A tabela classifica os bairros com maior risco histórico e no modelo futuro. A partir das regiões que se tornarão mais vulneráveis no curto prazo, o ordenamento pode ser utilizado como instrumento para definir um planejamento temporal de ações de adaptação.

Os bairros ranqueados nas primeiras posições hoje: Macaxeira, Campina do Barreto e Mustardinha são recorrentes com maior risco climático, permanecendo como altamente suscetíveis ao risco climático nas projeções. As principais ameaças climáticas a que esses bairros estão sujeitos são inundações, ondas de calor e doenças transmissíveis. Desta forma, quaisquer ações tomadas hoje em relação à adaptação climática nesses bairros terão

efeitos duradouros e positivos sobre o cenário projetado.

Morro da Conceição, Fundão e Brejo da Guabiraba possuem elevado risco relativo às ameaças de deslizamento, secas e doenças transmissíveis. Esses bairros permanecem entre os primeiros colocados no cenário projetado e, assim como os três primeiros, medidas de adaptação frente às ameaças listadas são medidas sem arrependimento, construindo a resiliência frente às mudanças do clima projetadas.

Novos bairros entram na listagem, que hoje se concentra nas RPAs 2, 3 e 5, evidenciando a expansão das ameaças climáticas e elevado risco também para a RPA 6. O bairro do IPSEP, embora já altamente exposto aos riscos climáticos no cenário atual, apresenta elevado risco de inundação, doenças transmissíveis, ondas de calor e seca.

Os bairros que deixam o *ranking* dos 10 mais críticos, Córrego do Jenipapo e Alto da Santa Terezinha, não deixam de estar entre os mais ameaçados, sujeitos a riscos muito altos de deslizamentos, doenças transmissíveis e secas meteorológicas. Ressalta-se que o ranqueamento serve apenas como medida de auxílio a tomada de decisão, não devendo os demais bairros e regiões serem relegados de investimentos e obras de adaptação.

POSICÃO	HISTÓRICO		MODELO 2011- 2040	
	BAIRROS	RPA	BAIRROS	RPA
1	Macaxeira	RPA 3	Macaxeira	RPA 3
2	Campina do Barreto	RPA 2	Campina do Barreto	RPA 2
3	Mustardinha	RPA 5	Mustardinha	RPA 5
4	Morro da Conceição	RPA 3	Alto José Bonifácio	RPA 3
5	Fundão	RPA 2	Morro da Conceição	RPA 2
6	Brejo da Guabiraba	RPA 3	IPSEP	RPA 3
7	Alto José Bonifácio	RPA 2	Fundão	RPA 2
8	Alto Sta. Terezinha	RPA 2	Torrões	RPA 2
9	Córrego do Jenipapo	RPA 3	Brejo da Guabiraba	RPA 3
10	Torrões	RPA 5	Cacote	RPA 5



Foto: Shutterstock.com

CONSTRUINDO RESILIÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO A TOMADA DE DECISÃO

Existe uma ampla gama de ações de adaptação de acordo com os principais riscos climáticos aos quais uma cidade possa enfrentar. Para ter conhecimento de diferentes opções, foi executado um levantamento sistemático baseado em uma revisão bibliográfica e documental de experiências realizadas no contexto internacional em cidades que enfrentam riscos climáticos semelhantes aos identificados no Recife.

As medidas de adaptação relacionadas aos riscos de inundação, deslizamento, seca meteorológica, ondas de calor, vetores de doenças e aumento do nível do mar, foram mapeadas e apresentadas para especialistas, técnicos e gestores do município e discutidas por membros das comunidades locais. De modo que sugerimos:

MEDIDA DE ADAPTAÇÃO:

Modernização das redes de drenagem existentes

OBJETIVO

Requalificar as infraestruturas de macro e microdrenagem, diminuindo a ocorrência de inundações, deslizamentos e proliferação de vetores de doenças.

DESCRIÇÃO

Medida estrutural que consiste, inicialmente, em identificar problemas no sistema atual, onde ele se encontra sobrecarregado, subdimensionado e/ou deficiente, para posterior requalificação das infraestruturas de macro (ex. galerias e canais) e microdrenagem (ex. bueiros e tubulações de menor diâmetro) por meio da implantação de tecnologias mais eficientes, aproveitando os dados e o corpo técnico existentes para melhoria da gestão atual e futura.

PRINCIPAIS ATIVIDADES

- Hierarquizar as situações por maior complexidade e investimento, conforme as medidas já definidas e cotadas a partir do Plano de Drenagem;
- Selecionar medidas de micro e macrodrenagem a serem implementadas, conforme Plano de Drenagem;
- Pós-implementação, monitorar a eficiência das medidas como feito pela Emlurb.

ALCANCE

RPA 1 - Bairro do Recife

RPA 2 - Campina do Barreto, Fundão, Alto Santa Terezinha, Porto Madeira, Campo Grande, Rosarinho, Torreão

RPA 3 - Morro da Conceição, Alto José Bonifácio, Macaxeira, Córrego do Jenipapo, Brejo da Guabiraba, Vasco da Gama, Alto José do Pinho

RPA 4 - Torrões, Torre, Prado, Engenho do Meio

RPA 5 - Jiquiá, Mustardinha, Estância, San Martin

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES E BARREIRAS

- Possibilita investimento e modernização da rede já existente com tecnologias mais eficientes por meio de diferentes projetos de micro e macrodrenagem, acarretando o enfrentamento das ameaças de inundação, deslizamento e proliferação de vetores de doenças.
- Propicia a diminuição das perdas e danos econômicos, sociais e ambientais, que envolvem impactos em residências e infraestruturas públicas e privadas.
- Apoia o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas do Recife (Lei nº 17511/2008) de modo a incluir a expertise do corpo técnico da EMLURB.
- Por outro lado, tem alto custo, principalmente com medidas de macrodrenagem, que caso não pensada de forma integral, pode apenas transferir o problema de local.
- Trata-se de uma medida técnica de baixa participação e que depende, por vez, do setor privado para sua execução.

MEDIDA DE ADAPTAÇÃO:

Requalificação Urbana (em áreas inundáveis, em áreas costeiras e em áreas de encosta)

OBJETIVO

Requalificar urbanisticamente as áreas de risco com intuito de trazer segurança e possibilitar o enfrentamento de ameaças de inundação e deslizamento.

DESCRIÇÃO

Medida estrutural que busca requalificar as áreas urbanisticamente a partir da implementação de melhorias de infraestrutura urbana e de medidas estruturais (ex. obras de contenção de barreiras), de forma a evitar processos de remoção desnecessários.

PRINCIPAIS ATIVIDADES

Elaborar um diagnóstico e mapeamento de risco identificando áreas prioritárias para receberem obras e melhorias urbanísticas.

- Realizar diálogos com comunidades/bairros afetados, buscando a coerência entre as medidas e a realidade socioeconômica local.
- Avaliar o custo-benefício procurando não realizar remoções desnecessárias
- Implantar e monitorar as medidas executadas.

ALCANCE

RPA 1 - Bairro do Recife

RPA 2 - Campina do Barreto, Fundão, Alto Santa Terezinha, Porto Madeira, Campo Grande, Rosarinho, Torreão

RPA 3 - Morro da Conceição, Alto José Bonifácio, Macaxeira, Córrego do Jenipapo, Brejo da Guabiraba, Vasco da Gama, Alto José do Pinho

RPA 4 - Torrões, Torre, Prado, Engenho do Meio

RPA 5 - Jiquiá, Mustardinha, Estância, San Martin

RPA 6 - Ipsep, Brasília Teimosa, Pina e Boa Viagem

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES E BARREIRAS

- Aplicável para diferentes ameaças (inundação, deslizamento e aumento do nível do mar).
- Tem elevado impacto social porque promove o atendimento da população mais vulnerável, por meio da requalificação das habitações e/ou edificações em áreas de risco com o intuito de trazer mais segurança ao local mantendo a permanência das pessoas onde residem.
- Apoia o Plano Recife 500 anos e pode requalificar o tecido urbano existente.
- Entretanto, é uma medida que necessita de alto investimento, que pode depender do setor privado para sua execução e gerar processos de gentrificação.

MEDIDA DE ADAPTAÇÃO: Revitalização/ Renaturalização de rios e canais

OBJETIVO

Garantir que as áreas de várzea cumpram o papel de controlar as ondas de cheia, diminuindo os efeitos das inundações.

DESCRIÇÃO

Medida de adaptação baseada em ecossistemas que vem sendo difundida e praticada internacionalmente. Permite a recuperação ambiental dos rios urbanos a partir de ações de valorização dos serviços ecossistêmicos.

PRINCIPAIS ATIVIDADES

- Identificar corpos d'água que podem passar por esses processos.
- Levantar os tipos de obras que podem ser executadas (avaliação de custo-benefício).
- Realizar monitoramento e manutenção das obras.

ALCANCE

RPA 4 - Torrões, Torre, Prado, Engenho do Meio

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES E BARREIRAS

- Essa é uma medida baseada na manutenção dos serviços ecossistêmicos das áreas de várzea e taludes marginais frente às inundações e que diminui o processo de assoreamento nos canais.
- Favorece a criação de parques lineares, aumento da biodiversidade e conforto ambiental, com a possibilidade de ressignificação dos recursos hídricos e de usos urbanos, com elevado impacto socioambiental.
- Apoia do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas do Recife, e o Plano Recife 500 anos.
- Entretanto, é uma medida de longo prazo para sua implantação, que precisa da regularização dos sistemas de descarte de efluentes e de alto investimento.
- Ainda para sua aplicação, possivelmente, será necessário executar remoções de moradias.
- A melhora da qualidade ambiental também pode gerar processos de gentrificação.

MEDIDA DE ADAPTAÇÃO:

Fomentar o Plano de Arborização da Cidade do Recife

OBJETIVO

Aumentar a permeabilidade do solo e trazer maior conforto ambiental, enfrentando as ameaças de inundação, onda de calor e retenção das águas de chuva como um “tanque de retardo”.

DESCRIÇÃO

Medida de adaptação baseada em ecossistemas que consiste no fomento ao Plano de Arborização do Recife (Lei Municipal nº 16.680/2001) que tem por objetivo a proteção e ampliação das áreas verdes da cidade.

PRINCIPAIS ATIVIDADES

- Criar um grupo de trabalho com diferentes atores (sociedade, poder público, setor privado) integrando com Fórum Pernambucano e Comitê Estadual de Política Florestal.
- Atualizar e fomentar o Plano de Arborização por meio do levantamento de experiências positivas e negativas de sua implementação nos últimos anos.
- Incorporar ao Plano de Arborização padrões a serem seguidos que garantam o componente de adaptação climática.
- Priorizar a recuperação de áreas verdes já existentes na cidade, para posterior ampliação.
- Traçar uma estratégia de monitoramento e manutenção das ações advindas do Plano.

ALCANCE

RPA 3 - Morro da Conceição, Alto José Bonifácio, Macaxeira, Córrego do Jenipapo, Brejo da Guabiraba, Vasco da Gama, Alto José do Pinho

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES E BARREIRAS

- O plantio de árvores favorece o aumento da permeabilização do solo, diminuindo a carga hídrica sobre a drenagem urbana, e atenua a incidência de ilhas de calor, melhorando o conforto ambiental.
- É apoiada legalmente e contribui com o Plano Recife 500 anos e favorece a requalificação de áreas pública e aumento da biodiversidade local.
- Por outro lado, há riscos de quedas de árvores provocando danos diversos, sendo necessária a manutenção e acompanhamento do plantio, uma tarefa complexa levando em conta a extensão da cidade.

MEDIDA DE ADAPTAÇÃO:

Monitoramento e redução da disposição de resíduos em encostas e planícies inundáveis

OBJETIVO

Atenuar os problemas relacionados ao descarte de resíduos sólidos em local inadequado que podem gerar problemas diversos, como a sobrecarga em barreiras e acúmulo de água, entupimento de sistemas de drenagem e a proliferação de vetores de doenças.

DESCRIÇÃO

Medida não estrutural que auxilia no enfrentamento de distintas ameaças, visando desde a organização de campanhas de educação ambiental até a ampliação do sistema de coleta.

PRINCIPAIS ATIVIDADES

- Realizar diagnóstico com os pontos recorrentes de descarte inadequado para priorização de atendimento
 - Articular a Emlurb com secretarias de Educação, Meio Ambiente, Defesa Civil e Saúde
 - Organizar campanhas e projetos de educação ambiental
 - Instalar infraestruturas e ampliação do sistema de coleta comum e de recicláveis.
-

ALCANCE

RPA 2 - Campina do Barreto, Fundão, Alto Santa Terezinha, Porto Madeira, Campo Grande, Rosarinho, Torreão

RPA 3 - Morro da Conceição, Alto José Bonifácio, Macaxeira, Córrego do Jenipapo, Brejo da Guabiraba, Vasco da Gama, Alto José do Pinho

RPA 5 - Jiquiá, Mustardinha, Estância, San Martin

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES E BARREIRAS

- Pode ser aplicada para as ameaças de deslizamento, inundação e proliferação de vetores de doenças, apoiando programas de educação ambiental e articulando diferentes secretarias numa gestão compartilhada (poder público e população) buscando diferentes alternativas.
- Esta medida objetiva, também, aumentar a eficiência do sistema de coleta e disposição final de resíduo.
- No entanto, a ampliação do sistema atual precisa de investimento financeiro.
- Além disso, há necessidade de acompanhamento da medida, no sentido de garantir um trabalho contínuo de educação ambiental que deve ser pautado em uma participação efetiva da população.

MEDIDA DE ADAPTAÇÃO: Universalização e modernização do Sistema de Esgotamento Sanitário

OBJETIVO

Reduzir focos de proliferação do *Aedes aegypti* (mosquito transmissor da dengue, chikungunya e zika) e outras doenças de veiculação hídrica, bem como reduzir água superficial que pode deflagrar e amplificar ocorrências de deslizamentos e inundação.

DESCRIÇÃO

Medida estrutural para universalização e modernização do Sistema de Esgotamento Sanitário.

PRINCIPAIS ATIVIDADES

- Realizar diagnósticos técnicos para ampliação do sistema de coleta e tratamento.
- Identificar fontes de financiamento municipal, estadual, federal e parcerias público-privadas.
- Avaliar capacidade técnica e recursos humanos da COMPESA.

ALCANCE

RPA 2 - Campina do Barreto, Fundão, Alto Santa Terezinha, Porto da Madeira, Campo Grande, Rosarinho, Torreão

RPA 3 - Morro da Conceição, Alto José Bonifácio, Macaxeira, Córrego do Jenipapo, Brejo da Guabiraba, Vasco da Gama, Alto José do Pinho

RPA 4 - Torrões, Torre, Prado, Engenho do Meio

RPA 6 - Ipsep, Brasília Teimosa, Pina e Boa Viagem

ANÁLISE DE OPORTUNIDADES E BARREIRAS

- A medida é uma demanda de requalificação da infraestrutura urbana prevista como caminhos estratégicos no Plano Recife 500 com impactos positivos para a melhoria na saúde pública e ambiental como um todo, com a redução dos casos de dengue, chikungunya e zika e outras doenças de veiculação hídrica, melhoria da qualidade de corpos hídricos e do nível freático, com benefício direto aos mais vulneráveis.
- No entanto, Recife apresenta alta complexidade da gestão hídrica do meio físico: baixas cotas altimétricas, a relação com o nível do mar, áreas planas, nível freático próximo à superfície e aflorante na estação chuvosa, influência dos níveis da maré. Contexto que demanda elevados investimentos em infraestrutura e alocação de equipe técnica capacitada, ação de longo prazo, com necessidade de contratação de empresas privadas que podem atuar de forma fragmentada, com obras pontuais, distribuídas de forma desigual, sem atendimento dos mais vulneráveis, bem como restringir-se à ampliação do sistema de coleta, sem a modernização da rede existente ou construção de estações de tratamento.



Foto: Shutterstock.com

INVESTIMENTOS E AÇÕES DE ADAPTAÇÃO REALIZADAS NO MUNICÍPIO DO RECIFE ENTRE 2013 E 2019³

Recife é uma cidade plana e se encontra a cerca de 2,5 a 5 metros acima do nível do mar. Dessa forma, apenas a elevação da maré pode vir a ser o suficiente para a ocorrência de alagamentos, sobretudo à beira mar. O aumento no volume de precipitações agrava o quadro e eleva o quantitativo deste tipo de ocorrência. Portanto, ações como a expansão da cobertura vegetal por meio do replantio de árvores como consequentemente aumento no percentual de áreas permeáveis na cidade, além de altos investimentos em infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais pautadas pelo Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas combinadas com a Lei do Telhado Verde e reservatórios de retenção, cooperam com o aumento da capacidade

de recebimento do sistema de drenagem público, tornando-o mais eficaz, mitigando a ocorrência de alagamentos.

Para os serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbana são destacadas 637 pessoas dentre profissionais terceirizados e de mão de obra da própria prefeitura. A fonte de custeio são os recursos do orçamento geral do município, operando com uma receita total dos serviços na ordem de R\$ 25.289.864,36 no ano de 2018. O investimento neste mesmo ano foi de R\$ 2.708.667,20.

Diante da observação dos impactos dos deslizamentos em regiões de encosta e morros da cidade, o município investiu R\$ 7.535.493,42 em geomantas em diversos

³. Todos os dados foram obtidos com as respectivas Secretarias e Empresas Públicas por meio de correspondência eletrônica a elas direcionadas.

bairros da cidade sob a coordenação da Secretaria de Defesa Civil entre 2013 e 2016. Outras parcerias da SEDEC no mesmo período somam R\$ 1.921.967,61.

Além da alocação de investimentos e manutenção da rede de drenagem a limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos, manutenção e/ou recuperação de sarjetas, limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, bem como de bocas de lobo e poços de vista complementam o rol de ações responsivas às características físicas e geográficas do município que impedem o escoamento natural das

águas pluviais e do mar. *Pan passu*, a dragagem ou desassoreamento de canais abertos, a manutenção preventiva de estações elevatórias, a dragagem, desassoreamento e/ou limpeza de lagos e reservatórios de retenção auxiliam no funcionamento sistêmico da drenagem urbana municipal.

Há um programa permanente de limpeza dos corpos d'água, com micro e macrodrenagem. Anualmente, o município investe R\$6,6 milhões em macrodrenagem e R\$15 milhões em macrodrenagem.

PROGRAMA	TIPO DE INTERVENÇÃO	BAIRROS	VALOR INVESTIDO (2013 A 2019)
Capibaribe Melhor	Pavimentação e Drenagem	Monteiro	R\$ 15.166.409,62
	Despoluição de Canais	Ipatinga	R\$ 26.103.752,47
Fundo PREZEIS	Pavimentação	Afogados	R\$ 237.789,80
Morro Recife	Aplicação de Gel nos Morros	Diversos	R\$ 1.454.752,00
	Aluguel de Equipamentos	Diversos	R\$ 103.447,84
	Cobertura em Morros	Diversos	R\$ 3.217.745,76
	Consultoria Técnica	Diversos	R\$ 3.936.854,91
	Contenção em Áreas de Risco	RPA 3 e RPA6	R\$ 5.989.701,37

Morro Recife	Contenção em Áreas de Risco	Vasco da Gama	R\$ 459.430,54
		Ibura	R\$ 459.939,83
		Várzea	R\$ 418.675,14
	Contenção em Setores de Risco	RPA 6	R\$ 7.455.296,90
		RPA3, RPA4 e RPA6	R\$ 13.970.112,86
		RPA2, RPA3 e RPA4	R\$ 3.372.938,45
		RPA2	R\$ 745.784,91
		RPA2 e RPA3	R\$ 712.218,74
		RPA3 e RPA6	R\$ 832.802,10
	Execução de Obras de Contenção	Ibura	R\$ 299.903,81
	Pavimentação	Diversos	R\$ 20.645.003,74
		Beberibe e Brejo da Guabiraba	R\$ 3.082.290,03
	Serviços Complementares de Risco em Encostas	RPA3 e RPA6	R\$ 6.022.736,99
Requalificação Cursos D'Água	Urbanização e Revestimento	Bacia Capibaribe	R\$ 2.481.604,68
	Execução de Obras de Canal	Jardim São Paulo	R\$ 9.315.708,40

Requalificação de Cursos D´Água	Complementação de Obras de Canal	Estância	R\$ 10.244.825,53
		Parnamirim	R\$ 86.758,03
	Revestimento de Canal	Ibura	R\$ 29.47.314,89
		Ilha Joana Bezerra	R\$ 12.678.323,62
Sistema Viário	Construção de Muro	Bongi	R\$16,904.71
	Implantação de Corredor Exclusivo para Ônibus	Diversos	R\$ 9.585.058,41
	Pavimentação	Jardim São Paulo	R\$ 4.163.640,91
		Boa Viagem	R\$ 16.509,77
		San Martins	R\$ 50.873,66
		Diversos	R\$ 2.933.809,31
		Imbiribeira	R\$ 505.042,18
		Diversos	R\$ 1.291.045,02
		Guabiraba	R\$ 3.802.940,07
		Ilha Joana Bezerra	R\$ 1.207.074,35
	Requalificação de Passeios Públicos	Diversos	R\$ 21.889.889,11
		Graças	R\$ 625.117,90
TOTAL INVESTIDO ENTRE 2013 E 2019: R\$ 225,057,028.36			

O monitoramento é permanente e busca avaliar e solucionar questões das áreas mais vulneráveis da cidade. Nesse aspecto, dos 177 pontos críticos de inundação, nos últimos anos 90 deles foram solucionados por meio de um investimento de R\$ 22 milhões.

Nas questões relacionadas à erosão costeira, a Prefeitura realizou e mantém o enrocamento do Bairro Boa Viagem, com um investimento anual de 1,5 milhões e 2400m de extensão. O enrocamento bloqueia a erosão costeira, evitando que chegue à avenida de Boa Viagem.

Como já referido, a Lei de Telhados Verdes e Reservatórios de Retenção, Lei Municipal nº 18.112 promulgada em 2015, vem contribuindo sensivelmente para a redução de carga a ser depositada na rede de drenagem pluvial. A lei possibilitou a anuência de construção de 88 grandes empreendimentos fazendo com que 2.000m³ deixem de ser lançados diretamente no sistema público.

Os tanques de retardo também são de grande valia no que diz respeito à diminuição de entrega de água na rede de drenagem pública. Por isso a cidade construiu dois grandes tanques de retardo: um no Bairro Santo Elias, com capacidade de retardo de 201m³; outro no Bairro Geraldão, com 350m³ de capacidade. Há ainda, o sistema de bombeamento de água na Avenida Recife, também fundamental para a redução de áreas alagáveis na cidade.

O aumento da cobertura vegetal do município, por meio do plantio de 56.624 árvores no período compreendido entre

2013 e 2019, auxilia no potencial de recarga hídrica devido ao incremento de área permeável. O aumento do número de árvores no município nesse período foi significativo: 40%, garantindo não só permeabilização de terreno, mas também a purificação do ar, sombreamento, redução das temperaturas em ilhas de calor e retenção de água em suas copas, formando quase que um tanque de retardo natural. Para 2019, estão previstos o plantio de mais 10.773 árvores.

Destaca-se ainda que as árvores plantadas são escolhidas prioritariamente entre as nativas da Mata Atlântica, contribuindo assim para o restabelecimento da vegetação nativa da região. Ações como a “Maratona Verde”, cuja meta em 2019 foi o plantio de 10.000 mudas no período de uma semana, estimulam a participação da população recifense criando um comprometimento com a adaptação às mudanças do clima.

Ações de modificação de espaços urbanos, incremento de equipamentos e infraestrutura, bem como a valorização dos serviços ambientais prestados pelas áreas verdes municipais devem ser acompanhadas de ações em todas as Secretarias da Prefeitura, para que a adaptação se dê de forma holística. Neste sentido, a Secretaria de Saúde do Recife realiza Ações Educativas⁴ para a mitigação/contenção das doenças chamadas de tropicais como a Dengue, Chicungunya, Febre Amarela e Zika, que se potencializam com o aumento das temperaturas.

As ações educativas incluem o treinamento sobre Controle Biológico do *Aedes aegypti* com a participação da área técnica do

4. Entre 2017 e 2019 foram mais de 4.057 ações.

controle vetorial da Secretaria de Saúde e o treinamento para atualização do uso de bomba de Ultrabaixo Volume, que são equipamentos utilizados na borrifação de caldas para a contenção da proliferação de vetores. O treinamento é concedido aos Agentes de Saúde Ambiental e Controle de Endemias do Recife – ASACES, pois são estes agentes que realizam as inspeções nos imóveis e visitas em pontos estratégicos da cidade⁵.

O recolhimento de pneus inservíveis e a realização de mutirões para o controle do mosquito *Aedes aegypti* também fazem parte do combo de ações para a adaptação da cidade. Entre os anos de 2017 e 2018 foram recolhidos mais de 120 mil pneus no Município do Recife.

A implantação da Brigada Ambiental em 1999 marca o início da capacitação de voluntários das mais variadas instituições públicas e privadas para atuar na prevenção e controle do mosquito *Aedes aegypti*. O ponto alto de mobilização da Brigada é o “Dia D de Combate ao Mosquito, momento em que são realizadas ações educativas e de prevenção com toda a população. Atualmente o número de brigadas implantadas é de 130 e os brigadistas treinados somam 823. Também há plantões em finais de semana com o objetivo exclusivo de combate ao mosquito *Aedes aegypti* ⁶.

Com o projeto “Mosquito Estéril”, o Recife se destacou, em 2017, como a primeira cidade do mundo a implantar um projeto inovador no controle do *Aedes aegypti*. Em parceria com a Biofábrica Moscamed e a Agência Internacional de Energia Atômica e a

Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), foi lançado o projeto que utiliza insetos estéreis e insetos incompatíveis como formas de controle populacional do mosquito. A Secretaria de Saúde promove ainda intercâmbio científico com instituições nacionais e internacionais como o Projeto de monitoramento do *Aedes aegypti* através de Ovitrapas⁷, compartilhado com pesquisadores da John Hopkins University.

Em 2018 foi inaugurado o Centro Emergência de Mosquitos Estéreis de Recife – CEMER, espaço projetado para a produção de mosquitos em massa com o objetivo de reduzir a população de mosquitos silvestres. Para continuidade do processo, neste ano de 2019 iniciou-se o processo de estabelecimento das colônias, o planejamento, e a mobilização social para o início da liberação no ambiente.

Ainda com o objetivo de erradicar as doenças tropicais, a Prefeitura do Recife iniciou em 2017 o Projeto Arboalvo que se instrumentaliza com a realização de encontros com os componentes estratégicos de fomento (Epidemiológico, Entomológico, Territorial, Geoprocessamento, Educacional e Estatístico), com participação dos gestores municipais e suas respectivas equipes técnicas a fim de definir uma proposta metodológica de estratificação de áreas de risco para dengue, chikungunya e zika em cidades endêmicas brasileiras.

O Programa de Saúde Ambiental Digital – PSAm Digital, inovou a entrega de serviços de saúde e conta com quatro frentes de ação: um *Aplicativo* utilizado por Agente de Saúde Ambiental que possibilita o registro em campo com captura de

5. Em 2018 e 2019, os ASACES realizaram 2.613.258 inspeções em imóveis e 30.786 visitas em Pontos Estratégicos.

6. Nos anos de 2018 e 2019 foram realizadas 2.100 inspeções em Pontos estratégicos para a proliferação do mosquito, e 8.711 inspeções em imóveis residenciais, só nos plantões.

imagens e georreferenciamento da ocorrência; um *Software de Retaguarda* para armazenamento dos registros, realização de roteirização e da consolidação de dados bem como permite a alimentação do Sistema Nacional de Controle da Dengue - SisPNCD; *Painéis de BI*, que permite gerar e consultar gráficos, realizar análises e predições, georreferenciamento e consulta de indicadores; e um *Software de Gestão de Dispositivos Móveis*, que permite o controle dos dispositivos, a supervisão dos Agentes, a comunicação rápida entre eles, bem como a realização de treinamento e apoio.

Para além das ações de transformação e incremento de infraestrutura de drenagem, plantio de árvores e de prevenção das doenças tropicais, a Prefeitura do Recife, por meio da Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana – EMLURB⁸, conta também com atendimento direto aos cidadãos por meio de uma central telefônica que recebe as demandas da população relacionadas às questões de adaptação. O envolvimento dos recifenses no processo de transformação da cidade multiplica a fiscalização, ajuda na implementação dos programas e os conscientiza sobre a importância do papel do cidadão no estabelecimento de mudanças positivas no território.

7. São simulacros do ambiente perfeito para a procriação do *Aedes aegypti*: um vaso de planta preto é preenchido com água, que fica parada, atraindo o mosquito. Nele, os pesquisadores inserem uma palheta de madeira, que facilita que a fêmea do *Aedes* coloque ovos. (Fonte: FIOCRUZ, 2019. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/3956>, acesso em 27/09/2019, às 10:00h).

8. Entre 2013 e 2019 foram realizados 167 atendimentos para a elaboração de projetos e serviços de recuperação de drenagem, 898 de ações educativas, palestras e sinalizações sobre descarte de resíduos, 695 sobre implantação de coleta seletiva, pontos de entrega voluntários (PEVs), contenedores e papelarias, 1.218 pedidos de plantios de árvores, 18.344 pedidos de limpeza de cauletas (microdrenagem) e 1.223 serviços limpeza de canais e trechos (sistema de macrodrenagem).

INSTRUMENTOS DE GESTÃO PÚBLICA

- ▶ Desenvolvimento do Plano de Adaptação às Mudanças do Clima de modo participativo com os setores da sociedade e levando em consideração os resultados do presente estudo de risco climático;
- ▶ Alinhamento do plano de adaptação às Mudanças do Clima com o Plano Diretor do Município e demais instrumentos de gestão;
- ▶ Quantificação e publicação dos benefícios financeiros decorrentes dos danos evitados por meio de adoções de medidas de adaptação às Mudanças do Clima;
- ▶ Transparência sobre as medidas de adaptação às mudanças do clima implementadas na cidade;
- ▶ Monitoramento periódico da variação do risco climático no município;
- ▶ Análise conjunta dos impactos das mudanças do clima nas cidades pertencentes a Região Metropolitana de Recife, de modo a buscar soluções integradas;
- ▶ Análise da disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas que abastecem a cidade do Recife, considerando os potenciais impactos das mudanças climáticas e das demandas futuras de consumo de água.



Foto Shutterstock.com

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife contextualiza e apoia a retomada do Urban LEDS, estratégias de desenvolvimento urbano de baixo carbono, cuja cidade do Recife foi modelo na primeira fase. A segunda fase pressupõe a aceleração da ação climática por meio da implementação do Plano de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa, documento desenvolvido em parceria com o ICLEI para o combate às mudanças do clima. O conteúdo aqui trazido, sobretudo no que tange às questões de adaptação, se constituem calçamento e baliza para esta nova fase de ação do Urban LEDS.

Nesta mesma esteira, as análises poderão auxiliar na pavimentação dos estudos setoriais, como o de mobilidade e habitação, que serão desenvolvidos pela

Agência Recife para Inovação e Estratégia – ARIES, organização sem fins lucrativos formada pela iniciativa conjunta do setor privado, sociedade civil organizada e o município do Recife que atua como facilitadora do processo de planejamento estratégico de longo prazo, o Recife 500 anos, que encontra o ponto alto no ano de 2037.

Por fim, pretende ser um instrumento catalisador de fontes de financiamento na medida que identifica as ações prioritárias à adaptação às mudanças climáticas da cidade do Recife.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ADHR - Atlas do Desenvolvimento Humano de Recife 2005 Disponível em <<https://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/pnud2006/downloads.html>> Acesso em: 17.Mar.2019

DE ANDRADE LIMA, D. (2014). Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Anais da academia Pernambucana de ciência agrônômica**, 4, 243-274.

ANDRADE MEIRELES, A. J., & CAMPOS, A. A. (2010). Componentes geomorfológicos, funções e serviços ambientais de complexos estuarinos no nordeste do Brasil. **Revista da ANPEGE**, 6(06), 89-107.

BRANCO, L. H. Z., MOURA, A. D. N., SILVA, A. C. D., & BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. D. C. (2003). Biodiversidade e considerações biogeográficas das Cyanobacteria de uma área de manguezal do estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 585-596.

BOGETOFT P, Otto L. Data envelopment analysis DEA. In Benchmarking with Dea, Sfa, and R 2011 (pp. 81-113). **Springer**, New York, NY.

COSTA, M. B. S. F., Mallmann, D. L., Pontes, P. M., & Araujo, M. (2010). Vulnerability and impacts related to the rising sea level in the Metropolitan Center of Recife, Northeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 5(2), 341-349.

CONDEPE – Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (2016) Dados PIB dos Municípios de Pernambuco - Tabelas 2010 a 2016. Disponível em: <<http://www.condepefidem.pe.gov.br/web/condepe-fidem/municipal>> Acesso em: 14.Mar.2019

DEBORTOLI, N. S.; CAMARINHA, P. I. M.; MARENGO, J.; RODRIGUES, R. A Brazilian Vulnerability Index Towards Natural Disasters and Climatic Change - Flashfloods and Landslides. **American Geoscience Union** – fall meeting 2015. San Francisco, CA. 2015.

DNPM Departamento Nacional de Produção Mineral. 2007. Síntese da Geologia de Pernambuco. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Sint_PE/SintesePE_03.htm#Faixa_Sedimentar_Costeira_Pernambuco/Para%C3%ADba> Acesso em: 14.Mar.2019

FERNANDES, C. et al. Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. **Neotrop Entomol**, v. 35, p. 853-860, 2006.

HACON, S. et al. Vulnerabilidade, riscos e impactos das mudanças climáticas sobre a saúde no Brasil. **Modelagem climática e vulnerabilidades Setoriais à mudança do clima no Brasil. Brasília, DF, Brasil: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004) Biomas Brasileiros. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>> Acesso em: 15.Mar.2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) Censo Brasileiro. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>> Acesso em: 14.Mar.2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>> Acesso em: 14.Mar.2019

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: **Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.

IPCC. Climate Change 2014: **Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1132 pp., 2014

LAMBRECHTS, Louis et al. Impact of daily temperature fluctuations on dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 18, p. 7460-7465, 2011.

PATZ, Jonathan A. et al. Impact of regional climate change on human health. **Nature**, v. 438, n. 7066, p. 310, 2005.

REVI, A., D.E. Satterthwaite, F. Aragón-Durand, J. Corfee-Morlot, R.B.R. Kiunsi, M. Pelling, D.C. Roberts, and W. Solecki: **Urban areas**. In: 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 [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612, 2014.

ROSEGHINI, Wilson Flávio Feltrim. **Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil**. 2013.

SAATY, Thomas L. An exposition of the AHP in reply to the paper "remarks on the analytic hierarchy process". **Management science**, v. 36, n. 3, p. 259-268, 1990.

SOARES, Anderson Reis. **Avaliação de Suscetibilidade a deslizamentos de terra no município de Recife - PE**. 2015. 19f. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos (SP).

SOUZA, C.L.D.A.C. **O zoneamento como instrumento para o planejamento e gestão ambiental integrados. Uma Análise da Região de Aldeia / PE**. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

SOUZA, Werônica Meira de. **Impactos socioeconômicos e ambientais dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE**. 2011. 121 f. 2011. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Pós-Graduação em Recursos Naturais-Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PERNAMBUCO. **Altas de Vulnerabilidade à Erosão Costeira e Mudanças Climáticas em Pernambuco**. Pedro Souza Pereira et. Al. – Recife: Editora Universitária UFPE, 2015.

VIANELLO, Rubens Leite; PESSANHA, José Eduardo Marques; SEDIYAMA, Gilberto C. **Previsão de ocorrência dos mosquitos da dengue em belo horizonte, com base em dados meteorológicos**. In: Proceedings of the 14th Congresso Brasileiro de Meteorologia. 2006.

TABARELLI, M., Melo, M. D. V. C., & Lira, O. C. (2006). A Mata Atlântica do nordeste. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. São Paulo, Atthalaia Gráfica e Editora Ltda, 149-164.

