

Índice de  
vulnerabilidade climática  
e estratégia de adaptação  
para a cidade de

# FORTALEZA

BRASIL

SUMÁRIO EXECUTIVO



Índice de  
vulnerabilidade climática  
e estratégia de adaptação  
para a cidade de

---

# FORTALEZA

---

BRASIL

SUMÁRIO EXECUTIVO

Título

**Índice de vulnerabilidade climática e estratégia de adaptação para a cidade de Fortaleza**

Depósito Legal: DC2021000138

ISBN: 978-980-422-212-2

Esta publicação é resultado dos estudos realizados no marco da iniciativa UE LAIF CAF – AFD sobre cidades e mudanças climáticas\*

Editor: CAF

Vice-presidência de Desenvolvimento Sustentável (VDS). Julián Suárez, Vice-presidente.

Diretoria de Sustentabilidade, Inclusão e Mudanças Climáticas (DSICC). Edgar Salas, Diretor.

Autor: EBP/ Geoklock, Geoanalysis, MH&D Consultores

Revisão equipe CAF: Martha Castillo, Edgar Salinas, Juan Felipe Caicedo

Desenho gráfico: Good, Comunicação para o Desenvolvimento.

As ideias e propostas contidas nesta publicação são de responsabilidade exclusiva de seus autores e não comprometem a posição oficial do CAF. Este documento pode ser encontrado em [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com). Todos os direitos reservados.

---

\* CAF – banco de desenvolvimento da América Latina y AFD - Agência Francesa de Desenvolvimento, instituição financeira francesa pública de desenvolvimento, como resultado de uma cooperação no tema de cidades e mudanças climáticas, no marco de doação feita pela União Europeia, promovem a iniciativa "Cidades e Mudanças Climáticas", mediante a qual se proporciona aos governos locais da região assistência técnica no tema de mudanças do clima, apoio na elaboração de planos de ação e financiamento dos estudos de viabilidade de projetos com impacto positivo em termos de mitigação e/ou adaptação às mudanças climáticas.

## Índice

1.	Introdução	10
2.	Metodologia e processo participativo	12
3.	Vulnerabilidade climática da cidade de Fortaleza	16
3.1	Aumento da temperatura	17
3.2	Secas prolongadas	19
3.3	Chuvas extremas	21
3.4	Elevação do nível do mar	22
3.5	Índice de Risco atual e futuro	24
4.	Proposta de Medidas de adaptação	28
5.	Recomendações para a implementação das medidas de adaptação	38
6.	Referências	40

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b>	Lista de bairros com riscos mais relevantes por <i>hotspots</i> .	26
<b>Tabela 2</b>	Resumo das medidas de adaptação priorizadas	30
<b>Tabela 3</b>	Ficha de medida “Fortalecimento da infraestrutura verde”.	32
<b>Tabela 4</b>	Ficha de medida “Aumentar a capacidade de responder as chuvas intensas”.	34
<b>Tabela 5</b>	Ficha de medida “Aumentar a alerta a desastres naturais e educação ambiental”.	36

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b>	Mapa de Localização de Fortaleza.	13
<b>Figura 2</b>	Diagrama das variáveis que influenciam os riscos climáticos.	14
<b>Figura 3</b>	Média mensal da temperatura mínima, média e máxima em Fortaleza de 1981-2010	17
<b>Figura 4</b>	Mapa do Índice de Risco Climático de Fortaleza ao aumento de temperatura.	19
<b>Figura 5</b>	Mapa do Índice de Risco Climático de Fortaleza às secas prolongadas.	20
<b>Figura 6</b>	Mapa do Índice de Risco Climático de Fortaleza às chuvas extremas.	22
<b>Figura 7</b>	Mapa do índice de risco climático de Fortaleza a elevação do nível do mar.	23
<b>Figura 8</b>	Mapa do Índice de Risco Climático Atual em Fortaleza.	24
<b>Figura 9</b>	Mapa do Índice de Risco Climático Futuro em Fortaleza.	25
<b>Figura 10</b>	Mapa de <i>hotspots</i> ATUAIS e de Futuros <i>hostpots</i> (atualmente com médio índice de risco) de Fortaleza por Regional.	25
<b>Figura 11</b>	Mapa de <i>hotspots</i> totais de Fortaleza por Regional até 2040 (incorporando os bairros com médio risco atualmente).	26

## Lista de Abreviações

<b>AFD</b>	Agência Francesa de Desenvolvimento
<b>PP</b>	Áreas de Preservação Permanente
<b>CAF</b>	Banco de Desenvolvimento da América Latina
<b>CAGECE</b>	Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará
<b>CEPAL</b>	Comissão Econômica da América Latina
<b>FUNCEME</b>	Fundação Cearense de Meteorologia
<b>GCF</b>	Fundo Verde para o Clima
<b>IDH</b>	Índice de Desenvolvimento Humano
<b>IPCC</b>	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
<b>IPLANFOR</b>	Instituto de Planejamento de Fortaleza
<b>SCSP</b>	Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos
<b>SEINF</b>	Secretaria Municipal de Infraestrutura
<b>SEUMA</b>	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
<b>URBFOR</b>	Autarquia de Urbanismo e Paisagismo de Fortaleza

## Glossário

Lista dos principais termos e conceitos adotados neste relatório para descrever e comentar as abordagens metodológicas de análise de risco das mudanças do clima e seus indicadores. Os conceitos apresentados a seguir foram baseados no Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) .

- **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.
- **Ameaça:** 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. Neste relatório, o termo “ameaça” geralmente se refere a eventos relacionados ao clima, impactos físicos ou tendência a estes.
- **Alterações Climáticas:** alteração do clima que persiste durante um longo período e que é originado ou por processos internos naturais (variabilidade natural) ou forças externas da atividade humana (alterações climáticas antropogênicas).
- **Bacia Hidrográfica:** área ou região de drenagem de um rio principal e seus afluentes. É a porção do espaço em que as águas das chuvas, das montanhas, subterrâneas ou de outros rios escoam em direção a um determinado curso d'água, abastecendo-o.
- **Capacidade de Adaptação** Capacidade dos sistemas para se ajustarem ao clima real ou projetado e seus efeitos. Nos sistemas humanos, a adaptação tenta moderar ou evitar danos ou aproveitar as oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima projetado e seus efeitos.
- **Desembocadura:** lugar onde um curso fluvial despeja suas águas; desaguadouro, foz.
- **Dunas:** elevação de areia acumulada pela ação dos ventos, característica de desertos e litorais muito arenosos. Alcança uma altura média de 20m, podendo excepcionalmente atingir 300m como acontece no Saara.
- **Efluente:** que eflui ou emana imperceptivelmente de algum corpo.
- **Erosão:** desgaste da superfície terrestre pela ação mecânica e química da água corrente, das intempéries ou de outros agentes geológicos.
- **Estuários:** embocadura larga de um rio, sensível aos efeitos das marés; braço de mar que se forma pela desembocadura de um rio.
- **Exposição:** a presença de pessoas, modos de vida, espécies e ecossistemas, funções ou serviços ambientais e recursos, infraestrutura, elementos econômicos, sociais e culturais que podem ser afetados adversamente.
- **Fauna:** conjunto das espécies animais de uma região, de um período, estrato geológico ou qualquer outra classificação relevante.
- **Flora:** conjunto de todas as espécies que caracterizam a vegetação de um país ou região, uma época ou determinado ambiente.

- **Foz:** embocadura, ponto onde o rio desemboca; boca do rio.
- **Hotspots:** áreas críticas quanto à vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas, tendo como ponto de partida o cruzamento de informações sobre Exposição com Sensibilidade,
- **Ilhas de calor:** termo usado para as áreas que desenvolvem anomalias na temperatura de superfície e na temperatura do ar, quando comparados com locais dentro da própria cidade.
- **Impacto:** efeito no sistema das condições climáticas e eventos climáticos extremos e das alterações climáticas nos sistemas natural e humano.
- **Indicador:** parâmetro utilizado para quantificar informações sobre um sistema/processo e monitorar a sua evolução no tempo relativo a uma linha de base (baseline). Os indicadores são também utilizados para comparar performances de diferentes áreas de estudo (estados, comunidades, etc.). Os indicadores podem ser simples, quando descrevem somente uma variável, como a temperatura, ou compostos (chamados também de índices) quando resumem múltiplas informações, como o PIB, o índice de desenvolvimento tecnológico ou o índice de vulnerabilidade.
- **Intrusão Marinha:** invasão da água salgada marinha por redução excessiva dos níveis potenciométricos dos aquíferos; pode ser natural (anos secos) ou artificial (excesso de bombeamento).
- **Manguezais:** zona úmida, definida como “ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés”.
- **Migração:** movimentação de entrada (imigração) ou saída (emigração) de indivíduo ou grupo de indivíduos, geralmente em busca de melhores condições de vida. Essa movimentação pode ser entre países diferentes ou dentro de um mesmo país.
- **Mudança do Clima:** refere-se a uma mudança no estado do clima que pode ser identificada – por meio de testes estatísticos – por alterações na média e/ou na variação das suas propriedades e que persistem durante um longo período de tempo. A mudança climática pode ocorrer tanto por meio de processos internos naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e as mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra. Nota-se que a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em seu artigo 1º, define a mudança climática como “uma mudança do clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, que altera a composição da atmosfera terrestre e que vai além da variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”. A UNFCCC faz, assim, uma distinção entre as mudanças climáticas atribuídas às atividades humanas que alteram a composição atmosférica e a variabilidade do clima atribuída a causas naturais.
- **Processos Socioeconômicos:** nômicos como as mudanças nos percursos socioeconômicos, as ações de adaptação e de mitigação e a gerência dos impactos e dos riscos climáticos.
- **Região Metropolitana:** consiste em uma área composta por um núcleo urbano densamente povoado e por suas áreas vizinhas menos povoadas.
- **Risco:** a probabilidade de ocorrerem consequências onde algo de valor está em jogo e onde o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade dos valores.
- **Seca:** fenômeno climático causado pela insuficiência de precipitação pluviométrica ou chuva numa determinada região por um período muito grande.
- **Sensibilidade:** grau de impacto de um sistema de maneira adversa ou benéfica, relacionado com as variações do clima.

- **Território:** área da superfície de terra que contém uma nação, dentro de cujas fronteiras o Estado exerce a sua soberania, e que compreende todo o solo, inclusive rios, lagos, mares interiores, águas adjacentes, golfos, baías e portos.
- **Vazão:** volume de um fluido que escoar, por unidade de tempo, através de determinada seção transversal de um encanamento ou canal, medido em metro cúbico por segundo, no sistema internacional.
- **Vulnerabilidade:** a propensão ou predisposição para ser afetado(a) negativamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos ou falta de capacidade para enfrentar ou se adaptar.



1



INTRODUÇÃO

Na atualidade existe consenso científico de que o fenômeno das mudanças climáticas é algo inequívoco e causado pela influência humana, além de que seus efeitos estão aumentando. De acordo com estudos realizados pela Comissão Econômica da América Latina (CEPAL), os impactos das mudanças climáticas são consideráveis para os países da América Latina. Os países ainda apresentam uma baixa capacidade adaptativa; uma alta densidade demográfica nas cidades, atrelada a uma deficiente capacidade de planejamento urbano; e uma posição geográfica de alta vulnerabilidade a eventos extremos, sobretudo nas cidades litorâneas.

Nesse contexto se encontra a cidade de Fortaleza, a qual vem buscando preparar seu território para os desafios impostos pelas mudanças climáticas, levando em conta tanto os aspectos geográficos – dentre os quais, destaca-se o fato de ser uma cidade litorânea – como também seus atuais aspectos socioeconômicos, que agravam a situação de sensibilidade de grande parte da população.

A região metropolitana de Fortaleza, com 3.610.379 habitantes, está localizada na porção norte do Estado do Ceará, Região Nordeste do Brasil, com uma extensão territorial absoluta de 313,14km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte com o oceano Atlântico. Com respeito às condições climáticas em Fortaleza, a temperatura média anual é de 27°C, com máximas de 32°C e mínimas de 22°C. Nos meses de janeiro a julho tem-se a temporada de chuvas com uma precipitação máxima no mês de abril com 23 dias de chuva e 403 mm de precipitação.

O presente estudo apresenta uma análise da vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas na cidade de Fortaleza e uma série de medidas concretas para responder às vulnerabilidades identificadas.

An aerial photograph of a city skyline, likely São Paulo, Brazil, showing a dense cluster of high-rise buildings under a sky with scattered clouds. The image is partially covered by a large, semi-transparent blue shape on the left side, which contains the number '2' and the title text.

# 2

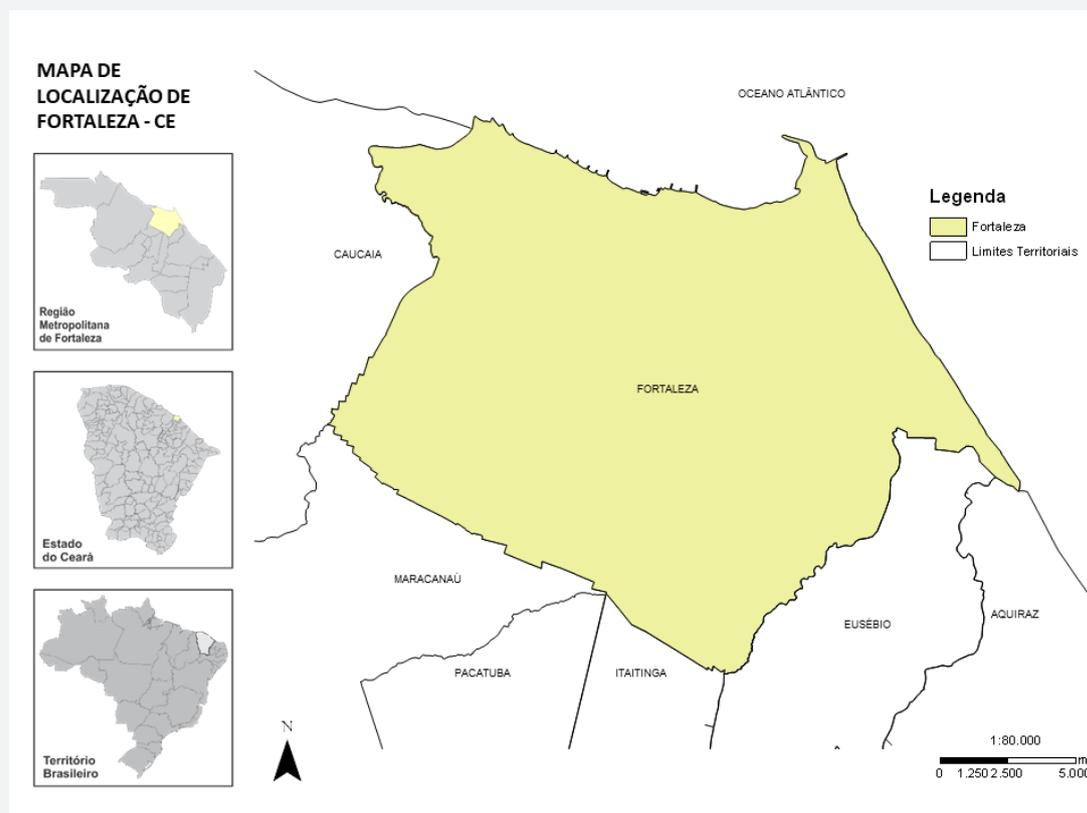
**METODOLOGIA  
E PROCESSO  
PARTICIPATIVO**

O Índice de Vulnerabilidade e as medidas de adaptação de Fortaleza se elaboraram em um processo de trabalho metodológico e participativo com a municipalidade e diferentes instituições de Fortaleza. O processo se realizou da maneira seguinte:

- 1. Formação da Mesa Técnica:** Para contribuir no processo de desenvolvimento dos estudos necessários ao Índice de Vulnerabilidade de Fortaleza foi composta uma Mesa Técnica formada por 30 especialistas de 24 diferentes instituições e da sociedade civil. A Mesa Técnica participou em dez reuniões de validação e discussão nas diferentes etapas do projeto para integrar a expertise existente e as informações específicas dos participantes.
- 2. Levantamento de dados:** Com base no conceito de risco climático de Fortaleza procedeu-se a obtenção de dados, comparando-os e agregando-os para uma melhor leitura da realidade, podendo-se assim apontar cenários mais precisos e adaptados à realidade da cidade. Os dados levantados são dados institucionais, bibliográficos e de oficinas participativas realizadas durante o decorrer do projeto.
- 3. Caracterização de Fortaleza:** Com base nos dados disponíveis realizou-se a caracterização de Fortaleza a nível climático e das condições atuais da cidade.

A caracterização da cidade de Fortaleza se realizou a nível dos bairros da cidade.

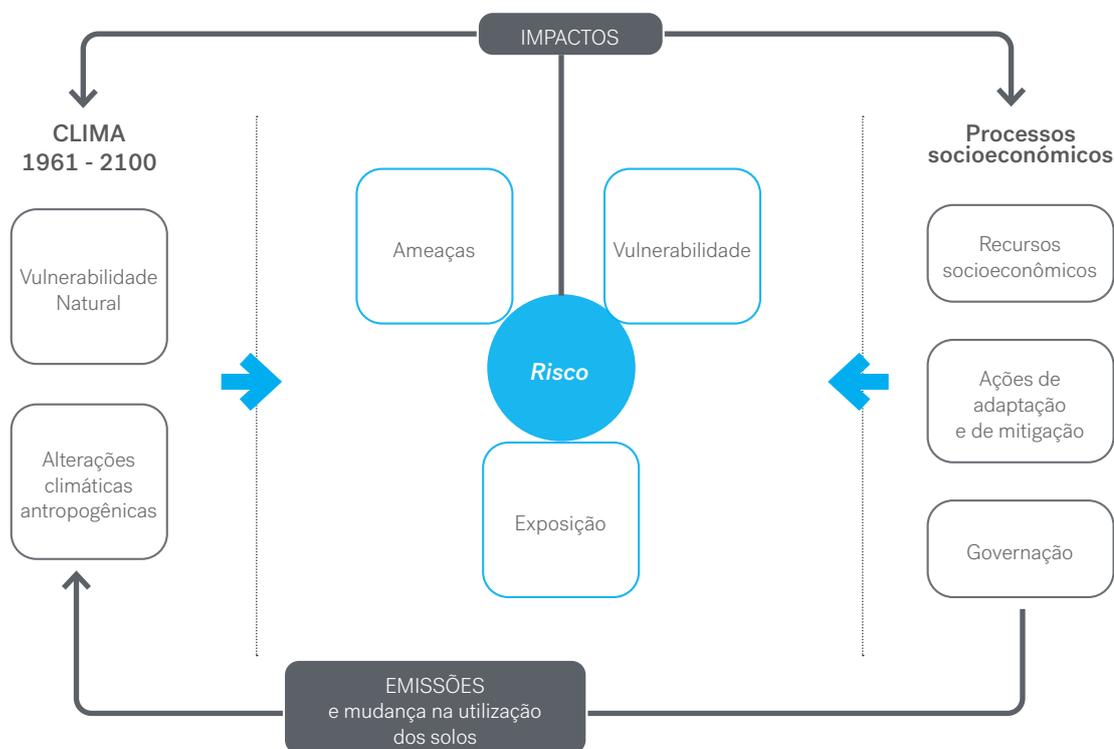
**Figura 1:** Mapa de Localização de Fortaleza.



Fonte: Elaboração própria com dados da Prefeitura de Fortaleza

A base conceitual do estudo e o 5º Relatório de Avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC<sup>1</sup> 2014), as variáveis envolvidas para a avaliação do risco climático apresentam-se na figura seguinte.

**Figura 2:** Diagrama das variáveis que influenciam os riscos climáticos.



Fonte: IPCC, 2014

O AR5 coloca o risco climático no centro da tomada de decisões relacionada às mudanças climáticas e se vê influenciado por diversas variáveis como mostrado na figura acima. O risco climático se determina pela relação entre os perigos, a exposição e a vulnerabilidade. O clima e as alterações climáticas impulsionam os perigos das mudanças climáticas, e os processos socioeconômicos influenciam de maneira transversal na vulnerabilidade e na exposição.

Para a caracterização climática identificou-se as tendências históricas e as projeções de mudanças climáticas. Para as projeções de mudanças climáticas usou-se os dados do KNMI Climate Explorer (ver sitio eletrônico <http://climexp.knmi.nl>), que integra diferentes modelos climáticos e permite a utilização das informações específicas para um lugar determinado através das coordenadas geográficas. Se usou o dataset *CMIP5* (*IPCC AR5 Atlas subset*) além do KNMI Climate Explorer pois o dataset *CORDEX* usado em outros estudos não inclui informações para Brasil. O dataset *CMIP5* é um modelo global que include vários modelos que permite selecionar dados, tabelas de séries temporais e mapas por coordenadas geográficas que permitem chegar a conclusões específicas para a cidade de Fortaleza. Nas projeções de mudanças climáticas se considerou os cenários RCP4.5 (cenário mediano) e RCP8.5 (cenário alto) e os períodos de 2035-2045 e 2071-2100 para os parâmetros de temperatura e precipitações para os quatro trimestres do ano.

1 IPCC sigla em inglês do Intergovernmental Panel on Climate Change

As condições atuais da cidade de Fortaleza se apresentaram através de mapas, gráficos, tabelas, textos e imagens, demonstrando a evolução da cidade nesses aspectos e apontando seus riscos e vulnerabilidades passados e atuais. Identificou-se e descreveu-se um total de 11 indicadores para 3 variáveis a saber: Exposição, Sensibilidade e Capacidade de Adaptação.

**4. Risco e Vulnerabilidade de Fortaleza:** Com base na caracterização e considerando as especificidades e condições locais de Fortaleza, foi possível identificar para cada perigo relevante o risco climático atual e futuro em relação às variáveis da exposição, sensibilidade e da capacidade de adaptação. A classificação do risco climático se realizou em cinco categorias: baixo, baixo a médio, médio, médio a alto e alto. Isso resulta da combinação das variáveis que são avaliadas em três categorias, baixo, médio e alto. Para a situação futura adota-se o cenário climático RCP 8.5 com um horizonte temporal até 2040.

**5. Identificação de Medidas de Adaptação:** A identificação das medidas de adaptação se realizou através da coleta e compilação de medidas de adaptação às mudanças climáticas, internacionalmente adotadas e da identificação de medidas de adaptação já implementadas e/ou planejadas na cidade de Fortaleza. Com base desta lista longa se realizou um exercício de avaliação das incompatibilidades e/ou das complementaridades de modo que algumas medidas foram excluídas por não possuírem qualquer compatibilidade com a realidade climática atual ou projetada para Fortaleza, enquanto outras medidas foram agrupadas por estarem redundantes ou por serem complementares, fazendo com que o número final fosse de 20 medidas que formaram a lista curta de medidas.

**6. Avaliação, priorização e validação das Medidas de Adaptação:** Uma vez estabelecida uma lista curta com 20 medidas se realizou uma análise SWOT dessas medidas e se priorizou a lista em conjunto com a Mesa Técnica. As medidas priorizadas com a Mesa Técnica foram validadas em uma reunião de validação com instituições da Prefeitura de Fortaleza onde resultaram as medidas finais propostas nas fichas de medidas.



# 3

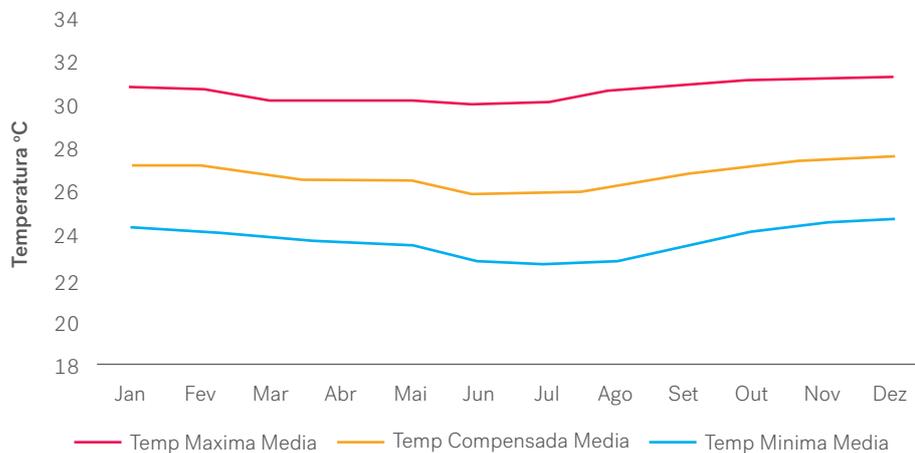
VULNERA-  
BILIDADE  
**CLIMÁTICA**  
DA CIDADE DE FORTALEZA

Após as análises sobre as tendências de mudanças climáticas de Fortaleza somadas à leitura da realidade atual, foram identificados os quatro principais perigos para a cidade, a saber:

### 3.1 Aumento da temperatura

Fortaleza registra atualmente ao longo do ano temperaturas que variam de 22°C a 32°C. O uso de condicionadores de ar ameniza as temperaturas internamente no ambiente onde ele está instalado, porém contribuem negativamente com o microclima externo. Devido ao alto custo de aquisição e a elevação na conta elétrica, não se caracteriza como alternativa viável para a realidade da maior parte da população fortalezense.

**Figura 3:** Média mensal da temperatura mínima, média e máxima em Fortaleza de 1981-2010



Fonte: INMET, 2018

Também merece destaque o fato de que ao longo dos anos não se privilegiou o desenvolvimento e expansão da cidade com alternativas de infraestrutura voltadas para a melhoria da convivência com a condição climática da cidade, isso tanto na construção civil, quanto no planejamento geral da cidade, uma vez que os edifícios e casas raramente contam com dispositivos para aproveitamento da ventilação natural e redução da temperatura. Atenta-se ainda para o fato de Fortaleza ser uma cidade que ao longo dos anos vem substituindo sua área verde por área construída, afetando diretamente o microclima local.

O mapa a seguir mostra o índice de risco climático e o aumento da temperatura para a cidade de Fortaleza a nível dos bairros. Dentre os principais riscos do aumento da temperatura para a cidade destacam-se:

- **Desenvolvimento da cidade:** o aumento da temperatura poderá causar o aumento no número de casos de doenças respiratórias, bem como desidratação e insolação uma vez que a temperatura média já é elevada durante todo o ano. Todos estes impactos à saúde poderão repercutir em gastos no sistema de atendimento público à saúde, assim como também poderá impactar o setor privado por conta do absenteísmo. Também é importante mencionar o risco quanto a elevação do

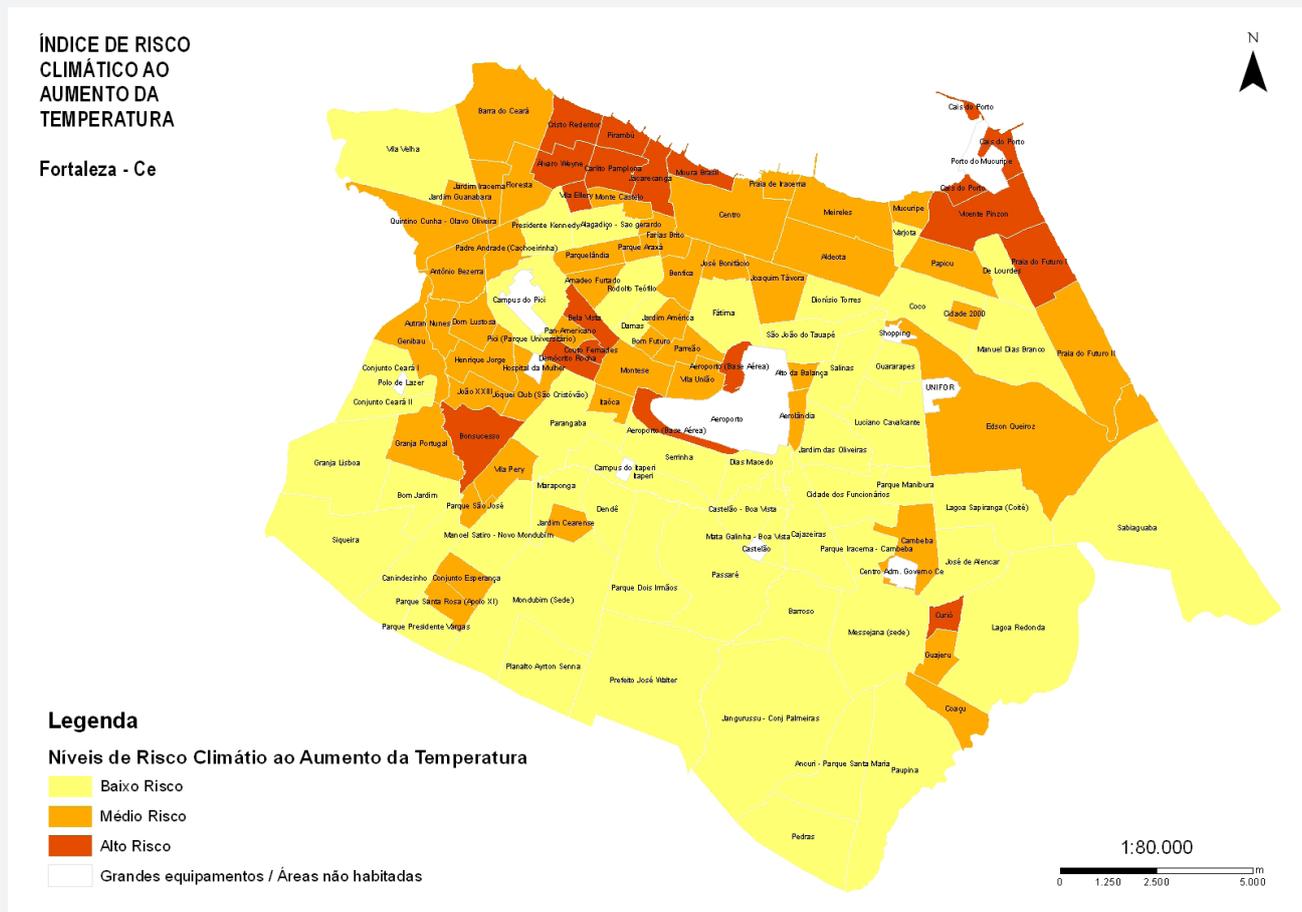
consumo de energia com o uso de condicionadores de ar e de água. Todos estes fatores em conjunto possuem um considerável potencial de impactar o desenvolvimento da cidade de Fortaleza.

- **Infraestrutura:** com o aumento da temperatura, possivelmente ocorrerão impactos principalmente nas infraestruturas de abastecimento de água e energia elétrica, no sentido de ficarem sobrecarregados com a demanda.
- **Saúde:** conforme já mencionado é possível que haja um aumento da demanda por atendimento nas unidades de saúde por conta de doenças respiratórias, mal-estar súbito e quadros de insolação de modo geral.
- **Recursos hídricos e disponibilidade de água:** No que se refere ao aumento da temperatura de forma mais ampla, deve ser mencionado o possível impacto no abastecimento de água, rede que conta com mananciais de uma região interior do Estado do Ceará. Uma vez que as temperaturas aumentem, este abastecimento poderá ser prejudicado, ou mesmo interrompido, tendo como motivo o agravamento dos quadros de secas em todo o Estado do Ceará e maior consumo de água.
- **Unidades de conservação/Áreas preservadas:** As áreas verdes da cidade, embora possuam espécies de fauna e flora adaptadas ao contexto climático do semiárido, também poderão ser impactadas pelo aumento da temperatura média sendo um dos principais riscos associados aos desequilíbrios ambientais causados pelo desaparecimento de espécies mais sensíveis ao calor.

A biodiversidade também sofrerá impactos e desequilíbrios que poderão culminar com a proliferação de determinados vetores (mosquitos e insetos).

O impacto do aumento da temperatura na cidade de Fortaleza afeta diretamente a qualidade de vida da população assim como a fauna e flora de Fortaleza. De acordo com o mapa de risco (ver abaixo), a maior parte da população com maior vulnerabilidade ao aumento de temperatura está localizada no setor oeste da cidade, onde as condições de precariedade socioeconômica também são marcantes. Nestas áreas, além da alta densidade demográfica e das precárias condições de infraestrutura ainda existe a interferência do rio Maranguapinho que vem sofrendo processos de assoreamento e degradação ao longo das décadas, o que contribui para que também venha perdendo sua capacidade de amenizar as condições ambientais nesse setor do território de Fortaleza.

O aumento da temperatura poderá trazer consigo um grande desconforto térmico – sobretudo em habitações aglomeradas e com baixa qualidade construtiva, além de aumentar a demanda no consumo de água e energia para eletrodomésticos como ventiladores e condicionadores de ar, impactando diretamente o orçamento das famílias. Os bairros mais sensíveis são aqueles onde há alta densidade populacional associado a um baixo IDH. Além disso, as crianças e idosos acabam sendo acometidos com maior frequência a problemas respiratórios e cutâneos, trazendo mais uma vez consequências para os orçamentos das famílias, seja com atendimento médico, seja com medicações.

**Figura 4:** Mapa do Índice de Risco Climático de Fortaleza ao aumento de temperatura.

Fonte: Elaboração própria

### 3.2 Secas prolongadas

As secas têm um impacto importante na cidade de Fortaleza principalmente na disponibilidade de água que depende fortemente da disponibilidade de água a nível regional. As projeções climáticas de redução das chuvas na temporada seca e o decréscimo na recarga das águas subterrâneas são acentuadas por conta do crescimento populacional e do conseqüente aumento da demanda de água na cidade e a região em geral (MMA, 2017). No caso específico do abastecimento de água, a vulnerabilidade está associada tanto a questão da qualidade da água, como também a probabilidade de falha do sistema de abastecimento. A segurança hídrica requer a compreensão de que o clima age como vetor de transformações que aumentam e potencializam os riscos.

Análise do sistema de abastecimento no cenário atual e futuro demonstram dependência estrutural do abastecimento de Fortaleza da transferência de água da Bacia do Jaguaribe e das águas do São Francisco. Devido esta dependência, a construção da segunda fase do Eixão das Águas e a conclusão das obras do Projeto de Integração do São Francisco são urgentes, contudo, cabe ressaltar que transposições de bacias são sempre conflituosas.

O mapa a seguir evidencia uma alta e uma média vulnerabilidade concentrada nos setores com recursos hídricos e áreas verdes que são afetadas de maneira forte pelas secas. Também os setores com uma alta densidade demográfica e baixo IDH incluindo uma alta presença de pessoas vulneráveis, o que representa um risco climático.



### 3.3 Chuvas extremas

O impacto das chuvas, e especialmente as chuvas intensas, são importantes na cidade de Fortaleza. A alta sensibilidade às chuvas extremas ocorre nos bairros com alta densidade e baixo IDH incluindo uma alta presença de pessoas vulneráveis que se vem mais afetadas por chuvas extremas e seus impactos, pois geralmente as casas e edificações dessas áreas vulneráveis são menos resistentes tanto aos eventos extremos como as chuvas.

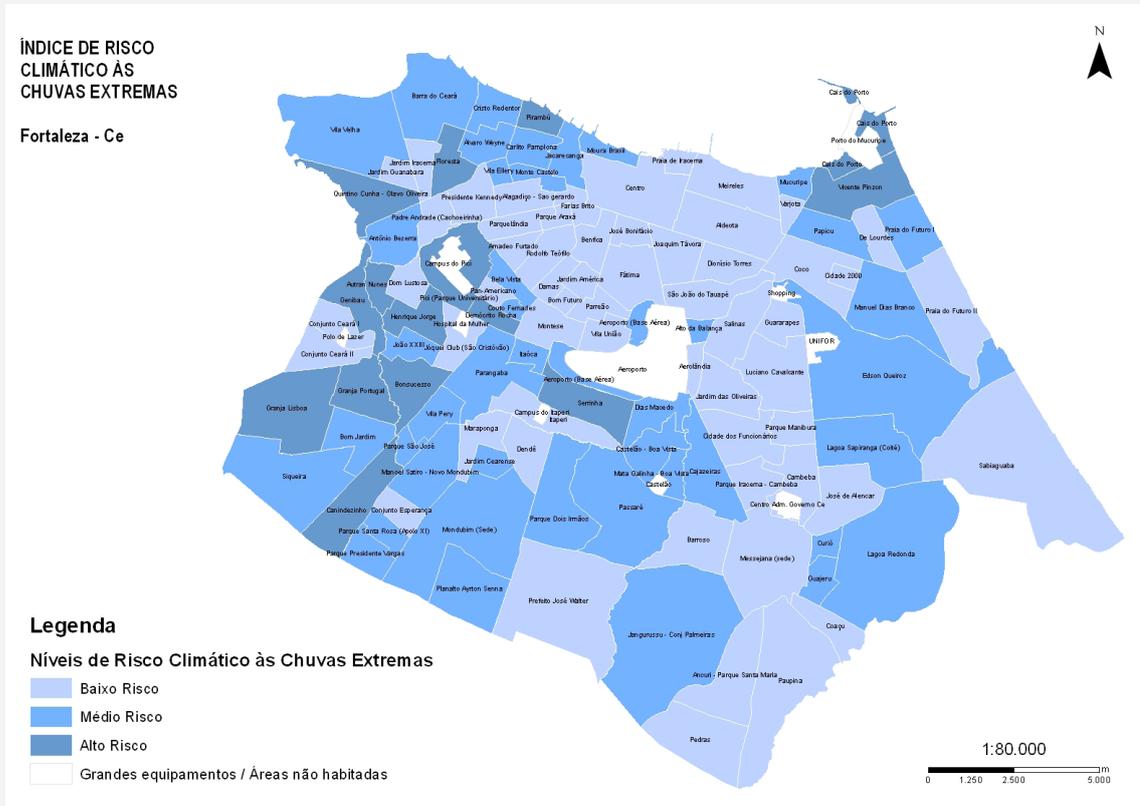
Dentre os principais riscos para a cidade relacionados às chuvas extremas destacam-se:

Desenvolvimento da cidade: na atualidade a cidade de Fortaleza fica com seu fluxo de veículos e de pessoas bastante prejudicado em dias de chuvas, tanto por um fator cultural, onde a população não é acostumada a conviver com chuvas frequentes, quanto pelas próprias infraestruturas urbanas as quais não se mostram eficientes em período chuvosos, o que pode ser constatado pela quantidade de eventos de alagamento em todo o território. Com a ampliação do risco de chuvas intensas e chuvas extremas, haverá impactos diretos para o desenvolvimento da cidade, tanto no aspecto da fluidez de pessoas para seus trabalhos e centros de educação, quanto pelo aporte de recursos financeiros necessários para obras e reparos necessários para adaptar a cidade a um novo contexto climático.

- **Infraestrutura:** o principal risco verificado quanto às infraestruturas diz respeito às galerias de drenagem de águas pluviais e também as de esgotamento sanitário. Assim como as pavimentações e recapeamentos necessários para adaptação ao um novo cenário chuvoso.
- **Saúde:** dentre os principais impactos à saúde, destaca-se as doenças hidricamente veiculadas cujos vetores se proliferam por meio das águas não drenadas em determinadas áreas urbanas. Sobre isso merece destaque o fato de que Fortaleza possui apenas uma pequena parte de seu território com cobertura de esgotamento sanitário, o que permite inferir que em períodos muito chuvosos, existe uma tendência de que as águas pluviais se misturem com os efluentes sanitários e escoem livremente pelas ruas, além de infiltrarem-se no solo por todo o território, inclusive onde já existe rede regular de esgotamento sanitário.
- **Recursos hídricos e disponibilidade de água:** caso houvesse em Fortaleza a obrigatoriedade de captação de água das chuvas e reuso nas empresas e condomínios, o aumento das chuvas poderia ter um impacto positivo quanto ao abastecimento. Contudo, no contexto atual o que se verifica é um risco de contaminação das fontes de abastecimento devido ao contexto mencionado referente à deficiente drenagem de águas pluviais e a baixa cobertura de esgotamento sanitário.
- **Unidades de conservação/Áreas preservadas:** Pode-se inferir possíveis impactos às áreas verdes e unidades de conservação em Fortaleza no caso de ampliação dos períodos chuvosos e intensidade das chuvas uma vez que os ambientes são adaptados às condições atuais com poucas chuvas durante o ano. Além da morte de algumas espécies vegetais por saturação hídrica, ainda existe o risco de que espécies invasoras e mais adaptadas a ambientes brejosos ou alagados passem a ocupar estes espaços, exigindo uma adaptação em todo o ecossistema diretamente associado.

O mapa a seguir mostra o risco climático das chuvas extremas da cidade de Fortaleza.

**Figura 6:** Mapa do Índice de Risco Climático de Fortaleza às chuvas extremas.



Fonte: Elaboração própria

### 3.4 Elevação do nível do mar

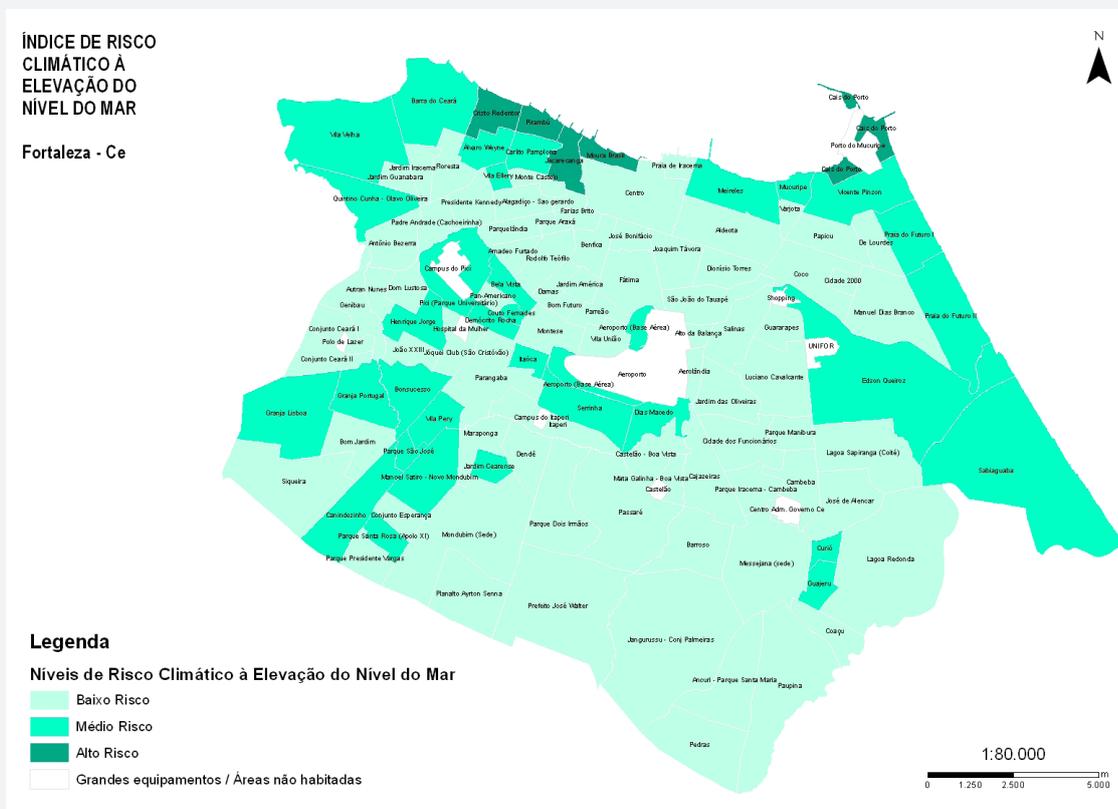
A elevação do nível de mar especificamente afeta as áreas que possuem interface direta com o oceano. Além disso, mesmo para os bairros mais afastados não há como prever os níveis de impacto somente considerando a distância, uma vez que existem três grandes rios que possuem interface com o mar – Cocó, Ceará/Maranguapinho e Pacoti – e que poderão causar impactos sistêmicos em todo o território no caso de um avanço do mar. A sensibilidade é especialmente alta nos bairros de alta densidade demográfica e com um IDH baixo. Para a capacidade de adaptação se considerou os projetos de contenção do avanço do mar em execução na cidade de Fortaleza.

Dentre os riscos e vulnerabilidades ocasionados pela elevação do nível do mar em Fortaleza, pode-se citar: erosão de dunas e praias; danos a estrutura urbana; e potencial de alagamento das áreas com influência de grandes rios.

Para além destes riscos, destacam-se os seguintes possíveis impactos:

- **Desenvolvimento da cidade:** considerando que são nos bairros com interface para o mar (Aldeota, Meireles, Centro, dentre outros) onde estão atualmente situadas as maiores ofertas de empregos e também onde estão localizados os bancos e demais instituições ligadas ao mercado financeiro, pode-se inferir um impacto direto para o desenvolvimento da cidade. Além disso, boa parte da economia da cidade depende dos serviços relacionados ao turismo (hotelaria, entretenimento e gastronomia) cuja localização também está à beira mar.
- **Infraestrutura:** o principal risco verificado quanto às infraestruturas diz respeito à destruição das infraestruturas urbanas localizadas à beira mar, bem como à emersão dos esgotos também nos bairros situados na faixa litorânea por conta da intrusão marinha, que é a invasão da água do mar por vias subterrâneas.
- **Saúde:** os impactos relacionados à saúde humana estão diretamente relacionais à emersão dos efluentes para a superfície, o carreamento de resíduos sólidos para o interior da cidade e à salinização das fontes de abastecimento, tanto dos poços, quanto da rede regular de abastecimento.
- **Recursos hídricos e disponibilidade de água:** o principal impacto da elevação do nível do mar ao sistema de abastecimento se dá pela salinização generalizada por conta do avanço da cunha salina.
- **Unidades de conservação/Áreas preservadas:** com a elevação do nível do mar, boa parte das áreas protegidas hoje em Fortaleza, representadas por vegetação de mangue e localizadas próximas à foz dos rios seriam completamente dizimadas. Além disso, haveria uma tendência ao estabelecimento de espécies invasoras, tanto da flora quanto da fauna.

Figura 7: Mapa do índice de risco climático de Fortaleza a elevação do nível do mar.



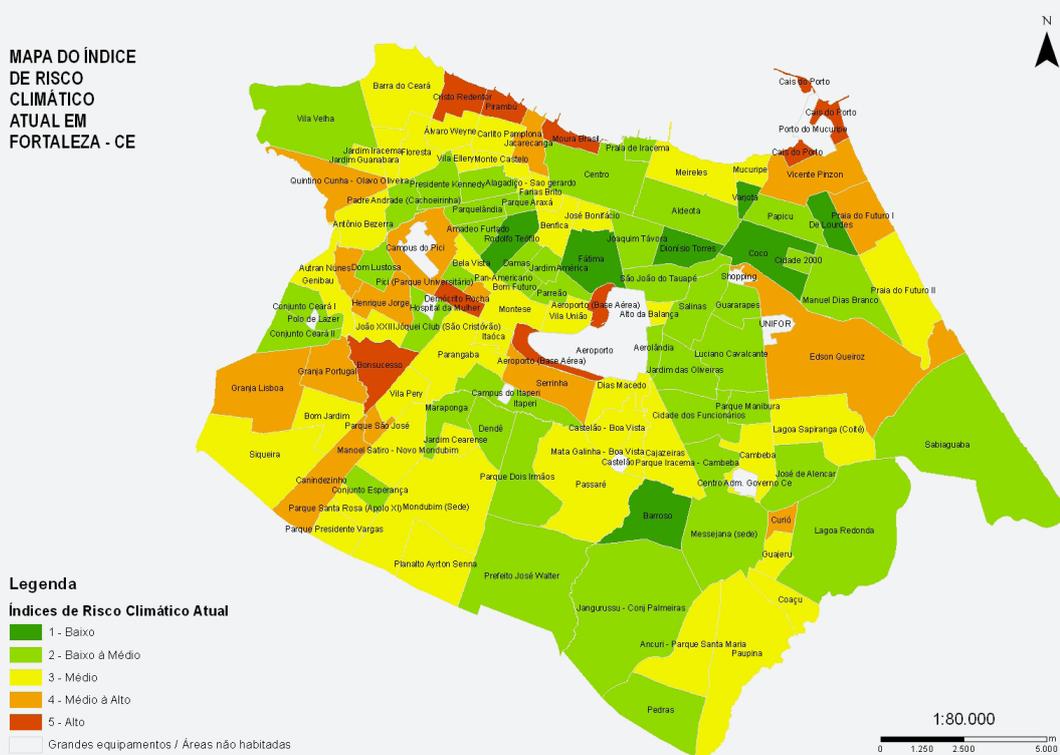
Fonte: Elaboração própria

### 3.5 Índice de Risco atual e futuro

A vulnerabilidade climática depende das condições específicas da cidade frente aos impactos das mudanças climáticas – como as infraestruturas e construções existentes (exposição), a sensibilidade da população e das infraestruturas frente aos impactos e a capacidade de adaptação existente a ajustar-se aos impactos. Baseando-se na informação existente acerca da cidade de Fortaleza por indicadores específicos desses parâmetros se criou mapas de Risco Climático da cidade de Fortaleza – um mapa das condições atuais e um mapa das condições futuras no ano 2040.

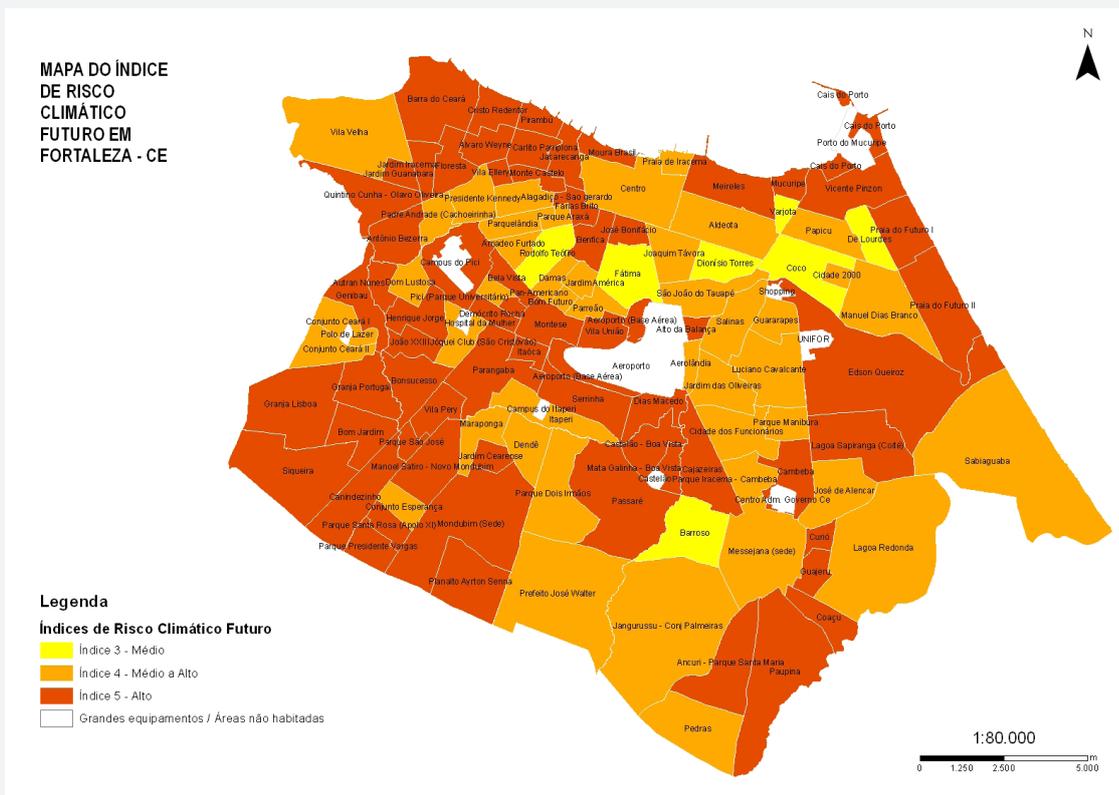
Adicionalmente se determinou os hotspots, ou seja, os pontos do território onde há mais riscos em relação ao total de perigos.

**Figura 8:** Mapa do Índice de Risco Climático Atual em Fortaleza.



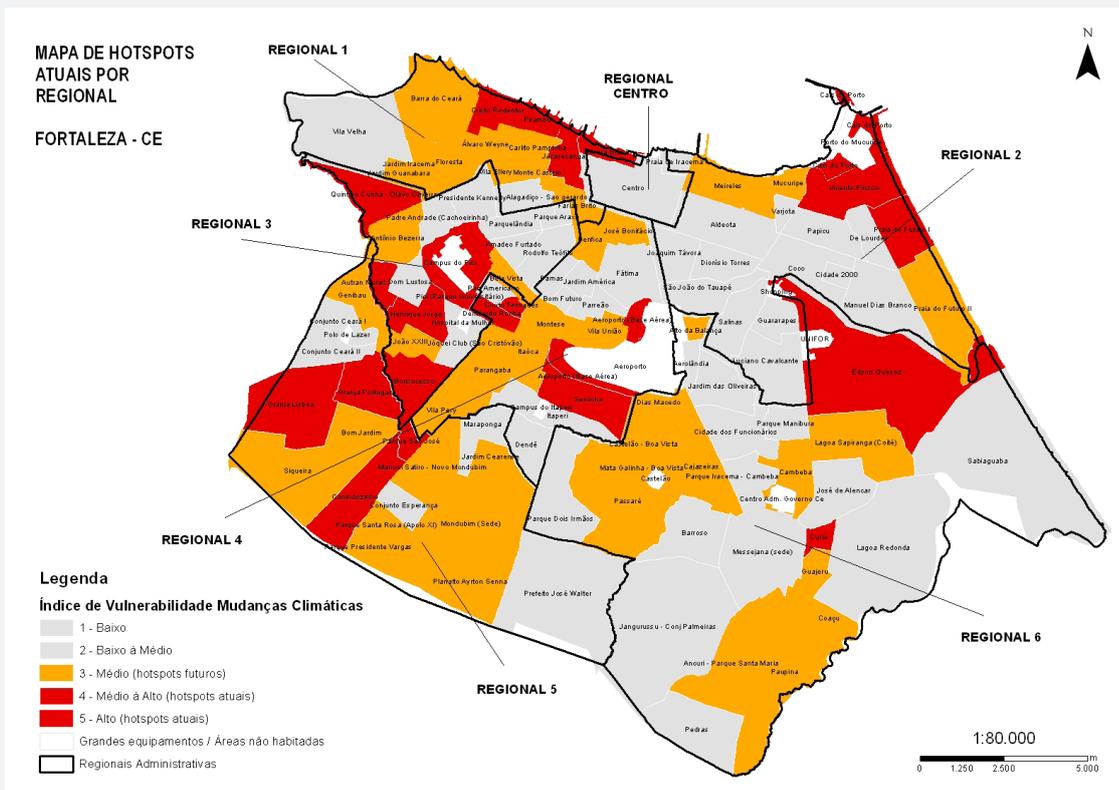
wwwFonte: Elaboração própria

Figura 9: Mapa do Índice de Risco Climático Futuro em Fortaleza.



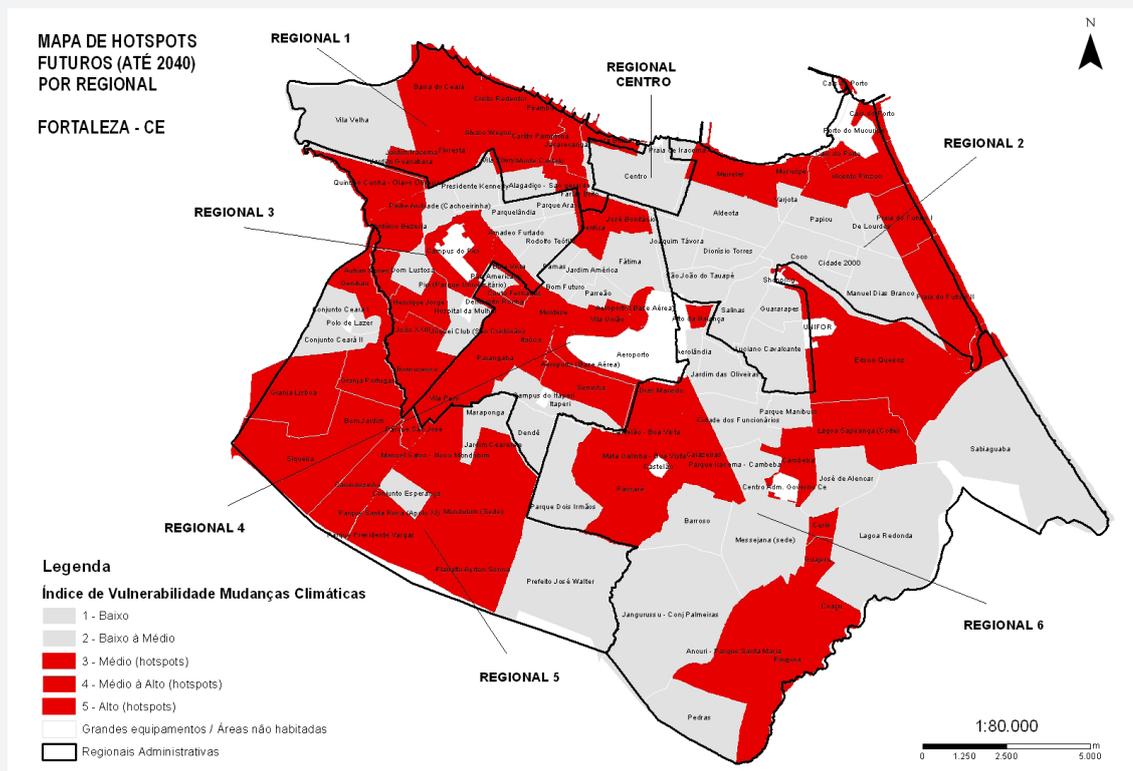
Fonte: Elaboração própria

Figura 10: Mapa de hotspots ATUAIS e de Futuros hotspots (atualmente com médio índice de risco) de Fortaleza por Regional.



Fonte: Elaboração própria

**Figura 11:** Mapa de *hotspots* totais de Fortaleza por Regional até 2040 (incorporando os bairros com médio risco atualmente).



Fonte: Elaboração própria

**Tabela 1:** Lista de bairros com riscos mais relevantes por *hotspots*.

HOSTPOSTS ATUAIS BAIRROS	RISCOS MAIS RELEVANTES POR HOTSPOT (BAIRRO)			
	Chuvas Extremas	Secas	Aumento da Temperatura	Avanço do nível do mar
Cais do Porto	X	X	X	X
Moura Brasil	X	X	X	X
Edson Queiroz	X	X	X	X
Aeroporto (Bairro)	X	X	X	
Bonsucesso	X	X	X	
Curió	X	X	X	
Praia do Futuro I	X		X	X
Vicente Pinzon	X		X	X
Quintino Cunha - Olavo Oliveira	X		X	X
Jacarecanga	X		X	X
Cristo Redentor	X		X	X
Pirambú	X		X	X
Henrique Jorge	X		X	
Pici	X		X	
Granja Portugal	X		X	
Parque São José	X		X	
Granja Lisboa	X		X	
Canindezinho	X		X	
Serrinha	X		X	
Autran Nunes	X		X	

Fonte: Elaboração própria

O mapeamento e a indicação dos hotspots revela as áreas do território cujos índices de risco são elevados em uma situação crítica dentro das condições climáticas atuais e futuras, e por essa razão, deve-se entendê-las como prioritárias tomando como objetivo a redução dos danos e impactos previstos e listados a seguir:

- **Desenvolvimento da cidade:** pode-se prever elevados prejuízos sociais, econômicos e ambientais aliados a uma baixa resiliência após eventos climáticos extremos. Caso as condições extremas permaneçam por um período maior, corre-se o risco de não haver possibilidade de recuperação dos danos ambientais, além dos riscos reais de perdas de vidas humanas.
- **Infraestrutura:** além dos prejuízos financeiros aos recursos públicos, também existe todo um período de transtornos à população durante o período de recuperação destes danos, além do risco de ocorrência de novos eventos, sendo, portanto, necessário que novas infraestruturas sejam pensadas para aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação.
- **Saúde:** embora Fortaleza possua um amplo sistema de saúde, com diversas unidades em funcionamento, não se obteve informações quanto à capacidade de atendimento, sobretudo no caso de agravamentos trazidos pelas mudanças climáticas.
- **Recursos hídricos e disponibilidade de água:** as áreas destacadas em laranja e vermelho no mapa correm riscos relacionados tanto à disponibilidade de água para consumo humano, quanto a riscos relacionados à qualidade da água.
- **Unidades de conservação/Áreas preservadas:** para estas mesmas áreas também se pode prever possibilidade de perda biodiversidade e desequilíbrios nos ecossistemas cujos impactos secundários poderão ser sentidos pela população no meio urbano.



4

PROPOSTA DE  
**MEDIDAS DE  
ADAPTAÇÃO**

Para responder aos perigos identificados e aumentar a qualidade de vida da população de Fortaleza, se identificou possíveis medidas de adaptação que aumentam a resiliência da cidade e reduzem a vulnerabilidade identificada.

De uma lista de 180 medidas de adaptação colecionadas a nível internacional criou-se uma lista curta de 20 medidas ideais para a cidade de Fortaleza e sua vulnerabilidade frente as mudanças climáticas. As medidas identificadas foram ajuntadas em três grupos de medidas priorizando:

- **Fortalecimento da infraestrutura verde:** Ampliação da cobertura vegetal da cidade visando reduzir as ilhas de calor e os efeitos das ondas de calor e seus impactos na saúde pública.
- **Aumentar a capacidade de responder as chuvas extremas:** Reduzir os impactos urbanos, econômicos, sociais e ambientais trazidos em períodos chuvosos, uma vez que a atual infraestrutura de drenagem da cidade já não suporta os níveis de chuvas atuais.
- **Aumentar o alerta a desastres naturais e educação ambiental:** Ampliar o conhecimento da população a respeito das consequências das mudanças climáticas e implantar sistema de alerta de risco climático.

Para cada grupo de medidas se elaborou uma ficha de medida com informações concretas sobre as atividades específicas, as responsabilidades, atores a considerar, o financiamento e outras informações relevantes. Também foram elaboradas notas de conceito do Fundo de Clima Verde (GCF) para os grupos de medidas de infraestrutura verde e de drenagem.

**Tabela 2:** Resumo das medidas de adaptação priorizadas

<b>MEDIDAS</b>	<b>ATIVIDADES CONCRETAS</b>
<b>Fortalecimento da infraestrutura verde</b>	<p>A) Incluir a infraestrutura verde na cidade e seu planejamento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventário de biodiversidade da cidade</li> <li>• Estudo de identificação de culturas adaptativas</li> <li>• Plano de infraestrutura verde</li> <li>• Estudo de clima local da cidade</li> <li>• Adaptação dos processos e das guias de Planejamento urbana</li> <li>• Adaptar as regulações de Planejamento e de construção</li> <li>• Integração dos conhecimentos e das medidas no projeto de “Fortaleza 2040”</li> </ul> <p>B) Fortalecer a manutenção as áreas verdes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de um plano de manutenção e monitoramento</li> <li>• Aumento de trabalhadores de manutenção</li> <li>• Formação dos trabalhadores de manutenção</li> </ul> <p>C) Aumento da informação ao público</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campanha de informação sobre as áreas verdes da cidade</li> <li>• Sinalização padronizada das áreas verdes e azul</li> <li>• Organização de eventos de infraestrutura verde</li> </ul>
<b>Fortalecimento da infraestrutura verde</b>	<p>D) Ocupação das áreas verdes com reflorestamento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visando garantir que as áreas não sejam ocupadas por construções ilegais as áreas verdes não vegetadas deverão ser reflorestadas</li> <li>• Incentivo ao uso adequado de áreas verdes (parques e praças).</li> <li>• Estabelecer proteção de grandes áreas verdes (uso restrito - Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente).</li> <li>• Incentivar o uso adequado dos parques em parceria com instituições dos setores de educação, cultura e segurança pública, para assegurar um programa permanente;</li> <li>• Assegurar iluminação e outras medidas apropriadas para tornar um ambiente convidativo naquelas áreas para incentivar mais uso e atividades pela população;</li> <li>• Estabelecer zonas de amortecimento entre áreas de uso restrito e áreas urbanizadas, promovendo uma interface de transição saudável e adequada entre esses ambientes;</li> <li>• Estabelecer placas apropriadas com conselhos de educação sobre o manejo adequado da natureza;</li> <li>• Apoiar o trabalho em curso de entidades não governamentais relacionadas com a valorização de áreas naturais;</li> </ul> <p>Garantir o reflorestamento previsto nos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas.</p>

MEDIDAS	ATIVIDADES CONCRETAS
<p><b>Aumentar a capacidade de responder as chuvas extremas</b></p>	<p>A) Melhoramento do Sistema de drenagem da cidade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão dos mapeamentos e estabelecimentos das unidades físicas de planejamento do abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais</li> <li>• Realização de estudo de dimensionamento com base em previsões de mudanças climáticas</li> <li>• Obras de infraestrutura para absorber altas intensidades de chuvas: aumento de dimensionamento da drenagem, determinação e preparação de áreas inundáveis em casos de chuvas extremas</li> </ul> <p>B) Adaptação da regulação para chuvas intensas e inundações</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação de áreas de risco de inundações da cidade</li> <li>• Desenvolvimento e implementação de uma regulamentação de proibição de construção e vivência nas zonas de risco</li> <li>• Plano de reassentamento populacional</li> <li>• Informação e sensibilização da população e dos profissionais do setor de construção</li> </ul> <p>C) Melhoramento da gestão de urgência de eventos de chuvas intensas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar e implementar áreas inundáveis no caso de chuvas extremas</li> <li>• Avaliar e adaptar o sistema existente de gestão de risco de chuvas extremas</li> </ul>
<p><b>Aumentar o alerta para desastres naturais e educação ambiental</b></p>	<p>A) Aumento da informação da população</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento tecnológico</li> <li>• Desenvolvimento de Ferramenta Tecnológica para difusão de informações</li> <li>• Implantação de sistema de comunicação</li> <li>• Estabelecer uma política de educação ambiental massiva com integração Inter setorial</li> <li>• Divulgação em veículos de comunicação em massa</li> <li>• Campanha de Educação em massa</li> <li>• Uso de ferramentas tecnológicas e de comunicação para ampla difusão das informações</li> </ul> <p>B) Gestão da informação e do conhecimento no município</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantação de sala de monitoramento para eventos extremos</li> <li>• Elaboração de parcerias entre instituições para troca de conhecimento</li> <li>• Facilitação jurídica para formação de parcerias</li> </ul> <p>C) Melhoramento da gestão integrada na municipalidade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de mecanismos legais para facilitar a integração dos setores na gestão da prefeitura</li> <li>• Ampliação dos quadros técnicos de Educação Ambiental bem como do envolvimento das Secretaria de Educação e de Saúde do município</li> </ul>

As fichas detalhadas para cada uma das medidas identificadas são apresentadas abaixo:

**Tabela 3:** Ficha de medida “Fortalecimento da infraestrutura verde”.

<b>Fortalecimento da infraestrutura verde</b>	
<b>Perigo relacionado / Impactos respondidos</b>	<p>Transversal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas altas e ondas de calor</li> <li>• Secas prolongadas</li> <li>• Chuvas extremas</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliação da cobertura vegetal da cidade visando reduzir as ilhas de calor e os efeitos das ondas de calor e seus impactos na saúde pública.</li> <li>• Também contribuirá para a redução de alagamentos.</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura</li> </ul>
<b>Alcance territorial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda a cidade e especialmente as áreas com pouca cobertura vegetal</li> <li>• Requer maior ênfase nos bairros identificados como de Alto Índice de Risco às Mudanças de Temperatura, a saber: Aeroporto; Cambé; Praia do Futuro I; Vicente Pinzon; Cais do Porto; Vila Ellery; Montese; Demócrito Rocha; Couto Fernandes; Álvaro Weyne; Carlito Pamplona; Bela Vista; Bonsucesso; Mucuripe; Jardim Iracema; Jardim Guanabara; Quintino Cunha – Olavo Oliveira; Parque São José; Curió; Vila União; Moura Brasil; Fátima; Benfica; Meireles; Jacarecanga; Farias Brito; Cristo Redentor; Autran Nunes; e Pirambú.</li> <li>• Faixa litorânea de Fortaleza / Áreas de estuários e manguezais.</li> </ul>
<b>Atividades concretas (ver detalhes das medidas depois da ficha técnica)</b>	<p>A) Incluir a infraestrutura verde na cidade e seu planejamento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventário de biodiversidade da cidade</li> <li>• Estudo de identificação de culturas adaptativas</li> <li>• Plano de infraestrutura verde</li> <li>• Estudo de clima local da cidade</li> <li>• Adaptação dos processos e das guias de Planejamento urbana</li> <li>• Adaptar as regulações de Planejamento e de construção</li> <li>• Integração dos conhecimentos e das medidas no projeto de “Fortaleza 2040”</li> </ul> <p>B) Fortalecer a manutenção as áreas verdes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de um plano de manutenção e monitoramento</li> <li>• Aumento de trabalhadores de manutenção</li> <li>• Formação dos trabalhadores de manutenção</li> </ul> <p>C) Aumento da informação ao público</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campanha de informação sobre as áreas verdes da cidade</li> <li>• Sinalização padronizada das áreas verdes e azul</li> <li>• Organização de eventos de infraestrutura verde</li> </ul> <p>D) Ocupação das áreas verdes com reflorestamento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visando garantir que as áreas não sejam ocupadas por construções ilegais as áreas verdes não vegetadas deverão ser reflorestadas</li> <li>• Incentivo ao uso adequado de áreas verdes (parques e praças).</li> <li>• Estabelecer proteção de grandes áreas verdes (uso restrito - Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente).</li> <li>• Incentivar o uso adequado dos parques em parceria com instituições dos setores de educação, cultura e segurança pública, para assegurar um programa permanente;</li> <li>• Assegurar iluminação e outras medidas apropriadas para tornar um ambiente convidativo naquelas áreas para incentivar mais uso e atividades pela população;</li> <li>• Estabelecer zonas de amortecimento entre áreas de uso restrito e áreas urbanizadas, promovendo uma interface de transição saudável e adequada entre esses ambientes;</li> </ul>

## Fortalecimento da infraestrutura verde

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer placas apropriadas com conselhos de educação sobre o manejo adequado da natureza;</li> <li>• Apoiar o trabalho em curso de entidades não governamentais relacionadas com a valorização de áreas naturais;</li> <li>• Garantir o reflorestamento previsto nos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas.</li> </ul>
<b>Atividades já implementadas/planificadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A prefeitura conta com uma Autarquia Municipal que tem – dentre outras – a função de arborizar a cidade e recuperar parques. Também conta com a Secretaria de Meio Ambiente com atribuição de gestão de Unidades de Conservação.</li> <li>• A prefeitura tem equipes de meio ambiente e de conservação bem como possibilidade de realizar parcerias com grupos ambientalistas de interesse os quais já trabalham nessas áreas. Requer investimento.</li> </ul>
<b>Recomendações de adaptações de programas, planos as políticas existentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração do Código da Cidade</li> <li>• Inclusão de políticas de prevenção de riscos no âmbito das políticas ambientais de Fortaleza</li> </ul>
<b>Atores envolvidos e papéis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEUMA: Líder da implementação das medidas</li> <li>• URBFOR: Arborização e Manutenção de áreas verdes</li> <li>• SCSP: Pavimentação drenante</li> <li>• SECRETARIAS REGIONAIS: Manutenção de praças e parques</li> <li>• SEINF: Drenagem e re-naturalização de canais</li> <li>• Universidades: Inovação tecnológica / Cooperação Técnica</li> </ul>
<b>Duração da medida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 anos</li> </ul>
<b>Custos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo pessoal municipal: 1'844'000 USD</li> <li>• Custo estudos: 1'400'000 USD</li> <li>• Custo infraestrutura: 17'040'000 USD</li> </ul>
<b>Financiamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interno: Possibilidade de financiamento através do <b>Fundo Nacional sobre Mudança do Clima</b> sobre a temática “Áreas Verdes Urbanas e Gestão de Áreas Legalmente Protegidas”. Porém, até o fechamento deste relatório não havia editais abertos no fundo citado.</li> <li>• Internacional: Possibilidade de financiamento através de multilaterais e agências de fomento, como a CAF e AFD, que na sua capacidade como Agências credenciadas poderia articular propostas de financiamento como <b>Fundo Verde para o Clima</b> na categoria “Melhora na Qualidade de Vida das Pessoas, Comunidades e Regiões Vulneráveis”.</li> </ul>
<b>Replicabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Região Metropolitana</li> </ul>
<b>Beneficiários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• População de Fortaleza: 2.643.000 pessoas</li> <li>• Especialmente aos bairros particularmente vulneráveis: Aeroporto; Cambeba; Praia do Futuro I; Vicente Pinzon; Cais do Porto; Vila Ellery; Montese; Demócrito Rocha; Couto Fernandes; Álvaro Weyne; Carlito Pamplona; Bela Vista; Bonsucesso; Mucuripe; Jardim Iracema; Jardim Guanabara; Quintino Cunha – Olavo Oliveira; Parque São José; Curió; Vila União; Moura Brasil; Fátima; Benfica; Meireles; Jacarecanga; Farias Brito; Cristo Redentor; Autran Nunes; e Pirambú</li> </ul>
<b>Sinergia com outras políticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas ambientais e de conservação da cidade</li> <li>• Plano Fortaleza 2040 e as medidas relacionadas (ver capítulo 4)</li> </ul>
<b>Aceitabilidade da população</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta como a qualidade de vida será melhorado para a população</li> </ul>
<b>Indicadores de acompanhamento e monitoramento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de cobertura vegetal</li> <li>• % de áreas destinadas a agricultura urbana</li> <li>• % de áreas de manguezais recuperadas</li> </ul>

**Tabela 4:** Ficha de medida “Aumentar a capacidade de responder as chuvas intensas”.**Aumentar a capacidade de responder as chuvas extremas**

<b>Perigo relacionado / Impactos respondidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas extremas (alagamentos, inundações, deslizamentos e desabrigo)</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir os impactos urbanos, econômicos, sociais e ambientais trazidos em períodos chuvosos, uma vez que a atual infraestrutura de drenagem da cidade já não suporta os níveis de chuvas atuais.</li> <li>• Incluir o conhecimento sobre a dinâmica da natureza no processo de revisão do Plano Diretor garantindo um zoneamento que garanta redução de riscos ambientais para a população.</li> <li>• Unificar a unidade territorial de gestão utilizada pela prefeitura (drenagem e resíduos) com a utilizada pela concessionária (CAGECE) de água e esgoto, contribuindo para uma gestão integrada e eficiente do saneamento como um todo.</li> <li>• Reduzir os riscos de mortes e/ou prejuízos materiais para as populações que habitam ilegalmente as áreas ribeirinhas e faixa costeira.</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura, Planejamento</li> </ul>
<b>Alcance territorial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda a cidade de Fortaleza, porém com maior ênfase nos bairros identificados como de Alto Índice de Risco aos efeitos das Chuvas Extremas, a saber: Parque Presidente Vargas; Siqueira; Planalto Ayrton Senna; Mondubim; Edson Queiroz; Vicente Pinzon; Cais do Porto; Demócrito Rocha; Henrique Jorge; Pici; Bonsucesso; Granja Portugal; Floresta; Quintino Cunha – Olavo Oliveira; Granja Lisboa; Canindezinho; Serrinha; Genibau; Autran Nunes; e Pirambu.</li> </ul>
<b>Atividades concretas (ver detalhes das medidas depois da ficha técnica)</b>	<p>A) Melhoramento do Sistema de drenagem da cidade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão dos mapeamentos e estabelecimentos das unidades físicas de planejamento do abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais</li> <li>• Realização de estudo de dimensionamento com base em previsões de mudanças climáticas</li> <li>• Obras de infraestrutura para absorber altas intensidades de chuvas: aumento de dimensionamento da drenagem, determinação e preparação de áreas inundáveis em casos de chuvas extremas</li> </ul> <p>B) Adaptação da regulação para chuvas intensas e inundações</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação de áreas de risco de inundações da cidade</li> <li>• Desenvolvimento e implementação de uma regulamentação de proibição de construção e vivência nas zonas de risco</li> <li>• Plano de reassentamento populacional</li> <li>• Informação e sensibilização da população e dos profissionais do setor de construção</li> </ul> <p>C) Melhoramento da gestão de urgência de eventos de chuvas intensas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar e implementar áreas inundáveis no caso de chuvas extremas</li> <li>• Avaliar e adaptar o sistema existente de gestão de risco de chuvas extremas</li> </ul>
<b>Atividades já implementadas/ planejadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A prefeitura possui equipes de infraestrutura especializada, bem como um zoneamento urbano-ecológico constante no Plano Fortaleza 2040. Além disso há alguns anos vem executando obras de drenagem no âmbito do DRENURB.</li> </ul>

### Aumentar a capacidade de responder as chuvas extremas

<b>Recomendações de adaptações de programas, planos as políticas existentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporar aos atuais planos e programas de drenagem urbana da cidade</li> <li>Atualização do Plano Diretor e do Zoneamento da Cidade</li> <li>Acordo Setorial com a CAGECE</li> <li>Atualização do Plano de reassentamento de famílias em área de risco</li> <li>Revisão dos critérios de classificação de áreas de risco incluindo os riscos climáticos</li> </ul>
<b>Atores envolvidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEUMA: Líder da implementação das medidas</li> <li>SEINF: Obras de infraestrutura</li> <li>SCSP: Pavimentação e limpeza urbana</li> <li>CAGECE: Cooperação Técnica</li> <li>DEFESA CIVIL: Mapeamento das áreas críticas e planos emergenciais</li> </ul>
<b>Duração da medida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6 anos</li> </ul>
<b>Custos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Custo pessoal municipal: 3'625'000 USD</li> <li>Custo estudos: 1'200'000 USD</li> <li>Custo infraestrutura: 35'050'000 USD</li> </ul>
<b>Financiamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interno: Possibilidade de financiamento através do <b>Fundo Nacional sobre Mudança do Clima</b> sob a temática "Desarrollo integrado das municipalidades". Porém, até o fechamento deste relatório não havia editais abertos no fundo citado.</li> <li>Internacional: Possibilidade de financiamento através multilaterais e agências de fomento, como a CAF e AFD, que na sua capacidade como Agencias credenciadas poderia articular propostas de financiamento com o Fundo Verde pelo Clima dentro da área prioritária "Infraestrutura e Construções Resilientes"; do <b>Fundo Mundial para a Redução de Desastres e Recuperação</b>; do <b>Banco Mundial</b>, que prevê investimentos para a mitigação nas áreas de planejamento de paisagens e estratégias para investimentos em preparação para desastres; da Iniciativa Climática Internacional; e do Banco Alemão de Desenvolvimento, enquadrando-se dentro da categoria de "prevenção de riscos".</li> </ul>
<b>Replicabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Território Nacional</li> </ul>
<b>Beneficiários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>População de Fortaleza</li> </ul>
<b>Sinergia com outras políticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Políticas ambientais e urbanísticas da cidade</li> <li>Demandas da Defesa Civil</li> <li>Plano Fortaleza 2040 e as medidas relacionadas (ver capítulo 4)</li> <li>Políticas do Habitafor</li> </ul>
<b>Aceitabilidade da população</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta, uma vez que:</li> <li>os impactos das chuvas intensas serão menores</li> <li>o zoneamento urbano-ecológico reduzirá consideravelmente as áreas de risco na cidade</li> </ul>
<b>Indicadores de acompanhamento e monitoramento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de ocorrências para a Defesa Civil (para os impactos mencionados)</li> <li>Decretos regulamentadores publicados</li> <li>Unidades territoriais integradas</li> <li>Índice populacional residente em áreas de risco</li> </ul>

**Tabela 5:** Ficha de medida “Aumentar a alerta a desastres naturais e educação ambiental”.

<b>Aumentar o alerta para desastres naturais e educação ambiental</b>	
<b>Perigo relacionado / Impactos respondidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transversal:</li> <li>• Temperaturas altas e ondas de calor</li> <li>• Secas prolongadas</li> <li>• Chuvas extremas</li> <li>• Elevação do nível do mar</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar sistema de alerta de risco climático visando ampliar a capacidade de reação da população aos riscos trazidos por eventos climáticos.</li> <li>• Viabilizar uma gestão mais integrada entre setores públicos evitando ações isoladas e aumento da eficácia das medidas.</li> <li>• Profissionalizar a gestão ambiental municipal especialmente no que diz respeito às mudanças climáticas.</li> <li>• Ampliar o conhecimento da população a respeito das consequências das mudanças climáticas, bem como dotá-la de ferramentas para reação (preventiva e reativa) em caso de eventos extremos.</li> </ul>
<b>Tipo de medida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informação e Sensibilização</li> </ul>
<b>Alcance territorial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda a cidade. Neste caso não deverá haver priorização de área territorial uma vez que as ações deverão alcançar todos os habitantes da cidade.</li> </ul>
<b>Atividades concretas (ver detalhes das medidas depois da ficha técnica)</b>	<p>A) Aumento da informação da população</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento tecnológico</li> <li>• Desenvolvimento de Ferramenta Tecnológica para difusão de informações</li> <li>• Implantação de sistema de comunicação</li> <li>• Estabelecer uma política de educação ambiental massiva com integração Inter setorial</li> <li>• Divulgação em veículos de comunicação em massa</li> <li>• Campanha de Educação em massa</li> <li>• Uso de ferramentas tecnológicas e de comunicação para ampla difusão das informações</li> </ul> <p>B) Gestão da informação e do conhecimento no município</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantação de sala de monitoramento para eventos extremos</li> <li>• Elaboração de parcerias entre instituições para troca de conhecimento</li> <li>• Facilitação jurídica para formação de parcerias</li> </ul> <p>C) Melhoramento da gestão integrada na municipalidade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de mecanismos legais para facilitar a integração dos setores na gestão da prefeitura</li> <li>• Ampliação dos quadros técnicos de Educação Ambiental bem como do envolvimento das Secretaria de Educação e de Saúde do município</li> </ul>
<b>Atividades já implementadas/ planejadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A Defesa Civil Municipal já vem trabalhando em sistemas de monitoramento e previsão de chuvas junto com a FUNCEME</li> </ul>
<b>Recomendações de adaptações de programas, planos as políticas existentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivo a atual Sala de Situação da Defesa Civil</li> <li>• Ampliação do diálogo entre as pastas</li> <li>• Ampliação e priorização das políticas ambientais voltadas para educação ambiental</li> <li>• As ações devem possuir caráter global e atingir toda a população</li> <li>• Ampliação e priorização das políticas ambientais voltadas para educação ambiental</li> <li>• As ações devem possuir caráter global e atingir toda a população</li> </ul>

### Aumentar o alerta para desastres naturais e educação ambiental

<b>Atores envolvidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEUMA – Lider da implantação da medida e orientação técnica</li> <li>• DEFESA CIVIL – Difusão nas comunidades</li> <li>• SETOR DE COMUNICAÇÃO PÚBLICA – Veículos de comunicação e formato</li> <li>• IPLANFOR – Governança</li> <li>• SECRETARIA DE EDUCAÇÃO – Capacitações, treinamentos e difusão</li> <li>• T.I. – Desenvolvimento de ferramenta tecnológica (APP)</li> </ul>
<b>Duração da medida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não dimensionado</li> </ul>
<b>Custos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo pessoal municipal: 100'000 USD</li> <li>• Custo estudos: 800'000 USD</li> <li>• Custo infraestrutura: 120'000 USD</li> </ul>
<b>Financiamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interno: FNMA e FNMC financiaram no ano 2018 atividades relacionadas a vulnerabilidade de cidades. Porém, até o fechamento deste relatório não havia editais abertos no fundo citado.</li> <li>• Internacional: Possibilidade de financiamento através multilaterais e agências de fomento, como a CAF e AFD, que na sua capacidade como agências credenciadas poderia articular propostas de financiamento com o <b>Fundo Verde pelo Clima</b>. Também o <b>Fundo Mundial para a Redução de Desastres e Recuperação</b>; do <b>Banco Mundial</b>, que prevê investimentos para a mitigação nas áreas de planejamento de paisagens e estratégias para investimentos em preparação para desastres; da <b>Iniciativa Climática Internacional</b>; e do <b>Banco Alemão de Desenvolvimento</b>, enquadrando-se dentro da categoria de “prevenção de riscos”.</li> </ul>
<b>Replicabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Território Nacional</li> </ul>
<b>Beneficiários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• População de Fortaleza</li> </ul>
<b>Sinergia com outras políticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas ambientais e urbanísticas da cidade</li> <li>• Política da Defesa Civil</li> <li>• Fortaleza 2040 e as medidas relacionadas (ver capítulo 4)</li> </ul>
<b>Aceitabilidade da população</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta, como a compreensão da população será melhor e a atuação nas situações de risco serão mais adequados.</li> </ul>
<b>Indicadores de acompanhamento e monitoramento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de alerta implantado</li> <li>• Criação de câmara/comitê intersetorial de acompanhamento das mudanças climáticas</li> <li>• Pesquisa para avaliação do nível de conhecimento da população sobre o tema</li> <li>• Número de parcerias firmadas</li> </ul>

The background image shows a coastal cityscape. In the foreground, a rocky pier extends into the sea, with a paved walkway and a white railing leading towards a sandy beach. Several people are visible walking on the pier. In the background, a dense urban area with various high-rise buildings is visible under a clear blue sky. A large blue graphic overlay is on the left side of the image, containing the number 5 and the main title.

# 5

# RECOMEN- DAÇÕES

PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA  
ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO

Para a implementação da estratégia de adaptação identificadas e uma adaptação ótima as mudanças climáticas da cidade de Fortaleza faz-se necessário que as condições seguintes sejam realizadas:

- **Compromisso político e estratégico:** as medidas recomendadas precisam de apoio desde o nível político, além de estratégico, e ter o financiamento necessário para sua implementação..
- **Organização municipal para as mudanças climáticas:** A implementação das medidas de adaptação necessita da coordenação e da colaboração de vários atores municipais. Ademais é importante que uma unidade seja responsável por parte da Prefeitura para a coordenação geral e a implementação das medidas.
- **Acompanhamento das medidas:** A implementação das medidas deve ser acompanhada pela prefeitura e seu órgão responsável. Por isso, a elaboração de um sistema de acompanhamento e implementação desde o início do projeto faz-se crucial para seu êxito.
- **Comunicação e informação a nível da cidade:** As medidas de adaptação e suas atividades têm impactos em toda a cidade incluindo todos os atores da população de Fortaleza. Somente e com a participação de todos os atores que estão envolvidos nas atividades se pode realizar uma adaptação as mudanças climáticas efetiva. Por isso faz-se importante que as atividades propostas sejam comunicados a nível de cidade através de atividades de informação e sensibilização da população e das instituições da cidade.

Se recomenda tendo como base as condições gerais, os próximos passos para a implementação das medidas de adaptação:

- **Determinar a colaboração com Fortaleza 2040:** Fortaleza 2040 e o Índice de risco climático e medidas de adaptação recomendadas têm muitos aspetos em comum e sinergias que se podem e devem ser aproveitadas. Por isso uma colaboração ou até uma junção das atividades futuras faz-se necessária e oportuna para uma implementação exitosa das medidas e um aumento da qualidade de vida para os residentes de Fortaleza. Tem-se que avaliar como os órgãos implicados podem colaborar e que tipo de instituição será necessária para isso em nível da prefeitura.
- **Criação de um grupo de trabalho de Adaptação integrado entre SEUMA, IPLANFOR, Defesa Civil e SEINF:** Para a implementação se rastreou as medidas, e se faz necessário criar um grupo de trabalho integrado entre SEUMA, IPLANFOR, Defesa Civil e SEINF. Torna-se importante que os atores relevantes para a implementação das medidas sejam parte dessa junta. Também os atores com sinergias com as medidas a serem implementadas tem que fazer parte da junta, como por exemplo os responsáveis pelo Fortaleza 2040 ou do serviço de emergência.
- **Criação dos grupos de trabalho para a implementação das medidas:** O órgão institucional tem que definir os grupos de trabalho para o planejamento e implementação das medidas. Apresenta-se como importante que o grupo que integra os funcionários dos serviços específicos que são implicados nas medidas e que estes aproveitem as sinergias com as programas e projetos nestes serviços de maneira integral. Cada grupo de trabalho será representado no órgão institucional por pelo menos uma pessoa que fará o link com as outras medidas dos programas relacionados.
- **Informação e sensibilização da população:** E importante informar a população regularmente com respeito às atividades realizadas como, por exemplo, eventos públicos, um sítio web, informações por *sms/whatsapp*. Idealmente se cria uma estratégia comunicacional que determina que meios serão usados e quais informações. A estratégia determina os grupos de interesse, as mensagens a transmitir, os meios a usar, etc.



6

REFERÊNCIAS

- FORTALEZA 2040. Prefeitura Municipal de Fortaleza. Plano Fortaleza 2040: qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais. Fortaleza: Iplanfor, 2016. Disponível em: [http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/assets/files/publications/fortaleza2040\\_volume-6-qualidade-do-meio-ambiente-e-dos-recursos-naturais\\_06-03-2017.pdf](http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/assets/files/publications/fortaleza2040_volume-6-qualidade-do-meio-ambiente-e-dos-recursos-naturais_06-03-2017.pdf). Publicado em 2016.
- IPCC (2014) Summary for policymakers. 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. 1-32.
- KNMI Climate Explorer. Disponível em: <https://climexp.knmi.nl/start.cgi>
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), Ministério da Integração Nacional, WWF-Brasil. Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima. Brasília. DF: MMA, 2017.

