

//

ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO

PROJETO
URBAN-LEDS II

SOROCABA 2020

// SUMÁRIO

// 01 INTRODUÇÃO.....	5
// 02 CONTEXTO	6
2.1 // SOROCABA: UMA VISÃO GERAL	6
// 03 METODOLOGIA	12
3.1 // CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
3.2 // DETALHAMENTO DA METODOLOGIA UTILIZADA	13
// 04 ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO PARA SOROCABA	20
4.1 // EXPOSIÇÃO	20
4.2 // INUNDAÇÃO	21
4.3 // DESLIZAMENTO	28
4.4 // ONDAS DE CALOR	35
4.5 // PROLIFERAÇÃO DE DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS	41
4.6 // SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS	47
// 05 RESILIÊNCIA CLIMÁTICA: PRINCIPAIS CONCEITOS	49
5.1 // ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO	51
5.2 // MÁ ADAPTAÇÃO (MALADAPTATION)	51
5.3 // AÇÕES DE ADAPTAÇÃO PARA SOROCABA	52
5.4 // PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO	60
// 06 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6.1 // LIMITES E BARREIRAS DA ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO	61
// GLOSSÁRIO	62
// REFERÊNCIAS	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Climograma de Sorocaba com dados históricos (1981-2010)	10
Gráfico 2 - Representa a evolução da máxima precipitação diária anual	21
Gráfico 3 - Representa a evolução da máxima precipitação diária anual	21
Gráfico 4 - Representa a evolução do número de dias em um ano em que a precipitação supera a marca de 25mm em um dia.	22
Gráfico 5 - Representa a evolução do indicador CWD que representa o número de dias consecutivos em um ano. Esse índice reflete	

chuvas concentradas em um longo período de tempo.	28
Gráfico 6 - Representa a evolução do Rx5day que representa a máxima precipitação anual em acumulada 5 dias consecutivos, isto é, durante todo o ano, computa-se o valor acumulado em uma janela móvel de 5 dias, e o maior valor nessa janela é registrado.	29
Gráfico 7 - Representa o número máximo de dias consecutivos no ano em que a temperatura máxima excedeu percentil 90, considerando-se 30° C. Conta-se o número de dias no ano em que temperatura máxima atingiu esse limiar.	35
Gráfico 8 - Representa porcentagem anual de dias em que a temperatura máxima excedeu o percentil 90, não necessariamente consecutivos.	35
Gráfico 9 - Representa a evolução da umidade relativa do ar média anual projetada modelo ETA-HadGEM2-ES, cenário RCP8.5.	41
Gráfico 10 - Representa a evolução da temperatura média anual projetada modelo ETA-HadGEM2-ES, cenário RCP8.5.	41
Gráfico 11 - Representa a evolução da precipitação total anual projetada modelo ETA-HadGEM2-ES, cenário RCP8.5.	42

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 - Ocorrências de deslizamento, erosão, alagamento e inundação no município de Sorocaba, no período de 2015 a 2020	11
Figura 2 - Fluxograma das etapas da análise de risco climático	13
Figura 3 - Framework da metodologia empregada	15
Figura 4 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de inundação	18
Figura 5 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de deslizamento	18
Figura 6 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de ondas de calor	19
Figura 7 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de proliferação de vetores	19
Figura 8 - Tipos e exemplos de medida de adaptação	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ranking dos bairros mais críticos em relação a inundação de Sorocaba	23
Tabela 2 - Ranking dos bairros mais críticos em relação a deslizamento de Sorocaba	30
Tabela 3 - Ranking dos bairros mais críticos em relação a ondas de calor de Sorocaba	36
Tabela 4 - Ranking dos bairros mais críticos em relação à proliferação de doenças de Sorocaba	42

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 - Exposição da população de Sorocaba	20
Mapa 2 - Ameaça de Inundação no município de Sorocaba	24
Mapa 3 - Vulnerabilidade a inundação no município de Sorocaba	25
Mapa 4 - Risco a inundação no município de Sorocaba	26
Mapa 5 - Risco crítico a inundação no município de Sorocaba	27
Mapa 6 - Ameaça a deslizamento no município de Sorocaba	31
Mapa 7 - Vulnerabilidade e deslizamento no município de Sorocaba	32
Mapa 8 - Risco a deslizamento no município de Sorocaba	33
Mapa 9 - Risco crítico a deslizamentos no município de Sorocaba	34
Mapa 10 - Ameaça a ondas de calor no município de Sorocaba	37

Mapa 11 - Vulnerabilidade a ondas de calor no município de Sorocaba	38
Mapa 12 - Risco a ondas de calor no município de Sorocaba	39
Mapa 13 - Risco crítico a ondas de calor no município de Sorocaba	40
Mapa 14 - Ameaça à proliferação de vetores (Aedes aegypti) no município de Sorocaba	43
Mapa 15 - Vulnerabilidade à proliferação de vetores (Aedes aegypti) no município de Sorocaba	44
Mapa 16 - Risco à proliferação de vetores (Aedes aegypti) no município de Sorocaba	45
Mapa 17 - Risco crítico à proliferação de vetores (Aedes aegypti) no município de Sorocaba	46
Mapa 18 - Mapa 18 - Risco composto no município de Sorocaba	48

AUTORES

WayCarbon
Henrique Pereira, CEO
Melina Amoni, Gerente de Risco Climático e Adaptação
Marina Lazzarini, Analista de sustentabilidade
Rayane Pacheco, Analista de Dados II
Gregory Pitta, Consultor I

COLABORADORES

ICLEI AMÉRICA DO SUL
Rodrigo Perpétuo, Secretário Executivo
Sophia Picarelli, Gerente de Biodiversidade e Mudança do Clima
Camila Chabar, Coordenadora de Mudança do Clima
Flavia Speyer, Analista de Mudança do Clima
Gustavo Oliveira, Assistente de Mudança do Clima
Diogo Meneses, Assistente de Mudança do Clima

MAPAS DE ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO DESSA PUBLICAÇÃO

CRS: SIRGAS 2000
 DATUM: SISTEMA DE REFERENCIA GEOCENTRICO PARA LAS AMERICAS 2000
 ELLIPSOIDE: GRS 1980
 FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, DADOS IBGE 2010

REALIZAÇÃO



IMPLEMENTAÇÃO



// APRESENTAÇÃO

A análise de risco climático para Sorocaba (São Paulo, Brasil) surge da iniciativa do projeto Urban-LEDS II (2017-2021) e da vontade do município em se tornar mais resiliente frente à mudança do clima, bem como de transitar para uma economia de baixo carbono. A iniciativa Urban-LEDSII "Acelerando a Ação Climática por meio da Promoção de Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixas Emissões" visa a tornar as estratégias de desenvolvimento de baixa emissão uma parte fundamental da política e planejamento urbano nas cidades. Essa iniciativa, financiada pela Comissão Europeia e implementada pelo ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, em parceria com o ONU-Habitat, está implementada na América do Sul em 7 governos locais da Colômbia e 8 do Brasil, sendo Sorocaba uma dessas cidades.

Sorocaba participa desde a Fase I (2012-2016) do projeto Urban-LEDS e vem se destacando na agenda climática brasileira. Na fase II do projeto, a cidade foi selecionada para receber o apoio direto de uma consultoria para que, com a cidade, auxilie na gestão climática para torná-la mais resiliente frente à mudança do clima, com base em insumos técnicos e científicos desenvolvidos a partir da análise de riscos climáticos.

Nesse sentido, a WayCarbon, com vasta experiência na área de mudança do clima e sustentabilidade, apresenta o estudo de Análise de Risco Climático do município de Sorocaba como parte da construção do aumento da resiliência da cidade. O presente relatório está dividido em 6 capítulos, sendo:



CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO:

apresenta um resumo sobre a mudança do clima e seus impactos, como também o objetivo do presente relatório;

CAPÍTULO 2 – CONTEXTO:

apresenta levantamento do contexto socioeconômico, físico e climático de Sorocaba, além da visão climática da cidade, sendo base para análise;

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA:

apresenta as premissas, os procedimentos metodológicos e a base de dados técnicos e científicos utilizados para o cálculo do índice de risco climático;

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DO RISCO CLIMÁTICO:

apresenta os resultados da análise de risco climático para cada ameaça, ou seja, inundação, deslizamento, ondas de calor e proliferação de doenças transmissíveis, incluindo os direcionamentos para sua interpretação;

CAPÍTULO 5 – RESILIÊNCIA CLIMÁTICA:

apresenta conceitos principais na área de adaptação climática e as proposições de medidas para a cidade de Sorocaba;

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS:

apresenta as principais conclusões do trabalho realizado, incluindo recomendações/indicativos de aspectos a serem incorporados na gestão ambiental urbana, além das limitações e barreiras decorrentes de premissas metodológicas, da disponibilidade de dados e do tempo de execução do projeto.

// 01 INTRODUÇÃO

A mudança do clima são consideradas um dos desafios mais complexos deste século, tendo em vista a sua magnitude, potencial desequilíbrio ambiental e as incertezas inerentes às projeções de risco. Os impactos gerados por essa mudança já são sentidos pelos centros urbanos e vêm crescendo nos últimos anos. As projeções climáticas do IPCC (2014) indicam um aumento do risco para pessoas, ativos, economias e ecossistemas, incluindo impactos relacionados ao estresse térmico, alteração na intensidade e frequência de eventos extremos de precipitação e consequências relacionadas à elevação do nível do mar. Segundo Revi *et al.* (2014), as variações extremas nos regimes de chuva e temperatura projetam a intensificação das inundações, deslizamentos, ondas de calor, secas, proliferação de vetores de doenças, entre outros.

No contexto da mudança do clima, as cidades merecem destaque por dois fatores: (1) por serem os territórios que concentram grande parte das emissões de gases de efeito estufa (GEE), responsáveis por mais de 70% de todas as emissões, principalmente advindas dos setores de transporte, energia e resíduos (ONU-HABITAT, 2011); e (2) por serem os territórios mais vulneráveis à mudança do clima, ao concentrar pessoas, infraestruturas e atividades econômicas suscetíveis a sofrerem os impactos relacionados à intensificação das ondas de calor, inundações, deslizamentos, doenças, além da segurança hídrica, energética e alimentar, por exemplo.

As cidades concentram grande parte do poder econômico, político e administrativo, e sua rápida urbanização, muitas vezes feita de forma não planejada, em conjunto com os efeitos da mudança do clima, cria riscos adicionais para os meios de vida sustentáveis. Para se ter uma ideia, na América Latina e Caribe, aproximadamente 80% da população vive nas cidades, sendo considerada a região mais urbanizada do mundo, e estima-se que em 2050 este número deve se aproximar de 90% (ONU-HABITAT, 2012). A maioria dessas cidades já possui problemas ambientais associados aos padrões de desenvolvimento (urbanização) e transformação de áreas geográficas, complementados pelas desigualdades socioeconômicas. E os extremos climáticos tendem a amplificar os riscos já existentes causados pelas pressões pela maior demanda de água, alimentos, energia, habitação e mobilidade urbana, outras infraestruturas e serviços (WORLD BANK, 2010; ONU Habitat, 2016).

Embora toda a população urbana possa ser afetada de alguma forma, os impactos da mudança do clima atingirão, especialmente, e de forma mais direta, a população de baixa renda e que possui acesso limitado a serviços e outros recursos que possam minimizar os efeitos

adversos. Tais divergências criam, no meio urbano, grupos mais sensíveis e com menor capacidade de adaptação.

Diante deste cenário, o desenvolvimento e a efetiva implementação de ações de adaptação destinadas à redução dos efeitos adversos das ameaças climáticas existentes torna-se fundamental para o aumento da resiliência climática das cidades. Destaca-se que as ações de adaptação devem considerar o contexto local, visto o dinamismo e a especificidade de cada cidade. Dessa forma, o ponto de partida para uma gestão de risco assertiva e para a 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 (ambiental, social e econômico), subsidiando, assim, o desenvolvimento de políticas públicas responsivas e investimentos que minimizem o risco.

Nesse sentido, o presente estudo apresenta os resultados do índice de Risco Climático para Sorocaba, apontando os riscos atuais e futuros aos quais a cidade está e estará exposta, bem como as medidas de adaptação (implementadas, planejadas e propositivas) necessárias para a construção da resiliência da cidade frente aos impactos da mudança do clima.

Ressalta-se que a análise de risco climática foi feita considerando as ameaças que historicamente estão presentes na cidade: inundação, deslizamento, ondas de calor e proliferação de vetores (*Aedes aegypti*). Foram utilizados os resultados de projeção climática do modelo Eta-HadGEM2-ES (CPTEC/ INPE) para o horizonte temporal de 2030 e 2050, considerando o cenário de concentração de GEE RCP8.5, além de variáveis ambientais, sociais, econômicas e demográficas.

// 02 CONTEXTO

2.1 // SOROCABA: UMA VISÃO GERAL

2.1.1 // LENTE CLIMÁTICA: A RESILIÊNCIA URBANA EM FOCO

A atuação de Sorocaba em relação ao enfrentamento à mudança do clima teve seu início em 2008, com a criação da Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), sendo a presente análise de risco climático uma continuação de tantos outros projetos que a cidade já desenvolveu e vem desenvolvendo, em busca de uma Sorocaba mais resiliente. Tal análise de risco climático constituiu-se um importante instrumento técnico para o desenvolvimento de medidas de adaptação efetivas para Sorocaba, bem como um marco para a cidade, tendo em vista que os estudos desenvolvidos anteriormente pelo município envolviam a temática da mitigação, não contemplando, de forma direta e profunda, as questões relacionadas à adaptação.

Na fase I do projeto Urban-LEDS (2012-2016), por exemplo, o município realizou seu primeiro inventário de emissões de GEE (do período de 2002-2012), bem como realizou um plano para a redução dessas emissões, propondo estratégias de mitigação com metas até o ano de 2030 e, agora, na fase II do projeto (2017-2021), o município também realizou a atualização deste inventário para o período-base de 2013-2017. Ainda, o projeto apoiou a cidade na elaboração de sua política municipal de mudança do clima, que foi posteriormente instituída pela Lei nº 13.798.

Além disso, Sorocaba possui uma série de políticas, planos e ações, que, embora não sejam diretamente relacionados ao enfrentamento dos impactos relacionados à mudança do clima, constituem importantes instrumentos para tal finalidade. Destaca-se que as ações de mitigação e de adaptação devem ser vistas de forma integrada às ações que objetivam o desenvolvimento sustentável em Sorocaba, visto que essas ações não apenas auxiliam o combate à mudança do clima, como também o desenvolvimento ambiental das sociedades, aliado aos desenvolvimentos econômico e social.

Abaixo estão listados alguns exemplos de políticas, planos, programas e compromissos do município de Sorocaba, não exaustivos, fundamentais para o desenvolvimento sustentável da cidade, bem como para a construção da resiliência climática:



- Compromisso público de comprometimento ao enfrentamento da mudança do clima, com a adesão ao Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia – GCoM (2017);
- Grupo de trabalho e um Comitê de Mudança do Clima (Dec. nº 24.515 de 22 de janeiro de 2019: Institui o Comitê Gestor Local, o Comitê Municipal e o Grupo de Trabalho sobre Mudanças Climáticas);
- Legislação ou regulação estadual para mudanças do clima (Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009 - Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC, no estado de São Paulo);
- Medidas Prioritárias selecionadas (Workshop Técnico 2018): Plano de arborização e iluminação pública;
- Esboço de uma estratégia de desenvolvimento urbano de baixo carbono e resiliente a partir de reuniões de trabalho com secretarias e departamentos municipais e com a comunidade (2018: Carta Sorocaba Cidades Eficientes/ 2019: CARTA ABERTA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SOROCABA PARA ENFRENTAMENTO À MUDANÇA CLIMÁTICA (Divulgação em novembro/2019 no 1º Fórum Regional de Mudanças Climáticas);
- Estratégia de desenvolvimento urbano de baixo carbono e resiliente no formato de uma lei aprovada pela Câmara Municipal (Política municipal sobre mudanças climáticas - LEI Nº 11.477, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2016).

2.1.2 // CONTEXTO SOCIOECONÔMICO E DEMOGRÁFICO

O município de Sorocaba, fundado em 1661, possui uma área territorial equivalente a 450,282 km² e conta com uma população equivalente a 659.871 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 1.465,08 hab/km², segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2017 (IBGE, 2017). Dentre essa população, a maioria se declara como brancos (74,11%) e mulheres (51,07%), resultando em 24,76% negros e 48,97% homens. De acordo com o último censo (IBGE, 2010), a estrutura etária da população no município é composta por 21,06% menores de 15 anos, 71,53% de 15 a 64 anos, e 7,42% 65 anos ou mais, com uma taxa de envelhecimento de 7,41%. A Fundação Seade (2017) aponta que a população idosa em Sorocaba aumentará em 80% até o ano de 2030, o que consequentemente aumenta a população sensível (abaixo de 5 anos e acima de 65 anos de idade), sendo essa uma das variáveis analisadas na composição do índice de risco climático.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Sorocaba, referente ao ano de 2010, equivale a 0,798, em uma pontuação que varia entre 0 e 1, enquadrando o município na faixa de alto IDHM, ocupando a 25ª posição entre os municípios do Estado de São Paulo, representando uma evolução de 10,68% em relação ao ano de 2000. Essa evolução é resultado do aumento das dimensões que compõem o IDHM, sendo: IDHM Longevidade (aumento de 4,59% em relação a 2000), IDHM Educação (aumento de 23,90% em relação a 2000) e IDHM Renda (aumento de 4,62% em relação a 2000).

O IDHM de Longevidade leva em consideração a esperança de vida ao nascer e a taxa de mortalidade infantil. De acordo com os dados do censo de 2010 (IBGE, 2010), o valor da esperança de vida ao nascer era igual a 75,69 anos, sendo a de mulheres (79,34 anos) e a de pessoas brancas (75,95 anos) maiores que a dos homens (71,76 anos) e pessoas negras (75,14 anos). Em relação à taxa de mortalidade infantil, definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, em 2010, o valor era equivalente a 13,43 por mil nascidos vivos, sendo a de mulheres (12,75 por mil) e pessoas brancas (12,77 por mil) menores do que de homens (14,10 por mil) e pessoas negras (14,26) (IBGE, 2010).

O IDHM de Educação é composto por cinco indicadores, sendo quatro deles referentes ao fluxo escolar de crianças e jovens, e um é relativo à escolaridade da população adulta. Segundo os dados do censo de 2010, o município de Sorocaba possuía o seguinte fluxo escolar por faixa etária: crianças de 5 a 6 anos na escola (95,70%); crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental (91,50%); jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo (76,05%), e jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo (60,25%). Em relação à escolaridade da população adulta, considerando a população de 25 anos ou mais de idade, 3,74% eram analfabetos, 63,88% tinham o ensino fundamental completo, 47,96% possuíam o ensino médio completo e 16,99%, o superior completo (IBGE, 2010).

A terceira dimensão do IDHM, o IDHM de Renda, envolve a questão de renda, pobreza e desigualdade. Segundo os dados do último censo, a renda per capita mensal da população de Sorocaba equivalia em 2010 a R\$1.107,19 (aumento de 24,82% em relação ao ano de 2000); o percentual de pobres equivalia a 3,23% (diminuiu 4,04 p.p em relação ao ano de 2000), e o Índice de Gini¹ equivalia a 0,52 (diminuiu 0,03 em relação a 2000) (IBGE, 2010).

Quanto às condições de habitação, o município de Sorocaba possuía em 2010 98% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado e 48,5% dos domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, isto é, com presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio. Quando comparado aos outros 5.570 municípios brasileiros, Sorocaba ocupa a posição de 67º lugar em relação à quantidade de municípios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010). Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, em 2017, 99,50% da população de Sorocaba residia em domicílios com abastecimento de água, 97,66% da população possuía acesso ao serviço de esgotamento sanitário e 100% da população possuía domicílios com coleta de resíduos.

Do ponto de vista econômico, o município de Sorocaba constituiu-se em um importante polo industrial para o estado de São Paulo e até mesmo para o Brasil, possuindo uma produção industrial que atinge a de diversos países. O município possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$48.271,34, segundo dados do IBGE para o ano de 2017, sendo o 5º maior da microrregião e o 86º no estado de São Paulo. As principais bases da economia de Sorocaba são os setores de indústria, comércio e serviços, sendo o setor industrial o maior contribuinte para o PIB do município.

1. Instrumento utilizado para medir o grau de concentração de renda, apontando a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda, e o valor 1 significa completa desigualdade de renda, isto é, apenas uma pessoa detém toda a renda do local. Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano.

2.1.3 // CONTEXTO FÍSICO E CLIMÁTICO

Os aspectos físicos e climáticos do município de Sorocaba, bem como as condições socioeconômicas, são essenciais para compreender como a população sorocabana está distribuída em regiões que podem ser naturalmente mais suscetíveis e expostas aos riscos climáticos.

Dados pedológicos, geológicos e geomorfológicos, em geral, apresentam escala reduzida e pouco detalhamento em áreas menores. Nesse sentido, o dado de pedologia no município de Sorocaba apresenta apenas duas classes de solos: Argissolos e Latossolos. O primeiro tipo representa a classe de solos constituídos por material mineral, profundidade variável, podendo ser forte a imperfeitamente drenado, forte a moderadamente ácido. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A, com aumento gradual de argila para o horizonte B. Pode-se dizer que os Argissolos são muito susceptíveis à intemperização, sobretudo quando o gradiente textural é mais acentuado, havendo a presença de cascalhos e relevo mais movimentado com fortes declives. Por sua vez, os Latossolos representam a classe com estágio avançado de intemperização, sendo profundo e com transições graduais entre os horizontes. Caracterizam-se por solos fortemente bem drenados, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou aluminicos. Em consequência do teor de chuva, são lixiviados até grandes profundidades (EMBRAPA, 2006; Plano Diretor de Macrodrenagem de Sorocaba, 2018).

Do ponto de vista geomorfológico, Sorocaba está inserido sob as unidades geomorfológicas do Cinturão Orogênico do Atlântico e a Depressão Periférica Paulista, de acordo com a classificação de Ross (1989). O Cinturão Orogênico do Atlântico Sul originou-se da ação da erosão sobre os antigos dobramentos, a Serra da Mantiqueira/Itatiaia e a Serra do Espinhaço. Essa unidade caracteriza-se por apresentar relevo acidentado com íngremes escarpas.

A Depressão Periférica Paulista forma uma região de contato entre litologias sedimentares e cristalinas, com terrenos, em sua maioria, paleozoicos, com altitude média entre 500-700m, que se alonga numa faixa relativamente estreita no sentido geral NE-SW (SILVA; SILVA, 2012). Tal depressão está esculpida, em sua maioria, nos sedimentos Paleo-mesozoicos, apresentando características de modelos diversos em função da influência tectônica, variação litológica e dos graus de atuação dos processos morfodinâmicos dos mais variados ambientes paleoclimáticos. A Depressão Periférica Paulista apresenta um relevo com altitudes inferiores às áreas ao seu redor, e sua morfoestrutura está subdividida em três unidades morfológicas, sendo elas: Depressão de Moji-Guaçu, Depressão do Médio Tietê e Depressão do Paranapanema (ROSS; MOROZ, 1996).

A geologia em Sorocaba é composta pelas unidades litológicas elencadas abaixo (CPRM, 2006) e caracterizadas de acordo com o Manual Técnico de Geologia:

DEPÓSITOS ALUVIAIS

são originados de um único tipo de rocha e podem ser designados pelo tipo de rocha que os originou; a formação desses depósitos ocorre devido ao transporte de material arrastado pelas águas correntes;

DEPÓSITOS COLUVIAIS

derivados de um único tipo de rocha e podem ser designados pelo tipo de rocha que os originou, são solos que se formam nas encostas dos morros e são geralmente formados por detritos que descem do alto das encostas;

FILITOS

unidade encontrada em climas úmidos com relevo fraco a arrasado e apresenta textura fina;

QUARTZITOS

são rochas constituídas essencialmente de quartzo recristalizado ao qual comumente se associam micas brancas e apresentam grau metamórfico médio a forte;

SUBGRUPO ITARARÉ

é uma unidade sedimentar depositada entre o Carbonífero Superior e o Permiano Inferior (Permocarbonífero), representando, na Bacia Sedimentar do Paraná, um dos mais duradouros eventos glaciais do Fanerozoico, com equivalentes em todo o Gondwana;

SUÍTES BÁSICAS

é uma unidade formal constituída pela associação de rochas ígneas saturadas em sílica e com teor de SiO₂ entre 44% e 52%, relativamente ricas em Fe, Mg e Ca, como o gabro (plutônico) e o basalto (vulcânico), e

SUÍTES GRANITOIDES

é a associação de rochas ígneas semelhantes ao granito e compostas principalmente de feldspato e quartzo.

O município está situado na bacia hidrográfica do Rio Sorocaba, formado pelos rios Sorocabuçu e Sorocamirim, sendo responsáveis pela dissecação do relevo na região. O rio Sorocaba atravessa o município na direção sul-norte, em grande parte, acompanhado pelas vias marginais da cidade.

A cobertura e o uso do solo de Sorocaba são compostos por 13 classes, incluindo a área urbanizada, cultivos agrícolas, recursos hídricos, vegetação nativa, mineração e outras. Entre as classes mais representativas, o campo antrópico ocupa a maior porção da área do município (36,98%), a área urbana ocupa cerca de 24,25% (109,24 km²), e as áreas de matas, 22,52% (101,43 km²).

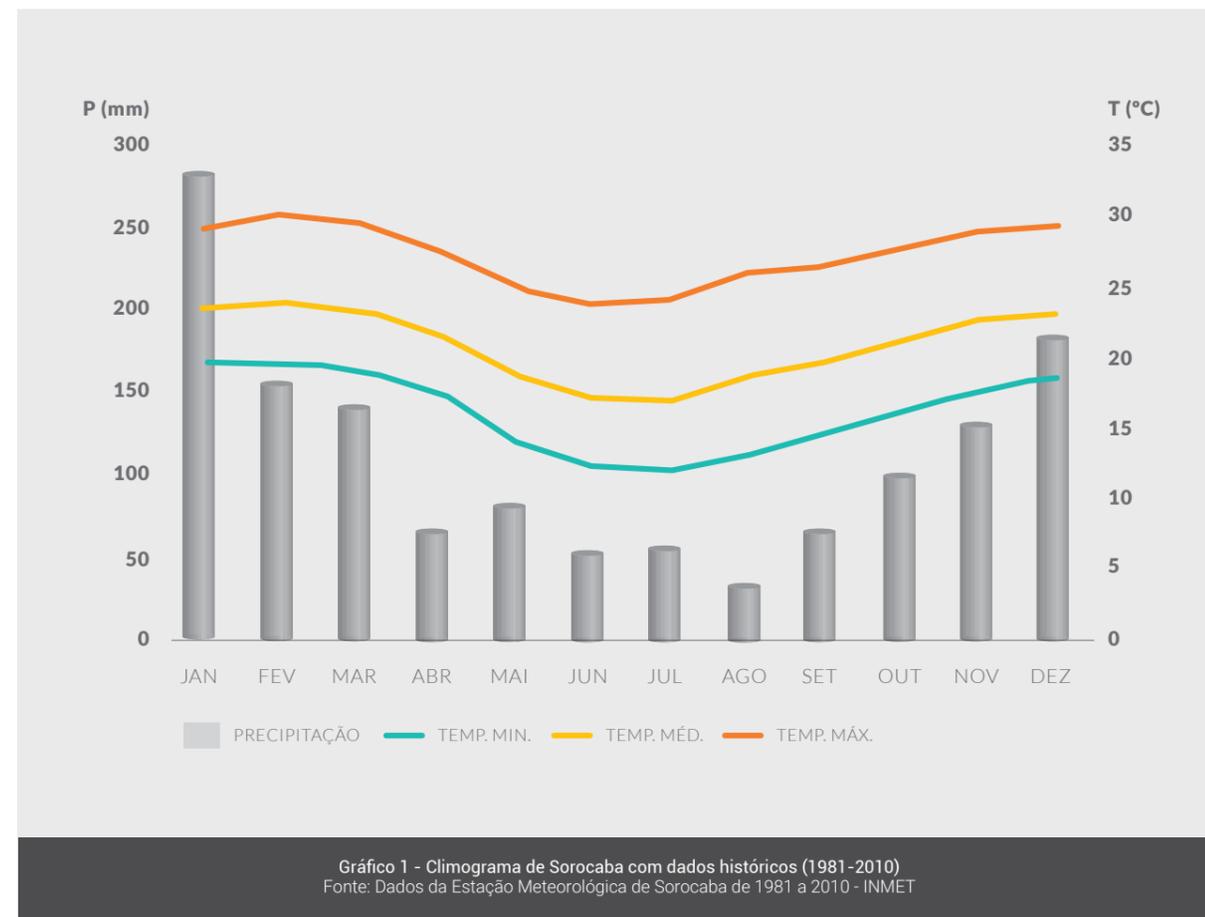
As condições meteorológicas e climatológicas de determinada região são influenciadas por fatores geográficos e geomorfológicos – como existência de topografia, corpos d'água, tipos de vegetação e urbanização – e pelos sistemas de circulação atmosférica. O município de Sorocaba localiza-se em uma faixa de transição com a porção norte controlada por massas equatoriais e tropicais e climas alternadamente secos e úmidos, enquanto a porção sul é controlada por massas tropicais e polares e climas úmidos da face oriental e subtropical dos continentes dominados por massas tropicais (TAVARES, 1997, p.66).

Assim, apresenta um clima tropical úmido, com verões quentes e chuvosos e invernos secos, sendo a combinação dinâmica entre os aspectos fisiográficos do município e a convergência de sistemas atmosféricos tropicais e polares responsáveis pelos totais pluviais elevados na região (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2004).

Nos meses de inverno ocorre, frequentemente, a entrada de anticlones polares pelo Sudeste, o que faz com que as temperaturas baixem. Nesse período, as temperaturas mínimas são, em média, de 11°C, enquanto as médias das máximas não ultrapassam os 24°C. Destaca-se que, nesse período, a depender da intensidade da frente fria que precede a penetração da massa de ar polar, podem ocorrer temperaturas negativas, bem como geadas. Em relação à precipitação no inverno, esta é reduzida devido à penetração do anticiclone polar, que dificulta a formação de chuva, visto que é uma área dispersora de ventos (SILVA; SILVA, 2012).

O verão em Sorocaba é quente e úmido, caracterizado pelas chuvas convectivas mais intensas. Nesse período, a temperatura varia entre os 29 °C e 32 °C e as mínimas amenizam as noites de verão, atingindo valores médios de até 16°C. De forma geral, a temperatura média anual do município é de 21,6° C com predominância de temperaturas medianas a elevadas durante quase todo o ano, principalmente no semestre primavera-verão.

Por meio do climograma abaixo, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura e precipitação para o período de 1981 a 2010, é possível observar a dinâmica climática do município de Sorocaba, ao longo do ano (Gráfico 1).



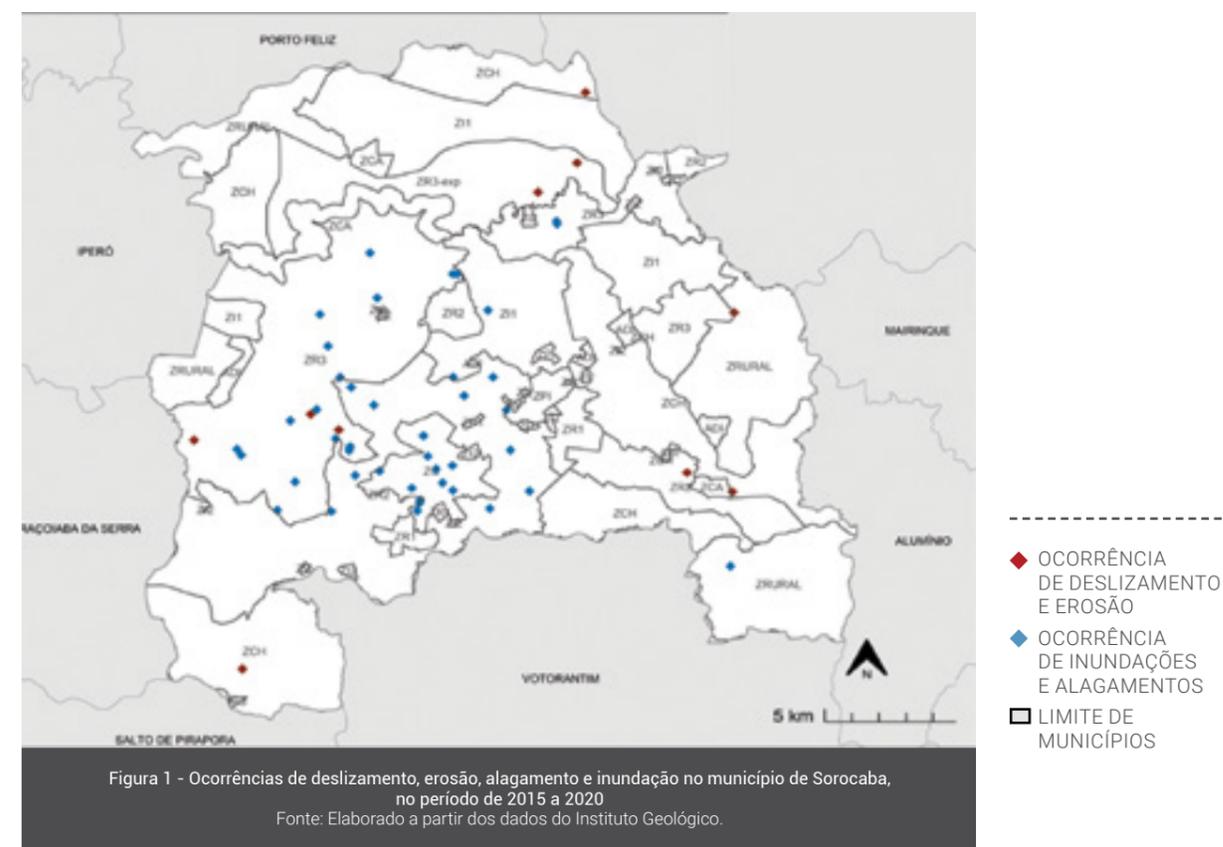
2.1.4 // DESASTRES: DESAFIOS DO FUTURO OU ATUAIS?

Os efeitos da mudança do clima já estão sendo sentidos pelas cidades e poderão ser intensificados caso as ações de mitigação e de adaptação não sejam adotadas. Nesse sentido, é importante que se compreenda que esse desafio não é apenas do futuro, já que a cidade de Sorocaba já vem vivenciando eventos climáticos extremos que levam à ocorrência de deslizamentos, inundações, ondas de calor e proliferação de vetores de doenças (*Aedes aegypti*).

Os eventos climáticos extremos de chuva estão se fazendo mais presentes no município, sendo esses eventos acompanhados de uma série de desastres. A título de exemplificação, em dezembro é esperado para Sorocaba que o nível de precipitação do mês seja de aproximadamente 183 mm; entretanto, em dezembro de 2019, a precipitação chegou a 355 mm, causando uma série de transtornos, danos e prejuízos para o município (JORNAL CRUZEIRO DO SUL, 2020a).

De acordo com a Defesa Civil de Sorocaba, o município possui 88 áreas de risco mapeadas para alagamentos (41), inundações (21) e deslizamentos (28). Tais áreas consideradas de riscos são áreas que possuem moradias, e, consequentemente, pessoas em situação de risco (JORNAL CRUZEIRO DO SUL, 2020a).

Entre os anos de 2015 e 2020, foram registradas 635 ocorrências de alagamento e inundações, e 30 ocorrências de deslizamento e erosão, segundo os dados do relatório de chuvas da Coordenadoria Municipal da Defesa Civil (COMDEC). Já segundo os dados do Instituto Geológico, foram registradas e georreferenciadas 20 ocorrências de deslizamentos e 263 inundações, no mesmo período (Figura 1).



Quanto à proliferação de vetores de doenças, mais especificamente a espécie *Aedes aegypti*, o aumento dos extremos de temperatura e de precipitação tornam um condicionante climático favorável para a proliferação do mosquito. De acordo com os dados informados pela prefeitura, por meio da Secretaria da Saúde, o número de casos de dengue em Sorocaba no período de 2010 a 2020 equivale a 116.906. A prefeitura aponta que apenas o número de casos de 2018 aumentou em mais de um mil comparado a 2019, visto que, em 2018, o número de casos foi 46 e, em 2019, foi de 1.076 casos (JORNAL CRUZEIRO DO SUL, 2020b).

O ano de 2020 foi marcando uma série de eventos de ondas de calor, registrando temperaturas de até 39,1°C no município, resultando em alertas por parte da Defesa Civil. De acordo com o INMET, essa temperatura foi a mais elevada desde 1998 (JORNAL CRUZEIRO DO SUL, 2020c). Ao mesmo tempo, o município teve registros de umidade relativa do ar abaixo de 20%, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo esse valor considerado como crítico, já que o limite ideal, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, é entre 50 a 70%.

// 03 METODOLOGIA

3.1 // CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para a análise de risco climático para o município de Sorocaba, foi realizado previamente um levantamento das abordagens metodológicas de análise de vulnerabilidade e risco climático disponíveis na literatura, observando suas limitações, pontos fortes e fracos, bem como os pontos em comum entre elas, para então selecionar a que melhor se encaixasse no contexto do projeto Urban-LEDS. No total, cinco abordagens foram analisadas, sendo elas: *Green Climate Cities* – ICLEI; *Climate Change Vulnerability Assessment Manual* – ONU-HABITAT; *Climate Change Risk Assessment Guidance* – C40; *A Framework for Climate Change Vulnerability Assessments* – GIZ; e *Common Reporting Framework (CRF)* – PACTO GLOBAL DE PREFEITOS.

Dentre as abordagens analisadas, a maioria converge para a metodologia de risco apresentada pelo IPCC, no seu quinto relatório (AR5). O risco climático pode ser entendido como a probabilidade da ocorrência de um evento climático multiplicado pelas consequências dos impactos desta ameaça. Ele também pode ser compreendido como o potencial para consequências adversas sobre vidas, saúde, ecossistemas, bens econômicos, sociais e culturais, serviços e infraestruturas (IPCC, 2014). Um risco climático depende tanto de fatores climáticos, como de decisões (intencionais ou não) de atores sobre sistemas sociais, econômicos e ambientais. Assim, o risco é resultado da interação entre a ameaça climática, a exposição de sistemas naturais, humanos e econômicos e suas características de vulnerabilidade, entendido como uma reação entre a suscetibilidade à ocorrência do risco e a capacidade de lidar com o risco.

Outro ponto em comum entre as abordagens analisadas foi a questão da importância de trabalhar em conjunto as abordagens *Bottom-up* e *Top-down*. Segundo a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*, a abordagem *Bottom-up* é realizada em nível local e utiliza métodos e ferramentas participativas (conhecimento empírico) e dados climáticos locais. Já a abordagem *Top-Down* é realizada em nível estadual, nacional ou global, utilizando modelos de simulação em larga escala e métodos estatísticos. Nos estudos sobre a mudança do clima, o IPCC (2014) aponta que o conhecimento local é frequentemente subutilizado e

que as avaliações participativas são uma forma de incorporar esse conhecimento nas avaliações de vulnerabilidade. Diante disso, ressalta-se que o presente estudo, valorizando o diálogo estreito e contínuo com a cidade, buscou ao máximo envolver a população sorocabana na análise de risco climático, realizando workshops tanto para a coleta de informações que caracterizam o local quanto para a validação dos resultados.

No caso deste estudo, optou-se pela utilização da metodologia apresentada pelo IPCC (2014) alinhada aos passos e subetapas do programa *Green Climate Cities*, na análise de risco climático do município. O programa *Green Climate Cities* (GCC) desenvolvido pelo ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, oferece uma metodologia de processos para auxiliar os municípios a elaborarem e implementarem estratégias para o enfrentamento da mudança do clima. Composta por nove passos, agrupados em três fases (Analisar, Agir e Acelerar), o programa pode levar em torno de três anos para ser cumprida, dependendo do engajamento dos gestores, do apoio político, das condições técnicas e da capacidade de mobilização de parceiros (ICLEI, 2016). O GCC consiste em uma metodologia multissetorial com abordagem inclusiva (envolve pessoas de setores diversos de forma colaborativa e participativa) e utiliza-se de dados concretos.



Para auxiliar nas análises e permitir a entrega dos resultados por meio de mapas, em escala espacial de análise adequada (por exemplo, bairros), o que facilita a compreensão dos resultados, e possibilitando a tomada de decisão das cidades de forma mais assertiva, foi utilizada a ferramenta computacional integrada MOVE® (Model for Vulnerability Evaluation)². Tal ferramenta, baseada na metodologia do IPCC AR5 (2014), utiliza análises espaciais e estatísticas para avaliar os riscos associados à mudança do clima, por meio da interação entre ameaça, exposição e vulnerabilidade, em múltiplas escalas espaciais, em diferentes cenários climáticos e horizontes temporais.

O MOVE é uma plataforma integrada de avaliação da vulnerabilidade e riscos associados à mudança 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 a 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 à mudança climática 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: <<http://www.moveonadaptation.com/>>.

3.2 // DETALHAMENTO DA METODOLOGIA UTILIZADA

A avaliação de risco climático envolve uma série de etapas, cálculos e análises espaciais e estatísticas. De forma geral, a Figura 2 abaixo apresenta um fluxograma com todas as etapas da metodologia de análise de risco aplicadas.

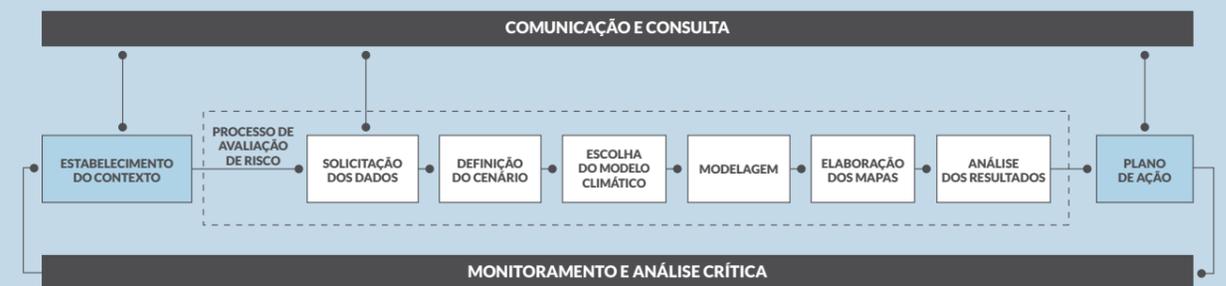


Figura 2 - Fluxograma das etapas da análise de risco climático

Riscos climáticos selecionados para análise:

- 1 INUNDAÇÃO (INUNDAÇÕES DEVIDO À URBANIZAÇÃO)**

inundações que acontecem na drenagem urbana por causa do efeito da impermeabilização do solo, das obstruções ao escoamento ou da canalização do escoamento (TUCCI, 2005). Nota-se que aqui, não serão consideradas as inundações de áreas ribeirinhas (enchentes), isto é, inundações naturais que acontecem no leito maior dos rios por causa da variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica.
- 2 DESLIZAMENTO**

fenômeno provocado pelo escorregamento de materiais sólidos, como solos, rochas, vegetação e/ou material de construção ao longo de terrenos inclinados, denominados encostas, pendentes ou escarpas. Caracteriza-se por movimentos gravitacionais de massa que ocorrem de forma rápida, cuja superfície de ruptura é nitidamente definida por limites laterais e profundos, bem caracterizados. Esses movimentos gravitacionais de massa relacionam-se com a infiltração de água e a embebição do solo das encostas (CASTRO, 2003).
- 3 ONDAS DE CALOR**

caracterizadas pela ocorrência de um intervalo de tempo de pelo menos 6 dias consecutivos em que a temperatura do ar é extremamente elevada se comparada aos valores médios de temperaturas máximas diárias no período de referência (Organização Meteorológica Mundial, OMM). Derivam de fenômenos meteorológicos de grande escala; contudo, efeitos locais, como a ilha de calor, que consiste na elevação da temperatura em função dos padrões de urbanização (edificação, impermeabilização/asfaltamento, quantidade reduzida de áreas verdes, entre outros) em áreas densamente povoadas, funcionam como um potencializador dos impactos relativos aos extremos de temperatura (REID *et al.*, 2009; HACON *et al.*, 2016), e
- 4 PROLIFERAÇÃO DE VETORES (AEDES AEGYPTI)**

o *Aedes aegypti* é o principal mosquito vetor na transmissão de doenças aos seres humanos (Organização Mundial de Saúde, OMS). De acordo com alguns especialistas, uns dos fatores que contribuem para que o *Aedes aegypti* seja um agente tão eficiente na transmissão de doenças são: capacidade de se adaptar ao ambiente e sua proximidade do homem (BARIFOUSE, 2015). Destaca-se que o clima analisado isoladamente não pode explicar a ocorrência de doenças transmitidas por vetores; no entanto, ele é um condicionante importante na distribuição temporal e espacial, ao considerar a sensibilidade dos vetores às alterações do clima, podendo influenciar na dinâmica da transmissão (ROUQUAYROL, 1999). Assim, a elaboração do índice de ameaça de proliferação de vetores de doenças foi baseada, de modo geral, na análise entre as variáveis climáticas mais sensíveis à incidência do vetor *Aedes aegypti* (Mais detalhes no item 2.2.4).

Como dito anteriormente, a análise de risco climático foi realizada por meio da plataforma *Model of Vulnerability Evaluation* (MOVE), que se baseia na metodologia do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC - AR5 (IPCC, 2014). Tal metodologia de risco abrange três elementos essenciais: Ameaça, Exposição e Vulnerabilidade (Figura 3):

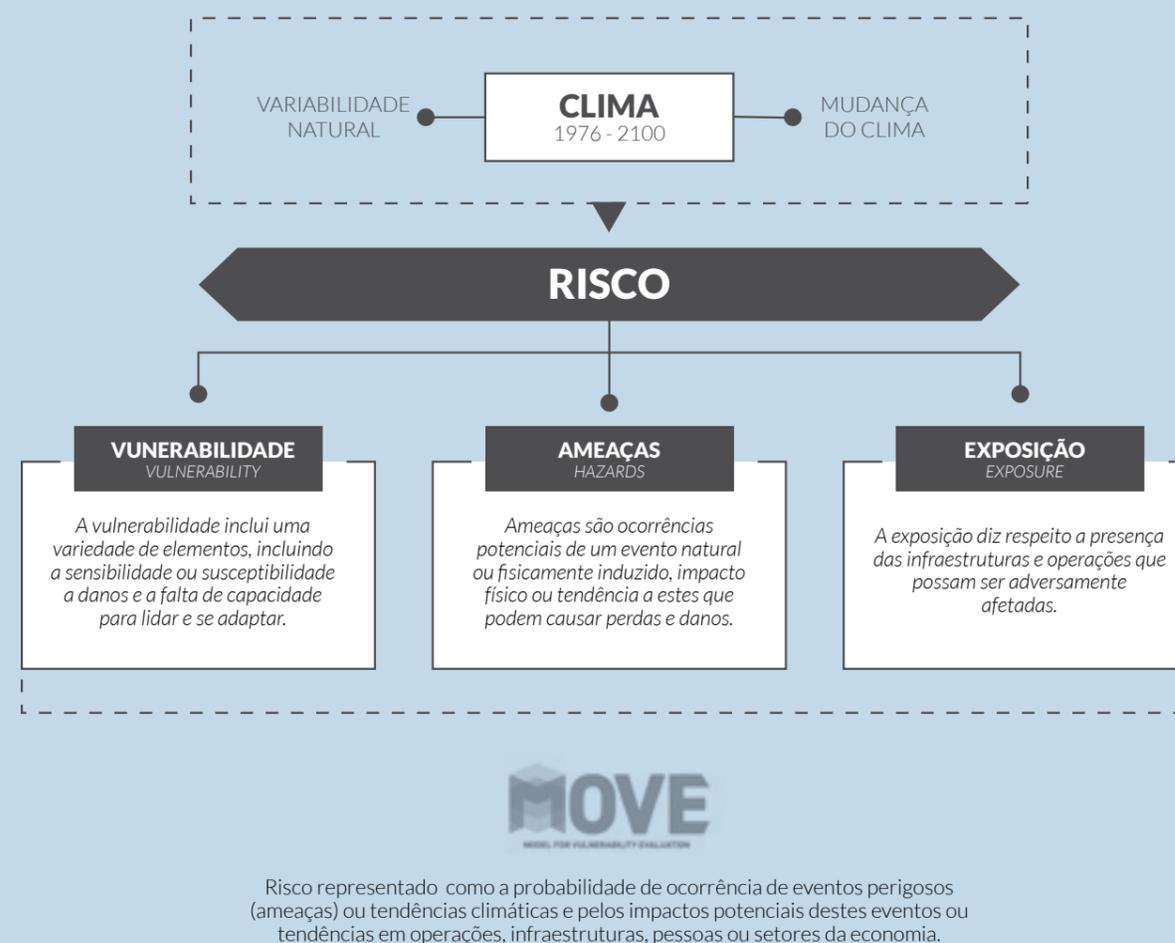


Figura 3 - Framework da metodologia empregada
Fonte: Elaboração própria a partir de IPCC (2014)

De forma geral, o risco climático é resultado da interação entre vulnerabilidade, exposição e ameaças climáticas. A ameaça está relacionada à probabilidade de um evento climático ocorrer. Já a exposição e a vulnerabilidade abordam as consequências do impacto. Dessa forma, tem-se que o índice de risco climático pode ser obtido em função da interação entre os seguintes elementos, segundo a Equação 1:

$$R = E \times A \times V$$

[1]

em que R representa o índice de risco climático, E é a exposição, A é a ameaça climática e V é a vulnerabilidade. Nesse sentido, para a compreensão da análise de risco climático, faz-se importante, primeiramente, compreender os elementos são envolvidos nessa análise e como eles são calculados e analisados.

A construção do **índice de ameaça (A)**, para inundação, deslizamento, ondas de calor e proliferação de vetores de doença, foi realizada tendo como base de análise o período histórico (1976-2005) e o projetado (2030 e 2050), além dos extremos climáticos de precipitação, temperatura e/ou umidade do ar resultantes do modelo Eta-HadGEM2-ES. Tal modelo foi regionalizado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) e disponibilizado na Plataforma PROJETA³ com resolução espacial de 5km (Chou *et al.*, 2014a, 2014b; Lyra *et al.*, 2017), sendo escolhido para o presente estudo por apresentar boa correlação espacial e temporal para o Brasil. Além disso, para a análise, foi adotado o cenário de concentração de GEE estabelecido pelo IPCC RCP 8.5⁴, que indica que, se não houver mudanças no que vivemos hoje em relação às ações climáticas e às taxas de emissões de GEE, as medidas de adaptação irão exigir um maior esforço para a diminuição dos riscos e construção da resiliência.

Como visto na Figura 3, as variáveis que representam a exposição dizem respeito à localização ou à presença de pessoas, sistemas ambientais, serviços e recursos, infraestrutura ou ativos econômicos, sociais, culturais ou ambientais que possam ser negativamente afetados pela mudança do clima (IPCC, 2014). No presente estudo, para a construção do **índice de exposição (E)**, foi considerada a população do município de Sorocaba, levando em conta os dados do censo de 2010 (IBGE, 2010).

Assim, o índice de exposição foi atualizado com a malha de setores censitários do IBGE de 2017 para refletir a situação mais atual da distribuição populacional, sendo que a interpolação dos dados resultou em um aumento similar da população, na ordem de 6%. Na ponderação pela área urbana, considerou-se que a população residente em 2010 ainda é uma boa aproximação e funciona como um ponto de partida, de modo que quaisquer correções de crescimento populacional ou população pendular podem ser incorporadas no futuro, como fator de correção sobre a população residente em 2010.

3. Disponível em < <https://projeta.cptec.inpe.br/#/tutorial>>.

4. O RCP 8.5 é o cenário mais pessimista. O forçamento radiativo é de aproximadamente 8.5W/m². É uma trajetória com concentração atmosférica com valores superiores a 1.000 ppm de equivalentes de CO₂ (CO₂-eq), até 2100 (IPCC, 2014).

Em resumo, o **índice de exposição** foi construído pela divisão da população de cada setor censitário pela área classificada como urbana em 2018 (informação mais recente disponível em MAPBIOMAS, 2018) do respectivo setor censitário, resultando em um indicador que reflete a densidade populacional em cada setor censitário na área efetivamente urbanizada. Tal indicador aponta o nível de exposição frente aos efeitos da mudança do clima da população localizada em um determinado setor censitário, sendo esse nível maior quanto maior for a densidade populacional no setor censitário.

O **índice de vulnerabilidade (V)** é avaliado a partir de fatores socioeconômicos e estruturais que caracterizam a sensibilidade e a capacidade de resposta da população, isto é, tais fatores representam uma aproximação do estado de desenvolvimento da população, indicando o que torna a população em maior ou menor situação de vulnerabilidade frente aos fenômenos climáticos. Assim, o índice é calculado em função da sensibilidade ou suscetibilidade e da capacidade de adaptação, a partir de informações espacialmente disponibilizadas (Equação 2).

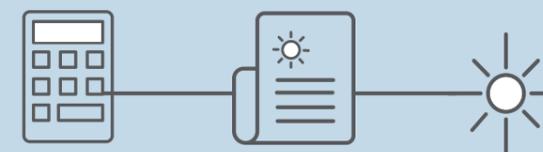
$$\text{Vulnerabilidade} = \text{Sensibilidade} \times (1 - \text{Capacidade de Adaptação})$$

[2]

Nota-se que, quanto maior a capacidade adaptativa, menor é a situação de vulnerabilidade da população, ou seja, o investimento em medidas de adaptação, sejam elas estruturais e não estruturais, reduz a situação de vulnerabilidade da população, e, conseqüentemente, a torna mais resiliente frente aos eventos climáticos extremos.

Após o cálculo do índice de ameaça, exposição e vulnerabilidade, define-se o risco climático a partir da Equação 1. Em seguida, é calculado o risco crítico, visando a identificar as áreas de maior risco e, conseqüentemente, as áreas que deverão ser priorizadas na adoção de medidas de adaptação. A definição dos limiares de risco crítico é baseada na metodologia de identificação de áreas críticas (*hotspots*) desenvolvida pelo Banco Mundial e pela Universidade de Columbia, em Nova York (DILLEY, 2005). De forma geral, por meio dessa metodologia, são extraídos os valores extremos absolutos, considerando o limiar acima do percentil 90 na distribuição de frequência, na modelagem presente em relação à futura. Como dito anteriormente, essa abordagem poderá nortear as políticas públicas e a priorização de ações de adaptação, visto que serão identificadas as variações no espaço e no tempo, considerando a mudança do clima no futuro, em áreas que atualmente já são consideradas críticas.

A seguir, serão apresentadas as variáveis utilizadas para o cálculo das ameaças climáticas, o cálculo da sensibilidade e da capacidade adaptativa da população.



3.2.1 // INUNDAÇÃO

Para a realização da análise de risco climático de inundação, consideraram-se as variáveis apresentadas na Figura 4 abaixo:

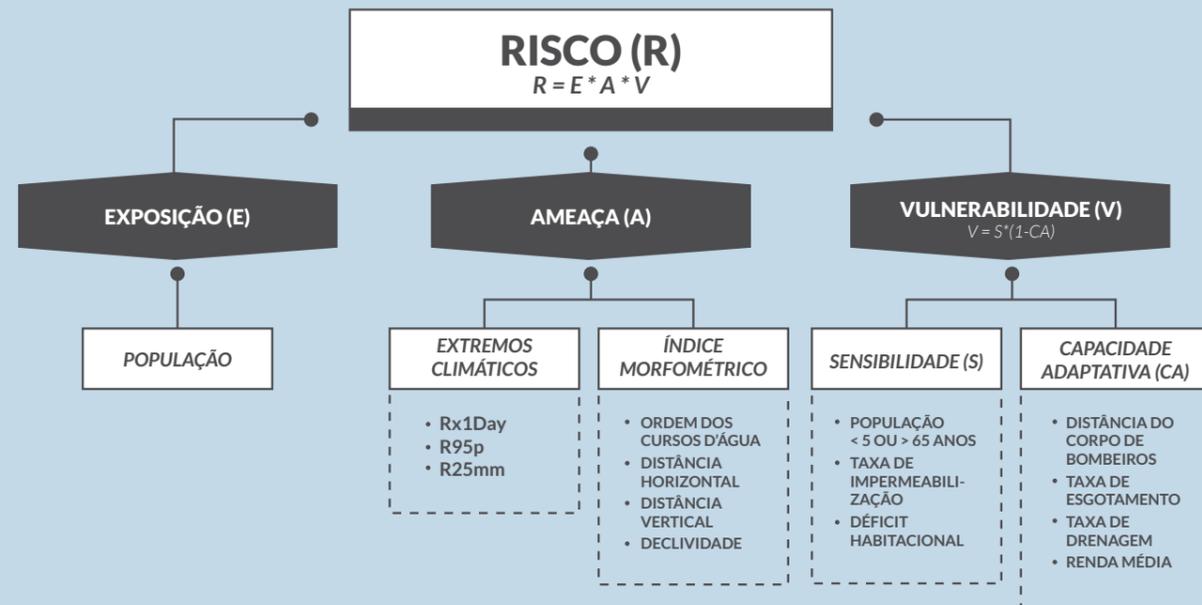


Figura 4 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de inundação

3.2.2 // DESLIZAMENTO

A Figura 5 abaixo apresenta as variáveis utilizadas para análise de risco climático de deslizamento por meio de um fluxograma:

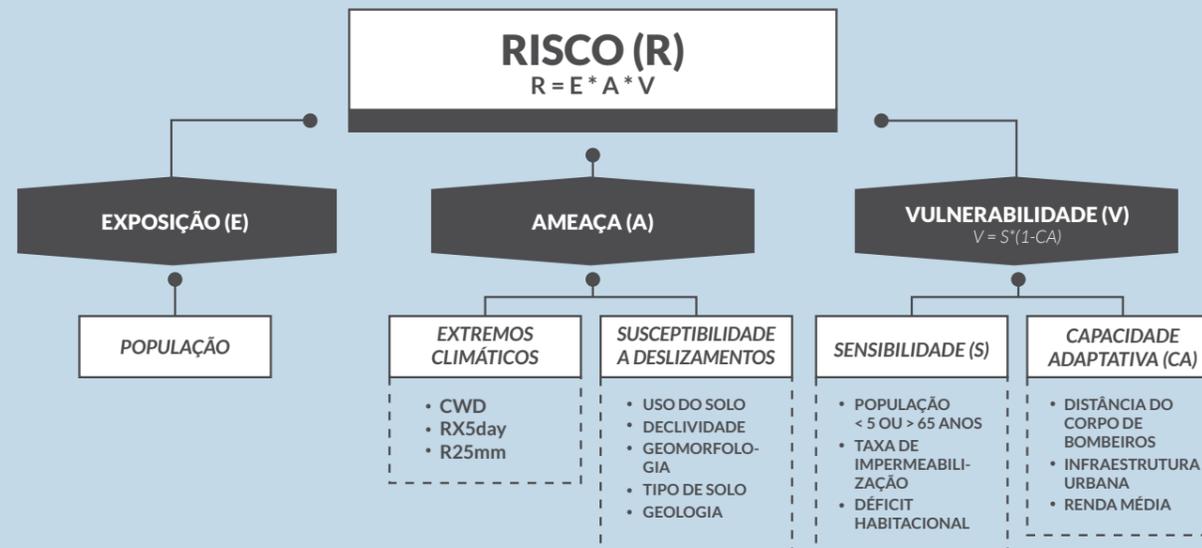


Figura 5 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de deslizamento

3.2.3 // ONDAS DE CALOR

A Figura 6 abaixo apresenta um resumo das variáveis utilizadas para análise de risco climático de ondas de calor:

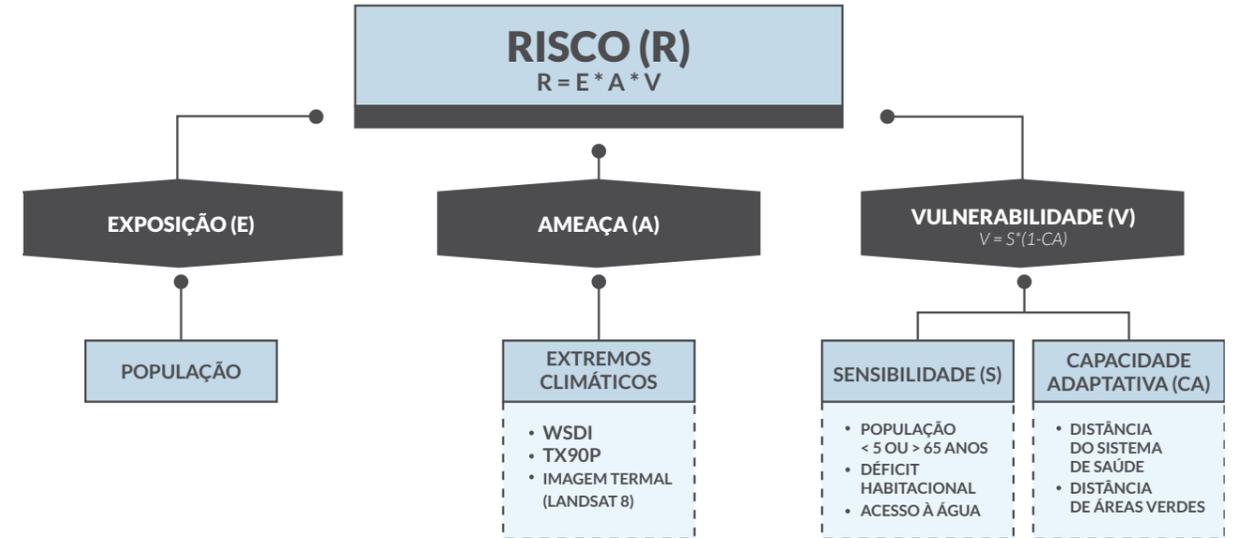


Figura 6 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de ondas de calor

3.2.4 // PROLIFERAÇÃO DE VETORES DE DOENÇA (AEDES AEGYPTI)

Por meio da Figura 7 abaixo é possível observar as variáveis utilizadas para análise de risco climático de proliferação de vetores de doença:

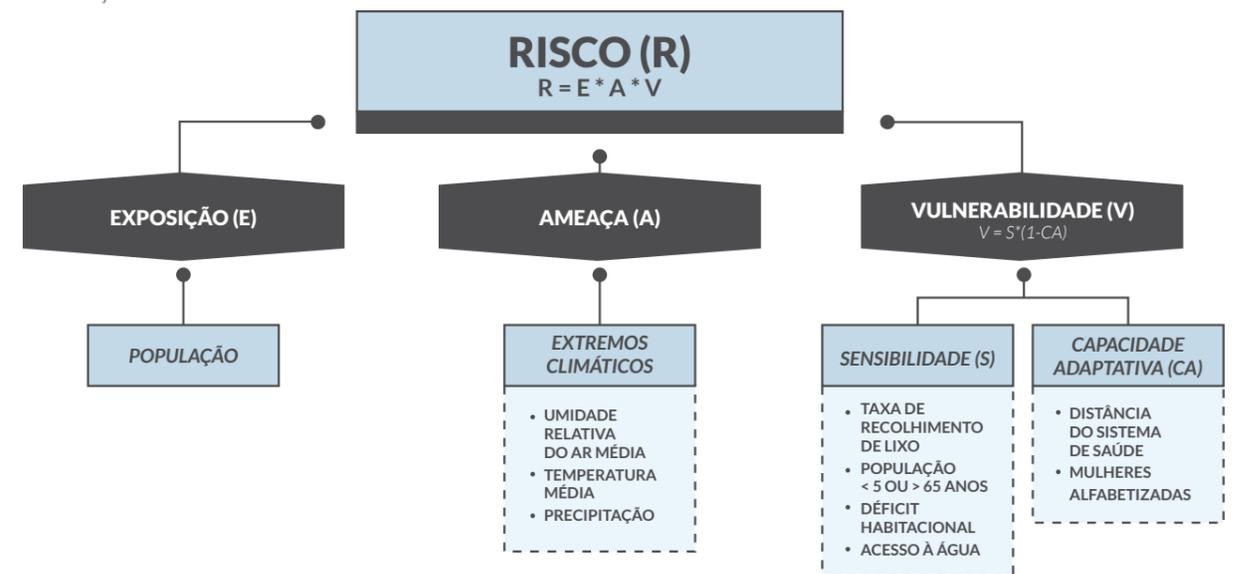


Figura 7 - Variáveis utilizadas para o cálculo do risco de proliferação de vetores

// 04 ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO PARA SOROCABA

A seguir são apresentados os resultados da análise do índice de risco climático e indicadores intermediários produzidos. Primeiramente, como a exposição da população de Sorocaba se mantém constante independentemente da ameaça climática, ela será apresentada de forma separada. Em seguida, será apresentada, por ameaça climática, uma síntese descritiva dos resultados, seguida pelos mapas e gráficos demonstrativos.

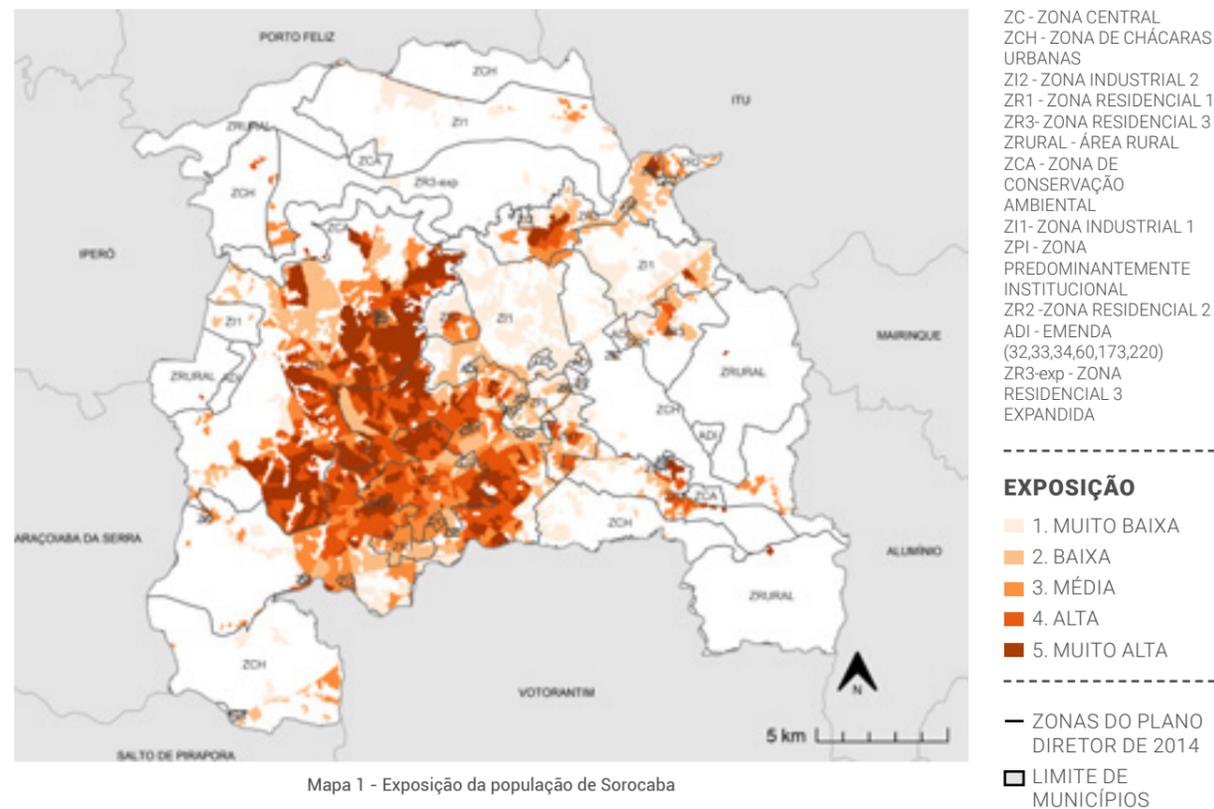
4.1 // EXPOSIÇÃO

O Mapa 1 abaixo apresenta o resultado do índice de exposição, no qual aponta o nível de exposição da população de Sorocaba frente aos efeitos da mudança do clima. Tal resultado traduz as regiões do município com maior densidade populacional, isto é, do ponto de vista da população onde um evento climático teria maior impacto caso se concretize, afetando o maior número de pessoas por quilometro quadrado.

Nota-se que boa parte da população do município possui um nível de exposição classificado como "Muito Alta", concentrando-se mais na área central do município, sendo esse resultado relacionado a uma elevada densidade populacional por setor censitário nessa região.

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

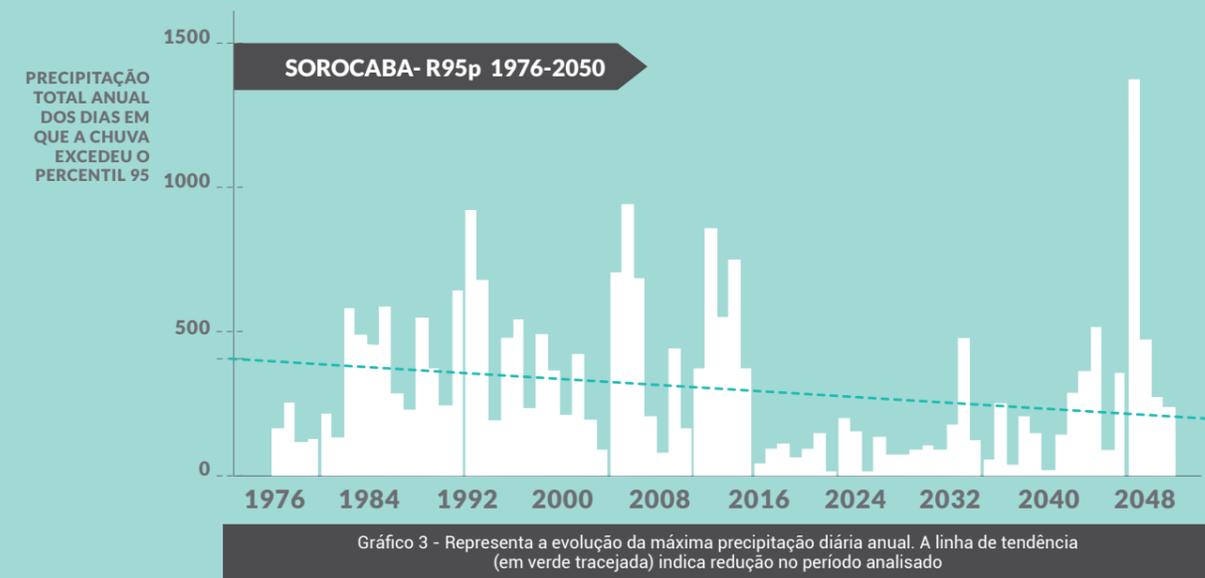
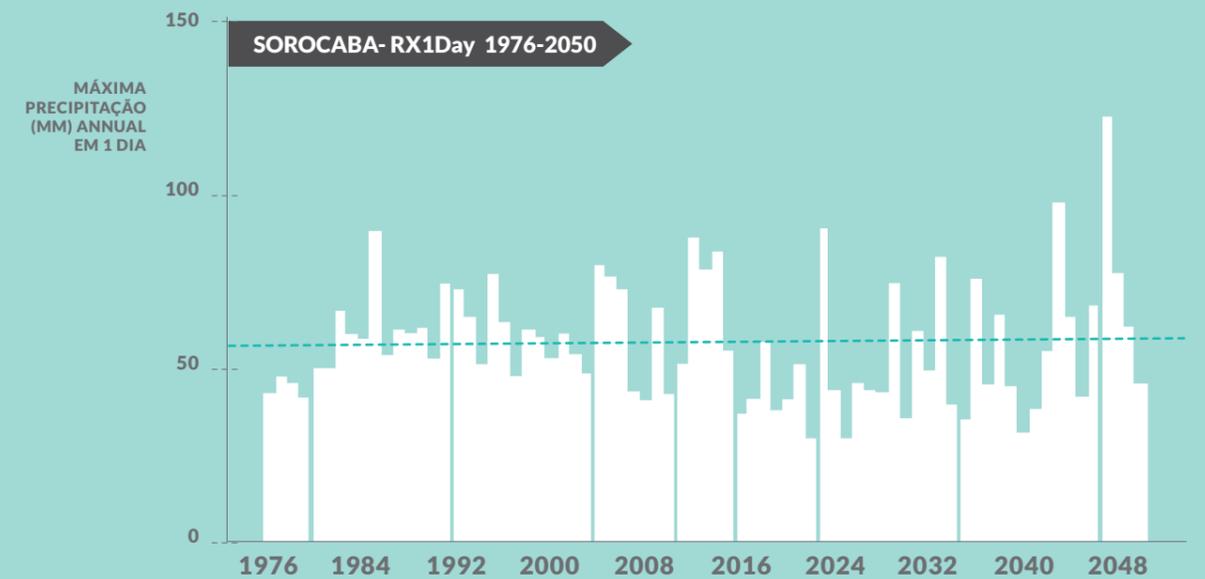
EXPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO



4.2 // INUNDAÇÃO

4.2.1 // SÍNTESE

Ao analisar o Mapa 2 da ameaça de inundação para o período histórico e projetado para os anos de 2030 e 2050, nota-se que a ameaça de ocorrências de inundação para Sorocaba se reduz ao longo dos anos, mantendo-se concentrada na região leste e sudeste do município. Esse comportamento da ameaça pode ser compreendido por meio das variáveis de extremos climáticos envolvidas no cálculo da ameaça de inundação (Gráficos 2, 3 e 4).



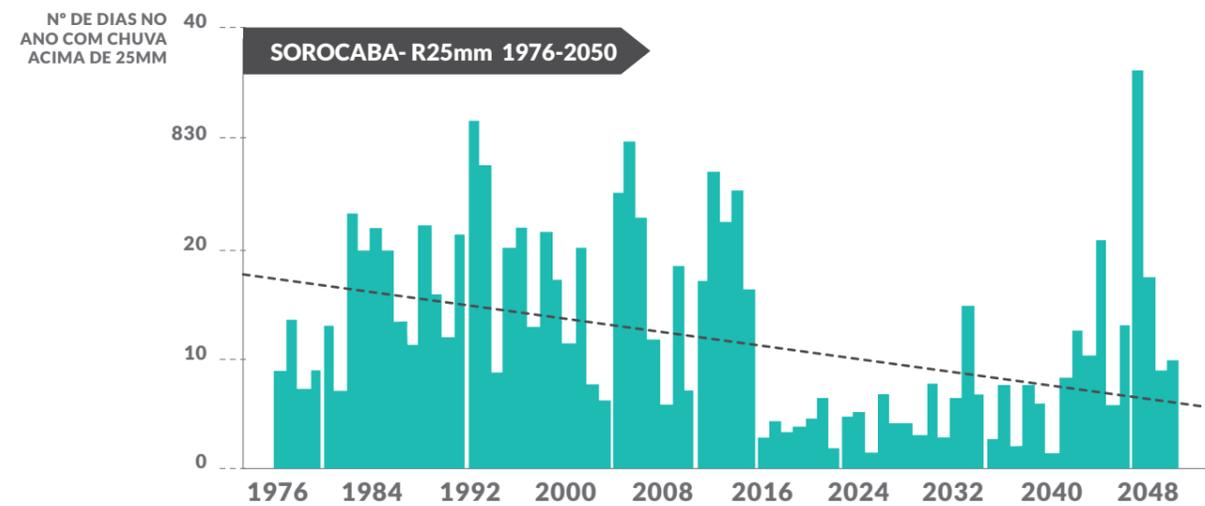


Gráfico 4 - Representa a evolução do número de dias em um ano em que a precipitação supera a marca de 25mm em um dia. Linha de tendência (em preto tracejada) indica redução no período analisado

Nota-se que a variável R95p (precipitação total anual quando a taxa de precipitação diária > 95 percentil) e a variável R25mm (nº de dias no ano com chuva acima de 25 mm) sofrem uma redução ao longo dos anos, conforme indicado pelas linhas de tendência, sendo elas as responsáveis pela redução da ameaça de inundação. Ao observar a linha de tendência da variável R25mm, nota-se que ela tende a uma maior redução ao longo dos anos.

Ainda em relação à variável R25mm, é esperado que a cada ano o número de dias com chuva acima de 25 mm seja reduzido em 13%. A precipitação diária acima de 25mm no período de 1976-2050 ocorreu, em média, 12 dias ao ano (com máxima de 36 dias). Ao realizar uma análise mais estratificada desse período, tem-se que o período histórico (1976-2005) apresenta a maior média (17 dias), ao passo que os períodos futuros apresentam média de 10 dias (2006-2030) e 9 dias (2026-2050), o que corrobora para a redução da linha de tendência ao longo dos anos.

Ao analisar a situação de vulnerabilidade da população de Sorocaba no Mapa 3, observa-se que existem diversas zonas com o índice de vulnerabilidade classificado como muito alto. De forma geral, essas zonas estão localizadas nas áreas mais periféricas, sendo a área central do município classificada com um índice de vulnerabilidade mais baixo. Em relação à análise detalhada dos zoneamentos referentes ao Plano Diretor de 2014 do município de Sorocaba, sugere-se que ela seja realizada cautelosamente, visto que, enquanto uma porção da Zona de Chácaras (ZCH) pode ser classificada com um índice de vulnerabilidade muito elevado, em outra porção, ela pode ser classificada com um índice de médio a baixo.

Ao observar o mapa de índice de risco de inundação (Mapa 4), é possível identificar que a ZR3 (Zona Residencial 3) e a ZI2 (Zona Industrial 2), localizadas na porção oeste do município de Sorocaba, são as zonas em que ocorrerão mais alterações em termos de inundação. Isto é, enquanto o período histórico aponta áreas de risco classificadas como de risco médio a muito elevado, nos anos de 2030 e 2050, nota-se que essas áreas passarão a ser classificadas com um risco de médio a muito baixo, indicando uma redução do risco de inundação. Em relação

às demais regiões, percebe-se que não haverá uma alteração significativa na classificação do risco de inundação, o que não significa que a cidade não deva se atentar a medidas de adaptação para essas áreas.

As áreas mais críticas (*hotspots*) quanto ao risco de inundação podem ser observadas no Mapa 5. Ao realizar uma análise discriminada sobre os 5 bairros do município de Sorocaba que possuem um maior índice de risco de inundação e estão presentes nessas áreas mais críticas (Tabela 1), temos o seguinte:

- O bairro Ouro Branco lidera o ranking dos 5 bairros com risco mais crítico de inundação em 2030 e 2050;
- Nova Astúrias sai do 2º lugar em 2030 para o 4º em 2050;
- Prestes de Barros sobe um degrau no ranking de 2030 para 2050, e
- Brigadeiro cai uma posição no ranking (de 4º para 5º lugar).

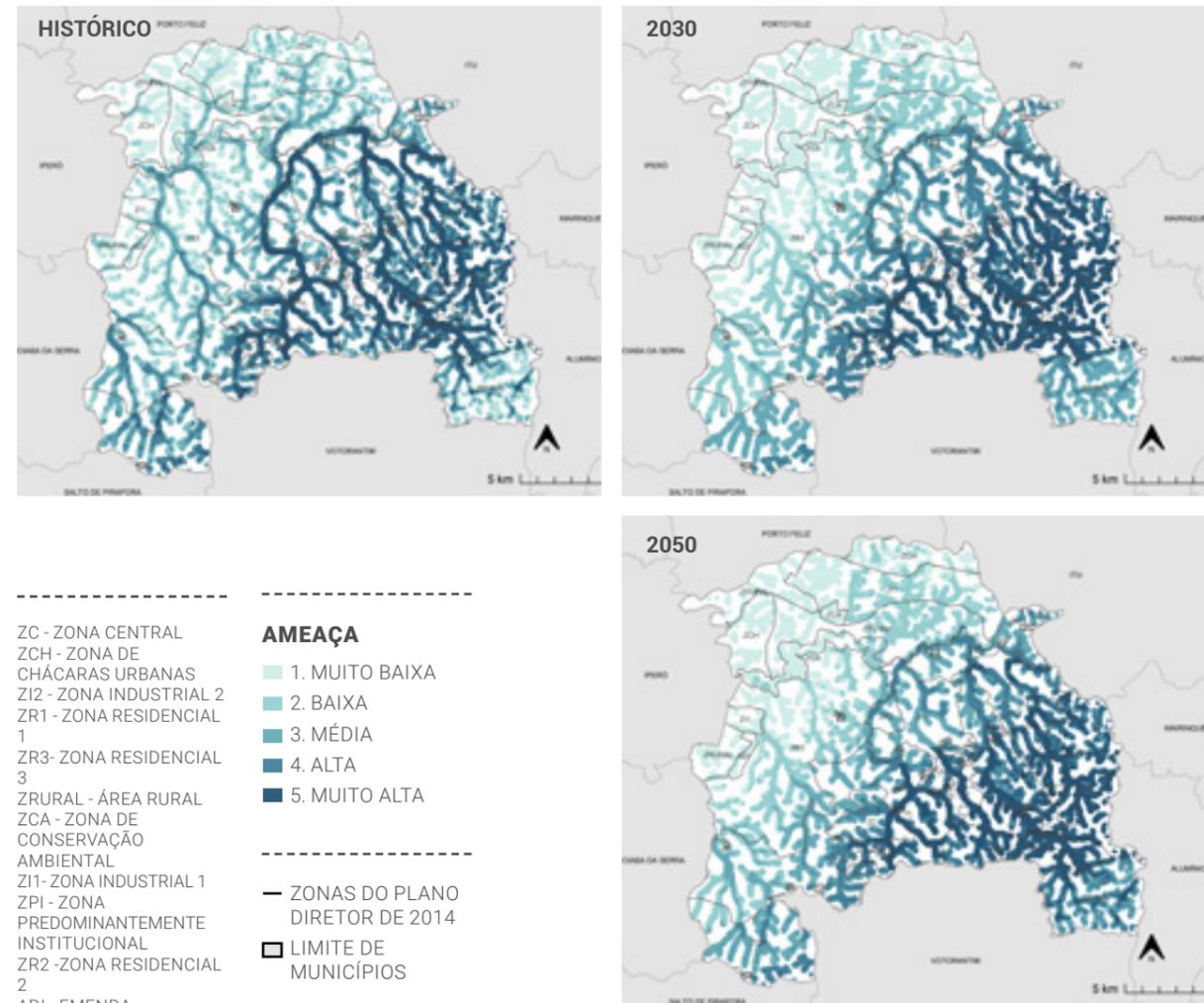
	HISTÓRICO	2030	2050
1	REFÚGIO (Ref. Jd. dos Estados)	OURO BRANCO (Ref. Aparecidinha)	OURO BRANCO (Ref. Aparecidinha)
2	BARROS FRANCA (RA: Saira)	NOVA ASTURIAS (Ref. Brigadeiro Tobias)	PRESTES DE BARROS (Ref. Hortência)
3	NUCLEO HABIT. JARDIM REFÚGIO	PRESTES DE BARROS (RA: Hortência)	MORADA DAS FLORES (RESID) (RA: Aparecida)
4	SIMUS	BRIGADEIRO TOBIAS	NOVA ASTURIAS (Ref. Brigadeiro Tobias)
5	IPANEMA VILLE	EUGENIO LEITE (Ref. Brigadeiro Tobias)	BRIGADEIRO TOBIAS

Tabela 1 - Ranking dos bairros mais críticos em relação a inundação de Sorocaba

4.2.2 // MAPAS

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

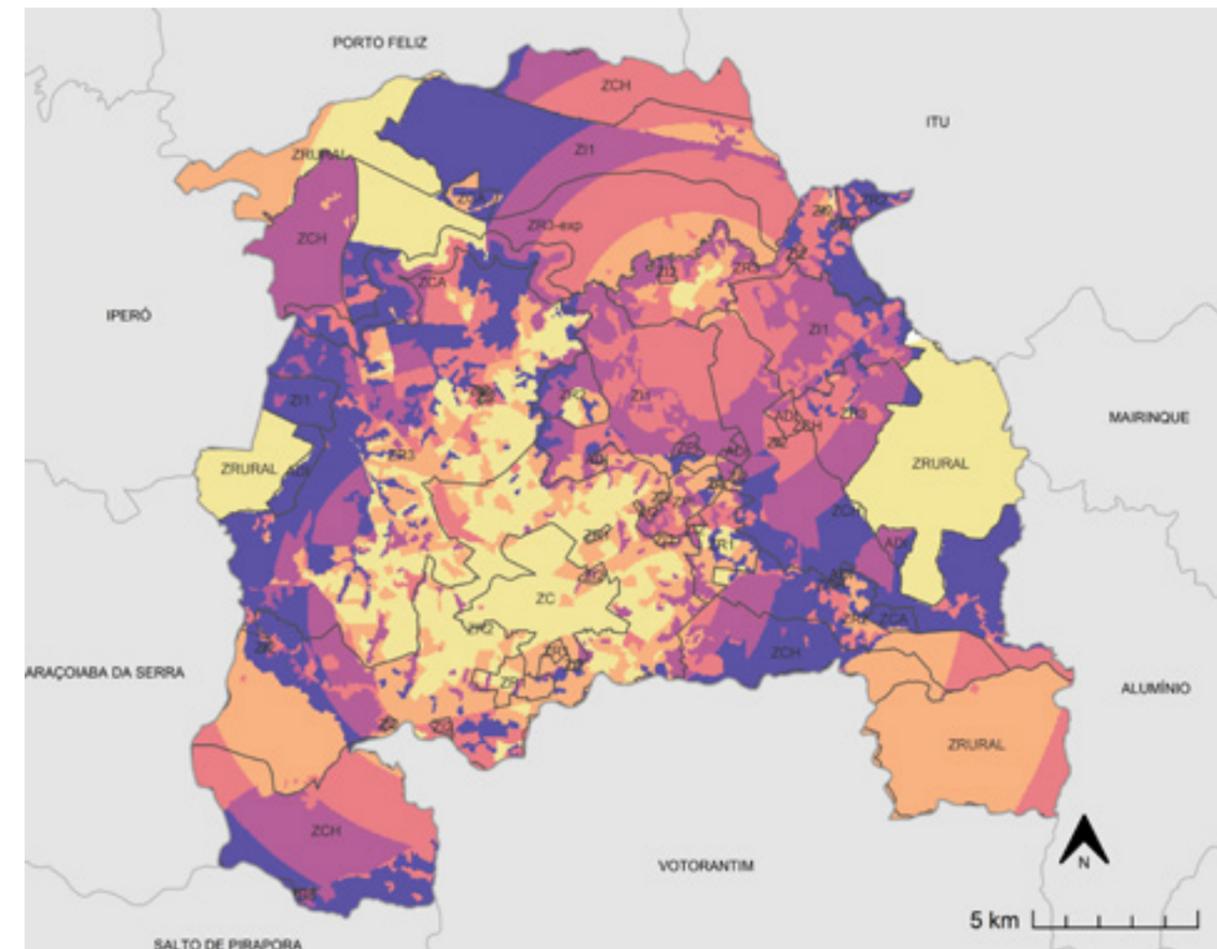
AMEAÇA PARA INUNDAÇÕES



Mapa 2 - Ameaça de Inundação no município de Sorocaba

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

VULNERABILIDADE PARA INUNDAÇÕES

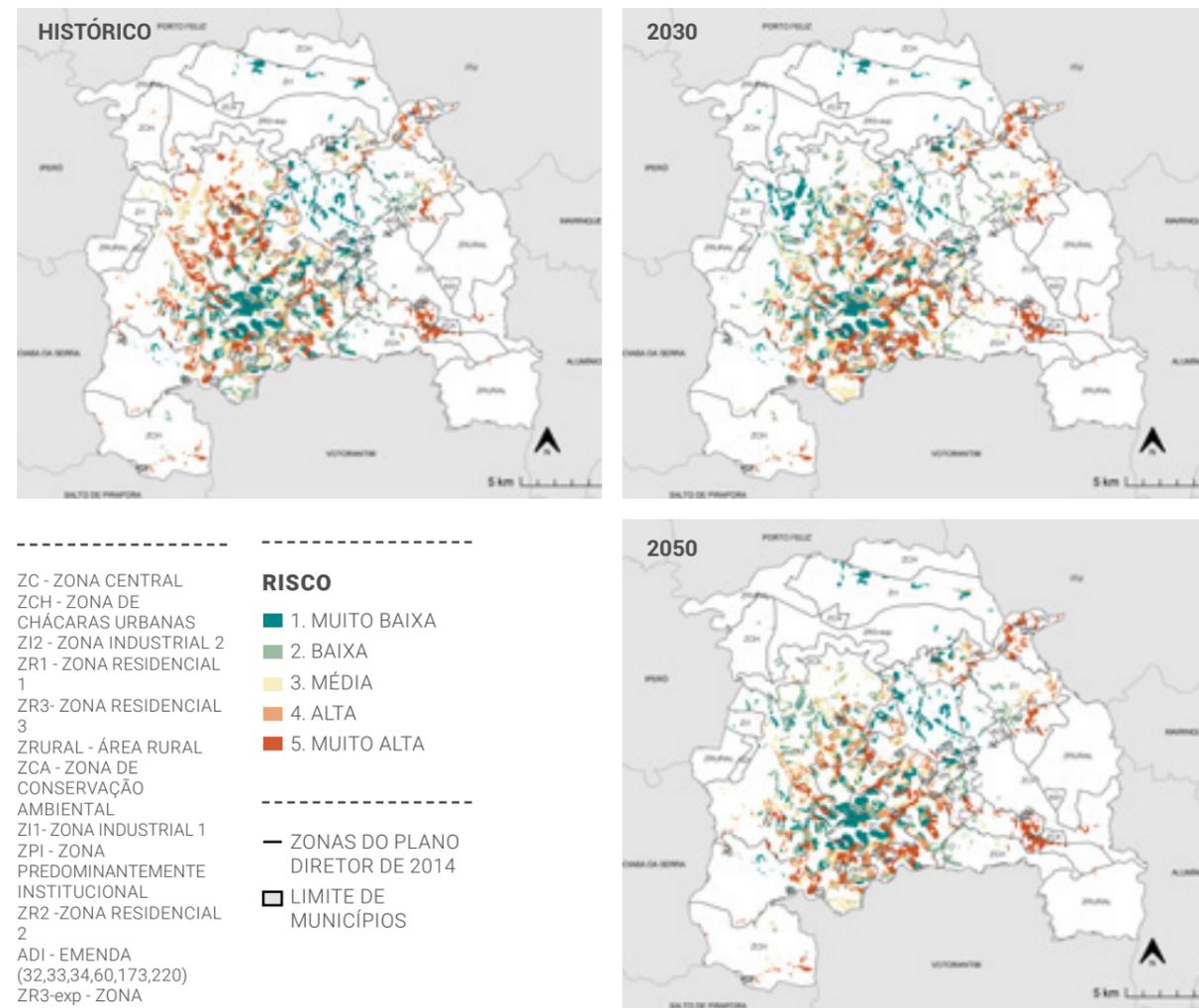


Mapa 3 - Vulnerabilidade a inundação no município de Sorocaba

- ZC - ZONA CENTRAL
- ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS
- ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2
- ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1
- ZR3 - ZONA RESIDENCIAL 3
- ZRURAL - ÁREA RURAL
- ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
- ZI1 - ZONA INDUSTRIAL 1
- ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL
- ZR2 - ZONA RESIDENCIAL 2
- ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220)
- ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

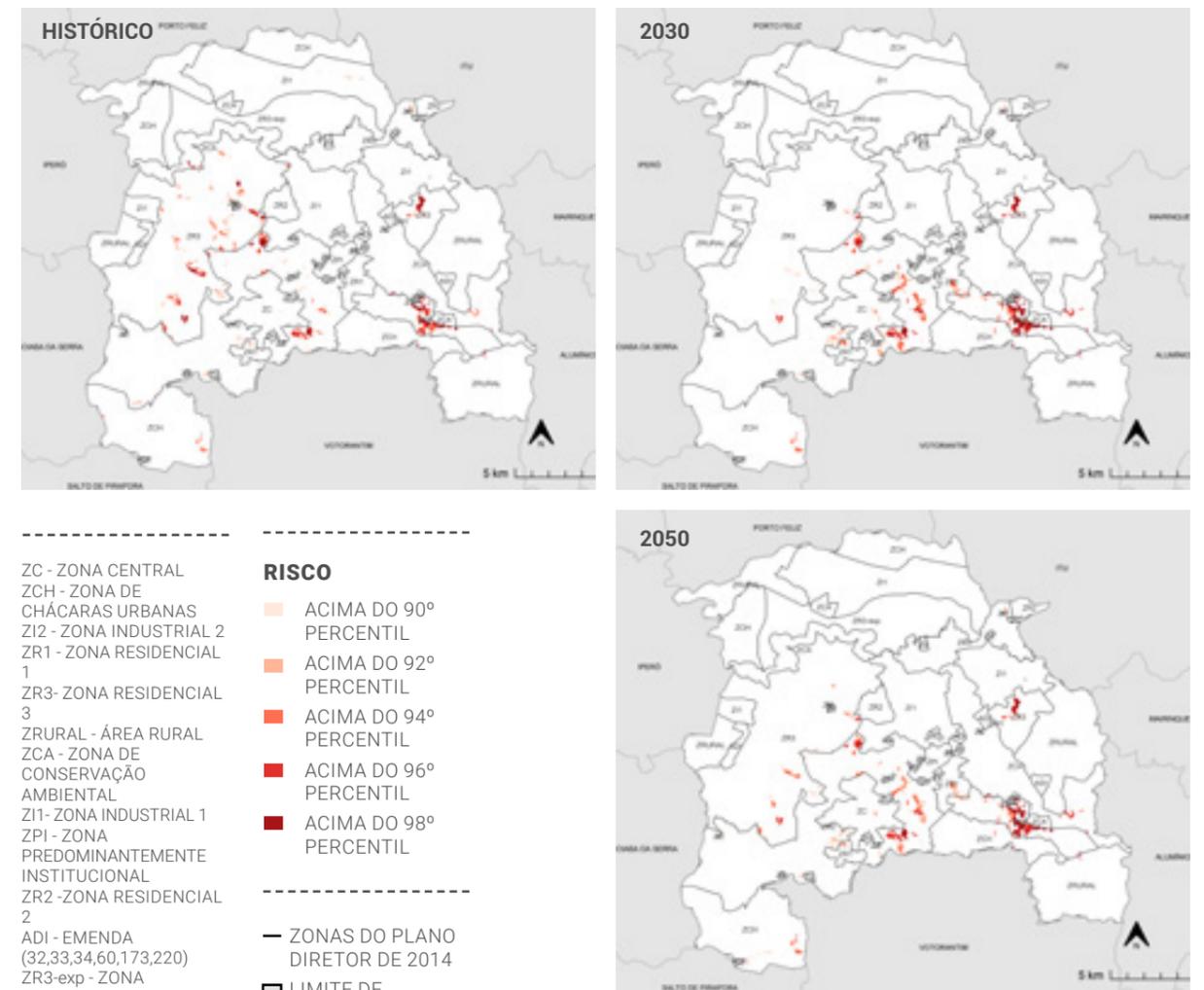
RISCOS - INUNDAÇÕES



Mapa 4 - Risco a inunda o no município de Sorocaba

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

RISCO CRÍTICO - INUNDA ES



Mapa 5 - Risco crítico a inunda o no município de Sorocaba

4.3 // DESLIZAMENTO

4.3.1 // SÍNTESE

Ao observar o mapa da ameaça de deslizamento para o município de Sorocaba (Mapa 6), nota-se que ao passar dos anos, ao mesmo tempo que a ameaça reduz na parte mais a oeste do município (referência: sentido município de Iperó), ela se intensifica mais a sudeste dele (referência: região próximo ao município de Alumínio).

Como apontado na seção 2.2.2, as variáveis analisadas na ameaça de inundação foram a CWD (nº máximo de dias consecutivos com chuva no ano) e a RX5day (precipitação máxima anual em 5 dias), sendo as suas variações, ao longo do período analisado, apontadas abaixo por meio do Gráfico 5 e Gráfico 6.

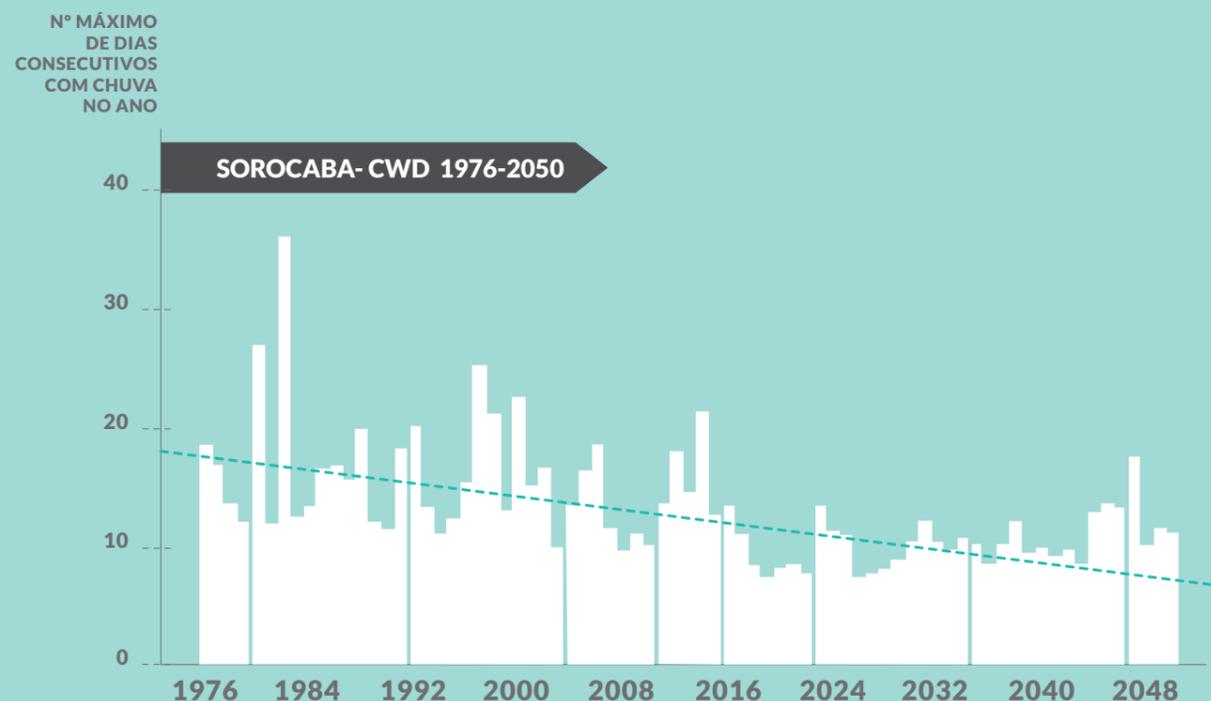


Gráfico 5 - Representa a evolução do indicador CWD que representa o número de dias consecutivos em um ano. Esse índice reflete chuvas concentradas em um longo período de tempo. Linha de tendência (em verde tracejada) indica redução no período analisado

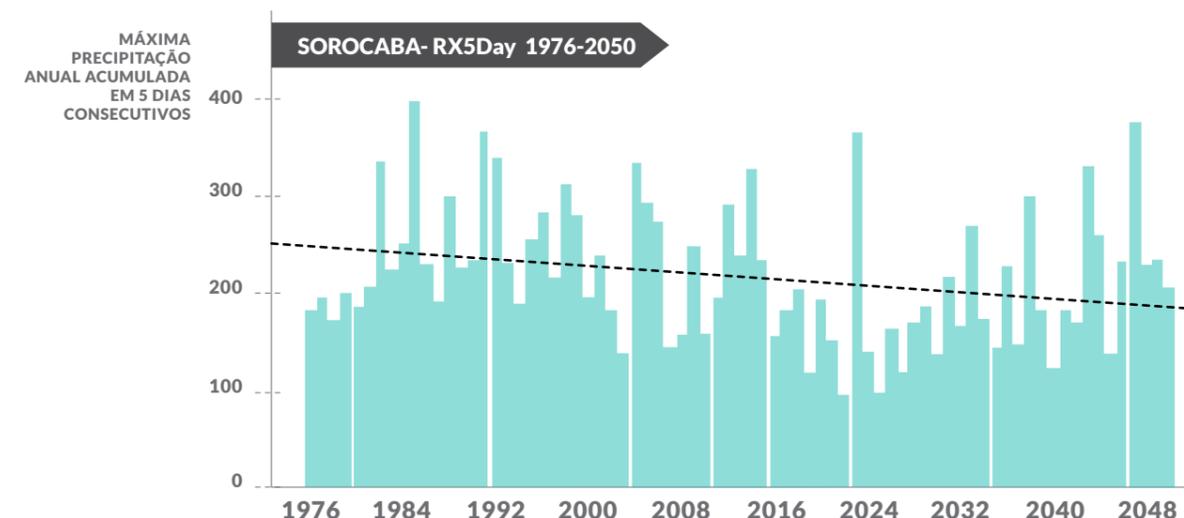


Gráfico 6 - Representa a evolução do Rx5day que representa a máxima precipitação anual em acumulada 5 dias consecutivos, isto é, durante todo o ano, computa-se o valor acumulado em uma janela móvel de 5 dias, e o maior valor nessa janela é registrado. Linha de tendência (em preto tracejada) indica redução no período analisado

Ao observar os gráficos acima percebe-se que, em média, a ameaça de deslizamento para o território de Sorocaba irá reduzir, sendo as duas variáveis de extremos climáticos responsáveis por essa redução.

Em uma análise aprofundada das variáveis de extremos climáticos, tem-se que a máxima precipitação anual acumulada em 5 dias consecutivos no período de 1976 a 2050 tem média de 130 mm e máxima de aproximadamente 237 mm. A maior concentração de chuva é observada no período histórico (média de 147 mm com variação de 82 a 237 mm). No período 2006-2030 é possível observar uma redução de 23% do volume médio de precipitação anual acumulada em uma janela de 5 dias, em relação ao período histórico. Já em 2050 (2026-2050) a redução do volume é de 18% (média de 121 mm, mínima 70 mm e máxima 223 mm). Em geral, a linha de tendência (Gráfico 6) indica que o volume de chuva acumulada em 5 dias reduza anualmente em 0.40 mm ($p < 0,05$).

Ao considerar o número máximo de dias consecutivos com chuva por ano é possível observar que em média, 13 dias são chuvosos no período de 1976 a 2050 (com variação de 7 a 36 dias). Ao longo dos anos, os dias seguidos de chuvas tendem a reduzir, sendo que no período histórico a média estimada foi de 17 dias, enquanto em 2030 e 2050 passa para cerca de 11 dias, podendo variar de 7-22 dias e de 7-18 dias, respectivamente. Em suma, a tendência linear ($p < 0,001$) aponta para uma redução anual de aproximadamente 12% da variável CWD.

É importante apontar que, apesar da média das variáveis de extremos climáticos indicar redução da ameaça de deslizamento (Mapa 6), por meio do mapa é possível identificar que a ameaça de deslizamento se intensificará na região mais ao sudeste. Essa intensificação sofre interferências dos outros elementos analisados no cálculo da ameaça, isto é, os fatores que aumentam ou diminuem a susceptibilidade a deslizamentos (uso do solo, declividade, pedologia, curvatura vertical e horizontal, geomorfologia e geologia). Na região mais a sudeste está localizada a ZRURAL (Área Rural), zona que conta com a presença de vegetação (Mata e Reflorestamento) e não se constitui em uma zona urbanizada, ou seja, em termos de exposição, a população de Sorocaba não se encontra exposta a essa ameaça. Entretanto, tendo em vista que essa região sofrerá com o aumento da ameaça de deslizamento, ao planejar a expansão da cidade, os gestores públicos locais poderão levar em consideração as informações aqui expostas buscando a segurança e resiliência da população.

Em relação a vulnerabilidade apresentada no Mapa 7, tem-se que existem diversas zonas com o índice de vulnerabilidade classificado como muito alto. De forma geral, essas zonas estão localizadas nas áreas mais periféricas, sendo as áreas localizadas mais próximas da região central do município classificadas com um índice de vulnerabilidade mais baixo. Em relação à análise detalhada dos zoneamentos referentes ao Plano Diretor de 2014 do município de Sorocaba, sugere-se que ela seja realizada cautelosamente, visto que, por exemplo, enquanto uma porção da Zona de Chácaras (ZCH) pode ser classificada com um índice de vulnerabilidade muito elevada, em outra porção ela pode ser classificada como alta à baixa.

Ao analisar os resultados para o risco de deslizamento por meio do Mapa 8, nota-se que o risco de deslizamento para o município de Sorocaba, ao mesmo tempo que tende a diminuir ao longo do período analisado na região oeste do município (referência: sentido município de Iperó), tende a aumentar na região mais ao sul do município (referência: sentido município Votorantim).

Os resultados apresentados no Mapa 9 sobre as áreas mais críticas (*hotspots*) em relação ao deslizamento na cidade de Sorocaba aponta que, ao longo dos anos, as áreas mais críticas (acima do 98º percentil) se encontram mais ao sudeste do município (referência: sentido município de Alumínio). Ao realizar uma análise mais detalhada dessas áreas, nota-se que para o ano de 2030 e 2050 a zona que terá mais áreas críticas é a zona ZR2 (Zona Residencial 2) e ZCH (Zona de Chácaras Urbanas), também localizadas ao sudeste.

Na Tabela 2, podem-se observar os 5 bairros do município de Sorocaba que possuem um maior índice de risco de deslizamento no período analisado. De maneira geral, tem-se:

- O bairro Nova Astúrias lidera o ranking dos 5 bairros com risco mais crítico de deslizamento em 2030 e 2050;
- Aparecida-Nossa Senhora e Tupa permanecem em 2º e 3º lugar, respectivamente.

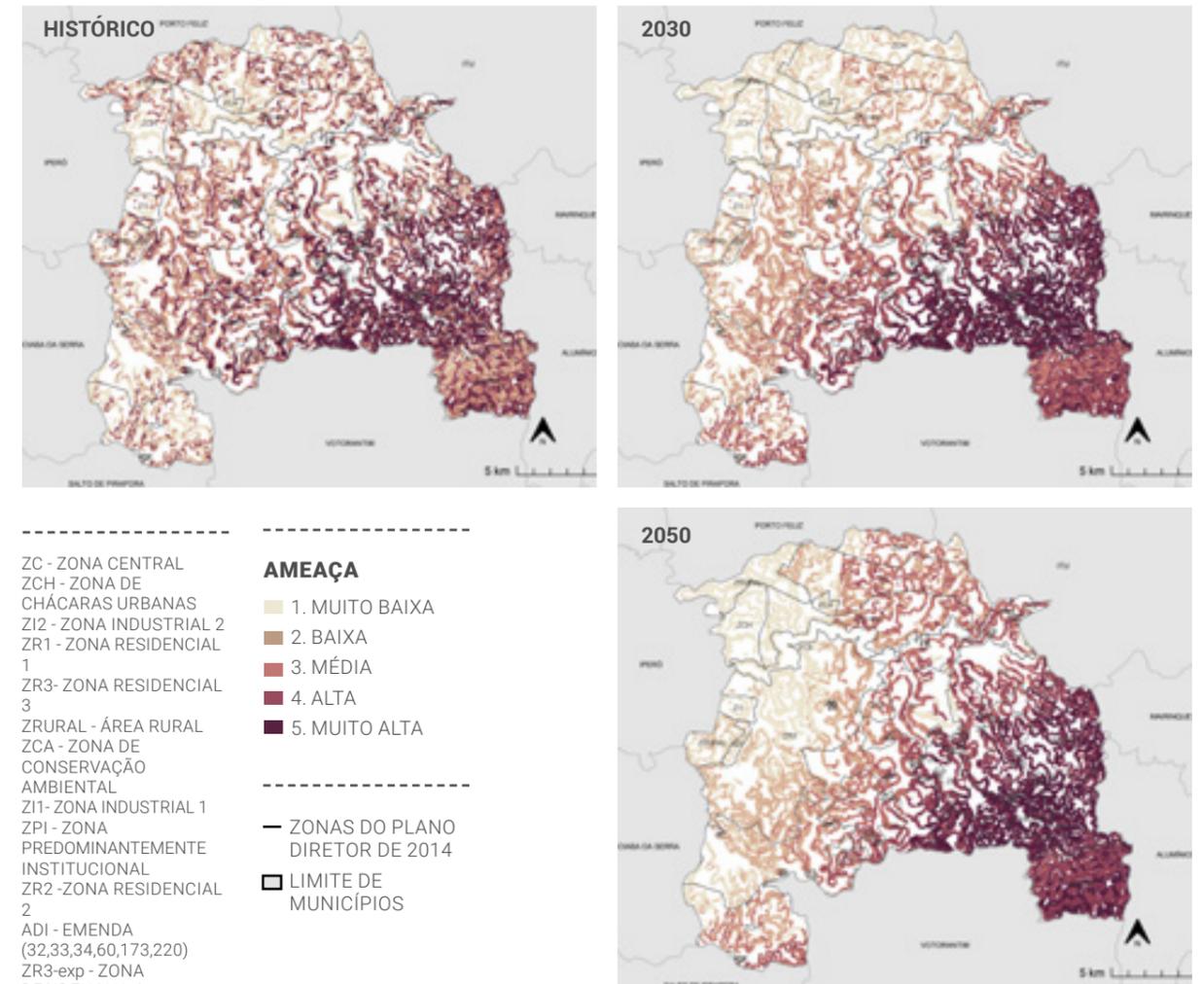
RANKING	HISTÓRICO	2030	2050
1	TUPA (Ref. Brigadeiro Tobias)	NOVA ASTURIAS (Ref. Brigadeiro Tobias)	NOVA ASTURIAS (Ref. Brigadeiro Tobias)
2	CARMO-DO	TUPA (Ref. Brigadeiro Tobias)	TUPA (Ref. Brigadeiro Tobias)
3	FRANCINI (Ref. Aeroporto)	VILLAGGIO SOLA	FAZENDA GENEBRA (Ref. Raposo sentido Alumínio)
4	BENEDICTO CLETO-PROF	VILLA AMATO	BRIGADEIRO (Ref. região de Aparecidinha)
5	TULIPAS-DAS	FAZENDA GENEBRA (Ref. Raposo sentido Alumínio)	CAMBARA

Tabela 2 - Ranking dos bairros mais críticos em relação a deslizamento de Sorocaba

4.3.2// MAPAS

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

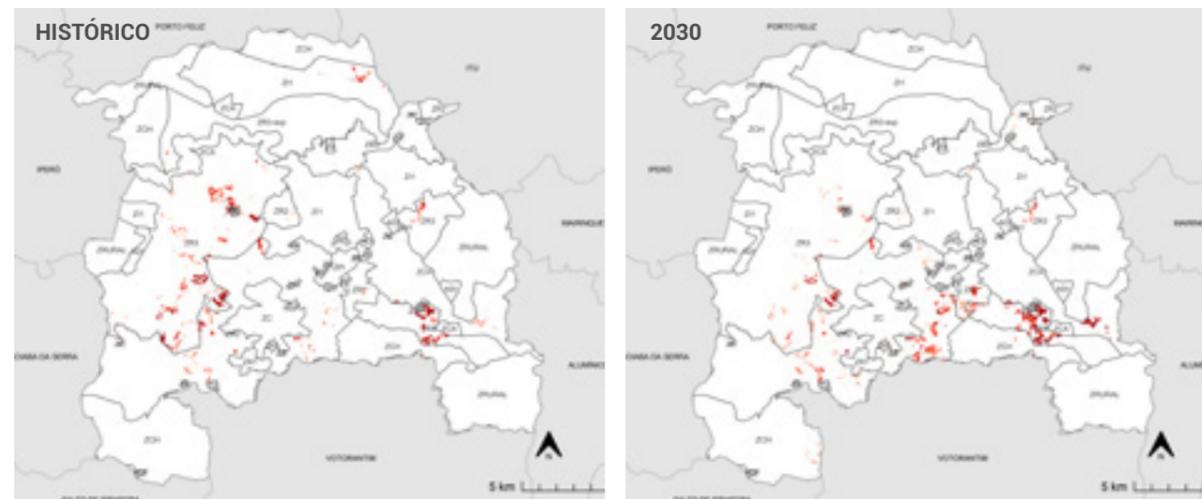
AMEAÇA PARA DESLIZAMENTOS



Mapa 6 - Ameaça a deslizamento no município de Sorocaba

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

RISCO CRÍTICO - DESLIZAMENTOS

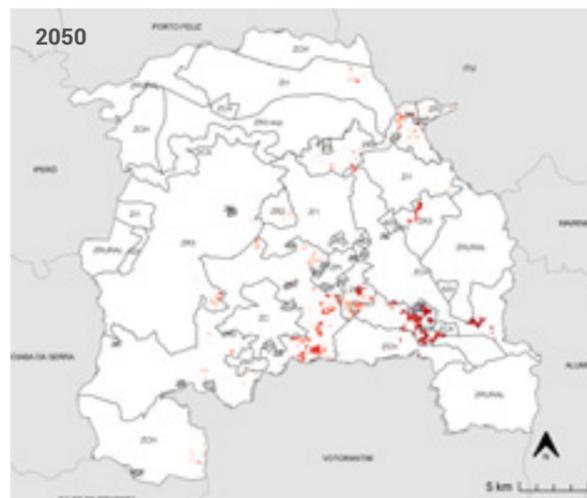


ZC - ZONA CENTRAL
ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS
ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2
ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1
ZR3- ZONA RESIDENCIAL 3
ZRURAL - ÁREA RURAL
ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
ZI1- ZONA INDUSTRIAL 1
ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL
ZR2 -ZONA RESIDENCIAL 2
ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220)
ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA

RISCO

- ACIMA DO 90º PERCENTIL
- ACIMA DO 92º PERCENTIL
- ACIMA DO 94º PERCENTIL
- ACIMA DO 96º PERCENTIL
- ACIMA DO 98º PERCENTIL

- ZONAS DO PLANO DIRETOR DE 2014
- LIMITE DE MUNICÍPIOS



Mapa 9 - Risco crítico a deslizamentos no município de Sorocaba

4.4 // ONDAS DE CALOR

4.4.1// SÍNTESE

Ao observar o Mapa 10, é possível verificar que a ameaça de ondas de calor, classificada como alta a muito alta no período histórico (1976-2005), encontra-se mais concentrada na parte noroeste do município de Sorocaba. Ao longo dos anos e, analisando o mapa projetado para os anos de 2030 e 2050, verifica-se que essa situação se modifica, sendo esperado que o território do município, como um todo, torne-se exposto a uma ameaça de onda de calor elevada. As variáveis dos extremos climáticos envolvidos no cálculo da ameaça de calor podem ser analisadas nos Gráficos 7 e 8.

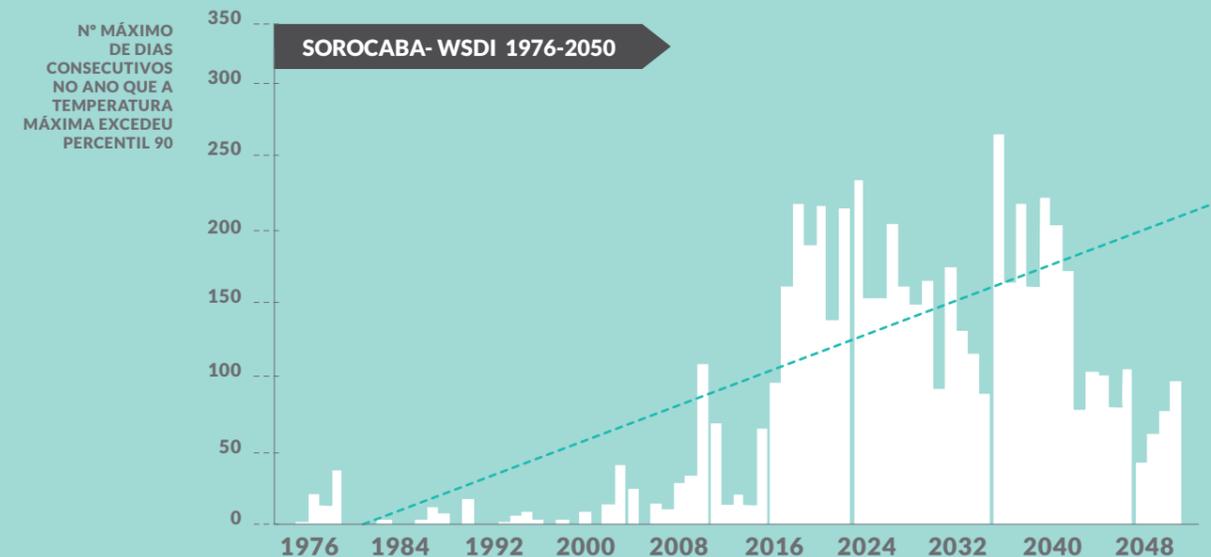


Gráfico 7 - Representa o número máximo de dias consecutivos no ano em que a temperatura máxima excedeu percentil 90, considerando-se 30° C. Conta-se o número de dias no ano em que temperatura máxima atingiu esse limiar. Linha de tendência (em verde tracejada) indica aumento no período analisado.

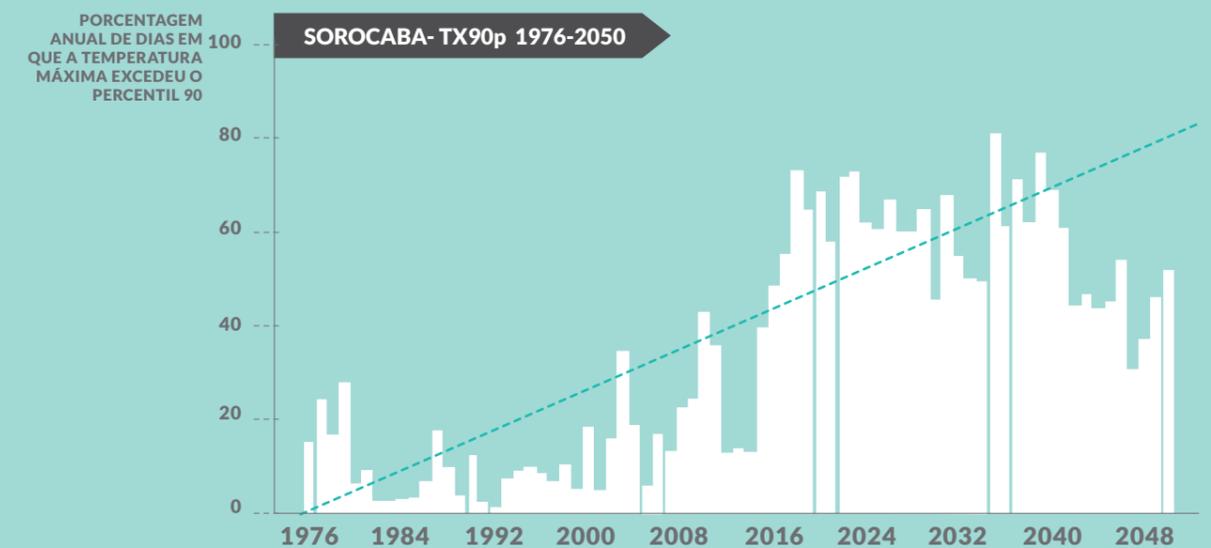


Gráfico 8 - Representa porcentagem anual de dias em que a temperatura máxima excedeu o percentil 90, não necessariamente consecutivos. Linha de tendência (em verde tracejada) indica aumento no período analisado

Os extremos climáticos de temperatura indicam tendência de aumento ao longo dos anos. No período de 1976 a 2050, a média do número máximo de dias consecutivos no ano em que a temperatura máxima excederia o percentil 90 seria de 77 dias. Historicamente, o número de dias quentes é menor, sendo que, de 1976 a 2005, foi observada uma média de 7 dias com máxima de 40 dias; de 2006 a 2030, foi estimada uma média de 117 dias (podendo chegar até 234 dias), enquanto no período de 2026 a 2050 foi estimado um aumento de 18% referente à média e 98% de máxima em relação ao período anterior. Assim, a linha de tendência apresentada no Gráfico 7 indica que, para cada aumento de um ano, o número de dias consecutivos quentes aumenta em aproximadamente 3 dias ($p < 0,001$).

Da mesma forma, o porcentual anual de dias em que a temperatura máxima excedeu o percentil 90 apresenta tendência de crescimento, sendo estimado que a cada ano há um aumento de 0.89%. Em geral, o porcentual médio da variável TX90p no período de 1976-2050 foi de 35%, com máxima de 81%. No período histórico, a média ficou em torno dos 10%, ao passo que o período de 2006-2030 é estimado em 47% e em 56%, em 2026-2050.

Em relação à vulnerabilidade, por meio do Mapa 11, nota-se que, apesar de haver algumas áreas em situação de vulnerabilidade classificada como muito alta, o município de Sorocaba, em sua maioria, encontra-se em uma situação classificada como de vulnerabilidade média a muito baixa. Uma das variáveis que influenciam a redução da situação de vulnerabilidade corresponde às áreas verdes, levadas em consideração no cálculo da capacidade adaptativa. Nesse sentido, tal variável pode ter influenciado positivamente o aumento da capacidade adaptativa da população, dada a quantidade de áreas verdes que a cidade de Sorocaba possui e preserva.

Por sua vez, o mapeamento do risco de ondas de calor (Mapa 12) revela que a população localizada na região oeste da cidade de Sorocaba poderá sofrer mais intensamente. Tal resultado está relacionado à elevada concentração da população, à área urbanizada com altos níveis de ameaça relacionada aos extremos de temperatura e a pontos de vulnerabilidade alta e muito alta.

Ao analisar o Mapa 13, que aponta as áreas mais críticas (*hotspots*) em relação ao risco de onda de calor, nota-se que essas áreas críticas se concentram mais na porção oeste do município. Em uma análise discriminada sobre os bairros presentes nessas áreas mais críticas, tem-se que os 5 bairros do município de Sorocaba que possuem um maior índice de risco de onda de calor são:

- Dacha Sorocaba e Tupa apresentam os maiores riscos críticos de ondas de calor em 2030 e 2050;
- J. S. Carvalho sobe posição do ranking em 2050, assumindo o 3º lugar, que em 2030, era de Vicente-São.

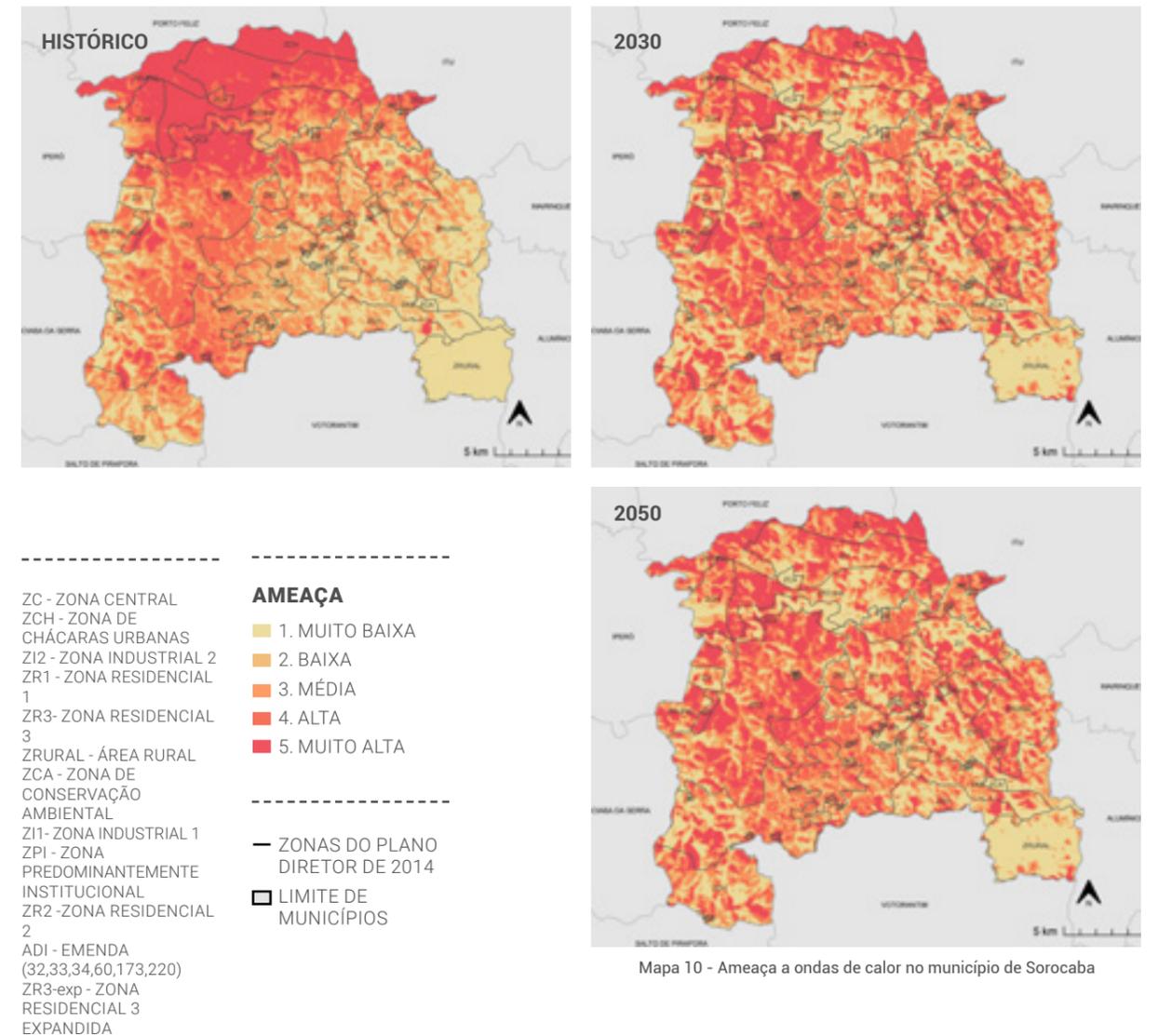
RANKING	HISTÓRICO	2030	2050
1	DACHA SOROCABA (Ref. Rod. p/ Porto Feliz)	DACHA SOROCABA (Ref. Rod. p/ Porto Feliz)	DACHA SOROCABA (Ref. Rod. p/ Porto Feliz)
2	VALE DO LAGO RESIDENCIAL (Ref. Rod. p/ Porto Feliz)	TUPA (Ref. Brigadeiro Tobias)	TUPA (Ref. Brigadeiro Tobias)
3	VICENTE-SAO (Ref. Jd. São Paulo)	VICENTE-SAO (Ref. Jd. São Paulo)	J. S. CARVALHO (Ref. Vitória Regia)
4	J. S. CARVALHO (Ref. Vitória Regia)	J. S. CARVALHO (Ref. Vitória Regia)	VICENTE-SAO (Ref. Jd. São Paulo)
5	SENE (Ref. Jd. São Paulo)	VALE DO LAGO RESIDENCIAL (Ref. Rod. p/ Porto Feliz)	THERESA-SANTA (Ref. Pq Três Meninos)

Tabela 3 - Ranking dos bairros mais críticos em relação a ondas de calor de Sorocaba

4.4.2// MAPAS

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

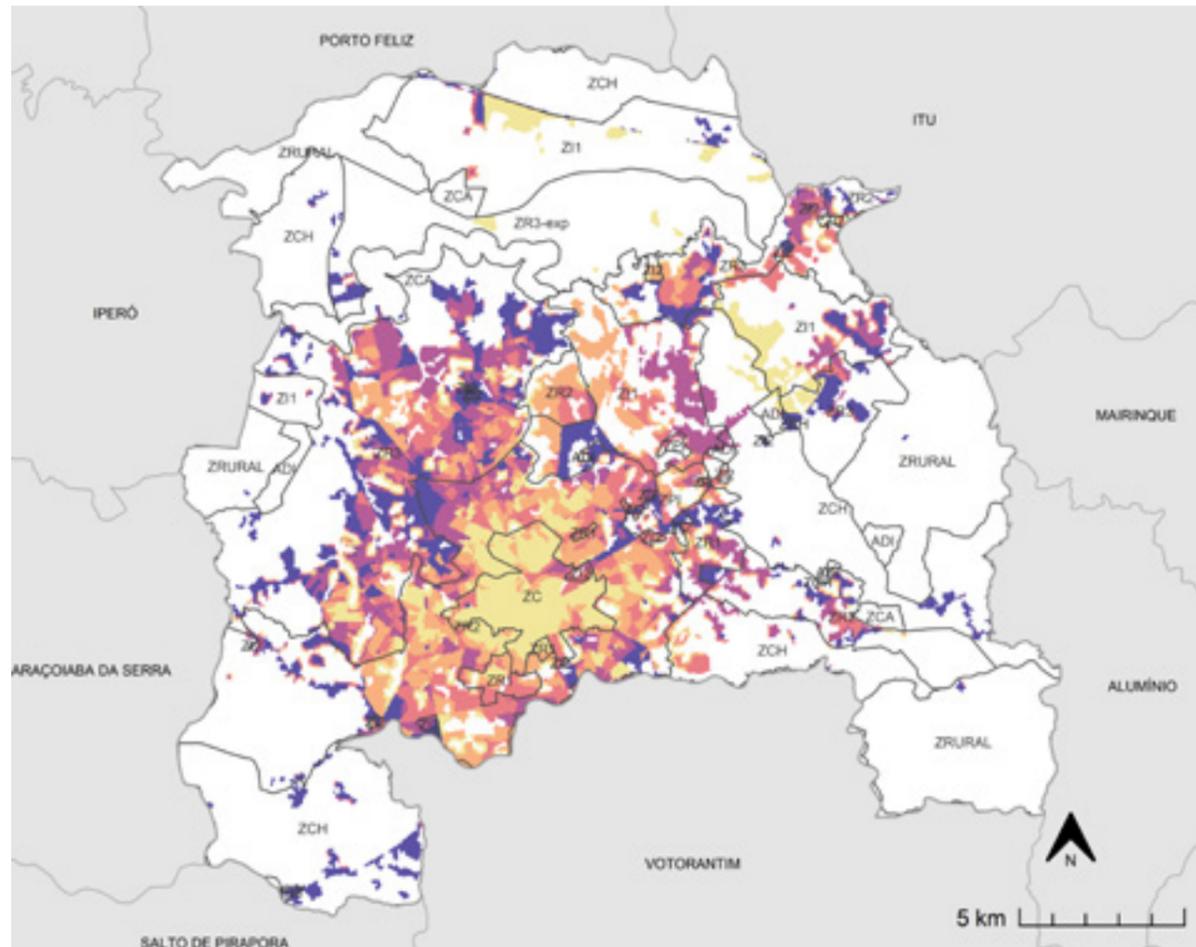
AMEAÇA PARA ONDAS DE CALOR



Mapa 10 - Ameaça a ondas de calor no município de Sorocaba

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

VULNERABILIDADE PARA ONDAS DE CALOR

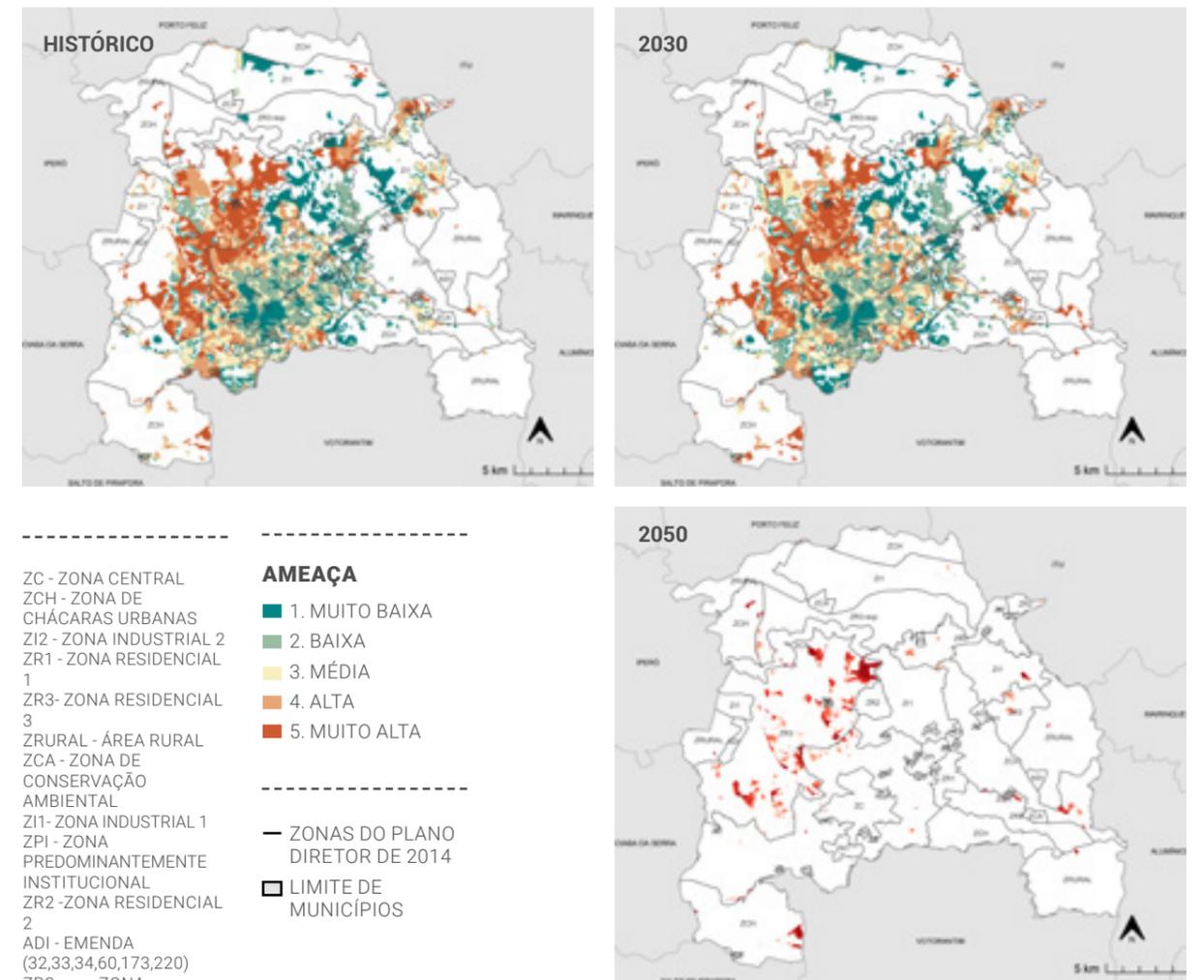


Mapa 11 - Vulnerabilidade a ondas de calor no município de Sorocaba

<p>ZC - ZONA CENTRAL ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2 ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1 ZR3 - ZONA RESIDENCIAL 3 ZRURAL - ÁREA RURAL ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL ZI1 - ZONA INDUSTRIAL 1</p>	<p>ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL ZR2 - ZONA RESIDENCIAL 2 ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220) ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA</p>	<p>VULNERABILIDADE</p> <p>1. MUITO BAIXA 2. BAIXA 3. MÉDIA 4. ALTA 5. MUITO ALTA</p>	<p>— ZONAS DO PLANO DIRETOR DE 2014 □ LIMITE DE MUNICÍPIOS</p>
---	--	---	--

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

RISCOS - ONDAS DE CALOR

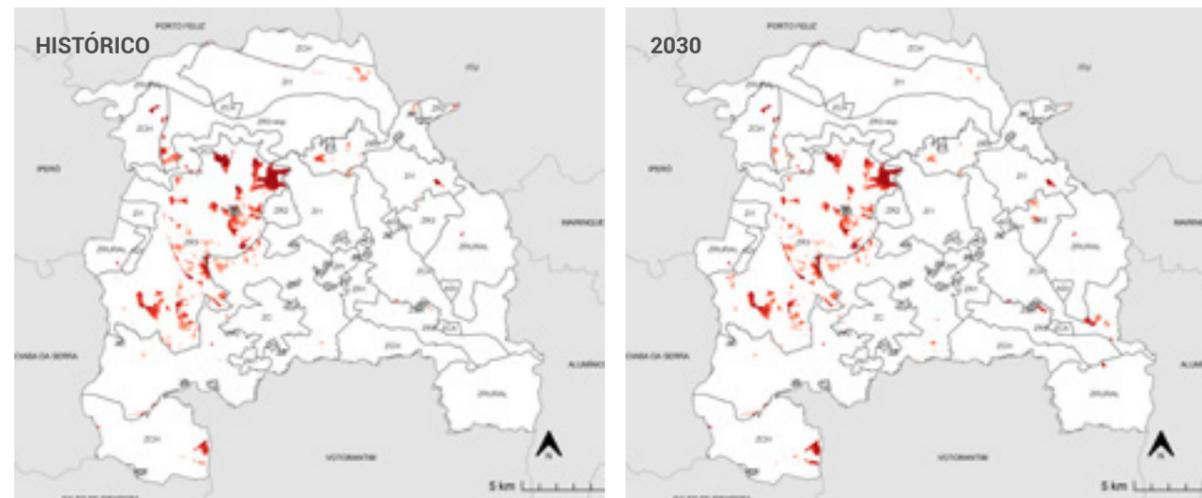


Mapa 12 - Risco a ondas de calor no município de Sorocaba

<p>ZC - ZONA CENTRAL ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2 ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1 ZR3 - ZONA RESIDENCIAL 3 ZRURAL - ÁREA RURAL ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL ZI1 - ZONA INDUSTRIAL 1 ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL ZR2 - ZONA RESIDENCIAL 2 ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220) ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA</p>	<p>AMEAÇA</p> <p>1. MUITO BAIXA 2. BAIXA 3. MÉDIA 4. ALTA 5. MUITO ALTA</p>	<p>— ZONAS DO PLANO DIRETOR DE 2014 □ LIMITE DE MUNICÍPIOS</p>
---	--	--

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

RISCO CRÍTICO - ONDAS DE CALOR

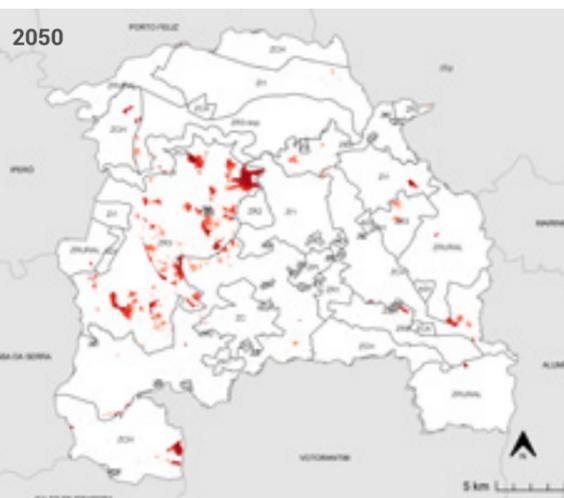


ZC - ZONA CENTRAL
ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS
ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2
ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1
ZR3 - ZONA RESIDENCIAL 3
ZRURAL - ÁREA RURAL
ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
ZI1 - ZONA INDUSTRIAL 1
ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL
ZR2 - ZONA RESIDENCIAL 2
ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220)
ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA

AMEAÇA

- ACIMA DO 90º PERCENTIL
- ACIMA DO 92º PERCENTIL
- ACIMA DO 94º PERCENTIL
- ACIMA DO 96º PERCENTIL
- ACIMA DO 98º PERCENTIL

- ZONAS DO PLANO DIRETOR DE 2014
- LIMITE DE MUNICÍPIOS



Mapa 13 - Risco crítico a ondas de calor no município de Sorocaba

4.5 // PROLIFERAÇÃO DE DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS

4.5.1 // SÍNTESE

Faz-se importante esclarecer que toda a população da cidade de Sorocaba está sujeita em algum grau a ameaça de contração das doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*, dada a elevada capacidade de dispersão e a elevada taxa de eclosão dos vetores de transmissão de doença. Destaca-se que, na análise realizada, o clima foi tratado como um fator condicionante para ocorrência do vetor, sendo o combate dos focos de acúmulo de água, isto é, os locais propícios para a criação do mosquito transmissor da doença, a melhor forma de evitar a proliferação da dengue.

Por meio dos resultados apresentados pelo Mapa 14, nota-se que a ameaça da proliferação do *Aedes aegypti* ao longo do período analisado se mantém praticamente constante, e a região mais ao leste concentra a ameaça classificada como muito alta. Tal comportamento da ameaça pode ser compreendido por meio das variáveis de extremos climáticos envolvidas no cálculo da ameaça de inundação (Gráficos 9, 10 e 11).

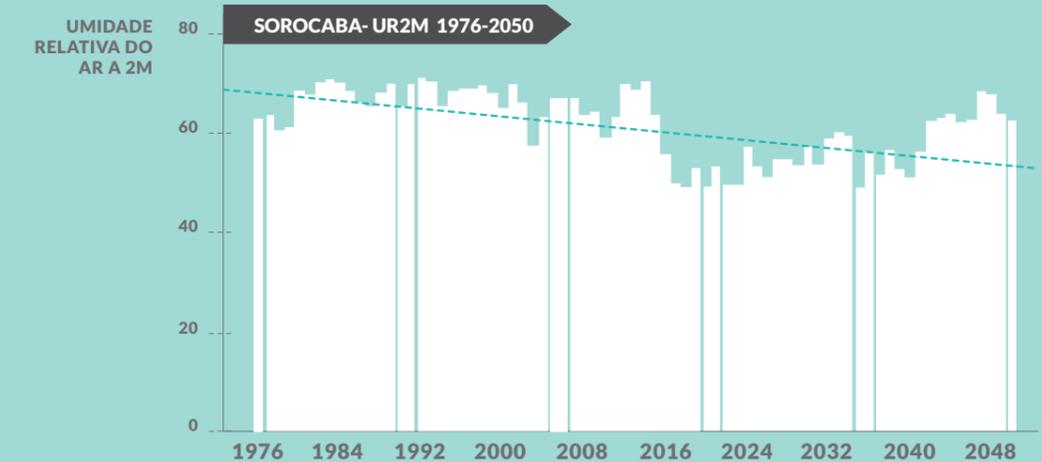


Gráfico 9 - Representa a evolução da umidade relativa do ar média anual projetada modelo ETA-HadGEM2-ES, cenário RCP8.5. Linha de tendência (em verde tracejada) indica manutenção no período analisado

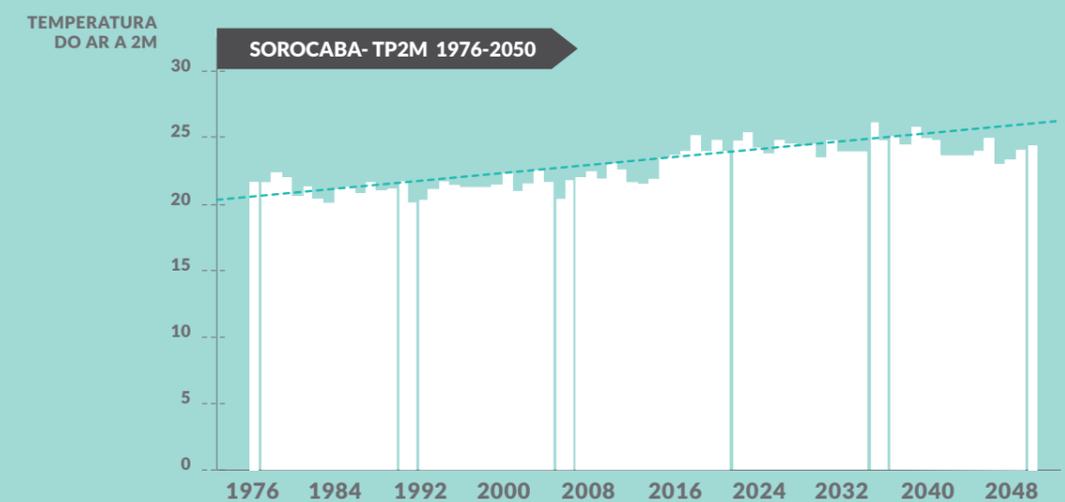


Gráfico 10 - Representa a evolução da temperatura média anual projetada modelo ETA-HadGEM2-ES, cenário RCP8.5. Linha de tendência (em preto tracejada) indica manutenção no período analisado

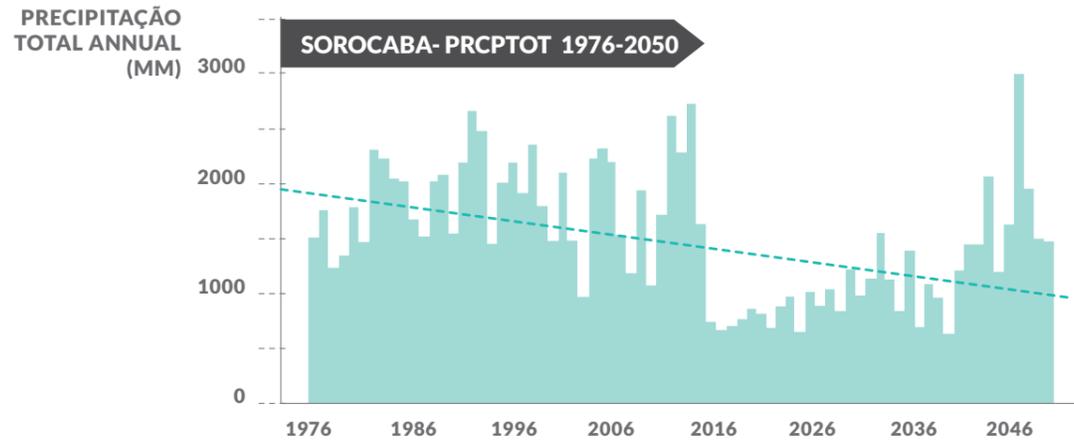


Gráfico 11 - Representa a evolução da precipitação total anual projetada modelo ETA-HadGEM2-ES, cenário RCP8.5. Linha de tendência (em verde tracejada) indica redução no período analisado

As variáveis climáticas condicionadoras da proliferação de vetores de doenças analisadas neste estudo apresentam tendências de aumento e redução, quais sejam: precipitação total (redução), temperatura (aumento) e umidade do ar (redução). No período de 1976-2050, a precipitação total anual tende a ser reduzida em 10,5 mm a cada ano. No período histórico (1976-2005), a média foi de 1868,4 mm (com variação de 955,9-2661,2 mm); já no período de 2006-2030, a média estimada é 33% menor que no histórico e, por fim, em 2026-2050, a média tende a ser 31% menor que no histórico. Por outro lado, a temperatura média anual tende a aumentar em 0,06 °C a cada ano no período analisado. Por sua vez, a umidade relativa do ar tende a se reduzir anualmente em 0,17%.

No que tange à vulnerabilidade, por meio do Mapa 15, nota-se que similarmente à situação de vulnerabilidade à onda de calor, apesar de haver algumas áreas em situação de vulnerabilidade classificada como muito alta, o município de Sorocaba, em sua maioria, encontra-se em uma situação de proliferação de vetores classificada como média a muito baixa.

O mapeamento do risco de proliferação de vetores de doenças transmissíveis indica que as áreas do entorno da ZC (Zona Central), bem como a ZI2 (Zona Industrial 2), ZR2 e ZR3 (Zona Residencial 2 e 3), localizadas na porção leste do município, tendem a permanecer com risco alto e muito alto em 2030 e 2050.

As áreas mais críticas (*hotspots*) quanto ao risco de proliferação de doenças podem ser observadas no Mapa 17. Ao realizar uma análise que discrimina os 5 bairros do município de Sorocaba que possuem um maior índice de risco de inundação e estão presentes nessas áreas mais críticas (Tabela 4), temos o seguinte:

- Valença lidera o ranking de risco crítico de doenças em 2030 e, em 2050, fica em 2º lugar;
- Radio Club também cai uma posição em 2050 (2º para 3º lugar);
- Vicente-São e Sene permanecem em 4º e 5º lugares, respectivamente, em 2030 e 2050.

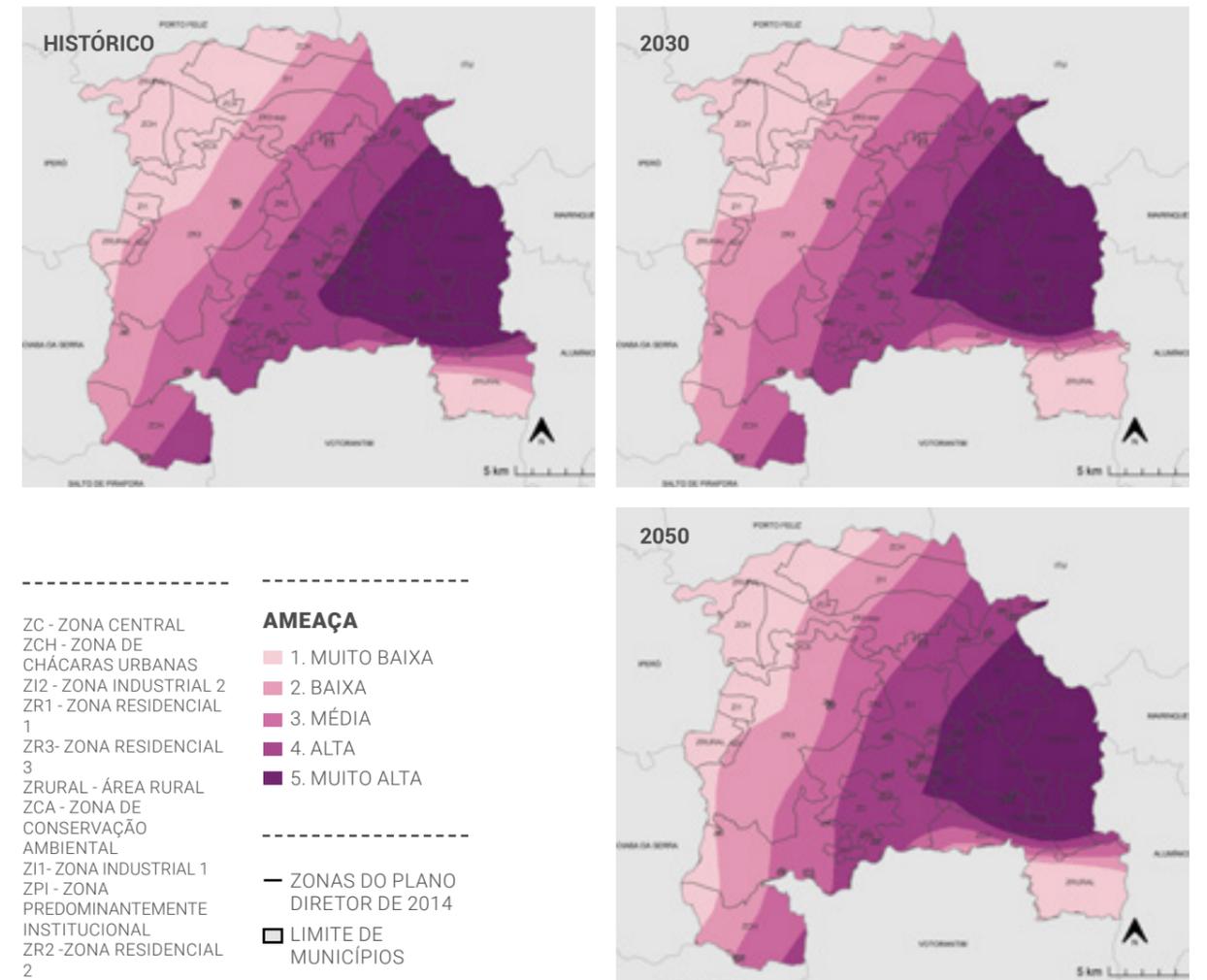
RANKING	HISTÓRICO	2030	2050
1	THERESA-SANTA (Ref. Pq Três Meninos)	VALENÇA (RESIDENCIAL) (Ref. Pq Três Meninos)	THERESA-SANTA (Ref. Pq Três Meninos)
2	VALENÇA (RESIDENCIAL) (Ref. Pq Três Meninos)	RADIO CLUB (Ref. UPH-ZO)	VALENÇA (RESIDENCIAL) (Ref. Pq Três Meninos)
3	RADIO CLUB (Ref. UPH-ZO)	OURO BRANCO (Ref. Aparecidinha)	RADIO CLUB (Ref. UPH-ZO)
4	SENE (Ref. Jd. São Paulo)	VICENTE-SAO (Ref. Jd. São Paulo)	VICENTE-SAO (Ref. Jd. São Paulo)
5	VICENTE-SAO (Ref. Jd. São Paulo)	SENE (Ref. Jd. São Paulo)	SENE (Ref. Jd. São Paulo)

Tabela 4 - Ranking dos bairros mais críticos em relação à proliferação de doenças de Sorocaba

4.5.2// MAPAS

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

AMEAÇA PARA DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS

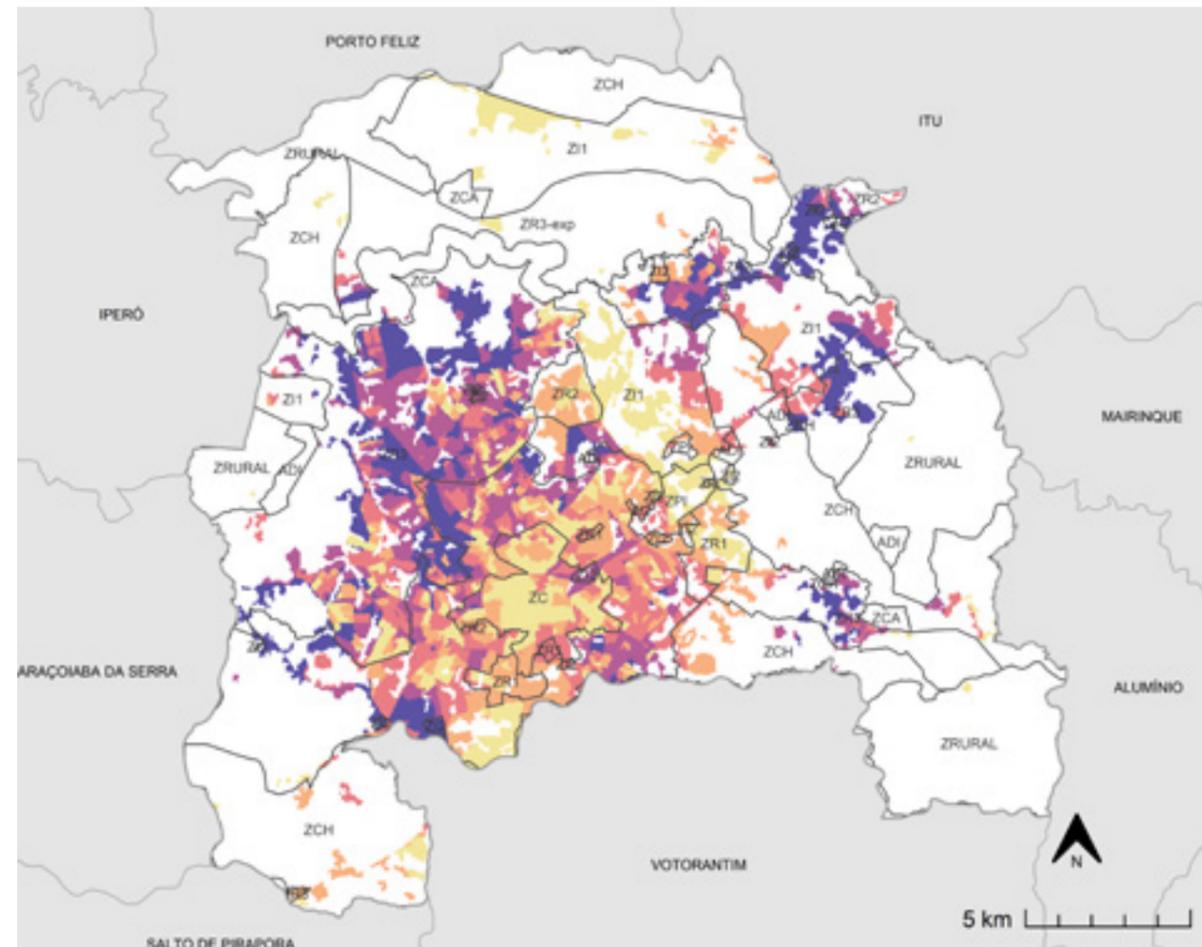


Mapa 14 - Ameaça à proliferação de vetores (*Aedes aegypti*) no município de Sorocaba

- ZC - ZONA CENTRAL
 - ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS
 - ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2
 - ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1
 - ZR3 - ZONA RESIDENCIAL 3
 - ZRRURAL - ÁREA RURAL
 - ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
 - ZI1 - ZONA INDUSTRIAL 1
 - ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL
 - ZR2 - ZONA RESIDENCIAL 2
 - ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220)
 - ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA
- AMEAÇA**
- 1. MUITO BAIXA
 - 2. BAIXA
 - 3. MÉDIA
 - 4. ALTA
 - 5. MUITO ALTA
- ZONAS DO PLANO DIRETOR DE 2014
- LIMITE DE MUNICÍPIOS

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

VULNERABILIDADE PARA DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS



Mapa 15 - Vulnerabilidade à proliferação de vetores (*Aedes aegypti*) no município de Sorocaba

ZC - ZONA CENTRAL
ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS
ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2
ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1
ZR3 - ZONA RESIDENCIAL 3
ZRURAL - ÁREA RURAL
ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
ZI1 - ZONA INDUSTRIAL 1

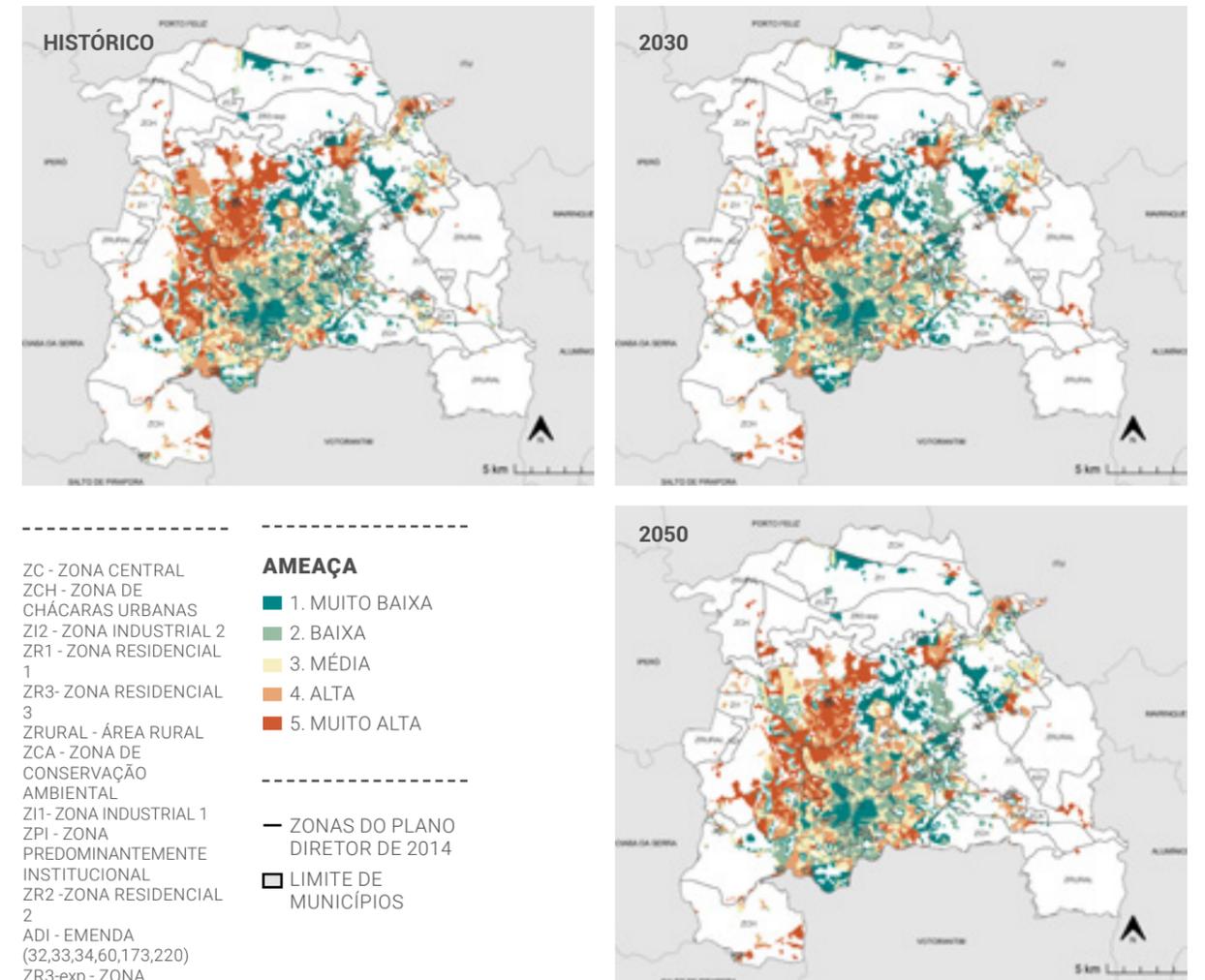
ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL
ZR2 - ZONA RESIDENCIAL 2
ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220)
ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA

VULNERABILIDADE
1. MUITO BAIXA
2. BAIXA
3. MÉDIA
4. ALTA
5. MUITO ALTA

— ZONAS DO PLANO DIRETOR DE 2014
□ LIMITE DE MUNICÍPIOS

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

RISCOS - DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS



ZC - ZONA CENTRAL
ZCH - ZONA DE CHÁCARAS URBANAS
ZI2 - ZONA INDUSTRIAL 2
ZR1 - ZONA RESIDENCIAL 1
ZR3 - ZONA RESIDENCIAL 3
ZRURAL - ÁREA RURAL
ZCA - ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
ZI1 - ZONA INDUSTRIAL 1
ZPI - ZONA PREDOMINANTEMENTE INSTITUCIONAL
ZR2 - ZONA RESIDENCIAL 2
ADI - EMENDA (32,33,34,60,173,220)
ZR3-exp - ZONA RESIDENCIAL 3 EXPANDIDA

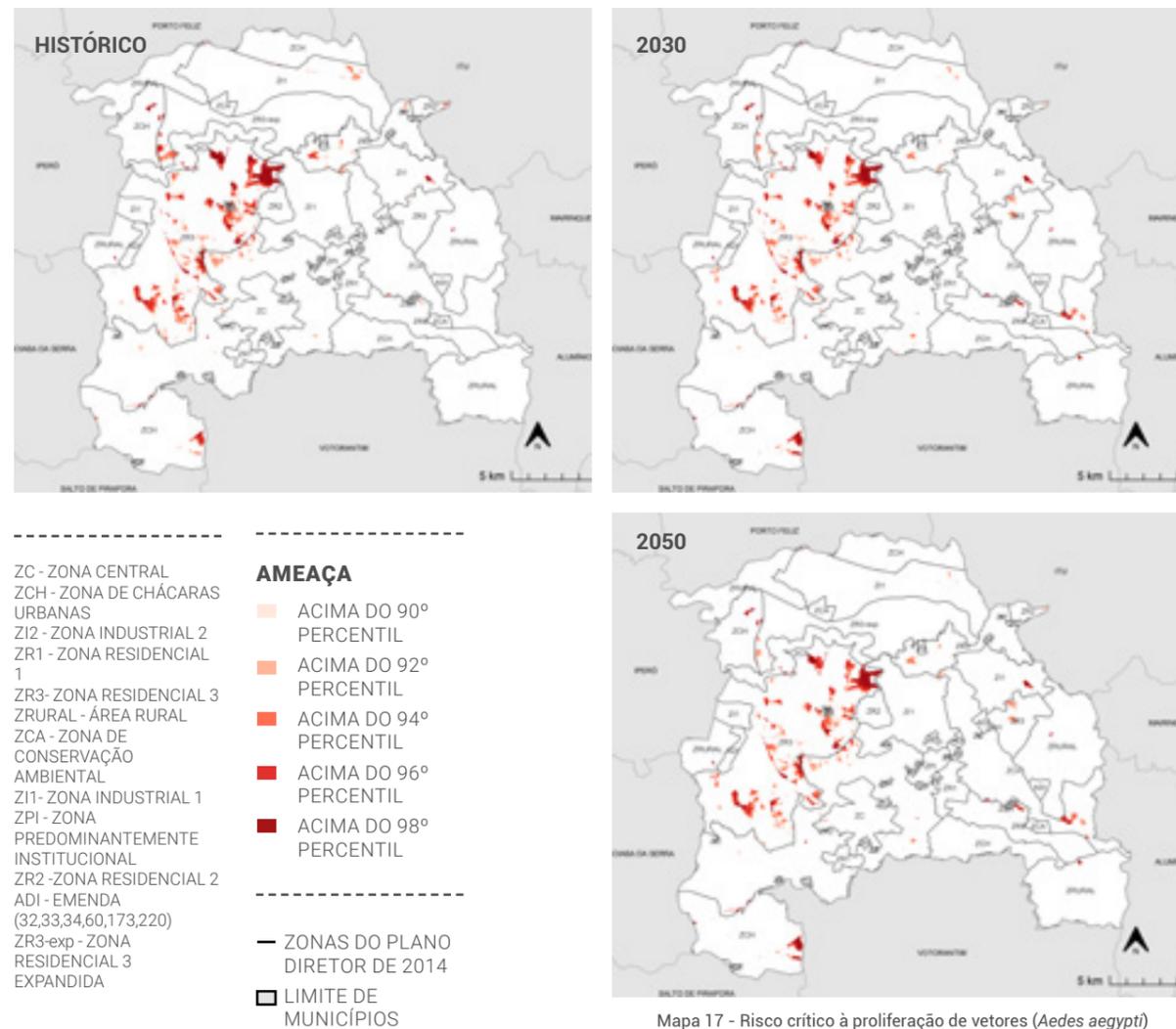
AMEAÇA
1. MUITO BAIXA
2. BAIXA
3. MÉDIA
4. ALTA
5. MUITO ALTA

— ZONAS DO PLANO DIRETOR DE 2014
□ LIMITE DE MUNICÍPIOS

Mapa 16 - Risco à proliferação de vetores (*Aedes aegypti*) no município de Sorocaba

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

RISCO CRÍTICO - DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS



4.6 // SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS

As análises espaço temporais das variáveis climáticas projetadas pelo modelo regionalizado Eta-HadGEM2-ES no cenário RCP8.5, combinadas às características da população e do meio físico (natural e infraestrutural), permitem avaliar potenciais riscos de inundação, deslizamento, ondas de calor e doenças no município de Sorocaba.

Dentre os riscos climáticos apresentados, o risco de onda de calor se destaca em termos de aumento, tendo uma considerável influência das variáveis que compõem a ameaça climática, visto que elas tendem a aumentar ao longo dos anos, sendo elas: WSDI (o número máximo de dias consecutivos no ano em que a temperatura máxima excedeu percentil 90) e TX90p (porcentagem anual de dias em que a temperatura máxima excedeu o percentil 90, não necessariamente consecutivos). Destaca-se que a região mais a oeste do município de Sorocaba é a região que concentra mais áreas críticas ao risco de onda de calor, devendo ser analisadas com uma atenção especial ao se pensar em medidas de adaptação para a cidade.

As ondas de calor derivam de fenômenos meteorológicos de grande escala; contudo, efeitos locais, como a ilha de calor, que consiste na elevação da temperatura em função dos padrões de urbanização (edificação, impermeabilização/ asfaltamento, quantidade reduzida de áreas verdes, entre outros) em áreas densamente povoadas, funcionam como um potencializador dos impactos relativos aos extremos de temperatura (REID *et al.*, 2009; HACON *et al.*, 2016). Destaca-se que, apesar do risco de onda de calor ter sido destaque em relação aos demais analisados, o município de Sorocaba já possui diversas ações relacionadas à arborização urbana, às áreas verdes, ao reflorestamento e à conservação de áreas naturais, sendo necessárias a intensificação e a expansão dessas ações, bem como a adoção de novas ações para a minimização do risco de ondas de calor.

De forma geral, o risco de inundação tende a diminuir no município de Sorocaba, sendo essa redução fortemente relacionada ao índice de ameaça. Isso porque as variáveis envolvidas no cálculo do índice R95p (precipitação total anual quando a taxa de precipitação diária > 95 percentil) e R25mm (nº de dias no ano com chuva acima de 25 mm) sofrerão uma redução ao longo dos anos. Apesar disso, o município possui e possuirá áreas mais críticas em relação ao risco de inundação, sendo importante um olhar especial para essas áreas e, especialmente, para os bairros listados na Tabela 1.

No geral, a ameaça ao risco de deslizamento diminuiu ao longo dos anos devido à redução das suas variáveis CWD (nº máximo de dias consecutivos com chuva no ano) e a RX5day, diminuindo o risco de deslizamento mais a oeste do município de Sorocaba. Entretanto, nota-se que, ao longo dos anos, o risco elevado de deslizamento se concentra na faixa mais a sudeste do município. Para orientar Sorocaba com medidas de adaptação em relação ao risco de deslizamento, bem como para todos os outros riscos, aconselha-se utilizar a Tabela 2 como referência.

Apesar de a ameaça de proliferação de doenças (*Aedes aegypti*) apresentar-se praticamente constante ao longo dos anos, ao observar as áreas críticas em relação ao risco de proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, nota-se que essas áreas estão esparsas ao longo do município. Tendo em vista a elevada capacidade de dispersão e a elevada taxa de eclosão dos vetores de transmissão de doença, tal situação deve ser analisada cautelosamente pelo município, levando em consideração medidas estratégicas que abarquem o município como um todo.

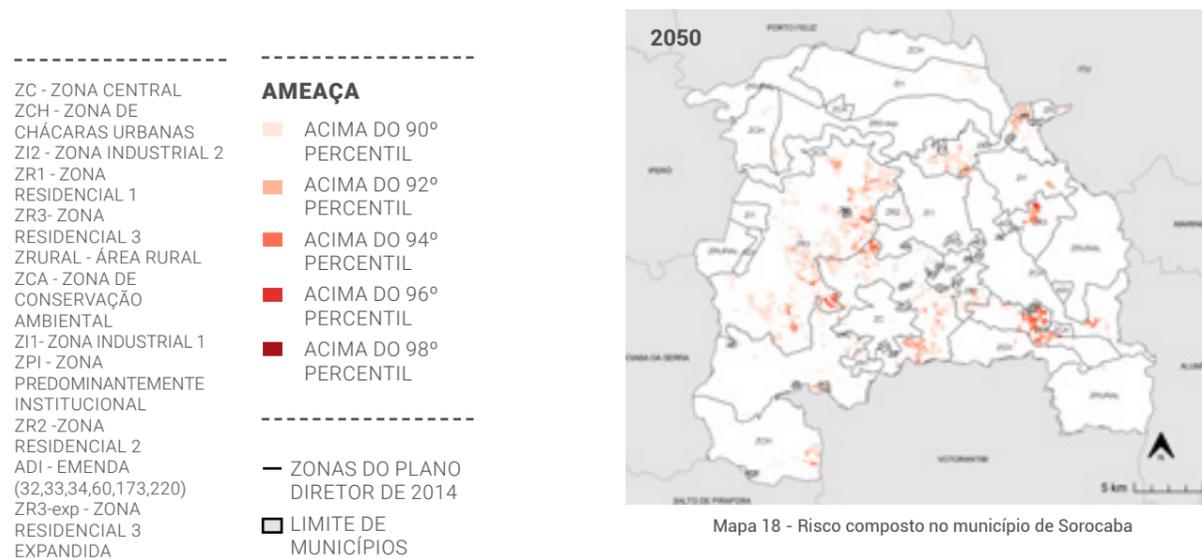
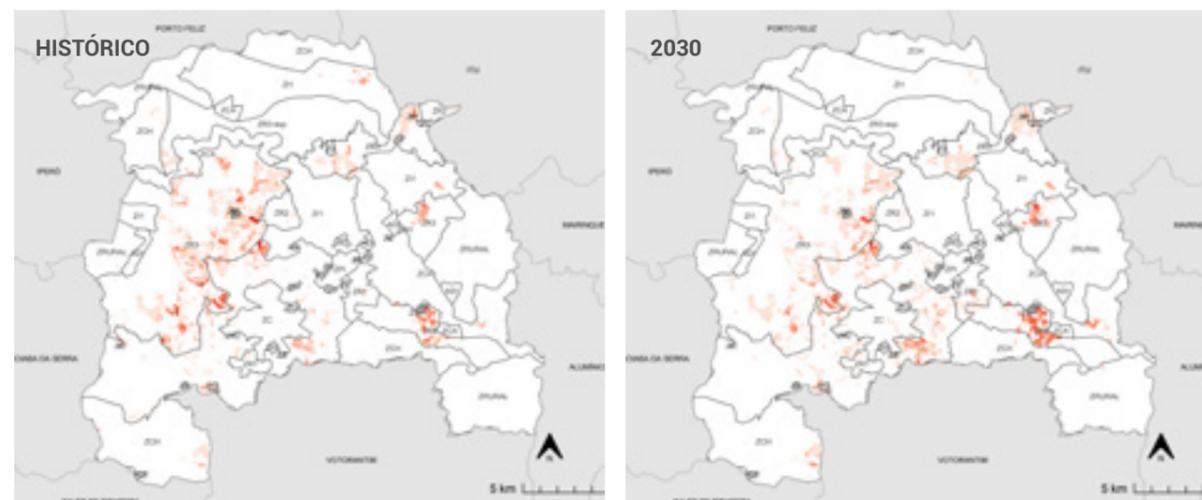
Agregando os mapas de risco crítico referentes às ameaças abordadas nesse estudo (Mapas 5, 9, 13 e 17) a partir do registro das áreas apontadas como o risco crítico, pode-se observar as regiões onde há sobreposição de riscos (Mapa 18). Por meio dessa análise é possível identificar bairros e regiões administrativas onde a questão climática pode vir a ser proeminente em diversas frentes. Essas regiões apresentam maior vulnerabilidade socioeconômica, mas também uma convergência de intensificação dos extremos climáticos apontados pelas análises de risco individuais. Esse mapa serve como síntese do problema climático e também como ponto de partida para priorização de ações.

Por fim, os resultados da Análise de Risco Climático é um importante instrumento técnico para apoiar a formulação de medidas e ações adaptativas para aumentar a resiliência do município de Sorocaba frente à mudança do clima.

4.6.1 // MAPAS

ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO DE SOROCABA

RISCO COMPOSTO



// 05 RESILIÊNCIA CLIMÁTICA: PRINCIPAIS CONCEITOS

Tendo em vista os impactos relacionados aos eventos climáticos extremos que as cidades já enfrentam e que, de acordo com o IPCC (2014), mesmo se a estabilização da temperatura global da superfície for atingida, os efeitos da mudança do clima ainda poderão ocorrer durante centenas de anos, reforça-se que tanto ações de mitigação quanto de adaptação são essenciais. A mitigação se refere a ações, por meio da intervenção humana, para reduzir as fontes ou aumentar os sumidouros⁵ de gases de efeito estufa. Já a adaptação se refere ao processo de ajuste dos sistemas humanos e naturais ao clima atual e esperado e aos seus efeitos.

De forma geral, a adaptação à mudança do clima consiste primeiramente na redução da vulnerabilidade e na exposição dos sistemas naturais e humanos. A integração da adaptação ao planejamento, incluindo o desenho de políticas públicas e a tomada de decisões, pode promover sinergias com o desenvolvimento e a redução de riscos de desastres (IPCC, 2014). Isso porque as intervenções de adaptação visam a 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 oportunidades adicionais para a sustentabilidade, o crescimento e o desenvolvimento.

A adaptação deve ser pensada levando em consideração as características específicas de cada contexto local. Segundo Noble *et al.* (2014), a identificação das necessidades decorrentes dos riscos e as vulnerabilidades climáticas fornecem uma base para a seleção de medidas de adaptação mais efetivas. De forma geral, existem três tipos ou grupos de medidas de adaptação: estrutural, institucional e social (Figura 8).

5- Sumidouro: Qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um gás de efeito estufa (IPCC, 2014).

MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO

ESTRUTURAL

ENGENHARIA E ÁREAS CONSTRUÍDAS

Paredes marítimas e estruturas de proteção costeiras; diques de inundação e alcatrões; armazenamento de água; melhor drenagem; engodamento de praias; abrigos contra inundações e ciclones; código de construção; adaptação das infraestruturas viárias e rodoviárias; e ajuste de usinas e redes elétricas.

TENOLOGIAS

Novas variedades de culturas; modificação genética; irrigação eficiente; armazenamento da água da chuva; instalações de armazenamento e preservação dos alimentos; sistemas de alerta precoce; e isolamento de edifícios.

ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSISTEMAS (AbE) / SOLUÇÕES BASEADA NA NATUREZA (SbN)

Restauração ecológica, incluindo zonas úmidas e de várzeas; aumento da biodiversidade; reflorestamento; conservação e replantio de manguezais; árvores de sombra; telhados verdes; gestão de pesca; migração assistida ou controlada; corredores ecológicos; gestão de recursos naturais baseada na comunidade; e gestão adaptativa do uso do solo.

SERVIÇOS

Redes de segurança e proteção social; bancos de alimentos e distribuição de excedentes alimentares; programas de vacinação; e serviços essenciais de saúde pública

INSTITUCIONAL

ECONOMIA

Incentivos financeiros, incluindo impostos e subsídios; seguros; títulos de catástrofes; fundos rotativos; pagamento por serviços ambientais; tarifas de água; microfinanciamento; fundos de contingência para desastres; e transferências de dinheiro vivo.

LEIS E REGULAMENTAÇÕES

Legislação de zoneamento de terras; padrões de construção; servidões; regulamentos e acordos sobre água; leis para apoiar a redução de riscos de desastres; leis para incentivar a compra de seguros; definição dos direitos de propriedade e segurança da posse de terra; áreas protegidas; e áreas marinhas protegidas.

POLÍTICAS E PROGRAMAS NACIONAIS E GOVERNAMENTAIS

Planos de adaptação nacionais e regionais que integrem a mudança do clima; programas de melhoria urbana; planejamento e preparação contra desastres naturais; planos diretores de cidades; planos setoriais; manejo integrado de recursos hídricos; gestão de zonas costeiras; manejo baseado em ecossistemas; manejo de pescas; e adaptação de base comunitária.

EDUCAÇÃO

Sensibilização e integração na educação; serviços de extensão; compartilhamento de conhecimento local e tradicional, incluindo a integração no planejamento da adaptação; e comunicação por meio da mídia.

SOCIAL

INFORMAÇÃO

Mapeamento de perigos e vulnerabilidades; sistema de alerta rápido e de resposta, incluindo alertas precoces voltados para a saúde; monitoramento sistemático e sensoriamento remoto; previsões mais confiáveis; planos de adaptação baseado na comunidade, incluindo o upgrading de comunidades; e o desenvolvimento de cenários participativos.

COMPORTAMENTO

Alojamento; preparação de domicílios e planejamento para evacuação; conservação do solo e da água; diversificação dos meios de subsistência; alteração nas práticas de gado e de aquicultura; mudanças nas culturas agrícolas; mudanças em práticas de cultivo, padrões e datas de plantio; e alternativas de silvicultura; sensibilização e treinamento com as comunidades sobre como agir em situações de evento extremos.

* As medidas de engenharia devem ser planejadas, sempre que possível, considerando as Soluções baseadas na Natureza (SbN)

Figura 8 - Tipos e exemplos de medida de adaptação

Fonte: Adaptado de IPCC (2014)

5.1 // ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO

As ações de adaptação e de mitigação são de extrema importância no enfrentamento da mudança do clima e devem ser analisadas de forma complementar, tendo em vista a redução e o gerenciamento dos riscos associados à mudança do clima. A implementação eficaz dessas ações depende de políticas e da cooperação em todas as escalas, podendo, ainda, ser aprimoradas por meio de respostas que vinculam mitigação e adaptação a outros objetivos da sociedade, como ações e políticas de desenvolvimento da cidade. Por exemplo, uma ação de expansão do transporte público em um município pode ser implementada tendo em vista as ações de mitigação e adaptação.

Ao selecionar uma medida de adaptação, é essencial que se avalie a relação desta com a mitigação, mais especificadamente, os efeitos da medida de adaptação nos objetivos de mitigação. Isso porque, ao mesmo tempo em que uma ação adaptativa pode ter uma relação sinérgica com os objetivos da mitigação, ela pode também ter efeitos contrários, como, por exemplo, aumentar as emissões de GEE ao disponibilizar ar-condicionado em alguns ambientes que estão sofrendo com o aumento da temperatura. De acordo com o C40 (2018), as relações entre as ações de adaptação e mitigação podem ser classificadas em:



SINERGIA:

- ações que reduzem tanto as emissões de GEE quanto ao risco climático.

AÇÕES COM EFEITOS CONTRÁRIOS (TRADE-OFF):

- ações com efeitos contrários à mitigação e adaptação, isto é, ações de mitigação que aumentam o risco climático ou ações de adaptação que aumentam as emissões.

MAU INVESTIMENTO

- ações que podem ser desfeitas ou menos eficazes pelos efeitos da mudança do clima se não forem suficientemente resilientes.

AÇÕES COMPLEMENTARES (PIGGYBACKING):

- ações que são complementares quando projetadas e/ou implementadas em conjunto; por exemplo, projetos com oportunidades para adicionar ações de mitigação ou adaptação a um pequeno custo marginal de investimento.

5.2 // MÁ ADAPTAÇÃO (MALADAPTATION)

Ao tomar a decisão de quais medidas de adaptação serão implementadas, deve-se levar em consideração a má adaptação. A má adaptação pode ser entendida como as ações que, em vez de reduzir a vulnerabilidade e a exposição de pessoas, lugares ou setores, aumentam esses fatores. Tal conceito foi desenvolvido a partir de medidas e ações de adaptação que não funcionaram como tais, uma vez que prejudicaram os recursos, limitaram opções futuras, pioraram a problemática da vulnerabilidade da população, e ainda, transferiram a responsabilidade de encontrar soluções para as futuras gerações (UNEP, 2019).

De acordo com Anguelovski et al. (2016), se uma ação de adaptação vai contra o desenvolvimento sustentável, os objetivos de erradicação da pobreza e da igualdade social, sobretudo sobrecarregando desproporcionalmente os mais vulneráveis, ela é considerada uma ação de má adaptação. É importante ressaltar que as ações de adaptação malsucedidas não devem ser confundidas com a má adaptação, visto que as ações malsucedidas são neutras, ou seja, são apenas ações que não atingiram seu objetivo final, mas, ao mesmo tempo, não geraram nenhum impacto negativo (BARNETT e O'NEILL, 2010).

Vale destacar que uma das formas de se introduzir uma agenda de adaptação no contexto das cidades, considerando as incertezas inerentes à projeção dos cenários futuros, é implantar as chamadas medidas de "não arrependimento" (no regrets). Tais medidas aumentam a resiliência das cidades e geram benefícios mesmo desconsiderando a concretização dos efeitos da mudança do clima, isto é, independentemente da mudança do clima essas medidas oferecem cobenefícios para outras questões sócias, de desenvolvimento e econômicas da cidade.

5.3 // AÇÕES DE ADAPTAÇÃO PARA SOROCABA

O processo de levantamento de medidas de adaptação levou em consideração os resultados da análise de risco climático para o município de Sorocaba, buscando identificar as possíveis ações que reduzirão os riscos de inundação, ondas de calor, deslizamento e proliferação de vetores de doença para o município. Tal processo foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica de experiências realizadas no contexto nacional e internacional, em cidades que enfrentam riscos climáticos semelhantes aos identificados para Sorocaba e por meio da análise documental das ações e medidas existentes no município. Ressalta-se que as ações de adaptação dizem respeito às iniciativas, planos, programas ou projetos físicos. Portanto, ao considerar as medidas existentes em Sorocaba, observou-se quais ações o município já está colocando em prática e quais poderiam ser revisadas e/ou alteradas para incluir ou reforçar a pauta de adaptação.

No total, foram selecionadas e sistematizadas em uma lista com mais de 40 ações para o município de Sorocaba. Tal listagem apresenta medidas estruturais, sociais e institucionais, com indicação a(s) qual(is) ameaça(s) climática(s) poderão responder. Além disso, por meio da coluna de classificação, é possível identificar se a ação é uma ação proposta, existente, ou se poderia ser revisada, isto é, se tal medida já existe na cidade, mas pode vir a ser adequada para incluir e/ou reforçar a questão da adaptação.

ID	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
1	CONSTRUÇÃO DE RESERVATÓRIOS	Construir reservatórios no sistema de macrodrenagem para armazenamento e retenção de águas pluviais em áreas com alto risco de inundação. Sempre que possível, incorporando medidas de soluções baseadas na natureza – infraestrutura verde.	Inundação	Proposta
2	IMPLEMENTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA VERDE E OUTRAS MEDIDAS DE DRENAGEM DE BAIXO IMPACTO	Implementar infraestrutura verde e natural para drenagem, como jardins de chuva, biovaletas, rotatórias drenantes, áreas alagáveis (wetlands), além de pisos permeáveis e cisternas, com atenção especial para as áreas com alto risco de inundação. Essas medidas ajudam a diminuir a velocidade de escoamento da água pluvial, a capturar e a absorver a água da chuva, reduzindo a carga sobre o sistema convencional de drenagem, atenuando os picos de cheia durante períodos de chuva intensa.	Inundação	Proposta
3	IMPLEMENTAÇÃO DE ESTRUTURAS PROJETADAS PARA CAPTURA DE CHUVA	Implementar praças, jardins, quadras poliesportivas e outras estruturas que sejam projetadas, com uma grande bacia de água que podem capturar e reter a água da chuva. Quando não está chovendo, a bacia pode ser usada para outros fins, como esportes.	Inundação	Proposta
4	MAPEAMENTO DE ILHAS DE REFÚGIO	Mapear ilhas de refúgio para abrigar e garantir que pessoas em trânsito se mantenham em local seguro durante eventos climáticos extremos.	Inundação	Proposta

ID	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
5	ESTÍMULO DE AÇÕES DE CAPTAÇÃO, RETENÇÃO, INFILTRAÇÃO E REUSO DAS ÁGUAS DE CHUVA	Estimular ações voltadas para a captação, retenção, infiltração e reutilização das águas de chuva, a começar pela instalação de cisternas para a contenção de água de chuva nas edificações públicas, para reuso da água para fins não potáveis, como descargas de sanitários e rega de plantas.	Inundação	Proposta
6	AMPLIAÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÃO	Ampliar o fluxo de informação aos usuários de transporte público e motoristas sobre incidentes climáticos (antecipado e pronta-resposta).	Inundação	Proposta
7	IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE CONTENÇÃO E MONITORAMENTO DE ENCOSTAS	Implantar projeto contínuo de contenção e monitoramento de encostas.	Deslizamento	Proposta
8	MONITORAMENTO E REDUÇÃO DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS EM ENCOSTAS	Monitorar permanentemente a redução de disposição de resíduos sólidos em áreas de encostas.	Deslizamento	Proposta
9	INSTALAÇÃO DE BEBEDOUROS PÚBLICOS ACESSÍVEIS A PCD EM PONTOS DE ALTA CIRCULAÇÃO DA CIDADE	Instalar fontes e bebedouros de água potável, públicos, de acesso gratuito e conveniente à população, para dessedentação e frescor. Tais bebedouros podem ser instalados em áreas comerciais movimentadas, pontos turísticos, distritos de negócios, rotas de passageiros de transporte público rodoviário e ferroviário e espaços verdes populares como parques e praças.	Ondas de calor	Proposta
10	PROMOÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE MUROS VERDES, PAREDES E TELHADOS VERDES, E JARDINS VERTICAIS	Promover a implementação de muros verdes, paredes verdes e jardins verticais ao longo do município, priorizando áreas críticas em relação a ondas de calor, de forma a melhorar o conforto térmico dessas áreas. Além disso, melhorar o aspecto visual da cidade e reduzir a poluição no entorno dessas áreas.	Ondas de calor	Proposta

	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
ID 11	PROMOÇÃO DA PINTURA DE TELHADOS, ESTACIONAMENTOS E RUAS	Promover a pintura de telhados, estacionamentos e ruas com tinta branca visando ao aumento da reflexão da radiação solar, e, conseqüentemente, à redução da sensação de calor e abafamento na cidade.	Ondas de calor	Proposta
ID 12	PROMOÇÃO DO RETROFIT DA FROTA DE ÔNIBUS	Promover o retrofit da frota de ônibus existente com telhados brancos para reduzir o ganho de calor solar e a ventilação para garantir a circulação de ar adequada.	Ondas de calor	Proposta
ID 13	APRIMORAMENTO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO	Melhorar a experiência do usuário no sistema de transporte público, com especial atenção a investimentos em conforto térmico de veículos, segurança e melhorias nos pontos de ônibus, estações e terminais de transportes).	Ondas de calor	Proposta
ID 14	REVISÃO DO PLANO DE ARBORIZAÇÃO URBANA DE SOROCABA	Ampliar a arborização urbana e as unidades de conservação, restaurar as áreas degradadas, manter as áreas verdes existentes com enriquecimento de espécies, bem como expandir ações de plantio levando em consideração áreas prioritárias do Plano de Arborização e as áreas críticas apresentadas no estudo de risco climático para o município. A expansão das áreas verdes pode ser incentivada através da ampliação da iniciativa "Cada Gol, Uma Árvore".	Ondas de calor	Sugestão de revisão
ID 15	REALIZAÇÃO DE CAMPANHAS DE SENSIBILIZAÇÃO	Realizar campanhas de sensibilização para alertar a população sobre os riscos do calor excessivo, a insolação e as medidas para mitigar seus efeitos.	Ondas de calor	Proposta
ID 16	CONTROLE BIOLÓGICO DA TRANSMISSÃO DO MOSQUITO DA DENGUE	Controlar biologicamente a população do <i>Aedes aegypti</i> , por meio da utilização de ovitrampas como ferramenta para a diminuição da população do <i>Aedes aegypti</i> .	Proliferação de vetores	Proposta

	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
ID 17	REALIZAÇÃO DE CAMPANHAS SOBRE A PREVENÇÃO À PROLIFERAÇÃO DE VETORES	Realizar campanhas de prevenção e fiscalização à proliferação do <i>Aedes aegypti</i> , com especial atenção as áreas com maior potencial de proliferação.	Proliferação de vetores	Proposta
ID 18	APRIMORAMENTO DAS ESTRATÉGIAS DE COMUNICAÇÃO ROTINEIRA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DO Aedes Aegypti	Aprimorar e expandir as estratégias de comunicação rotineira de prevenção e controle da proliferação do <i>Aedes Aegypti</i> . Interessante a parceria com a sociedade civil, e ONGs para a disseminação do conhecimento.	Proliferação de vetores	Proposta
ID 19	APRIMORAMENTO DA VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA	Aprimorar a Vigilância Epidemiológica, garantindo notificação, investigação dos casos, sempre de forma oportuna.	Proliferação de vetores	Proposta
ID 20	MAPEAMENTO DO Aedes Aegypti	Identificar e mapear (GIS e WebGIS) áreas com condições ambientais propícias à criação de <i>Aedes aegypti</i> , bem como monitorar os casos confirmados. A partir do mapeamento, poderão ser traçadas estratégias para a redução da força de transmissão das doenças e para ampliação da fiscalização de terrenos baldios e imóveis abandonados para evitar a proliferação de vetores de arboviroses	Proliferação de vetores	Proposta
ID 21	CONSTRUÇÃO DA ETA VITÓRIA RÉGIA	Expandir o tratamento de água e segurança hídrica para a população, integrando ações de redução de perdas na rede, uso eficiente e redução de desperdício. Além disso, propor ações de restauração e manutenção de áreas verdes estratégicas da bacia de captação da ETA, para reduzir custos de tratamento, turbidez, qualidade da água.	Ondas de calor e proliferação de vetores de doenças	Sugestão de revisão

ID	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
22	AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Ampliar a capacidade de coleta e tratamento de esgoto visando à melhoria da qualidade dos corpos de água, e conseqüentemente, à melhoria da saúde pública e da qualidade, bem como a segurança hídrica. Reforçando a abordagem de adaptação aos cenários futuros, que podem influenciar os cálculos das estruturas. Além de contemplar medidas de SbN, como sistemas naturais para o tratamento de efluentes, por ex., por meio de zonas de raízes.	Inundação, deslizamento e proliferação de vetores de doenças	Existente
23	REVISÃO DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO BRT	Revisar o projeto, considerando se os trajetos propostos estão compreendidos em áreas de risco e considerando possíveis adequações das estruturas e da expansão para as ações de adaptação, como, por exemplo, ações de educação ambiental.	Deslizamento e Inundação	Sugestão de revisão
24	PROMOÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE SOLUÇÕES SBN EM NOVAS OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO DE ESPAÇOS PÚBLICOS	Promover e priorizar soluções do tipo Soluções baseadas na Natureza (SbN) nas obras de requalificação de espaços públicos e de equipamentos de sombreamento em praças selecionadas.	Inundação e ondas de calor	Proposta
25	AValiação DAS ROTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO	Avaliar se as rotas de transporte público estão em áreas críticas visando à proposição de medidas adaptativas, bem como a proposição de novas rotas fora das áreas de risco.	Deslizamento e Inundação	Proposta
26	MANUTENÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Implementar o plano o qual é o principal instrumento de planejamento da gestão integrada de resíduos sólidos, bem como para a execução dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.	Inundação, deslizamento e proliferação de vetores de doenças	Existente
27	PERMANÊNCIA DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA	Permanecer com o programa que visa a reduzir os resíduos em encostas, ruas, permitindo, ainda, a geração de empregos e o aproveitamento dos materiais.	Inundação, deslizamento e proliferação de vetores de doenças	Existente
28	PERMANÊNCIA DO SISTEMA MUNICIPAL DE ÁREAS PROTEGIDAS, PARQUES E ESPAÇOS LIVRES DE USO PÚBLICO	Permanecer o sistema o qual estabelece critérios e normas para a criação, metas e gestão das unidades de conservação, áreas protegidas, parques e espaços livres de uso público.	Geral	Existente

ID	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
29	PERMANÊNCIA DO COMITÊ GESTOR LOCAL, O COMITÊ MUNICIPAL E O GRUPO DE TRABALHO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	Permanecer o Comitê o qual é responsável por tomar decisões sobre atividades políticas e planos a serem adotados em Sorocaba, bem como facilitar a integração do tema com a política de governo e das secretarias municipais, garantindo a implementação e o monitoramento das estratégias de adaptação e de baixo carbono.	Geral	Existente
30	PROMOÇÃO DA PARTICIPAÇÃO INCLUSIVA NO COMITÊ GESTOR LOCAL SOBRE MUDANÇAS	Promover, a partir da nomeação dos membros do Comitê Gestor Local sobre Mudanças Climáticas, a participação daqueles que estão e serão mais vulneráveis aos efeitos da mudança do clima.	Geral	Proposta
31	MANUTENÇÃO E FORTALECIMENTO DO SISTEMA DE INOVAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SOROCABA	Manter e fortalecer do sistema de inovação o qual incentiva o desenvolvimento sustentável do Município pela inovação tecnológica e de processos, estimulando projetos e programas especiais, articulados com os setores público e privado.	Geral	Existente
32	INCLUSÃO DE CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE EM PROCESSOS DE LICITAÇÃO NA MODALIDADE CONCORRÊNCIA	Reduzir o impacto à saúde humana, e ao meio ambiente, por meio da inclusão de ações sociais e ambientais, principalmente de adaptação e mitigação das mudanças climáticas, nas compras e contratações com a Administração Pública.	Geral	Existente
33	POLÍTICA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	Promover a construção, no indivíduo e na coletividade, de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente.	Geral	Existente
34	MANUTENÇÃO DA POLÍTICA MUNICIPAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - PMMC	Manter a política, a qual assegura a contribuição do Município no cumprimento dos propósitos da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, em um nível que impeça uma interferência antrópica negativa no sistema climático, em prazo suficiente a permitir aos ecossistemas uma adaptação natural e permitir que o desenvolvimento social e econômico prossiga de maneira sustentável.	Geral	Existente

	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
ID 35	REVISÃO DO PLANO DIRETOR	Revisar o Plano Diretor considerando os resultados da análise de risco climático para o município, com atenção especial ao zoneamento.	Geral	Sugestão de revisão
36	REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO	Considerar nas revisões periódicas do plano se as áreas críticas estão sendo consideradas, visando a aumentar a capacidade adaptativa desses locais e, conseqüentemente, os riscos e os danos.	Geral	Existente com propostas
37	MANUTENÇÃO DA POLÍTICA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE	Manter e implementar a política que promove a preservação, a conservação, a defesa, a recuperação e a melhoria da qualidade ambiental e da qualidade de vida de seus habitantes, atendidas as peculiaridades regionais e locais, em harmonia com o desenvolvimento social e econômico. A política considera como um dos seus princípios: a "adaptação como um conjunto de iniciativas e estratégias capazes de reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais ou criados pelos homens a um novo ambiente, em resposta às mudanças climáticas, atual ou esperada".	Geral	Existente
38	ADEQUAÇÃO DE MORADIAS	Adequar as moradias de famílias que se encontram em áreas de risco, considerando o estudo de risco climático elaborado para a cidade de Sorocaba e, em último caso, onde a não adequação é inviável, propor a realocação dessas famílias, observando se as áreas de realocação são áreas de risco.	Geral	Sugestão de revisão
39	REVISÃO DO PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	Revisar o plano, e, em especial, o Programa de Reassentamento Habitacional, considerando os resultados da análise de risco climático para o município. Incluir critérios de adaptação para os projetos básicos e executivos, principalmente de infraestrutura verde e de princípios de sustentabilidade e eficiência para as construções.	Geral	Sugestão de revisão
40	REVISÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA	Revisar o Plano de Contingência, considerando as áreas apontadas como de risco na análise de risco climático para o município. Identificação das fragilidades dessas áreas visando a promover ações preventivas e de atendimento emergencial.	Geral	Proposta

	MEDIDA	DESCRIÇÃO	AMEAÇA CLIMÁTICA	CLASSIFICAÇÃO
ID 41	MANUTENÇÃO E FORTALECIMENTO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA	Manter e fortalecer o plano, visto o papel da importância que ele desenvolve ao promover, além da recuperação e conservação da Mata Atlântica, o aumento da resiliência do município aos efeitos da mudança do clima.	Geral	Existente
42	MANUTENÇÃO DO IPTU ECOLÓGICO	Manter o desconto no Imposto Territorial Urbano (IPTU) às habitações sustentáveis – imóveis residenciais que adotem medidas que estimulem a proteção, a preservação e a recuperação do meio ambiente.	Geral	Existente
43	MANUTENÇÃO DOS INCENTIVOS FISCAIS PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO MUNICÍPIO	Manter os incentivos fiscais para o desenvolvimento econômico de Sorocaba. Dentre as condições para a concessão de incentivos, é avaliado o compromisso de implantação de programas de qualidade, conservação de energia, redução de perdas, gestão ambiental, melhoria tecnológica e responsabilidade social.	Geral	Existente
44	IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM RESPOSTA RÁPIDA	Implementar um amplo programa de capacitação à resposta para situações críticas relacionadas a eventos climáticos extremos para a rede escolar, servidores públicos, agentes comunitários, associações de moradores, síndicos de condomínios, associações comerciais e de lojistas, jornalistas, organizações sociais.	Geral	Proposta
45	COMUNICAÇÃO DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	Construir parcerias para a criação de novos canais de comunicação para envio de mensagens de emergência para locais de grande circulação/aglomeração de pessoas e grandes redes de relacionamento da cidade.	Geral	Proposta
46	ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PLANO DE COMUNICAÇÃO DE ALERTAS A SITUAÇÕES CRÍTICAS	Elaborar e implantar plano de comunicação de alertas a situações críticas para os diversos públicos e canais de comunicação.	Geral	Proposta
47	CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS CLIMÁTICOS	Construir banco de dados e monitorar séries históricas sobre os perigos climáticos: escorregamento de massa, ilha e onda de calor e inundação.	Geral	Proposta

5.4 // PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO

A partir da lista de ações de adaptação apresentadas, recomenda-se um processo de seleção, priorização e adequação ao contexto local das ações visando a alcançar as que se aproximam mais da realidade e do interesse de Sorocaba e, conseqüentemente, quais delas serão implementadas e em que ordem de prioridade.

Para a seleção e a priorização das medidas de adaptação, indica-se a utilização de um método específico, intitulado “análise multicritérios”. Esse tipo de análise constitui um instrumento de apoio à tomada de decisão, que permite comparar medidas heterogêneas por meio da combinação de diferentes critérios (ex.: custo, eficácia, viabilidade, tempo de resposta, cobenefícios, equidade de gênero, recursos humanos existentes, não arrependimento etc.). Os critérios são determinados para cada caso, sendo estabelecidos de acordo com a sua relevância para a tomada de decisão, a partir da atribuição de valores para cada um deles. Um exemplo disso seria: três pontos para medidas que atendem muito bem aos critérios, dois pontos para as que atendem bem e um ponto para aquelas atendem mal. Ademais, é possível estabelecer critérios mais importantes, que têm um peso maior que os demais, valendo o dobro, por exemplo. Com base nesse processo, avaliam-se as opções elencadas para determinar quais

medidas serão implementadas e em que prazo. Ressalta-se que é de suma importância reconhecer nesse processo o papel das mulheres como líderes e tomadoras de decisão, tendo em conta que, com frequência, seus conhecimentos são ignorados ou considerados não relevantes.

Tendo em vista que a seleção de medidas de adaptação se constitui um desafio, principalmente devido às incertezas e os impactos cumulativos da mudança do clima, a inclusão das partes interessadas nas etapas da avaliação da vulnerabilidade se constitui como, além de essencial, uma das formas de se evitar uma má adaptação. O IPCC (2014) aponta que o reconhecimento de diversos interesses, circunstâncias, contextos socioculturais e expectativas pode beneficiar os processos de tomada de decisão e aumentar a eficácia da adaptação.

// 06 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entender como os eventos extremos causados pela mudança do clima podem afetar Sorocaba evidenciando os problemas que já são inerentes à complexidade da dinâmica urbana da cidade é fundamental. Portanto, torna-se fundamental o desenvolvimento de análises quantitativas que resultem em insumos técnicos que possam ser um instrumento catalisador na identificação de ações efetivas de adaptação.

A capacidade de resposta aos extremos climáticos é fortemente dependente da estrutura social, seus mecanismos de proteção e assistência, bem como da capacidade econômica e educacional de

indivíduos e comunidades, onde a adaptação depende de ajustes estruturais e conjunturais nos sistemas socioecológicos e econômicos. Para isso, a gestão ambiental urbana deve partir de pressupostos que envolvam, por exemplo: (i) a participação dos diversos setores econômicos, comunidades e poder público; (ii) ações integradas e coordenadas em diferentes escalas e temas, visando à transversalidade (p.ex., emprego e renda, educação, infraestrutura, habitação, saúde

e meio ambiente), e (iii) maior cooperação e coordenação entre os agentes que compõem os governos locais, em especial, as agências responsáveis por questões urbanísticas, ambientais e de saúde. Nesse sentido, ressalta-se a participação de diversos atores públicos e locais de Sorocaba para a construção do presente estudo, incluindo a contribuição das Universidades, em especial, da Universidade Federal de São Carlos campus Sorocaba.

Assim, a Análise de Risco Climático para o município de Sorocaba apresentou um primeiro diagnóstico abordando como as ameaças climáticas devem ser tratadas de maneira sobreposta às condições de exposição e vulnerabilidade da população. Entende-se que melhorias na condição de vulnerabilidade da população devem refletir a diminuição do risco. Ainda que seja uma relação complexa, ações de adaptação devem ser pensadas considerando a inclusão social ao mesmo tempo do desenvolvimento sustentável. Assim, baseados nos dados iniciais deste estudo, as ações devem ser pensadas de maneira transversal, replicáveis e de custo acessível no curto prazo. Medidas mais estruturais e de custo elevado devem ser pensadas no longo prazo, podendo, ainda, considerar o custo marginal de duplo dividendo, 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.

De forma geral, o presente estudo se constitui em uma importante ferramenta para auxiliar a elaboração de políticas públicas que visam ao desenvolvimento sustentável da cidade de Sorocaba. Entretanto, tendo em vista as incertezas da mudança do clima, a cidade deve considerar a atualização do estudo de risco climático e o monitoramento das medidas de adaptação, considerando que o processo de adaptação é um processo cíclico e contínuo.

6.1 // LIMITES E BARREIRAS DA ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO

As análises de risco apresentadas neste relatório possuem limitações que estão ligadas, principalmente, à disponibilidade e à escala de dados, ao limite geográfico da área de estudo e a questões inerentes ao processo de modelagem e projeções climáticas.

A disponibilidade e escala de dados, isto é, a ausência dessas informações, torna-se uma barreira para a análise de risco climático e, embora haja a tentativa de se contornar tais deficiências por meio da utilização de proxies, ainda assim existem alguns casos em que essas proxies não se aplicam. Ainda em termos de disponibilidade de dados, há a questão de as informações não estarem georreferenciadas e não serem passíveis de serem convertidas para tal formato, o que impossibilita sua utilização na plataforma, e, conseqüentemente, torna-se uma barreira para um resultado mais robusto.

Quanto ao limite geográfico da área de estudo, o escopo do estudo apenas abrangeu a área do município de Sorocaba, sendo que a análise de risco climático, tal como para inundações e deslizamentos, é mais apropriada quando são levados em consideração os limites naturais, como, por exemplo, a área da bacia hidrográfica em que o município se insere.

A análise de risco climático, seja ela baseada nos modelos climáticos globais e/ou regionais, não é uma previsão sobre o futuro e sim uma projeção de possíveis alterações climáticas que podem vir a acontecer. Isto é, existem incertezas inerentes a essas projeções, bem como incertezas da dinâmica do clima e da própria vida na Terra. Isso não significa que ações fundamentadas nos resultados não serão efetivas no futuro, mesmo porque o investimento em medidas de adaptação agem como investimentos em desenvolvimento socioeconômico e são importantes para preparar e adequar a cidade, diminuindo sua vulnerabilidade e se preparando para não ser surpreendida pelos efeitos da mudança do clima.

// 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.

CENÁRIO

Nas previsões, a partir de uma dada condição inicial, os modelos matemáticos são utilizados para prever as condições climáticas num horizonte de tempo futuro. Nas projeções, são incluídas suposições no futuro e os modelos são utilizados para representar o clima nestes cenários supostos; por exemplo, de diferentes taxas de emissão dos gases de efeito estufa ou diferentes forçantes radiativas (ex. RCP8.5W/m²).

CLIMA

Sucessão habitual de tipos de tempo atmosférico sobre determinado lugar da superfície terrestre, descrita por meio de estudos e parâmetros estatísticos.

ECOSSISTEMAS

Comunidade de seres vivos e ambiente onde se encontram, ambos tratados como um sistema funcional de relações interativas, com transferência e circulação de energia e matéria.

EMISSÕES DE GEE

Massa total de um GEE liberado para a atmosfera em um dado intervalo de tempo.

EVENTO CLIMÁTICO EXTREMO

Evento raro em função de sua frequência estatística em determinado local.

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.

GÁS DE EFEITO ESTUFA (GEE)

Constituinte atmosférico, de origem natural ou antropogênica, que absorve e emite radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, pela atmosfera e pelas nuvens. Entre os GEE, pode-se citar o Dióxido de Carbono (CO₂), o Metano (CH₄), o Óxido Nitroso (N₂O), os Hidrofluorcarbonos (HFC), os Perfluorcarbonos (PFC) e o Hexafluoreto de Enxofre (SF₆).

IMPACTOS

Efeitos sobre os sistemas naturais e humanos. Neste relatório, o termo impacto é utilizado principalmente para se referir aos efeitos sobre os sistemas naturais e humanos dos eventos climáticos e meteorológicos extremos e da mudança do clima. Impactos geralmente são os efeitos sobre a vida, meios de vida, saúde, ecossistemas, economia, sociedade, cultura, serviços e infraestrutura, resultantes da interação entre os eventos climáticos perigosos ou ameaças que ocorrem dentro de um período de tempo específico e a vulnerabilidade de uma sociedade ou um sistema exposto a certo perigo. Impactos também são referidos como consequências e resultados.

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, ou o índice de desenvolvimento tecnológico ou o índice de vulnerabilidade.

MITIGAÇÃO

Ações que visam a reduzir, retardar ou eliminar os efeitos e consequências da mudança do clima. A mitigação em geral é incorporada na estratégia de desenvolvimento dos governos e se reflete em ações que passam por políticas governamentais. Essas políticas podem ser baseadas em instrumentos econômicos (subsídios, taxas, isenção de taxas e crédito), instrumentos regulatórios (padrões de desempenho mínimo, controle de emissão veicular) e processos políticos (acordos voluntários, disseminação da informação e planejamento estratégico). A redução de emissões requer uma ação conjunta envolvendo o governo, a sociedade civil e o capital privado e, no contexto de emissões de gases de efeito estufa, exige a redução das emissões por fontes e o fortalecimento das remoções por sumidouros de carbono, tais como florestas e oceanos. As ações de mitigação, diferentemente das de adaptação, têm alcance global e de longo prazo.

MUDANÇA DO CLIMA

As alterações climáticas referem-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 a mudança do clima atribuídas às atividades humanas que alteram a composição atmosférica e a variabilidade do clima atribuída a causas naturais.

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.

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 de esses 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 à mudança do clima.

SBN (SOLUÇÃO BASEADA NA NATUREZA)

procedimento que visa à adoção de práticas sustentáveis, inspiradas em ecossistemas saudáveis e que sirvam para enfrentar desafios urgentes, tendo como ponto de partida das soluções a própria natureza.

SUMIDOURO

processo, atividade ou mecanismo que remova, da atmosfera, Gases de Efeito Estufa (GEE), aerossol ou precursor de gás de efeito estufa.

VULNERABILIDADE

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

// REFERÊNCIAS

ANGUELOVSKI, I. *et al.* Equity Impacts of Urban Land Use Planning for Climate Adaptation. *Journal of Planning Education And Research*, [s.l.], v. 36, n. 3, p. 333-348, 8 jul. 2016. SAGE Publications. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/0739456x16645166>>.

BARIFOUSE, Rafael. BBC News (org.). Por que o mosquito *Aedes aegypti* transmite tantas doenças? 2015. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/12/151202_aedes_aegypti_vetor_doencas_rb>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BARNETT, Jon; O'NEILL, Saffron. Maladaptation. In: BARNETT, Jon; LEBEL, L.; NEW, M.; SETO, K. *Global Environmental Change: human and policy dimensions*. Human and Policy Dimensions. Sciencedirect, 2010. p. 211-213.

C40 CITIES. Adaptation and Mitigation Interaction Assessment (AMIA) tool. 2018. Disponível em: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Adaptation-and-Mitigation-Interaction-Assessment-AMIA-tool?language=en_US. Acesso em: 19 out. 2020.

CAMARINHA, P. I. M.; CANAVESI, V.; ALVALÁ, R. C. S. Shallow landslide prediction and analysis with risk assessment using a spatial model in a coastal region in the state of São Paulo, Brazil. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 14, n. 9, p. 2449-2468, 2014.

CANAVESI, V., CAMARINHA, P. I. M., ALGARVE, V. R., CARNEIRO, R. L. C. e ALVALA, R. C. S. (2013). Análise da susceptibilidade a deslizamentos de terra: estudo de caso de Paraibuna, SP, in: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu – PR, Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos, 5251–5258, 2013

Castro, A. L. C. de., 2003. *Manual de desastres: desastres naturais*. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional. 182 p.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:750.000. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

CHOU, S. C., LYRA, A.; MOURÃO, C., DEREZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J., BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P.; SILVA, A.; RODRIGUES, D.; CAMPOS, D., CHAGAS, D., SUEIRO, G.; SIQUEIRA, G.; NOBRE, P. and MARENGO, J. (2014a) Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. *American Journal of Climate Change*, 3, 438-454. doi:10.4236/ajcc.2014.35039. http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=52887#VakHg_IViko

CHOU, S. C., LYRA, A.; MOURÃO, C., DEREZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J., BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P.; SILVA, A.; RODRIGUES, D.; CAMPOS, D., CHAGAS, D., SUEIRO, G.; SIQUEIRA, G.; NOBRE, P. and MARENGO, J. (2014b) Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. *American Journal of Climate Change*, 3, 512-527. doi: 10.4236/ajcc.2014.35043. http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=52877#Vaklh_IVikp

FULLERTON, L. M. *et al.* Mapping global vulnerability to dengue using the water associated disease index United Nations University. 2014

Fundação Seade (2017). População idosa em Sorocaba aumentará 80% até o ano de 2030. Disponível em: <<https://www.seade.gov.br/populacao-idosa-em-sorocaba-aumentara-80-ate-o-ano-de-2030/>>. Acesso em: 29 de set. 2020

GIZ (2014). A Framework for Climate Change Vulnerability Assessment. GIZ. A Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. New Delhi.

HACON, S. *et al.* (2016). 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.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) Censo Brasileiro. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>> Acesso em: 25 jun. 2020

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017) Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/pesquisa/38/46996?tipo=grafico&indicador=47007>> Acesso em: 25 jun. 2020

INSTITUTO GEOLÓGICO (2004). MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTO E INUNDAÇÃO. Sorocaba. 192p.

IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

JORNAL CRUZEIRO DO SUL. Sorocaba, 14 jan. 2020a. Disponível em: <<https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/sorocaba-tem-88-areas-de-risco-mapeadas-pela-defesa-civil/>>. Acesso em: 01 out. 2020.

JORNAL CRUZEIRO DO SUL. Sorocaba, 7 jan. 2020b. Disponível em: <<https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/sorocaba-teve-o-registro-de-1-076-casos-de-dengue-em-2019/>>. Acesso em: 01 out. 2020.

JORNAL CRUZEIRO DO SUL. Sorocaba, 10 out. 2020b. Disponível em: <[https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/sorocaba-registra-maior-temperatura-da-historia/#:~:text=Sorocaba%20registrou%20nesta%20quarta%20de%20Meteorologia%20\(Inmet\)](https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/sorocaba-registra-maior-temperatura-da-historia/#:~:text=Sorocaba%20registrou%20nesta%20quarta%20de%20Meteorologia%20(Inmet))>. Acesso em: 27 out. 2020c.

LYRA, A.; TAVARES, P.; CHOU, S. C.; SUEIRO, G.; DEREZYNSKI, C. P.; SONDERMANN, M.; SILVA, A.; MARENGO, J.; GIAROLLA, A. (2017). Climate change projections over three metropolitan regions in Southeast Brazil using the non-hydrostatic Eta regional climate model at 5-km resolution *Theor Appl Climatol*. doi:10.1007/s00704-017-2067-z. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-017-2067-z>

MAPBIOMAS, 2018. Projeto MapBiomas – Coleção 4.1 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 12 jan. 2020.

MOORE, C. G. Predicting *Aedes aegypti* abundance from climatological data. In: Lounibos LP, Rey JR, Frank JH, editors. *Ecology of mosquitoes*. Vero Beach (FL): Florida Medical Entomology Laboratory; 1985. p. 223-33.

NOBLE, I., *et al.* (2014). Adaptation Needs and Options, 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, C. Field, *et al.*, Editors. 2014, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Switzerland, 51.

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

RIBEIRO, A. F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. Revista de Saúde Pública, São Paulo, vol. 40, n.4. 2009.

REID, C. E. *et al.* Mapping Community Determinants of Heat Vulnerability. 2009

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo: São Paulo. v. 10. 1996.

ROUQUAYROL, M. Z.; VERAS, F. M. F.; FAÇANHA, M. C. Doenças transmissíveis e modo de transmissão. In: ROUQUAYROL M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. (orgs.). Epidemiologia & saúde. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1999.

SILVA, Alindomar Lacerda; SILVA, Edelci Nunes da. ANÁLISE HIGROTÉRMICA DO CAMPO E DA CIDADE DURANTE A PASSAGEM DE UM SISTEMA FRONTAL NO PERÍODO DE INVERNO, SOROCABA, SP. Revista Geonorte, Manaus, v. 3, n. 9, p. 123-134, 06 out. 2012.

TAVARES R. O Clima Local de Sorocaba (SP) Tendências e Análise Comparativa Cidade Campo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo [dissertação de mestrado] São Paulo, 1997.

Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Executive Summary: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/branc3es.pdf>

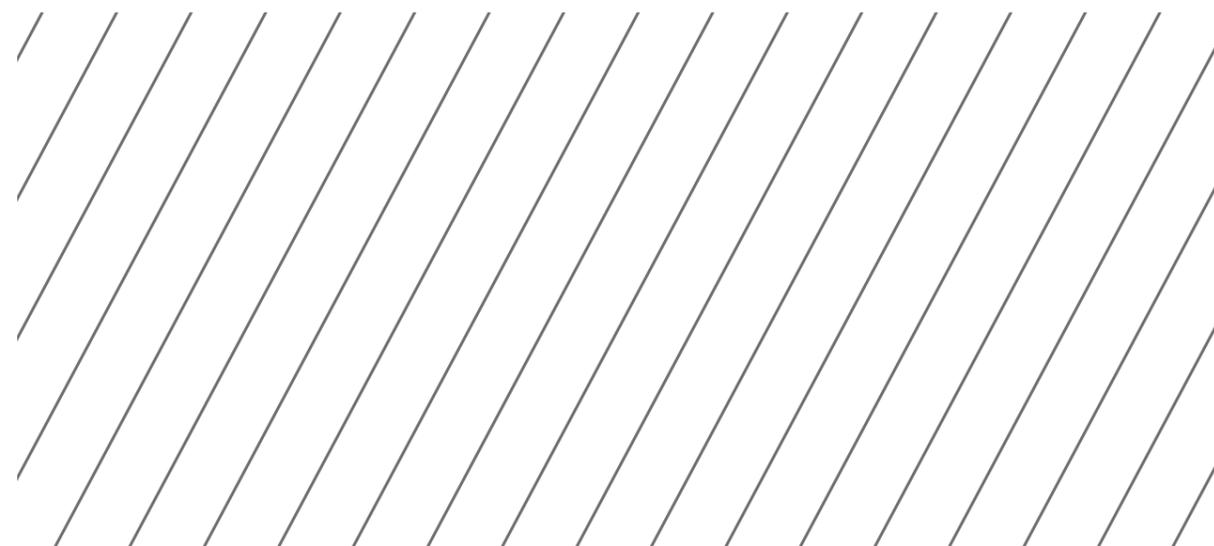
Volume 1: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/branc3v1.pdf>

Volume 2: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/branc3v2.pdf>

Volume 3: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/branc3v3.pdf>

TUCCI, C. E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Porto Alegre: EDUSP, 2005.

UNEP. Frontiers 2018/19: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27545/frontiers1819_ch5.pdf. Nairobi: Unep, 2019. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27545/Frontiers1819_ch5.pdf>. Acesso em: 04 maio 2020.



ORGANIZAÇÃO:



APOIO:



FINANCIAMENTO:



