

# AVALIAÇÃO DE RISCOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DE CURITIBA

## RESUMO EXECUTIVO

Foto: Daniel Castellano











## REALIZAÇÃO

Prefeito | **Rafael Greca**

Secretaria Municipal de Meio Ambiente | **Marilza Dias**

Presidente do Instituto de Pesquisa  
e Planejamento Urbano de Curitiba | **Luiz Fernando de Souza Jamur**

## COORDENAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA

**Josiana Saquelli Koch** | Secretaria Municipal do Meio Ambiente

**Gisele Rosario Medeiros** | Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba

## EXECUÇÃO

I CARE & CONSULT

**Léo Genin** | Diretor do Escritório França

**Leonardo Werneck** | Diretor do Escritório Brasil

**Victor Pires Gonçalves** | Coordenador Polo Clima

**Argemiro Teixeira** | Consultor de Modelagem Ambiental

**Pietro Ceppi** | Consultor Desenvolvimento Urbano

## ASSISTÊNCIA TÉCNICA

C40 CITIES CLIMATE LEADERSHIP GROUP

**Felipe Ehmke** | Assessor de Cidade

## APOIO INSTITUCIONAL

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO, FINANÇAS E ORÇAMENTO

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS

SECRETARIA MUNICIPAL DA DEFESA SOCIAL E TRÂNSITO

SECRETARIA MUNICIPAL DA COMUNICAÇÃO SOCIAL

SECRETARIA MUNICIPAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA

AGÊNCIA CURITIBA DE DESENVOLVIMENTO S.A.

ASSESSORIA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ

## ARTE E DIAGRAMAÇÃO

**Rodrigo Cabido**

Foto: Daniel Castellano



## ■ GLOSSÁRIO

Os termos e conceitos listados abaixo foram retirados, em sua maioria, dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*)<sup>1</sup> e são essenciais para as abordagens metodológicas da análise de risco.

**Mudança Climática:** Mudança no estado do clima que pode ser identificada por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades, e que persiste por um período prolongado, geralmente décadas ou mais. As mudanças climáticas podem ser devidas a processos internos naturais, forçamentos externos ou por alterações antropogênicas (causados pela ação do homem) persistentes na composição da atmosfera.

**Emergência Climática:** Situação em que é necessária uma ação urgente para reduzir ou interromper a mudança climática e evitar danos materiais potencialmente irreversíveis.

**Resiliência Climática:** Capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais em lidar com um evento, tendência ou perturbação perigosa resultante da mudança climática, respondendo ou reorganizando de maneira a manter sua função, identidade e estrutura essenciais, além de manter a capacidade de adaptação, aprendizado e transformação.

**Adaptação:** Iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos contra os efeitos reais ou esperados das mudanças climáticas. Existem vários tipos de adaptação, como adaptação antecipada e reativa, privada e público, autônoma e planejada.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.ipcc.ch/reports>



**Ameaça:** Ocorrência potencial de um evento físico natural ou induzido pelo homem, tendência ou impacto físico (relacionada ao clima) que possa causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, além de danos e perdas de propriedades, infraestrutura, meios de subsistência, prestação de serviços, ecossistemas e meio ambiente. “Ameaça” também pode ser denominada como “perigo”.

**Exposição:** Presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções, serviços e recursos ambientais, infraestrutura ou ativos econômicos, sociais ou culturais em locais e ambientes que possam ser afetados adversamente.

**Vulnerabilidade:** Propensão ou predisposição de um sistema ser afetado adversamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e falta de capacidade de lidar e se adaptar.

**Sensibilidade:** Grau em que um sistema é afetado, de maneira adversa ou benéfica, pela variabilidade climática ou pelas mudanças climáticas.

**Capacidade de Adaptação:** O conjunto de capacidades, recursos e instituições de um país ou região para implementar medidas eficazes de adaptação. Combinação de habilidades, atributos e recursos disponíveis para um indivíduo, comunidade, sociedade ou organização que pode ser usada para se preparar e agir de forma a reduzir impactos adversos, moderar danos ou explorar oportunidades<sup>2</sup>.

**Risco:** Materialidade da ocorrência de eventos ou tendências perigosas (as ameaças). Possibilidade de efeitos adversos no futuro sobre áreas humanas e especialmente sobre populações vulneráveis. O risco representa a interação entre a vulnerabilidade, exposição e a ameaça.

**Ondas de Calor:** Evento climático extremo caracterizado por um período de dias consecutivos com temperaturas diárias expressivamente mais altas do que os valores de base climática<sup>3</sup>.

**Ilhas de Calor:** Aumento da temperatura do ar nas cidades em relação às zonas menos urbanizadas vizinhas, causadas em função da poluição do ar, fontes antrópicas de calor (queima de combustíveis fósseis, ar condicionado, entre outras), alteração na cobertura vegetal, tipo de cobertura da superfície e distribuição da verticalização urbana<sup>4</sup>.

**Infraestruturas Críticas:** Compreende as instalações, sistemas, redes e serviços essenciais necessários para o funcionamento de uma cidade, província, estado ou país<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> *Climate Adaptation: Seizing the challenge*. World Economic Forum, 2014. Encontrado em : [http://www3.weforum.org/docs/GAC/2014/WEF\\_GAC\\_ClimateChange\\_AdaptationSeizingChallenge\\_Report\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GAC/2014/WEF_GAC_ClimateChange_AdaptationSeizingChallenge_Report_2014.pdf)

---

<sup>3</sup> Frich P, Alexander L, Della-Marta P, Gleason B, Haylock M, Klein Tank A, Peterson T. 2002. *Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century*. Clim. Res. 19(3):193–212.

<sup>4</sup> NÓBREGA, R. S.; VITAL, L. A. Influência da Urbanização sobre o Microclima de Recife e Formação de Ilha de Calor. Revista Brasileira de Geografia Física V. 3. págs 151-156. 2010.

<sup>5</sup> McBain, W., D. Wilkes, and M. Retter, 2010: *Flood Resilience and Resistance for Critical Infrastructure*. CIRIA C688, CIRIA Project RP913, CIRIA, London, UK, 112 pp.

## ■ INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta atualmente. O tema, que vem sendo tratado de forma séria pela comunidade científica nas últimas décadas, pode representar uma oportunidade para as **cidades repensarem sua estratégia para o futuro**. As projeções climáticas são foco de diversos estudos que buscam avaliar o aumento da frequência de eventos extremos e os riscos aos quais as cidades estarão submetidas.

Vários estudos científicos (especialmente os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática – IPCC) indicam que as ocorrências e os impactos das mudanças climáticas no Brasil devem aumentar nos próximos anos, assim como no restante do mundo. Em geral, as perdas socioeconômicas também deverão aumentar, pois as cidades têm uma alta exposição aos riscos de desastres naturais e eventos climáticos extremos: é nelas que se encontram a maioria da população e das infraestruturas.

Segundo o relatório *Cities and Climate Change: An Urgent Agenda* do Banco Mundial, que relaciona os desafios das cidades e a mudança climática, cerca de metade da população no planeta vive em centros urbanos, e estima-se que em 2050 esse percentual possa chegar a 70%. Caso a demanda por urbanização não seja planejada, os desafios estruturais, já presentes, serão ainda mais agravados pela emergência climática em curso, culminando no aumento das desigualdades sociais e na degradação do meio ambiente, com impactos econômicos significativos.

Por sua vez, a Rede de Cidades C40 indica que cerca de **70% das cidades já vêm lidando com os efeitos da emergência climática** e quase todas elas possuem algum grau de risco associado. Os efeitos econômicos dessa crise podem ser tão devastadores quanto os físicos (propensão a perdas de vidas), uma vez que serão observados mais eventos extremos de tempestades, inundações, secas, ondas de calor, entre outras ameaças que podem levar a grandes interrupções nas operações das cidades.

**Portanto, os desafios relacionados à emergência climática se combinam aos desafios urbanos, que se dão principalmente em razão do acelerado crescimento das cidades. Assim, há efeitos sobre a capacidade das administrações locais de enfrentarem os eventos extremos, o que tende a acentuar os riscos e perigos já existentes, tornando imprescindível o desenvolvimento de estratégias de adaptação.**

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, em documento dedicado à Estratégia de cidades, enfatiza que as políticas públicas devem possuir uma lente climática para o planejamento e desenvolvimento urbano, identificando ações de “não arrependimento” que contribuem diretamente para a redução da vulnerabilidade à mudança do clima e o desenvolvimento das cidades.

Para que seja possível desenvolver mecanismos para a adaptação à mudança climática nas cidades, é necessário compreender como a vulnerabilidade, a exposição e as ameaças evoluem ao longo do tempo nos centros urbanos. No entanto, a avaliação dos sistemas humanos e naturais interligados é quase sempre desafiador devido ao número de aspectos sociais, econômicos e culturais em interação. Tendo em conta esse desafio, a ciência vem se incubindo de desenvolver estudos e métodos para que essa análise sobre as cidades seja possível.

Destacam-se os esforços do IPCC em criar uma metodologia de análise de risco em seu Quinto Relatório de Avaliação (AR5 - 2014) e o empenho da climatologia moderna em desenvolver modelos de escala global e regional que suportem a descrição das interações entre os componentes do sistema climático global e ajudem a explicar como o clima se comportará no futuro, informação vital para as cidades.

Assim como muitas outras cidades, é provável que Curitiba também observe um crescimento dos impactos das mudanças climáticas, decorrentes de ocorrências mais frequentes e mais intensas principalmente de chuvas e tempestades. Além disso, a cidade encontra-se suscetível às secas e às ondas de calor em razão do alto grau de urbanização, que poderá se ampliar ao longo dos anos.

Dessa forma, é preciso aprofundar o conhecimento da cidade quanto à evolução dessas ameaças no futuro contribuindo para que a administração municipal e os órgãos com poder de decisão na cidade possam desenvolver políticas públicas adequadas de adaptação.

Curitiba, capital do Estado do Paraná, é considerada uma das metrópoles brasileiras mais bem planejadas do Brasil, especialmente nos setores de transporte e meio ambiente. A cidade experimentou altas taxas de crescimento populacional a partir da década de 1970 em razão da mecanização agrícola e da expansão industrial<sup>6</sup>.

O último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado em 2010, contabilizou uma população de 1,7 milhões de habitantes, residentes em 75 bairros que compõem 10 regionais administrativas, subdivididas em razão das suas características físico-territoriais.

Para fundamentar a tomada de decisão e subsidiar o desenvolvimento de ações de adaptação e aumento de resiliência na cidade de Curitiba, este estudo explorou:

- i.** a evolução das principais variáveis climáticas na cidade, em uma avaliação de tendências utilizando dados no período de 1961 a 2019;
- ii.** a projeção das tendências climáticas futuras, efetuada a partir de um processo de *downscaling* dinâmico utilizando um Modelo Climático Global (MCG) e um Modelo Climático Regional (MCR);
- iii.** a avaliação da exposição da cidade, considerando a evolução das mudanças no uso e ocupação do solo, especialmente o processo de urbanização com uma modelagem espacialmente explícita específica para este fim;
- iv.** a avaliação das regiões com maior probabilidade de serem afetadas pelas ameaças de inundação, alagamento, deslizamento e ondas de calor;

- v.** a avaliação das regiões mais vulneráveis a partir de indicadores socioeconômicos e ambientais;
- vi.** a avaliação do risco, em uma análise combinada pelas análises de exposição, vulnerabilidade e ameaça segundo metodologia proposta pelo AR5 do IPCC;
- vii.** a avaliação do nível de preparação da cidade em relação aos riscos, feita com base em informações dispostas na Ferramenta de Auto-Avaliação da Resiliência a Nível Local do Escritório da ONU para Redução de Riscos de Desastres;
- viii.** desenvolvimento de uma série de sugestões de ações visando o aumento da resiliência da cidade.

A Avaliação de Riscos Climáticos da Cidade de Curitiba é parte do Programa de Assistência Técnica para a América Latina da Rede de Cidades C40, que apoia cidades a colaborar, compartilhar conhecimento e conduzir ações significativas, mensuráveis e sustentáveis sobre as mudanças climáticas. Curitiba estabeleceu um compromisso com a Rede para elaborar um Plano de Ação Climática que esteja alinhado com as premissas do Acordo de Paris e que mostre o caminho que vai tomar para se tornar uma cidade neutra em carbono e resiliente ao clima até 2050.

Portanto, esse estudo representa um importante insumo para o Plano de Ação Climática de Curitiba, tendo em vista que ele ajuda a identificar os riscos e estressores emergentes mesmo em meio às grandes incertezas associadas aos efeitos da emergência climática em curso. Conhecer as áreas sujeitas aos riscos ajuda a cidade a desenvolver e priorizar ações que permitam minimizá-los no futuro.

---

<sup>6</sup> Gaspareto, Antonio. O capitalismo e a política agrária a partir da década de 60: migração e urbanização paranaense.





## ABORDAGEM ■ METODOLÓGICA

O objetivo do estudo é ampliar o conhecimento sobre os riscos presentes e futuros das mudanças climáticas na cidade de Curitiba, reportando elementos suficientes para apoiar o desenvolvimento de ações para aumento de resiliência da cidade por meio do Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima.

A primeira fase do estudo incluiu a avaliação histórica das tendências climáticas da cidade considerando o horizonte temporal da base disponível (1960-2019) e a projeção das variáveis climáticas até o ano de 2100. As análises climáticas futuras consideram um cenário de aumento crítico das emissões de gases do efeito estufa do *Representative Concentration Pathway* (RCP) do AR5 do IPCC, lançado em 2014 (RCP 8.5, com um aumento na concentração quatro vezes maior).

Em seguida, buscou identificar as principais ameaças climáticas registradas na cidade, considerando dados de ocorrência de eventos extremos entre 2012 e 2020. A partir de uma análise probabilística desses dados e considerando as avaliações históricas e futuras das variáveis climáticas, além da disponibilidade de dados que pudessem ser espacialmente explícitos, fez-se uma priorização das principais ameaças climáticas: alagamento, inundação, deslizamentos e suscetibilidade às ondas de calor.

A terceira fase consistiu na análise de risco, composta pela análise da exposição, da vulnerabilidade e das ameaças climáticas.

Para a análise da exposição foi realizada a modelagem do uso do solo (considerando as infraestruturas críticas da cidade) como forma de simular a expansão urbana para o horizonte temporal 2100. A análise também levou em consideração a população da cidade, o carregamento viário e os estabelecimentos ativos por setor de atividade econômica.

A avaliação da vulnerabilidade foi realizada através de indicadores de sensibilidade, que explicitam as iniquidades socioeconômicas existentes na cidade, e indicadores relacionados à sua capacidade adaptativa. Os indicadores foram escolhidos em um processo colaborativo

com técnicos do Grupo de Trabalho para elaboração do Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima.

Já a análise das ameaças considerou a probabilidade de ocorrência de eventos extremos na cidade a partir dos dados históricos e dos cenários climáticos futuros. Cada ameaça (inundações, alagamentos, ondas de calor e deslizamentos) foi modelada a partir de indicadores biofísicos descritos na literatura.



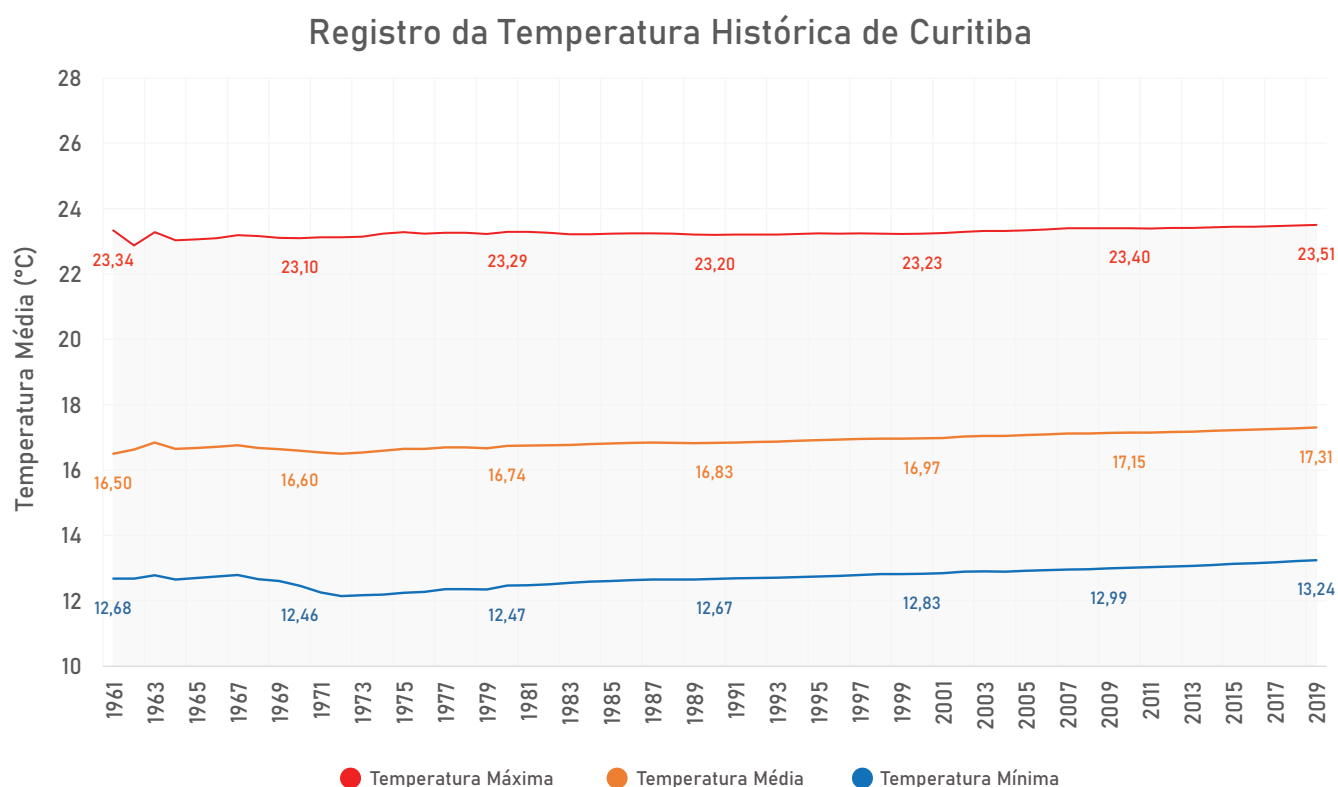
**Figura 1:** Representação do Risco a partir das variáveis de Vulnerabilidade, Ameaça e Exposição

A última fase buscou avaliar o nível de resiliência da cidade de maneira geral, como forma de identificar as lacunas que impactam na adaptação da cidade às mudanças climáticas. A partir dessas informações e com base no processo colaborativo realizado com membros do Grupo de Trabalho para elaboração do Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima, foram coletadas diversas ideias de ações de adaptação.

## ANÁLISE DO CLIMA PASSADO

De acordo com a análise dos dados históricos, a temperatura de Curitiba vem apresentando tendência de aumento ao longo dos anos. Observa-se um aumento de aproximadamente  $+0,01^{\circ}\text{C}$  a cada ano desde 1960, resultando em um aumento total de  $+0,8^{\circ}\text{C}$  no período analisado. Por outro lado, considerando a tendência de aumento mais forte observada a partir da década de 1980, de aproximadamente  $+0,02^{\circ}\text{C}$  por ano, calcula-se uma diferença total de  $1,2^{\circ}\text{C}$  considerando todo o período analisado. **Ou seja, a temperatura de Curitiba já é, em média,  $1,2^{\circ}\text{C}$  mais quente do que há seis décadas atrás.**

A partir da série histórica também se observou uma tendência de aumento da temperatura máxima média e da temperatura mínima média. Verificou-se um aumento de  $+0,01^{\circ}\text{C}$  ao ano na temperatura máxima média, sendo que desde 1982 este incremento foi de  $+0,3^{\circ}\text{C}$ . Já a temperatura mínima média apresentou um crescimento de  $+1,2^{\circ}\text{C}$ , com incremento de  $+0,02$  desde o ano de 1972.



**Figura 2:** Registro Histórico da Temperatura entre 1961 e 2019



Dentre outros resultados da análise histórica, observou-se que **a cidade teve um aumento no número de dias com temperatura máxima acima de 30°C**, principalmente a partir dos anos 2000. As altas temperaturas ampliam a sensação de desconforto térmico da população, especialmente em dias secos, podendo criar condições para a formação de ilhas de calor e deixando a cidade mais suscetível aos efeitos de intensas ondas de calor.

Já as **temperaturas negativas são cada vez mais raras na cidade**, uma vez que a temperatura mínima recorde registrada a cada ano vem apresentando tendência de aumento.

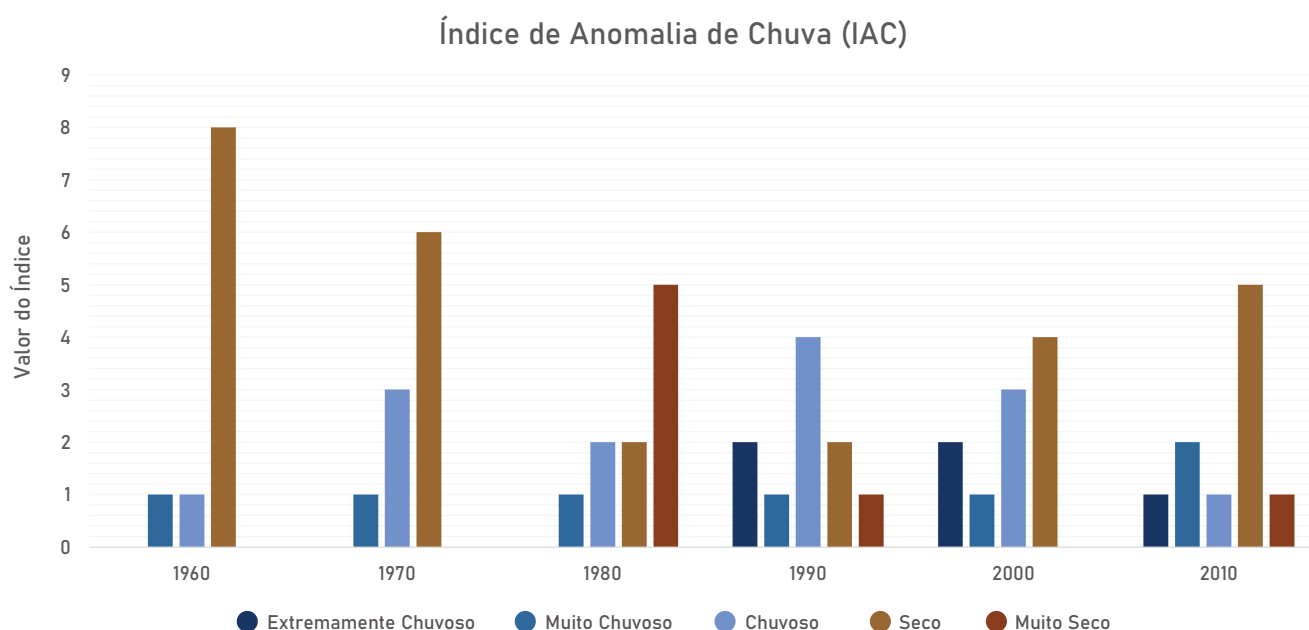
Em relação ao volume médio de precipitação mensal a cada ano, observou-se uma tendência de crescimento mais forte a partir de meados da década de 1980.

O número de dias com chuva (precipitação acima de 1mm no dia) apresentou uma tendência de crescimen-

to a partir do início do milênio. Apesar do aumento no volume e dias chuvosos, observou-se uma tendência de redução da umidade relativa do ar na cidade principalmente a partir do fim da década de 1970.

Essas informações poderiam indicar, salvaguardadas as devidas justificativas científicas para tal, que, apesar de possuir mais dias com chuvas, elas têm sido menos constantes, com períodos de seca entre as ocorrências. Como a média de volume aumentou ao longo da década de 1990, pode-se inferir que a **precipitação pode estar aumentando na forma de eventos extremos, como chuvas e tempestades rápidas e volumosas**.

A mensagem anterior é corroborada quando se visualiza o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) calculado por ano para cada década considerando os dados históricos. Observa-se o aparecimento de anos extremamente chuvosos e muito secos, o que não era verificado nas décadas de 1960 e 1970, indicando uma tendência para ocorrência de eventos extremos em Curitiba.



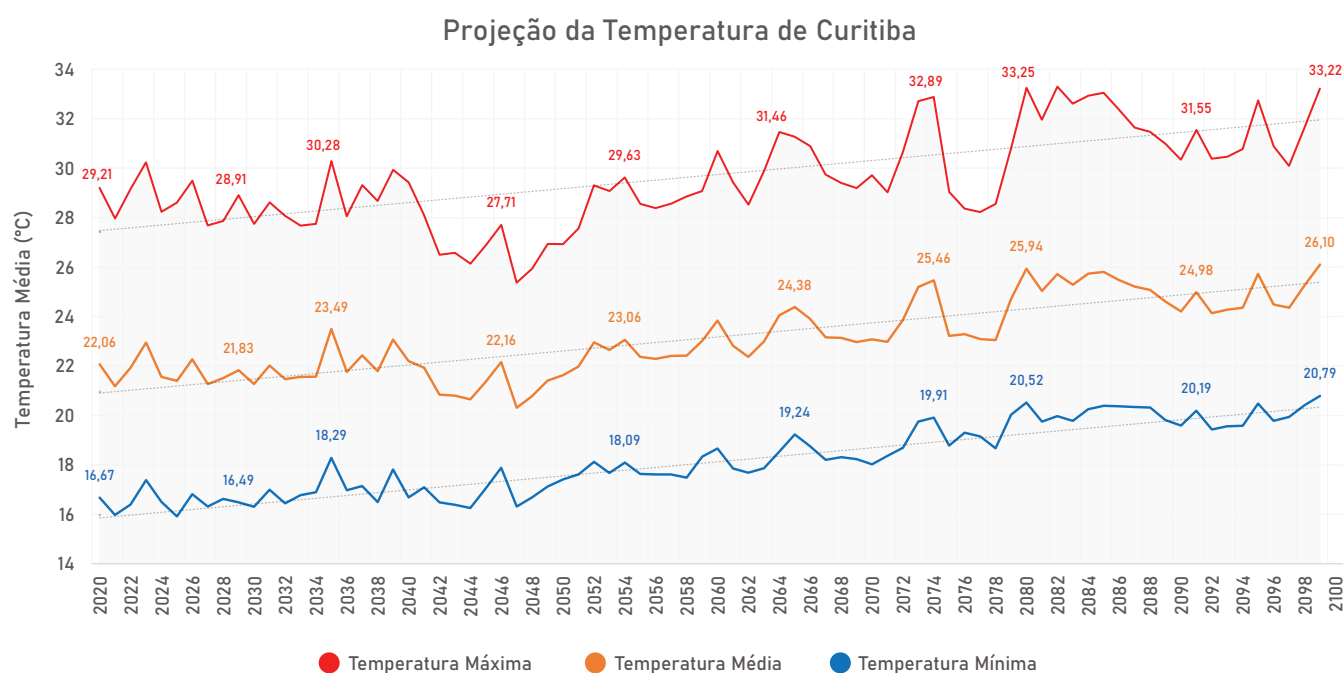
**Figura 3:** Índice de Anomalia de Chuva

# PROJEÇÃO DO CLIMA FUTURO

Segundo dados da projeção climática, observa-se uma **tendência futura de aumento na temperatura média** de Curitiba. O valor da temperatura média anual prevista para 2099 é de 26,1°C, bem acima da normal climatológica oficial para o município segundo o INMET, de 16,9°C, o que demonstra os efeitos das alterações climáticas sobre a cidade. Os resultados indicam a probabilidade de aumento médio de +0,05°C por ano ou aproximadamente +4°C entre 2020 e 2099.

de precipitação, com potencial para causar deslizamentos nas regiões de risco. Também foi verificada uma forte tendência de estiagem, uma vez que poderão ser observados anos com muitos dias consecutivos sem chuva.

Outro importante resultado da projeção se refere à máxima precipitação em um dia, uma vez que de acordo com os dados, em quase todos os anos, a cidade de Curitiba deverá ter ao menos um episódio de chuva considerada como muito forte.



**Figura 4:** Projeção da Temperatura entre 2000 e 2099

A projeção futura indica que os recordes máximos de temperatura na cidade devem ultrapassar 40°C até o fim do século, enquanto os recordes de temperatura mínima devem ficar sempre acima de 0°C, **evidenciando mais uma vez o efeito da mudança do clima sobre a cidade de Curitiba.**

Ainda de acordo com a projeção, não existe uma tendência específica para aumento ou redução do volume anual de chuva ao longo das próximas décadas, mas os dados indicam que a cidade poderá ter alguns anos com chuva muito acima da média e com diversos dias consecutivos

**Estas informações sugerem uma maior probabilidade de ocorrência de eventos extremos de tempestades no futuro, com potencial para provocar enchentes e alagamentos. Além disso, dias consecutivos com chuva poderão causar mais deslizamentos, enquanto dias consecutivos sem chuva também serão frequentes e a cidade poderá observar longos períodos de estiagem, com reflexos sobre o abastecimento da cidade.**



# PROJEÇÃO DA URBANIZAÇÃO DA CIDADE

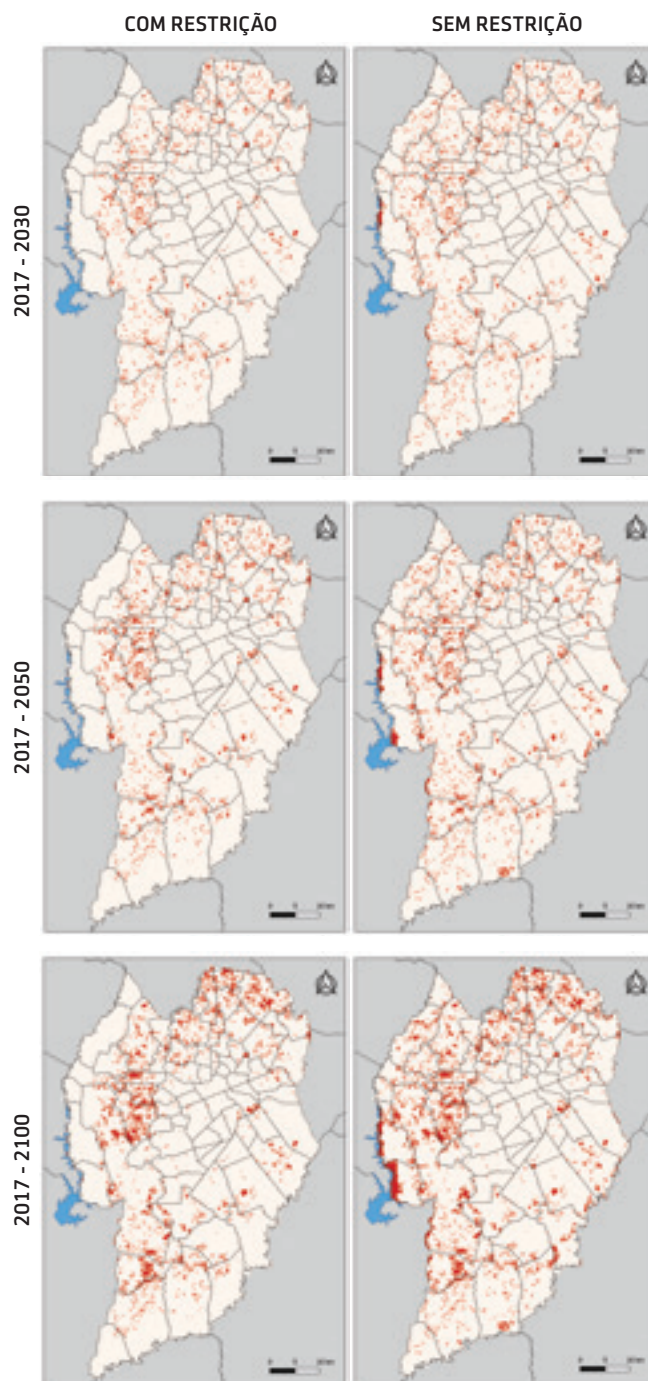
Previamente à análise de risco, o estudo buscou avaliar a probabilidade de urbanização da cidade ao longo dos períodos 2017-2030, 2017-2050 e 2017-2100 através de um modelo de uso e ocupação do solo. Os resultados da modelagem, incluídos a frente como uma das variáveis que definem o risco, apoiam a avaliação dos riscos futuros sobre as novas áreas urbanas.

A modelagem foi realizada a partir da ferramenta livre desenvolvida pelo Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais, denominada Dinâmica EGO. Foram construídos dois modelos a partir de diferentes cenários que utilizam os dados de mapeamento de uso e cobertura do solo advindos da Coleção 4.0 do MapBiomas (1985 a 2018).

O primeiro cenário considera uma expansão urbana sem restrições, ou seja, o modelo de uso e ocupação do solo construído gera resultados de forma amplamente probabilística. O segundo modelo considera um cenário onde foram incluídas algumas restrições ligadas às Lei Municipal de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo de 2019, ao Plano Diretor de Curitiba de 2015 e à Lei 9.804 de 2000, que protege Parques e Bosques.

Comparativamente, observa-se que o desenvolvimento de novas formações urbanas em meio às áreas protegidas só acontece no cenário em que não há nenhuma restrição. **Portanto, verifica-se que o cenário com restrições evidencia a importância de regras para o zoneamento, uso e ocupação do solo no Município e outras legislações específicas de proteção de áreas verdes e maciços florestais, de maneira a reduzir a pressão da urbanização sobre áreas de florestas nativas.**

Considerando essa informação, a análise de risco adotou os resultados do modelo cujo cenário inclui as restrições, uma vez que as áreas de proteção estão salvaguardadas do processo de urbanização em função das legislações específicas para preservação das áreas verdes que a cidade utiliza.



**Figura 5:** Expansão do Uso e Ocupação do Solo com e sem restrições

# ANÁLISE ■ DE RISCOS

As **mudanças climáticas envolvem interações complexas** e mudanças na probabilidade de impactos de ocorrência de diversas ameaças. O foco no risco, que é o método indicado pelo IPCC (2014), apoia a tomada de decisões no contexto da emergência climática.

Há de se ressaltar o conceito de **risco, para que os resultados sejam corretamente interpretados. O risco é definido como a materialidade da ocorrência de eventos ou tendências perigosas** (ameaças). Ou seja, uma região com alta probabilidade de ocorrência de uma ameaça (deslizamento, inundação, alagamento ou ondas de calor), a qual é vulnerável e se encontra exposta (possui muitos ativos materiais e pessoas) deve então, possuir um alto grau de risco associado. Por outro lado, uma região com alto grau de ameaça, mas que não possui ativos ou não possui população sensível, não possui um grau de risco tão elevado em comparação. **O risco, portanto, resulta da interação entre a vulnerabilidade, exposição e a ameaça.**

De modo geral, a **vulnerabilidade** foi medida através dos indicadores:

- Taxa de população dependente (população com idade até 15 anos e superior a 65 anos);
- Áreas de Ocupação Irregular sem processo de regularização finalizado;
- Densidade populacional (habitantes por área);
- Rendimento Nominal Mensal *Per Capita* (renda por habitante por mês);
- Taxa de acesso à rede de esgotamento;
- Taxa de acesso à energia;
- Taxa de acesso à água.

Os maiores graus de vulnerabilidade climática se concentram na região central e nas regiões próximas aos limites da cidade, com destaque especial para a região Leste, onde estão localizados os bairros Cajuru, Uberraba e Alto Boqueirão. Outras áreas com importantes graus de vulnerabilidade são a região do Ganchinho, assim como na região Norte do bairro Fazendinha.

A vulnerabilidade foi considerada estática nos anos de 2030, 2050 e 2100, uma vez que não existem projeções futuras para os indicadores utilizados. Esse é um dos fatores que faz com que a análise do risco seja probabilística, ou seja, não é possível definir com precisão as áreas que sofrerão com os riscos climáticos, mas sim as áreas mais propensas a sofrerem algum tipo de impacto em razão de eventos extremos.

Para o cálculo da **exposição** da cidade de Curitiba, além dos resultados do modelo de uso e ocupação do solo, foram incluídas as seguintes informações:

- População da cidade repartida pelos setores censitários do IBGE;
- Informações de carregamento viário, dados relativos à pesquisa Origem-Destino de 2017 do IPPUC;
- Número de estabelecimentos ativos por bairros, dados da Base Municipal de Alvarás Comerciais de 2020, disponibilizada pelo IPPUC através do Instituto das Cidades Inteligentes (ICI).

Em geral, a exposição em Curitiba é maior nas regiões com maior densidade populacional, maior número de estabelecimentos e com maior grau de urbanização. São as áreas que possuem efetivamente a maior quantidade de ativos que podem sofrer impactos e danos em caso de um evento climático extremo. As áreas com maior grau de exposição nos bairros Centro, Cidade Industrial e Boqueirão.

Para a avaliação das **ameaças**, foram considerados os resultados das análises probabilísticas que identificaram os principais perigos na cidade ao longo dos anos. Cada ameaça foi avaliada de forma separada a partir das características biofísicas que as descrevem. As áreas com maiores graus de ameaça são:



- **Inundação:** Observa-se um marcante grau de ameaça no eixo do Rio Belém, em algumas regiões ao longo do Rio Atuba e próximo ao Rio Barigui, principalmente ao longo do bairro Cidade Industrial. Com relação ao alto grau de ameaça ao longo do Rio Belém, relaciona-se o resultado à proximidade da região a outros cursos d'água como o córrego da Rua Waldemar Loureiro Campos, o córrego da Rua Cel. Luiz José dos Santos e o córrego da Rua Evaristo da Veiga. Além disso, o grau de ameaça também se justifica em função da ocupação da área próxima, com existência de edificações ao longo do eixo do rio e da baixa declividade da região;
- **Alagamento:** Praticamente toda a cidade possui um alto grau de ameaça de alagamento, uma vez que uma das variáveis da análise é a distância à toda rede hidrográfica (incluso cursos d'água não canalizados e canalizados) que se estende por toda a cidade. A distância às redes de drenagem também foi considerada na análise, mas não reduziu a ameaça de forma significativa. A capacidade da rede não foi avaliada, porém se deduz que esta poderá ser impactada pelos eventos extremos futuros de chuva.
- **Ondas de Calor:** Há um importante grau de ameaça nos bairros Rebouças, Prado Velho, Hauer, Boqueirão, Capão da Imbuia, Bairro Alto, Umbará e Cidade Industrial de Curitiba. O principal fator que define o grau de ameaça nessas regiões é distância às áreas vegetadas, uma vez que é conhecido que maciços florestais tem efeitos sobre o microclima e a redução dos efeitos da ilha de calor. Portanto, intensificações da suscetibilidade às ondas de calor coincidem com o desenvolvimento de áreas urbanas e suburbanas.

- **Deslizamentos:** Os maiores graus de ameaça encontram-se na região nordeste da cidade, especialmente nos bairros Abranches, Cachoeira, Pilarzinho, Santa Felicidade e São Braz. O principal fator que definiu o grau de ameaça nessas regiões foi a declividade.

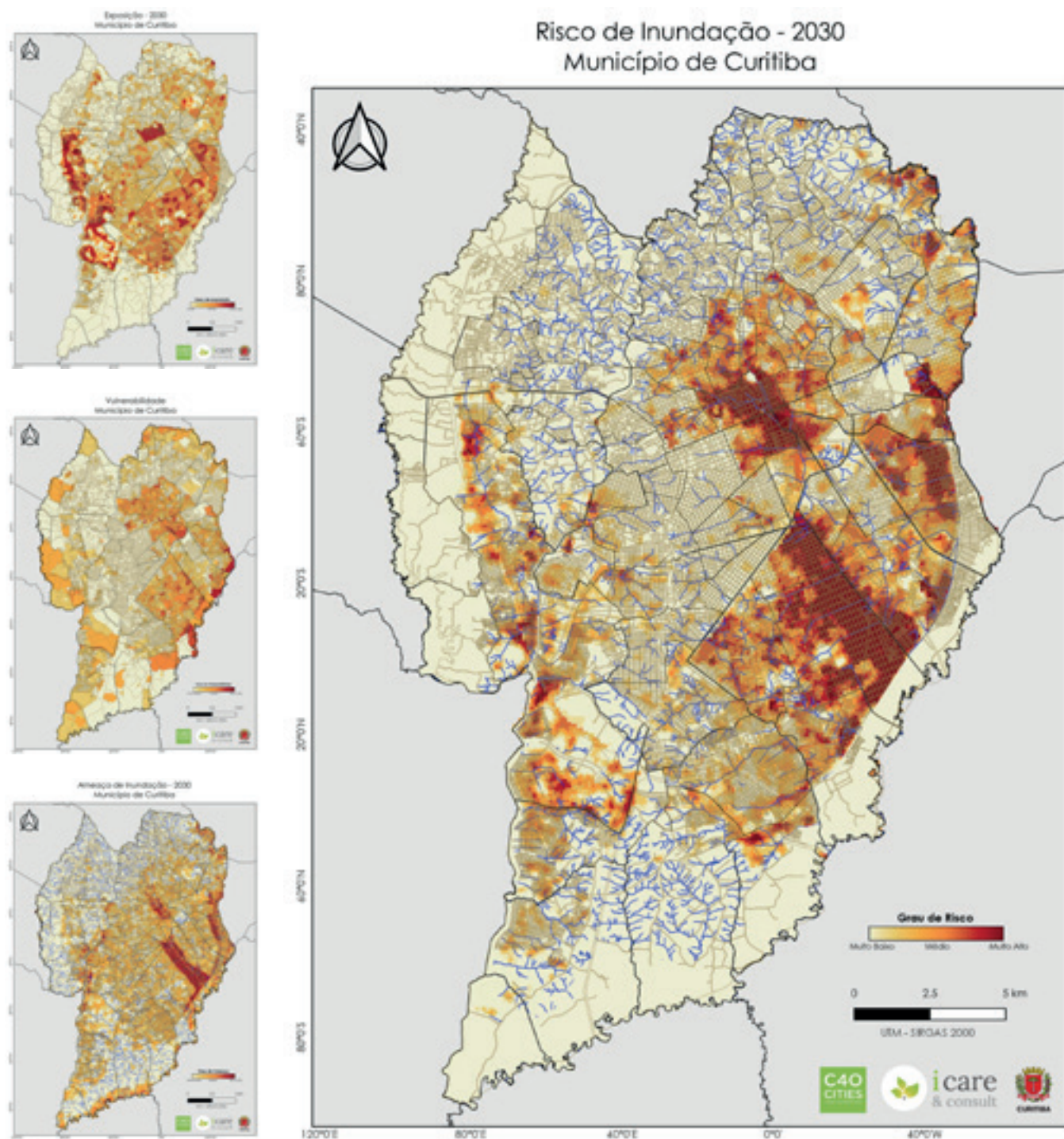
Através da interação entre os resultados de vulnerabilidade, exposição e a ameaça, foi avaliado o risco da Cidade de Curitiba aos efeitos negativos da mudança climática. Os riscos são apresentados por tipo de ameaça.

A mudança no grau de risco entre os anos 2030, 2050 e 2100 é mais perceptível nas áreas aonde existe probabilidade de mudança do uso e ocupação do solo, informações obtidas através da projeção da urbanização da cidade.

## RISCO DE INUNDAÇÃO

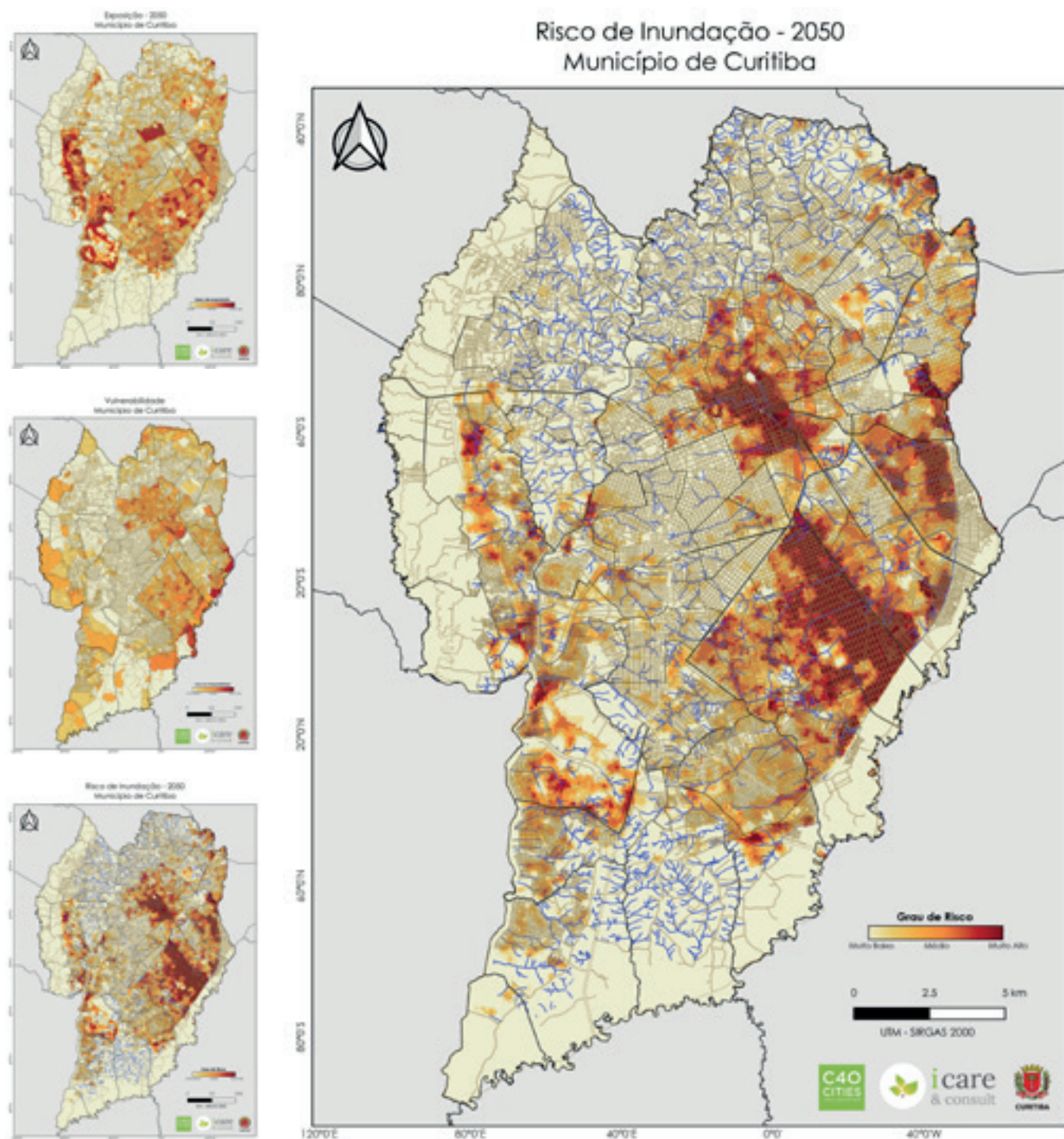
Entende-se por inundação o transbordamento das águas de um curso de água que inunda uma região quando o sistema de drenagem não é capaz de conter a vazão de chuva. A inundação, popularmente tratada como enchente, é um dos desastres naturais mais comuns no território brasileiro. Este tipo de desastre ambiental é influenciado pela urbanização desordenada, pela impermeabilidade do solo entre outros fatores. A incidência desse tipo de desastre nas cidades ocorre em épocas de chuvas intensas, onde normalmente um corpo hídrico de um rio ou córrego que escoar por um canal tem sua vazão aumentada durante certo período.

Na sequência são apresentados os mapas das áreas com maior risco de inundação em 2030, 2050 e 2100.



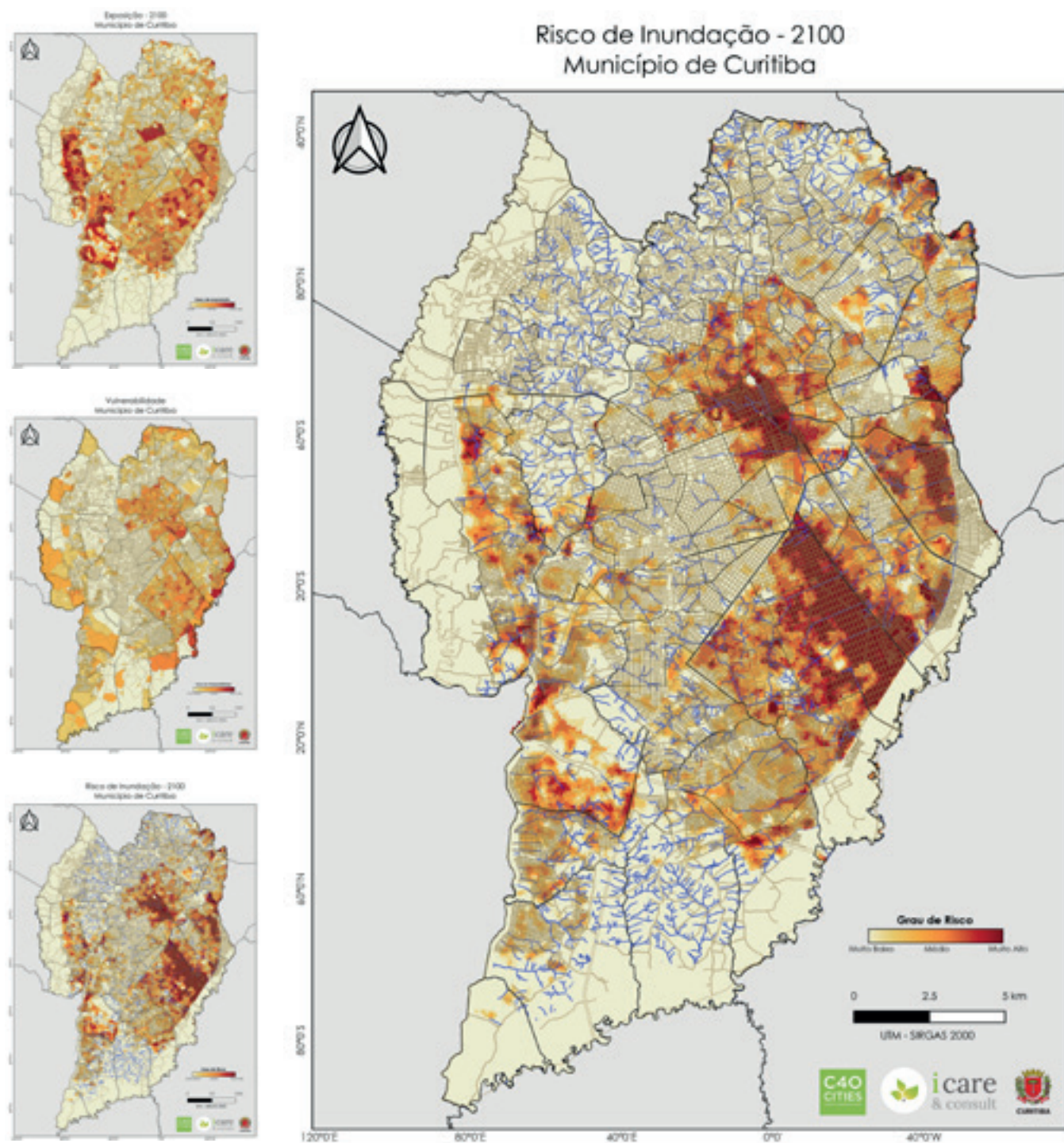
**Figura 6:** Mapas de Risco de Inundação em Curitiba em 2030





**Figura 7:** Mapas de Risco de Inundação em Curitiba em 2050





**Figura 8:** Mapas de Risco de Inundação em Curitiba em 2100

Observa-se que as principais áreas com riscos de inundação estão próximas às margens do Rio Belém quando corta os bairros Boqueirão, Hauer, Uberaba, Jardim Botânico, Rebouças e Centro, e em algumas regiões ao longo do Rio Atuba, sobretudo no eixo do rio ao longo dos bairros Cajuru, Tarumã.

Além desses, há também presença de alguns pontos de risco ao longo do Rio Barigui, no eixo que corta o bairro Cidade Industrial de Curitiba. É exatamente nessa área que ocorrem as principais alterações ao longo do período analisado, com incremento do risco em função do aumento da exposição devido à probabilidade de aumento do grau de urbanização.

Existem também alguns pontos de risco de inundação ao longo do Ribeirão dos Padilhas, principalmente nos bairros Xaxim, Alto Boqueirão e Sítio Cercado.

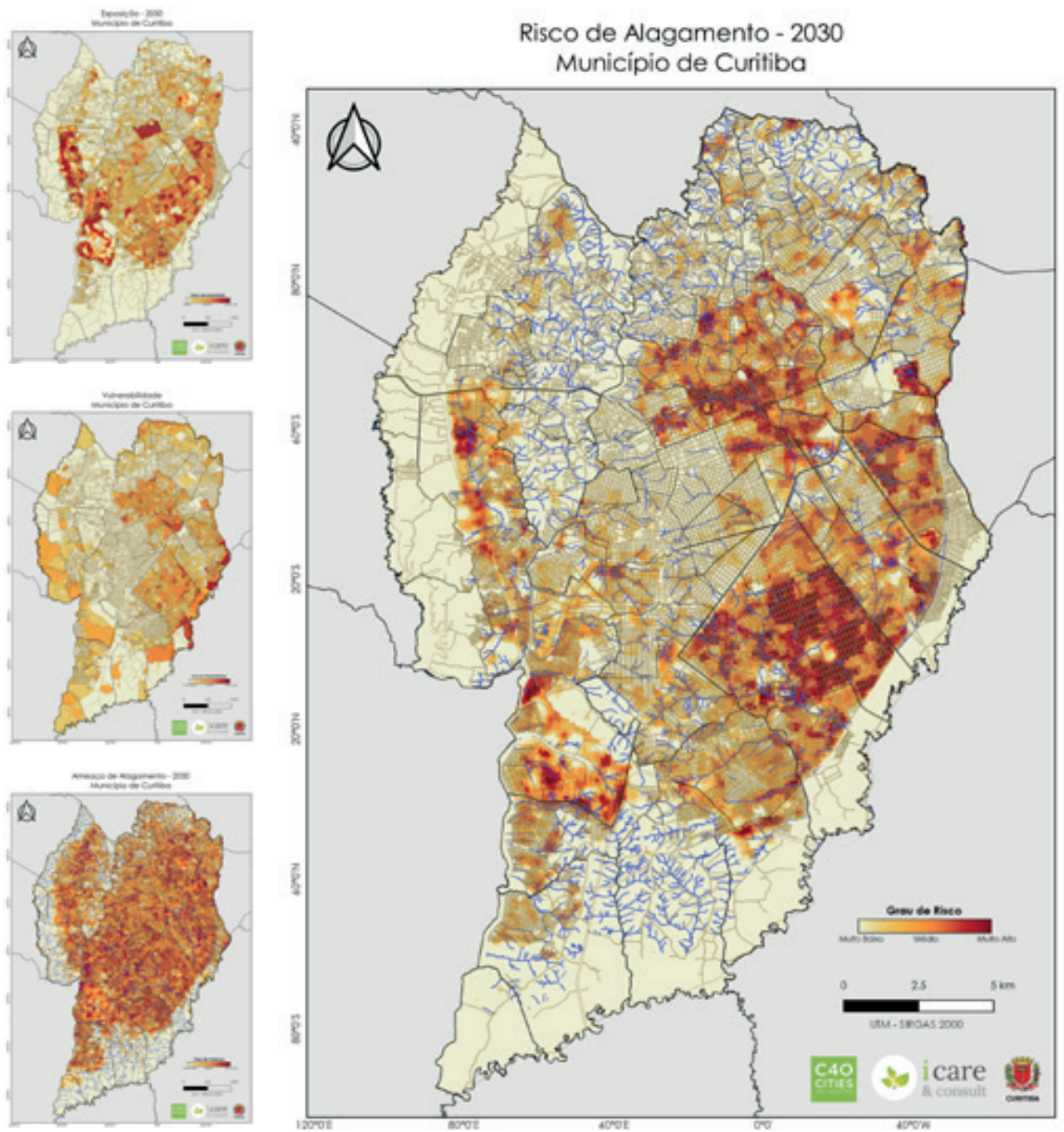
A região Sul de Curitiba, que possui um grau de ameaça médio próximo ao rio Iguaçu, apresenta risco baixo de inundação em razão do baixo grau de exposição da região, causada pela reduzida presença da população e de ativos em comparação às outras regiões da cidade.

### **RISCO DE ALAGAMENTO**

Entende-se por alagamento o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais em razão da incapacidade do sistema de drenagem em escoar a água, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial.

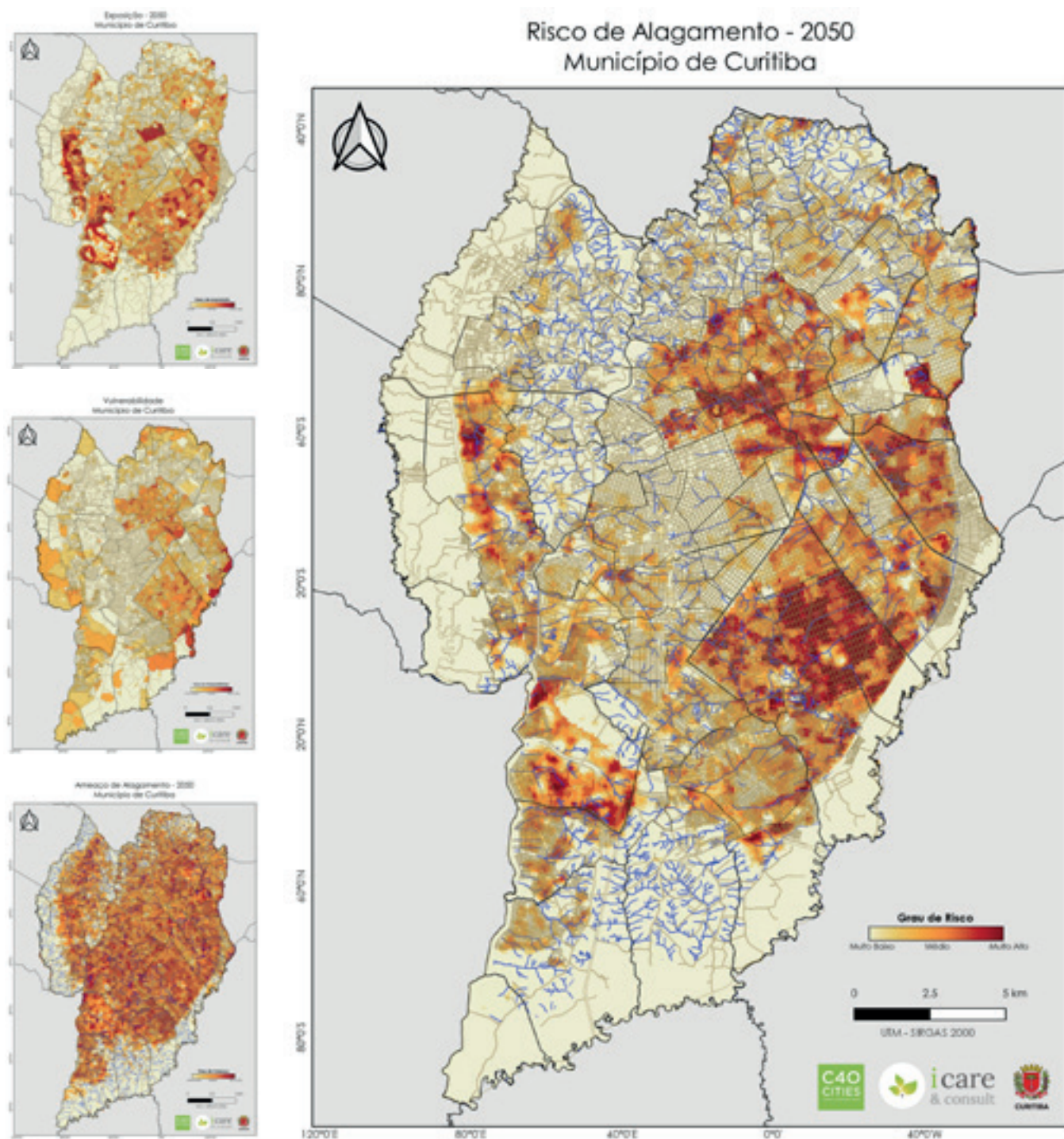
Na sequência são apresentados os mapas das áreas com maior risco de alagamento em 2030, 2050 e 2100.



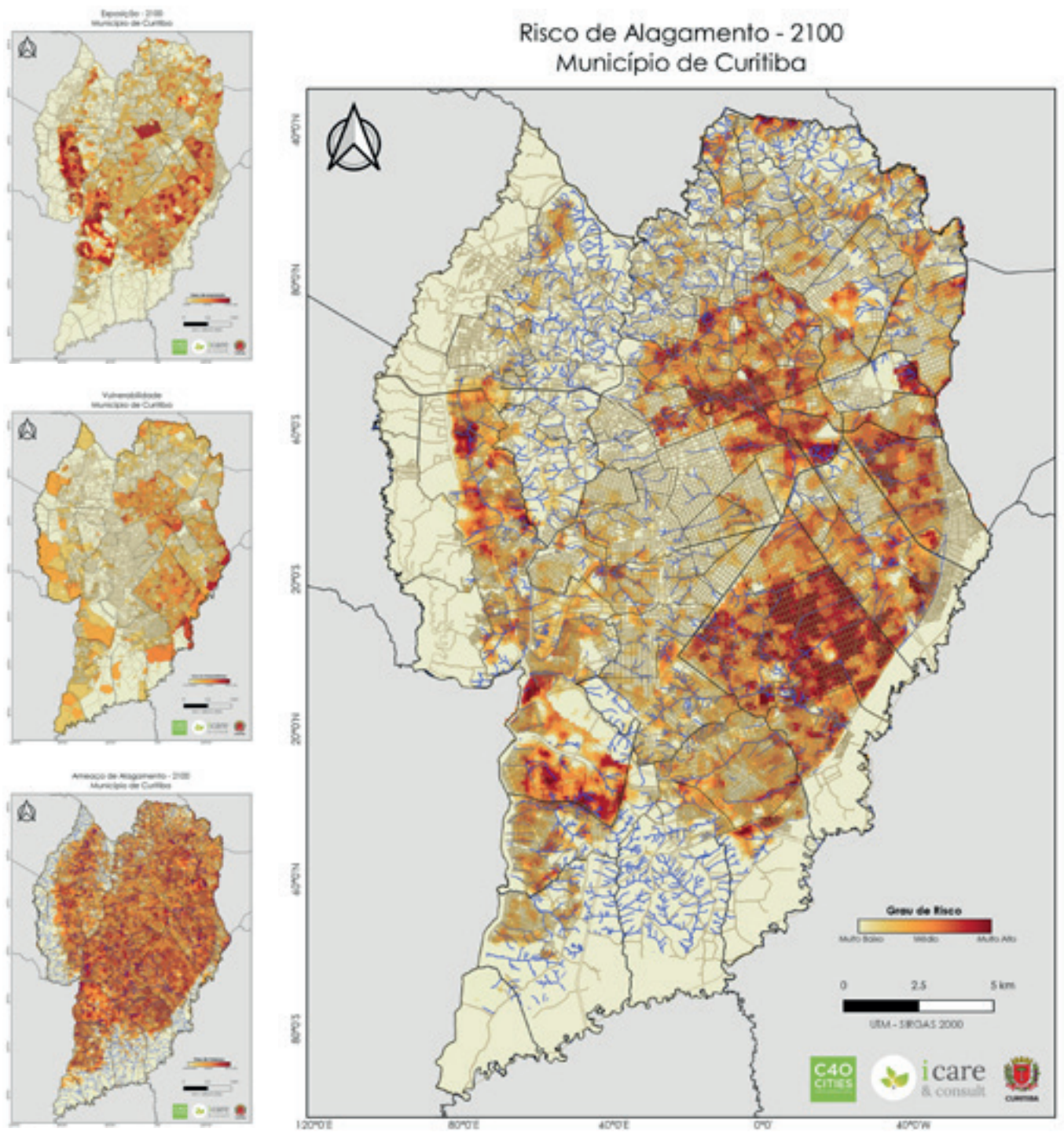


**Figura 9:** Mapas de Risco de Alagamento em Curitiba em 2030





**Figura 10:** Mapas de Risco de Alagamento em Curitiba em 2050



**Figura 11:** Mapas de Risco de Alagamento em Curitiba em 2100



Percebe-se que toda a cidade se encontra ameaçada por alagamento, uma vez que existem canais que atravessam toda a cidade e que podem, potencialmente, não suportar a vazão de água em um evento de chuva extrema. Apesar de não ter sido avaliada, a capacidade da rede de drenagem também pode estar subdimensionada para esses eventos extremos futuros.

No entanto, o risco não se distribui de maneira igual por toda a cidade. Dentre as principais regiões com risco de alagamento, estão os bairros da região central de Curitiba: Alto da Rua XV, Centro, Bom Retiro, Mercês, Cabral, Ahú, São Francisco, Centro Cívico, Batel, Jardim Botânico, Alto da Glória, Rebouças, Prado Velho e Juvevê. Outros pontos de riscos também foram observados nos bairros Tarumã, Cajuru, Capão da Imbuia, Uberaba, Boqueirão, Hauer, Xaxim, Alto Boqueirão e Cidade Industrial de Curitiba.

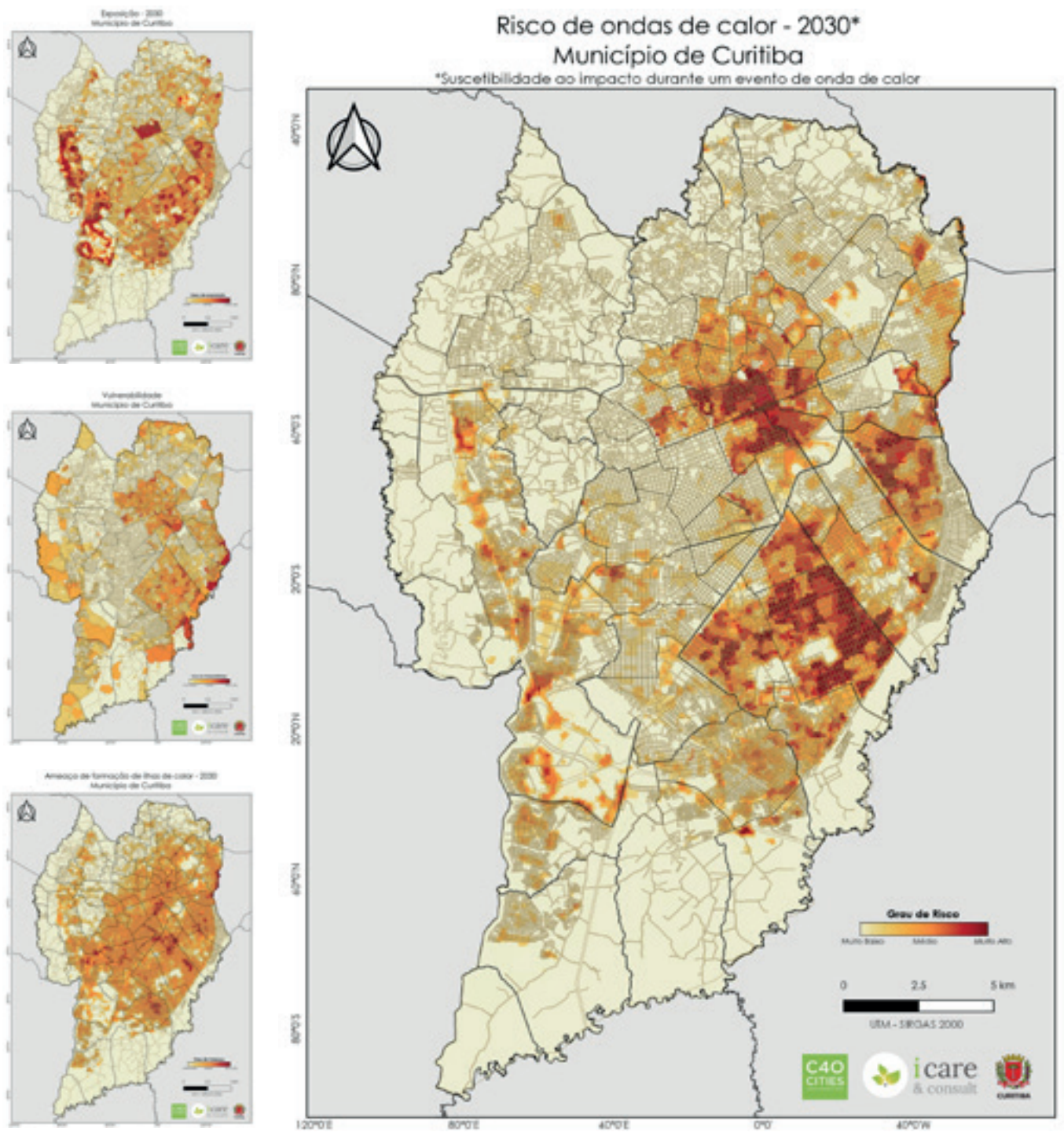
Os riscos de alagamento evidenciam a necessidade de preparação dos sistemas de drenagem da cidade para eventos de chuva extremas, que devem acometer Curitiba no futuro.

## SUSCETIBILIDADE ÀS ONDAS DE CALOR

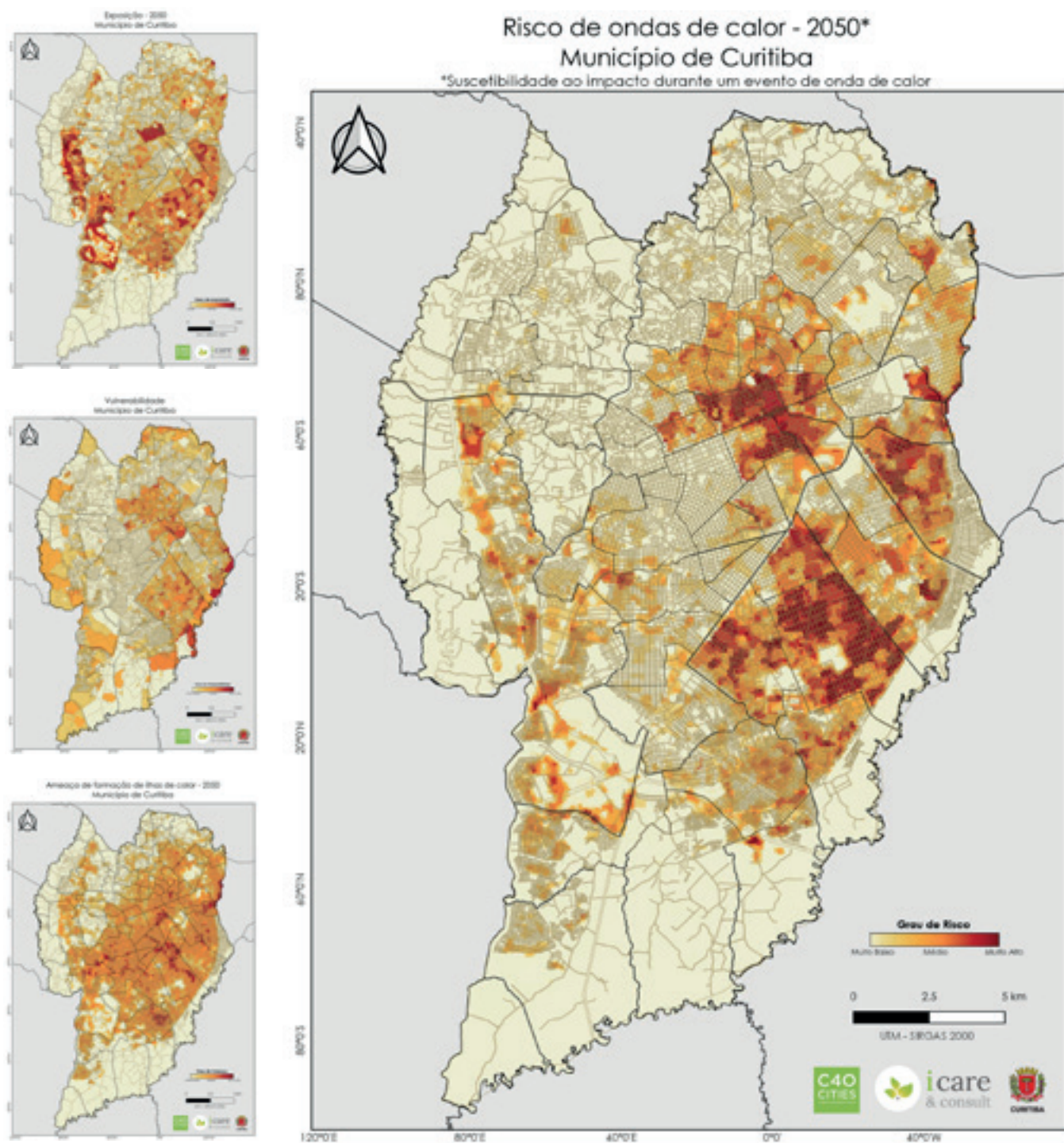
Entende-se por suscetibilidade às ondas de calor o potencial impacto que pode ser causado em razão de um evento de ondas de calor com origem em eventos meteorológicos de larga escala. Por exemplo, o processo de urbanização com a substituição das coberturas naturais do solo por grande quantidade de casas e prédios, ruas asfaltadas e uma série de outras construções, produzem um maior aquecimento local, resultando na suscetibilidade dos centros urbanos às ameaças de ondas de calor.

Na sequência são apresentados os mapas das áreas com maior risco de ondas de calor em 2030, 2050 e 2100.



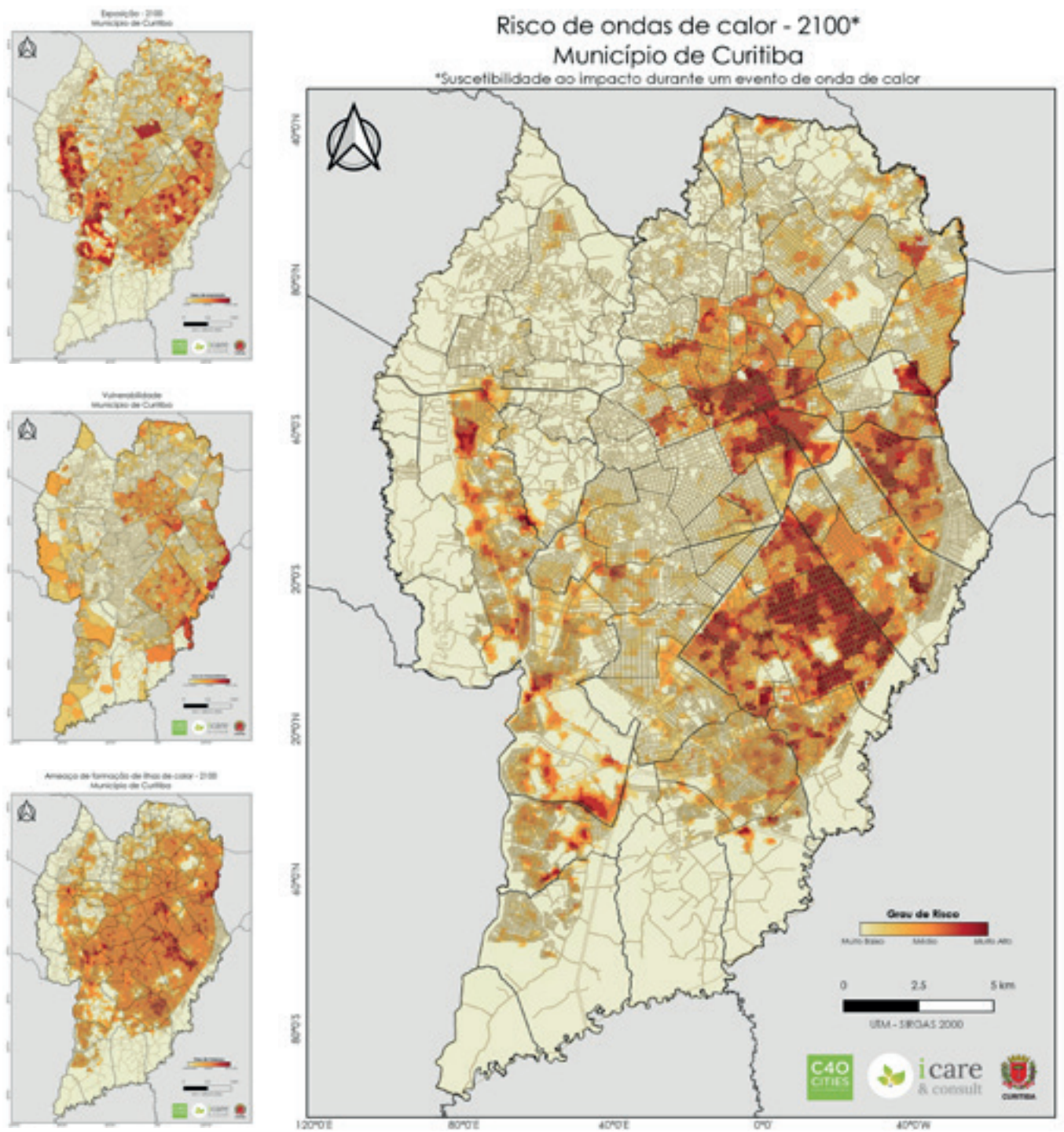


**Figura 12:** Mapas de Risco às Ondas de Calor em Curitiba em 2030



**Figura 13:** Mapas de Risco às Ondas de Calor em Curitiba em 2050





**Figura 14:** Mapas de Risco às Ondas de Calor em Curitiba em 2100

Percebe-se um maior risco dessas formações nas regiões centrais e mais urbanizadas da cidade, como nos bairros Centro, Alto da Rua XV, Rebouças, Jardim Botânico, Gloria, Juvevê, Mercês, São Francisco, Centro Cívico, Bom Retiro e Batel. Percebe-se também esse efeito em outros bairros como Boqueirão, Xaxim, Hauer, Uberaba, Jardim das Américas, Guabirota, Cajuru, Cidade Industrial de Curitiba, e porção leste dos bairros Capão da Imbuia e Tatumã. São, efetivamente, as regiões mais urbanizadas da cidade.

A análise também verificou a importância das áreas verdes da cidade como forma de repelir efeitos das ondas de calor. Daí surge a importância dos parques e bosques da cidade, como Jardim Zoológico, Parque Iguaçu, Parque Barigui, Jardim Botânico, Bosque Reinhard Maack, Bosque do Capão da Imbuia, dentre outras áreas verdes que reduzem as áreas de risco, como a arborização viária.

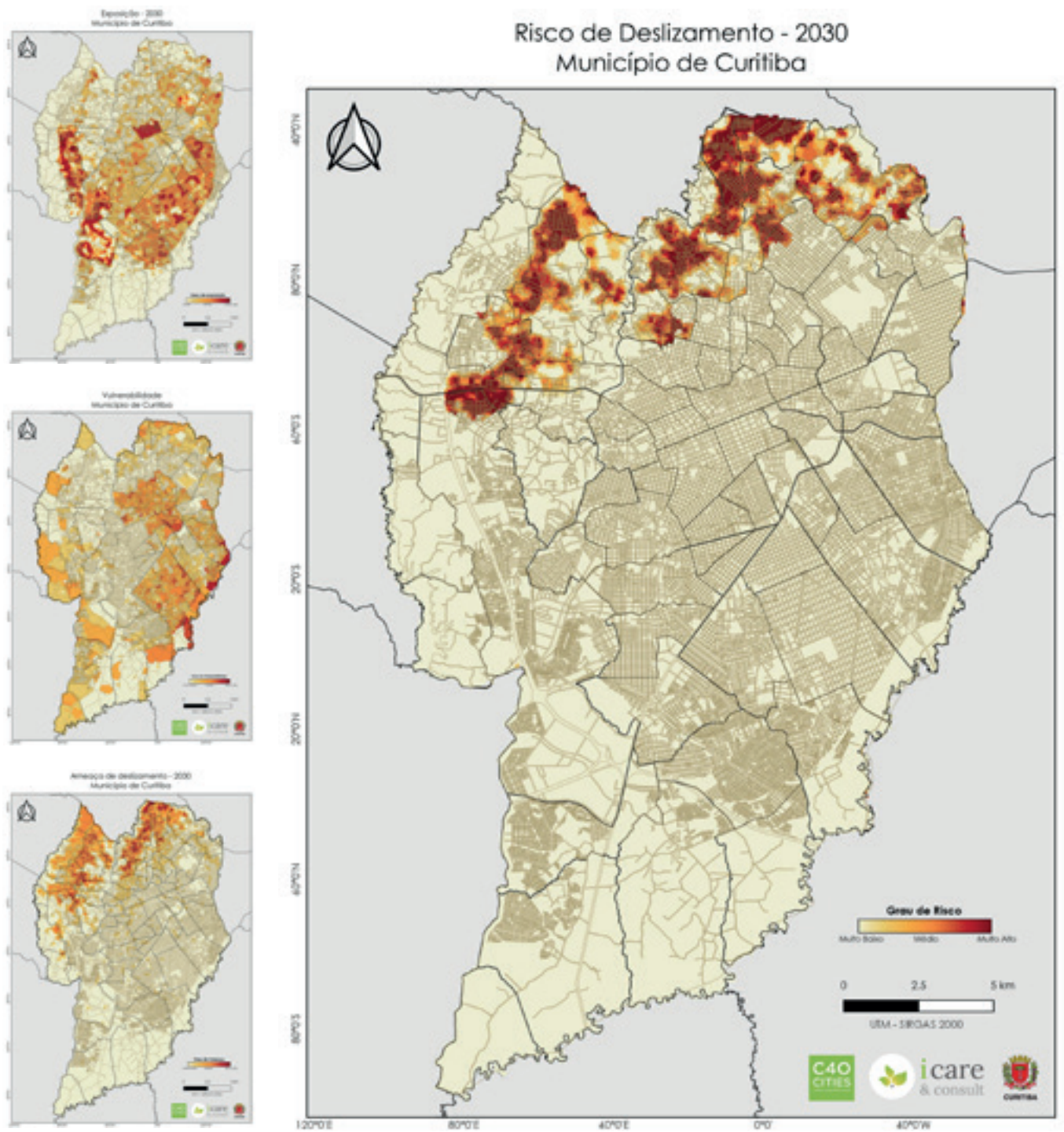
Apesar da cidade possuir uma das maiores taxas de área verde do país, os desafios da mudança climática irão evidenciar a necessidade de incremento dessas áreas ao longo das regiões mais urbanizadas da cidade e comprova o efeito de proteção às áreas verdes existentes.

## RISCO DESLIZAMENTO

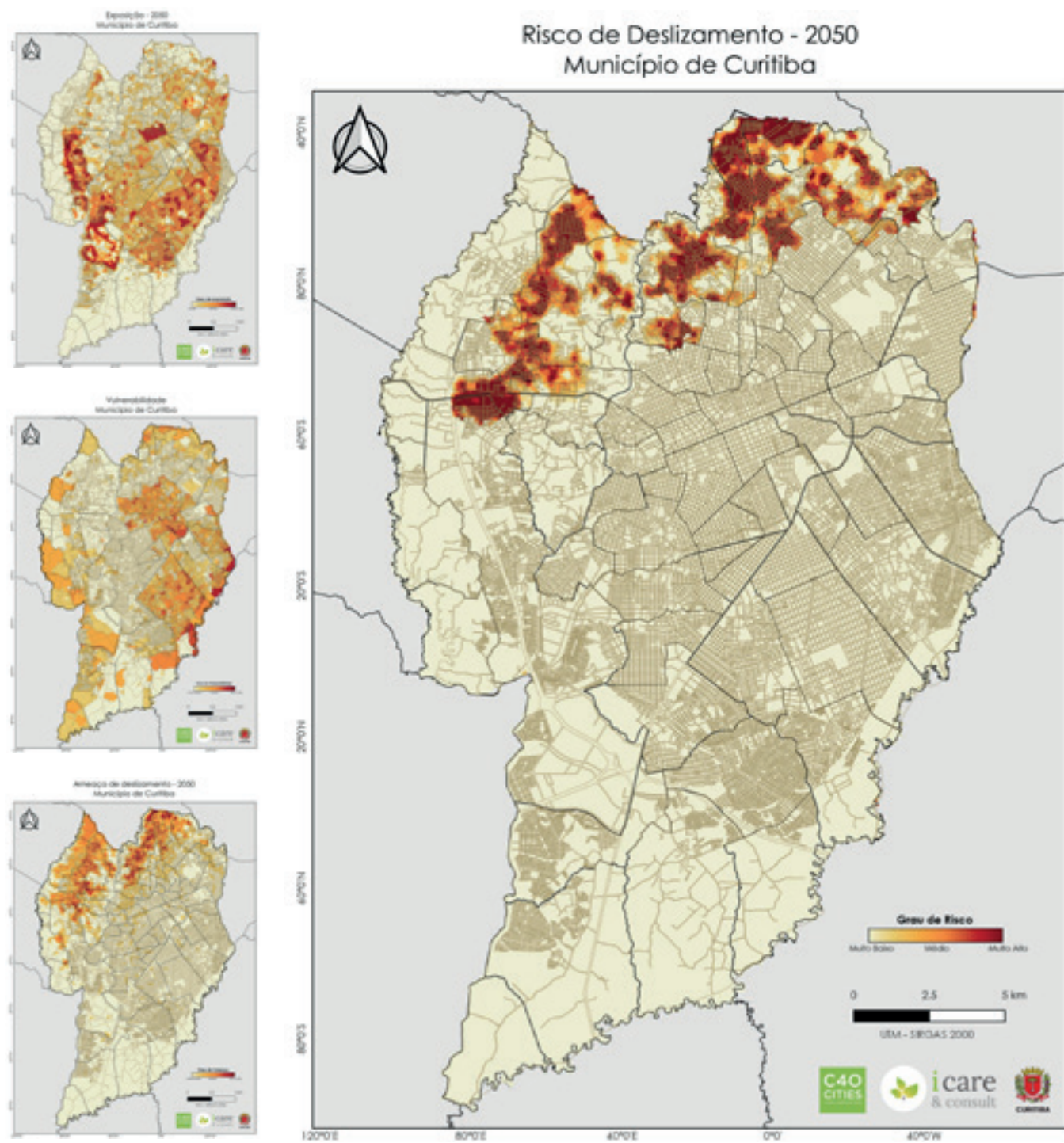
Entende-se por deslizamento o escorregamento de materiais sólidos como solos, rochas e vegetação ao longo de encostas. Ocorrem principalmente em áreas de relevo acidentado, principalmente em regiões com histórico de supressão da cobertura vegetal original.

Na sequência são apresentados os mapas das áreas com maior risco de deslizamento em 2030, 2050 e 2100.



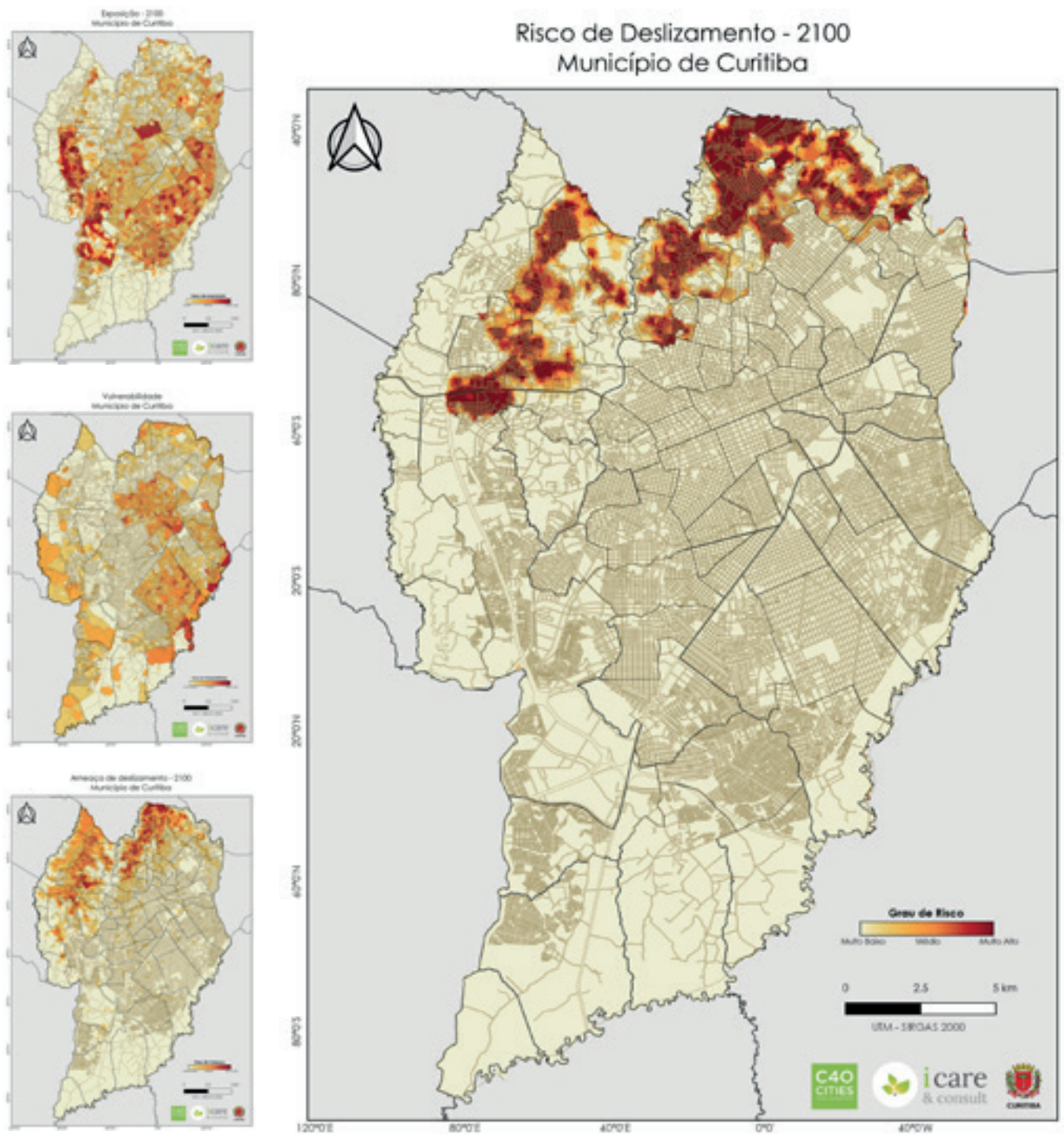


**Figura 15:** Mapas de Risco de Deslizamento em Curitiba em 2030



**Figura 16:** Mapas de Risco de Deslizamento em Curitiba em 2050





**Figura 17:** Mapas de Risco de Deslizamento em Curitiba em 2100

Os principais riscos de deslizamento em Curitiba se encontram no vetor Norte da cidade, principalmente nos bairros Pilarzinho, Abranches, Cachoeira e Santa Felicidade.

As alterações verificadas no grau de risco entre os anos se dão principalmente em razão das mudanças do uso e ocupação do solo na região, o que evidencia a necessidade de preservação da cobertura vegetal original na área, uma vez que elas podem reduzir os riscos de deslizamentos.

## ■ ANÁLISE DA RESILIÊNCIA

Para avaliar o grau de resiliência de Curitiba, foram utilizadas as informações levantadas pelo Comitê Gestor do Programa Cidades Resilientes através da ferramenta de Auto-Avaliação da Resiliência a Nível Local do Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR).

Segundo a análise, **a cidade de Curitiba vem realizando um significativo trabalho nos últimos anos para aumentar o nível de resiliência.** Ao mesmo tempo, **a cidade precisa continuar empregando esforços e recursos que garantam a prevenção e prontidão de resposta aos riscos climáticos,** efetivamente aumentando o grau de resiliência da cidade.

Os principais pontos de força destacados pela análise são:

- Forte gestão e valorização dos serviços ecossistêmicos;
- Ativos naturais e infraestruturas verdes e cinzas;
- Envolvimento da cidade em relações estratégicas no contexto nacional e internacional para assimilar boas práticas e incrementar a captação de recursos;
- Legislação ambiental forte para uma planificação urbana resiliente e sustentável.

Já as fraquezas observadas na análise foram:

- Ausência de coordenação e integração entre o trabalho das secretarias e dos outros atores públicos e privados da cidade;

- Necessidade de envolvimento e participação dos cidadãos nas ações de governança climática;
- Carência de ações de formação e capacitação dos servidores públicos da Prefeitura.

Dentre as principais oportunidades para a cidade estão:

- Aumentar a colaboração com o setor privado e as universidades para inovação e uso de dados;
- Desenvolver campanhas de educação e formação sobre o tema;
- Integrar ações de governança climática no orçamento público.

Por outro lado, as ameaças avaliadas foram:

- Falta de recursos para ações como manutenção periódica das infraestruturas;
- Priorização de outros temas pelos servidores;
- Falta de participação e interesse dos cidadãos.

Considerando a avaliação completa da Ferramenta preenchida, as melhores práticas para aumento de resiliência destacadas pela UNDRR e o processo participativo de *Brainwriting* para construção de ações de governança climática com técnicos da cidade, realizado durante um *Workshop*, foram desenvolvidas ações para alcançar objetivos específicos que podem potencialmente culminar no aumento da resiliência climática da cidade. Essas ações são vistas a seguir, separadas por objetivos específicos ligados à Ferramenta.



OBJETIVO	PASSOS
Melhorar a coordenação e integração de políticas e ações de resiliência	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criar <b>eventos e workshops</b> entre as secretarias para identificar possíveis sinergias e interações, definindo <b>papeis e prioridades comuns</b> e estabelecendo um grupo de <b>trabalho único</b> sobre o tema.</li> <li>2. Desenvolver e implementar uma <b>plataforma digital</b> para colaboração, compartilhamento e agrupamento de informações e dados em um único ambiente para otimização de recursos humanos e financeiros.</li> <li>3. Criar um <b>painel local sobre mudança climática e resiliência</b> formado por especialistas, setor público, privado, universidades e organizações da sociedade civil com objetivo de integrar pesquisas e ações multissetoriais.</li> <li>4. Trabalhar juntamente com os atores do Governo Federal para <b>coordenar as políticas locais</b>, como por exemplo através do fortalecimento das redes existentes como a Frente Nacional dos Prefeitos.</li> </ol>
Incrementar a capacidade técnica do Município e uso de dados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criar uma plataforma digital com <b>banco de dados único</b>, baseado e integrado com linhas de pesquisa de interesse comum e prioritárias.</li> <li>2. Desenvolver <b>workshops, cursos e conferências</b> para informar o maior número possível de servidores públicos sobre o tema.</li> <li>3. Fortalecer os <b>comitês locais</b> em várias áreas como bacias hidrográficas, Defesa Civil e arborização urbana.</li> <li>4. Desenvolver e implementar um sistema <b>'Hipervisor Urbano'</b> ou <b>núcleo de Data Science</b> para analisar, atualizar e monitorar dados sobre riscos naturais e resiliência em tempo real.</li> <li>5. Usar dados e capacidades técnicas desenvolvidas para garantir <b>priorização das ações</b> e a tomada de decisões baseadas em evidências.</li> </ol>
Incrementar captação de recursos e gestão financeira para resiliência	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sensibilizar os cidadãos para <b>acompanhar e cobrar</b> o cumprimento das ações de governança ambiental e climática.</li> <li>2. Desenvolver mecanismos, como incentivos e subsídios, para <b>pagamento por serviços ambientais</b> voltados à conservação de áreas verdes.</li> <li>3. Incluir no Plano de Mudanças Climáticas um <b>orçamento / fundo</b> para resiliência e redução de riscos naturais.</li> <li>4. Inserir as <b>ações de adaptação</b> como itens de discussão de orçamento.</li> <li>5. Monitorar e verificar a aderência do Orçamento Municipal com a questão climática, objetivando a criação de um cenário de base que sirva para <b>orientar ações futuras e para definir estratégias de captação de outros recursos</b>.</li> </ol>

OBJETIVO	PASSOS
Melhorar o engajamento e a participação do setor privado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Engajar e estabelecer uma <b>agenda comum</b> com empresas do setor privado que trabalham sobre o tema.</li> <li>2. Estabelecer programas de <b>adoção de áreas verdes e espaços públicos urbanos</b> para sensibilização sobre o tema.</li> <li>3. Incentivar as empresas a <b>reduzir suas emissões e poluição</b> através de subsídios e adaptação / substituição de processos e máquinas.</li> <li>4. Colaborar para aprimorar e diversificar as PPPs para uma <b>gestão pública inovadora</b>, aumentando a captação de recursos e incrementando as capacidades técnicas da PMC.</li> </ol>
Incrementar o engajamento/participação/educação do cidadão - comunidades	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criar <b>campanhas de comunicação / conscientização</b> sobre o tema através de aplicativos, plataformas digitais, mídias sociais e eventos.</li> <li>2. Integrar o <b>tema no currículo escolar e em programas de educação</b> para todos, usando as estruturas de ensino para identificação de boas práticas já desenvolvidas nas escolas e promoção de bancos de ideias de jovens.</li> <li>3. Colaborar com Organizações Não-Governamentais (ONGs), associações comunitárias e grupos de voluntários para <b>informar, educar e envolver os cidadãos mais vulneráveis</b> no tema.</li> <li>4. Criar um aplicativo que recebe <b>em tempo real</b>, informações, denúncias e fotos que podem ajudar na fiscalização ambiental. O programa pode ser incluído como serviço em aplicativos já desenvolvidos.</li> </ol>
Melhorar o nível de resiliência das infraestruturas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar as <b>diferentes prioridades de ação sobre o tema ao nível local, nacional e federal.</b></li> <li>2. Identificar fundos e recursos para implementar ações de <b>manutenção e renovação periódica de infraestruturas</b> urbanas identificadas como vulneráveis.</li> <li>3. Desenvolver um programa de <b>recuperação</b> das margens dos rios e criação de mais parques de preservação.</li> <li>4. Criar mais bosques, ampliando as <b>áreas permeáveis</b> e a quantidade de árvores em canteiros de quadras e praças.</li> </ol>



## ■ CONCLUSÕES

Segundo o Relatório Especial: Aquecimento Global de 1,5°C do IPCC<sup>7</sup>, estima-se que as atividades humanas tenham causado aproximadamente 1,0 °C do aquecimento global acima dos níveis pré-industriais. É provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052 se continuar a aumentar na taxa atual. Conforme visto ao longo do documento, **Curitiba também vem observando um aumento de sua temperatura o que pode aumentar o seu risco de ocorrência de eventos extremos.**

Da análise histórica observa-se que já existem **tendências de aumento de temperatura**, principalmente a partir de meados da década de 1970. A temperatura média mínima vem crescendo em um ritmo ainda mais acelerado, o que reduz a quantidade de dias frios na cidade. Os cenários futuros confirmam essa tendência e vemos a temperatura média da cidade podendo alcançar a marca de 26°C em 2100, valor 9°C maior quando comparado à normal climatológica calculada pelo INMET (utilizando os dados no período de 1981 a 2010). Observa-se também os **recordes de temperatura máxima acima dos 40°C**, temperaturas elevadas que provavelmente trarão desconforto para a população.

Ainda de acordo com a análise histórica, observa-se um **aumento na média de volume precipitado, ao mesmo tempo em que há uma redução na umidade relativa do ar**. Esse efeito acontece em razão da modificação na sazonalidade das chuvas, que agora **tendem a acontecer com maior volume em um curto espaço de tempo**. Isso é comprovado pelo Índice de Anomalia de Chuva que indicou um aumento em **eventos muito secos e extremamente chuvosos**. Nos cenários futuros, não foram observadas tendências de aumento ou re-

dução no volume anual de chuva, porém, são verificados picos, com anomalias positivas e negativas no volume, em relação à normal climatológica. Verificou-se também uma alta probabilidade de muitos dias consecutivos com chuva e dias consecutivos sem chuva.

Muitos dias consecutivos com chuva poderão ampliar os riscos de inundação, alagamento e deslizamento sobre a cidade, enquanto dias consecutivos sem chuva poderá causar pressão sobre o abastecimento de água da cidade.

O aumento da temperatura e a mudança no regime de chuvas cria condições para que se aumentem os perigos aos ativos e população da cidade. Por isso, foram mapeadas as principais ameaças da cidade para os perigos de inundação e alagamento, deslizamento e ondas de calor (susceptibilidade a eventos deste tipo). **Percebe-se que a cidade tem vários pontos de atenção, principalmente para os eventos hidrológicos.**

Apesar de não terem sido georreferenciadas, as **ameaças de vendavais e granizo continuam grandes na cidade**, principalmente ao se considerar a probabilidade de aumento de chuvas rápidas e intensas. A cidade possui diversos registros de ocorrências dessas ameaças e, consequentemente, possuem alta probabilidade de ocorrência futura.

Além disso, com o aumento da temperatura e principalmente o desvio entre as temperaturas máximas e mínimas diárias na cidade, a ameaça de ocorrência de formação de ilhas de calor fica maior, principalmente nas regiões mais urbanizadas e sem cobertura vegetal próxima.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm>

Para sintetizar as principais ameaças à cidade de Curitiba, considerando todas as informações levantadas no estudo, apresenta-se o quadro resumo abaixo.

AMEAÇA	
<b>Inundação</b>	Apesar de não haver uma previsão de aumento de volume precipitado diante do modelo utilizado e do cenário escolhido, verifica-se a probabilidade alta de chuvas rápidas e intensas sobre a cidade. Este fato, combinado com a pressão da urbanização sobre as áreas de vegetação nativa da cidade, removendo áreas com alta permeabilidade, cria condições de ocorrência de eventos extremos. As chuvas rápidas e intensas também criam condições para ocorrência de vendavais e queda de granizo, seguindo a tendência histórica da cidade.
<b>Alagamento</b>	
<b>Deslizamento</b>	A previsão do aumento na probabilidade de ocorrência de dias consecutivos com chuva combinado à supressão de vegetação nas regiões com risco de deslizamento, cria pressão para ocorrência dessa tipologia eventos na cidade de Curitiba.
<b>Ondas de calor (suscentibilidade a eventos deste tipo) e formação de ilhas de calor</b>	O aumento das médias de temperatura, bem como dos extremos desta variável, aliado a uma série de fatores microclimáticos cria condições para a formação de ilhas de calor na cidade de Curitiba. Combinado ao processo de urbanização com possível tendência de supressão de vegetação nativa, conforme indicado pela modelagem da ocupação e uso de solo, há portanto aumento no grau de ameaça em algumas regiões.
<b>Secas</b>	Apesar de não ter sido espacializada, a ameaça de períodos secos sobre a cidade merece atenção, uma vez que os cenários futuros indicam a probabilidade de haver anos com muitos dias consecutivos sem chuva, resultando em longos períodos de estiagem que podem causar impactos sobre o abastecimento de água e a saúde da população.

Apesar de possuir regiões com alto grau de risco, **Curitiba tem total capacidade para se adaptar às adversidades relacionadas às mudanças no clima**, um desafio que deve ser encarado em conjunto com a comunidade e baseado em fatos científicos. Para isso as informações apresentadas neste estudo (principalmente com destaque para aquelas apresentadas de forma espacialmente explícitas) são valiosas ferramentas de diálogo e comunicação entre cientistas, formuladores de políticas públicas, a comunidade e os mais diversos órgãos municipais (ambientais, ligados à segurança alimentar, defesa civil, órgão de saúde e

assistência social, bem como os responsáveis pelas grandes obras civis).

As informações destacadas, podem, portanto, subsidiar uma comunicação efetiva sobre as mudanças climáticas, visando compreender, conscientizar, prover continuidade e **envolver de maneira construtiva os tomadores de decisão, a academia, o setor produtivo e a sociedade civil, especialmente as comunidades vulneráveis**, predizendo o comportamento do sistema ambiental da cidade ou ser utilizado como ferramenta de gerência e desenvolvimento de ações.



