



Foto: Vitor Moraes Ribeiro/Parque Linear Piçarrão

# Plano Local de Ação Climática de Campinas

## Avaliação de Risco Climático

Abril/2024

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Prefeitura Municipal de Campinas**

#### Secretaria Municipal do Clima, Meio Ambiente e Sustentabilidade (SECLIMAS)

Ângela Cruz Guirao - Bióloga

*Gabinete do Secretário*

Carla de Souza Camarneiro - Engenheira Ambiental

*Departamento de Licenciamento Ambiental*

Gabriel Dias Mangolini Neves - Engenheiro Ambiental

*Departamento de Licenciamento Ambiental*

Juliano Braga - Ecólogo

*Departamento de Mitigação e Adaptação Climática*

Luiz Gustavo Merlo - Diretor Educacional

*Departamento de Mitigação e Adaptação Climática*

Mario Jorge Bonfante Lançone - Engenheiro Ambiental

*Departamento de Licenciamento Ambiental*

Vitor Moraes Ribeiro - Geógrafo

*Departamento de Mitigação e Adaptação Climática*

## **COLABORADORES**

### **Prefeitura Municipal de Campinas**

#### Secretaria Municipal da Saúde

Fausto de Almeida Marinho Neto - Médico Veterinário

*Departamento de Vigilância em Saúde*

Lais Moraes Paiz - Médica Veterinária e Assessora

*Departamento de Vigilância em Saúde*

Priscilla Brandão Bacci Pegoraro - Enfermeira Assessora Técnica, Articuladora da Intersetorialidade e Membro da Comissão Executiva do Comitê Municipal de Enfrentamento das Arboviroses e Zoonoses

*Departamento de Vigilância Sanitária (DEVISA)*

Valéria Correia de Almeida - Médica Infectologista

*Departamento de Vigilância em Saúde*

### Secretaria Municipal de Governo - Defesa Civil

Danilo José Alves Peixoto - *Engenheiro Agrônomo*

## **WRI Ross Center for Sustainable Cities**

Henrique Evers - *Gerente Sênior de Desenvolvimento Urbano (WRI Brasil)*

Max Jamieson, *Líder Global de Ação Climática Integrada (WRI Global)*

Raisa de Castro Soares, *Analista Sênior de Ação Climática Integrada (WRI Global)*

Theodore Wong, *Associado de Pesquisa e Projetos (WRI Global)*

Reynaldo Mello Neto, *Analista Sênior de Mobilidade Ativa (WRI Brasil)*

## **Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP**

Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri)

Ana Maria Heuminski de Avila - *Pesquisadora e Doutora em Engenharia Agrícola*

## **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT**

Filipe Antonio Marques Falcetta - *Pesquisador e Pós-doutor em Políticas Públicas e Drenagem Urbana*

# ACRÔNIMOS

APG: Áreas de Planejamento e Gestão

BESM: Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre

CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CEPAGRI: Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura

CPRM: Serviço Geológico do Brasil

CPTEC: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DAEE: Departamento de Águas e Energia Elétrica

GEE: Gases de Efeito Estufa

INCT-MC: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Mudanças Climáticas

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IPVS: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social

MCR: Construindo Cidades Resilientes

OMM: Organização Meteorológica Mundial

PLAC: Plano Local de Ação Climática de Campinas

PMC: Prefeitura Municipal de Campinas

PROJETA: Projeções de mudança do clima para a América do Sul, regionalizadas pelo modelo Eta

SbN: Soluções Baseadas na Natureza

UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas

UNDRR: Escritório das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres

ZCAS: Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZEE: Zoneamento Ecológico Econômico

# SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1. O CLIMA EM CAMPINAS</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>1.1. Histórico Climático</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1.2. Clima no Futuro</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1.2.1 Contexto Nacional</b>   | <b>7</b>  |
| <b>1.2.2 Estado de São Paulo</b>                                       | <b>10</b> |
| <b>1.2.3 Campinas</b>  | <b>12</b> |
| <b>1.2.4 Considerações sobre as Projeções Climáticas para Campinas</b> | <b>15</b> |
| <b>CAPÍTULO 2. RISCOS CLIMÁTICOS</b>                                   | <b>17</b> |
| <b>2.1. Elaboração dos Mapas de Riscos</b>                             | <b>22</b> |
| <b>2.3. Deslizamento de Terra</b>                                      | <b>27</b> |
| <b>2.4. Onda de Calor</b>  | <b>30</b> |
| <b>2.5. Estiagem</b>   | <b>34</b> |
| <b>2.6. Epidemia (Arboviroses)</b>                                     | <b>37</b> |
| <b>2.7. Multirrisco</b>  | <b>41</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>  | <b>43</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>46</b> |

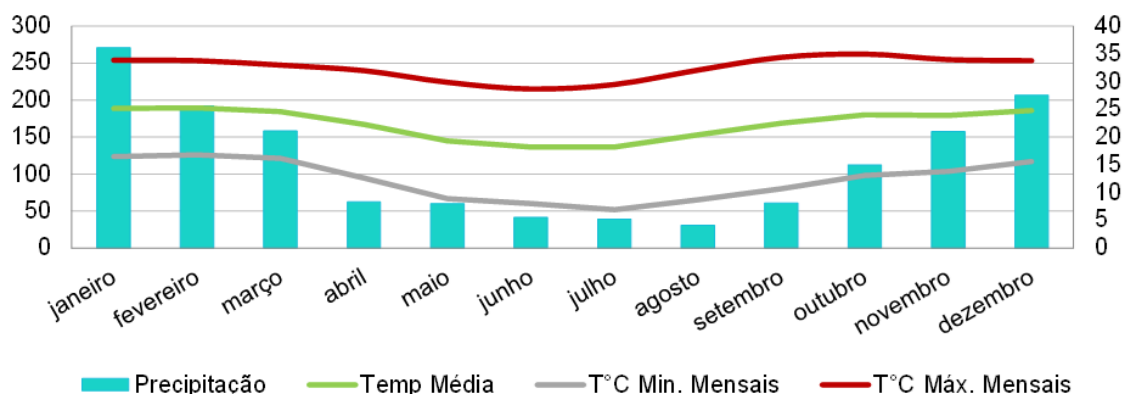
# CAPÍTULO 1. O CLIMA EM CAMPINAS

## 1.1. Histórico Climático

O município de Campinas está localizado em uma área de transição entre o clima tropical e o subtropical, sob influência das massas de ar equatorial continental, atlântica e polar atlântica. Sua precipitação pluviométrica média anual é de 1.381mm e sua temperatura média anual é de 21,6°C. É possível encontrar dois grandes períodos climáticos no ano: um mais chuvoso e mais quente (de outubro a março), e um mais frio e menos chuvoso, que vai de abril a agosto (CEPAGRI-UNICAMP, 2022).

Figura 1. Média Mensal da Precipitação(mm) e Temperatura(°C) em Campinas (1990-2022).

Fonte: Cepagri-UNICAMP (2022)



Na região Sudeste do Brasil, um aumento em chuvas intensas e um menor intervalo entre elas têm sido observado desde 1960, como consequência direta do aumento das emissões de GEE, a destruição da camada de ozônio e variabilidades climáticas naturais (IPCC, 2021). Em Campinas, estudos empíricos realizados com dados do período de 1969 a 2001 mostram aumentos tanto na temperatura do ar (0,4°C), quanto na tendência de chuvas e no excedente hídrico, na ordem de 78mm e 114,7mm respectivamente (GALINA, 2002).

De acordo com registros históricos levantados de 1941 a 2022, com dados obtidos de 5 (cinco) postos pluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) distribuídos pelo município de Campinas e 1 (um) do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI), no campus da UNICAMP em Barão Geraldo, a média de precipitação do período foi de 1.328mm, conforme Quadro abaixo:

Quadro 1: Precipitação média em Campinas, de acordo com os diferentes postos pluviométricos entre os anos de 1941 a 2022

| Posto Pluviométrico            | Período de Registro | Precipitação Média (mm) |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| CEPAGRI                        | 1989-2022           | 1.414                   |
| DAEE D4-044 - CAMPINAS/IAC     | 1941-2022           | 1.357                   |
| DAEE D4-046 - FAZ MONTE D'ESTE | 1958-2022           | 1.393                   |
| DAEE D4-047 - BARÃO GERALDO    | 1958-2022           | 1.417                   |
| DAEE E4-044 - DESCAMPADO (EFS) | 1941-1969           | 1.046                   |
| DAEE E4-123 - VIRACOPOS        | 1970-1996           | 1.340                   |

## 1.2. Clima no Futuro

### 1.2.1 Contexto Nacional

No Brasil, nos últimos anos, observamos registros de intensificação de eventos extremos e de redução das taxas de retorno destes eventos. Tais alterações são coerentes com os resultados previstos nos modelos climáticos globais com forçantes de aumento de concentração de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). No entanto, a ausência de séries históricas confiáveis e consistentes que abranjam a extensão do território brasileiro aponta para a necessidade de ampliar e sistematizar o conhecimento e provimento de informações para o devido monitoramento da mudança do clima no território brasileiro. Os modelos climáticos, que representam o sistema climático e suas interações com forçantes externas como o sol, aerossóis, gases, etc, buscam responder de que forma o clima se comportará em diversos cenários de emissões (MMA, 2016).

No Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (2014), foram propostos quatro novos cenários de níveis de emissão denominados, do inglês: *Representative Concentration Pathways* ou *Trajetórias Representativas de Concentração* (RCP 2.6, 4.5, 6.0 e 8.5). Cada cenário considera diversos fatores, como emissão de GEE, diferentes tecnologias para geração de energia, e informações de tipo de uso do solo, para as projeções.

O cenário RCP 2.6 supõe que o sistema terrestre armazenará 2,6 watts por metro quadrado ( $W/m^2$ ) adicionais de energia e representa uma redução gradativa das emissões de gases de efeito estufa atingindo emissão zero por volta de 2070. Os

processos de absorção de gases podem superar as emissões em algum momento e, nesse caso, os aumentos esperados da temperatura média terrestre seriam entre 0,3°C e 1,7°C de 2010 até 2100 e aumento do nível do mar, entre 26 e 55 centímetros. Esse cenário é considerado “muito otimista” e tem sido preterido nas análises de projeção climáticas.

O segundo cenário, RCP 4.5, supõe um armazenamento de 4,5 W/m<sup>2</sup> e representa uma estabilização das emissões de gases de efeito estufa antes de 2100. Nesse caso, a temperatura terrestre aumentaria entre 1,1°C e 2,6°C e o nível do mar subiria entre 32 e 63 centímetros. Esse cenário tem sido um dos mais utilizados.

O cenário RCP 6.0 supõe o armazenamento de 6,0 W/m<sup>2</sup> com estabilização das emissões de gases de efeito estufa logo após 2100. O aumento da temperatura terrestre estaria entre 1,4°C e 3,1°C e a elevação do nível do mar ficaria entre 33 e 63 centímetros.

Já o cenário RCP 8.5, considerado o mais “pessimista”, é caracterizado pelo aumento nas emissões sem sua estabilização, ou seja, as emissões continuam a crescer, bem como a concentração de gases de efeito estufa ao longo do tempo. Esse cenário prevê um armazenamento de 8,5 W/m<sup>2</sup> e, segundo o IPCC (2014), a superfície da Terra poderia aquecer entre 2,6°C e 4,8°C ao longo deste século, fazendo com que o nível dos oceanos aumente entre 45 e 82 centímetros.

O Brasil tem se destacado na área de modelagem por meio do desenvolvimento de modelos climáticos regionais e globais. Para dispor de um modelo capaz de gerar cenários de mudanças climáticas com representatividade para o território brasileiro, pesquisadores de diversas instituições, integrantes do Programa de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), da Rede Brasileira de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima) e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Mudanças Climáticas (INCT-MC), desenvolveram o Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM, da sigla em inglês) sob coordenação do INPE.

Este é o primeiro modelo global brasileiro que faz parte dos modelos do IPCC e permite que climatologistas brasileiros realizem estudos sobre a mudança do clima para o Brasil. O INPE desenvolveu a versão do modelo regional ETA utilizado para gerar simulações do clima usadas em estudos de impactos, vulnerabilidade e adaptação no Brasil e na América do Sul. O modelo ETA foi utilizado na preparação da Terceira Comunicação Nacional (MCTI, 2016) para detalhar as simulações de dois



modelos climáticos globais, o modelo inglês HadGEM2-ES e o japonês MIROC5, sob dois cenários de emissão, RCP 4.5 e 8.5 em uma resolução horizontal de 20 km sobre uma área que cobre a América do Sul, América Central e Caribe. As simulações regionalizadas (*downscaling*) são compostas por quatro períodos de anos, do presente até o final do século XXI: 1961-2005, 2006-2040, 2041-2070 e 2071-2100. O período 1961-2005 adota concentrações atuais de CO<sub>2</sub> equivalente, enquanto os períodos a partir de 2006 adotam concentrações de CO<sub>2</sub> equivalente correspondentes aos cenários RCP 4.5 e 8.5 (MMA, 2016).

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (MMA, 2016) avaliou as prováveis mudanças de temperatura e de precipitação para duas estações do ano, verão e inverno austral em períodos de 30 anos, de 2011 a 2040, de 2041 a 2070, e de 2071 a 2100 simuladas pelo modelo ETA.

Como principais resultados, destacam-se:

- ❖ **Temperatura:** Projeta-se aquecimento para todo o continente, em todos os cenários de emissão. Os máximos de aquecimento se localizam na região Centro-Oeste, em todas as estações do ano. Estes máximos de aquecimento se estendem para as regiões Norte, Nordeste e Sudeste do país até o final do século XXI. Estes máximos de aquecimento médio no final do século podem variar entre 2°C e 8°C em algumas áreas.
- ❖ **Precipitação:** Nota-se que os centros prováveis de máxima redução das chuvas durante o verão se posicionam sobre o Centro-Oeste e Sudeste, nas áreas sob influência do fenômeno Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), responsável pelo acúmulo da pluviosidade na região. É importante ressaltar que a região Sudeste do país é uma região de transição, cujo regime de chuva depende fortemente da banda chuvosa, ZCAS, durante o verão. Ressalta-se que, aumentos ou reduções em índices médios de precipitação podem representar variações na ocorrência de eventos extremos com sinais positivos e negativos, ou seja, há possibilidade de redução de precipitação acumulada ao longo do ano em determinada área, em conjunto com aumento da ocorrência e/ ou intensificação das chuvas fortes ou muito fortes.

A incerteza das projeções climáticas para essa região é grande. A região Sudeste do país é reconhecida como região de baixa previsibilidade climática (MMA, 2016).

### **1.2.2 Estado de São Paulo**

Análises regionalizadas para o Estado de São Paulo, realizadas no âmbito do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), compreendendo o período de 2020 a 2050 e considerando o cenário RCP 8.5 (menos conservador e o mais plausível de ocorrer), mostram uma projeção de aumento do período de estiagem que atingirá também a região de Campinas. No âmbito estadual, existe uma tendência de aumento nas temperaturas máximas (em até 6°C) e mínimas (4°C), assim como uma forte projeção de menores durações para as ondas de frio e maiores durações para as ondas de calor (São Paulo, 2022).

Essas projeções climáticas para o Estado de São Paulo foram elaboradas a partir da orientação da Dra. Chou Chin Chan (CPTEC/INPE) com a utilização de dados gerados pelo CPTEC/INPE e disponibilizados na Plataforma PROJETA (Projeções de mudança do clima para a América do Sul, regionalizadas pelo modelo Eta), que tem como objetivo disponibilizar dados de cenários climáticos com ampliação de escala (*downscaling*) para melhor estudo de regiões ou áreas de menores dimensões. Os cenários foram gerados a partir do modelo climático regional Eta, configurado para saída na resolução espacial de 20 km para América do Sul. Essa ampliação de escala foi produzida a partir dos modelos climáticos globais HadGEM2-ES, MIROC5, CanESM2 e BESM. A presente simulação teve como base o cenário RCP 8.5, proposto pelo AR5 do IPCC (2014), e os dados foram obtidos do PROJETA para os períodos de 1961-1990 e 2020-2050. Isso se fez necessário porque, ao se trabalhar com modelos climáticos, não é recomendado analisar um dado estático obtido a partir de um único modelo, e sim, identificar um intervalo numérico possível de alterações (exemplo: uma faixa de variação de temperatura ou de intensidades de precipitação).

O ZEE selecionou 2 (dois) elementos climáticos e 8 (oito) índices de extremos climáticos para serem analisados com foco no Estado de São Paulo, conforme Tabela 1, considerando os parâmetros mais abrangentes para o planejamento territorial. Após a obtenção dos dados, calculou-se o desvio entre o período observado (1961- 1990) e o projetado (2020-2050) para o cenário RCP 8.5, para cada modelo e cada variável selecionada.

Tabela 1: Elementos e índices climáticos utilizados pelo Zoneamento Econômico Ecológico do Estado de São Paulo.

| Elementos e Índices de extremos climáticos |  |
|--|--|
| <b>PrecTot</b>                             | Precipitação Total anual   |
| <b>CDD</b>                                 | Número máximo de dias consecutivos sem chuva no ano (dias)   |
| <b>RX5day</b>                              | Máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos (mm)  |
| <b>R95p</b>                                | Precipitação anual total dos dias em que P > percentil 95 (mm). Indica precipitação de intensidade extrema |
| <b>TP2M</b>                                | Temperatura média do ar a 2 m  |
| <b>TNn</b>                                 | Menor temperatura mínima anual (°C)  |
| <b>TXn</b>                                 | Menor temperatura máxima anual (°C)  |
| <b>TXx</b>                                 | Maior temperatura máxima anual (°C)  |
| <b>CSDI</b>                                | Número máximo de dias consecutivos no ano com Tmin diária menor que percentil 10 (dias)                    |
| <b>WSDI</b>                                | Número máximo de dias consecutivos no ano com Tmáx > percentil 90 (dias)                                   |

Fonte: PROJETA/INPE

Como algumas das principais constatações obtidas pelo ZEE, a partir das análises do cenário RCP 8.5, projetadas para o período de 2020 a 2050, podemos elencar:

- ❖ Temperatura média anual apresenta sinal positivo (aquecimento);
- ❖ As máximas temperaturas tendem a aumentar, em até 6°C;
- ❖ As menores temperaturas mínimas apresentam tendência de aumento, de até 4°C;
- ❖ Diminuição na duração das ondas de frio;
- ❖ Aumento na duração das ondas de calor em todas as análises projetadas;
- ❖ Aumento do período de estiagem em todo o Estado.

Trazendo para escala de Campinas, segundo os mapas gerados pelo ZEE, os principais resultados em relação à **temperatura** foram:

- ❖ Temperatura média anual apresenta sinal positivo (aquecimento), com tendência de aumento da máxima de 5 a 6°C e da mínima entre 1 a 1,5°C;
- ❖ As máximas temperaturas tendem a aumentar de 1,5 a 5°C;

- ❖ As menores temperaturas mínimas apresentam tendência de aumento entre 1 e 2°C;
- ❖ O número máximo de dias consecutivos no ano com temperatura máxima diária maior que o percentil 90 (dias), tende a aumentar de 25 a 150 dias;
- ❖ O número máximo de dias consecutivos no ano com temperatura mínima diária menor que o percentil 10 (dias), tende a diminuir de 1 a 7 dias.

Com relação à **precipitação**, temos que:

- ❖ A precipitação total anual (mm) tende a reduzir de 400 a 500mm;
- ❖ O número máximo de dias consecutivos sem chuva no ano (dias), tende a aumentar de 0,1 a 10 dias;
- ❖ A precipitação anual total dos dias em que a precipitação é maior que o percentil 95 (mm), tende a variar de -100 a 50mm;
- ❖ A máxima precipitação anual (mm) em 5 dias consecutivos, tende a variar de -30 a -10mm.

### 1.2.3 Campinas

Na escala de Campinas, o WRI (World Resources Institute - Instituto de Recursos Mundiais) aplicou para a realidade local um método desenvolvido pelo próprio instituto em parceria com a Universidade de Stanford. Os resultados obtidos são indicadores sobre perigos climáticos que poderão afetar o município no futuro, visando prover insumos para o planejamento urbano e rural. Buscou-se responder a seguinte pergunta: “Como as mudanças climáticas e ameaças relacionadas ao clima irão evoluir em um futuro tendencial (*Business as usual*) com uso intensivo de combustíveis fósseis até 2050, considerando as principais preocupações da gestão pública?”

A metodologia se baseia em simulações climáticas globais desenvolvidas por instituições de pesquisa em todo o mundo e escalonadas pela NASA, dados históricos baseados em satélite fornecidos pelo ECMWF e um método de modelagem probabilística desenvolvido pelo WRI. Campinas participou da construção do método como cidade-piloto, e este está exposto a futuras revisões.

Este método requeriu dois tipos de dados, ambos de séries temporais de variáveis meteorológicas diárias, reduzidos a um nível de resolução espacial adequado para a eventual aplicação. Para isso, foi usado o conjunto de dados de registros históricos de reanálise ERA5 (ECMWF, 2022), um produto de dados de satélite do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo. O outro compilado de dados foi um conjunto de resultados reduzidos de modelos climáticos globais que trazem informações de previsão de tempo no futuro (GCMs). Essas séries temporais devem incluir os anos históricos cobertos pela série temporal de observação e também os anos futuros de interesse. Foi utilizado o produto NEX-GDDP-CMIP6 da NASA (NASA, 2022), que inclui resultados de 34 modelos, possuindo uma resolução de 0,25 graus, ou aproximadamente 25 km. Usou-se o cenário SSP5-8.5 do NEX-GDDP-CMIP6, que incorpora o cenário de altas emissões RCP 8.5, o qual reflete mais de perto as emissões históricas e os cenários plausíveis de emissões futuras.

Para seleção e calibração do modelo foi utilizado o ECMWF Reanálise v5, ou ERA5, um produto de dados de satélite do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas, cobrindo os anos de 1980 a 2015. O ERA5 tem uma resolução espacial de 31 km. Para poder apresentar estimativas concisas baseadas em modelos da frequência de eventos de perigo futuros, optou-se por selecionar os 3 (três) modelos climáticos com a menor diferença da raiz quadrada média (RMSE) quando comparado com observações correspondentes para o histórico período 1980-2015.

O objetivo foi prever o número de ocorrências de um evento climático específico durante um período de tempo futuro determinado em Campinas. As contagens de eventos de risco seguem um método estatístico e seguem uma distribuição multinomial. Foram retiradas amostras de distribuições multinomiais posteriores que foram parametrizadas usando uma prévia de Dirichlet, que, por sua vez, foi parametrizada usando contagens de eventos dos modelos climáticos. Nossas estimativas de média e intervalo de confiança são obtidas das amostras multinomiais.

Para a presente avaliação foram adotados 3 períodos de tempo, que são os horizontes de planejamento definidos no Plano Local de Ação Climática Integrada de Campinas:

- Curto Prazo: 2025 a 2032
- Médio Prazo: 2032 a 2040
- Longo Prazo: 2040 a 2050

Depois de conversas com técnicos da Prefeitura de Campinas e parceiros, foram selecionados para projeção climática 13 (treze) indicadores de perigos

climáticos futuros, relacionados a eventos de Calor, Frio, Precipitação e Estiagem, conforme tabela abaixo:

Tabela 2: Indicadores de perigos climáticos futuros.

| <b>Evento</b>           | <b>Indicador do Perigo Climático</b>                                     |
|-------------------------|--|
| <b>Eventos de Calor</b> | Número anual de ondas de calor   |
|                         | Dias com temperatura propícia à transmissão de arboviroses (> 25°C)      |
|                         | Dias mais quentes que o percentil 95                                     |
|                         | Temperatura anual mais alta  |
| <b>Eventos de Frio</b>  | Temperatura anual mais baixa   |
|                         | Dias com temperatura abaixo do percentil 5                               |
|                         | Dias com temperatura abaixo de 13°C                                      |
|                         | Número anual de ondas de frio (percentil 10)                             |
| <b>Precipitação</b>     | Precipitação diária anual mais alta                                      |
|                         | Precipitação total na temporada de chuva (Dezembro a Março) <sup>1</sup> |
|                         | Dias com precipitação acima de 100mm (risco de inundação)                |
| <b>Estiagem</b>         | Período de estiagem mais longo (Maio a Setembro) <sup>2</sup>            |
|                         | Período de estiagem mais longo (Dezembro a Março) <sup>1</sup>           |

Após o processamento das metodologias de cálculo escolhidas, os resultados da projeção climática para Campinas podem ser resumidos e evidenciados com as seguintes tendências principais:

**Temperatura:**

- ❖ O número anual de ondas de calor pode aumentar mais de 3x até 2050;
- ❖ O número de dias com temperaturas acima de 25°C tende a aumentar em 15% até 2050;
- ❖ O número de dias por ano com temperaturas acima do percentil 95 (32,6°C), pode dobrar até 2050;
- ❖ A temperatura anual mais alta pode subir em aproximadamente 20%, e a mais baixa em 40% até 2050;
- ❖ O número de dias com temperaturas abaixo do percentil 5 (10,3°C), tende a reduzir na faixa de 80% até 2050;

<sup>1</sup> Período considerado na Operação Verão, conforme [art 1º do Decreto 23.066/2023](#)

<sup>2</sup> Período considerado na Operação Estiagem, conforme [art 2º do Decreto 22.756/2023](#)

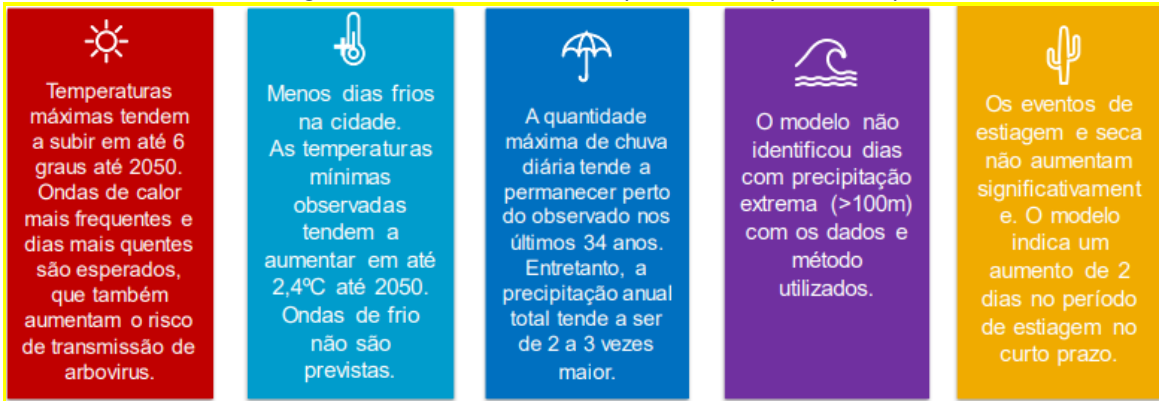
- ❖ Os dias com temperaturas abaixo de 13°C podem diminuir cerca de 70% até 2050;
- ❖ O número anual de ondas de frio tende a reduzir praticamente pelo menos até metade até 2050.

### **Precipitação:**

- ❖ O volume da precipitação total na temporada da chuva (Dezembro a Março) tende a aumentar em aproximadamente 10% até 2050.

Em resumo, a análise indicou as seguintes tendências climáticas para o município de Campinas (Figura 2):

*Figura 2: Tendências climáticas para o município de Campinas*



Fonte: World Resources Institute

### **1.2.4 Considerações sobre as Projeções Climáticas para Campinas**

É importante levar em conta que nenhum modelo numérico consegue simular com exatidão um evento climático futuro, pois há certa incerteza sobre a variabilidade natural do clima e incertezas da modelagem (modelos globais, regionais e de impactos). Esses fatores, denominados “incertezas” pela comunidade científica, fazem parte de qualquer projeção de mudança climática. Por isso é importante considerar os efeitos dessas incertezas sobre a magnitude e/ou os padrões da mudança do clima (MMA, 2016).

Os resultados acima apresentados não esgotam todas as possibilidades de análise, mas abrem caminhos para uma visão futura para o território. É fundamental o uso das informações sobre projeções climáticas na gestão de riscos climáticos. Parte

dessa avaliação está relacionada à identificação das vulnerabilidades socioambientais atuais dos sistemas e da população frente aos impactos e mudanças já observadas no comportamento de eventos extremos (MMA, 2016).

Por fim, cabe destacar que foi considerado para Campinas o pior cenário de mudanças climáticas (SSP5.8.5) do relatório AR6, publicado pelo IPCC (2023). Embora o futuro e a ação climática sejam incertos, o preceito recomendado para o planejamento urbano é de realizar ações sempre com precaução, considerando cenários extremos.

Naturalmente, a evolução da ciência e da ação climática no mundo nos providenciarão no futuro informações mais precisas e atualizadas para os anos subsequentes. Assim, a atualização periódica deste tipo de análise é recomendada para informar futuras revisões dos planos da cidade e do PLAC.

Considerando as citadas incertezas sobre a variabilidade natural do clima e a limitação metodológica dos modelos escolhidos, Campinas adotou como estratégia inicial de abordagem do PLAC focar na concentração de esforços para melhor compreender e internalizar as tendências, de forma mais ampla, para o clima na região onde o Município se encontra.

Finalmente, as análises realizadas já nos trazem um bom panorama para a ação climática em Campinas. Visando sempre a melhoria, o PLAC já parte com a premissa de incorporar em suas próximas revisões uma modelagem climática que considere as características intrínsecas e específicas de Campinas para que a projeção de cenários futuros ocorra de forma mais assertiva e local, trazendo, dessa forma, maiores possibilidades do desenvolvimento de ações no território.



## CAPÍTULO 2. RISCOS CLIMÁTICOS

As mudanças climáticas são um processo global que começou a ser quantificado e estudado no último século principalmente devido à intensificação de fatores antropogênicos que influenciam na variabilidade climática global. Tais alterações têm levado a um aumento de eventos climáticos extremos – como intensificação das chuvas e longas ondas de calor – os quais têm impactos adversos sobre os sistemas humanos e naturais (IPCC, 2021). Nas cidades, os impactos desses eventos extremos interagem entre si e somam-se a uma série de desafios urbanos – como a expansão urbana, desigualdades socioespaciais, pobreza, impactos ambientais –, perda da biodiversidade em áreas verdes.

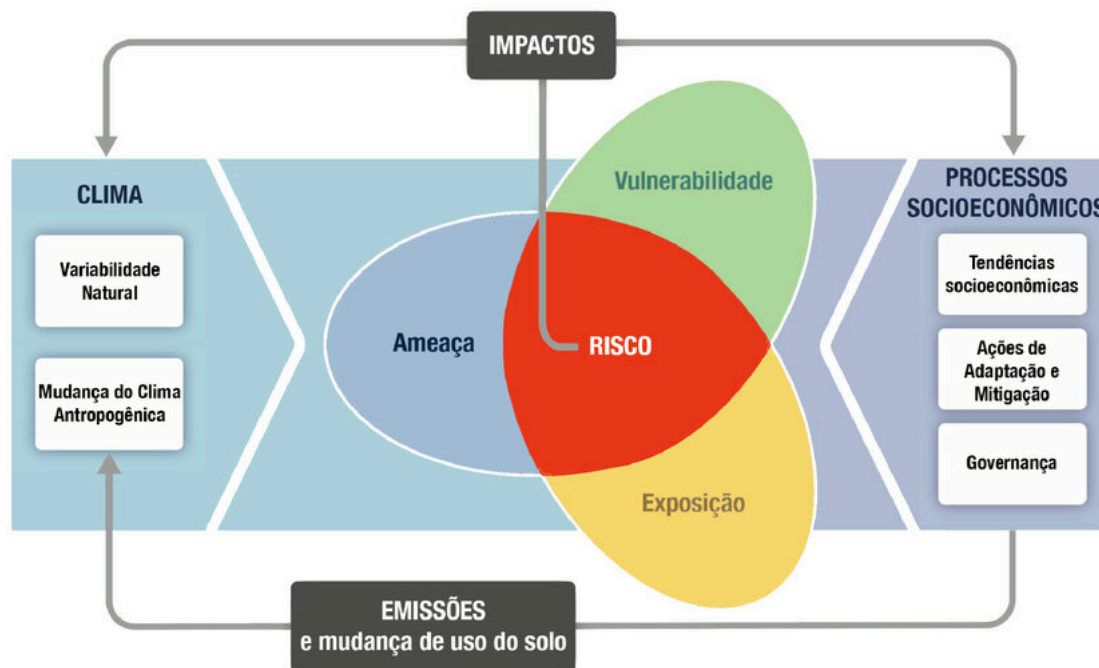
Desse modo, as mudanças climáticas trazem riscos climáticos que afetam as sociedades e territórios de maneiras diferentes e desiguais. A probabilidade de ocorrência de um desastre depende então dessas condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade adaptativa, inerentes aos perigos e sistemas sociais. Um modelo amplamente aceito para descrever a relação entre esses elementos é a representação do risco de ocorrência de um desastre como produto entre **perigo (ou ameaça), exposição e vulnerabilidade** (Tostevin e Gill, 2014), onde temos:

- **Perigo (ou Ameaça):** Evento natural ou fisicamente induzido pelo ser humano, ou tendência 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.
- **Exposição:** Refere-se à presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas; funções, serviços e recursos ambientais; infraestrutura ou recursos econômicos, sociais ou culturais em locais e configurações onde podem ser afetadas adversamente pelas ameaças.
- **Vulnerabilidade:** Refere-se à propensão ou pré-disposição a que um indivíduo, comunidade ou sistema possa ser afetado de maneira adversa – incluindo fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais. A vulnerabilidade também é determinada pela capacidade adaptativa.
- **Risco:** O potencial de consequências adversas (impactos) para sistemas humanos ou ecológicos, reconhecendo a diversidade de valores e objetivos associados a esses sistemas. No contexto das mudanças climáticas, os riscos podem surgir dos impactos potenciais das mudanças climáticas, bem como das

respostas humanas às mudanças climáticas. No contexto dos impactos das mudanças climáticas, os riscos resultam de interações dinâmicas entre perigos relacionados ao clima com a exposição e a vulnerabilidade do sistema humano ou ecológico afetado por essas ameaças.

**(Risco = ameaça x exposição x vulnerabilidade)**

Figura 3 : Definição de Risco Climático, segundo o AR5 do IPCC, 2014.



Compreender que as alterações projetadas para a temperatura e precipitações terão impactos sobre o território e sobre a população campineira, é fundamental para a Gestão dos Riscos e Desastres no município.

Por definição, desastres decorrem da interação entre eventos perigosos e sistemas sociais. De acordo com o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR), entende-se que um desastre é “uma grave interrupção do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade em qualquer escala devido a eventos perigosos interagindo com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a uma ou mais das seguintes perdas e impactos humanos: materiais, sociais, econômicos e ambientais”.

Estudos e monitoramentos já realizados permitem compreender o estado atual da exposição e vulnerabilidade da população campineira frente às atuais ameaças climáticas.

Dessa forma, é importante destacar que, devido às limitações e lacunas dos dados existentes (como por exemplo a desatualização do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS - 2010) e as projeções climáticas disponíveis com alto grau de incerteza para a construção da Avaliação de Riscos Climáticos de Campinas, foram consideradas como objeto de análise apenas as ameaças climáticas atuais.

Entretanto, quando for possibilitado o acesso aos dados mais atualizados, confiáveis e coerentes com a realidade de Campinas, esta metodologia de avaliação poderá ser revisada e complementada com as projeções de cenários climáticos futuros.

Em relação às ameaças climáticas existentes no Município, a Defesa Civil de Campinas apontou no Plano de Resiliência Campinas 2017-2020 (em processo de revisão) como as principais: inundações, estiagens, enxurradas, alagamentos, tornados, epidemias, deslizamentos de terra e erosões, tempestades e vendavais.

Em 2022, no âmbito da elaboração da Estratégia Municipal Multiescalar para Adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para a cidade de Campinas, o WRI realizou estudos mais detalhados para entender a distribuição geográfica da exposição e vulnerabilidade da população a quatro ameaças climáticas (ou perigos climáticos), sendo essas: inundações, alagamentos, deslizamentos de terra e ondas de calor. O estudo constatou que a população mais exposta e vulnerável de Campinas encontra-se principalmente na Zona Sul e Sudoeste do perímetro urbano, na Bacia do Rio Capivari (Cities4Forests, 2022). O mapa de vulnerabilidade pode ser encontrado na Figura 4.

Para a seleção dos perigos com maior relevância para a cidade de Campinas foi realizada uma adaptação da listagem de ameaças definidas pela Defesa Civil no âmbito do Plano de Resiliência Campinas 2017-2020 (Figura 5).

Figura 4. Áreas vulneráveis aos Perigos Climáticos de Campinas. Adaptado de Cities4Forests, 2022

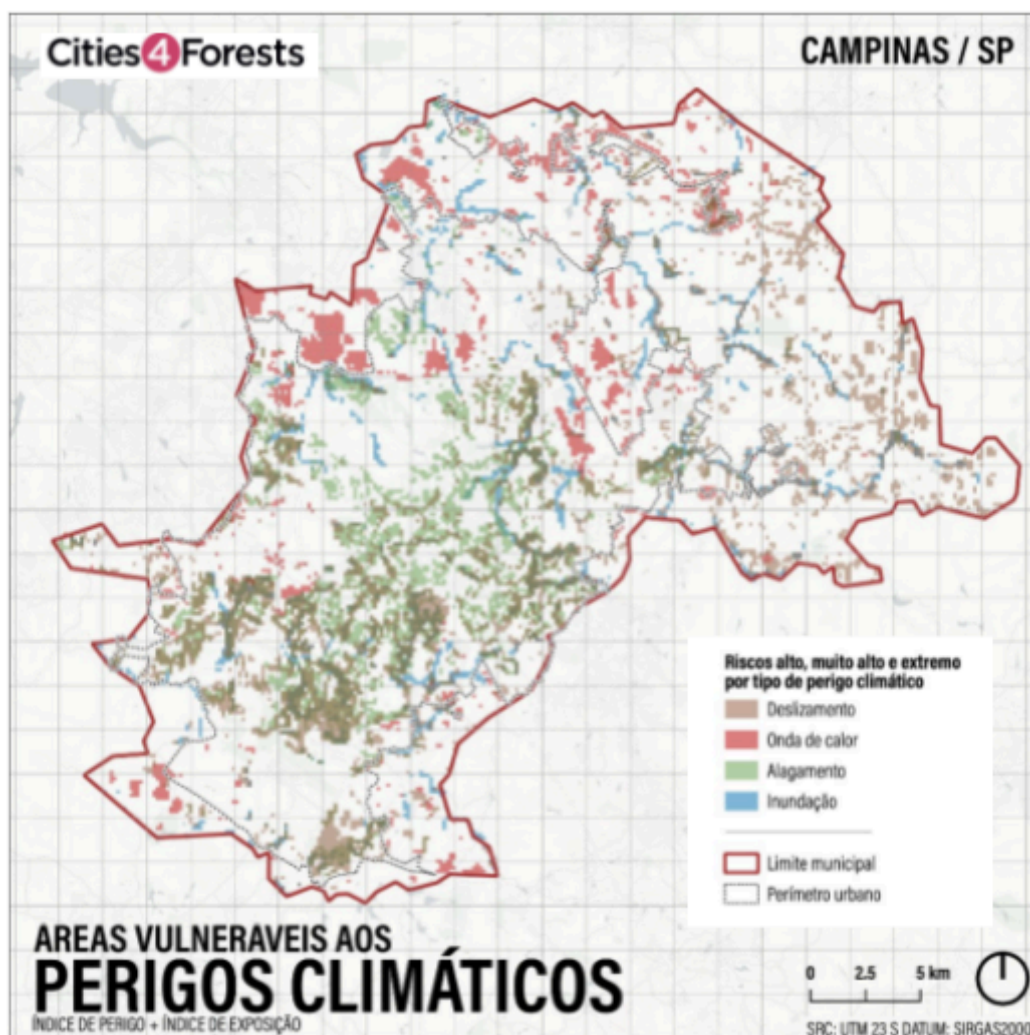


Figura 5 : Perigos considerados de maior relevância para a cidade de Campinas. Adaptado do Plano de Resiliência Campinas 2017-2020.






Usou-se como principal linha de corte a relação de potencialização da ocorrência da ameaça com processos de ocupação urbana desintegrada (como impermeabilização do solo, deficiências de drenagem e ocupação de encostas).




Assim, foram selecionadas as ameaças de Inundação, Alagamento, Deslizamento de Terra, Estiagem, Ondas de Calor e Epidemia (Dengue) como perigos a serem priorizados pelo PLAC.

Foram compilados estudos disponibilizados pela Prefeitura de Campinas, assim como foram realizadas análises específicas sobre a probabilidade de ocorrência desses eventos e a vulnerabilidade socioeconômica da população urbana, com a finalidade de identificar as áreas mais vulneráveis a cada um desses perigos.

Para efeito deste Plano, estão sendo consideradas as seguintes definições para os perigos (ou ameaças) selecionados, conforme Quadro 2:

*Quadro 2: Definições para os perigos (ou ameaças) no âmbito deste Plano Local de Ação Climática.*

|   |  |
|---|--|
|   | <p><b>Inundações:</b> Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície (COBRADE - 2012).</p>   |
|  | <p><b>Alagamentos:</b> Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas (COBRADE - 2012).</p>   |
|  | <p><b>Deslizamentos de terra:</b> Movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Frequentemente, os primeiros sinais desses movimentos são a presença de fissuras (COBRADE - 2012).</p> |

|   |   |
|---|---|
|  | <p><b>Estiagem:</b> Período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição (COBRADE - 2012).</p>   |
|  | <p><b>Ondas de Calor:</b> Período de 3 (três) dias ou mais consecutivos com Temperatura máxima diária acima do percentil 90 e acima do percentil 90 para a Temperatura mínima diária (Geirinhas et al, 2017).</p> |
|  | <p><b>Epidemias:</b> Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por vírus, bactérias, parasitas ou fungos (COBRADE - 2012).</p>                                     |

## 2.1. Elaboração dos Mapas de Riscos

Para realizar a composição cartográfica dos riscos climáticos atuais de Campinas utilizou-se a metodologia de análise multicriterial através de ferramentas de geoprocessamento com os dados espaciais mais atuais disponíveis. Posteriormente os dados foram rasterizados e somados, normalizados em escala de 0 a 1 e subdivididos em 5 classes de qualitativas de riscos: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta, com resolução espacial de 30 m x 30 m.

Para a construção dos mapas foram utilizados os dados do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS (2010) como componente da vulnerabilidade. As variáveis do IPVS apresentam duas dimensões:

- **Socioeconômica:** composta pelos dados de renda domiciliar per capita, rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio, porcentagem de domicílios com renda domiciliar per capita até 1/2 salário mínimo, porcentagem de domicílios com renda domiciliar per capita até 1/4 salário mínimo e porcentagem de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas.
- **Demográfica:** composta pelos dados de porcentagem de pessoas responsáveis pelo domicílio com 10 a 29 anos, porcentagem de mulheres responsáveis pelo domicílio com 10 a 29 anos, idade média das pessoas responsáveis pelo domicílio e porcentagem de crianças de 0 a 5 anos.

O processo de elaboração e avaliação dos mapas de riscos climáticos priorizou a vulnerabilidade para o sistema social (população), não sendo incluídas análises de riscos climáticos para os sistemas econômico, ambiental e de infraestrutura urbana.

A análise dos resultados considerou como unidade territorial as Áreas de Planejamento e Gestão (APG), instituídas pelo Plano Diretor Estratégico do município de Campinas (Lei Complementar nº 189/2018). As APGs têm como objetivo principal a gestão do território de forma integrada, possibilitando o acompanhamento, monitoramento e avaliação das normatizações e ações do Poder Público e das alterações das dinâmicas socioeconômicas ao longo do tempo, tanto pelo Poder Público como pela sociedade.

## 2.2. Inundação e Alagamento

De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), a inundação é o processo em que ocorre o transbordamento gradual de águas fluviais em áreas de planície fora dos limites normais de um curso de água, ou seja, em zonas que normalmente não se encontram submersas. As inundações são geralmente ocasionadas por chuvas distribuídas e alto volume acumulado na bacia de contribuição.

Já o processo de alagamento urbano é caracterizado pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Figura 6 : Ilustração de inundação e alagamento. Fonte: Berns, 2017.



A probabilidade de ocorrência de inundações e alagamentos depende de uma combinação de condicionantes naturais e antrópicas. Entre as condicionantes naturais destacam-se:

- formas do relevo;
- características da rede de drenagem da bacia hidrográfica;
- intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas;
- características do solo e o teor de umidade;
- presença ou ausência da cobertura vegetal.

Entre as condicionantes antrópicas citam-se:

- alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras);
- intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos d'água;
- uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água;
- disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água.

De acordo com mapeamento realizado pelo Serviço Geológico Brasileiro - CPRM em 2013, Campinas apresenta 13 (treze) setores de risco de inundação, conforme tabela abaixo:

*Tabela 2. Riscos de Inundação e locais de incidência no município. Elaboração Própria.*

| Risco Climático                             | Local  |
|---|--|
| Risco de inundação                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vale das Garças - Vila Holândia</li> </ul>  |
| Risco de inundação e solapamento de margens | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jardim Santa Mônica - Jardim São Marcos - Jardim Campineiro</li> <li>• Jardim Ipaussurama</li> <li>• Jardim Rossin - Jardim Florence II</li> <li>• Jardim Florence I</li> <li>• Jardim Campo Grande</li> <li>• Jardim Santo Antônio - Rua Martinica</li> <li>• Jardim Monte Cristo - Jardim do Lago I - Jardim das Bandeiras</li> <li>• Jardim Tamoio - Rua Salomão Abud</li> <li>• Jardim Itatiaia - Jardim São Fernando - Jardim Baronesa</li> <li>• Jardim Novo Flamboyant - Instituto Padre Haroldo</li> <li>• Sousas - Rua Quinze de novembro "Beco do Mokarzel"</li> <li>• Jardim Novo Flamboyant - "Buraco do Sapo"</li> </ul> |

Para análise espacial dos riscos de inundação foram utilizados os seguintes dados disponíveis pela Prefeitura Municipal de Campinas - PMC:



- **Ameaça:** a Carta de Suscetibilidade à Inundações (IPT, 2016) e sua atualização realizada pelo IPT para a Bacia do Capivari em 2023. Também foram utilizados os 14 polígonos de Thiessen neste estudo, os quais têm o objetivo de regionalizar a área de influência das precipitações, determinada por cada estação meteorológica dentro ou próxima ao território de Campinas. Para inundações considerou-se os meses de dezembro e janeiro, que são os meses com maior acúmulo de precipitação (CEPAGRI - UNICAMP, 1990-2023).
- **Exposição:** Utilizou-se o mapa disponível pelo MapBiomas Brasil de Uso do Solo de 2022, utilizando apenas a classe Área Urbanizada.
- **Vulnerabilidade:** Foi utilizado o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS (2010).

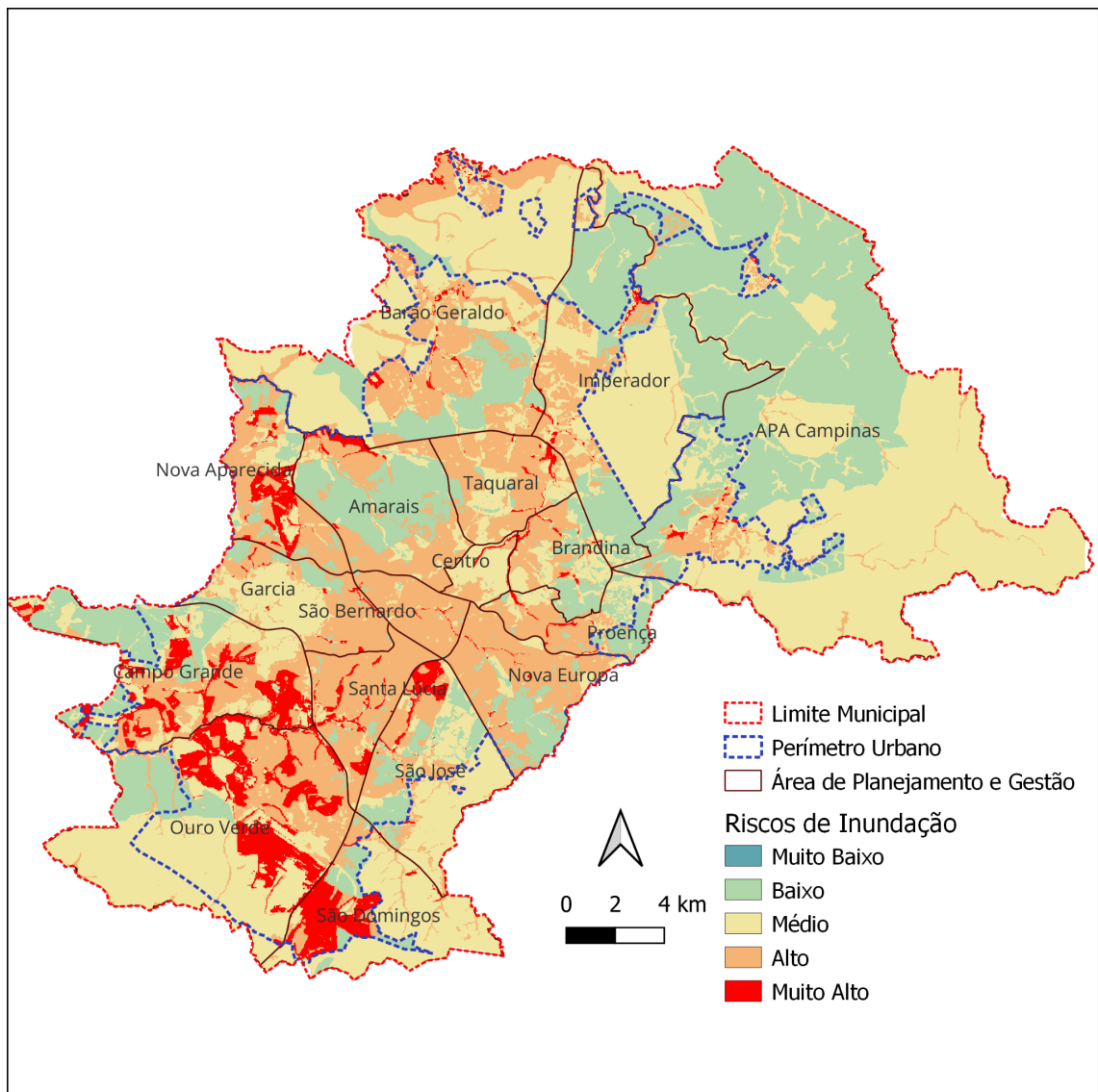
A análise se limitou apenas à suscetibilidade a inundações, uma vez que, a municipalidade não possui dados espacializados lineares ou de áreas de Alagamentos que poderiam contribuir para o estudo.

Assim, a Tabela 3 apresenta os dados utilizados e as notas atribuídas a cada categoria para compor o mapa de riscos de inundação. A Figura 7 apresenta o mapa de risco de inundação.

*Tabela 3: Análise Multicriterial para compor o Risco de Inundações de Campinas.*

| Camada                    | Classe/Qualitativa                                  | Categoria       | Análise Multicriterial |
|---------------------------|---|-----------------|------------------------|
| Suscetibilidade Inundação | Alta  | Ameaça          | 10                     |
| Suscetibilidade Inundação | Média   | Ameaça          | 6                      |
| Suscetibilidade Inundação | Baixa   | Ameaça          | 2                      |
| Thiessen/Dezembro         | 181 - 210 mm  | Ameaça          | 6                      |
| Thiessen/Dezembro         | 211 -230 mm   | Ameaça          | 7                      |
| Thiessen/Janeiro          | 198 -226 mm   | Ameaça          | 8                      |
| Thiessen/Janeiro          | 226,1 - 249 mm                                      | Ameaça          | 9                      |
| Thiessen/Janeiro          | 249,1- 264 mm                                       | Ameaça          | 10                     |
| Mapa Uso - Mapbiomas      | Área Urbanizada                                     | Exposição       | 10                     |
| IPVS                      | Baixíssima Vulnerabilidade                          | Vulnerabilidade | 1                      |
| IPVS                      | Muito Baixa Vulnerabilidade                         | Vulnerabilidade | 2                      |
| IPVS                      | Baixa Vulnerabilidade                               | Vulnerabilidade | 4                      |
| IPVS                      | Vulnerabilidade Média                               | Vulnerabilidade | 5                      |
| IPVS                      | Vulnerabilidade Alta (Urbanos)                      | Vulnerabilidade | 9                      |
| IPVS                      | Vulnerabilidade Alta (Rural)                        | Vulnerabilidade | 8                      |
| IPVS                      | Vulnerabilidade Muito Alta (aglomerados subnormais) | Vulnerabilidade | 10                     |
| IPVS                      | Não Classificado (vazios urbanos)                   | Vulnerabilidade | 0                      |

Figura 7: Mapa de Risco de Inundação. Elaboração Própria.



Como resultado da análise multicriterial foram identificadas as áreas com maiores riscos a eventos de inundações. Essas estão principalmente na região Sul, próxima do Rio Capivari na APG Campo Grande, Ouro Verde e São Domingos, também são destaques na APG São José os núcleos urbanos Jardim Monte Cristo e Parque Oziel, e na parte central destacam-se as Avenidas José de Sousa Campos (Norte Sul) e Orosimbo Maia.

Na APG APA Campinas as áreas mais urbanizadas possuem os maiores riscos com destaques para áreas próximas ao Rio Atibaia e Ribeirão das Cabras e ao núcleo urbano Jardim Conceição. Na APG Parque Imperador é destaque a região do Recanto dos Dourados, próxima ao Córrego do Tanquinho.

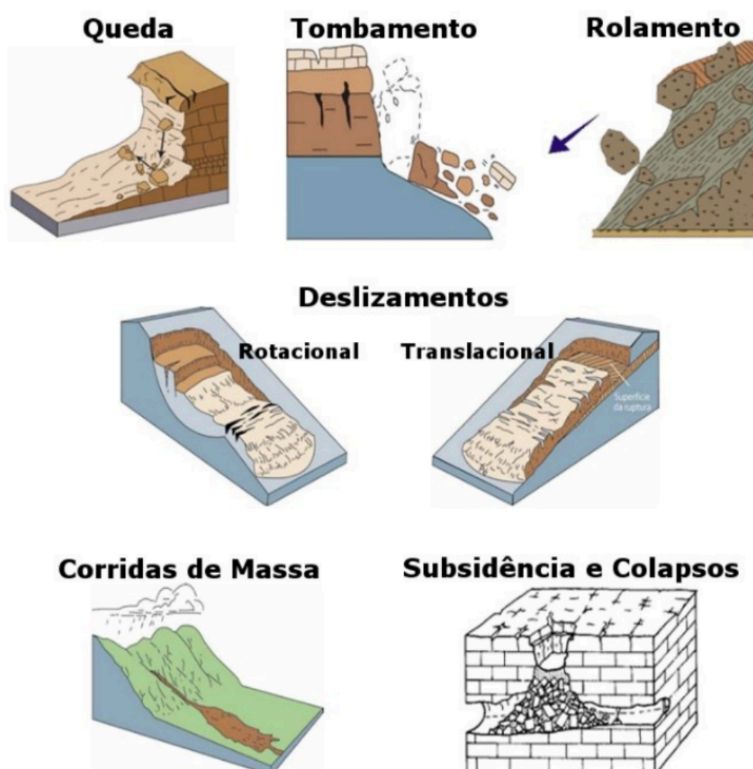
Na região oeste destacamos as APG Nova Aparecida e Amarais em áreas urbanizadas próximas ao Ribeirão Quilombo e núcleos urbanos como o Jardim São Marcos, Santa Mônica, entre outros.

Já na APG Barão Geraldo destacamos áreas urbanas com riscos Alto e Muito Alto próximas ao Córrego Ribeirão das Pedras e a região conhecida como Chácaras Piracambaia que estão próximas às várzeas do Rio Atibaia.

### 2.3. Deslizamento de Terra

Os deslizamentos são um dos nomes comumente dados aos movimentos de massa, que são movimentos de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade, geralmente potencializado pela ação da água. A Figura 8 apresenta os diferentes tipos de movimentos de massa de acordo com a mecânica do movimento e tipo de material desprendido.

Figura 8: Esquema de tipos de deslizamentos de terra. Fonte: Cemadem, 2017.



Algumas condições favorecem a ocorrência desses eventos, como: verões de chuvas intensas em regiões de grandes maciços montanhosos; atividades humanas como cortes em talude, aterros, depósitos de lixo, modificações na drenagem e desmatamentos, aumentando a vulnerabilidade das encostas; e ocupações irregulares, sem a infraestrutura adequada, em áreas de relevo íngreme.

Para o levantamento das áreas suscetíveis a deslizamentos em Campinas utilizou se:

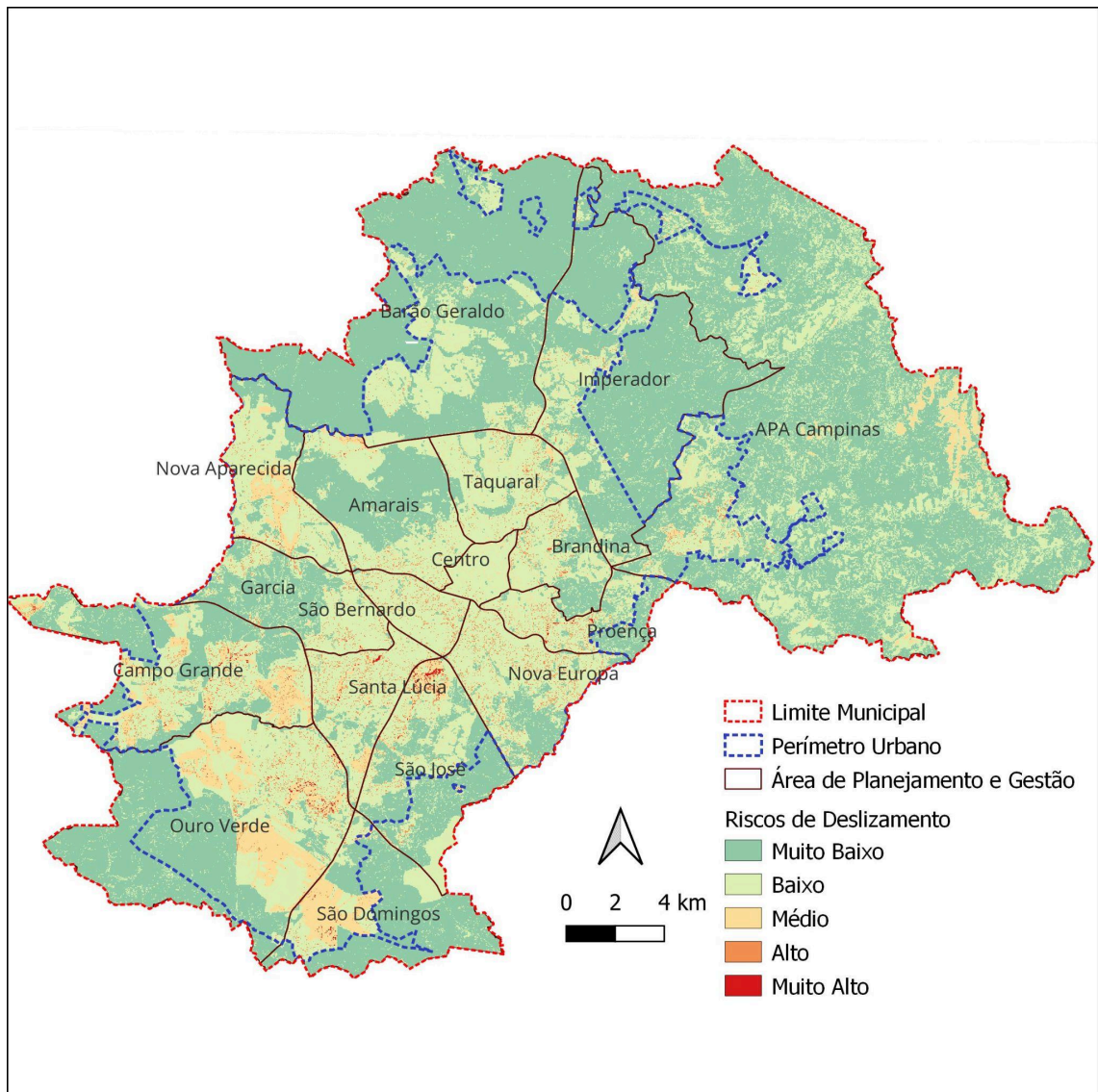
- **Ameaça:** O mapa de Suscetibilidade a Movimentos de Massa (IPT, 2012), que leva em consideração fatores geológicos e geomorfológicos de acordo com a metodologia desenvolvida pelo IPT, além de utilizar o mapa de declividade (superior a 30%) do município elaborado em 2014 através de levantamento aéreo com sensor LIDAR.
- **Exposição:** Utilizou-se o mapa disponível pelo MapBiomas Brasil de uso do solo para 2022, utilizando apenas a classe Área Urbanizada.
- **Vulnerabilidade:** Foi utilizado o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS (2010).

Assim a Tabela 4 apresenta os dados utilizados e as notas atribuídas a cada categoria para compor o mapa de riscos de deslizamentos.

Tabela 4: Análise Multicriterial para compor o Risco de Deslizamento de Terra de Campinas.

| Camada               | Classe/Qualitativa                                  | Categoria       | Análise Multicriterial |
|----------------------|---|-----------------|------------------------|
| Declividade          | > 30%   | Ameaça          | 9                      |
| Movimento de Massa   | Alta  | Ameaça          | 7                      |
| Movimento de Massa   | Média   | Ameaça          | 3                      |
| Movimento de Massa   | Baixa   | Ameaça          | 6                      |
| Mapa Uso - MapBiomas | Áreas Urbanizada                                    | Exposição       | 10                     |
| IPVS                 | Baixíssima Vulnerabilidade                          | Vulnerabilidade | 1                      |
| IPVS                 | Muito Baixa Vulnerabilidade                         | Vulnerabilidade | 2                      |
| IPVS                 | Baixa Vulnerabilidade                               | Vulnerabilidade | 4                      |
| IPVS                 | Vulnerabilidade Média                               | Vulnerabilidade | 5                      |
| IPVS                 | Vulnerabilidade Alta (Urbanos)                      | Vulnerabilidade | 9                      |
| IPVS                 | Vulnerabilidade Alta (Rural)                        | Vulnerabilidade | 8                      |
| IPVS                 | Vulnerabilidade Muito Alta (aglomerados subnormais) | Vulnerabilidade | 10                     |
| IPVS                 | Não Classificado (vazios urbanos)                   | Vulnerabilidade | 0                      |
| Setores Risco CPRM   | Deslizamento  | Vulnerabilidade | 10                     |

Figura 9: Mapa de Risco de Deslizamento de Terra. Elaboração Própria.



Verifica-se que Campinas não possui uma geomorfologia onde predomina o risco de deslizamentos, porém algumas regiões e áreas pontuais se destacaram como ao nordeste da APG APA Campinas, APG Santa Lúcia nos núcleos urbanos Jardim Monte Cristo e Parque Oziel e principalmente 5 (cinco) Setores de Riscos do CPRM listados abaixo:

- Setor 08 - Jardim Novo Flamboyant "Buraco do Sapo" (APG Brandina);
- Setor 11 - Jardim Andorinhas (APG Proença);
- Setor 13 - Parque Oziel (APG São José);
- Setor 15 - Jardim Irmãos Sigrist (APG São Domingos);
- Setor 18 - Jardim Campos Elíseos (APG Santa Lúcia).

## 2.4. Onda de Calor

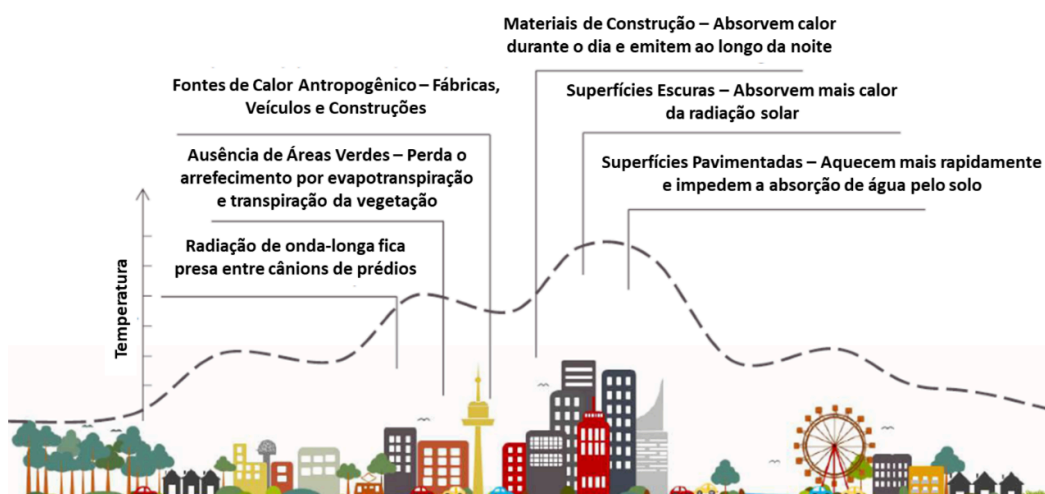
Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), agência vinculada à ONU, uma onda de calor “ocorre quando num intervalo de pelo menos seis dias consecutivos a temperatura máxima diária é superior em 5°C ao valor médio diário no período de referência”.

As ondas de calor estão entre os perigos naturais mais ameaçadores, podendo durar vários dias e com impacto significativo na sociedade, sobretudo nos números de morte. Mas apesar disso, raramente recebem atenção adequada porque seu poder de destruição nem sempre é imediatamente óbvio.

A alteração no padrão de temperatura causado pelas ondas de calor traz impactos principalmente à saúde humana, em particular aos grupos de população mais sensíveis (idosos, crianças e pessoas com doenças crônicas e cardiopulmonares, gestantes e população em situação de rua), causando sintomas como desidratação, exaustão, mal-estar, fadiga, dor de cabeça, irritabilidade, indisposição e agravamento de doenças preexistentes. Além disso, as ondas de calor também aumentam os riscos de incêndios florestais e impactam setores como agricultura e energia.

A ocorrência desses eventos tem relação direta com fenômenos meteorológicos que possam causar o aumento de temperatura, redução de precipitações e o prolongamento dessas condições. Porém algumas condicionantes naturais e antrópicas também podem potencializar os seus impactos, como a quantidade horas de sol, a qualidade do ar, a disponibilidade de áreas verdes e corpos d'água, a concentração de construções, superfícies escurecidas e disponibilidade de sombras (Figura 10).

Figura 10: condicionantes naturais e antrópicas também podem potencializar os impactos das ondas de calor. Adaptado de Banco Mundial, 2021.



Um estudo conduzido por pesquisadores da Unicamp mostra que a cidade de Campinas registrou aumento de 1,2 °C na média das temperaturas máximas no período entre 1989 e 2022. O trabalho analisou dados de 34 anos da série histórica diária de temperaturas do município de Campinas, coletados na estação do CEPAGRI. Esse estudo revela, também, que a média das temperaturas máximas registradas em Campinas, nesse período, foi de 28,4 °C e aponta uma tendência de aumento crescente do aquecimento ao longo dos anos. Na década de 1990, a média de temperaturas máximas foi de 27,9 °C. Na de 2000, esse índice subiu para 28,3 °C. Já na década de 2010, chegou a 29,0 °C. Os pesquisadores verificaram, ainda, que a média das temperaturas máximas nos meses de verão subiu em 1,3 °C e, nos períodos de inverno, em 1,8 °C. O verão de 2014 foi 2,64 °C mais quente, se comparado com a média do verão do período de 1989-2003. O mesmo ocorreu na primavera de 2012 (+2,43 °C) e no inverno de 2010 (+1,96 °C)” (NUNES, 2023).

O estudo da Unicamp também mostra que as ocorrências de dias de calor aumentaram de forma acelerada a partir dos anos 2000. Essas ondas são caracterizadas por períodos de seis ou mais dias consecutivos de temperaturas altas. Os pesquisadores constataram que, até 2001, não haviam sido identificados períodos de altas com essa duração. A partir de 2002, no entanto, tais episódios tornaram-se frequentes. A primeira onda preocupante surgiu ainda em 2002, com 16 eventos. Foram 96 dias do ano com temperaturas máximas acima da média das máximas. Nos anos seguintes, houve registro de uma pequena queda, mas as temperaturas voltaram

a aumentar significativamente a partir de 2010, quando foram registrados 13 desses episódios, somando 78 dias no ano. Dois anos depois, em 2012, foram 17 períodos de seis ou mais dias consecutivos com temperaturas máximas elevadas, totalizando 102 dias. O recorde veio em 2014, quando foram registrados nada menos que 30 desses fenômenos na cidade de Campinas.

Para análise espacial dos riscos de onda de calor foram utilizados os seguintes dados disponíveis:

- **Ameaça:** Imagem de Satélite Sentinel 3 (temperatura) do dia 14/11/2023 às 22:30, sendo um dia com baixa nebulosidade e dentro de um período registrado como onda de calor.
- **Exposição:** Utilizou-se o mapa disponível pelo MapBiomas Brasil de Uso do Solo de 2022, utilizando apenas a classe Área Urbanizada.
- **Vulnerabilidade:** Foi utilizado o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS (2010).

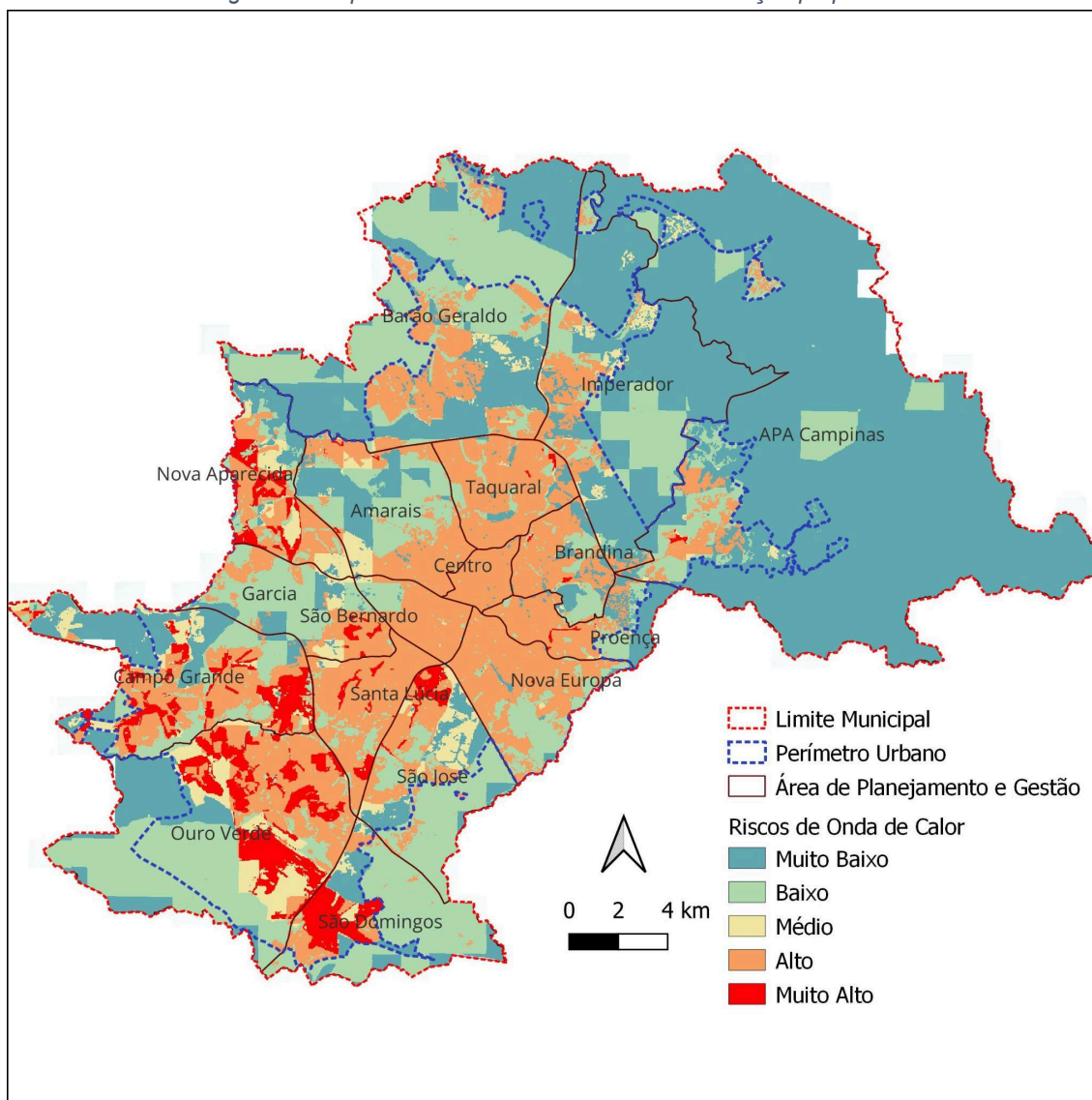
Assim, a Tabela 5 apresenta os dados utilizados e as notas atribuídas a cada categoria para compor o mapa de riscos de onda de calor. A Figura 11 apresenta o mapa de risco de onda de calor.

*Tabela 5: Análise Multicriterial para compor o Risco de Onda de Calor de Campinas.*

| Camada   | Classe/Qualitativa                                     | Categoria       | Análise Multicriterial |
|--|--|-----------------|------------------------|
| Temperatura Sentinel 3<br>(14/11/2023)<br>22:30 da noite | Menor que 15° C  | Ameaça          | 1                      |
| Temperatura Sentinel 3<br>(14/11/2023)<br>22:30 da noite | Entre 15 e 19,9 °C                                     | Ameaça          | 1                      |
| Temperatura Sentinel 3<br>(14/11/2023)<br>22:30 da noite | Entre 20 e 26,4 °C                                     | Ameaça          | 4                      |
| Temperatura Sentinel 3<br>(14/11/2023)<br>22:30 da noite | Entre 26,4 e 30 °C                                     | Ameaça          | 7                      |
| Temperatura Sentinel 3<br>(14/11/2023)<br>22:30 da noite | Mais que 30 °C   | Ameaça          | 10                     |
| Mapa Uso - MapBiomas                                     | Áreas Urbanizada                                       | Exposição       | 10                     |
| IPVS   | Baixíssima Vulnerabilidade                             | Vulnerabilidade | 1                      |
| IPVS   | Muito Baixa Vulnerabilidade                            | Vulnerabilidade | 2                      |
| IPVS   | Baixa Vulnerabilidade                                  | Vulnerabilidade | 4                      |
| IPVS   | Vulnerabilidade Média                                  | Vulnerabilidade | 5                      |
| IPVS   | Vulnerabilidade Alta (Urbanos)                         | Vulnerabilidade | 9                      |
| IPVS   | Vulnerabilidade Alta (Rural)                           | Vulnerabilidade | 8                      |
| IPVS   | Vulnerabilidade Muito Alta<br>(aglomerados subnormais) | Vulnerabilidade | 10                     |



Figura 11. Mapa de Risco de Onda de Calor. Elaboração própria.



Através da análise dos resultados verificamos que a região mais afetada é a APG Ouro Verde, São Domingos, Campo Grande e Nova Aparecida. Já a APG APA Campinas se destacou como uma área de risco Muito Baixo, possuindo apenas o núcleo urbano Jardim Conceição com risco Muito Alto.

A região central com urbanização consolidada ficou classificada como risco Alto com alguns núcleos urbanos em destaque com risco Muito Alto.

Importante destacar que as áreas de vulnerabilidade social alta e muito alta evidenciam os maiores riscos de ondas de calor, demonstrando a relevância dos fatores socioeconômicos (renda média, qualidade da habitação, infraestrutura urbana e acesso aos sistemas de saúde) na gestão dos seus impactos.

## 2.5. Estiagem

Segundo o CEMADEN, estiagem é um período prolongado de escassez de chuvas e redução significativa da umidade do solo. Essa condição climática pode afetar a disponibilidade de água para atividades humanas e impactar a agricultura, a pecuária e os recursos hídricos.

Os baixos índices pluviométricos nos períodos chuvosos registrados a partir 2013 e intensificados nos anos de 2014 e 2015, ocasionaram uma crise hídrica no Estado de São Paulo com prejuízos significativos para o abastecimento público (MARENGO, J. A., 2016).

Segundo o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a estiagem entre os meses de outubro de 2013 e março de 2014 foi a mais intensa nas estações chuvosas desde 1890, ano em que as medições pluviométricas foram iniciadas pelo órgão.

Para análise espacial dos riscos de estiagem foram utilizados os seguintes dados disponíveis:

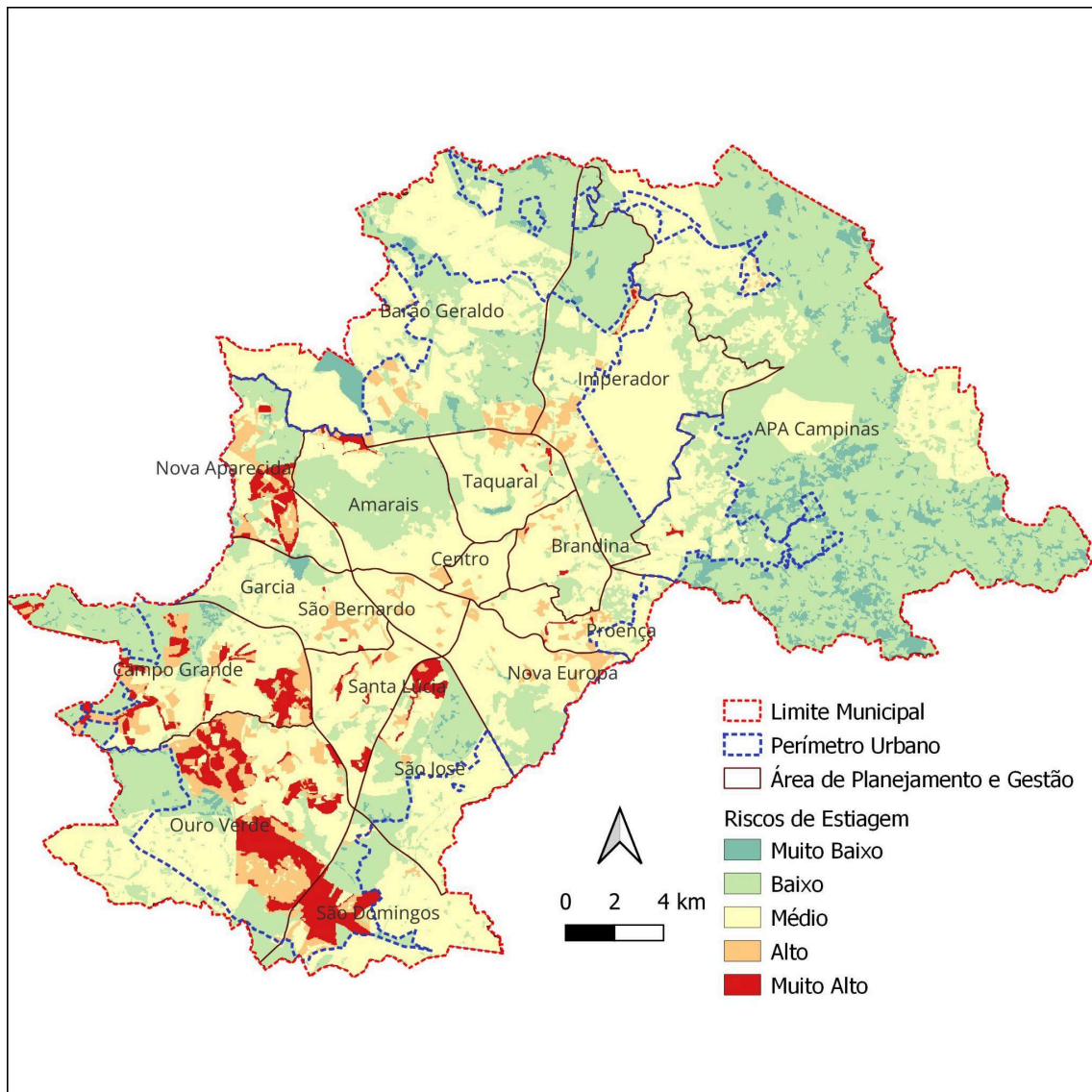
- **Ameaça:** Foram utilizados os 14 polígonos de Thiessen neste estudo, os quais têm o objetivo de regionalizar a área de influência das precipitações, determinada por cada estação meteorológica dentro ou próxima ao território de Campinas. Para estiagem considerou-se os meses de julho e agosto, que são os meses com menor acúmulo de precipitação.
- **Exposição:** Utilizou-se o mapa disponível pelo MapBiomas Brasil de Uso do Solo de 2022, utilizando as classificações listadas na Tabela 6..
- **Vulnerabilidade:** Foi utilizado o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS (2010).

Assim, a Tabela 6 apresenta os dados utilizados e as notas atribuídas a cada categoria para compor o mapa de riscos de estiagem. A Figura 12 apresenta o mapa de risco de estiagem.

Tabela 6: Análise Multicriterial para compor o Risco de Estiagem de Campinas.

| Camada                | Classe/Qualitativa  | Categoria       | Análise Multicriterial |
|-----------------------|---|-----------------|------------------------|
| Thiessen/julho        | 30-40   | Ameaça          | 7                      |
| Thiessen/julho        | 24-30   | Ameaça          | 8                      |
| Thiessen/agosto       | 30-35   | Ameaça          | 9                      |
| Thiessen/agosto       | 25-30   | Ameaça          | 10                     |
| Mapa Uso - MapBiomias | Formação Florestal  | Exposição       | 5                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Silvicultura  | Exposição       | 6                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Campo Alagado e Área Pantanosa  | Exposição       | 5                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Pastagem  | Exposição       | 8                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Lavoura Temporária +cana e soja   | Exposição       | 7                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Mosaico de Usos - Usos Agrícolas  | Exposição       | 7                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Área Urbanizada   | Exposição       | 10                     |
| Mapa Uso - MapBiomias | Outras Áreas não Vegetadas (desde áreas impermeáveis como rodovias até áreas de solo exposto - poucas áreas com essa classificação em Campinas) | Exposição       | 5                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Afloramento Rochoso   | Exposição       | 0                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Mineração   | Exposição       | 0                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Rio, Lago   | Exposição       | 5                      |
| Mapa Uso - MapBiomias | Lavoura Perene  | Exposição       | 6                      |
| IPVS                  | Baixíssima Vulnerabilidade  | Vulnerabilidade | 1                      |
| IPVS                  | Muito Baixa Vulnerabilidade   | Vulnerabilidade | 4                      |
| IPVS                  | Baixa Vulnerabilidade   | Vulnerabilidade | 5                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Média   | Vulnerabilidade | 6                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Alta (Urbanos)  | Vulnerabilidade | 8                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Alta (Rural)  | Vulnerabilidade | 9                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Muito Alta (aglomerados subnormais)   | Vulnerabilidade | 10                     |
| IPVS                  | Não Classificado (vazios urbanos)   | Vulnerabilidade | 0                      |

Figura 12. Mapa de Risco de Estiagem. Elaboração própria.



O mapa de estiagem também destacou as APG de Ouro Verde, São Domingos, São José, Campo Grande e Nova Aparecida e Barão Geraldo, mais precisamente próximo ao Córrego Quilombo no núcleo urbano.

## 2.6. Epidemia (Arboviroses)

De acordo com o CEMADEN, uma epidemia pode ser considerada como a ocorrência ou frequência de uma doença em uma população, com elevação progressiva, inesperada e descontrolada do número de casos.

As arboviroses são um grupo de doenças virais que são transmitidas principalmente por artrópodes, como mosquitos e carrapatos. Essas enfermidades podem causar uma variedade de sintomas, desde febre leve até complicações mais sérias, sendo algumas delas potencialmente fatais. Os principais vetores das arboviroses são os mosquitos, em particular, os gêneros *Aedes*, *Culex* e *Anopheles*. Esses insetos se tornam portadores dos vírus ao picar uma pessoa infectada e, subsequentemente, passam o vírus para outras pessoas durante suas picadas (Ministério da Saúde, 2024).

### Dengue

A dengue representa um importante problema de saúde pública, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais. É uma doença viral, transmitida por artrópodes (mosquitos) e segundo informações da Organização Mundial da Saúde (OMS) houve um aumento de 30 vezes na incidência nos últimos 50 anos globalmente. O *Aedes aegypti*, vetor que transmite a doença no meio urbano, necessita de água para o seu desenvolvimento larvário, portanto, fatores como abastecimento irregular de água, coleta de lixo e a variabilidade térmica pode estar associada ao aumento de casos da doença. Além da ocupação urbana desordenada, degradação ambiental, gestão inadequada do ambiente doméstico e comportamento humano estão associados à manutenção e expansão do vetor na América Latina.

O aumento populacional rápido em Campinas colaborou para vários destes fatores. A população da cidade saltou de cerca de 376 mil habitantes na década de 1970 para 665 mil habitantes em 1980 e manteve-se em crescimento nos anos seguintes, passando de 1 milhão nos dias atuais, considerando que trata-se de um município sede da Região Metropolitana de Campinas.

Com relação à dengue, o município apresenta casos autóctones desde 1996. Chamando a atenção os anos epidêmicos de 2007 (causada pelo sorotipo

DEN-3) com 11.442 casos. O ano de 2014 (causado pelos sorotipos DEN-1 e DEN-4) teve um total de 42.405 casos. O ano de 2015 foi o ano com o maior número de casos da série histórica Campineira, com 65.754 casos no total. Tendo ainda os anos epidêmicos de 2019 com 26.341, 2022 com 11.277, 2023 com 11.504 casos.

O município de Campinas possui um Comitê Municipal de Enfrentamento das Arboviroses e Zoonoses que visa conectar políticas públicas intersetoriais efetivas no combate às doenças zoonóticas e vetoriais de importância em Saúde Pública. Considerando que o impacto destas doenças bem como seu enfrentamento exige uma ação coordenada e articulada de vários setores da administração pública.

Para análise espacial do risco de epidemia, foram utilizados os seguintes dados disponíveis:

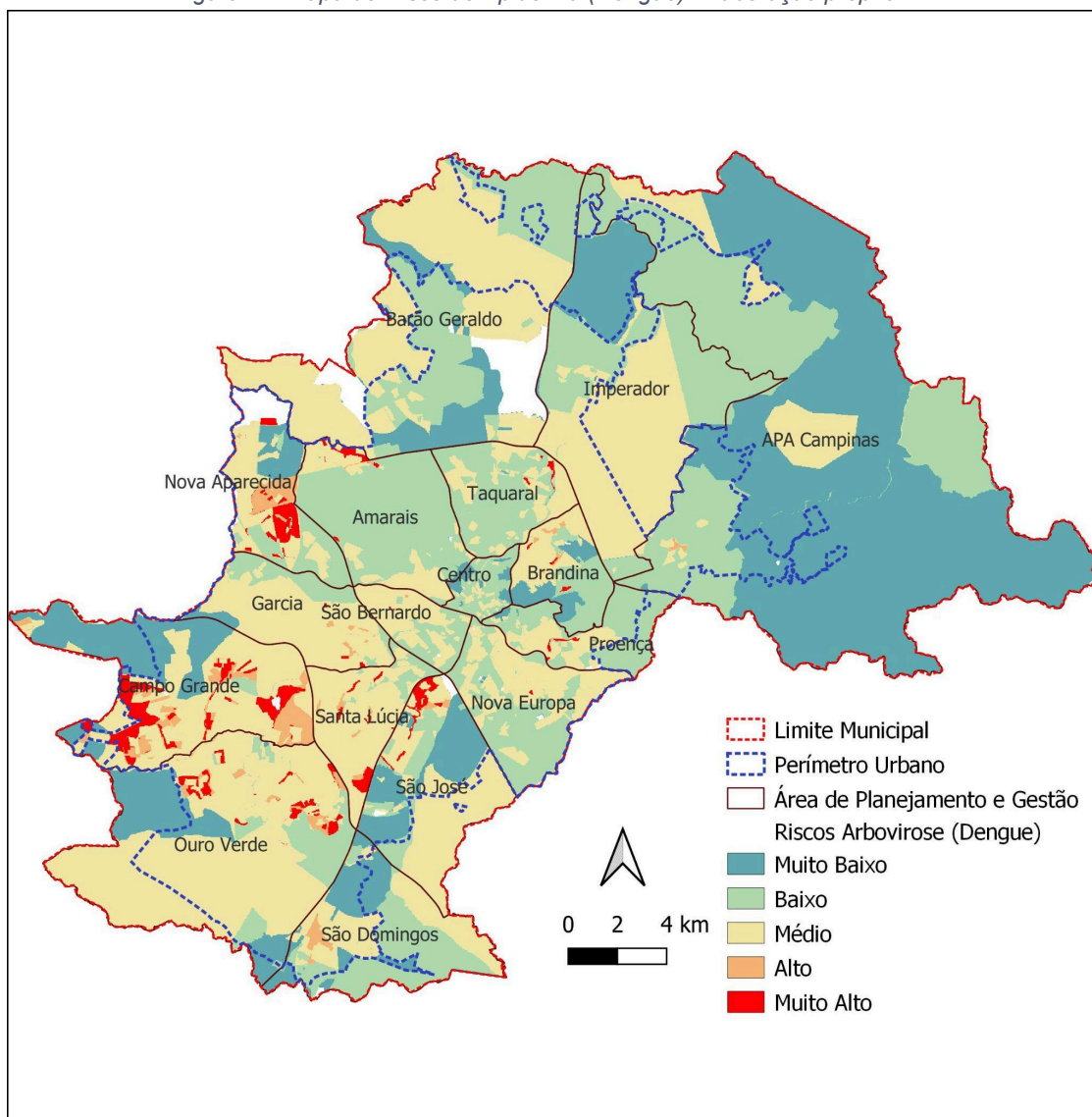
- **Ameaça:** Foram utilizados a regionalização dos 66 Centros de Saúde - CS disponibilizados pela Secretaria Municipal da Saúde, nele se utilizou a Incidência de Dengue para 100 mil habitantes para a área de abrangência de cada Centro de Saúde nos anos epidêmicos (2014, 2015, 2019, 2022 e 2023), para a análise multicriterial utilizou-se a mediana desses anos divididas em cinco classes conforme a Tabela 7.
- **Exposição:** Utilizou-se o mapa de densidade Demográfica elaborado no Censo de 2010 por setores censitários com as classificações listadas na Tabela 7.
- **Vulnerabilidade:** Foi utilizado o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS (2010).

Assim, a Tabela 7 apresenta os dados utilizados e as notas atribuídas a cada categoria para compor o mapa de riscos de epidemia. A Figura 13 Mapa de Análise retrospectiva dos casos de Dengue considerando a densidade demográfica, vulnerabilidade social e incidência de dengue nos anos epidêmicos de 2014, 2015, 2019, 2022 e 2023.

Tabela 6: Análise Multicriterial para compor a análise espacial.

| Camada                | Classe/Qualitativa                                  | Categoria       | Análise Multicriterial |
|-----------------------|---|-----------------|------------------------|
| Incidência de dengue  | 0 - 431,8   | Ameaça          | 2                      |
| Incidência de dengue  | 431,9 - 863,6                                       | Ameaça          | 4                      |
| Incidência de dengue  | 863,7 - 1295,5                                      | Ameaça          | 6                      |
| Incidência de dengue  | 1295,6 - 1727,3                                     | Ameaça          | 8                      |
| Incidência de dengues | > 1727,4  | Ameaça          | 10                     |
| Densidade Demográfica | 0 - 25 hab/hec                                      | Exposição       | 1                      |
| Densidade Demográfica | 25 - 50 hab/hec                                     | Exposição       | 2                      |
| Densidade Demográfica | 50 - 80 hab/hec                                     | Exposição       | 3                      |
| Densidade Demográfica | 80 - 100 hab/hec                                    | Exposição       | 4                      |
| Densidade Demográfica | 100 - 200 hab/hec                                   | Exposição       | 5                      |
| Densidade Demográfica | 200 - 400 hab/hec                                   | Exposição       | 6                      |
| Densidade Demográfica | 400 -600 hab/hec                                    | Exposição       | 7                      |
| Densidade Demográfica | 600 - 800 hab/hec                                   | Exposição       | 8                      |
| Densidade Demográfica | 800 - 1000 hab/hec                                  | Exposição       | 9                      |
| Densidade Demográfica | 1000 +hab/hec                                       | Exposição       | 10                     |
| IPVS                  | Baixíssima Vulnerabilidade                          | Vulnerabilidade | 1                      |
| IPVS                  | Muito Baixa Vulnerabilidade                         | Vulnerabilidade | 4                      |
| IPVS                  | Baixa Vulnerabilidade                               | Vulnerabilidade | 5                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Média                               | Vulnerabilidade | 6                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Alta (Urbanos)                      | Vulnerabilidade | 8                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Alta (Rural)                        | Vulnerabilidade | 9                      |
| IPVS                  | Vulnerabilidade Muito Alta (aglomerados subnormais) | Vulnerabilidade | 10                     |
| IPVS                  | Não Classificado (vazios urbanos)                   | Vulnerabilidade | 0                      |

Figura 12: Mapa de Risco de Epidemia (Dengue). Elaboração própria.



Os resultados da análise multicriterial retrospectiva dos casos de Dengue considerando a densidade demográfica, vulnerabilidade social e incidência de dengue nos anos de 2019 a 2023, mostraram que a maior parte do território urbano de Campinas encontra-se com Risco médio dentro destes critérios. Os destaques de Riscos Alto e Muito Alto ficaram concentrados em alguns núcleos urbanos, mas principalmente na APG Campo Grande, nas regiões dos Loteamento Cidade Satélite Íris, Jardim Lisa e na região do Parque da Floresta.

Na APG Nova Aparecida os destaques para Risco Muito Alto são para as regiões e no entorno dos bairros, Vila Olímpia, Jardim Rosália, Boa Vista e Três Marias, já para APG dos Amarais os Riscos Muito Alto ficaram concentrados na região do Loteamento Vila Esperança localizado à direita do Córrego Quilombo e os núcleos



residenciais do Jardim São Marcos e Santa Mônica localizados nas margens esquerda do referido córrego.

Na região ao sul de Campinas, na APG Santa Lúcia as áreas que se concentraram o Risco Muito Alto estão na região do Jardim Itatinga, na APG Ouro Verde, nas regiões dos bairros Jardim Rosália, Eldorado dos Carajás e Santo Antônio, já na APG São José a região dos núcleos residenciais Monte Cristo, Parque Oziel, Parque Santa Marta, Jardim das Bandeiras e Camboriú ficaram classificados como Risco Muito Alto.

Para a região mais central de Campinas APG Taquaral e Brandina os Riscos Muito Alto ficaram concentrados nos núcleos Residenciais Novo Flamboyant, Guaraçaí, Vila Brandina I, Getúlio Vargas e Gêneseis.

## 2.7. Multirrisco

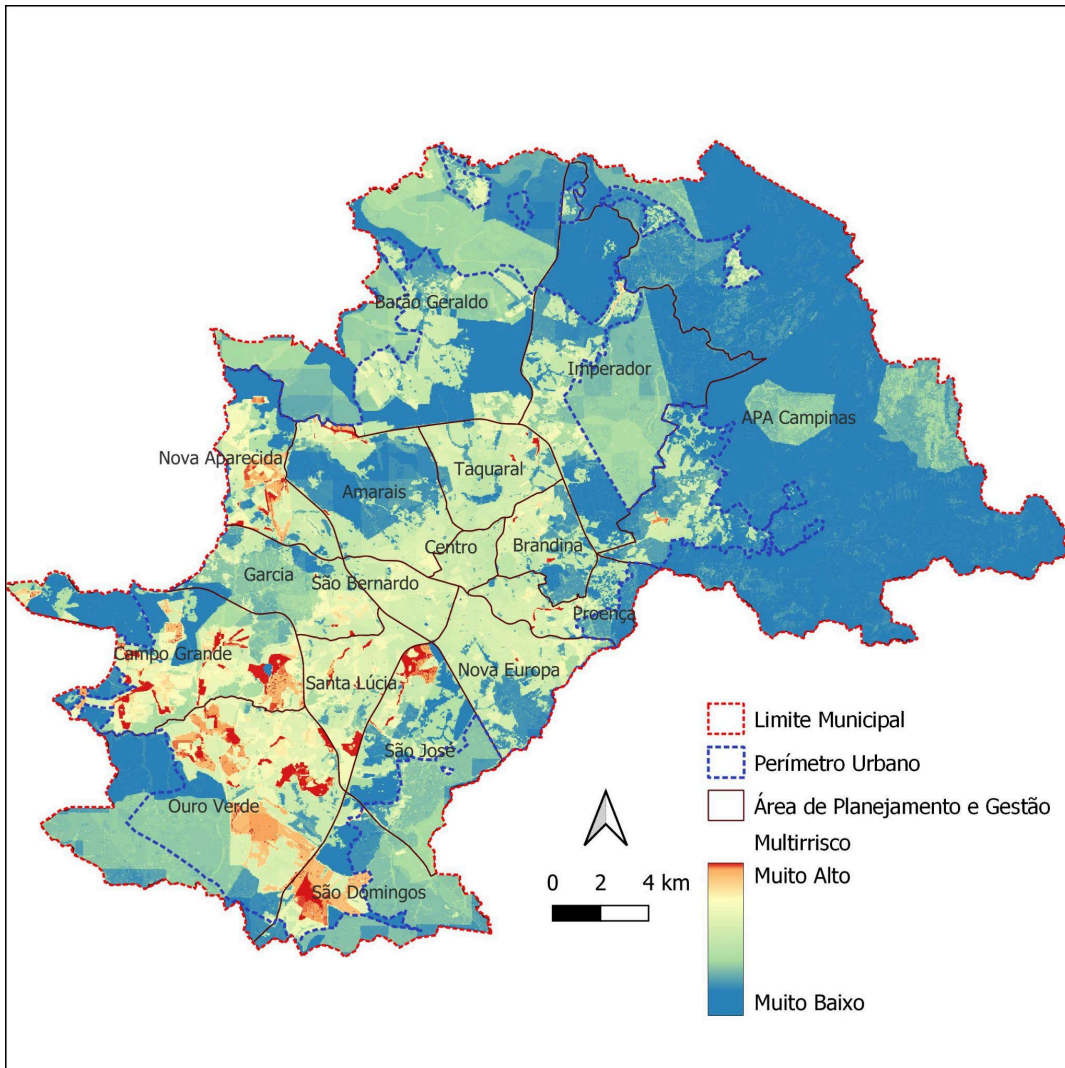
A análise do Multirrisco Climático foi realizada por meio da soma simples dos 5 (cinco) Riscos Climáticos analisados (Inundação, Deslizamento de Terra, Onda de Calor, Estiagem e Epidemia (Dengue), classificados em escala linear (Muito Baixo a Muito Alto) conforme pode ser observado na figura 13.

A análise do Multirrisco evidenciou as principais regiões de Campinas que demandam atenção com relação às mudanças climáticas, sendo as APG Ouro Verde, São Domingos, Campo Grande, Santa Lúcia, São José e Nova Aparecida as maiores áreas com risco elevado.

A metodologia adotada que focou nas áreas urbanas e considerou a vulnerabilidade social em todos os riscos deixou em destaque os principais núcleos urbanos que se originaram de maneira informal, esses além de possuírem maior vulnerabilidade social, também concentram uma grande parcela da população, assim os resultados são coerentes com a proposta metodológica que se adotou.

Logo, os resultados proporcionam um diagnóstico recente do município, embora o uso dos dados do IPVS seja de resultados do Censo de 2010, entendemos que esses ainda tem representação adequada no espaço territorial de Campinas.

Figura 13: Mapa de Multirrisco Climático. Elaboração Própria.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta presente Avaliação de Risco Climático evidenciou a importância da existência de pesquisas e metodologias tanto para conhecer o histórico climático de Campinas quanto para entender tendências climáticas futuras.

A elaboração de mapas para cada risco climático teve como objetivo compreender como esses riscos se distribuem no território, evidenciando as regiões com maiores e menores ocorrências. Em linhas gerais, as regiões que apresentam maiores riscos estão localizadas ao Sul e Sudoeste do município, e as com menores riscos ao Norte e Nordeste. A área mais central possui risco mediano, com alguns pontos específicos de maior e menor risco.

Convém destacar que os impactos das mudanças climáticas afetam muitos indivíduos e comunidades de maneira desproporcional, como consequência a vulnerabilidade climática tende a aumentar a vulnerabilidade social e econômica de pessoas de baixa renda, ampliando a desigualdade, a extrema pobreza e a fome no mundo (IPCC, 2021).

Nesse contexto, características socioeconômicas, como gênero, cor, faixa etária, classe social, local de origem compõem um conjunto de condicionantes que se somam como eixos de pressão e influenciam no grau de exposição ao risco, no poder de resposta e na capacidade adaptativa de diferentes grupos às ameaças climáticas (LOUBACK, 2022).

A análise dos mapas de riscos evidenciou que as áreas de maiores vulnerabilidades sociais foram determinantes na delimitação das áreas de riscos climáticos Alto e Muito Alto. Esse fato potencializa a necessidade de priorizar o grupo da linha de frente nas ações de adaptação e resiliência por serem os mais vulneráveis às mudanças climáticas. O grupo da linha de frente integra as pessoas mais susceptíveis aos danos causados por eventos extremos e crises (sanitárias, econômicas e políticas), devido ao acúmulo de deficiências no acesso a recursos e condições adequadas de moradia, trabalho e renda (C40 Cities & WRI, 2020).

No âmbito do planejamento de ação climática integrada, aplicar uma estratégia centrada em justiça climática e a inclusão social é essencial para lidar com os desafios das mudanças climáticas. Em Campinas, a integração destes conceitos no PLAC é fundamental para promover uma transição para uma economia de baixo carbono, que

resulte em redução de desigualdades, fortalecimento da resiliência climática de comunidades mais vulneráveis e desenvolvimento sustentável.

Para implementação das ações climáticas definidas no PLAC será de extrema importância o atendimento às seguintes diretrizes, estratégicas para a promoção da justiça climática:

- Garantir a igualdade de gênero nas estratégias de adaptação, incluindo a promoção do empoderamento feminino, o acesso a oportunidades e recursos, bem como a participação ativa das mulheres nas políticas climáticas;
- Garantir que as estratégias de adaptação levem em consideração as especificidades e necessidades das comunidades da linha de frente, promovendo a inclusão;
- Garantir acesso a serviços e infraestrutura urbana, trabalho e renda e a governança participativa;
- Atender às diferentes demandas geracionais, principalmente, de idosos e criança e ampliar a representatividade de grupos etários na elaboração de estratégias de adaptação;
- Promover a integração de políticas urbanas e climáticas inclusivas, fortalecendo a capacidade adaptativa e a garantia do direito à cidade, como o acesso a serviços básicos e a infraestrutura de saneamento, moradia, mobilidade, trabalho e renda e acesso às áreas verdes sociais;
- Ampliar o monitoramento e avaliação de dados segregados por gênero, raça, faixa etária e situação de domicílio, considerando as dimensões rural e urbana;
- Buscar também meios de avaliar e monitorar indicadores para medir o progresso e o impacto das medidas da agenda climática na redução de desigualdade e inclusão social.

Outras diretrizes de extrema relevância para o planejamento da ação climática integrada são as estratégias de resiliência e redução de riscos climáticos através da aplicação dos 10 Princípios para uma Cidade Resiliente (UNISDR, 2015). Campinas assumiu internacionalmente a responsabilidade de desenvolver e implementar uma estratégia participativa e multissetorial de redução de risco de desastres e resiliência e tomar medidas efetivas para tornar a cidade resiliente.

Nesse sentido, o Plano de Resiliência de Campinas é outro importante instrumento para as políticas de adaptação às mudanças climáticas e para a implementação de ação climática integrada na cidade. Com o intuito de tornar Campinas uma cidade resiliente, o plano foi desenvolvido no âmbito da Campanha Construindo Cidades

Resilientes 2020 (MCR 2030) com o objetivo de mapear ações e sincronizar agendas e programas que contribuam para a Redução do Risco de Desastres a nível local. Portanto, o Plano Local de Ação Climática de Campinas deve estar em sinergia e complementaridade com o Plano de Resiliência da cidade, atualmente em revisão no âmbito da Campanha MCR 2030.

Por fim, é imprescindível avançar na incorporação e integração da Justiça Climática e Redução de Riscos de Desastres nas ações climáticas, priorizando a participação das pessoas mais vulneráveis nesse processo e entender como os riscos tendem a se comportar em cenários futuros.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Classificação e Codificação Brasileira De Desastres - Cobrade 2012**. Acesso em 18/12/2023. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/D/OCU\\_cobrade2.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/D/OCU_cobrade2.pdf)

BLOG. **MOVIMENTO DE MASSA**. 2017. CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTA DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/deslizamentos/>

BLOG. **VOCÊ SABE A DIFERENÇA ENTRE ENCHENTE, INUNDAÇÃO, ENXURRADA E ALAGAMENTO?** BERNES, Gioce. 2017 Disponível em: <https://acqualisengenharia.com.br/eng/wp-content/uploads/2018/05/Enchente.jpg>

C40 Cities e WRI Ross Center for Sustainable Cities, 2020. **Needs Assessment Module. C40 Climate Action Planning**. Disponível em: [https://web.archive.org/web/20230204223456/https://wrirosscities.org/sites/default/files/Needs\\_Assessment\\_Module\\_update-Jan2020.pdf](https://web.archive.org/web/20230204223456/https://wrirosscities.org/sites/default/files/Needs_Assessment_Module_update-Jan2020.pdf)

CAMPINAS. **Plano de Resiliência de Campinas 2017-2020**. 2017. Acesso em 15/12/2023. Disponível em: [https://portal-api.campinas.sp.gov.br/sites/default/files/anexos\\_avulsos/plano\\_de\\_resiliencia\\_campinas\\_2017\\_2020\\_portugues.pdf](https://portal-api.campinas.sp.gov.br/sites/default/files/anexos_avulsos/plano_de_resiliencia_campinas_2017_2020_portugues.pdf). Acesso em: 15/12/2023.

CAMPINAS. **Lei Complementar nº 189/2018: Plano Diretor Estratégico do município de Campinas, 2018**. Disponível em: <https://bibliotecajuridica.campinas.sp.gov.br/index/visualizaratualizada/id/132100>.

CEMADEN. **Glossário - CEMADEN Educação**. Acesso em 08/03/2024. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/glossario/>.

CEPAGRI-UNICAMP (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - Universidade Estadual de Campinas), 2022. **Climatologia Campinas**. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/graficos>

Cities4Forests. **Estratégia municipal multiescalar para adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) para a cidade de Campinas**. WRI Ross Center for Sustainable Cities, Dezembro, 2022. Disponível em: [https://portal-api.campinas.sp.gov.br/sites/default/files/anexos\\_avulsos/Estrat%C3%A9gia%20multiescalar%20para%20SBN%20para%20Campinas\\_Dez\\_22\\_FINAL.pdf](https://portal-api.campinas.sp.gov.br/sites/default/files/anexos_avulsos/Estrat%C3%A9gia%20multiescalar%20para%20SBN%20para%20Campinas_Dez_22_FINAL.pdf)

ECMWF (). 2022. “ERA5: Data Documentation.” July 14.  
<https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/ERA5%3A+data+documentation>

GALINA, Márcia Helena. **Mudanças climáticas de curto prazo: tendência dos regimes térmicos e hídricos e do balanço hídrico nos municípios de Ribeirão Preto, Campinas e Presidente Prudente (SP) no período de 1969-2001.** 2002. 221 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95723>.

GEIRINHAS, J.L., TRIGO, R.M., LIBONATI, R., COELHO, C.A.S., PALMEIRA, A.C. **Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil.** 2017. INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY. ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.5294. Disponível em: [https://www.cptec.inpe.br/pesquisadores/caio.coelho/Geirinhas\\_et\\_al\\_2017\\_low.pdf](https://www.cptec.inpe.br/pesquisadores/caio.coelho/Geirinhas_et_al_2017_low.pdf)

SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados). Governo do Estado de São Paulo. **ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL, versão 2010.** Acesso em 04/04/2024. Disponível em: [https://ipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/principais\\_resultados.pdf](https://ipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/principais_resultados.pdf)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** 2014. Part A: Global and Sectoral Aspects, Graphics, 25: Emergent Risks and Key Vulnerabilities, Figure 19-1. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/emergent-risks-and-key-vulnerabilities/>. Acesso em 15/12/2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC): **Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis.** 2021. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Disponível em: [Climate Change 2021: The Physical Science Basis | Climate Change 2021: The Physical Science Basis \(ipcc.ch\)](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/)

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo). **CARTAS DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES, 1:25.000 - NOTA TÉCNICA EXPLICATIVA.** Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000 livro eletrônico: nota técnica explicativa / coordenação Omar Yazbek Bitar. -- São Paulo:, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. – (Publicação IPT; 2016) 5 Mb; PDF. Software utilizado: QGIS 3.28. Disponível em: [https://informacao-didc.campinas.sp.gov.br/exporta\\_shp.php?id=50](https://informacao-didc.campinas.sp.gov.br/exporta_shp.php?id=50)

LOUBACK, Andréia C. **Quem precisa de justiça climática no Brasil? 1ª Edição, Brasil: Editora Observatório do Clima.** 2022. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/p1100002.pdf>

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 3, p. 485-494, mês. 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/100879/112855>

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **O que são arboviroses.** 2024. Acesso em 30/03/2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses>.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 1: estratégia geral.** Portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaozoniodesertificacao/plano-nacional-de-adaptacao>

MCTI (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO), 2016. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Volume III.** Acesso em 03/04/2024. Disponível em: [https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/4312/4/2016\\_terceira\\_comunicacao\\_nacional\\_brasil\\_convencao\\_quadro\\_nacoes\\_unidas\\_sobre\\_mudanca\\_clima\\_v3.pdf](https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/4312/4/2016_terceira_comunicacao_nacional_brasil_convencao_quadro_nacoes_unidas_sobre_mudanca_clima_v3.pdf)

NASA (National Aeronautics and Space Administration). **NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP-CMIP6).** 2022. August 27. [https://www.nccs.nasa.gov/sites/default/files/NEX-GDDP-CMIP6-Tech\\_Note.pdf](https://www.nccs.nasa.gov/sites/default/files/NEX-GDDP-CMIP6-Tech_Note.pdf)

NUNES, Tote. **Temperatura máxima em Campinas sobe em média 1,2° C em 34 anos.** 2023. *Jornal da Unicamp*, Edição 691, Campinas, 07 a 20 de agosto de 2023. Disponível em <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/691/temperatura-maxima-em-campinas-sobe-em-media-12eg-c-em-34-anos>

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística de São Paulo (SEMIL), 2022. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo. NOTA TÉCNICA SOBRE AS PROJEÇÕES CLIMÁTICAS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, ANO BASE 2040.** Julho, 2022. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2022/08/c5\\_nota\\_tecnica\\_projecoes\\_climaticas\\_consema.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2022/08/c5_nota_tecnica_projecoes_climaticas_consema.pdf), consulta em 11.05.2023.

TOSTEVIN, R.; GILL, J. **Hazards and the Himalaya – Landslides and Earthquakes. Geology for Global Development.** Junho de 2014. Acesso em 25/03/2024. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/313185393\\_Hazards\\_and\\_the\\_Himalaya](https://www.researchgate.net/publication/313185393_Hazards_and_the_Himalaya).



UNDRR. **Terminologia da Estrutura Sendai sobre Redução de Risco de Desastres**. Acesso em 03/04/2024. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/disaster>

UNDRR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030**. Disponível em: <https://www.undrr.org/quick/11409>, consulta em 15.12.2023.