

Diagnósticos do clima urbano e o planejamento territorial de cidades da Região Metropolitana de Campinas (RMC) no contexto da Agenda 2030

Palavras-Chave: clima urbano; conforto térmico; riscos climáticos; agenda 2030.

Autores(as):

João Pedro de Moraes Instituto de Geociências – IG

Profª Drª Aline Pascoalino Instituto de Geociências – IG

INTRODUÇÃO:

O Brasil teve historicamente em sua diplomacia um papel relevante como mediador de questões globais e de liderança regional, agindo com êxito em relações sul-sul. Com a ampliação das preocupações relacionadas às questões ambientais, o Brasil tomou frente neste debate, exaltando a relevância de proteção da Amazônia e liderando em grande parte os debates e concretizando um grande marco internacional que foi representado pela Rio 92. Todavia, nos últimos anos este papel de protagonismo se estagnou, especialmente pelos movimentos políticos internos do país, de modo que os recentes relatórios, como Relatório Luz 2022 ou o Sustainable Development Report, indicam que o Brasil tem regredido em vários aspectos. Segundo o primeiro relatório citado, das 169 metas colocadas dentro dos 17 objetivos, o país está em retrocesso em 112 dessas metas e tem um progresso satisfatório em apenas uma meta. Apesar do histórico diplomático ter se voltado fortemente para as questões ambientais, a história do ordenamento territorial brasileiro tem uma preocupante ausência de propostas de gestão urbana que considerem a qualidade ambiental e de vida (Santos, 2005).

Deste modo o país tem um grande desafio para alcançar as metas da agenda 2030 e melhorar a qualidade de vida da população. Por esse motivo, é iminente a necessidade de encarar esses objetivos de forma séria e integrada, com o intuito de no mínimo parar de regredir nas metas da agenda 2030. Neste sentido, a climatologia geográfica compõe-se de arcabouço teórico-metodológico necessário para pensar projetos de gestão urbana que possam operar em diferentes direcionamentos para avançar no cumprimento das metas da agenda 2030, que priorizem melhoras na qualidade de vida dentro das cidades. Assim se analisarmos os ODS 17, 13, 11, e 3, é possível perceber um campo de atuação comum entre estas temáticas, que incorporam uma visão integrada entre fatores responsáveis por menores níveis de conforto térmico e de vulnerabilidade climática (Tyler, 2012; Algeciras, 2016; Satorras, 2020) e como se dá a distribuição dos recursos sociais (Peet, 1975) que geram as diferentes temporalidades e densidades técnicas (Santos, 2006). Pode-se, portanto, tratar de uma proposta de gestão que reconheça de forma mais objetiva como os fatores ambientais impactam de formas diferenciadas os indivíduos dentro da cidade, sendo central para isso o entendimento da construção social do fenômeno natural (Nascimento, 2018), ou seja, o entendimento do clima urbano como risco climático, produto da produção e reprodução desordenada e desigual deste espaço.

A partir do que foi exposto a pesquisa se propôs a apresentar uma linha de discussão diagnóstica que permita pensar a gestão do clima urbano como uma das maneiras de incorporar o cumprimento das metas da agenda 2030, a partir de projetos que funcionem de maneira integrada,

com métricas e propostas adequadas para o contexto espacial do Brasil (Gagge 1973; Rothfus 1990; Höpfe, 1999; Santos, 2009; Algeciras, 2016; Jamei, 2015; Satorras, 2020).

METODOLOGIA:

O caminho metodológico da pesquisa é composto por três etapas principais que permitiram estruturar a análise. Na primeira etapa o aprofundamento na abordagem do clima urbano como risco climático conforme Nascimento Júnior (2018) e revisão das análises que compreendem o clima urbano como derivação ambiental, partindo principalmente do Sistema Clima Urbano (SCU), de Monteiro (1976) permitiu integrar os demais estudos de clima urbano que tomam seus pressupostos como base e utilizam de forma mais concisa técnicas aplicadas de descrição clima urbano e identificação do uso e cobertura do solo mas podem carecer de propostas gestão o território, como foi possível aferir a partir da revisão com pesquisas e trabalhos técnicos que utilizam os mais diversos parâmetros mas falham em aferir caminhos para a gestão da cidade e que poderiam vir a ser utilizados em políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial da cidade.

Para a segunda etapa, foi necessário de entender as métricas adequadas para planejar a gestão do clima urbano para isso foram utilizados a base de dados previamente coletada em pesquisas de campo, referente aos dados de temperatura e umidade do ar, obtidos no desenvolvimento da primeira pesquisa de iniciação científica intitulada por: “*Varição térmica em áreas de conurbação: um estudo do clima urbano na Região Metropolitana de Campinas (RMC)*”. Os dados foram aplicados para fazer testes e análises utilizando-se dos pacotes de *python* ‘*Pythermalcomfort*’ (Tartarini, 2020) e ‘*Thermofeel*’ (Brimacombe, 2022) e foram usados para comparar os índices PET (Höpfe, 1999), *Universal Thermal Climate Index* (UTCI) (Jendritzky 2012), *Standard effective temperature* (Gagge 1973) ou *Heat index* (Rothfus 1990). A partir disto foi feita a leitura e aprofundamento dos planos diretores de Campinas, Sumaré e Hortolândia, a análise dos dados e aprofundamento na literatura dos planos diretores rapidamente demonstrou uma insuficiência para a síntese de um caminho de políticas públicas, levando a necessidade da utilização de dados uso de sensoriamento remoto com dados térmicos para conseguir avançar na delimitação de um diagnóstico para a gestão do clima urbano.

Assim foi necessário, a coleta de dados de satélite foram retiradas da plataforma “Sentinel Hub EO Brower”, que coleta imagens do satélite Landsat para trazer desenvolvimentos relacionados a uma gestão urbana a partir de dados acessíveis, Assim foi utilizada a banda 10, correspondente a faixa do infravermelho termal - 10.6 - 11.19 μm , com resolução espacial de 30 metros e sensor TIRS e resolução temporal de 16 dias, para transformar os dados em temperatura em celsius foi utilizado a fórmula $-(1321.08/\ln(774.89(3420E-04*landsat.banda.10+0.1)+1))-273.15$ (Coelho, 2013). Em seguida foram feitos procedimentos de sensoriamento remoto para visualização dos dados na imagem. Com essa leitura dos diferentes índices, leituras dos planos diretores, e dos materiais derivados das informações geoprocessadas, foi possível identificar alguns cenários do clima urbano, responsáveis por menores níveis de conforto térmico e que indicassem maiores níveis de vulnerabilidade climática (Tyler, 2012), permitindo agora visualizar alguns caminhos para a gestão do clima urbano.

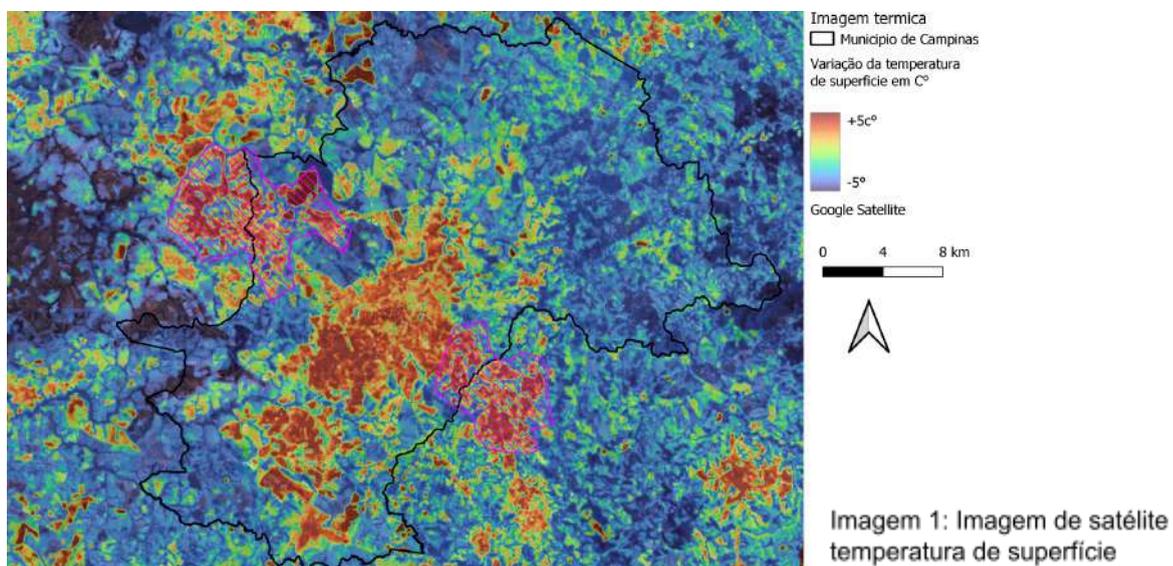
Para a terceira etapa do projeto, foram exploradas formas de integração entre políticas de planejamento urbano que possam auxiliar no cumprimento das metas da agenda 2030 e que incorporem os fenômenos derivados do clima urbano, partindo-se das conclusões alcançadas quanto aos exercícios anteriores. Neste sentido foi feita a análise dos pontos 17 (Parcerias e meios de implementação) - metas 17.7 e 17.14 - 13 (ação climática) - metas 13.1, 13.2 e 13.b - 11 (cidades e comunidades sustentáveis) - metas 11.5 e 11.3 - e 3 (saúde e bem estar) - meta 3.4 - a partir disto se mostrou possível avançar de forma conjunta na agenda 2030 a partir da devida gestão e ordenamento territorial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A partir da análise dos dados e comparação entre as métricas analíticas de temperatura foi possível concluir que, como demonstrado na literatura, dentre os índices o que se mostra mais adequado para usos mais amplos é o UTCI, onde o *Standard effective temperature* ou *Heat index* podem ser utilizados e apresentam vantagens de uso por sua maior simplicidade nas variáveis mas podem deixar a desejar na profundidade da análise, e o PET, dado sua maior complexidade, é mais cabível para perspectivas mais aprofundadas, compreendendo as características da população local, se mostrando úteis para o aprofundamento em regiões com população mais vulnerável, um uso adequado seria selecionar regiões com maiores concentrações de idosos e usar o índice para a partir disso gerar propostas.

Os índices, por sua vez, mesmo dentro de suas limitações características apresentam uma facilidade de serem implementados em nível gestacional e facilmente automatizados para informar e direcionar decisões governamentais, todavia, apesar desta facilidade, o aprofundamento da pesquisa rapidamente demonstrou que, no contexto da região metropolitana de Campinas, não há recursos suficientes para manter uma base atualizada e informada com os valores necessários. É evidente portanto que o enfrentamento ao avanço das mudanças climáticas na região metropolitana de Campinas, está defasado, uma vez que não é possível gestar o clima urbano quando não se tem informações institucionais suficientes para direcionar os caminhos de planejamento. Neste sentido foi necessário repensar a abordagem e buscar outra fonte que possa complementar uma leitura da cidade, a qual possa ser usada institucionalmente para entender o nexos entre o espaço e o clima urbano, para isso foi feita a análise a partir do sensoriamento remoto, que providencia caminhos para iniciar um pensamento analítico para políticas públicas.

A partir da imagem é possível identificar áreas de maior prioridade para a atuação, a visualização da variação da temperatura de superfície tem uma amplitude total 10 graus, se nota o considerável aquecimento na região central de Campinas intercalado por áreas com cobertura vegetal que amenizam a temperatura, reforçando a importância das áreas verdes para o clima e qualidade de vida na cidade, neste sentido ao se afastar da zona mais central do município de Campinas é possível visualizar áreas mais amplas com temperaturas de superfície consideravelmente mais baixas. Chama atenção na imagem térmica as regiões demarcadas em rosa (imagem 1), as quais demonstram a existência de uma integração entre o campo térmico de Campinas-Valinhos e Campinas-Hortolândia-Sumaré, reforçando as conclusões da pesquisa anterior “*Variação térmica em áreas de conurbação: um estudo do clima urbano na Região Metropolitana de Campinas (RMC)*”.



As áreas conurbadas apresentam uma considerável dificuldade para gestão pública, uma vez que podem apresentar diversos conflitos, podendo envolver jurisdições, governanças ou custos, todavia uma abordagem correta e integrada para uma gestão nessas regiões podem trazer diversos benefícios, para além da melhora na qualidade de vida, permite aproximar os municípios, trazer mais estabilidade e abrir possibilidade de investimentos em regiões que muitas vezes apresentam indicadores sociais e econômicos mais baixos, quando comparados a totalidade dos municípios.

Os planos diretores dos municípios das demarcadas demonstram abordagens extremamente vagas quando se refere à qualidade ambiental e praticamente ausente quando se refere a gestão climática propriamente dita, ocorrem sempre menções a qualidade de vida a partir de diferentes óticas, no plano diretor de Sumaré a abordagem da importância da preservação das áreas verde para a amenização do microclima urbano, algo similar se mostra no plano diretor de Valinhos onde se menciona sobre a importância da arborização para o conforto térmico, sendo estes os planos diretores mais completos, ainda que bastante defasados, em relação a gestão climática na cidade.

CONCLUSÕES:

Assim existem algumas linhas que podem ser discutidas para uma atuação efetiva de melhora da qualidade ambiental. Primeiramente é impreterível que ocorra um projeto amplo de instalação de estações automáticas pela cidade, utilizando de sensoriamento remoto para produzir imagens de temperatura de superfície que auxiliem a escolher os pontos para estas estações, estes pontos devem priorizar entornos de maior aquecimento mas devem levar em consideração o entorno social e demográfico existente, levando em consideração idade, salário médio, densidade demográfica e número de pessoas por residência visando inferir quais os níveis de suscetibilidade de cada entorno. Este passo é essencial pois somente a partir dele se torna possível iniciar uma abordagem climática concisa, uma vez que o espaço urbano brasileiro é extremamente heterogêneo, inclusive sendo equivocado inferir as características de qualidade ambiental, com base na temperatura, apenas utilizando de métricas quantitativas (Tyler, 2012; Carmin, 2002; Santos, 2000, 2006, 2009).

Neste sentido a segunda etapa envolve trabalhar a partir da participação popular para a tomada de decisões, uma vez que este processo permite entender as especificidades de cada localidade referente a qualidade ambiental, desenvolvendo metas e projetos que se adequem a cada região e seus contextos, sendo uma das abordagens mais efetivas pelo que vem indicando a literatura (Tyler, 2012; Carmin, 2002; Satorras, 2020). Deste modo é essencial o uso dos diferentes mecanismos de participação popular e seus usos devem variar dependendo da meta estabelecida ou qual poder vai efetivar o determinado projeto, todavia, deve se incentivar o uso amplo de consultas e audiências públicas que permitam a manifestação a partir de diferentes óticas, assim ainda cabe a aplicação de comitês gestores que possam proporcionar, muitas vezes, um acompanhamento mais minucioso e mais técnico para o cumprimento de determinado objetivo, além de poder ser utilizado caso uma instituição privada esteja sendo responsável para o cumprimento de determinado objetivo.

É importante ressaltar a centralidade destas duas etapas, uma vez que qualquer projeto que opere sem informações adequadas e sem perspectiva das necessidades da comunidade tende a ser inefetivo. A partir disso, como terceira etapa alguns objetivos podem ser traçados, utilizando as regiões demarcadas, para a construção de uma maior resiliência local, é cabível utilizar destas informações técnicas para aprimorar o planejamento de saúde, preparando as entidades de atendimento básico conforme o contexto térmico, regiões com temperaturas mais altas levam a maior quantidade de complicações cardiovasculares, levando em consideração orçamentos e recursos limitados, priorizar áreas de maior

impacto com eventos térmicos extremos, como as ondas de calor, é um passo necessário para lidar com os eventos extremos.

Neste sentido cabe também, especialmente para as regiões demarcadas, uma fiscalização mais aprofundada nas formas de uso e cobertura da superfície e um incentivo para usos que contribuam com menores temperaturas de superfície, um exemplo existente na região de hortolândia são os bairros e condomínios que têm maior cobertura vegetal e presença de áreas verdes mais extensas que são responsáveis por gerar ilhas de frescor, extremamente importantes para a garantia da qualidade ambiental na região. Por fim, o estudo demonstra o considerável atraso, nos diferentes níveis políticos, para o avanço em uma gestão climática e cumprimento das metas da agenda 2030, cabendo a estudos futuros ampliar as formas de atuação para desestagnar o processo, a partir dos caminhos já apresentados, de modo tentar quebrar com uma tradição, já secular, de negligência a qualidade ambiental.

BIBLIOGRAFIA

- 1-ALGECIRAS, J. A. R; CONSUEGRA, Lourdes Gomez; MATZARAKIS, Andreas. Spatial-temporal study on the effects of urban street configurations on human thermal comfort in the world heritage city of Camagüey-Cuba. **Building and Environment**, online, v. 101, n. 1, p. 85, mar./2016.
- 2-BRIMACOMBE, Chloe; NAPOLI, Claudia Di; AL., T. Q. E. Thermofeel: A python thermal comfort indices library. **SoftwareX**, online, v. 18, n. 1, p. 1, jan./2022.
- 3-CARMIN, Joann; ANGUELOVSKI, Isabelle; ROBERTS, Debra. Urban Climate Adaptation in the Global South: Planning in an Emerging Policy Domain. **Journal of Planning Education and Research**, online, v. 32, n. 1, p. 18, jan./2002.
- 4-COELHO, A. L. N. TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE CELSIUS DO SENSOR TIRS/LANDSAT-8: METODOLOGIA E APLICAÇÕES. **REVISTA GEOGRÁFICA ACADÊMICA**, BR, v. 7, n. 1, p. 31, jul./2013.
- 5-Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030. **VI RELATÓRIO LUZ DA SOCIEDADE CIVIL AGENDA 2030 DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL BRASIL** 6. ed. [S.l.: s.n.], 2022.
- 6-HÖPPE, Peter. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, online, v. 43, n. 1, p. 71, abr./1999.
- 7-JAMEI, Elmira; RAJAGOPALAN, Priyadarsini. Urban development and pedestrian thermal comfort in Melbourne. **Solar Energy**, online, v. 144, n. 1, p. 681, jan./2017.
- 8-JAMEI, E. *et al.* Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, online, v. 54, n. 1, p. 1002, out./2015.
- 9-LAVE, Rebecca *et al.* (orgs.). *The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography*. Londres: Palgrave, 2018.
- 10-MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. *Revista de Ciências Humanas*, v. 14, n. 19, pp. 67-101, 1996.
- 11-MONTEIRO, C. A. D. F. **Teoria e Clima Urbano**. 1. ed. SP: USP, 1975. https://www.abclima.ggf.br/arquivos/obrasclimatologia/29/TEORIA%20E%20CLIMA%20URBANO_LD_1975.pdf
- 12-NASCIMENTO JÚNIOR, L. O clima urbano como risco climático. **Geo UERJ**, 2019, p. 1-34.
- 13-PEET, Richard. Desigualdade e Pobreza: Uma Teoria Geográfico-Marxista. **Annals of the Association of American Geographers**, EUA, v. 64, n. 4, p. 564-575, mai./1975. Disponível em: <http://geocrocetti.com/episteme/geomarxismo.htm>. Acesso em: 8 mai. 2022.
- 14-SANTOS, M. *A urbanização brasileira*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005.
- 15-SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 2. ed. [S.l.]: edusp, 2006.
- 16-SANTOS, Milton. **O trabalho do geógrafo no terceiro mundo**. 5. ed. [S.l.]: edusp, 2009.
- 17-SATORRAS, M. *et al.* Co-production of urban climate planning: Insights from the Barcelona Climate Plan. **Cities**, online, v. 106, n. 1, p. 1, jun./2020.
- 18-TARTARINI, Federico. Pythermalcomfort: A Python package for thermal comfort research. **SoftwareX**, Singapore, v. 12, n. 100578, p. 1, jul./2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352711020302910>. Acesso em: 8 mai. 2023.
- 19-TYLER, Stephen; MOENCH, Marcus. A framework for urban climate resilience. **Climate and Development**, online, v. 4, n. 4, p. 311, dez./2012.