

Colombo, PR / Junho, 2024

Relação entre o clima e o uso e cobertura da terra na região metropolitana de Curitiba

Elenice Fritzsons⁽¹⁾, Marilice Cordeiro Garrastazú⁽¹⁾, Marcos Silveira Wrege⁽¹⁾ e Luiz Eduardo Mantovani⁽²⁾⁽¹⁾Pesquisadores, Embrapa Florestas, Colombo, PR. ⁽²⁾Professor, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Introdução

As florestas desempenham um papel fundamental na proteção do solo contra a erosão, no ciclo hidrológico, na formação de microclimas, no abrigo da fauna e na mitigação do efeito estufa, entre outras funções. Em termos globais, no caso da retirada das florestas de suas áreas naturais, até mesmo o regime de chuvas pode ser afetado devido às alterações na radiação superficial e no albedo planetário (Duveiller et al., 2021).

Em termos regionais, diversos estudos indicam haver uma relação direta entre o grau de urbanização, a ausência de vegetação ou de florestas, e o incremento da temperatura do ar local (Krüger; Dumke, 2007; Mendonça; Danni-Oliveira, 2007; Lemos et al., 2011, Kruger; Rossi, 2015; Martini et al., 2018; Raymundo et al., 2020; Rachwal et al., 2023).

Devido a estas fortes interações, o planejamento das áreas urbanas e suburbanas deve incluir a avaliação do uso e cobertura da terra para orientar o desenvolvimento das cidades e seus entornos, visando o conforto térmico de humanos e animais.

Pesquisas sobre este tema dão subsídios para a elaboração de políticas públicas voltadas ao planejamento das áreas urbanas e suburbanas. Neste contexto, o trabalho desenvolvido por Fritzsons et al. (2023) atestou diferenças entre o clima de dois locais da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), distantes 16 km entre eles, e estas diferenças foram

relacionadas à presença de áreas urbanizadas e de áreas com vegetação. Neste trabalho, considerou-se a área urbana como sendo área municipal com elevado adensamento populacional e formação de habitações muito próximas, enquanto a área suburbana corresponde às áreas não ocupadas por cidades ou grandes adensamentos populacionais.

Esta publicação discorre sobre o trabalho de Fritzsons et al. (2023), apresentando a metodologia desenvolvida e seus principais resultados. Para desenvolvê-lo foram utilizados dados meteorológicos da estação do INMET de Colombo (código B 806) e a de Curitiba (código A 807). A de Colombo está situada na RMC, na Embrapa Florestas, coordenadas 25,3232° S e 49,1577° W, altitude de 950 m e a de Curitiba nas coordenadas 25,4486° S e 45,2305° W, altitude de 922 m, no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A estação de Curitiba está instalada no campus universitário e distante 100 m da Rodovia BR-277. A estação de Colombo localiza-se na sede da Embrapa Florestas e há também uma rodovia (Estrada da Ribeira, BR 475) próxima desta estação. Há um bairro de moradores nos limites da Embrapa Florestas e diversas e extensas áreas verdes (gramados e árvores) e experimentos com espécies florestais.

Curitiba e Colombo pertencem ao clima do tipo Cfb (classificação de Köppen), onde ocorre precipitação pluviométrica anual de 1.600 mm (Wrege et al., 2011) e estão situadas no Primeiro Planalto Paranaense, na porção leste do Paraná. A precipitação pluvial nesta região é regulada pela orografia, pelos ventos alísios de quadrante leste, reforçados pela brisa marítima e pelas correntes de jato de nível médio de quadrantes oeste e origem amazônica. Esta complexidade de situações confere ampla variabilidade das precipitações pluviais, entre 1.250 a 2.000 mm anuais (Nery et al., 2004; Goudard et al., 2015).

Foram obtidos os dados climáticos diários das duas estações, os quais foram tratados, pareados e comparados, para cada variável climática, no período de 01/06/2016 (início da medição na estação da Embrapa Florestas) a 23/05/2022. As variáveis consideradas foram: temperaturas média, mínima e máxima do ar, temperaturas mínimas no inverno e do mês de julho, temperatura máxima no verão e temperatura de janeiro, temperatura do ponto de orvalho, precipitação pluviométrica acumulada em um dia, umidade relativa e velocidade do vento. Todos os dados se referem às médias diárias, os quais foram submetidos à análise de variância (Anova One Way).

Para caracterização e análise do entorno das estações meteorológicas utilizou-se o mapa de uso e cobertura da terra do projeto MapBiomass (Souza et al., 2020). Para isto, gerou-se uma região de amortecimento (*buffer*) com distância de 4 km de raio, tendo cada estação meteorológica como

centro da circunferência e foi feito um recorte sobre o mapa de uso e cobertura da terra. A distância de 4 km de raio foi utilizada, neste caso, devido à relativa homogeneidade geomorfológica, incluindo altitudes médias, e também de uso e cobertura da terra. Em cada uma das circunferências foram obtidas as tipologias, as quais foram quantificadas, em porcentagem, e divididas em dois grupos: áreas urbanas (áreas sem vegetação) e, no outro grupo, as demais áreas, compostas por campos, florestas, gramados, áreas cultivadas, rios e lagos. Desta forma, foram separadas as áreas que apresentavam superfícies mais impermeabilizadas e que absorvem mais calor, representadas pelas áreas construídas, cimentadas e ruas pavimentadas, das demais que absorvem menos calor.

Análise do clima – resultado da comparação entre variáveis climáticas

Entre todas as variáveis analisadas, apenas a precipitação pluvial não foi significativamente diferente entre as estações meteorológicas (Tabela 1), o que já era esperado devido à proximidade entre as estações.

Para a temperatura, as maiores diferenças ocorreram no inverno, sendo as mínimas 12,6% menores no inverno e 14,1% menores para o mês de julho, para Colombo. Pequenas diferenças foram encontradas em janeiro (3,3%). Todas as temperaturas (média, mínima e máxima diárias) analisadas neste trabalho

Tabela 1. Resultado da análise de variância para as variáveis climáticas das estações de Colombo e de Curitiba.

Variáveis climáticas	Nº de amostras	Colombo		Curitiba		Diferença entre estações	Diferença (%)	Anova		
		Média	CV (%)	Média	CV (%)			Razão F	Valor p	
Temperaturas (°C)	média	1.824	17,8	18,07	18,6	17,7	0,8	4,5	57,53	0,00
	mínima	1.824	13,9	25,00	14,8	21,7	0,9	6,5	78,19	0,00
	máxima	1.824	23,9	19,10	24,6	18,17	0,7	2,9	22,87	0,00
	min. inverno	402	10,3	25,15	11,6	19,05	1,3	12,6	58,33	0,00
	min. julho	126	9,91	27,66	11,34	19,71	1,4	14,1	20,77	0,00
	máx. verão	492	28,8	14,98	27,3	12,90	1,5	5,2	3,34	0,06
	máx. janeiro	352	26,9	11,95	27,8	12,12	0,9	3,3	5,60	0,02
Ponto de orvalho	633	13,7	25,2	12,5	27,2	1,5	10,9	37,3	0,00	
Precipitação (mm)	1.829	4,12	236,88	4,10	253,24	0,02	0,5	0,5	0,94	
Umidade relativa (%)	1.460	82,8	8,25	66,7	13,60	16,1	19,4	19,4	0,00	
Velocidade do vento (m s ⁻¹)	2.067	1,40	27,9	1,85	34,8	0,45	32,1	32,1	0,00	

Nota: Todos os valores das variáveis se referem às médias diárias. CV = coeficiente de variação.

foram menores para Colombo em comparação com Curitiba, com exceção da temperatura máxima de verão.

Para a temperatura do ponto de orvalho, houve uma diferença média de 1,5 °C entre as estações, sendo a menor para Curitiba, e isto ocorre devido à umidade relativa de Curitiba ser 20% menor que a de Colombo. A umidade relativa do ar, depois da velocidade do vento, é a variável climática que apresenta a maior diferença encontrada entre as duas estações.

Na estação de Colombo a velocidade do vento é 30% menor, quando comparada com a de Curitiba, provavelmente devido à condição em que se encontra a estação meteorológica de Curitiba, mais aberta e sem obstáculos próximos, com poucas edificações elevadas e ausência de árvores de maior porte.

Análise do entorno – uso e cobertura da terra

Quanto ao uso e cobertura da terra nos entornos das estações, verificou-se grande diferença.

Na estação da Embrapa Florestas há presença de 83% de áreas com vegetação, incluindo corpos de água, e 17% de áreas urbanizadas (sem vegetação); na estação do Centro Politécnico há 97% de áreas urbanizadas e 3% de áreas com vegetação (Figuras 1 e 2).

Assim, pode-se atribuir ao uso e cobertura da terra, as diferenças climáticas encontradas entre as estações meteorológicas, uma vez que elas estão próximas entre si, em termos de latitude e longitude, e situadas em altitudes similares (ver Fritzsons et al., 2008, para a relação entre altitude e temperatura).

As maiores diferenças entre o clima registrado nas estações meteorológicas encontram-se nas temperaturas do ar no inverno, e especialmente, em julho. Isto pode ser atribuído ao efeito de ilha de calor das áreas mais impermeabilizadas, que mantém o ar mais aquecido no inverno, ou seja, ao redor da estação do Centro Politécnico. Porém, a sensação térmica em dias de inverno na Embrapa Florestas é de temperaturas ainda mais baixas que as de Curitiba. Além disso, pela umidade relativa do ar ser maior em Colombo, há a percepção de um

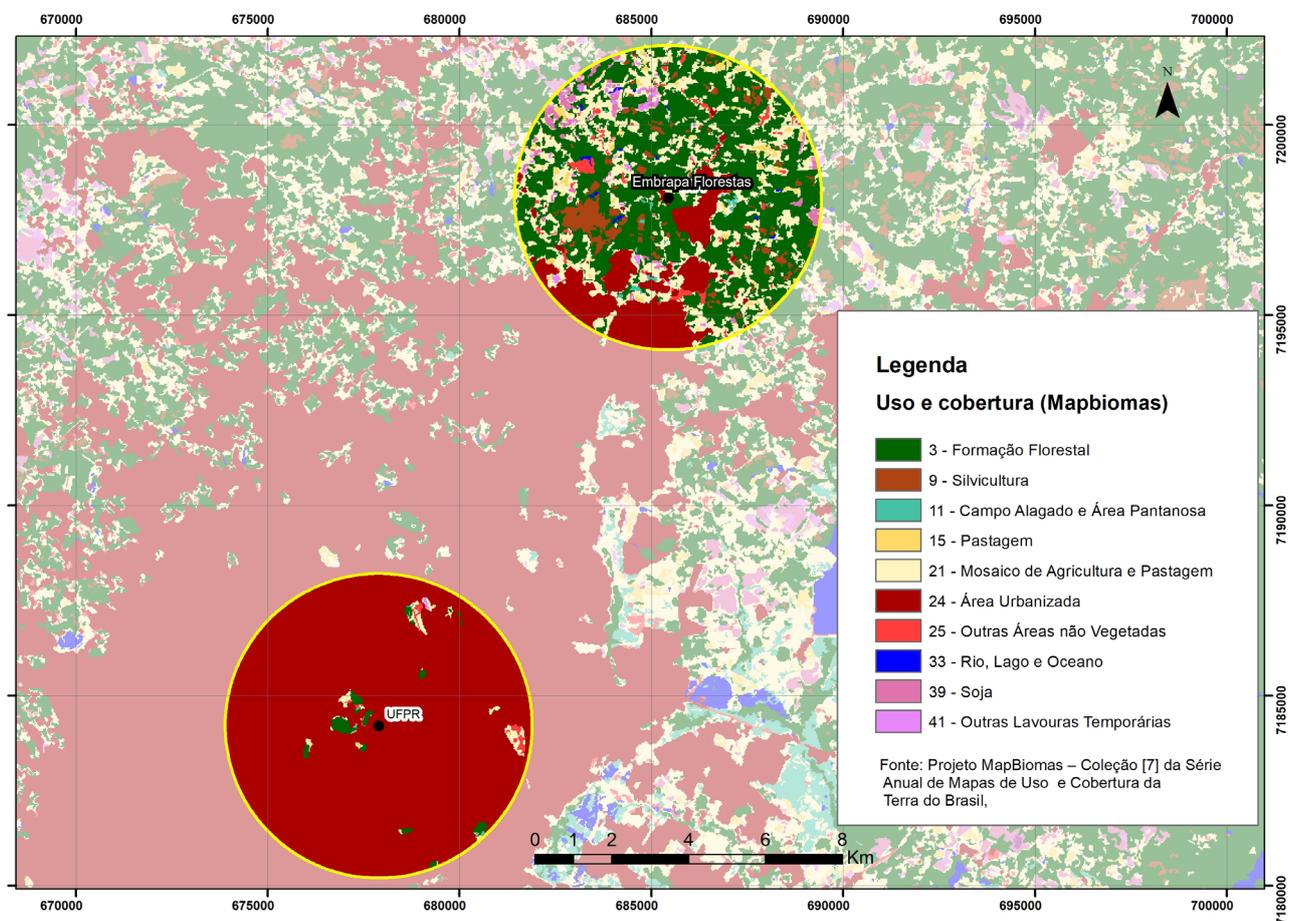


Figura 1. Uso e Cobertura da terra das estações do Centro Politécnico (UFPR) e da Embrapa Florestas.

Nota: As tipologias das áreas encontradas no MapBiomas são as descritas na legenda.

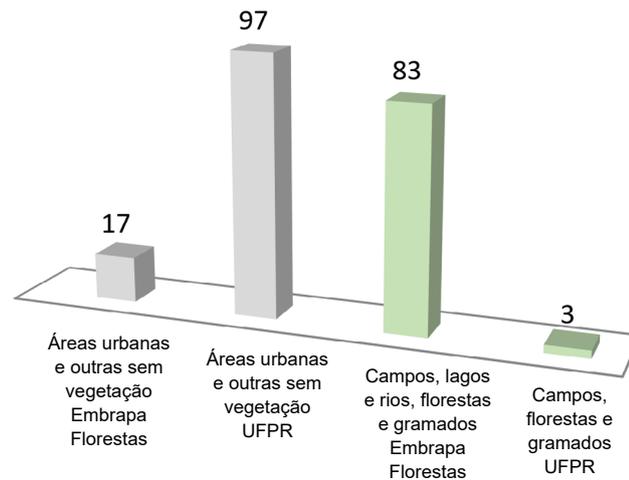


Figura 2. Distribuição percentual de áreas com e sem vegetação (urbanizadas) no entorno da estação de Colombo (UFPR) e de Curitiba (Embrapa Florestas).

frio maior do que realmente ocorre, o que afeta a sensação térmica.

Esta linha de estudo traz contribuições ao planejamento urbanístico e paisagístico da RMC e a metodologia desenvolvida pode ser utilizada em outras áreas e outros municípios, e também em programas que simulam diferentes cenários para fins de planejamento, considerando o aspecto climático. Isto é fundamental para mitigar os efeitos do aquecimento global, criar um ambiente e paisagem mais harmoniosos e equilibrados, melhorando a qualidade de vida da população humana e animal.

Neste trabalho não houve separação das florestas da vegetação em geral, porém, trabalhos futuros podem relacionar o uso e cobertura florestal às alterações das variáveis climáticas. Esses resultados apresentam alinhamento às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), oferecendo contribuições aos ODS 11 e 15, por estar relacionado a tornar as cidades mais sustentáveis e a promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres.

Referências

DUVEILLER, G.; FILIPPONI, F.; CEGLAR, A.; BOJANOWSKI, J.; ALKAMA, R.; CESCATTI, A. Revealing the widespread potential of forests to increase low level cloud cover. **Nature Communications**, v.12, 4337, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24551-5>.

FRITZSONS, E.; GARRASTAZÚ, M. C.; WREGGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. O efeito do uso e ocupação da terra sobre o clima: comparação entre duas estações meteorológicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 31, n. 19, p. 566-583, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16638>.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, p. 40-48, 2008.

GOUDARD, G.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. A. Variabilidade pluvial e eventos extremos em Curitiba (PR). **Revista Equador**, v. 4, p. 1096-1104, 2015.

KRÜGER, E.; DUMKE, E. M. S. Estudo bioclimático sobre o planejamento urbano de Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL, 9., E ENCONTRO LATINO-RICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2007, Ouro Preto. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

KRÜGER, E.; ROSSI, F. Quantificação da ilha de calor de Curitiba considerando aspectos de estabilidade atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 394-404, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-778620130093>.

LEMOS, J. S. Espacialização da ilha de calor do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC) em agosto de 2006 a partir da termografia de superfície. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR, 15., 2011, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE/SELPER, 2011.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. A influência das diferentes tipologias de floresta urbana no microclima do entorno imediato. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 997-1007, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509833381>

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

NERY, J. T.; SILVA, E. S.; CARFAN, A. C. Distribuição da precipitação pluvial no Estado de São Paulo. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 6., 2004, Aracaju. **Anais [...]**. Ourinhos: UNESP, 2004.

RACHWAL, M. F. G.; ZANATTA, J. A.; MALAGE, L.; ROSA, S. L. K. **Contribuição de uma floresta urbana na atenuação da temperatura do ar para o enfrentamento da mudança do clima**: caso do Bosque Reinhard Maack. Colombo: Embrapa Florestas, 2023. 11 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 498). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1159942/1/EmbrapaFlorestas-2023-ComunicadoTecnico498.pdf>.

RAYMUNDO, EDUARDO; BIONDI, DANIELA; DACÓL, FERNANDO; LEAL, MAURICIO; REKSIDLER, KELVYN. Efeitos microclimáticos de um fragmento de floresta urbana em Curitiba - Pr. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 15, n. 3, p. 18-27, 2020.

SOUZA JUNIOR, C. M.; Z. SHIMBO, J.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W. de; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; FERREIRA NETO, L. C.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de (ed.). **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 333 p.

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Vice-presidente: *José Elidney Pinto Júnior*
Secretário-executivo: *Elisabete Marques Oaida*

Membros: *Annete Bonnet, Cristiane Aparecida Fioravante Reis, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schühli, Marilice Cordeiro Garrastazú, Sandra Bos Mikich, Susete do Rocio Chiarello Penteadó, Valderés Aparecida de Sousa*

Comunicado Técnico 499

ISSN 1517-5030 / e-ISSN 1980-3982
Junho, 2024

Edição executiva e revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche* (CRB-9/1204)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Celso Alexandre de O. Eduardo*

Publicação digital: PDF



Ministério da Agricultura e
Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.