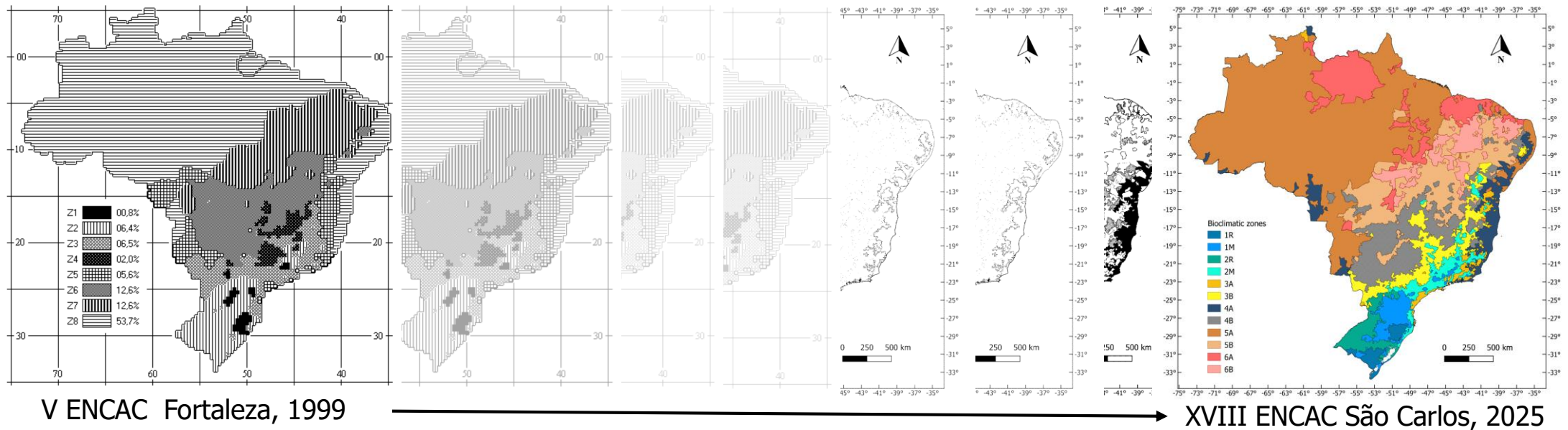


Novo Zoneamento Bioclimático Brasileiro: NBR 15220-3 (2024)



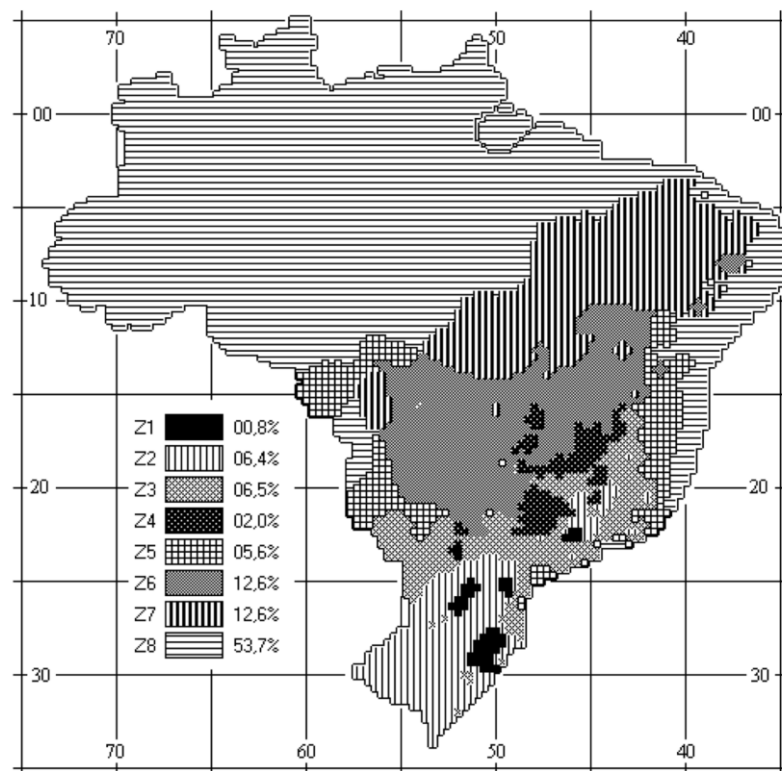
Sumário

- Antecedentes
- Comissão de estudos CB2 CE 135.007 GT Zoneamento
- Tese Doutorado Rayner Mauricio
- Dados climáticos
- Simulações
- Clusters
- Zoneamento e conteúdo da norma
- Incertezas
- Novas ferramentas com o novo zoneamento para HIS

Antecedentes



HOME SOBRE PESQUISA ENSINO PROJETOS PUBLICAÇÕES DOWNLOADS GITHUB WEBINARS PUBLICAÇÕES DOWNLOADS GITHUB WEBINARS SERVIÇOS CONTATO



NBR 15220-3 2005

Proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro

Desenvolvimento:

Prof. Maurício Roriz - São Carlos, SP.

ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Grupo de Trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações

Data: Janeiro de 2012.

Documentos para download:

- 1- Proposta de Revisão
- 2- Classificação dos Municípios
- 3- Método inicialmente usado para o zoneamento da NBR 15220
- 4- Segunda proposta de revisão do zoneamento bioclimático do Brasil
- 5- Proposta 2.0
- 6- Proposta 2.1
- 7- Proposta 3.0

Software:

RevZnBr ([acesse para fazer o download](#))

Referência Histórica: Artigo publicado no ENCAC 1999:

[Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitações populares](#)

Comissão de estudos CB2 CE 135.007

- **GT Zoneamento** dentro da **CE 02-135-07** (ABNT/CB-002/CE 002 135 007 "Comissão de Estudo de Eficiência Energética e Desempenho Térmico nas Edificações");
- **2 Propostas** (Angélica Walsh/Daniel Cóstola/Lucila Labaki e Rayner Machado) - Houve muita interação e retroalimentação entre elas;
- Foram realizadas **18 reuniões**, as quais ocorreriam mensalmente, onde os avanços eram mostrados e discutidos;
 - Início em 26 de Agosto de 2021;
 - Término em 14 de Março de 2023;
- **Objetivo:** Novo Zoneamento baseado nos indicadores da NBR 15575 e que funcionasse também para edificações não residenciais;
- Norma publicada em 2024 (**a antiga não vale mais**).

MEMBROS – Google Groups GT Zoneamento

ADRIANA CAMARGO DE BRITO

ANA CAROLINA VELOSO

ANA PAULA MELO

ANDRÉ DICKERT

ANGELICA WALSH

ANTONIO BORSATTI

ANTÔNIO CÉSAR

ARIANE

CAMILA FERREIRA

CLÉLIA MORAES

DANIEL CÓSTOLA

GRACE TIBÉRIO CARDOSO

GREICI RAMOS

HUGO ALBUQUERQUE

JOYCE CARLO

LUIZA BARRIO

MARIA AKUTSU

MARIA FERNANDA DE OLIVEIRA NUNES

MARIANA BENEVIDES

MARIANA RIBEIRO MARTINS

MOZZARA FONSECA

NATÁLIA QUEIROZ

NAYARA SALERA

RAFAEL LINS SILVERIO

RAYNER MAURÍCIO E SILVA MACHADO

ROBERTA SOUZA

ROBERTO LAMBERTS

RODRIGO DIAS MACHADO

VANESSA AMBRÓSIO

VICTOR RORIZ

<https://labeee.ufsc.br/pt-br/node/1127>



Desenvolvimento de método

de zoneamento bioclimático para edifícios brasileiros

Tese de doutorado de Rayner Maurício e Silva Machado

<https://labeee.ufsc.br/pt-br/node/1127>

(1) Validação de bases de dados climáticos;

(2) Análise de sensibilidade;

(3) Avaliação de três abordagens para clusterização;

(4) Desenvolvimento de um zoneamento bioclimático;

(5) Validação da proposta de zoneamento bioclimático

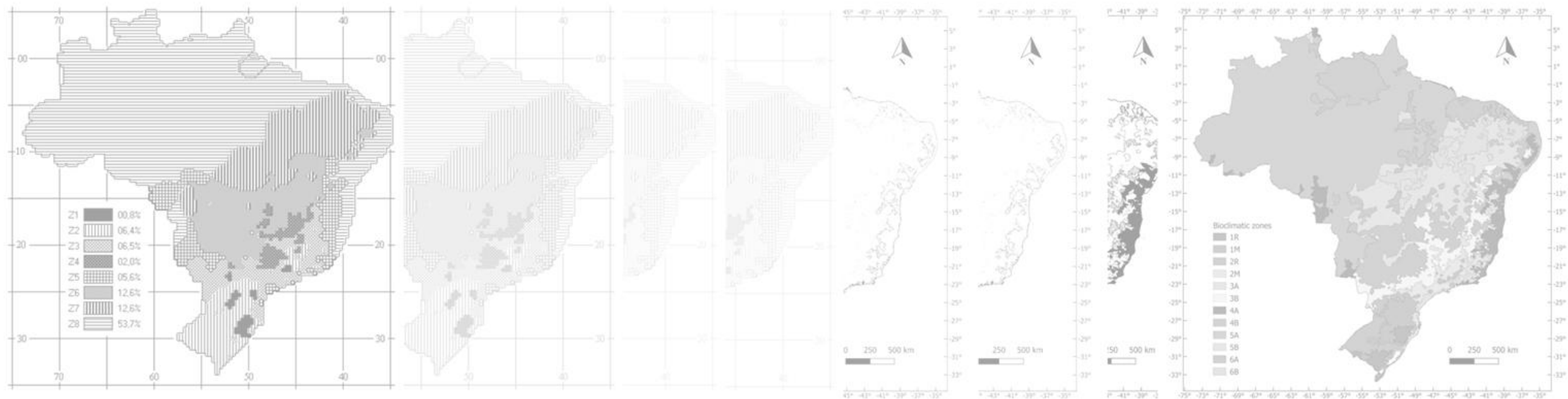
vs. zoneamentos existentes;

(6) Classificar o clima das cidades sem dados climáticos válidos.



labEEE | LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Bases de dados climáticas



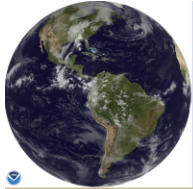
Inmet

- Base obtida pelo PROCEL e tratada por Maurício Roriz 400 estações automáticas, usada no TR da NBR 15575 (dados até 2010);
- <https://portal.inmet.gov.br/paginas/catalogoaut#> hoje já são 560 estações mas muitas tem pouco anos de registros. Problemas de qualificação dos dados apontado pelo INPE;
- Labsolar UFSC 441 TMY.



<https://proceedings.ises.org/conference/swc2019/papers/swc2019-0215-Dorneles.pdf>

Climate.OneBuilding.org



Climate.OneBuilding.Org

Home
About
News
Papers
Weather Data Sources
Contact
Africa-Region 1
Asia-Region 2
South America-Region 3
North-Central America-Region 4
Southwest Pacific-Region 5
Europe-Region 6
Antarctica-Region 7

Repository of Building Simulation Climate Data

From the Creators of the EPW



This site contains climate data designed specifically to support building simulations. As such, the files are Typical Meteorological Years (TMY) and are published by a variety of organizations. The prime format of the files is "EPW" but each climate location zip file contains:

- EPW (EnergyPlus Weather Format)
- CLM (ESP-r weather format)
- WEA (Daysim weather format)
- PVSyst (PV Solar weather design format)
- DDY (ASHRAE Design Conditions or "file" design conditions in EnergyPlus format)

There may be four **TMYx** files for a location. For example, for Luxembourg Airport:

- LUX_LU_Luxembourg.AP.065900_TMYx.epw - data used is derived from the entire applicable period
- LUX_LU_Luxembourg.AP.065900_TMYx.2009-2023.epw - data used is derived from the most recent 15 years (2009-2023)
- LUX_LU_Luxembourg.AP.065900_TMYx.2007-2021.epw - data used is derived from (2007-2021)
- LUX_LU_Luxembourg.AP.065900_TMYx.2004-2018.epw - data used is derived from (2004-2018)

Citation for this website: Lawrie, Linda K, Drury B Crawley. 2022. Development of Global Typical Meteorological Years (TMYx). <https://climate.onebuilding.org> (paper in progress).

Check the [sources](#) page for more details on uploads.

<https://climate.onebuilding.org/>

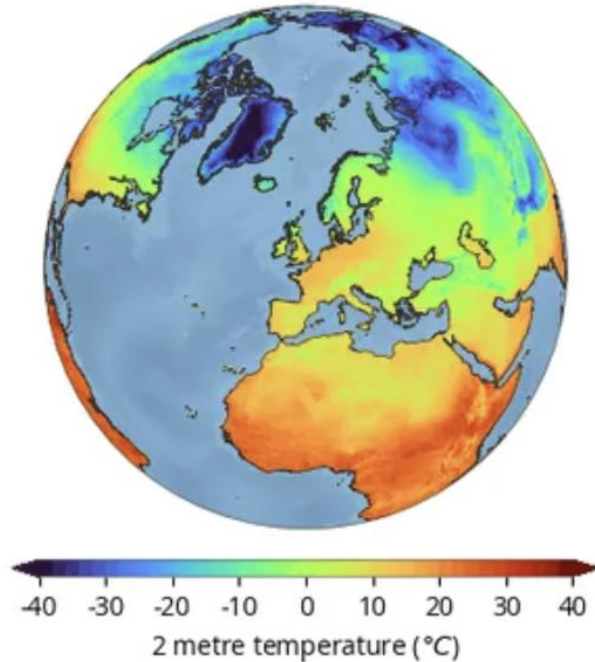


labEEE | LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

ERA5-Land hourly data

from 1950 to present

ERA5-Land 2 metre temperature
1 January 2023 at 00:00 UTC



ERA5-land (dados de reanalyse)

<https://www.youtube.com/watch?v=FAGobvUGl24>

**Horizontal
resolution**

0.1° x 0.1°; Resolution - 11 km

<https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land?tab=overview>

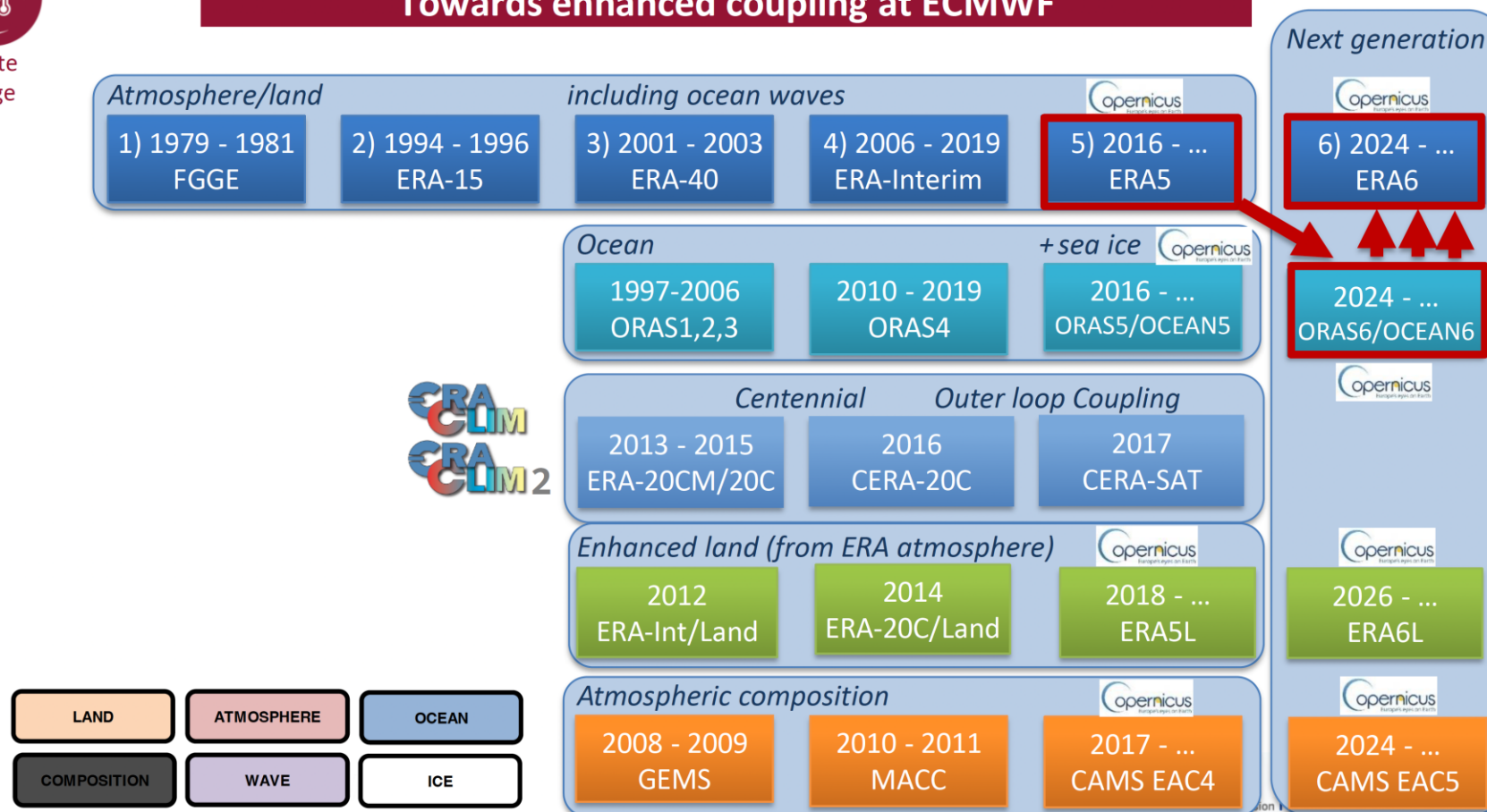


ERA5 – ERA6



Climate
Change

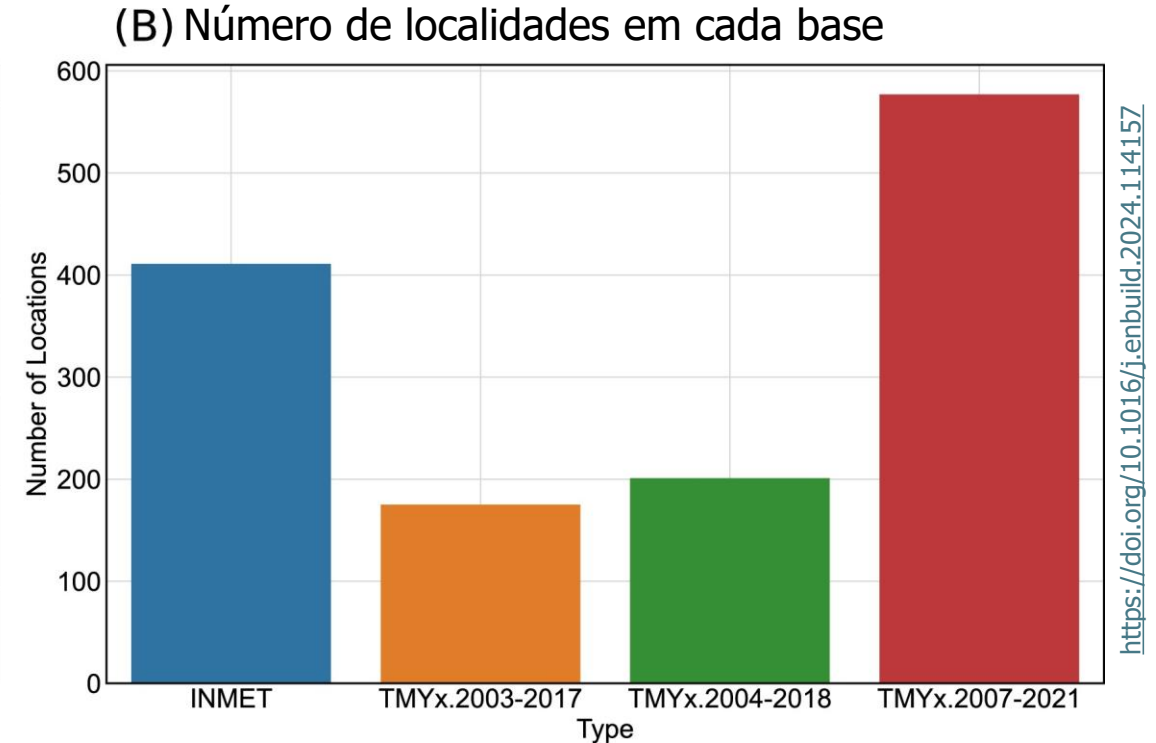
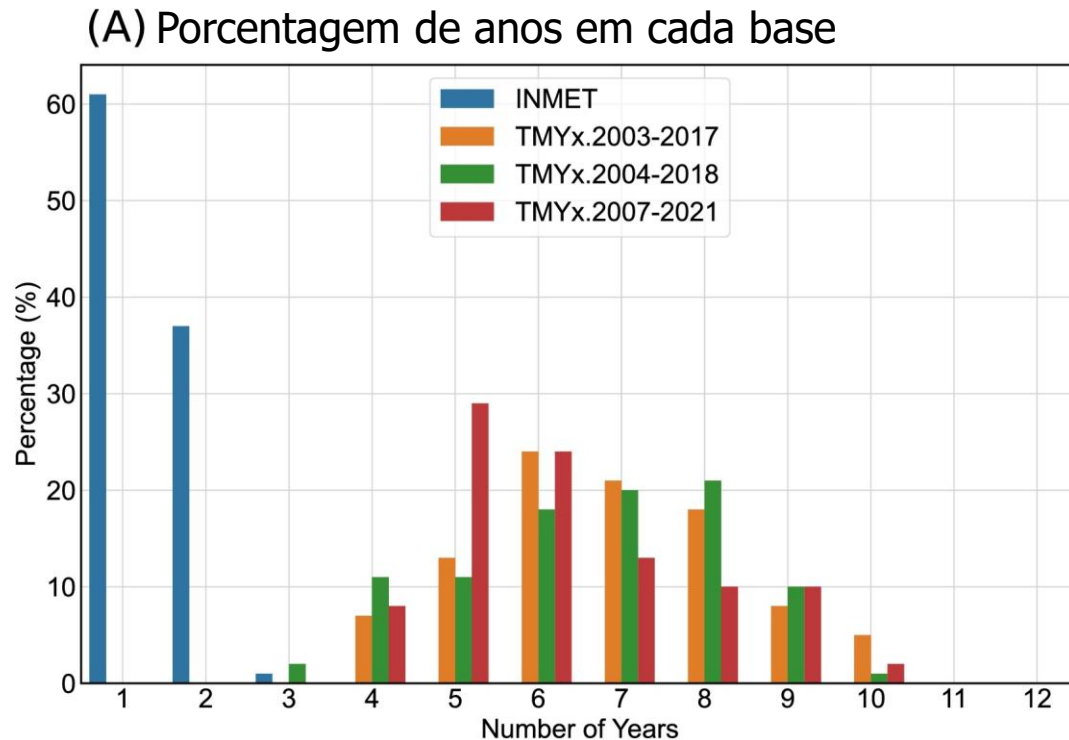
Towards enhanced coupling at ECMWF



https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/2023-09/C3S_GA_2023-Hersbach.pdf



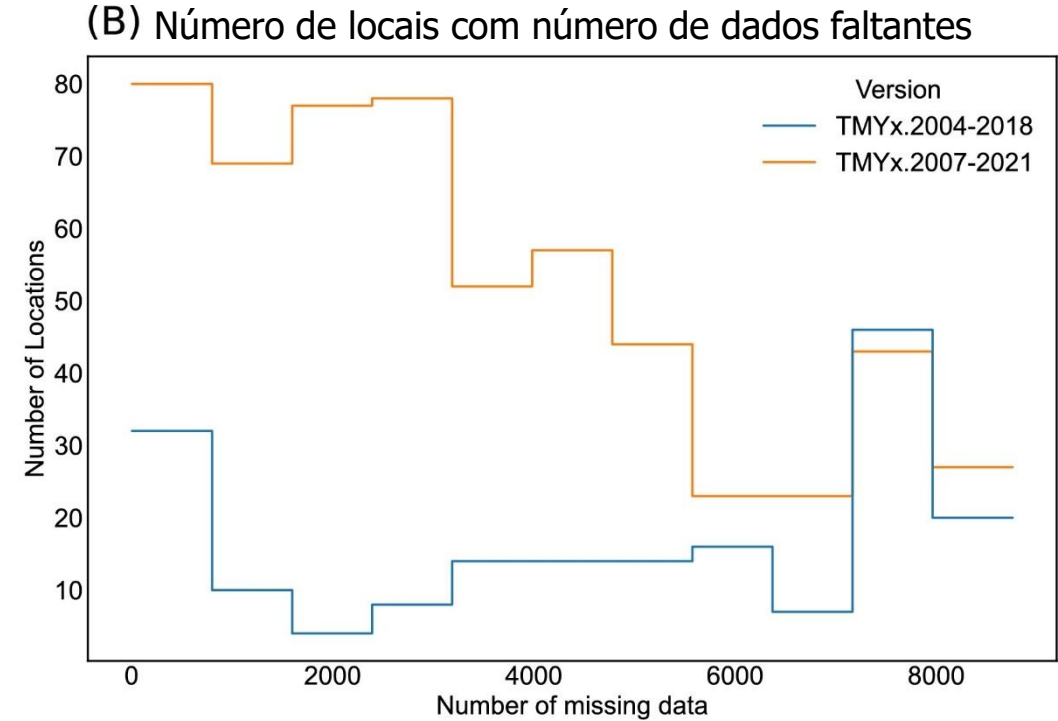
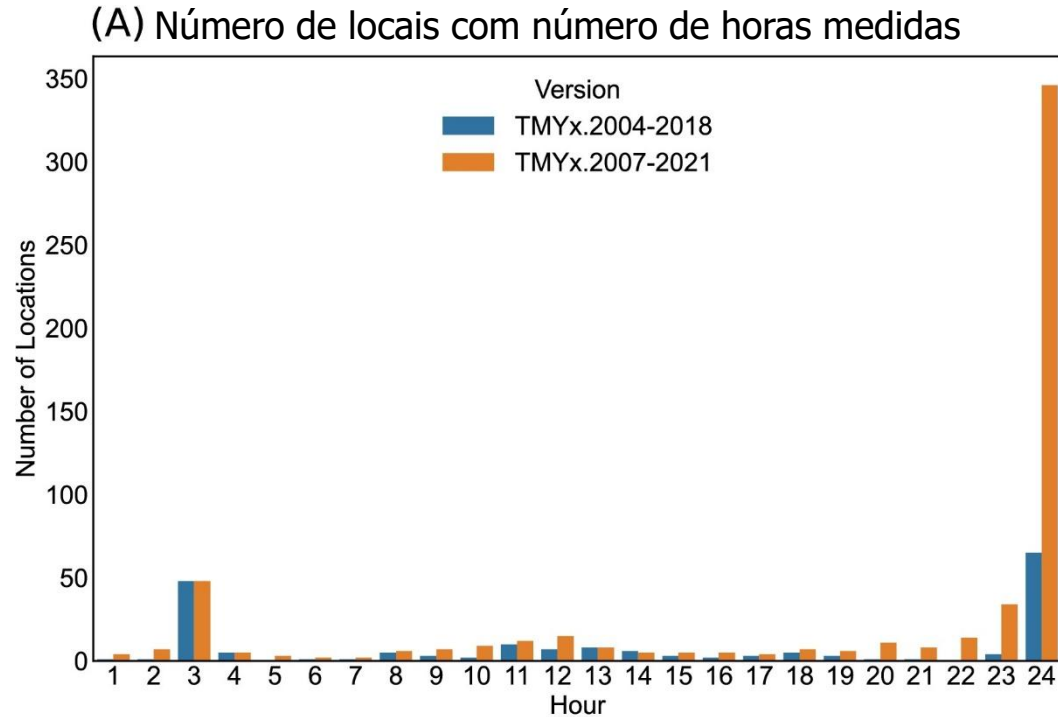
Sobre a qualidade das bases...



INMET (base obtida pelo PROCEL e tratada por Maurício Roriz; usada no TR da NBR 15575) possui mais de 60% de localidades com apenas um ano, enquanto as demais bases (TMYx) possuem medianas entre 5 e 8 anos.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114157>

Sobre a qualidade das bases...



<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114157>

- Essas análises foram feitas a partir dos dados obtidos via ISD (Integrated Surface Database) usados pelo climate.onebuilding.org;
- Nem todas as estações meteorológicas possuem medições em todas as horas do dia;
- O TMYx.2007-2021 possui menos dados faltantes que o TMYx.2004-2018.



Relatório de dados climáticos

Procel + CB3E

PRINCIPAIS CONCLUSÕES:

- Usar TMYx 2009-2023 (o mais recente, a qualidade vem aumentando);
- Alterar o TR da NBR 15575 para TMYx 2009-2023;
- Norma de desempenho de edificações não residenciais em desenvolvimento deve usar TMYx 2009-2023;



https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/CB3E-T2-RT-09.pdf



Parceria LabEEE e INPE: Desenvolvimento de Arquivos Climáticos Futuros para Simulação Energética de Edificações

Projeto desenvolvido como uma parceria entre pesquisadores do LabEEE e do INPE para desenvolvimento de arquivos climáticos futuros para as 26 capitais estaduais brasileiras m o Distrito Federal. Espera-se com esse projeto ampliar a disponibilidade de arquivos climáticos futuros utilizando métodos mais atualizados e computacionalmente intensivos para representar as mudanças climáticas ao longo do território nacional.

O trabalho utiliza modelos RCMs (Regional Climate Models) provenientes do projeto CORDEX (Coordinated Regional Downscaling Experiment) com maior resolução (~25km). Assim, arquivos climáticos consideram diferentes modelos climáticos regionais e dois diferentes cenários de emissões (RCP2.6 - otimista e RCP8.5 - pessimista). O uso de múltiplos modelc regionais faz com que cada cenário/cidade tenha 6 arquivos climáticos diferentes do tipo TMY (Typical Meteorological Year), possibilitando a consideração das incertezas provenien desses modelos nos resultados de simulações.

Como parte intermediária do processo foram desenvolvidos aproximadamente 100 anos de dados climáticos para o período de 2000 a 2100, possibilitando pesquisas futuras aceri de períodos mais extremos do que os capturados na elaboração de arquivos do tipo TMY.

Pesquisadores:

- Roberto Lamberts - [Currículo Lattes](#)
- Ana Paula Melo - [Currículo Lattes](#)
- Matheus Körbes Bracht - [Currículo Lattes](#)
- Marcelo Salles Olinger - [Currículo Lattes](#)
- Amanda F. Krelling - [Currículo Lattes](#)
- André Rodrigues Gonçalves - [Currículo Lattes](#)

Artigos publicados:

Bracht, M. K., Olinger, M. S., Krelling, A. F., Gonçalves, A. R., Melo, A. P., & Lamberts, R. (2024). Multiple regional climate model projections to assess building thermal performance in Brazil: Understanding the uncertainty. *Journal of Building Engineering*, v. 88, p. 109248. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109248>

Arquivos para download:

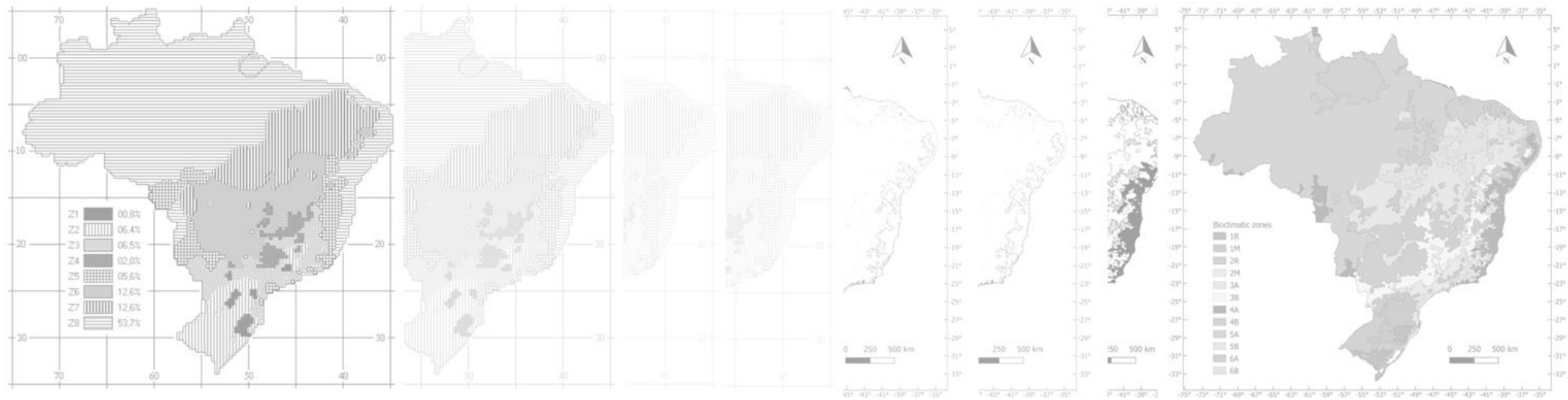
Bracht, M. K., Olinger, M. S., Krelling, A. F., Gonçalves, A. R., Melo, A. P., & Lamberts, R. (2023). Brazil - Future weather files for building energy simulation (1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10015137>



<https://labeee.ufsc.br/pt-br/node/1111>

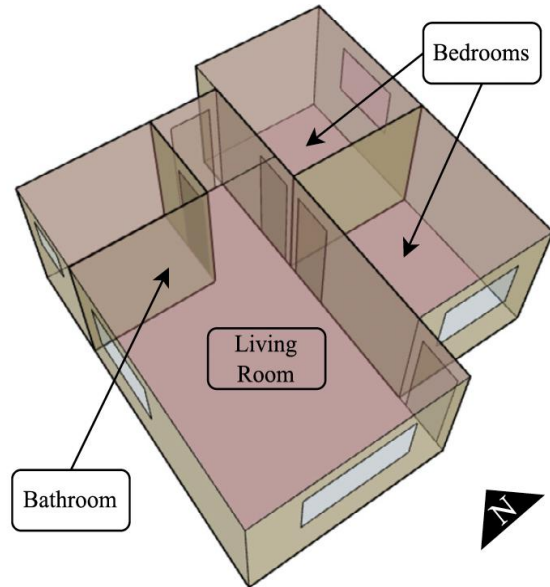
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109248>

Simulações e agrupamentos

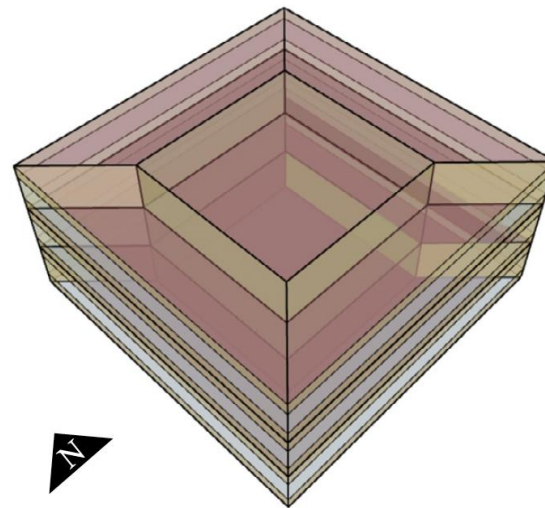


Tipologias simuladas

RESIDENTIAL: SINGLE FAMILY



COMMERCIAL: OFFICE



<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.11415>

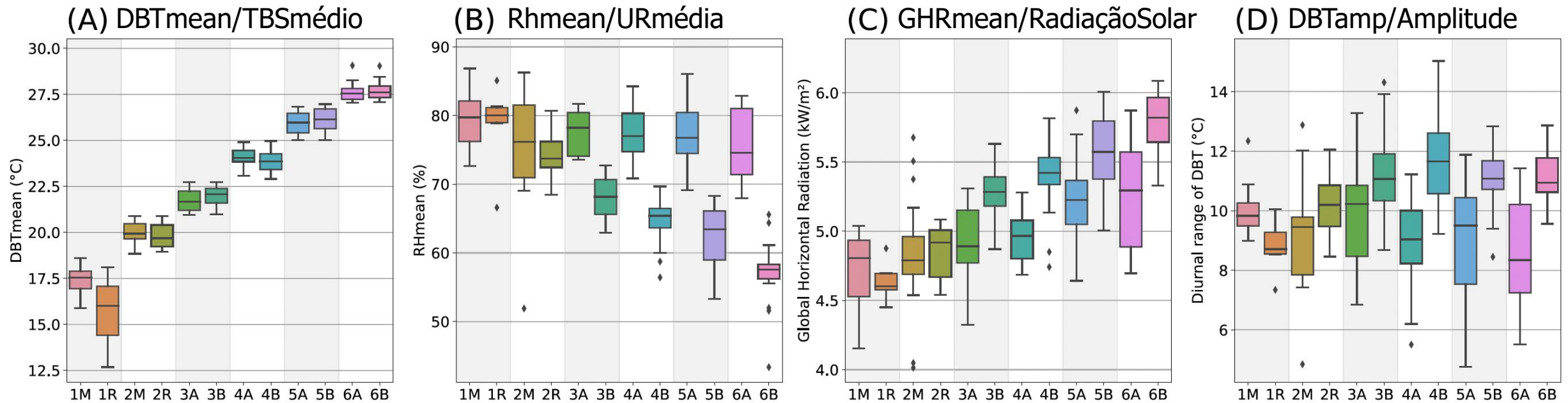
Table B.6

Building envelope used in energy simulation. Adapted from [19].

Component	Property	Residential		Commercial	
		Reference	Target	Reference	Target
External wall	Thermal resistance ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)	0.057	1.294	0.25	1.294
	Thermal capacity ($\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$)	220	30	151	30
	External solar absorptance ($0 - 1$)	0.6	0.38	0.5	0.38
	Internal solar absorptance ($0 - 1$)	0.6	0.6	0.3	0.3
Internal wall	Thermal resistance ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)	0.057	1.321	0.25	0.277
	Thermal capacity ($\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$)	220	20	151	167
	External solar absorptance ($0 - 1$)	0.6	0.6	0.3	0.3
	Internal solar absorptance ($0 - 1$)	0.6	0.6	0.3	0.3
Roof	Thermal resistance ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)	0.27	0.306	0.27	0.306
	Thermal capacity ($\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$)	231	238	231	238
	External solar absorptance ($0 - 1$)	0.67	0.35	0.8	0.35
	Internal solar absorptance ($0 - 1$)	0.6	0.6	0.3	0.3
Floor	Thermal resistance ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)	0.057	0.054	0.123	0.123
	Thermal capacity ($\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$)	220	164	160	160
	External solar absorptance ($0 - 1$)	0.6	0.6	0.3	0.3
	Internal solar absorptance ($0 - 1$)	0.6	0.6	0.3	0.3
Internal floor	Thermal resistance ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)	-	-	0.057	0.057
	Thermal capacity ($\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$)	-	-	250	250
	External solar absorptance ($0 - 1$)	-	-	0.3	0.3
	Internal solar absorptance ($0 - 1$)	-	-	0.3	0.3
Window	Glass thermal transmittance ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	5.7	2.72	5.7	2.305
	Glass solar heat gain factor ($0 - 1$)	0.87	0.764	0.82	0.185
	Window to wall ratio	-	-	0.5	0.5
	Window to floor ratio	0.17	0.17	-	-
Geometry	Number of floors	1	1	3	3
	Floor to floor height (m)	2.5	2.5	3	3
	Total conditioned area of floors (m^2)	38.6	38.6	837	837
	Eaves (m)	-	0.5	-	-



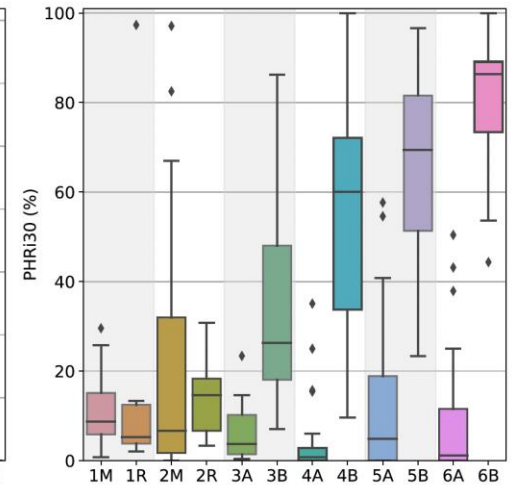
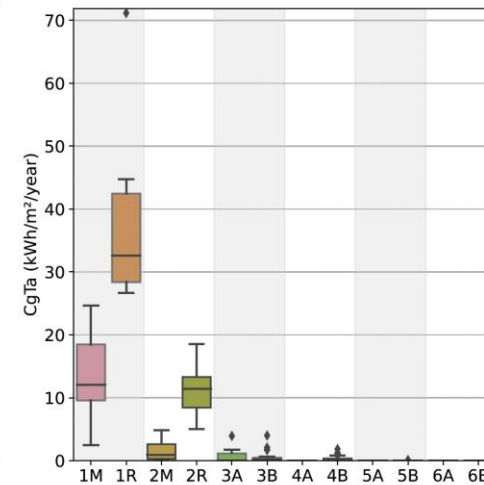
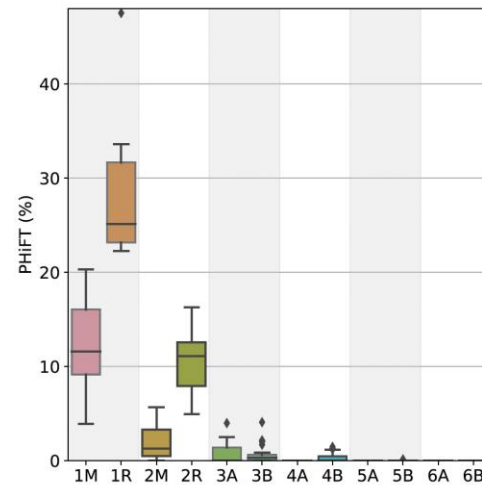
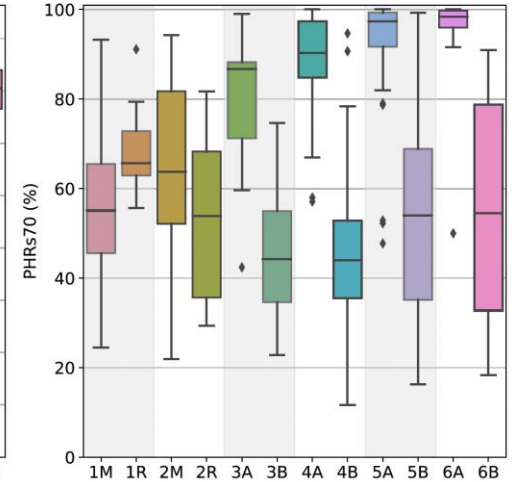
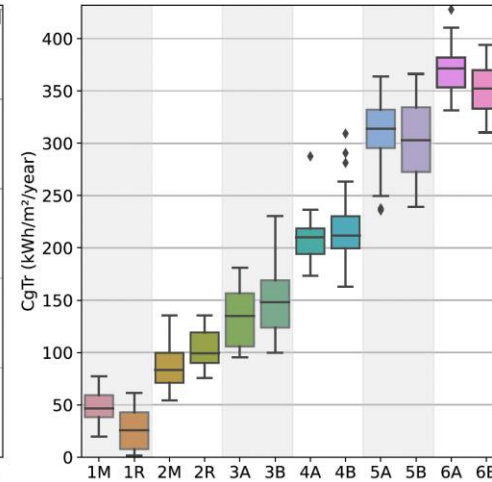
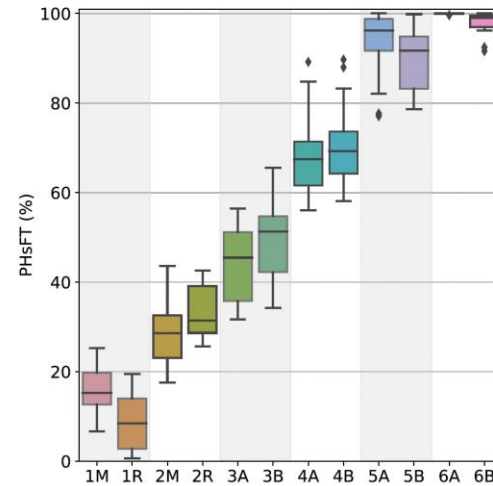
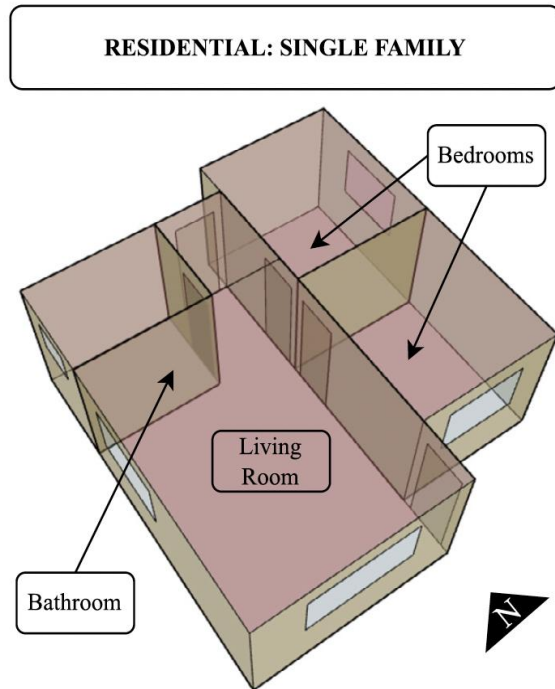
Histograma dos dados climáticos



<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.11415>

O zoneamento separa as zonas frias (1 e 2) e quentes (3, 4, 5, 6); úmidas (A) e secas (B); nível de radiação solar, amplitude térmica e a intensidade dos invernos em rigoroso (R) e moderado (M).

Histogramas de desempenho - UH

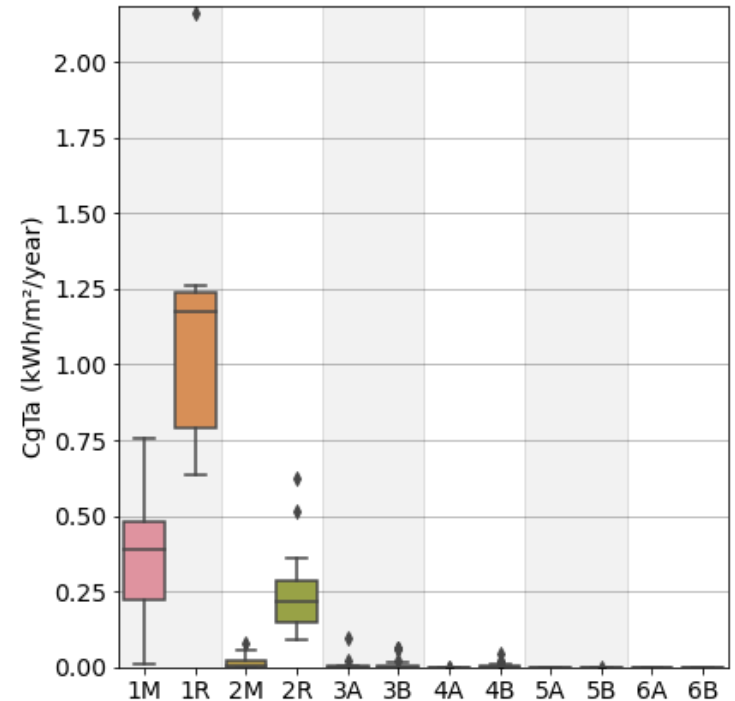
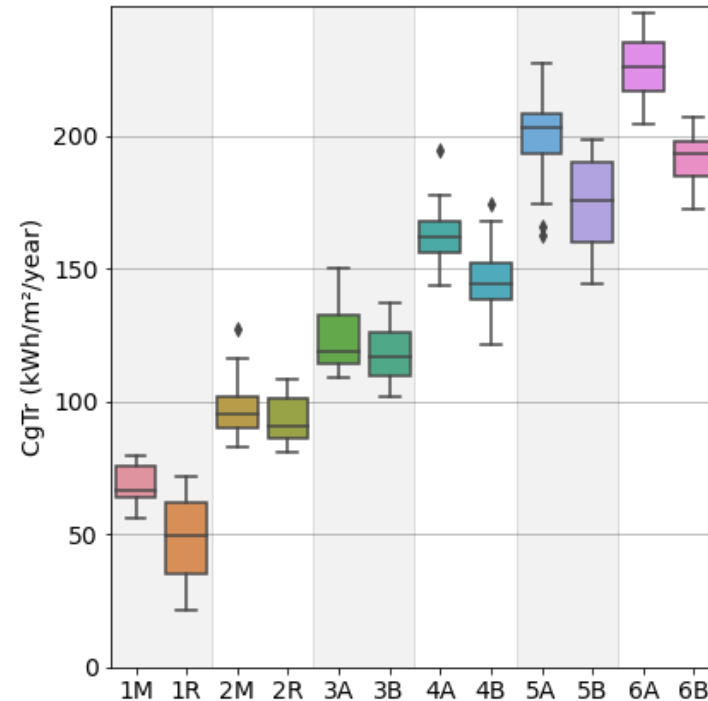
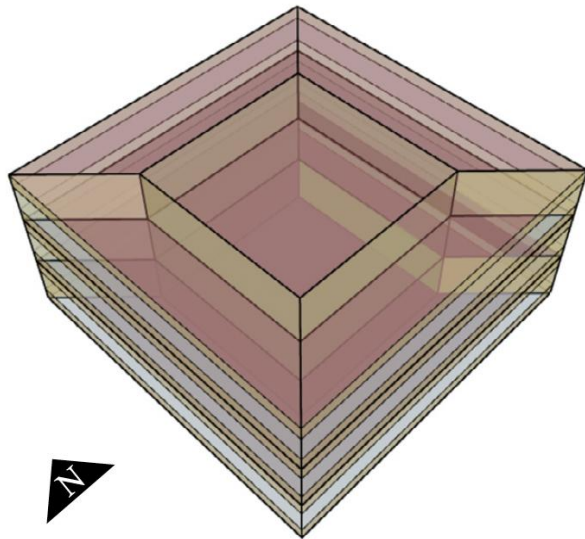


<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114115>



Histogramas de desempenho - escritórios

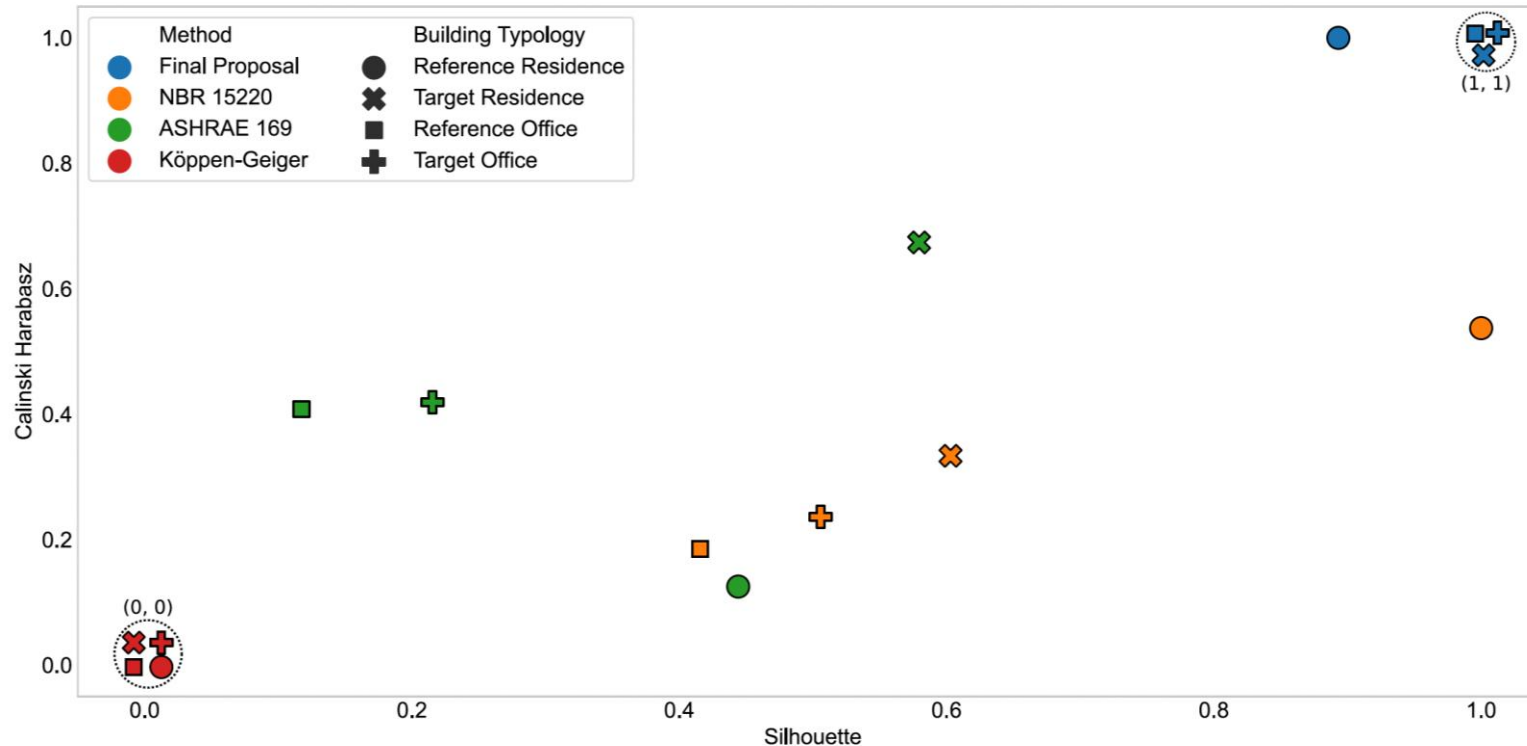
COMMERCIAL: OFFICE



<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.11415>



Comparação com outros zoneamentos



- Métodos de zoneamento comparados considerando 4 tipologias;
- Os indicadores normalizados com valores entre 0 e 1;
- A proposta final do zoneamento bioclimático (em azul) possui o melhor desempenho;
- Köppen-Geiger teve o pior desempenho dentre os métodos analisados.

Verificação de agrupamento – Coesão e distância normalizada | 0: pior e 1:melhor

Acurácia dos dados

NASA-POWER, ERA5-Land e CRU (em comparação com TMYx.2007-21)

Table 5

Analysis of the accuracy of the data from NASA-POWER, ERA5-Land, and CRU compared with TMYx.2007-2021 data.

Variable	Source	R ²	RMSE	MAE	MAX.ERROR
DBTmean (°C)	ANN	0.949	0.71	0.52	3.55
	ERA5-Land	0.960	0.63	0.47	2.46
	NASA-POWER	0.876	1.11	0.84	4.45
	CRU	0.851	1.22	0.93	4.92
RHmean (%)	ANN	0.861	2.95	2.20	11.68
	ERA5-Land	0.695	4.36	3.30	16.08
	NASA-POWER	0.643	4.70	3.67	18.73

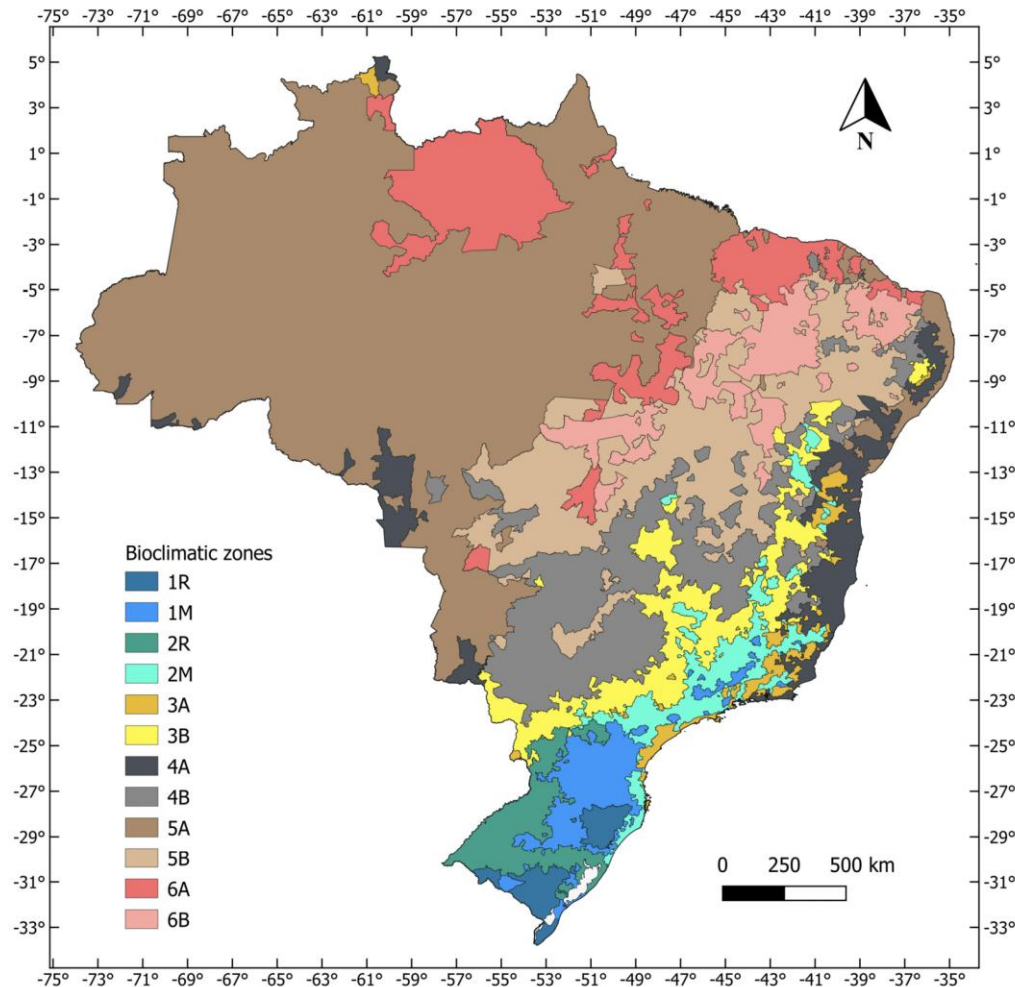
NASA-POWER <https://power.larc.nasa.gov/>

Climatic Research Unit (CRU) <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>

ERA5Land <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land?tab=overview>



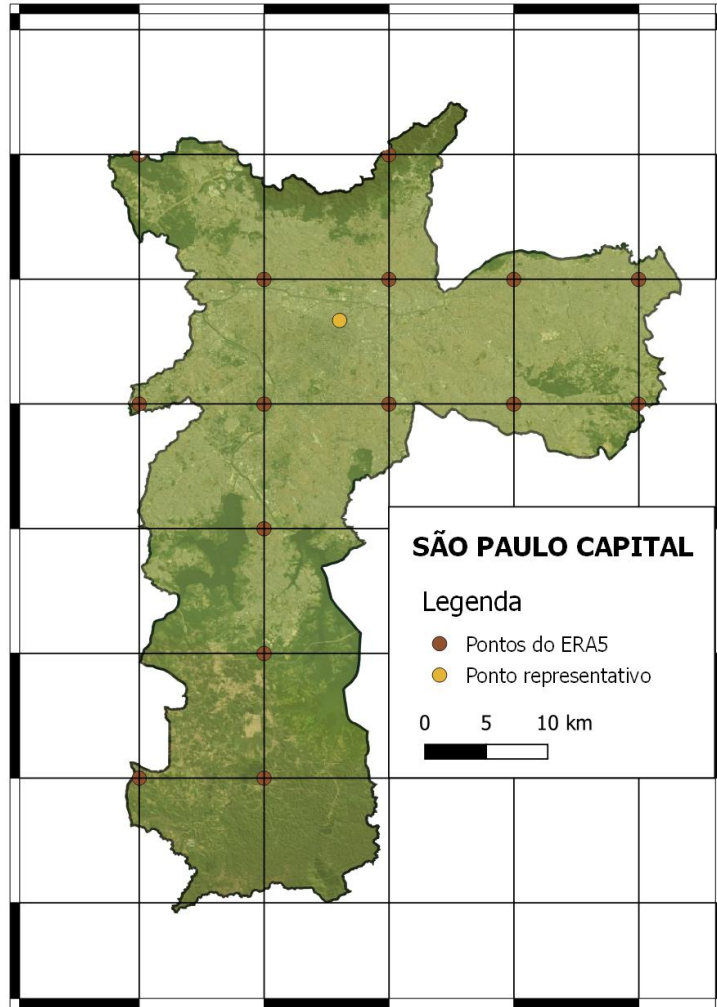
Mapa do zoneamento bioclimático BR



- As zonas mais frias (1 e 2) se encontram mais ao sul, e em regiões de elevada altitude. Foram subdivididas em invernos rigorosos (R) e moderados (M);
- As zonas mais quentes (3, 4, 5, 6) ficam mais ao norte. Foram subdivididas em úmidas (A) e secas (B);
- O zoneamento foi feito na escala do município.



Pontos do ERA5 para São Paulo



- A diferença entre pontos na TBSm de 15 anos do ERA5 é de 0.86 °C para SP.
- A distância entre pontos é de aproximadamente 11 km.



Estudo de caso: São Paulo

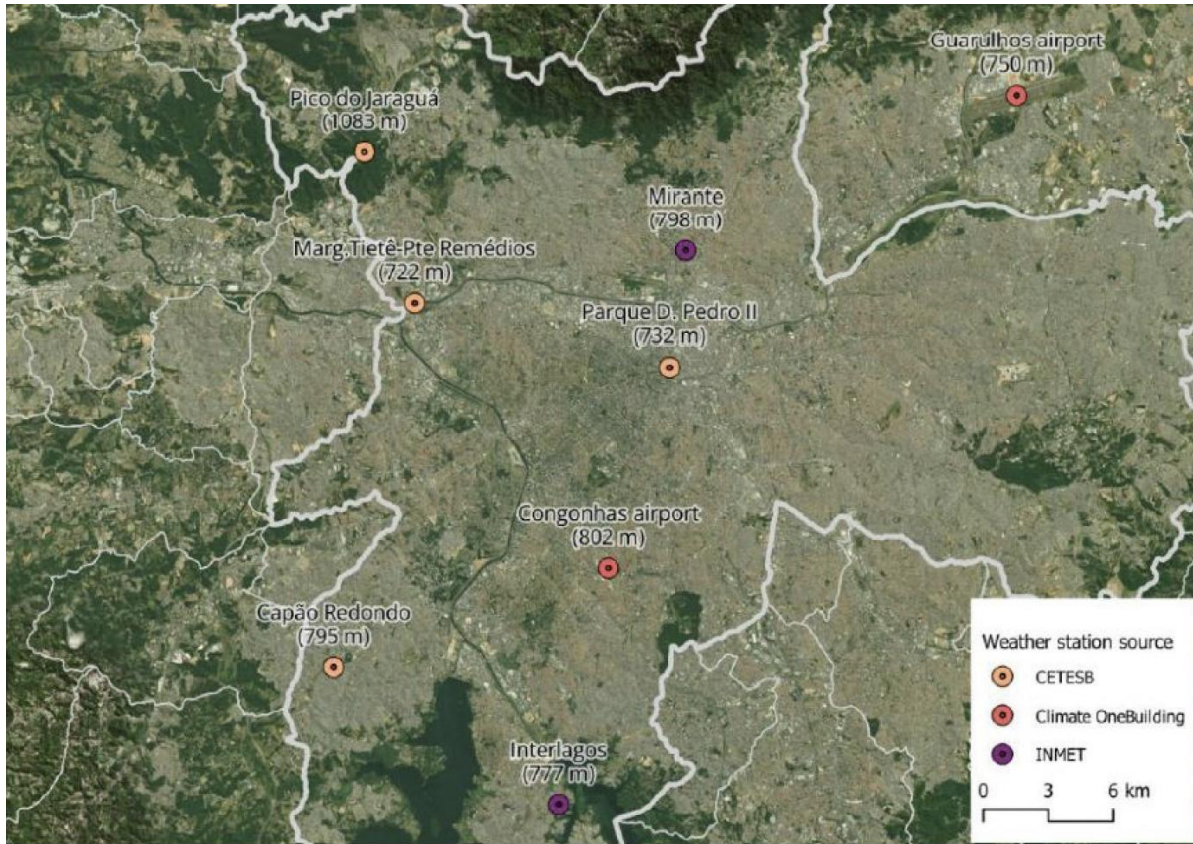


Figure 1: Weather station location, elevation, and data source.

COMFORT AT THE EXTREMES
DEC 13-14-15 | AHMEDABAD INDIA

CATE|2023

The climate spatial variability and its impact on the thermal energy simulation of buildings: a case study of São Paulo, Brazil

Matheus K. Bracht, Natasha H. Gapski, Matheus Geraldi*, Ana Paula Melo, Roberto Lamberts

Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

matheus.geraldi@posgrad.ufsc.br

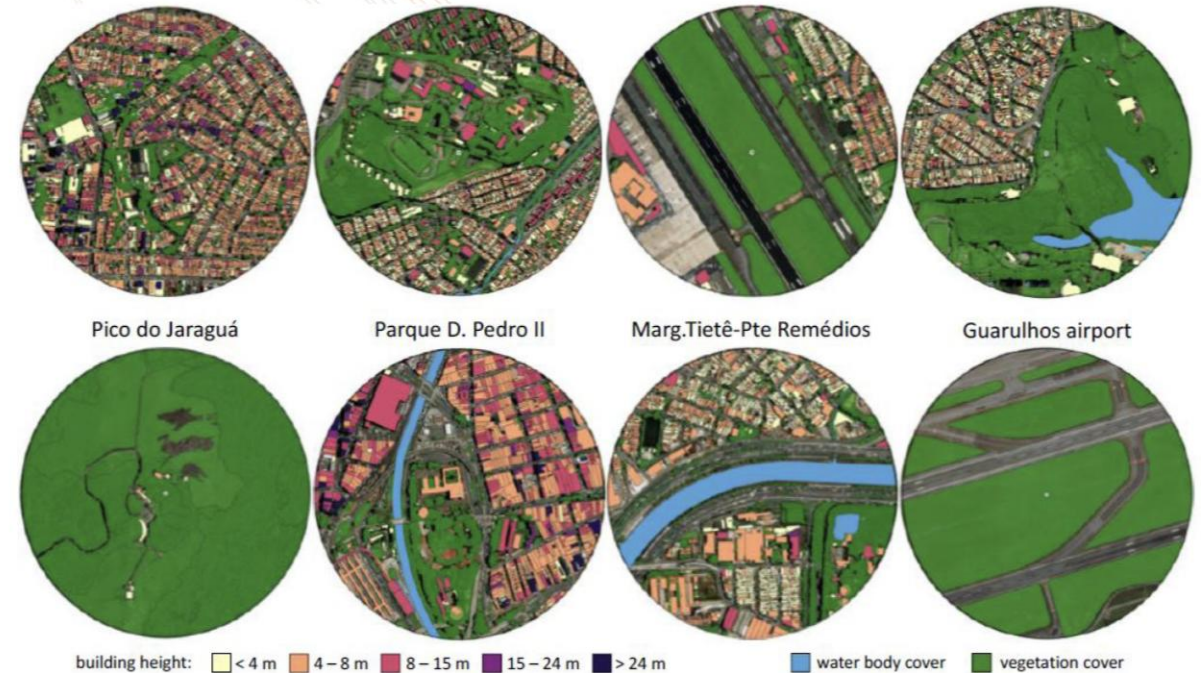


Figure 2: Process of GIS interpretation of the surroundings of each weather station.

https://carbse.org/CATE2023/PaperID_1142_The_climate_spatial_variability_and_its_impact_on_the_thermal_energy_simulation_of_buildings_a_case_study_of_Sa%CC%83o_Paulo,_Brazil.pdf



Estudo de caso: São Paulo

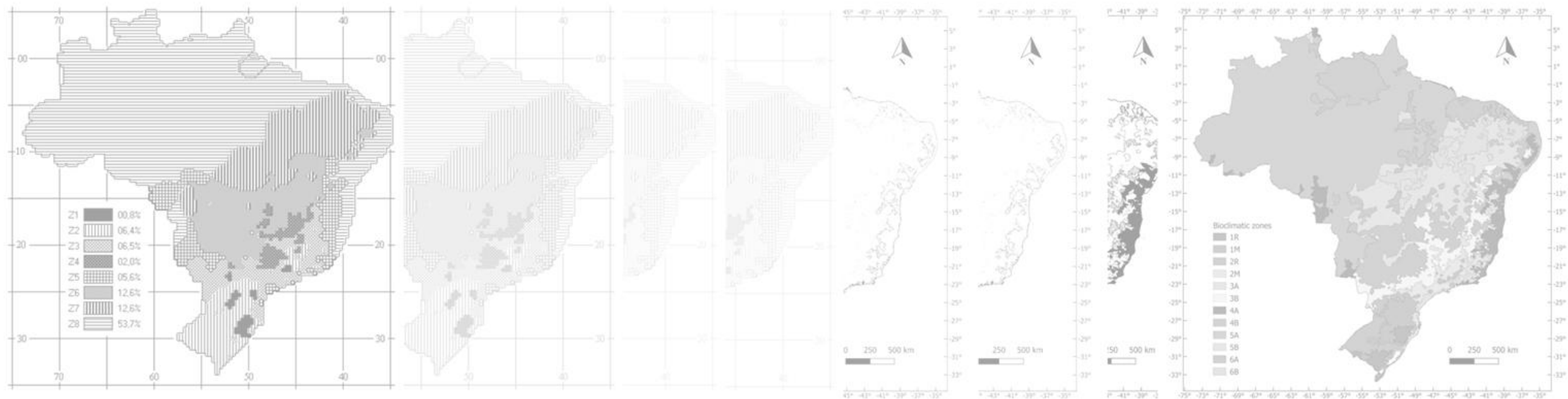
Table 3: Building performance indicators for each location.

Location (Weather station)	Thermal autonomy (%)	Cooling load (kWh/year)	Heating load (kWh/year)	Max. op. temp. (°C)	Min. op. temp. (°C)
Capão Redondo	76.4	2110.2	167.1	34.8	13.6
Marg.Tietê-Pte Remédios	<i>62.7</i>	3852.3	188.1	38.2	<i>11.9</i>
Parque D.Pedro II	64.8	3930.8	48.6	39.2	15.3
Pico do Jaraguá	75.2	<i>1823.5</i>	289.2	<i>33.5</i>	12.7
Interlagos	76.3	2202.2	169.0	34.8	13.6
Mirante	65.7	3884.6	<i>30.2</i>	35.5	15.4
Congonhas airport	77.4	1994.2	142.1	34.0	12.4
Guarulhos airport	74.9	2453.9	146.9	34.0	12.0

* The highest values are highlighted in **red bold** and the lowest in *blue italic*.



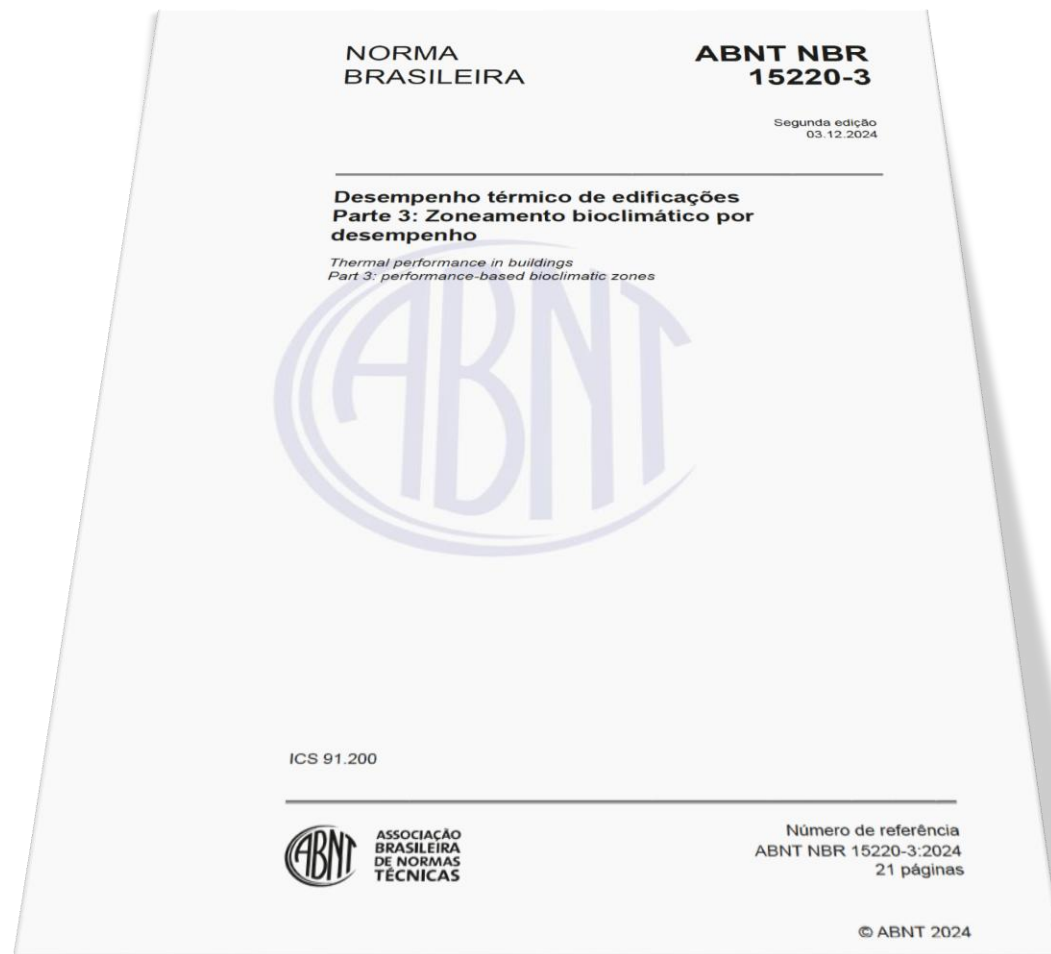
Texto final da NBR 15220-3



NBR 15220-3



HOME SOBRE PESQUISA ENSINO PROJETOS PUBLICAÇÕES DOWNLOADS GITHUB WEBINARS PUBLICAÇÕES DOWNLOADS GITHUB WEBINARS SERVIÇOS CONTATO



Zoneamento Bioclimático Brasileiro

O Grupo de Trabalho "Zoneamento Bioclimático" criado dentro da CE ABNT/CB-002/CE 002 135 007 "Comissão de Estudo de Eficiência Energética e Desempenho Térmico nas Edificações" trabalhou com 2 Propostas (Angélica Walsh/Daniel Cóstola/Lucila Labaki e Rayner Machado), e a versão final contemplou as vantagens de ambas. Foram realizadas 18 reuniões que ocorreram mensalmente, com início em 26 de Agosto de 2021 e término em 14 de Março de 2023. O objetivo foi elaborar o novo zoneamento baseado nos indicadores da NBR 15575 e que se aplicasse também às edificações não residenciais. A norma foi publicada em 2024.

O recém-proposto Zoneamento Bioclimático Brasileiro publicado em 2024 por meio da NBR 15220-3 representa uma evolução significativa na forma como o clima nacional é compreendido e incorporado à arquitetura e ao projeto de edificações. Ao contrário das classificações anteriores que eram mais simplificadas, esse novo modelo parte de uma abordagem orientada ao desempenho térmico real das construções, fundamentada em dados climáticos de alta resolução e indicadores de conforto térmico mensuráveis.

Os autores do novo zoneamento aplicaram técnicas de *clustering* — em particular, Decision Tree adaptadas ao contexto brasileiro — para identificar as zonas climáticas com base em características como carga térmica de aquecimento e resfriamento, percentual de horas de ocupação dentro das temperaturas operativas ideais, além de critérios de umidade relativa. Essa abordagem permitiu superar classificações como Köppen-Geiger, ASHRAE 169-2020 e a própria ABNT-NBR 15220-3 tradicional.

A robustez dos resultados também deriva do uso integrado de grandes bases de dados climáticos — como ERA5-Land, NASA-POWER, CRU e arquivos TMYx (2007-2021) — que garantem abrangência e precisão, especialmente para municípios com limitações na coleta meteorológica local. Com isso, foi possível classificar todos os 5.570 municípios brasileiros e produzir um mapa bioclimático de alta resolução capaz de subsidiar decisões mais adequadas de projeto.

Abaixo, podem ser acessados a parte da norma que contém o zoneamento bioclimático brasileiro para análise de desempenho térmico das edificações residenciais e não residenciais, bem como a lista de cidades por região com a respectiva classificação e os indicadores climáticos principais.

- Projeto de revisão da NBR 15220-3 Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho (em elaboração)
- Lista de cidades por região:
 - Norte
 - Nordeste
 - Centro-Oeste
 - Sul
 - Sudeste
- Mapa interativo do zoneamento climático (em breve)

Artigos publicados:

- Bioclimatic zoning for building performance using tailored clustering method and high-resolution climate data
- The impact of climate data uncertainty on bioclimatic zoning for building design

Versão anterior da norma:

- NBR 15220-3 (2004)
- Artigo: Uma proposta de norma técnica brasileira sobre o desempenho térmico de habitações populares

Propostas de zoneamentos anteriores:

- Proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro (Roriz, 2012)
- Zoneamento bioclimático do Brasil (UFScar, 2005)

Zonas, Capitais e Cidades Representativas

5.2.2 Zona bioclimática 1 – Muito fria

5.2.2.1 Zona bioclimática 1R – Muito fria com inverno rigoroso

Os parâmetros são indicados a seguir.

Temperatura externa: TBSm < 18,8 °C.

Latitude: entre -27,2° e -30° com TBSm < 17 °C; ou

mais ao sul que latitude -30° com TBSm < 18,5 °C.

Intervalo de temperatura da ABNT NBR 15575-1: intervalo 1.

Número de municípios: 61.

Cidade representativa: Canela/RS (TBSm = 16,26 °C).

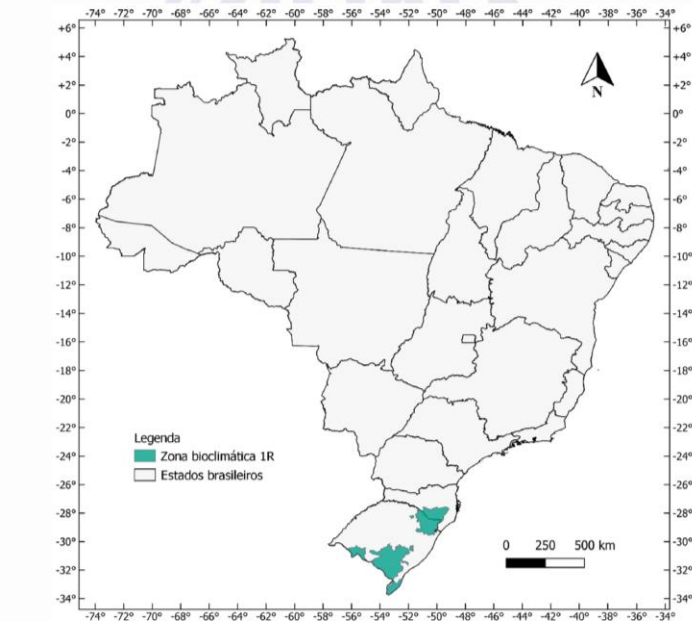


Figura 2 – Região da zona bioclimática muito fria com inverno rigoroso – 1R

Tabela A.1 – Zoneamento bioclimático das capitais brasileiras (continua)

Cidade	Estado	Zona bioclimática	Latitude °	Longitude °	Altitude m	Média anual da temperatura de bulbo seco °C	Média anual da umidade relativa %	Média anual da radiação horizontal global diária kWh/m².ano	Média anual da velocidade do vento m/s	Média anual da amplitude térmica K
Aracaju	SE	5A	-10,98	-37,07	7,00	26,64	76,81	5 609,73	4,66	4,78
Belém	PA	6A	-1,45	-48,47	25,50	27,04	80,95	5 109,07	1,02	7,89
Belo Horizonte	MG	3B	-19,85							
Boa Vista	RR	6A	2,85							
Brasília	DF	3B	-15,86							
Campo Grande	MS	4B	-20,47							
Cuiabá	MT	5B	-15,65							
Curitiba	PR	1M	-25,53							
Florianópolis	SC	3A	-27,67							
Fortaleza	CE	6A	-3,78							
Goânia	GO	4B	-16,63							
João Pessoa	PB	5A	-7,10							
Macapá	AP	6A	-0,05							
Maceió	AL	5A	-9,51							
Manaus	AM	6A	-3,15							
Natal	RN	5A	-5,91							
Palmas	TO	6B	-10,19							
Porto Alegre	RS	2R	-29,99							
Porto Velho	RO	5A	-8,71							

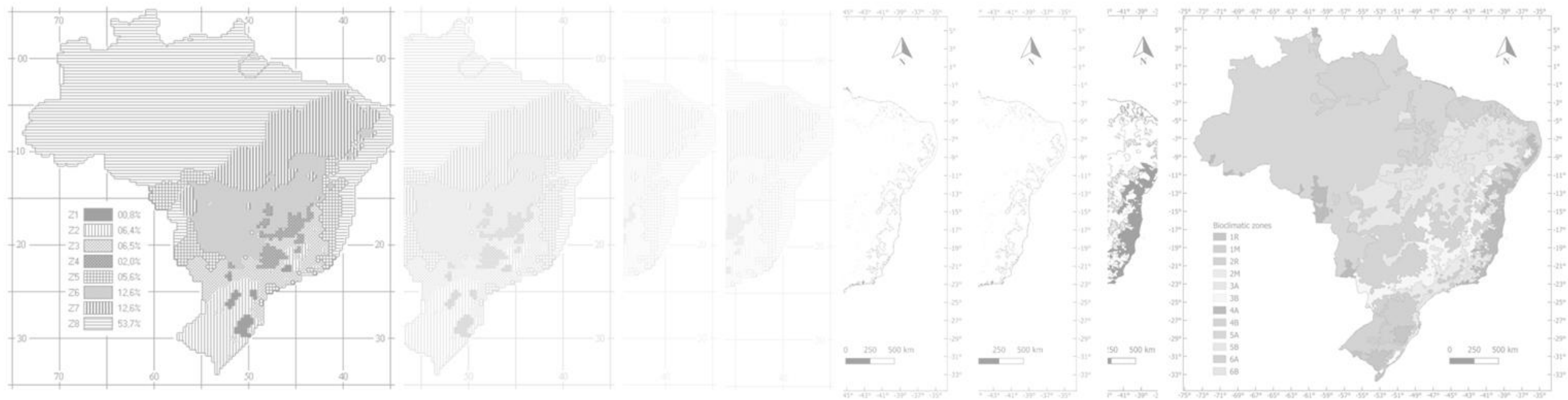
Tabela A.2 (conclusão)

Zona bioclimática	Cidade	Estado	Latitude °	Longitude °	Altitude m	Média anual da temperatura de bulbo seco °C	Média anual da umidade relativa %	Média anual da radiação horizontal global diária kWh/m².ano	Média anual da velocidade do vento m/s	Média anual da amplitude térmica K
4A	Rio de Janeiro	RJ	-22,81	-43,24	8,50	24,38	75,01	4 686,75	3,03	8,36
4B	Goânia	GO	-16,63	-49,22	746,80	24,27	64,67	5 520,65	2,50	11,66
5A	Recife	PE	- 8,05	- 34,95	11,50	25,90	77,76	5 342,35	2,41	6,51
5B	Cuiabá	MT	- 15,62	- 56,10	152,80	26,70	70,02	5 372,71	1,62	9,49
6A	Fortaleza	CE	-3,78	-38,53	25,00	27,12	73,59	5 767,35	5,14	5,51
6B	Petrolina	PE	-9,36	-40,57	385,00	27,53	58,18	5 718,08	3,87	10,54

Tabela A. 3. – Arquivo climático das cidades representativas das zonas bioclimáticas

Zona bioclimática	Cidade	Estado	Estação meteorológica (WMO)	Arquivo Climático
1R	Canela	RS	869800	TMYx
1M	Curitiba	PR	838400	TMYx
2R	Porto Alegre	RS	839710	TMYx
2M	São Paulo	SP	837800	TMYx
3A	Florianópolis	SC	838990	TMYx
3B	Brasília	DF	833780	TMYx
4A	Rio de Janeiro	RJ	837550	TMYx
4B	Goânia	GO	834240	TMYx
5A	Recife	PE	819580	TMYx
5B	Cuiabá	MT	867050	TMYx
6A	Fortaleza	CE	817580	TMYx
6B	Petrolina	PE	829840	TMYx

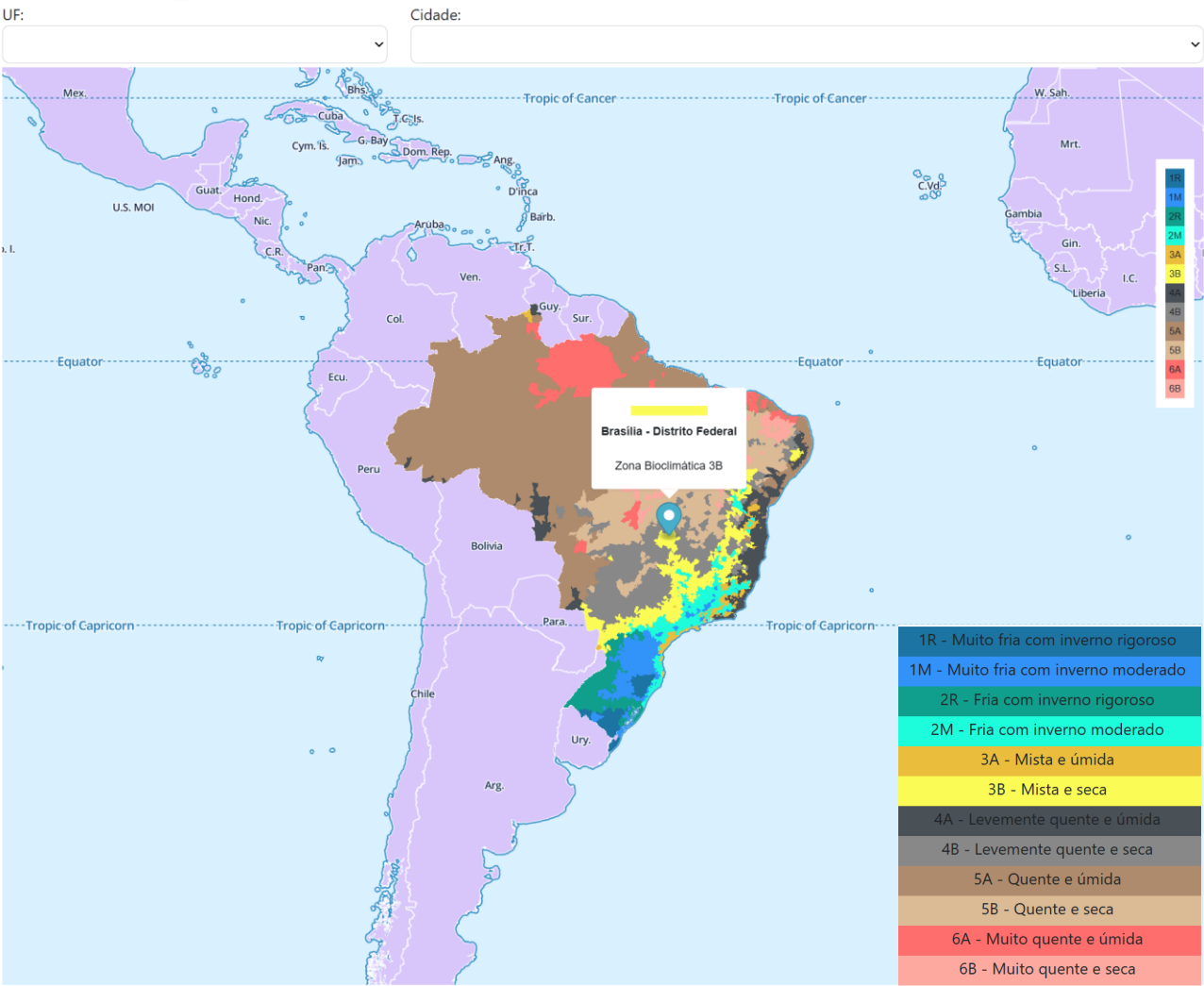
Aplicativos WEB



Mapa interativo

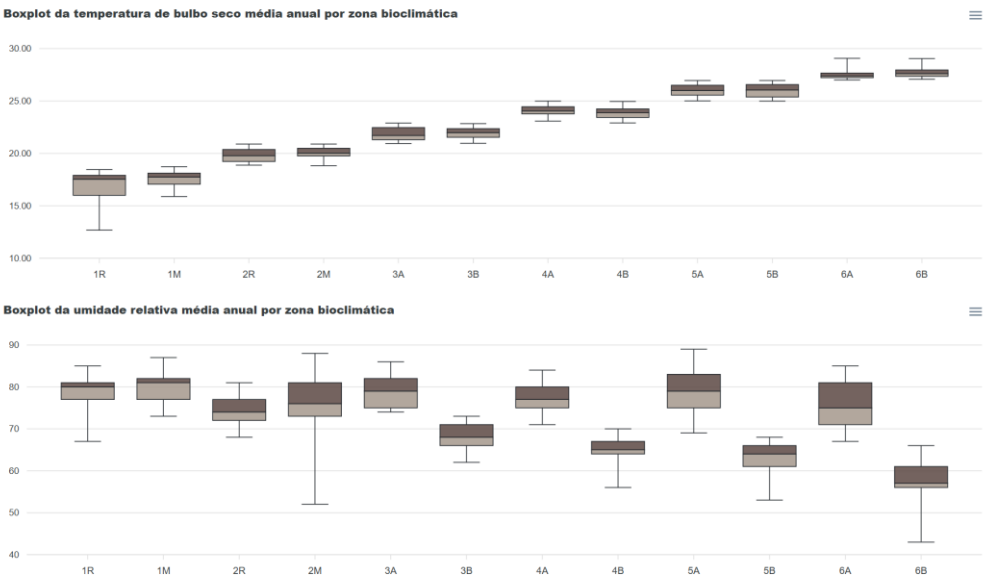
Zoneamento Bioclimático Brasileiro

<https://labeee.ufsc.br/zoneamento/>



Dados climáticosGráficosNomenclaturaSobre

Indicador	Valor	Unidade
Município	Brasília	-
Latitude	-15.78	°
Longitude	-47.93	°
Altitude	1136	m
Temperatura de bulbo seco média anual	22	°C
Umidade relativa média anual	66	%
Média anual da radiação horizontal global diária	5453	W/m²
Média anual da amplitude térmica	11.3	°C
Velocidade do vento média anual	2.53	m/s
Zona bioclimática	3B	-



Diretrizes climáticas



ABNT/CB-002

PROJETO DE REVISÃO ABNT NBR 15220-3

MMM AAAA

6. Estratégias construtivas

6.1. Generalidades

Para que a edificação tenha alto desempenho termoenergético, devem ser consideradas estratégias bioclimáticas inerentes ao clima no qual se localiza, a sua tipologia, o uso e a maneira como esta é operada.

As trocas de calor que ocorrem na envoltória da edificação impactam diretamente no seu desempenho termoenergético. Assim, as **propriedades térmicas dos sistemas** construtivos, a área envidraçada, a área de ventilação, o tipo de vidro, a existência de sombreamento, dentre outras estratégias, deve ser considerada de acordo com o clima, a tipologia e a operação da edificação. Em climas frios, a adoção de estratégias que resistam às perdas de calor por condução pode ser requerida, especialmente nas edificações residenciais. Além disso, as áreas envidraçadas podem ser aliadas no ganho de calor por radiação solar. Em climas mistos e quentes, estratégias que auxiliem na resistência aos ganhos de calor são recomendadas, bem como o incentivo às perdas de calor por resfriamento passivo.

Além dos sistemas construtivos, a **cor adotada nos revestimentos da envoltória** também impacta diretamente no desempenho termoenergético da edificação. Cores claras possuem menor absortância à radiação solar, o que reduz o calor transferido por condução para o interior dos ambientes. Para os climas mistos e quentes, essa estratégia pode ser uma forte aliada na redução das temperaturas internas. É importante notar que, para que esse benefício seja atingido, além da baixa absortância, a emitância da superfície deve ser alta. Existem ainda “materiais frios” que, embora possam ter cores escuras, possuem baixa absortância à radiação solar. Entretanto, a eficácia deste tipo de material deve ser comprovada por medições. Ressalta-se que a absortância dos materiais se altera ao longo do tempo. Em produtos orgânicos, como tintas poliméricas e plásticos, a degradação combina a deposição de poeira e o crescimento microbiano (fungos e bactérias) com a degradação superficial do polímero e dos pigmentos. Assim, quando realizada a análise de desempenho térmico, deve-se observar o efeito de eventual degradação sobre os valores

- Existiam na primeira consulta pública, mas a indústria pediu para retirar;
- Diretrizes para HIS serão elaboradas e disponibilizadas pelo projeto Hab.LabEEE;



PowerBi HIS com base na NBR 15575 TMYx 2019-2023

Análise de desempenho da envoltória

Este é um relatório interativo do desempenho energético de habitações de interesse social a partir da combinação de diferentes componentes construtivos da envoltória, nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras, e considerando quatro tipologias (Casa térrea, Casa Geminada, Casa Sobreposta e Multifamiliar em H).

Este relatório foi desenvolvido com os dados do projeto de hablabeee. Os dados de simulação utilizados neste relatório foram baseados nos Modelos de Referência Pré e Pós-Portaria, desenvolvidos dentro do âmbito do Projeto. Estes modelos representam a condição de referência da NBR 15575-2021, e estão disponíveis em: <https://hablabeee.ufsc.br/modelosHIS>, onde também é possível obter as informações mais detalhadas dos modelos.

Neste painel, o usuário pode verificar diversos cenários de combinações possíveis de Paredes (tipo de cor), Cobertura (tipo e cor), Fator de ventilação de janelas e opções de sombreamento. Estes resultados são apresentados para as 12 zonas bioclimáticas do Brasil. Cada combinação foi classificada de acordo com a NBR15575:2021 nas classes mínimo, intermediário ou superior, ou "não atende". Os resultados são apresentados de acordo com os indicadores da norma de desempenho, sendo carga térmica total, PHFT, Temperatura Operativa Máxima e Temperatura Operativa Mínima.

O painel fornece resultados em duas páginas: a primeira página combinando a Carga Térmica Total com o PHFT, diferenciando os casos de acordo com a sua classificação da NBR15575:2021; e a segunda página apresentando os indicadores da norma, em comparação com a condição de referência.

Os indicadores apresentados são **valores médios para uma UH**, de todos os cenários possíveis na página. O usuário pode filtrar os casos por meio dos filtros de seleção, e os indicadores são atualizados para refletir a nova média, excluindo o que não cabe no filtro. O usuário pode selecionar mais de um filtro usando a tecla "Ctrl".

Tipologias

Clique em uma tipologia para começar

Clique aqui para seguir link



Unifamiliar isolada



Unifamiliar geminada



Multifamiliar sobreposta



Multifamiliar formato H

Análise da dispersão - Unifamiliar isolada



Voltar para o menu de tipologias

Zona Bioclimática

Todos

classe

- ☐ intermediário
- ☐ mínimo
- ☐ não atende
- ☐ superior



23 Mil

Quantidade de casos selecionados

Parede

Tipo

- ☐ Alvenaria Estrutural [Bloco de concreto 14x19x39]
- ☐ Construção leve [Placa cimentícia + Lã Rocha + Gesso]
- ☐ Convencional [Bloco cerâmico 9x14x24]
- ☐ Parede Dupla isolada [2x Bloco cerâmico 14x19x39]
- ☐ Referência NBR15575 [Parede de Concreto]

Cor

- ☐ Cor clara [0.3]
- ☐ Cor escura [0.8]
- ☐ Cor média [0.5]
- ☐ Referência NBR15575 [0.58]

Cobertura

Tipo

- ☐ Cobertura isolada
- ☐ Cobertura Protendida Alveolar
- ☐ Construção leve
- ☐ Referência NBR15575 [Parede de Concreto]

Cor

- ☐ Cor clara [0.3]
- ☐ Cor escura [0.8]
- ☐ Cor média [0.5]
- ☐ Referência NBR15575 [0.65]

Janelas

Sombreamento

Considera veneziana nas janelas do quarto e, nos multi, varanda na sala.

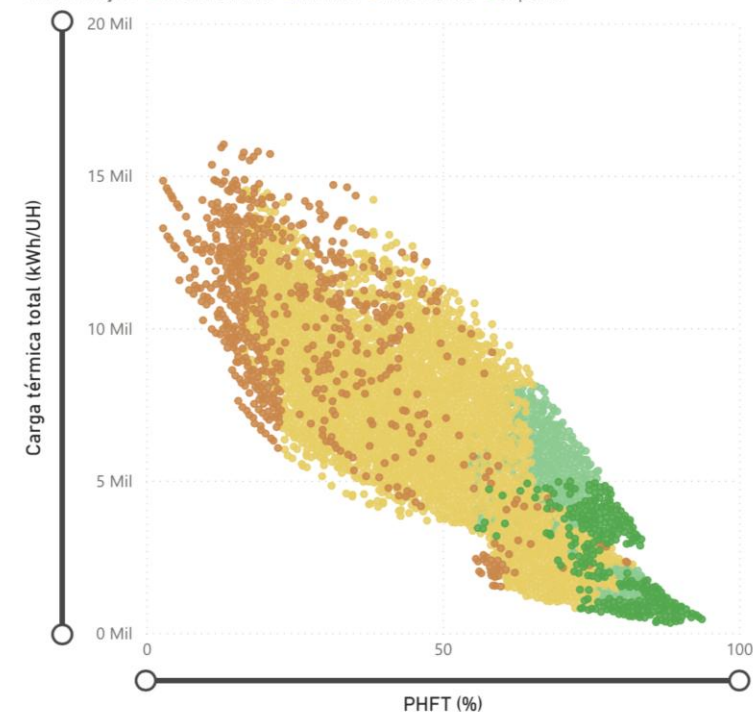
- ☐ não
- ☐ sim

Fator de ventilação

- ☐ Alta ventilação [75%]
- ☐ Muita alta ventilação [90%]
- ☐ Referência NBR15575 [45%]

Desempenho térmico

Classificação ● intermediário ● mínimo ● não atende ● superior



<https://hablabeee.ufsc.br/>

PowerBi HIS com base na NBR 15575 TMYx 2019-2023



Análise de indicadores - Multifamiliar H

Zona Bioclimática

3A

- classe
- ☐ intermediário
 - ☐ mínimo
 - ☐ não atende
 - ☒ superior

- Orientação
- ☐ Norte-Leste
 - ☐ Norte-Oeste
 - ☐ Sul-Leste
 - ☐ Sul-Oeste

- Pavimento
- ☐ cobertura
 - ☐ terreo
 - ☐ tipo



7467

Quantidade de casos selecionados

Parede

Tipo

- ☐ Alvenaria Estrutural [Bloco de concreto 14x19x39]
- ☐ Construção leve [Placa cimentícia + Lã Rocha + Gesso]
- ☐ Convencional [Bloco cerâmico 9x14x24]
- ☐ Parede Dupla isolada [2x Bloco cerâmico 14x19x39]
- ☐ Referência NBR15575 [Parede de Concreto]

Cor

- ☐ Cor clara [0.3]
- ☐ Cor escura [0.8]
- ☐ Cor média [0.5]
- ☐ Referência NBR15575 [0.58]

Cobertura

Tipo

- ☐ Cobertura isolada
- ☐ Cobertura Protendida Alveolar
- ☐ Construção leve
- ☐ Referência NBR15575 [Parede de Concreto]

Cor

- ☐ Cor clara [0.3]
- ☐ Cor escura [0.8]
- ☐ Cor média [0.5]
- ☐ Referência NBR15575 [0.65]

Janelas

Sombreamento

Considera veneziana nas janelas do quarto e, nos multi, varanda na sala.

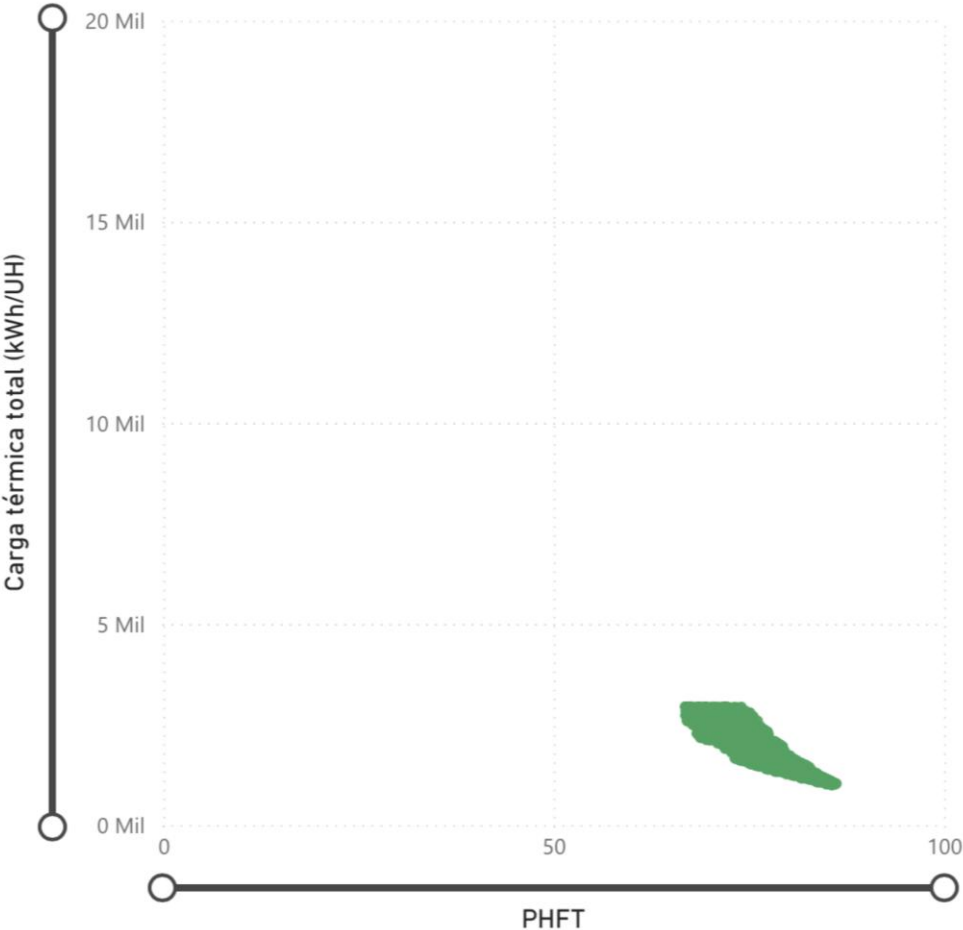
- ☐ não
- ☐ sim

Fator de ventilação

- ☐ Alta ventilação [75%]
- ☐ Muita alta ventilação [90%]
- ☐ Referência NBR15575 [45%]

Desempenho térmico

Classificação superior



<https://hablabeee.ufsc.br/>

v1.0 | 10/06/2025

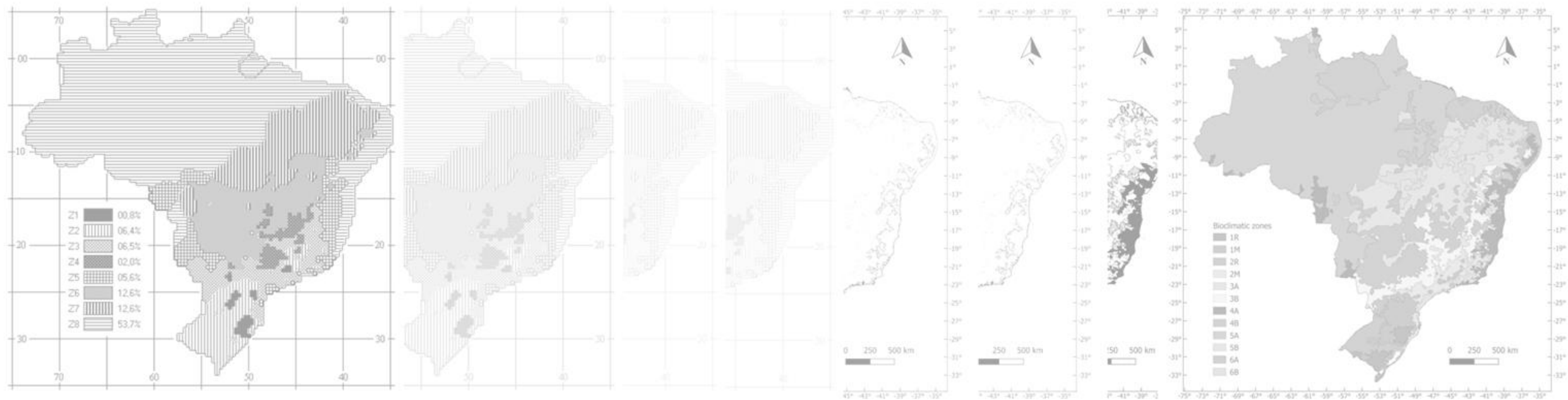


labEEE

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaWoiQ3MTY4MTktNmQ3Yy00ODQ0LTk0MTItOGJkMGIwMzVkY2UyIiwidCI6ImZhNzk1MzFjLTU0NGJkMy05N2VILTl0NWU2ZWUyNjZiOCJ9>

Análise de incertezas

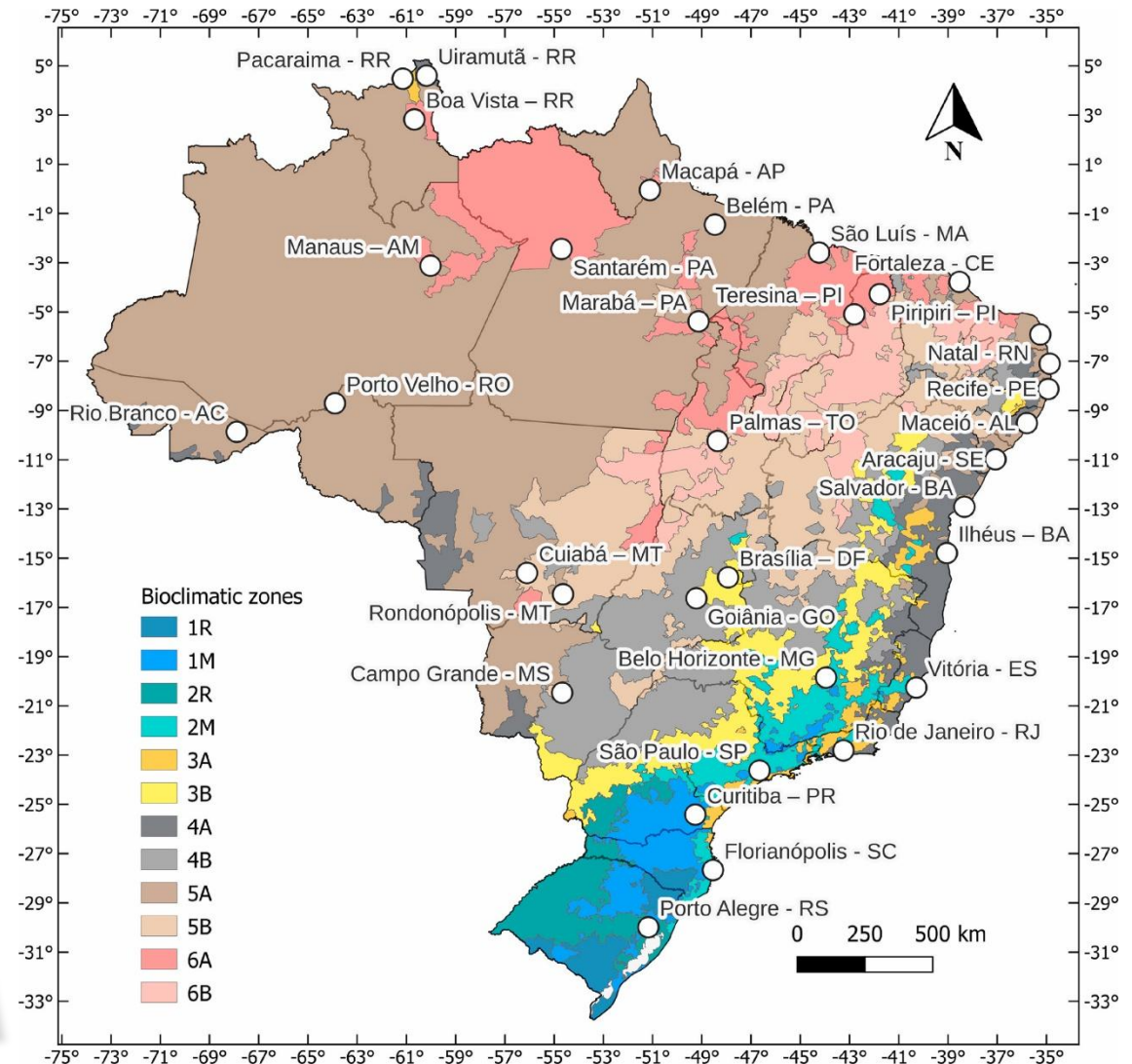


Incertezas...

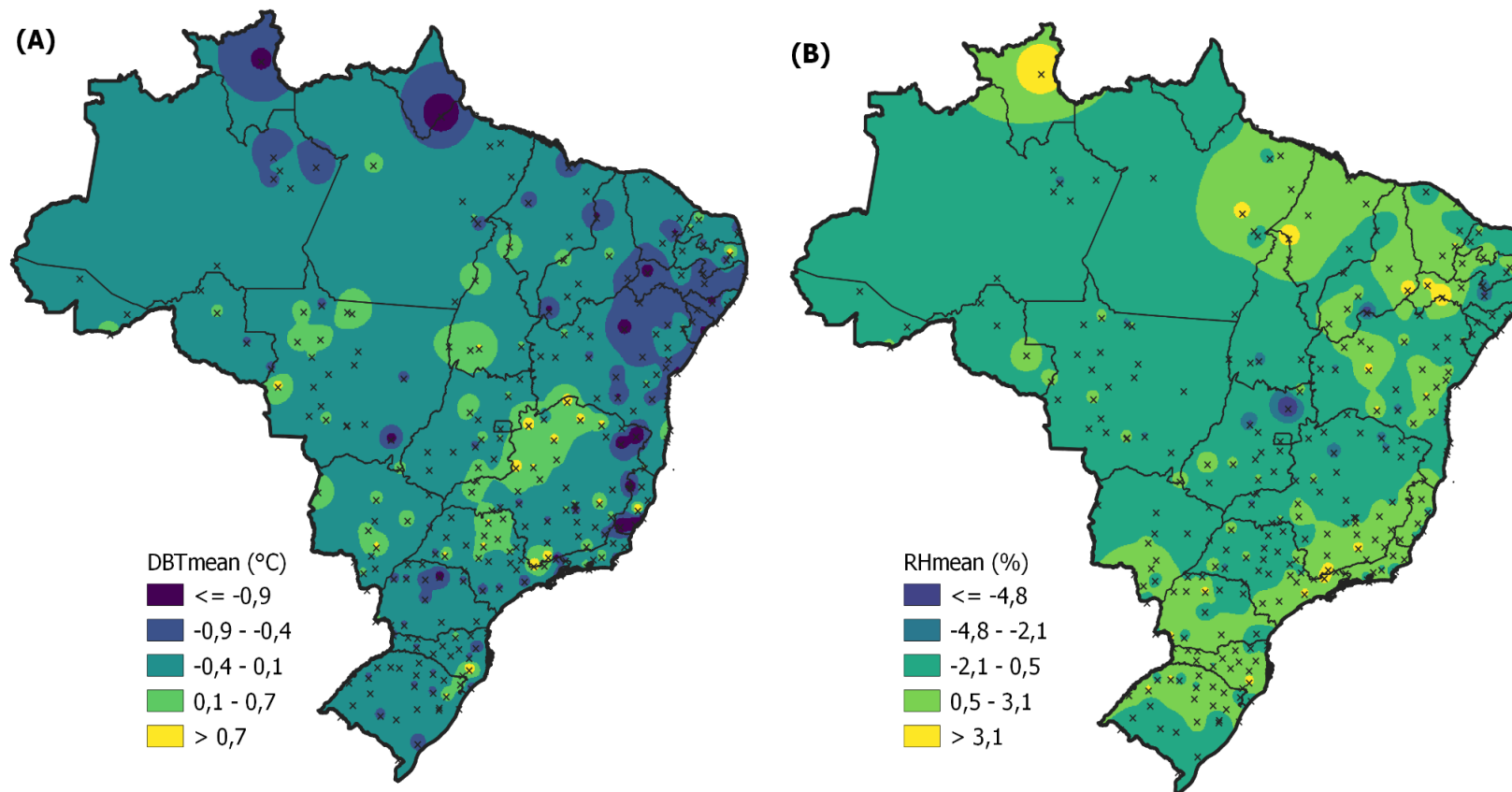
- (1) acurácia da base de dados;
- (2) microclima;
- (3) clima futuro.



<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112423>



Distribuição espacial dos erros de interpolação



Valores interpolados da diferença entre os dados espaciais de alta resolução (ERA5-Land e ANN) e os dados do TMY (TMYx.2007-2021): (A) DBTmean e (B) RHmean.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112423>



Três cidades com alterações na zona bioclimática devido a incerteza na acurácia dos dados.

Municipality	DBTmean	RHmean	Zone	4B	5A	5B	6A	6B
Santarém	27.1 °C	82%	6A	-	43%	-	57%	-
Rondonópolis	26.3 °C	68%	5B	2%	35%	50%	8%	4%
Piripiri	28.6 °C	68%	6A	-	-	-	66%	34%

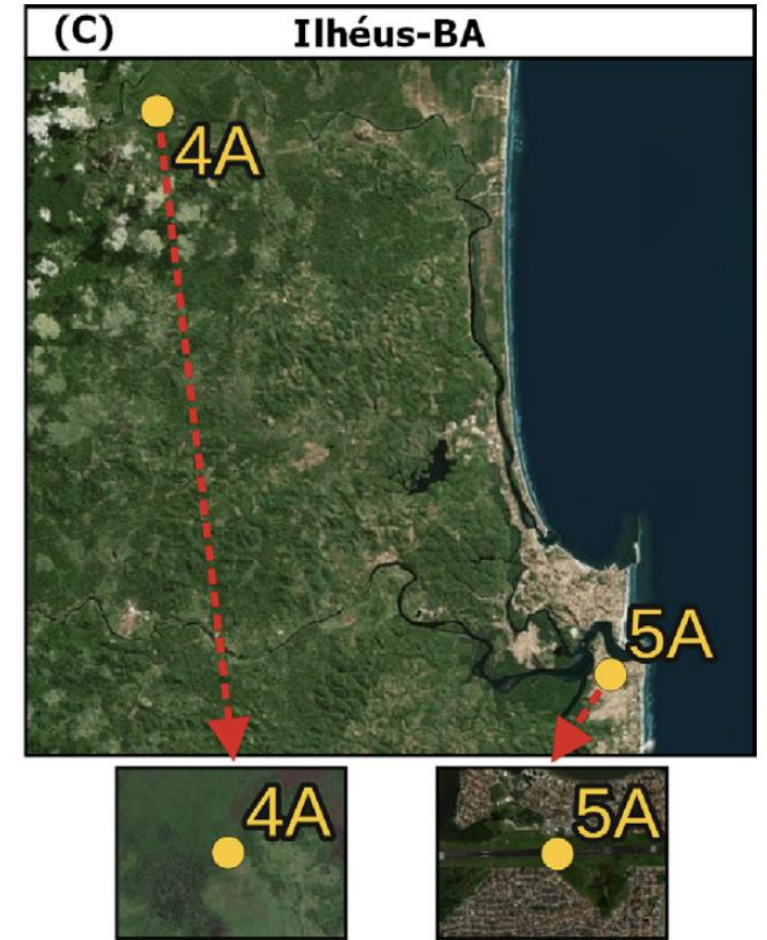
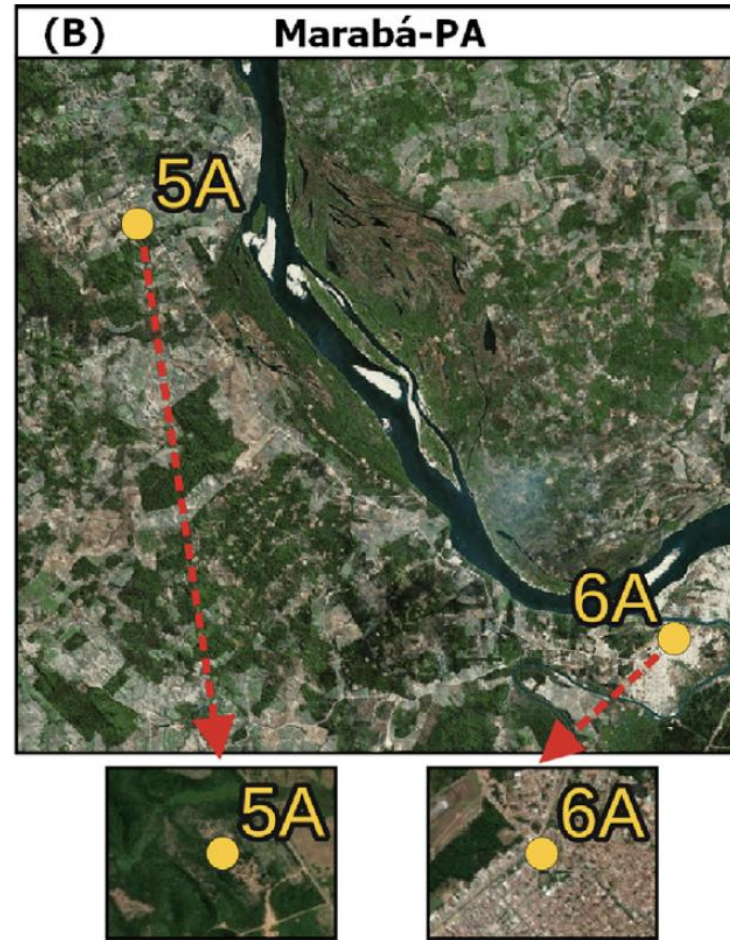
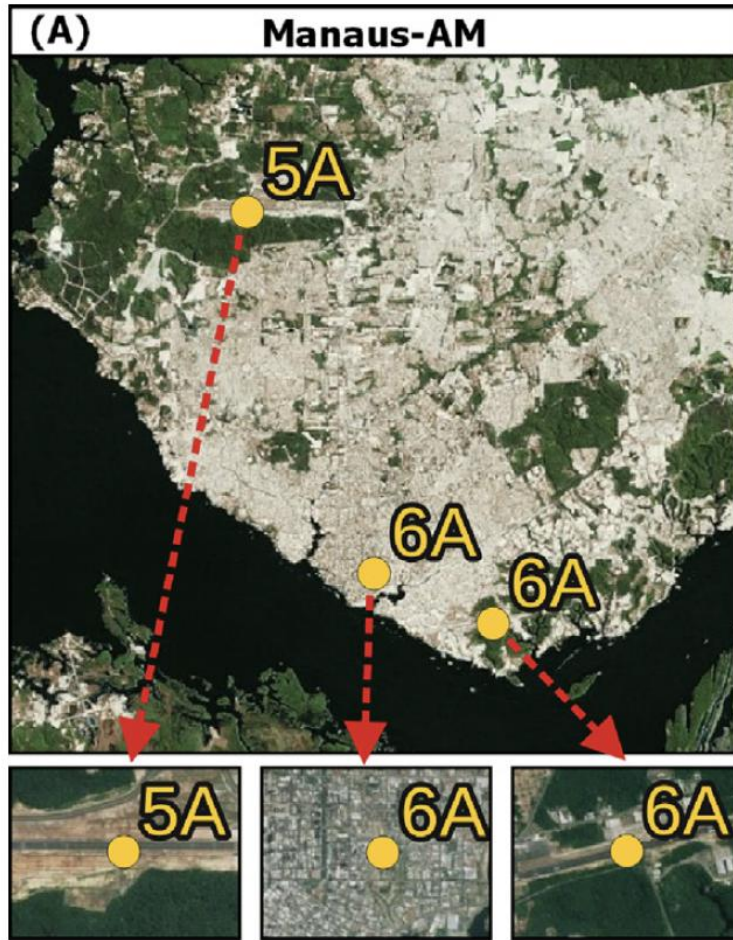
Quatro cidades com alterações na zona bioclimática devido a incerteza na análise climática local.

Municipality	Altitude	Diff.	DBTmean	Diff.	Zone	4B	5A	5B	6A	6B
Cuiabá	565 m		2.34 °C		5B	9%	9%	82%	–	–
Boa Vista	98 m		1.26 °C		6A	–	23%	–	77%	–
Teresina	139 m		0.55 °C		6A	–	–	–	55%	45%
Palmas	415 m		2.39 °C		6B	–	–	64%	12%	24%

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112423>



Mudanças na classificação climática de três cidades devido à temperatura de bulbo seco observada em diferentes estações meteorológicas.

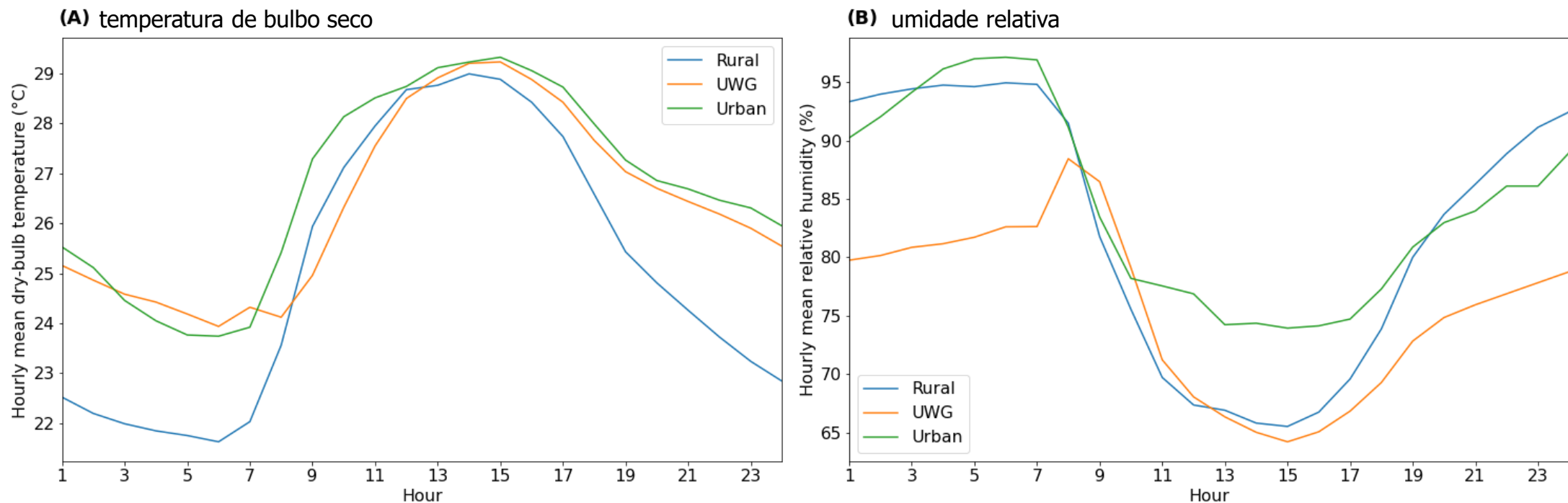


<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112423>



Influência da ilha de calor urbana

Comparação dos valores médios horários de dezembro de 2018 considerando a simulação no UWG e as estações meteorológicas rurais e urbanizadas de Ilhéus-BA



<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112423>



Brasília com climas futuros

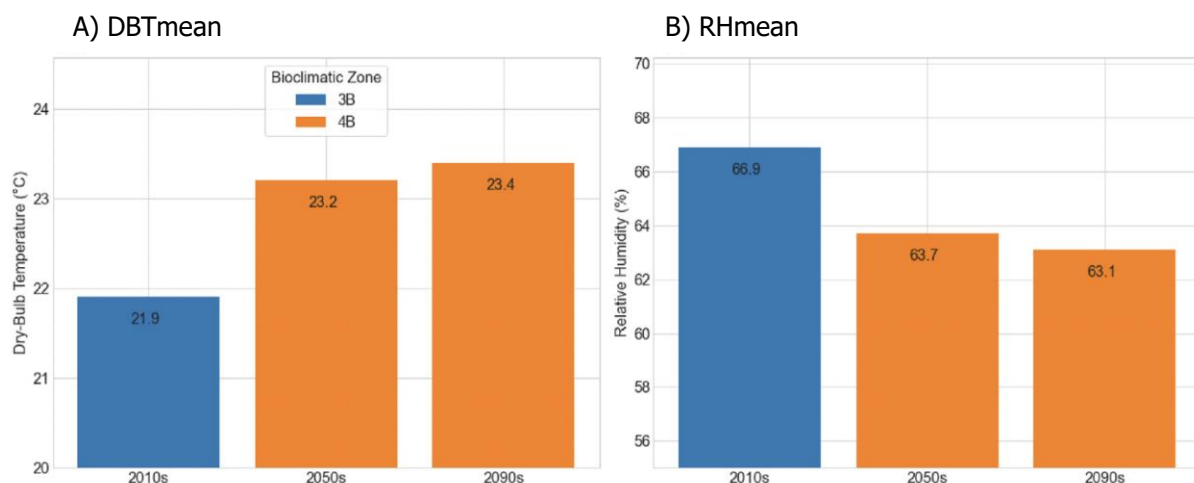


Fig. 14. Climate classification of Brasília considering climate change with RCP 2.6: (a) DBTmean and (b) RHmean.

cenário de baixa concentração

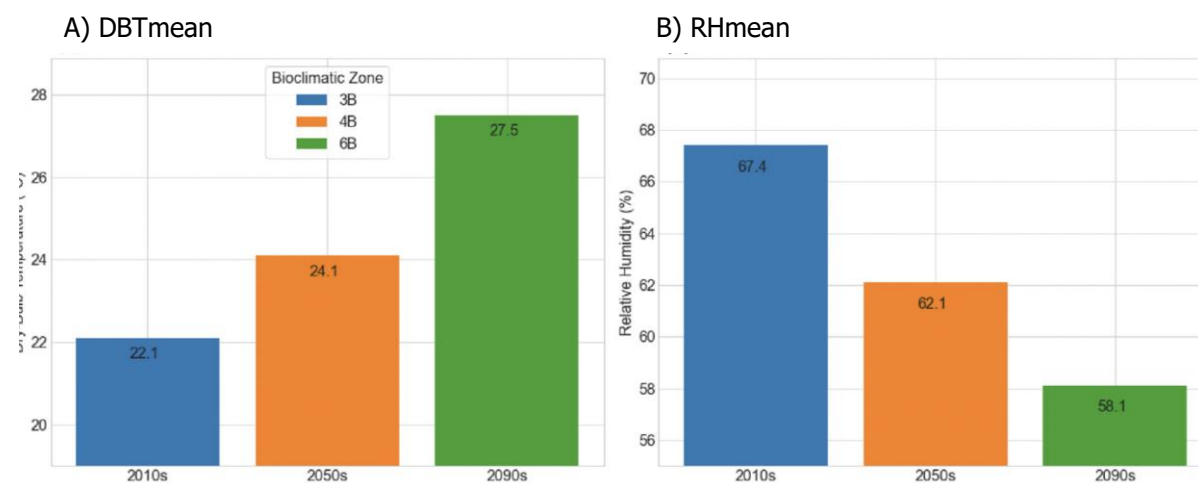


Fig. 13. Climate classification of Brasília considering climate change with RCP 8.5: (a) DBTmean and (b) RHmean.

cenário de alta concentração

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112423>

Considerações Finais

- Os resultados mostraram que a **BASE MAIS CONFIÁVEL** é a **TMYx.2007-2021**. Quando este zoneamento foi feito, a base 2009-2023 ainda não estava disponível;
- Os indicadores climáticos **MAIS SENSÍVEIS** foram **DBTmean**, **RHmean** e **HDD14**;
- O zoneamento bioclimático final provou ser **MAIS ADEQUADO** que os zoneamento existentes;
- **ERA5-Land** se mostrou **MUITO PRECISO**, permitindo boas interpolações e zoneamento para cada município;

Considerações Finais

- O **ERRO** e as **INCERTEZAS** associadas aos dados climáticos podem ser **CAPAZES DE CLASSIFICAR** as cidades em zonas diferentes;
- **DIFERENTES ESTAÇÕES** meteorológica em uma mesma cidade podem classificar as cidades em **ZONAS CLIMÁTICAS DIFERENTES**;
- O **CLIMA URBANO** também modelado pelo UWG mostrou ser efetivo em definir temperaturas mais elevadas em alguns horários, o que **PROMOVE MUDANÇAS NA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA**;
- Para **CLIMAS FUTUROS**, mesmo no cenário de baixa concentração, existe uma mudança na classificação climática de algumas cidades (Brasília).

MUITO OBRIGADO!

Roberto Lamberts
LabEEE-UFSC | www.labeee.ufsc.br

