



HAL
open science

The types of annual climates in Brazil: an application of the classification of Köppen from 1961 to 2015

Vincent Dubreuil, Karime Pechutti Fante, Olivier Planchon, João Lima
Sant'Anna Neto

► To cite this version:

Vincent Dubreuil, Karime Pechutti Fante, Olivier Planchon, João Lima Sant'Anna Neto. The types of annual climates in Brazil: an application of the classification of Köppen from 1961 to 2015. *Confins - Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, 2018, 37, 10.4000/confins.15738 . halshs-01894930

HAL Id: halshs-01894930

<https://shs.hal.science/halshs-01894930v1>

Submitted on 4 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Confins

Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia

37 | 2018

Número 37

Os tipos de climas anuais no Brasil : uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015

Les types de climats annuels au Brésil: une application du classement de Köppen de 1961 à 2015

The types of annual climates in Brazil: an application of the classification of Köppen from 1961 to 2015

VINCENT DUBREUIL, KARIME PECHUTTI FANTE, OLIVIER PLANCHON ET
JOÃO LIMA SANT'ANNA NETO

<https://doi.org/10.4000/confins.15738>

Résumés

Português Français English

Este artigo se propõe a utilizar a classificação de Köppen para definir os tipos de climas anuais (TCA) para um conjunto de 208 estações representativas da diversidade climática do Brasil. Os dados médios mensais de temperatura e precipitação para o período 1961-2015 permitiram estabelecer a frequência dos TCA para cada estação. Os tratamentos estatísticos e cartográficos destas informações auxiliaram a esclarecer os limites climáticos do Brasil. Foram aplicados os conceitos de "núcleo forte", definidos como áreas onde os TCA são sempre ou quase sempre os mesmos, e "áreas de transição", locais onde há uma grande diversidade de TCA. Esta abordagem permite considerar um estudo detalhado das transições entre os tipos de climas tropicais (principalmente Aw, Am e Af), e ao sul, os subtropicais e temperados (Cwa e Cfa, principalmente) e discutir os limites climáticos.

Cet article propose d'utiliser la classification de Köppen pour définir des « *Types de Climats Annuels* » (TCA) pour un ensemble de 208 stations, représentatives de la diversité climatique du Brésil. Les données moyennes mensuelles de températures et de précipitations pour la période 1961-2015 ont permis d'établir la fréquence des TCA pour chacune des stations. Le traitement statistique et cartographique de ces informations précise les limites des climats du Brésil : on



applique ici les concepts de « noyaux forts », définis comme les régions où les TCA sont systématiquement ou majoritairement les mêmes, et « d'aires de transition », c'est-à-dire les régions où on trouve une grande diversité des TCA. Cette approche permet d'envisager une étude fine des transitions entre les types de climats tropicaux (essentiellement Aw, Am et Af) et ceux du sud, subtropicaux et tempérés (Cwa et Cfa notamment) et de discuter ces limites climatiques.

This article proposes to use the Köppen classification to define "Annual Climate Types" (ACT) for a set of 208 stations, representative of the climatic diversity of Brazil. The average monthly temperature and precipitation data for the period 1961-2015 allow to establish the frequency of ACTs for each station. The statistical and cartographic treatment of this information makes it possible to define the limits of the climates of Brazil: here we apply the concepts of "strong nuclei", defined as the regions where the ACT are systematically or mostly the same, and "transition areas", i.e. regions where there is a great diversity of ACT. This approach allows us to propose a detailed study of the transitions between the tropical climates types (mainly Aw, Am and Af) and those of the south, subtropical and temperate (Cwa and Cfa in particular) and discuss these climatic limits.

Entrées d'index

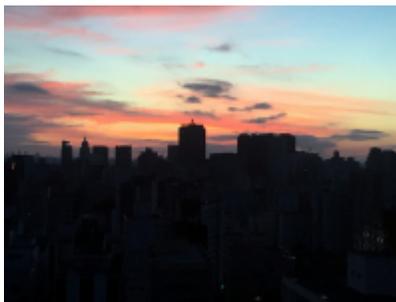
Index de mots-clés : classification climatique, Köppen, Brésil, Type de Climat Annuel

Index by keywords: climate classification, Köppen, Brazil, Type of Climate

Index géographique : Brasil

Índice de palavras-chaves: classificação climática, Köppen, Brasil, Tipo de clima anual.

Texte intégral



Afficher l'image

Crédits : Hervé Théry 2018

- 1 A classificação climática foi objeto de numerosos estudos após o fim do século XIX. Tradicionalmente é possível distinguir as classificações do tipo estatísticas (KÖPPEN, 1900 *et al.* 1901; DE MARTONNE, 1942; VIERS, 1968...) de classificações genéticas (FLÖHN, 1969; ALISSOW, 1954; PEDELABORDE, 1957). Os primeiros geralmente utilizam como metodologia os dados médios de 30 anos de temperaturas e precipitações e seus limiares são correspondentes aos espaços de grandes domínios biogeográficos e bioclimáticos; por esta razão, eles frequentemente são denominados de "fisionômicos". Os segundos, mais recentes, definem os climas pela sucessão dos tipos de tempos habituais, isto é, os caracteres dinâmicos do clima resultante de combinações entre os diferentes parâmetros meteorológicos. Normalmente existe uma crítica aos métodos de classificação: a estática por ser uma visão reducionista do clima onde a média é por definição "o valor que não se produz jamais"; e à classificação genética por ser uma representação pouco abstrata ou complexa do clima e como muitos estados instantâneos da atmosfera em um determinado local (PEGUY, 1970; LAMB, 1977; SANDERSON, 1999).



2 Entre as classificações climáticas a de W. P. Köppen é uma das mais célebres e uma das mais utilizadas no mundo. Ela foi desenvolvida em 1900 a partir de mapas de vegetação mundiais disponíveis na época. O autor procurava uma correspondência

entre os dados climáticos e os limites dos grandes domínios vegetais. Ela é frequentemente considerada como a primeira tentativa de classificação climática quantitativa do clima (THORNTHWAITE, 1933; TREWARTHA, 1937). Composto por uma combinação simples de dados de temperaturas e precipitações médias mensais, ela é aplicável e generalizável rapidamente. Posteriormente diversos autores (HANTEL, 1989; ESSENWANGER, 2001) propuseram adaptações de limiares e limites a esta abordagem e, mais recentemente, numerosos estudos têm retomado esta maneira de abordar o clima para ilustrar sua evolução atual e futura (KOTTEK *et al.*, 2006; RUBEL ET KOTTEK, 2010). Utilizando-se de limiares e limites propostos por Köppen e seus sucessores, diversos autores também têm tentado corrigir o aspecto estático desta classificação aplicando-a não mais para as normais climatológicas, mas para cada ano. A expressão “Tipo de Clima Anual” (TCA) foi assim utilizada para definir o padrão climático de um determinado ano (BRISSE *et al.*, 1982). Esta classificação de W. Köppen foi aplicada por alguns autores para a definição dos TCA do noroeste Argentino (PLANCHON e ROSIER, 2005) e para a França (QUENOL *et al.*, 2008 ; EVENO *et al.*, 2016).

- 3 No Brasil muitos trabalhos também utilizaram a classificação de Köppen (entre outros), ainda que, como em outros países, o caráter estático tenha sido criticado por diversos autores (MONTEIRO, 1968, 1971). Sua aplicação na escala de país, no entanto, não é desinteressante, pois permite o estudo detalhado das transições entre os tipos de climas tropicais e ao sul do país, os climas subtropicais e temperados. Na porção norte-oriental do Brasil encontra-se também uma grande extensão dos climas do tipo tropicais com verão seco, ainda que no interior do Nordeste a aridez seja marcante. Nenhum trabalho, de nosso conhecimento, até agora se propôs a realizar um artigo a partir dos dados de mais de 200 estações meteorológicas entre o período de 1961 a 2015¹.

Dados e métodos

A classificação de Köppen no Brasil.

- 4 Diversos estudos sobre os tipos de climas foram publicados no Brasil especialmente depois da segunda metade do século XIX, momento onde as séries de observação puderam ser suficientemente longas para ser quantificadas (SANT’ANNA NETO, 2013). Morize (1889), Draenert (1896), Mattos (1905) e Peixoto (1907) propuseram diversas abordagens de regionalização dos climas do Brasil e do Estado de São Paulo. Uma importante síntese foi produzida por Delgado de Carvalho em 1916, contudo, foi apenas com a segunda classificação de Morize (1922) que o método de Köppen foi utilizado. Posteriormente com a influência da escola norueguesa, por meio dos trabalhos de M. Sorre (1951) e A. N. Strahler (1951), muitos autores brasileiros desviaram desta abordagem dos climas e, a partir dos anos de 1970, os climatologistas preferiram a utilização da análise rítmica sobre a gênese e a sucessão dos tipos de tempos propostos por Monteiro (1971) ou de abordagens sinóticas (NIMER, 1989; ZAVATINI, 1990) ou geográficos (IBGE, 2002; BERNARDES, 1980, MENDONÇA *et al.*, 2007).
- 5 Contudo, a simplicidade de aplicação e o evidente interesse pedagógico da classificação de Köppen fizeram com que sua utilização não se restringisse a climatologia. No Brasil ele também pôde ser bem utilizado na definição de regiões agroclimáticas (ROLIM *et al.*, 2007), e para a cartografia de grandes divisões de florestas (ARAÚJO *et al.*, 2012) ou florísticas (TORRES *et al.*, 1997). Mais



recentemente, Sa'Junior *et al.* (2012) e Alvares *et al.* (2013) utilizaram esta classificação para uma cartografia detalhada dos tipos de climas do Estado de Minas Gerais e do Brasil. A partir dos dados de quase 3000 estações para o período de 1950 -1990, com a utilização dos SIGs, diversos métodos de interpolação, e de um modelo numérico do terreno à uma resolução espacial de 100 metros foi possível realizar uma aproximação detalhada da repartição dos climas. Seu estudo estimou que os climas do tipo "A" (tropicais) representam 81,4% do território, do tipo "B" (semi-áridos), 4,9% e 13,7% para aqueles do tipo "C" (temperados). Em todos os estudos, contudo, a abordagem é baseada na utilização de dados médios de um período, sem considerar a variabilidade interanual do clima.

Utilização da classificação de Köppen para a identificação dos Tipos de Climas Anuais (TCA).

- 6 Para este estudo foi aplicado o método de Köppen, contudo, não foram utilizados os cálculos médios sobre um longo período, mas para cada ano independente, definindo assim um « Tipo de Clima Anual » (TCA) para cada ano considerado. Num segundo momento, uma abordagem sobre as frequências permitiu identificar a proporção dos TCA para cada estação e sua correspondência (ou não) com o tipo de Köppen. Antes de detalhar o método lembra-se que a maior parte do Brasil se encontra no hemisfério sul e uma pequena parte (7%) é localizada no hemisfério norte e, portanto, com oposição das estações sazonais de verão (dezembro, janeiro e fevereiro – DJF, no hemisfério sul) e inverno (junho, julho e agosto – JJA, no hemisfério sul). Para as estações próximas do equador, as noções de sazonalidade das precipitações devem ser abordadas de maneira relativa. Por convenção o verão (hemisfério sul) corresponde aos meses de janeiro e fevereiro do ano n e do mês de dezembro do ano $n-1$, a fim de considerar a cronologia real sazonal.
- 7 Os limiares definidos para os TCA são os mesmos propostos originalmente na classificação de Köppen e dependem dos dados de temperaturas e precipitações observados para cada mês e cada ano (Quadro 1). A metodologia clássica distingue os climas em função dos seus regimes térmicos (A, C, D, E e seus tipos a, b, c, h e d) e pluviométricos (BW, BS, e seus tipos f, m, s e w).

Quadro 1 : Síntese da classificação de Köppen

		Precipitações				
		Repartições em todo o ano.	Máximo de verão (DJF, Hemisfério Sul)	Máximo de inverno (JJA, Hemisfério Sul)	Insuficiente em todo o ano	
Regimes Térmicos	T->18°C	Af	Aw / Am	As	BW BWh: Tm>18°C Bwk: Tm<18°C	BS BSh: Tm>18°C BSk: Tm<18°C
	T+>10°C -3<T-<18°C	Cf Cfa: T+>22°C Cfb: T+<22°C	Cw Cwa: T+>22°C Cwb: T+<22°C	Cs Csa: T+>22°C Csb: T+<22°C		
	T+>10°C T-<-3°C	Df	Dw	Ds		



	$0 < T+ < 10^{\circ}\text{C}$	ET
	$T+ < 0^{\circ}\text{C}$	EF

Em negrito os tipos correspondem aos TCA observados no Brasil. T+, temperatura média do mês mais quente; T-, temperatura média do mês mais frio; Tm, temperatura média anual. **Principais tipos de climas Köppen: Af**, clima quente, sem estação seca; **Am**, clima quente de monção; **As**, clima quente com chuva de inverno; **Aw**, clima quente com chuva de verão; **BWh**, clima árido e quente; **BSh**, semi-árido e quente; **Cfa**, clima temperado, sem estação seca e verão quente; **Cfb**, clima temperado, sem estação seca e verão fresco; **Cwa**, clima temperado com verão quente e úmido; **Cwb**, clima temperado com verão fresco e úmido; **Csa**, clima temperado com verão quente e seco; **Csb**, clima temperado com verão seco e fresco.

(C. P. PÉGUAY, 1970 e G. VIERS, 1968).

- 8 O tipo BW corresponde as estações as quais as precipitações anuais médias (mm) são inferiores a 10 vezes a (temperatura anual média + 100) e o tipo Bw são as estações as quais as precipitações anuais médias (mm) são inferiores a 20 vezes a (temperatura anual média + 200).
- 9 Para os regimes pluviométricos dos climas A o tipo « f » (nenhum mês seco) é definido quando os meses chuvosos recebem ao menos 60 mm. O tipo "w" (estação seca do inverno) corresponde aos anos onde as precipitações do mês mais seco têm entre 60 mm e $[100 - (\text{precipitação anual média})/25]$. O tipo "s" (estação seca de verão) é atribuído aos anos onde o mês menos chuvoso de verão recebe menos de 1/3 das precipitações do mês mais chuvoso de inverno. O tipo "m" (conhecido como clima de monção) se aplica aos anos onde as precipitações do mês mais seco é inferior a 60 mm e inferior a $[100 - (\text{precipitação anual média})/25]$.
- 10 Para os climas "C" a definição do tipo "s" é a mesma que para os climas "A". Certos autores (PLANCHON *et al.*, 2014; EVENO *et al.*, 2016) preferem definir o tipo "s" utilizando os limiares de meses secos de Gaussen, mas para ficar mais próximo do trabalho de Köppen, optou-se por utilizar o método original. Para os tipos "w" são definidos os anos onde ao menos os meses chuvosos de inverno recebem menos de 1/10 das precipitações do mês mais chuvoso de verão. Enfim, o tipo "f" é atribuído aos anos que não puderam ser classificados em "s" ou em "w". Em relação aos subtipos "a" e "b", se aplicam bem os tipos Cs, CW e CF, eles permitem diferenciar os climas com verões quentes (temperatura média do mês mais quente superior à 22°C para o tipo "a") e aqueles verões mais frescos (temperatura média do mês mais quente abaixo de 22 ° C para o tipo "b").

Dados climáticos utilizados

- 11 Para este estudo foram utilizados os dados de temperaturas e de precipitações médias mensais correspondentes ao período de 1961 a 2015, 55 anos completos. Foi escolhido o mais longo período possível em função da disponibilidade de dados e de um número suficiente de estações meteorológicas que cobrissem todo o território brasileiro e, também, pela intenção em utilizar o maior conjunto de TCA possíveis. Um período mais curto, normalmente 30 anos, poderia excluir alguns anos particulares (por exemplo, as grandes secas do nordeste no começo dos anos 1960).
- 12 O conjunto dos dados utilizados foi compilado a partir de diferentes fontes. As séries principais são provenientes do banco de dados BDMEP (Banco de dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), disponíveis *online*. Os dados faltantes foram obtidos (também *online*), junto ao serviço hidrológico (Hidroweb) da ANA (Agência Nacional de Águas). Estes dados compreendem principalmente as precipitações compiladas em postos vizinhos, localizados no mesmo município, e que permitiram preencher a maior parte das lacunas. Por fim, certos dados

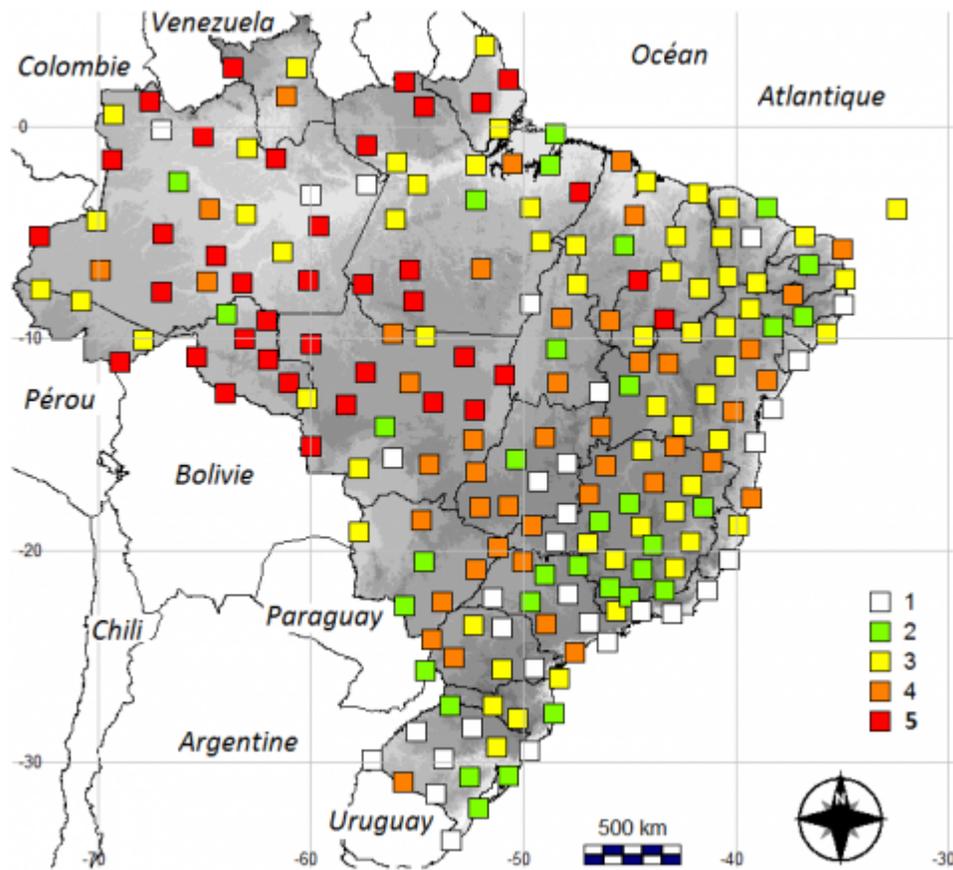


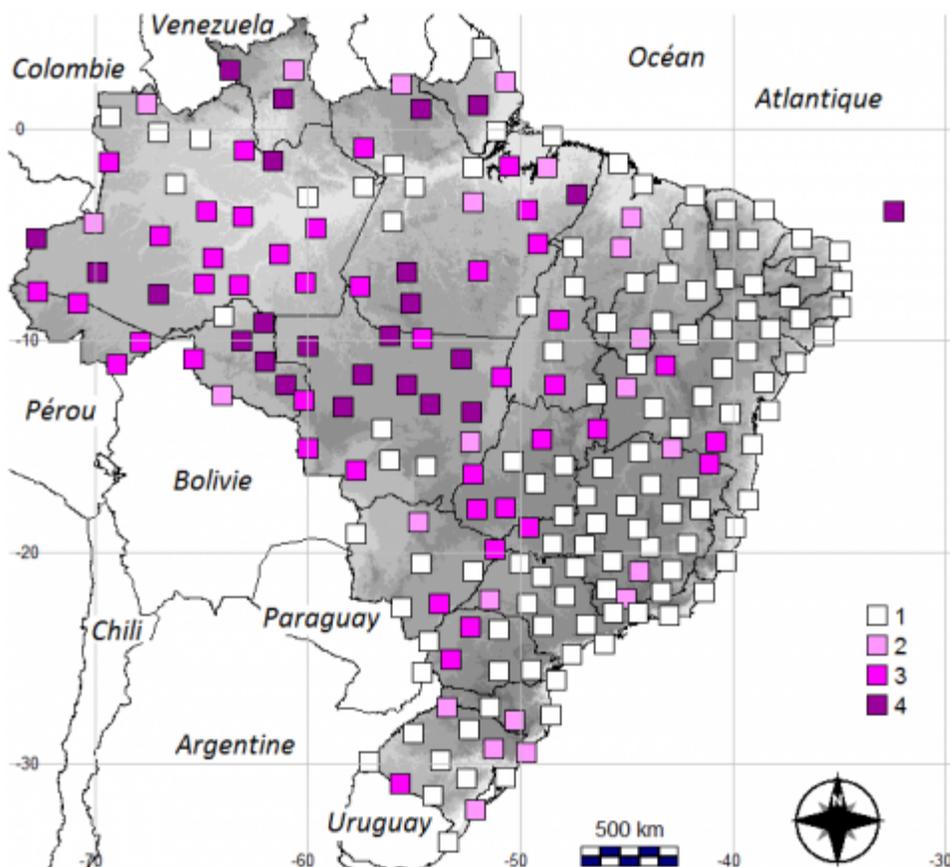
complementares foram adquiridos a partir das bases de dados internacionais do GHCN (*Global Historical Climatology Network*) e do NCDC (*National Climatic Data Center*) da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

13

Aproximadamente 350 séries foram selecionadas, parcialmente ou totalmente, para o período considerado. Para cada uma das séries foi realizado o cálculo das temperaturas médias a partir da média das temperaturas mínimas (T_n) e máximas (T_x), um método diferente do utilizado pelo INMET que calcula a média a partir das T_n , T_x e das temperaturas observadas às 0h e 12h. O método aqui utilizado superestima ligeiramente os valores de temperaturas médias em 1 a 2°C. Diversas séries foram eliminadas em razão de lacunas muito importantes (mais de 20%) ou de descontinuidades maiores detectadas segundo os testes estatísticos de homogeneidade e de rupturas nas séries (Pettitt). Por fim, assinala-se que algumas séries (Centro-Oeste, Pará) são referentes apenas ao período recente, posteriores ao período de desenvolvimento dessas regiões após os anos de 1970 (DUBREUIL *et al.*, 2004; DELAHAYE *et al.*, 2015).

Figura 1: localização das estações e porcentagem dos dados faltantes para as temperaturas (acima) e para as precipitações (abaixo).





Legenda: 1, menos de 5% dos dados faltantes; 2, de 5 à 10%; 3, de 10 à 25%; 4, de 25 à 50%; 5, mais de 50% dos dados faltantes.

- 14 Ao final, 208 estações meteorológicas foram mantidas a partir da escolha deliberada em privilegiar uma cobertura homogênea do território brasileiro e a fim de compensar a sub-representação dos dados do oeste e norte do país (Figura 1). Em casos de regiões tropicais onde a temperatura média mensal nunca são inferiores a 18°C (tipo "A" de Köppen) as estações com séries unicamente de precipitações também foram selecionadas. Apesar desta vigilância a densidade de estações foi menor no Norte, especialmente o Estado do Amazonas com 23 estações para 1,571 milhões de km², quando comparada ao Sudeste ou o Sul do país: 13 estações para a representação de 282.000 km² no Rio Grande do Sul, por exemplo (Quadro 2). Algumas regiões ficaram sub-representadas devido a falta de informação suficiente e de qualidade ou devido a falta de informações em longo período, como no sudeste do Pará ou no oeste do Mato Grosso do Sul.

Quadro 2: Distribuição das estações por regiões geográficas.

Região	Número de estações	% de estações	Superfície em %
Norte	66	31.7	45.3
Centro- Oeste	38	18.3	18.9
Nordeste	41	19.7	18.2
Sudeste	39	18.8	10.9
Sul	24	11.5	6.7
TOTAL	208	100.0	100.0



15 A repartição das estações por classe de altitude do país apresenta uma boa distribuição (Quadro 3): a sobrerrepresentação da classe de 0 a 50 m é relacionado ao número expressivo de estações litorâneas ao leste do país, historicamente, os locais de mais antigo povoamento; a sobrerrepresentação da classe 500-1000 m está relacionada com fortes densidades de planaltos dos Estados do Sul e Sudeste (MG, SP, PR), onde vivem cerca de um terço da população brasileira ; ao contrário, as classes de 100 a 500 metros de altitude, as mais representativas das características do relevo do interior do país, são sub-representadas do ponto de vista do número de estações. Relembramos que no território brasileiro há poucas superfícies com "elevada altitude", somente 2%, o "país horizontal", segundo Théry (2000). Nesta pesquisa foram utilizadas 6 estações, 3% das estações elegidas, com ênfase para a estação mais elevada do conjunto: Campos do Jordão (1642 m) localizado na Serra da Mantiqueira, sudeste do Estado de São Paulo.

Quadro 3 : Repartição das estações selecionadas por classes de altitude.

Classes de altitudes	Número de estações	% de estações	Superfície em %
Menos de 50	39	18.8	7.7
De 50 à 100	26	12.5	12.9
De 100 à 250	46	22.1	28.8
de 250 à 500	41	19.7	28.9
de 500 à 1000	50	24.0	19.9
1000 e +	6	2.9	1.9
TOTAL	208	100.0	100.0

16 A base de dados assim constituída representa aproximadamente 250.000 dados mensais, que permitiram estabelecer cerca de 10.500 TCA para todo o território brasileiro. O conjunto dessas informações fornece o suficiente para uma boa representação geográfica e permite considerar uma abordagem cartográfica das TCA. Assim, para cada TCA, foram elaborados mapas de distribuições das frequências a partir dos dados das 208 estações. O método de interpolação aplicado é bem simples: foi baseado no inverso da distância do quadrado e construído sobre uma malha larga de 4x4 quilômetros. Nesta escala nenhum fator geográfico (altitude, distância do mar, etc...) foi considerado na interpolação devido a baixa densidade da rede de estações. Assim foi possível estabelecer uma nova abordagem sobre os climas do Brasil a partir do método dos TCA.

Resultados :

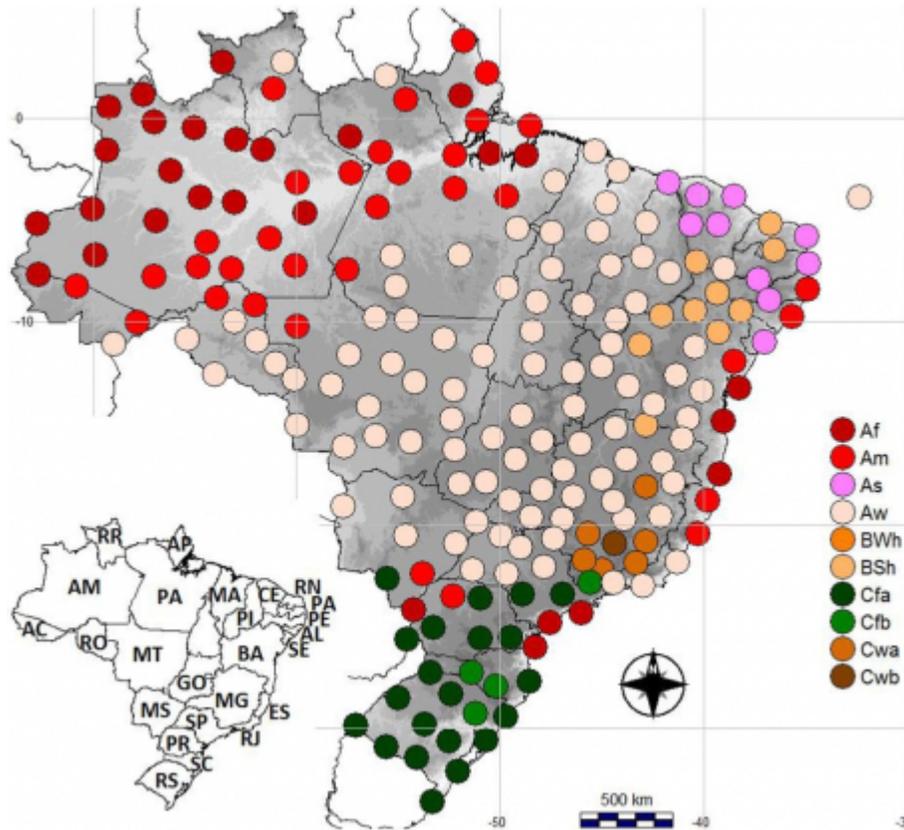
Os climas médios e sua representatividade.

17 O primeiro mapa (Figura 2) propõe uma representação do tipo de Köppen médio, calculado para todo o período (1961 – 2015), nas 208 estações. Alguns tipos de climas são largamente representados: o tipo Aw representa quase a metade das estações (95) e forma um conjunto denso central sobre os platôs e cerrados (savanas) do interior do



Brasil. Se fosse necessário escolher um tipo de clima "brasileiro", sem dúvidas este seria elegido!

Figura 2: Tipos de climas no Brasil (Köppen) para as médias do período de 1961-2015 e lista das siglas dos estados brasileiros utilizados no texto.

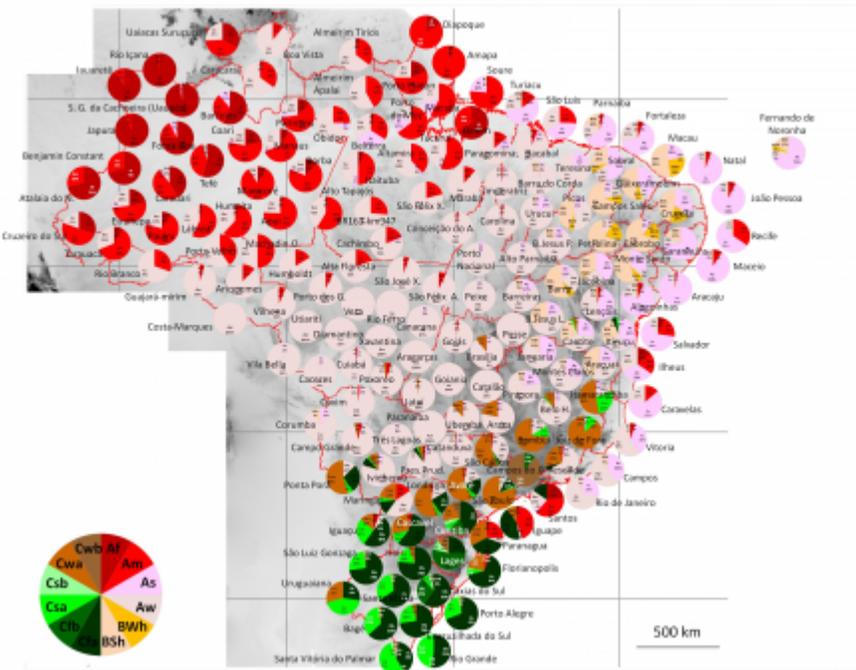


- 18 Outros três grandes tipos de climas são destacados em seguida: o tipo Am assume o segundo lugar com 33 estações espalhadas ao sul e a leste da Amazônia e também no litoral de Recife-PE à Vitória-ES. Mais ao sul, duas estações em Ivinhema-MS e Maringá-PR (respectivamente 19,9 e 18,9 °C, média em junho) também caracterizam o tipo Am; o tipo Af, representado por 28 estações, corresponde aos climas que durante todo o ano são quentes e chuvosos. Localizam-se a partir do oeste da Amazônia, na região da foz do Amazonas, e também, assim como o ocorrido para o tipo Am, pode ser encontrado em algumas estações litorâneas do Nordeste do país (Salvador-BA) e no Sudeste, próximo ao extremo limite meridional dos climas tropicais (média de 19°C em junho em Iguape-SP e 18,1°C em Guaira-PR). O último clima de tipo "A" encontra-se também no litoral nordestino, famosa pela estação seca no verão "As". Situa-se no litoral do Piauí-PI até Aracajú-SE representado por apenas 10 estações. No interior do Ceará ao norte de Minas Gerais, o tipo semi-árido "BSh" concerne também 10 estações. Nenhuma das estações escolhidas correspondem ao tipo BWh. Mesmo as estações menos chuvosas, Petrolina-PE e Paulo Afonso-BA, receberam cada uma aproximadamente 500 mm anuais.
- 19 No sul do Brasil, os climas do tipo "C" representam os resultados de 32 estações, quase o mesmo número de estações com o tipo "Am" (33), lembrando que o Brasil é majoritariamente tropical. Pra este conjunto o tipo mais representado é o "Cfa" (21 estações) que se estende do Rio Grande do Sul-RS à São Paulo-SP; em altitude, especialmente em Santa Catarina ou em Campos do Jordão-SP, o tipo "Cfa" cede lugar aos ares frescos do tipo "Cfb" (4 estações). Os climas do tipo Cwa incluem 6 estações do interior meridional de Minas Gerais, em apenas uma estação (Barbacena-MG) é representado a nuance de altitude do tipo "Cwb". Nenhuma estação, mesmo as mais



meridionais, foram associadas aos tipos "Csa" ou "Csb", mostrando que, em média, estas regiões permanecem relativamente bem chuvosas no verão. A abordagem frequencial permitirá detalhar esta primeira análise.

20 Figura 3: Frequências dos Tipos de Climas Anuais no Brasil para o período de 1961-2015.



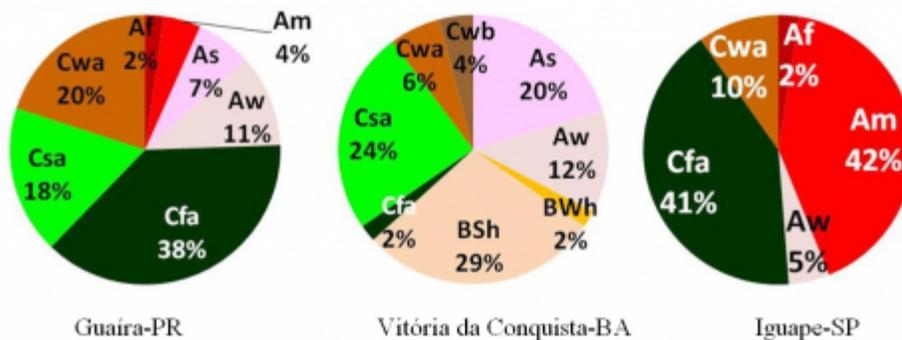
Consultar a Tabela 1 para os tipos de Köppen.

21 O mapa da Figura 3 mostra, para uma seleção de cerca de 180 estações (para facilitar a leitura) a incidência de TCA durante todo o período. Ele permite compreender melhor a variabilidade interanual do clima no território brasileiro e notadamente verificar se o tipo climático anual de Köppen corresponde efetivamente ao tipo de clima mais frequente, o que está longe de ser sistematicamente verdade!

22 As estações ao qual o TCA mais frequente corresponde ao tipo de clima médio de Köppen são predominantes, como podem ser comprovados em 169 estações ou quase 76 % dos casos. Dentre estas, em 13 estações (6,3 %) o clima de Köppen representa 100% dos TCA, para o tipo "Aw". No entanto, para um número significativo de estações (24%, portanto, quase um quarto), o TCA mais frequente não corresponde ao clima de Köppen médio: em 32 casos (15 %), o clima médio é apenas o segundo TCA mais frequente; em 10 casos (5%), o tipo médio de Köppen não chega a ocupar a terceira posição dos TCA mais frequentes vindo, por vezes, em quarta (3 casos) ou quinta posição (2 casos, Iguape-SP e Paranaguá-PR, onde o tipo Af apenas representa, respectivamente, 2 % e 4% de casos). Guairá, no Paraná, por exemplo, detêm um registro recorde de apenas 2 % dos TCA sendo do tipo "Af", é a sétima posição de tipo de tempo mais frequente! Por fim no registo de curiosidades observa-se também o caso de Caravelas-BA, onde o tipo médio de Köppen "Af" nunca foi observado e Vitória da Conquista, Bahia, onde pelo menos 8 tipos de TCA são representados (Figura 4)!

Figura 4: Alguns exemplos de frequências de TCA para 3 estações e o período de 1961-2015, Guairá-PR, Vitória da Conquista-BA e Iguape-SP





Consultar a Tabela 1 para os tipos de Köppen.

- 23 Além desses exemplos "extremos", algumas configurações típicas merecem atenção: na Amazônia meridional, muitas estações compartilham seus TCA entre o tipo "Am" e o tipo "Af", marcando a transição entre os climas tropicais úmidos e aqueles com longa estação seca. No interior do Nordeste, tipos "Aw", "As" e "BSh", de fato "BWh" marcam a forte variabilidade interanual das precipitações (e sua proveniência) nesta região. De Minas Gerais ao Paraná, a proporção dos tipos "Aw" diminui gradualmente em favor dos tipos "Cw", marcando a transição para os climas temperados, mas com regime de chuvas marcado pela tropicalidade (estação seca de inverno). Finalmente, do Paraná ao Rio Grande do Sul, o tipo temperado sem estação seca "Cfa", cede lugar pouco a pouco ao tipo "Csa", mostrando a maior frequência ao sul de verões secos, sem que se pudesse encontrar o tipo médio "mediterrâneo", mesmo se os TCA "Csa" predominam em Santa Vitória do Palmar-RS.

Frequências dos TCA e limites climáticos

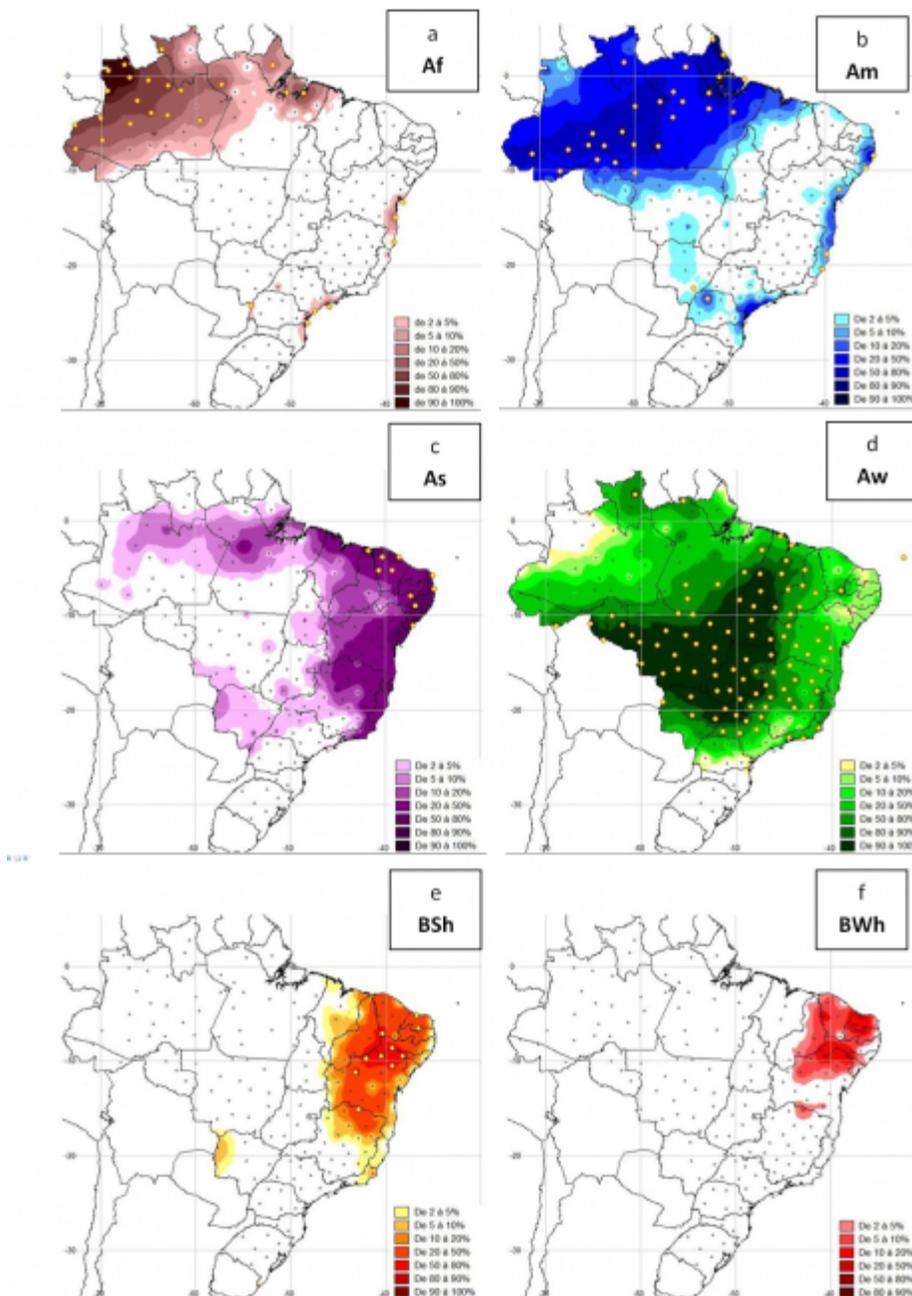
- 24 A representação cartográfica sobre a frequência dos TCA permite regionalizar os climas do Brasil e distinguir as regiões homogêneas daquelas em que o mesmo TCA são normalmente representado por regiões "em transição" (onde vários TCA podem ser observados). O objetivo é aplicar uma tipologia fundamentada na pesquisa de F.Durand-Dastès e L.Sanders (1984) utilizada na França para distinguir os "núcleo forte" das "áreas de transição".
- 25 O tipo "Af" mostra um importante gradiente no noroeste da Amazônia e ao redor da ilha de Marajó-PA (Foz da Amazônia). O clima "equatorial" possui uma descontinuidade maior no centro do Pará onde vários autores demonstraram a importância do "corredor seco Amazonense". Assim, esquematicamente de Santarém-PA à Marabá-PA, as precipitações médias anuais diminuem à menos de 2000 mm, com a proporção do tipo "Af" em menos de 50% dos TCA, e assim, perde-se espaço para o domínio do tipo "Am" (Figura 5a).
- 26 Os climas de monção "Am" (Figura 5b) dominam entre as regiões do Acre ao centro do Pará e até o Amapá e Roraima. Ao norte de Rondônia, do Mato Grosso, ao sudeste do Pará e ao oeste do Maranhão sua proporção diminui progressivamente marcando a passagem dos climas tropicais úmidos com curta estação seca para aqueles com uma estação seca de inverno mais marcada (SETTE, 2000; ARVOR *et al*, 2014. DEBORTOLI *et al*, 2015). Assim como para o tipo "Af", as regiões costeiras do Atlântico conhecem uma proporção não negligenciável destes TCA (Am), ao ponto de definir algumas estações a esse tipo médio de Köppen.
- Os TCA "As" (Figura 5c) apresentam um gradiente de leste para oeste praticamente invertido ao do tipo "Af". Eles não são, no entanto, a maioria nas zonas litorâneas e apenas dão lugar a um número reduzido de estações do tipo médio de Köppen

correspondente. Na verdade, no interior do Nordeste, os tipos "B" ou "Aw" rapidamente tornam-se predominantes e no Pará o tipo "Am" sobressai. Existe, portanto, uma grande diferença entre a forte frequência deste TCA, observado da Amazônia ao Paraná e de São Paulo ao Amapá, e o regime médio constatado. Na Amazônia, no entanto, esta forte frequência é mais relacionado ao fato de que em certos anos um único mês de verão teve baixo volume de precipitação (como o inverno para o tipo Aw), o suficiente para classificar estes anos em "As".

- 28 O tipo "Aw" é de longe o domínio mais representado espacialmente (Figura 5d). Representa a maior extensão de território nacional com uma proporção esmagadora de mais de 90% ou mesmo 100% do TCA entre os estados do Mato Grosso ao Piauí, passando por Goiás e Tocantins. Sua característica "hegemônica" é marcada também no hemisfério norte, no Estado de Roraima (regime tropical boreal). Apenas no extremo noroeste do Amazonas e a partir do sul do Paraná esse tipo nunca foi observado.
- 29 O gradiente relacionado ao domínio árido e semiárido do Nordeste é um fenômeno bem conhecido (GUERRA, 1955). A frequência de TCA "BSh" (Figura 5e) e "BWh" (Figura 5f) permite encontrar os núcleos de forte aridez no interior de Pernambuco, da Bahia, da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Os TCA "BSh" se estendem até o norte de Minas Gerais e oeste do Maranhão em anos com maiores déficits hídricos. Nota-se também este tipo no oeste de Mato Grosso do Sul (apenas 1000 milímetros anuais em Corumbá-MS), no entanto, a lógica é diferente, o déficit pluviométrico desta região do Pantanal-MS (TOZATO *et al.*, 2013) se prolonga até o norte do Chaco Argentino e Paraguáio.

Figura 5: Frequências anuais dos TCA "A" e "B" no Brasil, de 1961 a 2015.





Nota: as estações concernentes de cada um dos tipos são indicadas pelos símbolos pontuais em amarelo.

30 Os TCA do tipo "C" fazem suas aparições ao sul em torno dos 20° de latitude. No entanto o encontramos ao norte deste limite em regiões de altitude e também bem no sul da Bahia (Vitória da Conquista ou Itiruçu 13,4° Sul); no Goiás (um caso em Jataí) ou no Distrito Federal (em Brasília localizada a 15,8° de latitude sul e 1159 metros de altitude, a frequência de TCA "Cwa" atingiu 11%). No Mato Grosso do Sul e também no oeste do Estado de São Paulo, um gradiente latitudinal é visível e os TCA "temperados" desaparecem mais ao norte e não são mais identificados em Três Lagoas-MS ou Catanduva-SP (21° Sul), enquanto que eles representam 7% e 21% dos casos em Presidente Prudente-SP e Ivinhema-MS (22° Sul).

31 Os tipos "Cfa" (Figura 6a) e "Csa" (Figura 6c) mostram o gradiente em latitude mais claro: a sua frequência diminui gradativamente de Porto Alegre-RS (respectivamente, 69% e 29% dos casos) à Londrina-PR (respectivamente, 24% e 4% das observações). O tipo Csa é, no entanto, sempre minoritário, exceto em Uruguaiana-RS e Santa Vitória-RS, sem permitir a ocorrência de um tipo de "Csa" médio. Um ponto semelhante pode

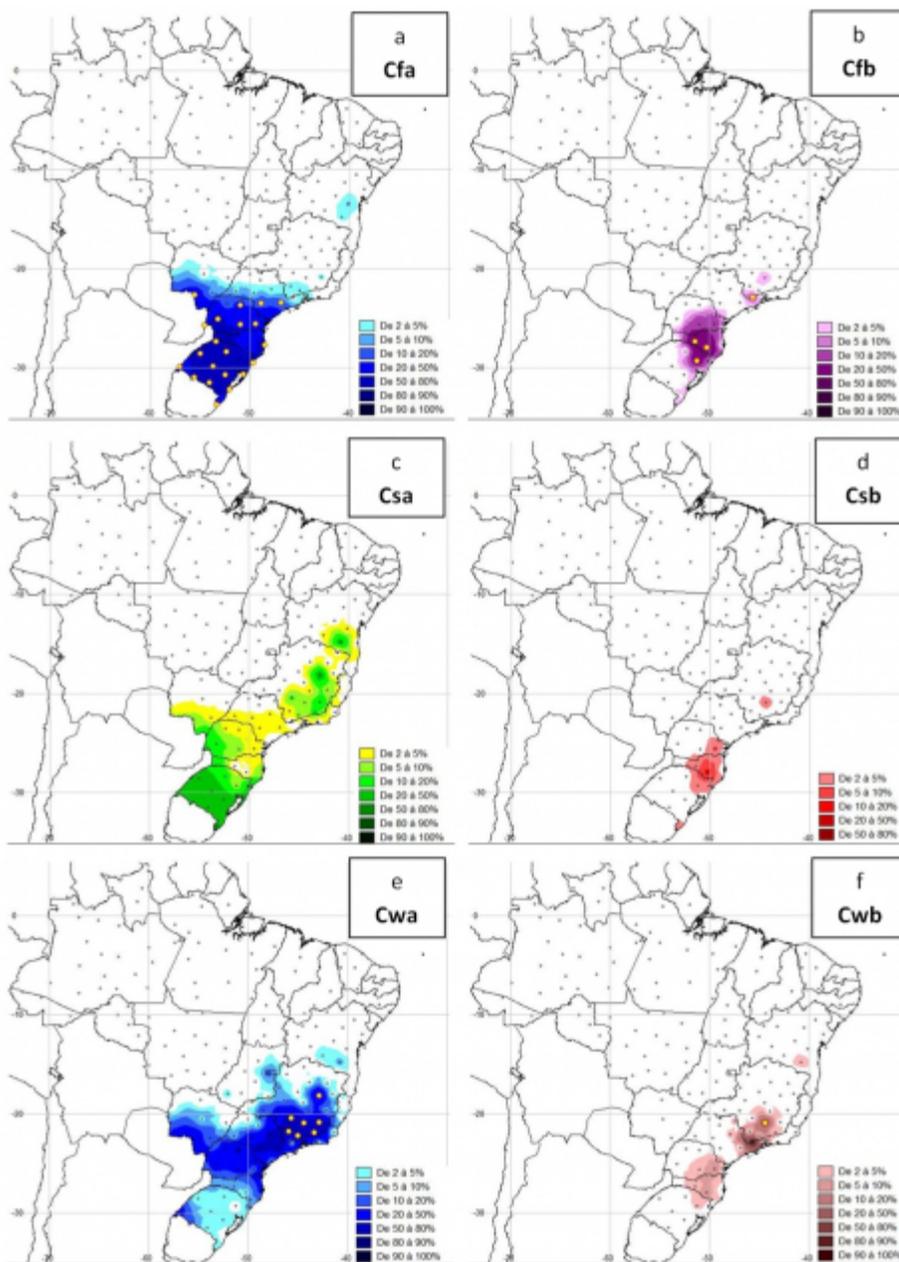


ser feito sobre a sua diminuição em altitude para os tipos "Cfb" (Figura 6b) e "Csb" (Figura 6d) encontrados nos relevos de Santa Catarina, principalmente. É sempre o tipo Cfb que domina e enquanto o tipo Csb é muitas vezes representado como o tipo Cwb (4% em ambos os casos em Campos Novos-SC). A altitude, neste caso, contribui tanto para reduzir a seca estival quanto por reduzir as temperaturas e exclui, portanto, todos os tipos médios "Csb".

32 A última categoria de TCA, Cwa (Figura 6e), tem seu ponto máximo posicionado na fronteira entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. O tipo Cwa (e Cwb em altitude superior a 1100 m aproximadamente, Figura 6f) é o TCA que mais representa a superfície do Sudeste, mesmo que seja representativo de um número limitado de estações meteorológicas. De fato, ao norte ou oeste, o TCA "Aw" é ligeiramente mais frequente, enquanto que ao sul, a altitude favorece os tipos "Cf" do Paraná até o Rio Grande do Sul, e o regime pluviométrico com volume máximo no verão cede rapidamente espaço aos regimes máximos de inverno. Assim como para o tipo "Cs", ele é considerado um TCA "secundário" ou ainda que majoritário essa definição não expressará o regime médio. Assim, em São Paulo-SP como em Londrina-PR, onde respectivamente 80% e 56% do TCA são do tipo "Cwa", as duas estações conhecem um regime médio do tipo "Cfa".

Figura 6 : Frequências anuais dos TCA "C" no Brasil de 1961 à 2015.





Nota: as estações concernentes por cada um dos tipos são indicadas pelos símbolos pontuais em amarelo.

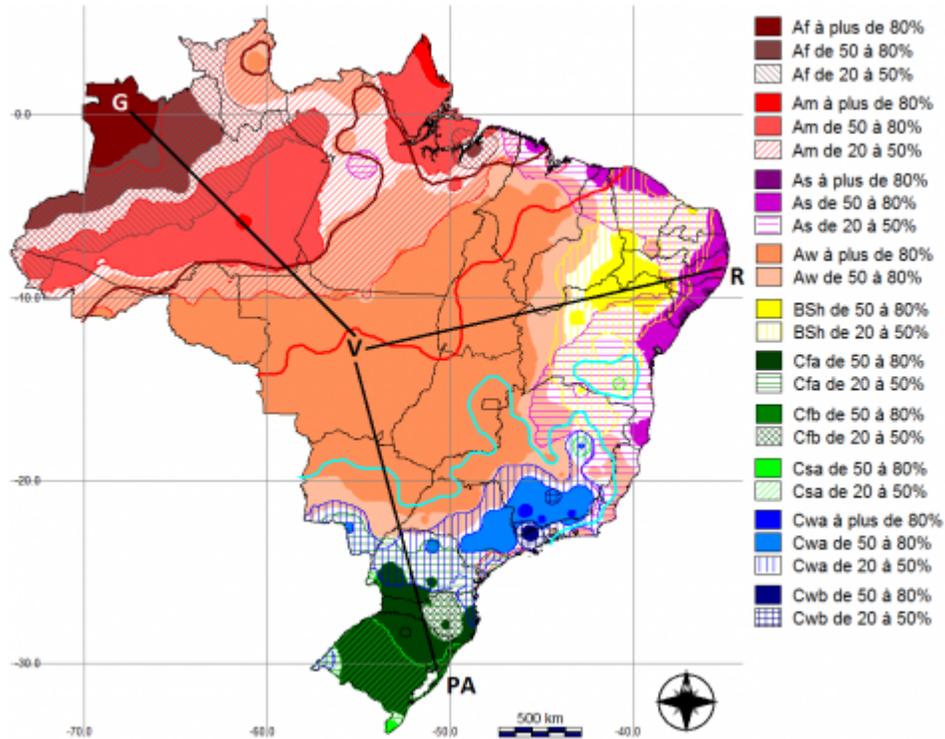
Tentativa de síntese sobre as frequências dos TCA no Brasil

- 33 A partir do conjunto de observações anteriores pode-se tentar elaborar um novo esboço regional dos climas do Brasil com base na participação dos TCA. A abordagem é presunçosa, pois poderá ser vista como uma nova tentativa de tipologia dos climas do Brasil. No entanto, o objetivo não é o de chegar a uma simples divisão regional, e muito menos definitiva, mas, sobretudo, rever os limites relativos dos grandes tipos de climas que permitem a abordagem frequencial. Por conseguinte, a primeira abordagem baseia-se na definição de regiões consideradas homogêneas, os "núcleos fortes", que se caracterizam por uma forte frequência dos mesmos TCA (mais de 50% e 80% das frequências - são a mediana e o quintil superior). As "áreas de transição", por oposição, serão as regiões onde nenhum TCA é dominante, locais onde suas combinações podem



gerar uma grande variedade de nuances regionais. Neste estudo, apenas os TCA cuja frequência é superior a 20% (quartil inferior, um ano em cada cinco) serão utilizados, mas serão mantidos, igualmente, os limites extremos ao sul dos TCA "Af" e "Am" e ao norte, os TCA "C".

Figura 7: Tentativa de síntese sobre os tipos de climas no Brasil a partir das frequências dos TCA.



Linha vermelha escura: limite meridional dos TCA "Af"; linha vermelha: limite meridional dos TCA "Am"; linha azul, limite setentrional dos TCA do tipo "C". Transectos: G = São Gabriel da Cachoeira; V = Vera; R = Recife; PA = Porto Alegre. . Consultar a Tabela 1 para os tipos de Köppen.

34 Considerando as regiões cobertas majoritariamente por TCA com mais de 50%, mais de 3/4 do território brasileiro (75,85%) é formado por núcleos fortes e o valor continua significativo (31,7%) se fixarmos o limiar a mais de 80% (Quadro 4). Em todos os casos, o tipo Aw é o mais representado com 29% ou 47% da superfície do país, próximo ao número de estações relacionadas a este tipo médio de Köppen. É claro que a importante área ocupada por este tipo não significa uma homogeneidade climática: o relevo, por exemplo, não foi incluso na interpolação. O segundo "núcleo forte" em termos de área, como em número de estações, é o tipo "Am", com 13,6% do país. O tipo "Af" é menos representado (5,8%), uma parte importante das estações classificadas em média com este tipo conhecem uma forte frequência dos TCA "Am". Estes três "núcleos fortes" representam quase 2/3 (dois terços) do Brasil. O segundo grupo ocupa áreas mais inferiores da ordem de 2 à 3% do país. Ele inclui, em ordem decrescente, o tipo Cfa (3,9%), no Sul; o tipo As (2,7%), no litoral do Nordeste; o tipo Cwa (2%), no Sudeste; e tipo BSh (1,9%) no interior do Nordeste. Os tipos Cfb e Csa, que representam pouquíssimas estações também ocupam uma ínfima parte do território. Estes resultados diferem dos de Alvarez et al. (2013, Tabela 4), em termos absolutos, mas a ordem da importância dos tipos de climas é preservado; lembramos que, no estudo de Alvarez et al, apenas os valores médios foram tomadas em consideração e que todo o país estava coberto, enquanto no nosso estudo, apenas os "núcleos fortes" estão incluídos na Tabela 4. Além destes "núcleo forte", a situação das regiões de transição (quase um quarto do país) merece então atenção.



Quadro 4: Distribuição (em %) do território coberto pelos TCA em função de sua frequência.

	Af	Am	As	Aw	BSh	BWh	Cfa	Cfb	Csa	Csb	Cwa	Cwb	Total
Mais de 80%	1.98	0.43	0.17	28.98	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	31.70
De 50 à 80%	3.78	13.15	2.55	17.87	1.94	0.00	3.84	0.02	0.04	0.00	1.89	0.07	45.16
Mais de 50%	5.76	13.58	2.71	46.85	1.94	0.00	3.87	0.02	0.04	0.00	1.98	0.08	76.85
<i>Alvares et. al.</i>	22.6	27.5	5.5	25.8	4.9	0.0	6.5	2.6	0.0	0.0	2.5	2.1	100.0

A última linha, em itálico, corresponde aos valores do estudo de Alvares *et al.* de 2013. Consultar a Tabela 1 para os tipos de Köppen.

- 35 Um exemplo clássico do gradiente ou de transição climática pode ser ilustrado a partir do transecto posicionado na Figura 7 entre Vera-MT ("V" na Figura 7), ao sul, e São Gabriel da Cachoeira-AM, ao norte ("G" na Figura 7). No centro do Mato Grosso se encontra o "núcleo forte" dos climas "Aw": mais de 80% dos TCA e ainda mais por estar ao sul dos limites dos tipos "Am" (linha vermelha). Ao norte, acima de 10° de latitude sul, entra-se em uma região onde os TCA "Aw" não representam mais que 20 a 50% dos casos. Ao sul do Estado do Amazonas passa-se ao domínio dos TCA "Am" majoritários e quase exclusivos (em vermelho), com a presença possível dos tipos "Af" (ao norte da linha vermelha escura). Mais ao norte, o transecto atravessa três sistemas de hachuras: "Am", predominante com alta frequência dos TCA "Af"; fortes frequências dos TCA "Af" e "Am" sem dominação de um ou de outro; "Af" prevalecente com forte frequência dos TCA "Am". No extremo norte encontra-se o "núcleo forte" do tipo "Af" que se torna quase exclusivo (vermelho escuro).
- 36 Um segundo exemplo permite ilustrar a transição árida partindo de Vera-MT para Recife-PE ("R" na Figura 7). Entrando ao sul do Piauí e no oeste da Bahia, é possível observar a diminuição da frequência dos TCA "Aw" e o aumento dos TCA "BSh" em mais de 50% e, em seguida, mais de 80%. Na sequência, no interior do Pernambuco, a proporção de TCA "BSh" diminui à medida que a proporção do tipo "As" aumenta em direção ao litoral onde este último tipo é majoritário.
- 37 Um último exemplo, em direção ao sul e partindo do Mato Grosso, mostra a transição progressiva do mundo tropical para o domínio temperado, e confirma a complexidade sublinhada por O. Planchon (2003). A partir de 20° de latitude sul é possível a presença do TCA "C" (linha azul na Figura 7). No Mato Grosso do Sul e no oeste de São Paulo a proporção de TCA "Aw" decresce e substituído no Paraná para uma mistura dos tipos de Cfa e Cwa, nenhum deles, no entanto, são predominantes. É somente no sul deste Estado que o tipo Cfa prevalece e permanece até o Rio Grande do Sul, mesmo se a frequência dos TCA "Csa" tornam-se significativos (29%) na região de Porto Alegre-RS ("PA" na Figura 7).
- 38 A riqueza do mapa na Figura 7 pode ser desenvolvida em referência as configurações particulares de certas regiões: corredor seco amazônico onde nenhum tipo domina claramente, embora o tipo "Am" seja o mais comum; o gradiente equatorial até o tropical boreal em estações alternadas é bem marcado também em Roraima; a região de Belém-PA ou o litoral do Sudeste são também os setores onde as frequências dos TCA e



influências climáticas são diversas. Enfim, contrariamente ao que acontece no interior do país, a proporção do TCA do tipo "C" diminui rapidamente no litoral e não ultrapassam o Estado de São Paulo. Os TCA "C" representam: 94% dos casos em Florianópolis-SC; 69% em Paranaguá-PR; 51% em Iguape-SP; 19% em Santos-SP (24° Sul); e nenhum caso no Rio de Janeiro (22,9° leste).

Conclusão

- 39 Mais de um século após o seu desenvolvimento o método de classificação climática de Köppen ainda hoje permite abordar o tema dos limites climáticos de modo interessante e ultrapassar a versão inicial estabelecida com base nos valores médios. A abordagem fundamentada nos Tipos de Climas Anuais (TCA) renova o método considerando, explicitamente, a variabilidade interanual do clima. Ele mostra que o tipo de clima médio de Köppen nem sempre representa o que foi observado em uma determinada estação. No Brasil, para 1/4 (um quarto) das 208 estações aqui estudadas, o tipo médio não é o mais frequente.
- 40 A abordagem em termo de frequência também permite uma nova representação cartográfica dos climas em distinção dos núcleos fortes e das áreas de transição. Os primeiros designam as regiões onde dominam majoritariamente um TCA como, por exemplo, a vasta extensão do tipo Aw no interior do país (quase 30% do território). As áreas de transição, no entanto, conhecem uma diversidade de influências climáticas e dos TCA que o resultam: nenhum TCA é prevalecente, eles ilustram perfeitamente os gradientes em latitude do temperado ao tropical ou do tropical ao equatorial, por exemplo.
- 41 Esta abordagem implica em novas perspectivas do ponto do visto espacial e temporal. Do ponto do visto espacial, a baixa densidade da rede de estações utilizadas aqui não permitiu observar com precisão suficiente o papel do relevo e exprime uma imagem, sem dúvida, bastante uniforme dos climas no interior do Brasil. Os dados de satélite sobre as chuvas poderiam ter sido inclusos na pesquisa, mas reduziria o período de estudo em conformidade as séries satelitais disponíveis. Sobre o aspecto temporal, no entanto, a longevidade da maior parte das séries aqui utilizadas permite considerar um estudo da evolução dos TCA ao longo do tempo e observar, por exemplo, se no contexto das mudanças climáticas as frequências respectivas dos tipos tropicais e temperados foram significativamente modificadas.

Bibliographie

ALISSOW B.P., 1954 : Die Klimate der Erde. Berlin: Deutch. Ubers.

ALVARES C.A., STAPE J.L., SENTELHAS P.C., DE MORAES GONCALVES J.L., SPAROVEK G., 2013 : Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.
DOI : 10.1127/0941-2948/2013/0507

ANA, 2016 : HidroWeb, Sistema de Informações Hidrológicas. <http://hidroweb.ana.gov.br/>.

ARAUJO R.F., MATRICARDI E.A.T., NAPPO M.E., 2012 : Zoneamento ecologico de pequena escala para espécies florestais tradicionais no Distrito Federal. Floresta 42, 421–430.
DOI : 10.5380/ufv.v42i2.19570

ARVOR D., DUBREUIL V., RONCHAIL J., SIMÕES M., FUNATSU, B. M., 2014 : Spatial patterns of rainfall regimes related to levels of double cropping agriculture systems in Mato Grosso (Brazil). Int. J. Climatol., 34: 2622–2633.
DOI : 10.1002/joc.3863



- BERNARDES L., 1980 : *Geografia*. Rio de Janeiro ; Liceu.
- BRISSE H., GRANDJOUAN R., DE RUFFRAY P., 1982 : Les types de climats annuels, un mode d'expression des gradients climatiques intégrant les variations interannuelles. *La Météorologie*, VIe série, 31, 39-81.
- CARVALHO C.D., 1916 : *Climatologie du Brésil*. John Bale, Sons & Danielson, Londres.
- DE MARTONNE E., 1942 : Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité. *Annales de Géographie*, 51 (288), 241-250.
- DEBORTOLI N., DUBREUIL V., DELAHAYE F., HENKE C., SAITO C., FETTER R., RODRIGUES FILHO S., 2015 : Rainfall Patterns in the Southern Amazon: a chronological perspective (1970-2010). *Climatic Change*, 132: 251. doi:10.1007/s10584-015-1415-1
- DELAHAYE F., KIRSTETTER P.E., DUBREUIL V., MACHADO L.A., VILA D., 2015 : A consistent gauge database for daily rainfall analysis over the Legal Brazilian Amazon. *Journal of hydrology*, 527,292–304
DOI : 10.1016/j.jhydrol.2015.04.012
- DRAENERT F.M., 1896 : *O clima do Brazil*. Typographia Carlos Schmidt, Rio de Janeiro.
- DUBREUIL V., JALLET A., RONCHAIL J., MAITELLI G., 2004 : Estimation des précipitations par télédétection au Mato Grosso (Brésil). *Annales de l'AIC*, Volume 1, 133-156.
DOI : 10.4267/climatologie.1058
- DURAND-DASTÈS F., SANDERS L., 1984 : Les contrastes climatiques : noyaux et zones de transition. In Theo Quant, *Géoscopie de la France*, Paradigme, Paris, 91-101.
- ESSENWANGER O. M., 2001 : Classification of Climates, *World Survey of Climatology 1C*, General Climatology. Elsevier, Amsterdam, 102 p.
- EVENO M., PLANCHON O., OSZWALD J., DUBREUIL V., QUENOL H., 2016 : Variabilité et changement climatique en France : analyses au moyen de la classification de Köppen et des « types de climats annuels ». *Climatologie* (13), 47-70.
- FLOHN H. 1969: *Climate and Weather*. World Univ. Library, McGraw-Hill, New York.
- GHCN-M, 2016 : Global Historical Climatology Network-Monthly, version 2 database : <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/gHCN/v2/>.
- GUERRA I.A.L.T., 1955 : Tipos de clima do Nordeste. – *Rev. Bras. Geogr.* 17, 449–496.
- HANTEL M., 1989 : *Climatology, Series Landolt-Börnstein – Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology*. New Series Vol. 4C2, The present global surface climate – Springer, Berlin, 117-474.
- IBGE, 2002 : *Mapa de clima do Brasil*. ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf
- INMET, 2016 : Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. "Fonte: Dados da Rede do
- INMET". <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>.
- KÖPPEN W., 1900 : Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geogr. Zeitschrift*, 6, 657–679.
- KÖPPEN W., 1901 : Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Meteorologische Zeitschrift*, 18, 106–120.
- KOTTEK M., GRIESER J., BECK C., RUDOLF B., RUBEL F., 2006 : World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15, 259-263.
DOI : 10.1127/0941-2948/2006/0130
- LAMB, H.H., 1977 : *Climate : Present, Past, and Future*. Vol. 2 – Climatic history and the future. London : Methuen & Co Ltd, 835 p.
DOI : 10.4324/9780203472521
- LAUER W., 1993 : *Klimatologie*. Das Geographische Seminar, Braunschweig : Westermann, 267 p.
- MATTOS J.N.B., 1905 : *Breve noticia sobre o clima de São Paulo*. Serviço de Meteorologia do Estado de São Paulo, São Paulo, 16 pp.
- MAUELSHAGEN F., 2010 : *Klimageschichte der Neuzeit 1500–1900*. WBG (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), 144 p.
- MENDONÇA F., DANNI-OLIVEIRA I. M., 2007 : *Clima : Noções básicas e climas do Brasil*. São



Paulo : Oficina de Textos.

MONTEIRO, C.A.F., 1968 : Clima. in : *Geografia do Brasil: A grande região Sul*. IBGE, 4

MONTEIRO C.A.F., 1971 : Análise rítmica em climatologia. *Climatologia* 1, USP/IG, São Paulo, 1-21.

MORIZE H., 1889 : *Esboço da climatologia do Brasil*. Observatorio Astronômico, Rio de Janeiro, 47 pp.

MORIZE H., 1922 : *Contribuição ao estudo do clima do Brasil*. – Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 116 pp.

NIMER E., 1989 : *Climatologia do Brasil*, IBGE, Rio de Janeiro, 421 p.

PÉDELABORDE P., 1957 : *Le climat du bassin Parisien – Essai d'une méthode rationnelle de climatologie physique*. Paris : Génin, 539 p.

PEGUY C. P., 1970 : *Précis de climatologie*. Paris : Masson, 468 p.

PEIXOTO A., 1907 : *Clima e doenças no Brasil*. – Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 36 pp.

PLANCHON, O., 2003 : Transitions entre climats tropicaux et tempérés en Amérique du Sud : essai de régionalisation climatique. *Cahiers d'Outre-Mer*, 223, 259-280.

DOI : 10.4000/com.772

PLANCHON O., ROSIER, K., 2005 : Climat et variabilité climatique dans le Nord-Ouest de l'Argentine : problèmes posés et analyse durant la deuxième moitié du vingtième siècle. *Annales de l'Association Internationale de Climatologie*, 2, 55-76.

QUÉNOL H., PLANCHON O., WAHL L., 2008 : Méthodes d'identification des climats viticoles. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 51, 127-137.

QUÉNOL H., PLANCHON O., DUBREUIL V., 2014 : Variabilité climatique et changement climatique à l'échelle des vignobles mondiaux. In QUÉNOL, H. (sous la direction de) : *Changement climatique et terroirs viticoles*, Editions Lavoisier Tec&Doc, Chap. 3, 91-114.

ROLIM G.S., CAMARGO M.P.B., LANIA D.G., MORAES J.F.L., 2007 : Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia* 4, 711-720.

DOI : 10.1590/S0006-87052007000400022

RUBEL F., KOTTEK M., 2010 : Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorol. Z.*, 19, 135-141.

DOI : 10.1127/0941-2948/2010/0430

SA' JUNIOR A., CARVALHO L.G., SILVA F.F., ALVES M.C., 2012 : Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. *Theor. Appl. Climatol.*, 108, 1-7.

SANDERSON M., 1999 : The classification of climates from Pythagoras to Koeppen. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 80, 669-673.

SANT'ANNA NETO J.L., 2013 : A climatologia geográfica no Brasil: origem e contexto histórico. In: Margarete C. de Costa Trindade Amorim; João Lima Sant'Anna Neto; Ana Monteiro. (Org.). *Climatologia Urbana e Regional: questões teóricas e estudos de caso*. 1ed. São Paulo: Outras Expressões, vol. 1, 11-73.

SETTE D.M., D.M., 2000 : O holorrítmo e as interações tropico-extretropico na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso. Thèse de Doctorat de l'Université de Sao Paulo, 375p.

SORRE M., 1951 : *Les fondements biologiques de la géographie humaine*. A. Colin, 3e Ed. 448p.

DOI : 10.3917/ecopo.026.0189

STRAHLER A.N., 1951 : *Introduction to Physical Geography*. John Wiley & Sons, New Jersey, 486p.

THERY H., 2012 : *Le Brésil*. 6e édition, A. Colin, Paris, 296 pages.

DOI : 10.3917/arco.ther.2012.01

THORNTHWAITE C.W., 1933 : The climates of the earth. *Geogr. Rev.* 23, 433-440.

DOI : 10.2307/209629

TORRES R.B., MARTINS F.R., KINOSHITA L.S., 1997 : Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. – *Rev. Bras. Bot.* 20, 41-49.

TOZATO H., DUBREUIL V., DE MELLO-THÉRY N.A., 2013 : Tendências e rupturas climato-hidrológicas no sitio Ramsar PARNA Pantanal (MT, Brasil). *Revista brasileira de climatologia*. Vol. 9, 164-184. TREWARTHA G.T., 1937: *An introduction to weather and climate*. – McGraw-



Hill Book Company, New York, 373pp.
DOI : 10.5380/abclima.v13i0.34111

VIERS G., 1968 : *Éléments de climatologie*. Nathan, Paris, 224 p.

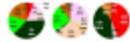
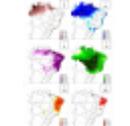
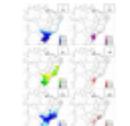
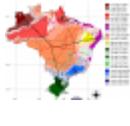
ZAVATINI J.A., 1990: *A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

Notes

1 Este texto é a tradução, para torná-lo mais acessível aos leitores lusófonos da *Confins*, de um artigo publicado em francês no dossiê "Un état des lieux du Brésil en 2017" na revista *Échogéo*: Vincent Dubreuil, Karime Pechutti Fante, Olivier Planchon et João Lima Sant'anna Neto, « Les types de climats annuels au Brésil : une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015 », *EchoGéo* 41 | 2017, mis en ligne le 28 septembre 2017, URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/15017> ; DOI : 10.4000/echogeo.15017

Table des illustrations



	Titre	Figura 1: localização das estações e porcentagem dos dados faltantes para as temperaturas (acima) e para as precipitações (abaixo).
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-1.png
	Fichier	image/png, 80k
	Légende	Legenda: 1, menos de 5% dos dados faltantes; 2, de 5 à 10%; 3, de 10 à 25%; 4, de 25 à 50%; 5, mais de 50% dos dados faltantes.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-2.png
	Fichier	image/png, 80k
	Titre	Figura 2: Tipos de climas no Brasil (Köppen) para as médias do período de 1961-2015 e lista das siglas dos estados brasileiros utilizados no texto.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-3.jpg
	Fichier	image/jpeg, 324k
	Légende	Consultar a Tabela 1 para os tipos de Köppen.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-4.jpg
	Fichier	image/jpeg, 1,4M
	Titre	Figura 4: Alguns exemplos de frequências de TCA para 3 estações e o período de 1961-2015, Guaira-PR, Vitória da Conquista-BA e Iguape-SP
	Légende	Consultar a Tabela 1 para os tipos de Köppen.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-5.jpg
	Fichier	image/jpeg, 112k
	Titre	Figura 5: Frequências anuais dos TCA "A" e "B" no Brasil, de 1961 a 2015.
	Légende	Nota: as estações concernentes de cada um dos tipos são indicadas pelos símbolos pontuais em amarelo.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-6.jpg
	Fichier	image/jpeg, 568k
	Titre	Figura 6 : Frequências anuais dos TCA "C" no Brasil de 1961 à 2015.
	Crédits	Nota: as estações concernentes por cada um dos tipos são indicadas pelos símbolos pontuais em amarelo.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-7.jpg
	Fichier	image/jpeg, 528k
	Titre	Figura 7: Tentativa de síntese sobre os tipos de climas no Brasil a partir das frequências dos TCA.
	Légende	Linha vermelha escura: limite meridional dos TCA "Af"; linha vermelha: limite meridional dos TCA "Am"; linha azul, limite setentrional dos TCA do tipo "C". Transectos: G = São Gabriel da Cachoeira; V = Vera; R = Recife; PA = Porto Alegre. . <i>Consultar a Tabela 1 para os tipos de Köppen.</i>
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/15738/img-8.png
	Fichier	image/png, 122k



Pour citer cet article

Référence électronique

Vincent Dubreuil, Karime Pechutti Fante, Olivier Planchon et João Lima Sant'anna Neto, « Os tipos de climas anuais no Brasil : uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015 », *Confins* [En ligne], 37 | 2018, mis en ligne le 11 octobre 2018, consulté le 03 juin 2024. URL : <http://journals.openedition.org/confins/15738> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/confins.15738>

Auteurs

Vincent Dubreuil

LETG-Rennes-COSTEL, UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr

*Articles du même auteur***Robert Bariou : de Gourin au Guaporé... en passant par la Géomatique...** [Texte intégral]

Robert Bariou: de Gourin ao Guaporé ... via a geomática...

Robert Bariou: from Gourin to Guaporé ... via the Geomatics ...

Paru dans *Confins*, 39 | 2019

Relações entre o clima e saúde: o caso da dengue no Rio Grande do Sul no período de 2007 a 2017 [Texte intégral]

Relations entre le climat et la santé : le cas de la dengue dans l'État de Rio Grande do Sul pendant le période de 2007 à 2017

Relationship between climate and health: the case of dengue fever in Rio Grande do Sul during the period 2007-2017

Paru dans *Confins*, 37 | 2018

Cap à l'est... ou, où est vraiment la « Punta del Este » ? [Texte intégral]

Paru dans *Confins*, 21 | 2014

Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França) [Texte intégral]

Caractéristiques des îlots de chaleur urbains dans des villes de taille moyenne : exemples de Presidente Prudente (Brésil) et Rennes (France)

Paru dans *Confins*, 7 | 2009

Changements d'occupation du sol et leurs impacts climatiques au Mato Grosso, Brésil

[Texte intégral]

Mudanças no uso da terra e impactos climáticos no Mato Grosso, Brasil

Land cover changes and their climatic impacts in Mato Grosso, Brazil

Paru dans *Confins*, 10 | 2010

Développement, crises et adaptation des territoires du soja au Mato Grosso: l'exemple de Sorriso [Texte intégral]

Desenvolvimento, crises e adaptação dos territórios da soja em Mato Grosso : o exemplo de Sorriso

Paru dans *Confins*, 6 | 2009

Karime Pechutti Fante

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, Brésil, karimefante@hotmail.com

Olivier Planchon

LETG-Rennes-COSTEL, UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2, olivier.planchon@univ-rennes2.fr

João Lima Sant'anna Neto

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, Brésil, joalima@fct.unesp.br

Droits d'auteur



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-SA 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

