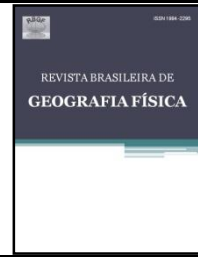




Revista Brasileira de Geografia Física



Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Distribuição média dos Climas Zonais no Globo: estudos preliminares de uma nova classificação climática

Giuliano Tostes Novais¹

1- Mestre em Geografia, Docente do Ensino Superior no Campus Formosa, Universidade Estadual de Goiás, Rua Nagib Simão, S/N, CEP 73807-250, Formosa, Goiás. (61) 3631-1187. giuliano.novais@ueg.br.

Artigo recebido em 12/04/2017 e aceito em 23/07/2017

RESUMO

As classificações climáticas são métodos empregados na identificação e caracterização de tipos climáticos, apresentando aplicações em várias áreas que dependem direta ou indiretamente das condições ambientais. O presente trabalho lança uma nova abordagem a respeito da distribuição média dos climas zonais no globo, baseada na temperatura média do mês mais frio (TMMMF). Essa condição térmica numa época do ano contribui para mudanças no cotidiano de sociedades em todas as partes do planeta, tanto em relação à percepção ao frio, quanto no acúmulo de neve durante semanas no inverno, ou até mesmo na proliferação de doenças tropicais. São sugeridas zonas climáticas fixas e distribuídas em faixas latitudinais, determinadas por linhas imaginárias de incidência solar. Foi sugerida uma linha imaginária em torno dos paralelos de 46°54' norte e sul, ou seja, até o limite da alta incidência solar durante o verão. As zonas climáticas propostas são: Tórrida, Quente, Moderada, Fria e Polar. O clima zonal tem origem em sua própria zona climática, porém, pode ultrapassar seus limites, alterando as condições térmicas em outras zonas climáticas. Para determinar a localização dos climas zonais no território brasileiro, foram utilizados dados (1985-2015) de 25 estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Três climas zonais aparecem em território brasileiro (Tórrido, Quente e Moderado), sendo seus limites definidos a partir dos dados de temperatura mínima do mês mais frio nas estações utilizadas. Na comparação com outras classificações climáticas, esse trabalho tem vantagens por possuir uma hierarquia, podendo ser subdividida em domínios, tipos, subtipos e meso/topoclimas.

Palavras-chave: Zonas climáticas, climas zonais, incidência solar, temperatura média do mês mais frio

Average distribution of Zonal Climates on the Globe: preliminary studies of a new climatic classification

ABSTRACT

Climate classifications are methods used to identify and characterize climatic types, presenting applications in several areas that depend directly or indirectly on environmental conditions. The present work launches a new approach regarding the average distribution of zonal climates in the globe, based on the average temperature of the coldest month (TMMMF). This thermal condition at one time of the year contributes to changes in the daily lives of societies in all parts of the planet, both with regard to perception of cold, snow accumulation during winter weeks, or even the proliferation of tropical diseases. Climatic zones are also suggested, which are fixed and distributed in latitudinal bands, determined by imaginary lines of solar incidence. An imaginary line was suggested around the parallels of 46° 54' north and south, that is, up to the limit of the high solar incidence during the summer. The proposed climatic zones are: Torrid, Hot, Moderate, Cold, Polar. The zonal climate originates in its own climatic zone, however, it can exceed its limits, changing the thermal conditions in other climatic zones. To determine the location of zonal climates in Brazilian territory, data (1985-2015) from 25 stations of the National Meteorological Institute (INMET) were used. Three zonal climates appear in Brazilian territory (Torrid, Hot and Moderate), being their limits defined from the data of minimum temperature of the coldest month in the stations used. In comparison with other climatic classifications, this work has advantages because it has a hierarchy and can be subdivided into domains, types, subtypes and meso/topoclimas.

Keywords: climate zones; zonal climates; solar incidence; average temperature of the coldest month.

Introdução

As classificações climáticas são importantes por definir os climas de diferentes regiões levando em consideração os diferentes elementos climáticos simultaneamente, sendo considerado um estudo básico para auxiliar no planejamento ambiental e econômico (Terassi, Assi e Silveira, 2013). Os métodos classificatórios, cada um com suas especificidades, permitem uma compreensão sintética das características climáticas de determinado espaço.

Supondo que a Terra seja uma esfera perfeita, os raios solares que atingem o planeta serão mais perpendiculares próximos à linha do Equador (que está voltada em um ângulo reto para o Sol nos equinócios). A partir dessa linha, a curva da superfície da Terra forma um ângulo cada vez maior em relação aos raios do Sol, até que se completa o círculo de iluminação (Strahler, 1989).

Para Strahler (1989), em qualquer lugar da Terra, a quantidade de insolação (interceptação da energia solar pela superfície) recebida em um dia dependerá de dois fatores: 1) o ângulo com que os raios solares incidem sobre a superfície; 2) o tempo de duração da exposição a estes raios. Esses fatores variam com a latitude e com a mudança das estações do ano, que faz variar a trajetória do Sol no firmamento.

A intensidade da insolação é máxima onde os raios do Sol incidem verticalmente, como acontece durante ao meio dia nas latitudes iguais às declinações solares entre os trópicos de Câncer e Capricórnio. Ao diminuir o ângulo, a mesma quantidade de energia solar estende-se sobre uma área maior da superfície terrestre. Assim, em termos médios, as regiões polares são as que recebem a mínima quantidade de calor por unidade de área. Isso ajuda a explicar a distribuição geral das temperaturas médias do ar sobre o globo.

A superfície curva da Terra apresenta um ângulo continuamente variável aos raios solares. As diferenças no ângulo dos raios do Sol em cada latitude resultam em uma distribuição desigual da insolação e do aquecimento. Durante o ano, o Sol fica no zênite somente entre os trópicos (23°27' norte e sul), onde a energia recebida é mais concentrada (Christopherson, 2012).

Devido à inclinação do eixo da Terra, o ângulo do Sol ao meio dia varia aproximadamente 47° de um solstício a outro. Este ciclo faz que a insolação total anual no globo seja diferente de uma situação em que o planeta não estivesse inclinado, causando uma enorme diferença na distribuição latitudinal e estacional da insolação.

Conjuntamente com a variação do ângulo de incidência solar atua outro fator, a duração da luz diurna. No verão, o Sol faz seu ciclo mais alto no firmamento, e o intervalo de tempo que ele permanece acima do horizonte é máximo.

Conforme Barry e Chorley (2013), diferentes partes da superfície da Terra recebem diferentes quantidades de radiação solar. O momento do ano é um fator que controla isso, sendo recebida mais radiação no verão do que no inverno, por causa da maior altura solar e dos dias mais longos. A latitude é um controle muito importante, pois determina a duração do período diurno e a distância que os raios oblíquos do Sol percorrem na atmosfera.

A trajetória aparente do Sol no céu é cíclica, isso determina o fluxo de energia que chega a superfície da Terra, e, portanto, governa a quantidade de calor de que o homem precisa para viver em um local; proporcionando uma das bases para dividir o globo em zonas latitudinais (Strahler, 1989).

A declinação do Sol estará em seu ponto mais ao sul na linha do Trópico de Capricórnio (23°27'S), no dia 21 ou 22 de dezembro, ou seja, no solstício de verão, concentrando mais energia no hemisfério sul, uma vez que este hemisfério estará voltado para o Sol. Nos dias 20 ou 21 de março, o Sol estará exatamente no zênite da linha do equador, de modo que os dois hemisférios apresentarão a mesma disponibilidade de energia, e esse dia é chamado de equinócio, acontecendo novamente durante os dias 22 ou 23 de setembro. No dia 21 ou 22 de junho, o Sol estará em sua posição aparente mais setentrional, em cima do Trópico de Câncer (23°27'N) estabelecendo o solstício de inverno no hemisfério sul (Mendonça e Danni-Oliveira, 2007).

O objetivo desse artigo é mostrar uma nova configuração na distribuição média dos climas zonais no globo terrestre, influenciados pela iluminação dos raios solares sobre cada região, e limitados por valores de temperatura média do mês mais frio (TMMMMF). Uma linha de alta incidência solar no verão é proposta para as latitudes médias (entorno de 47°). Os climas zonais não são fixos e podem ultrapassar as regiões das zonas climáticas delimitadas pelos trópicos e por essa linha de alta incidência solar no verão.

Material e métodos

A altura do Sol (isto é, o ângulo entre seus raios e o plano tangente à superfície da Terra no ponto de observação) foi utilizada para determinar

as linhas imaginárias de incidência solar sobre o globo.

A linha do equador é considerada a linha imaginária de alta incidência solar anual (Figura 1), com o Sol passando “a pino” duas vezes no ano (equinócios) e tendo uma máxima distância zenital de $23^{\circ}27'$ (tanto ao norte quanto ao sul). Sobre a linha imaginária dos trópicos há uma alta incidência solar durante a primavera e verão, com o astro rei estando na vertical no dia do solstício de verão e o mesmo se afastando o máximo do zênite em $46^{\circ}54'$ ao norte do Trópico de Meridional (Capricórnio) ou ao sul do Trópico Setentrional (Câncer). O limite da alta incidência solar no verão é determinado pela linha imaginária que passa no paralelo de $46^{\circ}54'$ norte ou sul; nesse local o Sol nunca estará no zênite, e sua distância zenital variará de $23^{\circ}27'$ a $70^{\circ}21'$ ao norte ou ao sul

(dependendo do hemisfério em que esteja). Essa linha imaginária foi denominada de “Subtrópico” (meridional no hemisfério sul e setentrional no hemisfério norte). Os círculos polares são linhas imaginárias que ficam nos paralelos de $66^{\circ}33'$ norte ou sul, com uma distância zenital solar variando de $43^{\circ}06'$ a 90° ; portanto o Sol pode iluminar o dia todo no solstício de verão, ou não aparecer no horizonte durante 24 horas no solstício de inverno.

As zonas climáticas são fixas e distribuídas em faixas latitudinais, determinadas pelas linhas imaginárias de incidência solar (Figura 2). Esses limites podem ser transpostos por climas zonais de outras zonas; a exceção é Zona Climática Polar, que não é invadida por nenhum outro clima zonal, devido à baixa incidência solar ter uma influência maior que a temperatura.

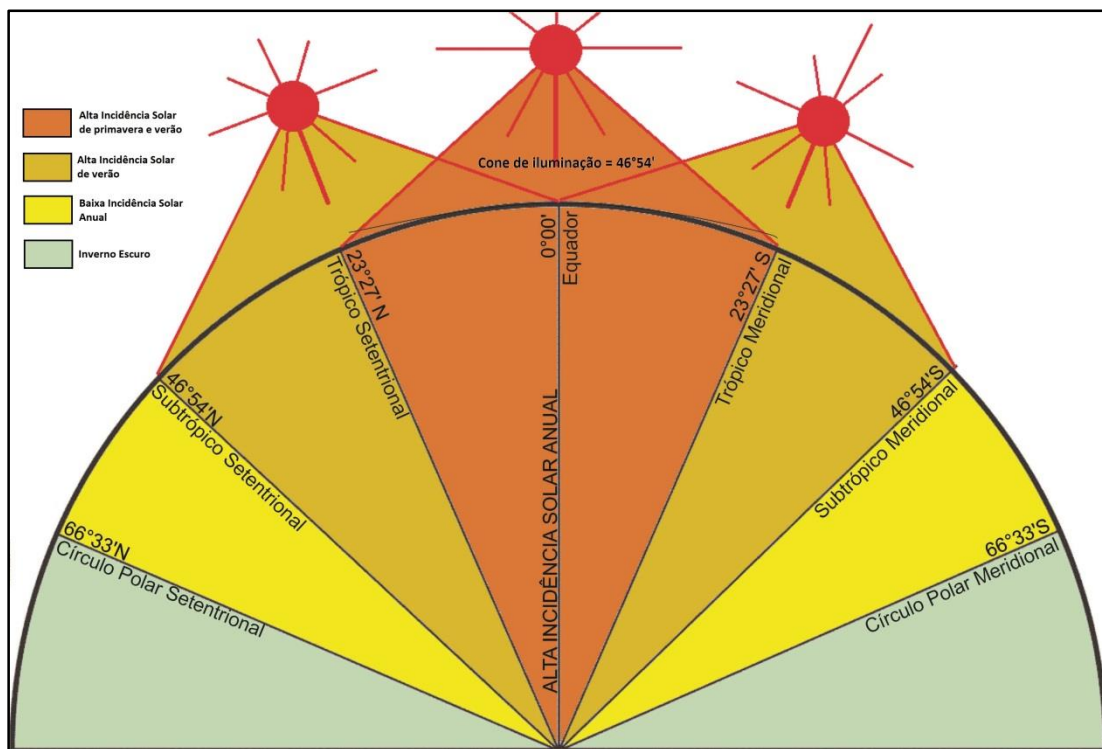


Figura 1: Incidência solar no globo. Fonte: Elaborado pelo Autor.

A região com a mais alta incidência solar no globo é a intertropical, delimitada pelos trópicos de Câncer e Capricórnio com latitudes de $23^{\circ}27'$ Norte e Sul. Ou seja, um cone de iluminação com vértice no Sol, e uma base que abrange $46^{\circ}54'$ de latitude na superfície terrestre (Figura 2). Essa região é subdividida em duas zonas climáticas: uma Tórrida, com alta incidência solar anual (Sol próximo do zênite durante todo ano); e outra Quente, com alta incidência solar durante metade do ano, nas estações de primavera e verão (Figura 1).

A Zona Climática Tórrida é situada sobre o equador e se entende até a metade da distância aos trópicos, nos dois hemisférios, na latitude de $11^{\circ}13'30''$ (linha denominada de Subequador). Nessa zona a insolação solar durante o ano é intensa, a duração do dia e da noite é aproximadamente igual. O Sol fica a pino duas vezes por ano, com uma distância máxima do zênite de $34^{\circ}40'30''$ norte ou sul.

Já as Zonas Climáticas Quentes, se estendem desde os $11^{\circ}13'30''$ aos $23^{\circ}27'$ de latitude norte e sul. Nessa zona, o Sol segue uma trajetória próxima do zênite no solstício de verão, e

apreciavelmente mais baixa no solstício oposto. Por essa razão, existe um ciclo estacional marcante, porém, combinado com uma insolação anual potencialmente intensa. O Sol fica a pino ao menos

uma vez por ano, e tem uma distância máxima do zênite de $46^{\circ}54'$ norte ou sul.

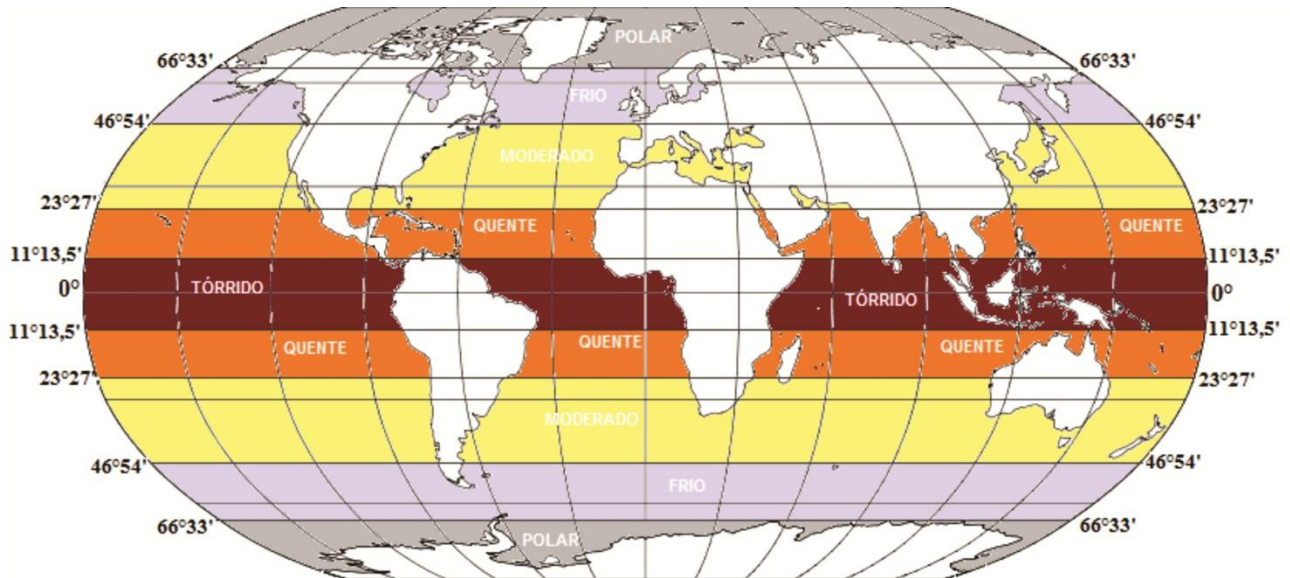


Figura 2: O globo e as divisões das zonas climáticas. Fonte: Elaborado pelo Autor.

A incidência solar em regiões fora dos trópicos é bem diferente. O Sol não atinge o zênite local em nenhuma época do ano. Imediatamente depois das zonas quentes tropicais, em direção aos polos, se encontram as Zonas Climáticas Moderadas. Constituem regiões em que a trajetória média do Sol varia em limites relativamente amplos, de maneira que os contrastes estacionais, no que diz respeito à energia solar, são notáveis. Existem diferenças marcantes, durante as estações, na duração do dia e da noite comparados com as zonas quente e tórrida.

As Zonas Climáticas Moderadas são delimitadas pelos trópicos ($23^{\circ}27'$ de latitude norte ou sul) e por uma linha imaginária, denominada *subtrópico*, em torno dos paralelos de $46^{\circ}54'$ norte e sul, ou seja, até o limite da alta incidência solar durante o verão, quando o Sol está a $23^{\circ}27'$ do zênite local nessa estação do ano. Para se ter uma ideia, a altura solar no verão nessa linha imaginária ($46^{\circ}54'$) tem a mesma distância angular do zênite que o Sol faz em relação a linha dos trópicos nos equinócios. Como dito, o Sol tem uma distância mínima de $23^{\circ}27'$ do zênite, chegando ao máximo de $70,5^{\circ}$ durante o inverno, nos paralelos de $46^{\circ}54'$.

A próxima zona climática é a Fria, que se estende desde a linha da Alta Incidência Solar no Verão ($46^{\circ}54'$ norte ou sul) até os Círculos Polares ($66^{\circ}33'$ norte ou sul). Essa é uma zona de transição

entre as zonas Moderadas e Polares. Sobre os círculos polares a variação anual da duração do dia e da noite é extremamente grande, existindo enormes contrastes de energia solar de solstício a solstício. O Sol tem uma distância mínima de $43^{\circ}06'$ do zênite, chegando ao máximo de 90° durante o primeiro dia do inverno nas regiões dos círculos polares, onde o astro rei não aparece na linha do horizonte, estabelecendo 24 horas de escuridão.

As Zonas Climáticas Polares são regiões circulares compreendidas entre os círculos polares e os polos. Aqui predomina o regime solar de seis meses de dia e seis meses de noite, tendo os máximos contrastes possíveis de entrada de energia solar. O Sol tem uma distância mínima de $66^{\circ}33'$ do zênite. Durante os equinócios ele fica próximo ao horizonte, e chega a $23^{\circ}27'$ abaixo da linha do horizonte no primeiro dia do inverno nos polos. Portanto a iluminação pelo Sol nessa zona climática acontece somente seis meses por ano (primavera e verão), durante o outono e o inverno a escuridão é total.

O clima zonal tem origem em sua própria zona climática, e não é fixo, podendo ultrapassar seus limites, alterando as condições térmicas em outras zonas climáticas. A exceção é o Clima Zonal Polar que é fixado dentro da Zona Climática Polar, por influência da baixa incidência solar.

A delimitação dos climas zonais é baseada na temperatura média do mês mais frio (TMMMF).

A distribuição de energia ocasionada pela radiação solar na troposfera se diferencia latitudinalmente, tornando a temperatura o principal elemento climático nessa escala. Esse parâmetro demonstra o máximo deslocamento de massas polares atingindo as regiões de baixas latitudes. Com pequenas exceções, as frentes frias não atingem regiões de clima tórrido. Já no caso das regiões de clima moderado, frio e polar, essa condição de temperatura influencia na quantidade de dias frios, ou até mesmo, de dias com cobertura de neve e congelamento total do solo.

A TMMMF influencia diretamente na sensibilidade térmica humana, proliferação de doenças tropicais, dias de cobertura de neve na estação do inverno etc.

Segundo Koeppen (1948), devido ao constante calor nas regiões intertropicais (principalmente próximas da linha do equador), o homem se torna tão sensível a diferenças térmicas que sente frio quando a temperatura fica abaixo de 22°C; os europeus também experimentam essa sensibilidade depois de uma estadia de poucos meses sobre o clima tropical. Populações do continente africano sentem frio a partir da isoterma de 23°C. Os esforços de trabalhos corporais e também em trabalhos mentais cansam mais nas regiões intertropicais comparados com regiões fora dos trópicos. Essa debilitação pode ser considerada, em parte, como efeito do forte calor constante e devido as frequentes enfermidades tropicais. A geografia médica também estuda a influência da temperatura sobre o desenvolvimento e espalhamento de enfermidades como a malária e outras doenças afins, transmitidas por agentes patógenos como o mosquito. Por esse motivo, Koeppen (1948) afirma que o calor é um fator muito importante para o desenvolvimento de certos parasitas e vermes tropicais, e o limite de

temperatura para esse crescimento é a isoterma de 18°C.

A TMMMF serviu para delimitar os climas zonais. No Clima Zonal Tórrido a temperatura de 22,5°C no mês mais frio faria o limite com o Clima Zonal Quente, devido a grande sensibilidade ao frio de populações que vivem nessa zona climática. Entre os climas zonais Quente e Moderado foi determinada a isoterma de 15°C para delimitar os dois climas; essa temperatura correlaciona com pelo menos um dia de geada no mês mais frio, e também afasta a possibilidade de desenvolvimento de qualquer enfermidade tropical. Já a isoterma de 0°C para a TMMMF separa o Clima Zonal Moderado do Frio; segundo Koeppen (1948), para os norte americanos essa temperatura é suficientemente baixa para produzir uma cobertura de neve que se estende por várias semanas na estação de inverno. O Clima Zonal Polar tem o limite em sua TMMMF de -15°C, temperatura que propicia um congelamento do solo na maior parte do ano.

Para determinar os climas zonais, dentro do território brasileiro, foram utilizados dados de 25 estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) espalhadas por todo o país, servindo de base para a elaboração da Figura 3 da distribuição média dos climas zonais no globo.

Resultados e discussões

Não se pretende que os limites específicos de cada clima zonal sejam absolutos, mas que sirvam para estabelecer uma terminologia conveniente que seja útil.

A partir da delimitação das zonas climáticas (Figura 2), foi elaborada a Figura 3 que mostra a distribuição média dos climas zonais no globo.

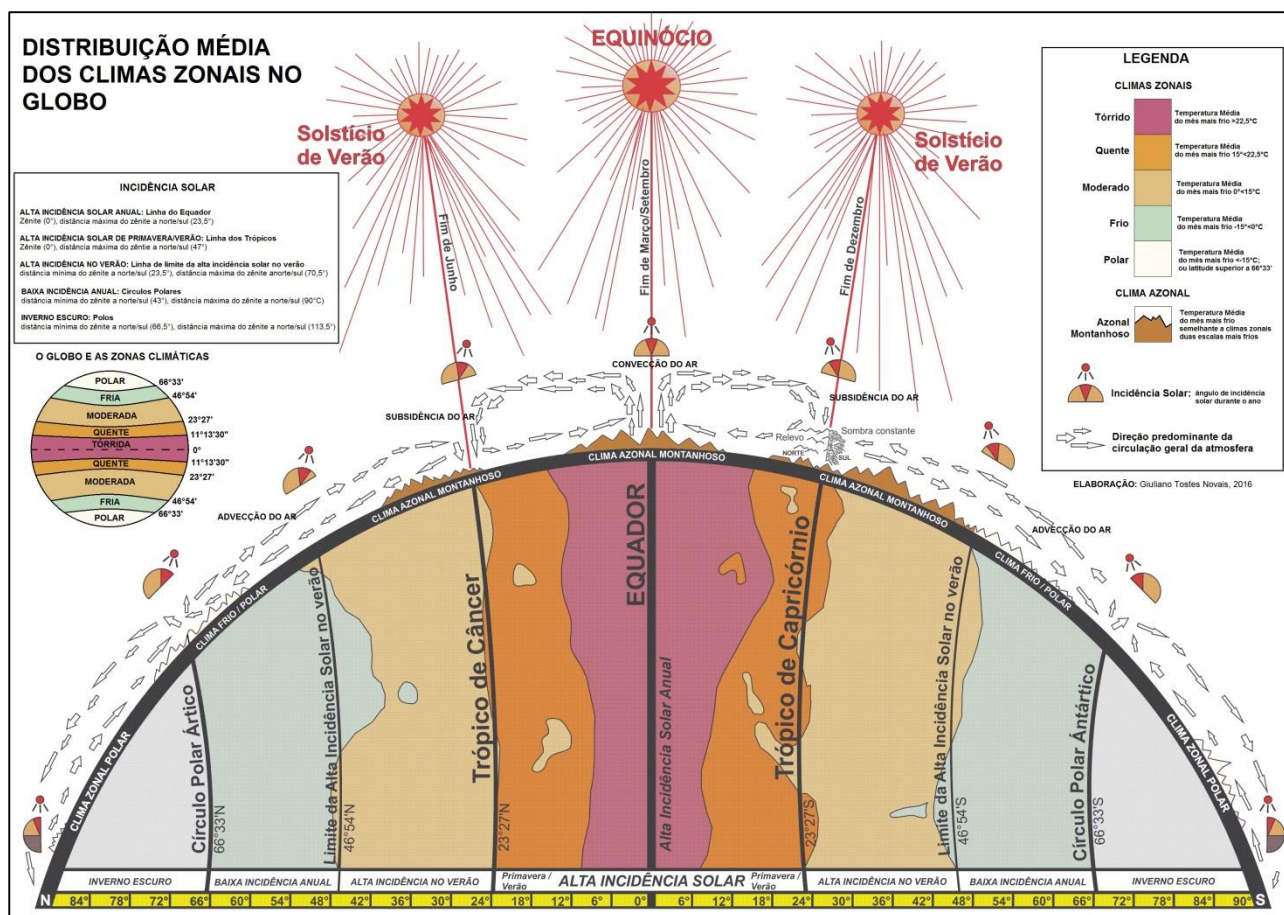


Figura 3: Distribuição média dos climas zonais no globo. Fonte: Elaborado pelo Autor.

O Clima Zonal Tórrido tem origem na Zona Climática Tórrida e possui uma temperatura média no mês mais frio (TMMMF) superior a 22,5°C. Caracterizado por temperaturas elevadas o ano todo sem queda aparente em nenhuma estação, possui uma evidente ascensão de ar úmido por meio de convecção, provocado por baixas pressões atmosféricas equatoriais. Esse clima pode avançar por regiões da Zona Climática Quente, mas não chega a transpor a Zona Moderada.

Com TMMMF entre 15°C e 22,5°C, o Clima Zonal Quente abrange grande parte das Zonas Climáticas Tórrida e Quente. As temperaturas são elevadas durante a maior parte do ano, com pequena queda na estação de inverno, sendo mais perceptível na região de transição com o Clima Zonal Moderado. Em torno dos trópicos, nas regiões ocidentais dos continentes, há uma subsidência do ar, tornando essas regiões secas, por influência da alta pressão atmosférica. O Clima Zonal Quente avança para latitude da zona climática tórrida pelas regiões serranas, onde o resfriamento adiabático do ar provoca queda da temperatura média no mês mais frio a valores inferiores a 22,5°C, e também pelo litoral, onde o ar mais “fresco” do oceano ameniza a temperatura.

Esse clima também avança a linha dos trópicos em direção aos polos, atingindo a zona climática moderada pelo litoral, favorecido pela menor amplitude térmica provocada pelos oceanos.

A partir dos trópicos, com direção aos polos, fica o Clima Zonal Moderado, com TMMMF entre 0°C e 15°C. As geadas são frequentes e anuais, devido à queda brusca de temperatura no inverno, mas a incidência solar ainda é alta no verão, provocando temperaturas elevadas nessa estação do ano. Vertentes íngremes localizadas ao sul do Trópico de Capricórnio e ao norte do Trópico de Câncer não recebem a luz solar diretamente, por estarem situadas fora da região tropical, ou seja, onde o Sol nunca estará no zênite local. Esse clima zonal pode avançar para a região tropical através de regiões serranas e montanhosas, onde o resfriamento adiabático do ar é provocado pelas altas elevações. E também atinge a zona climática fria pelo litoral, favorecido pela menor amplitude térmica provocada pelos oceanos.

Esses três climas zonais aparecem em território brasileiro. O primeiro abrange a região equatorial amazônica, sertão nordestino e regiões baixas do centro do Brasil. O Clima Zonal Quente é o de maior extensão no país e é limitado ao norte pelo Clima Zonal Tórrido e ao sul pelo Clima Zonal

Moderado. Esse último avança desde a Região Sul até as áreas serranas da Mantiqueira e Espinhaço em Minas Gerais, onde as temperaturas médias do mês mais frio ficam abaixo de 15°C, provocadas pelas altitudes topográficas acima de 2000 metros.

O território brasileiro situa-se numa zona de alta incidência solar durante o ano, com mais intensidade na estação do verão. Entre climas que vão do tórrido ao moderado, com domínios equatoriais, tropicais e subtropicais. Esses domínios climáticos podem ser subdivididos em tipos, subtipos e até em mesoclimas e topoclimas, dependendo do geossistema onde se situa.

Os paralelos de 46°54' são os limites da alta incidência solar durante o verão, tanto no hemisfério norte quanto no sul, e são a origem do Clima Zonal Frio, de TMMMF entre 0°C e 15°C negativos. A característica principal desse clima é a enorme diferença entre as temperaturas e consequentemente da iluminação solar, durante as estações do ano. O verão é de quente a moderado, o outono e primavera são moderados a frios, e o inverno é muito frio. Esse clima avança além da linha de alta incidência solar (46°54') em direção aos trópicos pelas serras e grandes elevações. O limite em direção aos polos são os círculos polares, que não são ultrapassados por climas frios, pois a importância da incidência dos raios solares é maior que a temperatura média do mês mais frio nesses locais.

Dos círculos polares aos polos encontra-se a região do Clima Zonal Polar, que coincide diretamente com a Zona Climática Polar, e tem influência direta da incidência solar. O contraste de entrada de energia solar é máximo. O regime solar de seis meses de dia e seis meses de noite, predomina em relação à temperatura média do mês mais frio, que seria abaixo de 15°C negativos em vários meses do ano. Portanto, essa região não é

atingida por nenhum clima de fora da Zona Climática Polar.

As regiões montanhosas, com elevada altitude (em média acima de 3000 metros), situadas entre os paralelos 46°54' norte e sul, foram enquadradas numa categoria Azonal, ou seja, não pertencem a nenhum clima zonal. Nessas regiões, a temperatura média do mês mais frio (TMMMF) é semelhante a climas zonais duas escalas mais frio, por ocasião do grande resfriamento adiabático do ar. Por exemplo, a região da Cordilheira dos Andes, inserida dentro dos trópicos, tem TMMMF abaixo de zero grau, coincidindo com climas zonais frios e polares. As montanhas que se localizam nas zonas climáticas frias e polares estão nos limites climáticos na direção do polo, e não são classificadas dentro do Clima Azonal, pois não atingem duas escalas de climas mais frios, sendo que o último clima zonal é o polar, portanto, são classificadas dentro do Clima Zonal Polar.

Na tabela 1, foram analisados os dados de temperatura média do mês mais frio (TMMMF) em 25 estações meteorológicas do INMET espalhadas pelo território brasileiro, para determinação do clima zonal que cada estação pertence.

De acordo com a Tabela 1, o Clima Zonal Tórrido, com TMMMF acima de 22,5°C abrange todas as estações meteorológicas da Amazônia, sertão nordestino e litoral leste até o sul baiano. Também atinge o interior do Tocantins e Mato Grosso. As características principais dessas áreas são: a) localização dentro da Zona Climática Tórrida - entre os paralelos 11°13'30" norte e sul - onde a incidência solar é alta durante o ano todo, e b) baixa altitude que faz as temperaturas médias não caírem tanto.

Tabela 1 – Estações Meteorológicas (INMET) utilizadas: coordenadas geográficas, altitude, temperatura média do mês mais frio (TMMMF) e seus climas zonais.

Estação INMET	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	TMMMF (°C)	Clima Zonal
São Gabriel Cachoeira-AM	-0,11	-67,00	90	25,2	Tórrido
Belém-PA	-1,43	-48,43	10	25,9	Tórrido
Manaus-AM	-3,10	-60,01	61	26,3	Tórrido
Fortaleza-CE	-3,81	-38,53	26	26,2	Tórrido
Teresina-PI	-5,08	-42,81	74	26,4	Tórrido
Araguaína-TO	-7,20	-48,20	226	24,3	Tórrido
Campina Grande-PB	-7,22	-35,88	548	21,4	Quente
Recife-PE	-8,05	-34,09	10	24,2	Tórrido
Garanhuns-PE	-8,88	-36,61	823	18,8	Quente
Porto Nacional-TO	-10,71	-48,41	239	26,0	Tórrido
Salvador-BA	-13,01	-38,53	52	23,6	Tórrido
Cuiabá-MT	-15,61	-56,10	145	23,6	Tórrido
Canavieiras-BA	-15,66	-38,95	4	22,3	Quente
Brasília-DF	-15,71	-47,92	1160	19,1	Quente
Diamantina-MG	-18,23	-43,64	1296	16,0	Quente
Uberaba-MG	-19,73	-47,95	737	18,9	Quente
Poços de Caldas-MG	-21,91	-46,38	1150	14,1	Moderado
Campos do Jordão-SP	-22,75	-42,60	1642	10,8	Moderado
São Paulo-SP	-23,50	-46,61	792	16,8	Quente
Castro-PR	-24,78	-50,00	1009	12,4	Moderado
Paranaguá-PR	-25,03	-48,01	5	17,3	Quente
Florianópolis-SC	-27,58	-48,56	2	16,5	Quente
São Joaquim-SC	-28,30	-49,93	1415	9,5	Moderado
Torres-RS	-29,35	-49,73	5	14,3	Moderado
Porto Alegre-RS	-30,05	-51,16	47	13,9	Moderado

As estações meteorológicas que estão no Clima Zonal Quente, têm a TMMMF entre 15,0°C e 22,5°C. Esse clima zonal começa no litoral baiano em Canavieiras e segue pela faixa litorânea até Florianópolis (na verdade o limite com o Clima Zonal Moderado está entre a capital catarinense e a estação de Torres-RS). No Nordeste, as elevações acima de 500 metros próximas ao litoral fazem a temperatura média do mês mais frio cair abaixo de 22,5°C criando manchas de Clima Zonal Quente em plena área Tórrida, o que acontece em Campina Grande-PB e Garanhuns-PE. Pelo interior do território brasileiro esse clima zonal aparece em Brasília (por influência da altitude), segue pela região central do país, atinge a capital paulista e pelos dados também chega ao norte do estado do Paraná. Esse clima zonal é caracterizado por uma incidência solar alta nas estações de primavera e verão, época do ano onde o Sol atinge o Hemisfério Sul do planeta e provoca a elevação das temperaturas. A localização do Clima Zonal Quente dentro da zona climática de mesmo nome é evidenciada pela quantidade de estações que ficam entre os paralelos de 11°13'30" e 23°27' sul. No litoral o limite com o Clima Zonal Tórrido está bem próximo da estação de Canavieiras-BA onde a TMMMF é de 22,3°C.

O Clima Zonal Moderado no Brasil abrange a maioria das estações da Região Sul e algumas localizadas a grandes altitudes nas serras

da Mantiqueira na Região Sudeste. O resfriamento adiabático do ar nesses locais é o que faz diminuir consideravelmente a TMMMF. Poços de Caldas-MG e Campos do Jordão-SP são exemplos de estações localizadas na Serra da Mantiqueira, ao norte do Trópico de Capricórnio (dentro da Zona Climática Quente), e que tem temperatura média do mês mais frio abaixo de 15°C. A estação meteorológica com a menor TMMMF é a de São Joaquim-SC, com 9,5°C é considerada a cidade mais fria do país. Nesse clima zonal a incidência solar é alta somente no verão, já no inverno a baixa altura do Sol (em média 50° ao norte do zênite) provoca pouca entrada de energia na superfície, esfriando consideravelmente a temperatura. As geadas são anuais e em alguns locais a precipitação nival também acontece anualmente, como é o caso das serras gaúcha e catarinense.

Esse novo conceito de clima zonal se diferencia dos anteriores, utilizados por Koeppen (1948) e principalmente por Strahler (1989), pois esse último autor confina os climas situados dentro das zonas climáticas. Nessa classificação climática sugerida, os climas zonais estariam em uma categoria climática superior aos domínios climáticos, e as zonas climáticas seriam regiões de origem desses climas zonais. Na Tabela 2 selecionamos algumas cidades para comparação entre as classificações climáticas de Köppen, Strahler e a utilizada por esse trabalho.

Para Koeppen (1948), as regiões climáticas fundamentais, ou zonas climáticas, compreendem um conjunto de letras maiúsculas, designando a distribuição da radiação solar sobre a superfície terrestre. Por exemplo, o Clima A situa-se entre os paralelos 25° (N e S); o Clima C entre as latitudes de 25° a 60° norte ou sul. A letra B pela classificação de Koppen caracteriza-se por um clima mais seco, não levando em consideração a latitude. O equivalente aos climas zonais de Koeppen teria a mesma designação com letras maiúsculas, mas esses podem se expandir além das zonas climáticas através de temperaturas médias do

mês mais frio, temperaturas médias do mês mais quente, total de chuva do mês mais seco e total de chuva anual.

Já Strahler (1989), delimita as zonas climáticas em relação ao fluxo de energia que chega a superfície ou a quantidade de calor que o homem precisa para viver em um local. O autor subdivide as três primeiras zonas climáticas em Equatorial (10° norte a 10° sul), Tropical (10°-25° norte ou sul) e Subtropical (25° - 35° norte ou sul). Na classificação climática de Strahler não há uma categoria de clima zonal (Tabela 2)

Tabela 2 – Comparação de classificações climáticas em estações meteorológicas do INMET selecionadas.

Localidade/ Unidade climática	Zona Climática Koppen	Clima Zonal Koppen	Zona Climática Strahler	Clima Zonal Strahler	Zona Climática adotada por esse trabalho	Clima Zonal adotado por esse trabalho
Manaus-AM	A	A Tropicais Chuvosos	Equatorial	não existe	Tórrida	Tórrido
Campina Grande-PB	A	B Clima Seco	Equatorial	não existe	Tórrida	Quente
Poços de Caldas-MG	A	C Temperado Chuvoso e Moderamente Quente	Tropical	não existe	Quente	Moderado
São Paulo-SP	A	C Temperado Chuvoso e Moderamente Quente	Tropical	não existe	Moderada	Quente
Florianópolis- SC	C	C Temperado Chuvoso e Moderamente Quente	Subtropical	não existe	Moderada	Quente
Porto Alegre-RS	C	C Temperado Chuvoso e Moderamente Quente	Subtropical	não existe	Moderada	Moderado

Considerações finais

Para determinar as zonas climáticas, foram utilizadas linhas imaginárias de incidência solar. Essas zonas são fixas e distribuídas em faixas latitudinais, e seus limites podem ser transpostos por climas de outras zonas, com exceção da Zona Climática Polar, que não é invadida por nenhum outro clima zonal, devido à baixa incidência solar ter uma influência maior que a temperatura.

A região com a mais alta incidência solar no globo é a intertropical, delimitada pelos trópicos de Câncer e Capricórnio. O Sol não atinge o zênite em regiões fora dos trópicos em nenhuma época do ano.

O limite da alta incidência solar durante o verão é feito por uma linha imaginária nos paralelos de 46°54' norte e sul, local onde o Sol está a apenas 23°27' do zênite local nessa estação do ano.

O clima zonal tem origem em sua própria zona climática, e não é fixo, podendo ultrapassar seus limites, alterando as condições térmicas em outras zonas climáticas. A exceção é o clima zonal polar que é fixado dentro da Zona Climática Polar, por influência da baixa incidência solar.

A delimitação dos climas zonais é baseada na temperatura média do mês mais frio (TMMMMF).

O Clima Zonal Tórrido tem origem na Zona Climática Tórrida e possui uma TMMMMF superior a 22,5°C. Com TMMMMF entre 15°C e 22,5°C, o Clima Zonal Quente abrange grande parte das Zonas Climáticas Tórrida e Quente.

A partir dos trópicos, com direção aos polos, fica o Clima Zonal Moderado, com TMMMMF entre 0°C e 15°C. Os paralelos de 46°54' são os limites da alta incidência solar durante o verão, tanto no hemisfério norte quanto no sul, e são a origem do Clima Zonal Frio, de TMMMMF entre 0°C e 15°C negativos.

Dos círculos polares aos polos encontra-se a região do Clima Zonal Polar, que coincide diretamente com a zona climática polar, e tem influência direta da incidência solar. O regime solar de seis meses de dia e seis meses de noite, predomina em relação à temperatura média do mês mais frio, que seria abaixo de 15°C negativos em vários meses do ano, portanto, essa região não é atingida por nenhum clima de fora da zona climática polar.

As regiões montanhosas, com elevada altitude (em média acima de 3000 metros), situadas entre os paralelos 46°54' norte e sul, foram enquadradas numa categoria Azonal, ou seja, não pertence a nenhum clima zonal. Nessas regiões, a TMMMMF é semelhante a climas zonais duas escalas mais frio, por ocasião do grande resfriamento adiabático do ar.

Três climas zonais aparecem no Brasil. O primeiro, Tórrido, abrange a região equatorial amazônica, sertão nordestino, e regiões baixas do centro do Brasil. O Clima Zonal Quente é o de maior extensão no país e é limitado ao norte pelo Clima Zonal Tórrido e ao sul pelo Clima Zonal Moderado. Esse último avança desde a Região Sul até as áreas serranas da Mantiqueira e Espinhaço em Minas Gerais, onde as temperaturas médias do mês mais frio ficam abaixo de 15°C, provocadas pelas altitudes topográficas acima de 2000 metros.

Na comparação da classificação proposta por esse trabalho com as outras duas analisadas, verificamos que Koeppen subdivide as zonas climáticas no Brasil em apenas duas categorias, A e C. Seus climas zonais são três (no território brasileiro), A, B e C, sendo que o A abrange regiões tropicais chuvosas, o B clima seco e o C climas

temperados chuvosos e moderadamente quentes. Já Strahler classifica as zonas climáticas em Equatorial, Tropical e Subtropical, delimitada pelas latitudes de 10°, 25° e 35°. Strahler explica que essas isotermas se ajustam melhor as necessidades da Geografia Física (clima, solo e vegetação). Para esse trabalho a classificação das zonas climáticas tem a nomenclatura de Tórrida, Quente e Moderada, dependendo de onde está a incidência direta do Sol sobre a superfície, e pelo valor da temperatura média do mês mais frio (TMMMMF) nos climas zonais.

O modelo de classificação climática adotado por esse trabalho visa um melhor detalhamento da distribuição dos climas no planeta, servindo de base para subdivisões climáticas a partir dos climas zonais. Na hierarquia dessa classificação climática, os climas zonais ocupam a primeira grandeza, seguido pelos domínios climáticos, subdomínios climáticos, tipos climáticos, subtipos climáticos e mesoclimas/topoclimas, esses últimos podem ser delimitados por geossistemas locais. Trabalhos futuros irão explicar, com maiores detalhes, essas subdivisões climáticas adotadas.

Referências

- Barry, R.G., Chorley, R.J., 2013. Atmosfera, tempo e clima. Bookman, Porto Alegre.
- Chistopherson, R.W., 2012. Geossistemas: uma introdução à geografia física. Bookman, Porto Alegre.
- Koeppen, W., 1948. Climatologia: con un studio de los climas de la tierra. 1° edición em español. Fondo de Cultura Económica, México.
- Mendonça, F, Danni-Oliveira, I.M., 2007. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. Oficina de Textos, São Paulo.
- Strahler, A. N., 1989. Geografía Física. Omega, Barcelona.
- Terassi, P.M.B., Assi, P.M.B.; Silveira, H. 2013. Aplicação de sistemas de classificação climática para a bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR. Revista Formação 1, 111-112.