

CLIMADIAGRAMAS: COLETA DE DADOS, ELABORAÇÃO E INTERPRETAÇÃO

Tarcísio Viana de Lima¹

RESUMO

Este texto tem por objetivo apresentar as principais etapas do processo elaborativo dos climadiagramas, considerados ferramentas fundamentais para compreender a marcante influência do clima biológico na análise das distribuições geográficas das formações vegetais, e, sobretudo, para auxiliar na tomada de decisão visando à possibilidade de introdução de espécies em novas áreas. Portanto, a elaboração e a interpretação de climadiagramas são dois processos essenciais que precisam ser mais amplamente analisados e praticados por estudantes voltados com as questões ambientais e, assim, potencializarem seus conhecimentos sobre a dinâmica das variáveis ombrotérmicas de diferentes regiões, adotando-as como mais um critério facilitador para analisar a capacidade adaptativa e o ajustamento ecológico de espécies introduzidas em novos sítios.

Palavras-chave: Temperatura, Precipitação, Variáveis Ombrotérmicas.

1. INTRODUÇÃO

Considerados ferramentas extremamente importantes e indispensáveis, os climadiagramas procuram retratar o padrão climático expresso pelas temperaturas e precipitações médias mensais de uma área, região ou território no decurso do ano.

Desenvolvidos por Heirinch Karl Walter, botânico e ecofisiologista ucraniano-alemão, os climadiagramas, a partir da sua proposição, foram assumindo ao longo do tempo várias denominações no contexto acadêmico, sendo, portanto, reconhecidos por diagramas climáticos, climogramas, climatogramas, diagramas ombrotérmicos e termopluviogramas.

Entretanto, a sua essência, imutável e crucial, possibilitou compreender como as variações climáticas podem ser interpretadas de uma forma simples e direta, sem a necessidade de conhecimentos prévios mais aprofundados ou acurados a respeito de meteorologia.

Mas, apesar dessa simplicidade e de não exigir uma bagagem “erudita” sobre questões climatológicas, ainda é notório um certo nível de desconhecimento sobre as questões básicas relacionadas à construção e interpretação de uma das ferramentas mais triviais usadas para a compreensão da dinâmica dos padrões climáticos de uma dada região ou país.

Portanto, visando contribuir de uma forma bastante elementar e integrativa, o presente texto tem por finalidade fornecer informações mínimas necessárias para auxiliar estudantes relacionados com as questões ambientais, e até mesmo “curiosos” com noções básicas sobre variáveis climáticas, em particular temperaturas e precipitações, para que

¹ Professor do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

possam compreender e interpretar os climadiagramas e, dessa forma, notarem como essas representações gráficas do clima, independentemente da área de origem, dialogam de uma forma simples, objetiva e imediata com um(a) avaliador(a) do comportamento climático biológico de uma determinada área de interesse que desperte atenção, sobretudo no contexto agrário.

2. DESENVOLVIMENTO

Partindo-se do princípio que o clima permite determinar os tipos de coberturas vegetais ocorrentes numa dada região e, sobretudo, quais os grupos taxonômicos que constituem essas coberturas, conhecê-lo torna-se fundamental para planejar e desenvolver projetos de pesquisas que visem selecionar espécies vegetais que são mais adaptadas para eventuais ações de (re)florestamentos de áreas perturbadas e/ou degradadas e, inclusive, usá-las em enriquecimentos de fragmentos remanescentes de ecossistemas florestais, mesmo que estejam em processos regenerativos.

Diante dessas possibilidades de manejar essas coberturas vegetacionais, mediante o conhecimento das características básicas do clima, uma ferramenta primária e imprescindível é o climadiagrama específico descritivo da trajetória térmica e pluviométrica típica dessas áreas de fundamental importância ecológica para o contexto socioeconômico local ou regional.

2.1. Conceito

Entende-se por climadiagrama a representação gráfica que permite ilustrar as principais características climáticas de uma certa área ou região num determinado período de tempo.

2.2. Importância

O climadiagrama é fundamental, uma vez que permite evidenciar a possibilidade de instalação de espécies vegetais, bem como, analisar sua adaptação na nova área ao longo do seu processo de crescimento e desenvolvimento em função do tempo. Além desses aspectos, permite observar a expansividade de quaisquer espécies introduzidas em locais de estudos, principalmente de natureza ecofisiológica.

Nesse contexto, é imprescindível destacar que, sob o ponto de vista silvicultural, os climadiagramas assumem particular interesse ecofisiológico quando há pretensões de se introduzir uma dada espécie florestal num novo sítio, pois ao se analisar e comparar os climadiagramas de duas áreas descontínuas - a de origem dessa espécie com aquela onde será realizada a introdução - e se detectar similaridades térmicas e pluviométricas nessas variáveis climáticas em ambas as áreas, embora não seja absolutamente possível afirmar que haverá sucesso de crescimento e desenvolvimento dessa espécie no novo sítio, pelo menos há uma

suposição de que, provavelmente, essa introdução possa lograr êxito. É evidente que outras variáveis, inclusive climáticas e aquelas relacionadas como o solo, devem ser levadas em consideração para efetivamente ter-se a segurança de que a espécie desempenhará satisfatoriamente seus estádios ontogenéticos na área de introdução.

2.3. Parâmetros climáticos considerados na construção de climadiagramas

Para elaborar qualquer climadiagrama, são considerados indispensáveis os dados relacionados às variáveis climáticas térmicas e pluviométricas. Nesse contexto, deduz-se que os climadiagramas representam as variações termopluiométricas de uma dada área.

No caso específico das variáveis térmicas, os dados são coletados considerando-se os níveis de temperaturas mínimas e máximas, que, de uma forma bastante simplista, se caracterizam por representar as condições térmicas mais baixas e mais elevadas, respectivamente, registradas num determinado momento, num dada localidade.

2.4. Coletas dos dados para elaboração de climadiagramas

2.4.1. Localidade, coletores e formação de bancos de dados.

Oficialmente no Brasil, as coletas de dados termopluiométricos, além de outras variáveis climáticas, são realizadas continuamente por meio de estações meteorológicas distribuídas em várias localidades, tanto sob o ponto de vista regional quanto nacional.

No que diz respeito à elaboração exclusiva do climadiagrama, as informações registradas nos termômetros de máxima e mínima e as cotas de precipitação captadas por meio de pluviômetros nessas estações meteorológicas são as bases para as confecções dos climadiagramas. Essas informações são armazenadas continuamente gerando bancos de dados relacionados às temperaturas e precipitações médias, que traduzem o comportamento climático dessas áreas em quaisquer períodos que se queira analisá-lo.

2.4.2. Modelo de fichas para preenchimento de dados térmicos e de precipitações

As grandes quantidades de dados referentes às temperaturas das máximas e mínimas e das precipitações das regiões onde são feitos os levantamentos são catalogados digitalmente. Entretanto, podemos registrá-los também em fichários físicos – não tão usuais na atualidade –, quando se pretende realizar trabalhos com um volume mais limitado de informações dessas variáveis climáticas. Nesse contexto, encontram-se abaixo modelos de ficha para preenchimentos com dados de temperaturas máximas, mínimas e médias e de precipitações, que podem ser usados, principalmente por estudantes, em exercícios e trabalhos escolares que estejam relacionados à compreensão dos climadiagramas (Figura 1).

| D | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|----------|---------|-------------------|----------|-------|
| LOCALIDADE: | | | | | | | | | | | PRECIPITAÇÃO (mm) | | |
| ANO | janeiro | fevereiro | março | abril | maio | junho | julho | agosto | setembro | outubro | novembro | dezembro | TOTAL |
| N ₁ | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| N _n | | | | | | | | | | | | | |
| MÉDIA | | | | | | | | | | | | | |
| MÁXIMA | | | | | | | | | | | | | |
| MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | |

2.4.3. Considerações relacionadas ao preenchimento da ficha da temperatura média.

São apresentados abaixo cinco modelos de fórmulas aplicadas para a determinação da temperatura média do ar.

O primeiro modelo, denominado de fórmula da temperatura média real (TMR), diz respeito ao cálculo da temperatura média obtida a partir dos valores térmicos coletados a cada sessenta minutos ao longo do dia. Portanto, para seu cálculo, é usada a expressão:

$$1. \text{ TMR} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

Onde: T_i = temperatura a cada hora.

$$n = 24h$$

O segundo modelo, bastante usual, é o padrão adotado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), cuja fórmula corresponde:

$$2. \text{ T}_{\text{Inmet}} = \frac{T_{9h} + T_{\text{MAX}} + T_{\text{MIN}} + 2 \cdot T_{21h}}{5}$$

Onde: T das 9h e 21h

T_{MAX} = Temperatura máxima

T_{MIN} = Temperatura mínima

Outro modelo adotado com frequência é o denominado de Método do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) Inmet (T_{IAC}), representado pela expressão:

$$3. \text{ T}_{\text{IAC}} = \frac{T_{7h} + T_{14h} + 2 \cdot T_{21h}}{4}$$

Onde: T das 7h, 14h e 21h

Costuma-se usar também a fórmula que leva em consideração o cálculo da temperatura média diária por meio da média aritmética baseada em três horários de leitura: 9h, 15h e 21h. Assim, para a sua determinação, simplesmente somam-se os registros térmicos obtidos nesses horários e o resultado divide por três. A fórmula, portanto, a ser empregada é expressa por:

$$4. \quad T_D = \frac{T_{9h} + T_{15h} + T_{21h}}{3}$$

Onde: T_{9h}, corresponde à temperatura do ar (°C) às 9 horas;

T_{15h}, corresponde à temperatura do ar (°C) às 15 horas; e

T_{21h}, corresponde à temperatura do ar (°C) às 21horas.

Por fim, é bastante usual, inclusive para a prática de exercícios com estudantes, o método denominado de temperatura estimada pelos valores extremos (T_{VE}). Devido à sua simplicidade de manuseio para o desenvolvimento dos cálculos relacionados com as temperaturas médias, será adotada nos exemplos utilizados no presente trabalho. A fórmula que expressa esse modelo é:

$$5. \quad T_{VE} = \frac{T_{MAX} + T_{MIN}}{2}$$

Onde: T_{MAX} = Temperatura máxima

T_{MIN} = Temperatura mínima

2.4.4. Manipulação dos dados coletados para elaboração de climadiagramas

Para compreendermos como são usados os dados coletados numa certa estação meteorológica, num determinado período de tempo, são propostos neste trabalho valores fictícios relacionados às temperaturas máximas e mínimas, que serão usados para os cálculos e preenchimentos da ficha das temperaturas médias – em grau Celsius – e as precipitações – em milímetros. Portanto, as próximas etapas enfatizarão as manipulações dos dados visando a elaboração de uma climadiagrama.

a. Determinação dos valores das médias, máximas e mínimas para a ficha das temperaturas médias das máximas

Na determinação das médias dos meses considerando-se um período de tempo, no caso do exemplo adotado um intervalo de 20 anos, somam-se os valores obtidos e distribuídos na coluna referente a cada mês e, posteriormente, divide-se o resultado conseguido em cada coluna pela quantidade de anos avaliados. Então para o mês de janeiro, temos uma média de 32,16 °C [(31,30 + 32,10 + + 32,60)/20]. Para calcular as médias dos demais meses, basta replicar o procedimento (Figura 2).

Figura 2. Dados referentes às temperaturas médias das máximas para um período de 20 anos.

| LOCALIDADE: X | | | | | | | | | | | | | TEMPERATURAS MÉDIAS DAS MÁXIMAS(°C) |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------|
| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | MÉDIA ANUAL |
| 2000 | 31.30 | 30.40 | 31.40 | 30.90 | 31.20 | 29.70 | 29.00 | 29.20 | 30.80 | 31.70 | 31.50 | 31.40 | 30.71 |
| 2001 | 32.10 | 30.50 | 30.10 | 30.80 | 30.40 | 29.20 | 27.20 | 28.70 | 28.90 | 31.20 | 31.10 | 33.00 | 30.27 |
| 2002 | 32.00 | 31.60 | 31.30 | 30.20 | 30.10 | 28.90 | 27.50 | 28.40 | 28.00 | 30.10 | 31.40 | 33.80 | 30.28 |
| 2003 | 32.80 | 31.60 | 30.90 | 31.30 | 30.30 | 28.80 | 28.50 | 28.70 | 30.10 | 30.70 | 31.60 | 31.90 | 30.60 |
| 2004 | 31.10 | 31.00 | 31.10 | 31.10 | 30.40 | 29.70 | 29.20 | 28.70 | 29.50 | 31.60 | 31.80 | 30.80 | 30.50 |
| 2005 | 31.30 | 31.10 | 31.90 | 31.90 | 31.20 | 29.10 | 28.60 | 28.50 | 29.30 | 30.70 | 31.20 | 31.70 | 30.54 |
| 2006 | 32.20 | 31.70 | 31.60 | 29.80 | 29.30 | 28.00 | 27.20 | 27.50 | 28.10 | 30.10 | 33.10 | 33.20 | 30.15 |
| 2007 | 32.50 | 33.20 | 33.80 | 31.10 | 29.50 | 28.40 | 26.80 | 27.10 | 27.80 | 29.80 | 31.90 | 33.80 | 30.48 |
| 2008 | 33.60 | 32.30 | 31.60 | 30.80 | 30.00 | 27.90 | 27.80 | 27.50 | 28.30 | 30.70 | 31.50 | 31.60 | 30.30 |
| 2009 | 32.60 | 31.70 | 30.60 | 31.70 | 30.00 | 28.00 | 27.50 | 27.40 | 28.60 | 30.00 | 31.00 | 31.60 | 30.06 |
| 2010 | 31.40 | 31.20 | 31.60 | 30.90 | 28.50 | 27.60 | 26.60 | 29.20 | 30.80 | 30.20 | 30.80 | 31.40 | 30.02 |
| 2011 | 32.10 | 31.70 | 31.60 | 30.80 | 28.30 | 27.20 | 26.60 | 28.70 | 28.90 | 30.40 | 31.60 | 33.00 | 30.08 |
| 2012 | 32.00 | 33.20 | 33.80 | 30.20 | 29.00 | 27.90 | 26.90 | 28.40 | 28.00 | 29.40 | 30.50 | 33.80 | 30.26 |
| 2013 | 32.80 | 32.30 | 31.60 | 31.30 | 28.40 | 27.50 | 26.50 | 28.70 | 30.10 | 30.10 | 30.90 | 31.90 | 30.18 |
| 2014 | 31.10 | 31.70 | 30.60 | 31.10 | 28.40 | 27.80 | 26.80 | 28.70 | 29.50 | 29.80 | 30.20 | 30.80 | 29.71 |
| 2015 | 31.30 | 32.40 | 31.20 | 31.90 | 28.60 | 27.90 | 27.70 | 28.50 | 29.30 | 28.70 | 30.50 | 31.70 | 29.98 |
| 2016 | 32.20 | 31.50 | 28.80 | 29.80 | 29.80 | 28.30 | 27.90 | 27.50 | 28.10 | 30.70 | 31.50 | 33.20 | 29.94 |
| 2017 | 32.50 | 30.70 | 29.70 | 31.10 | 29.10 | 27.40 | 26.50 | 27.10 | 27.80 | 30.00 | 30.80 | 33.80 | 29.71 |
| 2018 | 33.60 | 32.40 | 31.50 | 30.80 | 29.40 | 28.40 | 26.70 | 27.50 | 28.30 | 31.10 | 31.40 | 31.60 | 30.23 |
| 2019 | 32.60 | 29.80 | 30.20 | 31.70 | 29.20 | 28.00 | 27.30 | 27.40 | 28.60 | 28.90 | 30.00 | 31.60 | 29.61 |
| MÉDIA | 32.16 | 31.60 | 31.25 | 30.96 | 29.56 | 28.29 | 27.44 | 28.17 | 28.94 | 30.30 | 31.22 | 32.28 | 30.18 |
| MÁXIMA | 33.60 | 33.20 | 33.80 | 31.90 | 31.20 | 29.70 | 29.20 | 29.20 | 30.80 | 31.70 | 33.10 | 33.80 | |
| MÍNIMA | 31.10 | 29.80 | 28.80 | 29.80 | 28.30 | 27.20 | 26.50 | 27.10 | 27.80 | 28.70 | 30.00 | 30.80 | |

Uma vez calculadas todas as médias, o passo seguinte é determinar a temperatura média anual das máximas. Para isso, somam-se os valores da linha média e divide-se o total por 12 meses. Para o exemplo usado, teremos: $(32,16 + 31,60 + \dots + 32,28)/12 = 30,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 2).

Com relação à identificação dos valores máximo e mínimo, simplesmente seleciona-se o maior e o menor valor em cada coluna correspondente a cada mês analisado. Nesse contexto, considerando-se o mês de janeiro ao longo dos 20 anos, observa-se que o valor máximo foi $33,60 \text{ }^{\circ}\text{C}$, enquanto o mínimo $31,10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 2). Para os demais meses, o procedimento adotado é o mesmo. Por fim, será identificada a temperatura máxima absoluta mais elevada dentre aquelas calculadas para as temperaturas médias das máximas. Para o caso analisado, constata-se que esse valor foi de $33,80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (figura 2).

b. Determinação dos valores das médias, máximas e mínimas para a ficha de temperaturas médias das mínimas

A condução para determinar as médias dos meses no intervalo adotado de 20 anos é a mesma usada para o caso das temperaturas médias das máximas, ou seja, somam-se os valores computados e distribuídos nas colunas mensais e, em seguida, divide-se cada resultado pela quantidade de anos considerados na análise. Portanto, tomando-se o mês de janeiro como exemplo, observa-se que a média calculada foi de $22,12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $[(20,90 + 21,30 + \dots + 22,40)/20]$. Para os cálculos dos demais meses, apenas replica-se o procedimento (Figura 3).

Figura 3. Dados referentes às temperaturas médias das mínimas para um período de 20 anos.

| LOCALIDADE: X | | | | | | | | | | | | | TEMPERATURAS MÉDIAS DAS MÍNIMAS(°C) |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------|
| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | MÉDIA ANUAL |
| 2000 | 20.90 | 22.40 | 22.90 | 22.30 | 22.00 | 19.70 | 18.60 | 20.30 | 20.50 | 20.50 | 20.30 | 21.50 | 20.99 |
| 2001 | 21.30 | 23.60 | 23.70 | 22.00 | 21.70 | 19.70 | 19.40 | 20.10 | 20.10 | 21.10 | 21.40 | 21.90 | 21.33 |
| 2002 | 22.00 | 22.20 | 22.40 | 22.30 | 21.90 | 20.50 | 19.30 | 21.60 | 20.30 | 21.10 | 22.20 | 22.30 | 21.51 |
| 2003 | 20.80 | 22.40 | 22.40 | 21.70 | 21.40 | 19.90 | 18.70 | 21.80 | 18.50 | 19.70 | 21.20 | 22.20 | 20.89 |
| 2004 | 22.40 | 22.30 | 22.50 | 22.20 | 21.80 | 19.80 | 19.00 | 21.00 | 19.40 | 19.00 | 21.30 | 21.60 | 21.03 |
| 2005 | 22.30 | 22.90 | 22.60 | 22.60 | 22.00 | 20.30 | 19.50 | 21.40 | 20.00 | 19.30 | 21.50 | 22.20 | 21.38 |
| 2006 | 21.60 | 22.20 | 22.00 | 22.50 | 21.60 | 20.10 | 19.10 | 20.70 | 23.60 | 22.60 | 20.50 | 21.00 | 21.46 |
| 2007 | 22.90 | 22.70 | 23.20 | 22.80 | 22.70 | 20.80 | 20.00 | 20.70 | 20.50 | 21.10 | 21.70 | 22.60 | 21.81 |
| 2008 | 22.70 | 22.30 | 22.70 | 22.60 | 21.50 | 21.00 | 19.90 | 21.00 | 20.40 | 19.90 | 21.50 | 21.70 | 21.43 |
| 2009 | 22.00 | 22.40 | 22.20 | 22.70 | 21.80 | 21.50 | 21.00 | 21.50 | 20.70 | 21.50 | 21.10 | 22.00 | 21.70 |
| 2010 | 21.80 | 21.90 | 22.90 | 21.30 | 20.60 | 19.70 | 18.60 | 20.30 | 19.40 | 19.80 | 20.30 | 21.50 | 20.68 |
| 2011 | 23.20 | 23.60 | 23.70 | 21.50 | 20.50 | 19.70 | 19.40 | 20.10 | 19.90 | 20.70 | 21.40 | 21.90 | 21.30 |
| 2012 | 21.50 | 22.20 | 22.40 | 21.50 | 20.70 | 20.50 | 19.30 | 21.60 | 23.60 | 22.60 | 22.20 | 22.30 | 21.70 |
| 2013 | 22.10 | 22.40 | 22.40 | 21.30 | 20.40 | 19.90 | 18.70 | 21.80 | 20.50 | 21.50 | 21.20 | 22.20 | 21.20 |
| 2014 | 22.70 | 22.30 | 22.50 | 21.20 | 20.70 | 19.80 | 19.00 | 21.00 | 20.50 | 21.10 | 21.30 | 21.60 | 21.14 |
| 2015 | 22.30 | 22.90 | 22.60 | 21.50 | 20.80 | 20.30 | 19.50 | 21.40 | 20.40 | 19.90 | 21.50 | 22.20 | 21.28 |
| 2016 | 21.80 | 22.20 | 22.00 | 21.40 | 20.50 | 20.10 | 19.10 | 20.70 | 19.80 | 20.80 | 20.50 | 21.00 | 20.83 |
| 2017 | 22.30 | 22.70 | 23.20 | 21.80 | 21.50 | 20.80 | 20.00 | 20.70 | 20.50 | 21.20 | 21.70 | 22.60 | 21.58 |
| 2018 | 23.30 | 22.30 | 22.70 | 21.70 | 20.90 | 21.00 | 19.90 | 21.00 | 20.10 | 21.10 | 21.50 | 21.70 | 21.43 |
| 2019 | 22.40 | 22.40 | 22.20 | 22.40 | 21.80 | 21.70 | 21.30 | 21.60 | 20.40 | 19.90 | 21.40 | 22.10 | 21.63 |
| MÉDIA | 22.12 | 22.52 | 22.66 | 21.97 | 21.34 | 20.34 | 19.47 | 21.02 | 20.46 | 20.72 | 21.29 | 21.91 | 21.32 |
| MÁXIMA | 23.30 | 23.60 | 23.70 | 22.80 | 22.70 | 21.70 | 21.30 | 21.80 | 23.60 | 22.60 | 22.20 | 22.60 | |
| MÍNIMA | 20.80 | 21.90 | 22.00 | 21.20 | 20.40 | 19.70 | 18.60 | 20.10 | 18.50 | 19.00 | 20.30 | 21.00 | |

Depois de determinar as médias dos meses, calcula-se a temperatura média anual das mínimas. Nesse sentido, somam-se os valores da linha média e divide-se o total por 12 meses. Para o exemplo considerado, teremos: $(22,12 + 22,52 + \dots + 21,91)/12 = 21,32 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3).

Para identificar os valores máximo e mínimo, apenas seleciona-se o maior e menor valor expressos em cada coluna mensal. Logo, considerando-se o mês de janeiro ao longo dos 20 anos, nota-se que o valor máximo foi de $23,30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e o mínimo de $20,80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3). Para os meses subsequentes, adota-se o mesmo procedimento. Dando continuidade, identifica-se a temperatura mínima mais baixa dentre as calculadas para as temperaturas médias das mínimas. Para a questão considerada, nota-se que o valor encontrado foi de $18,50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3).

c. Determinação das médias, máximas e mínimas para ficha das temperaturas médias mensais e anuais no período considerado

Para o preenchimento da ficha das temperaturas médias, poderemos usar qualquer um dos modelos de fórmulas propostas no item 2.4.3.

Devido à maior simplicidade nos cálculos, a fórmula a ser adotada nesse preenchimento será a de número 5:

$$T_{VE} = \frac{T_{MAX} + T_{MIN}}{2}$$

Para determinar as temperaturas médias, usaremos os dados contidos nas fichas das temperaturas médias das máximas (item a) e das mínimas (item b), referentes a cada mês,

segundo suas distribuições ao longo do período avaliado. Dessa forma, o procedimento a seguir será:

- I. Para o mês de janeiro do ano de 2000, por exemplo, observamos que as temperaturas médias das máximas e das mínimas foram 31,30 °C e 20,90 °C, respectivamente.

Aplicando esses valores na fórmula 5, temos:

$$T_{VE} = \frac{T_{MAX} + T_{MIN}}{2}$$

$$T_{MAX} = 31,30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{MIN} = 20,90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{VE} = \frac{31,30 + 20,90}{2}$$

$$T_{VE} = \frac{52,20}{2}$$

$$T_{VE} = 26,10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Esse valor será lançado no mês e ano correspondentes na ficha das temperaturas médias (Figura 4). Para os cálculos das médias dos demais meses e anos, portanto, segue-se a mesma orientação visando o preenchimento da ficha em questão.

Figura 4. Dados referentes às temperaturas médias para um período de 20 anos

| LOCALIDADE: X | | | | | | | | | | | | | TEMPERATURAS MÉDIAS (°C) |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | MÉDIA ANUAL |
| 2000 | 26.10 | 26.40 | 27.15 | 26.60 | 26.60 | 24.70 | 23.80 | 24.75 | 25.65 | 26.10 | 25.90 | 26.45 | 25.85 |
| 2001 | 26.70 | 27.05 | 26.90 | 26.40 | 26.05 | 24.45 | 23.30 | 24.40 | 24.50 | 26.15 | 26.25 | 27.45 | 25.80 |
| 2002 | 27.00 | 26.90 | 26.85 | 26.25 | 26.00 | 24.70 | 23.40 | 25.00 | 24.15 | 25.60 | 26.80 | 28.05 | 25.89 |
| 2003 | 26.80 | 27.00 | 26.65 | 26.50 | 25.85 | 24.35 | 23.60 | 25.25 | 24.30 | 25.20 | 26.40 | 27.05 | 25.75 |
| 2004 | 26.75 | 26.65 | 26.80 | 26.65 | 26.10 | 24.75 | 24.10 | 24.85 | 24.45 | 25.30 | 26.55 | 26.20 | 25.76 |
| 2005 | 26.80 | 27.00 | 27.25 | 27.25 | 26.60 | 24.70 | 24.05 | 24.95 | 24.65 | 25.00 | 26.35 | 26.95 | 25.96 |
| 2006 | 26.90 | 26.95 | 26.80 | 26.15 | 25.45 | 24.05 | 23.15 | 24.10 | 25.85 | 26.35 | 26.80 | 27.10 | 25.80 |
| 2007 | 27.70 | 27.95 | 28.50 | 26.95 | 26.10 | 24.60 | 23.40 | 23.90 | 24.15 | 25.45 | 26.80 | 28.20 | 26.14 |
| 2008 | 28.15 | 27.30 | 27.15 | 26.70 | 25.75 | 24.45 | 23.85 | 24.25 | 24.35 | 25.30 | 26.50 | 26.65 | 25.87 |
| 2009 | 27.30 | 27.05 | 26.40 | 27.20 | 25.90 | 24.75 | 24.25 | 24.45 | 24.65 | 25.75 | 26.05 | 26.80 | 25.88 |
| 2010 | 26.60 | 26.55 | 27.25 | 26.10 | 24.55 | 23.65 | 22.60 | 24.75 | 25.10 | 25.00 | 25.55 | 26.45 | 25.35 |
| 2011 | 27.65 | 27.65 | 27.65 | 26.15 | 24.40 | 23.45 | 23.00 | 24.40 | 24.40 | 25.55 | 26.50 | 27.45 | 25.69 |
| 2012 | 26.75 | 27.70 | 28.10 | 25.85 | 24.85 | 24.20 | 23.10 | 25.00 | 25.80 | 26.00 | 26.35 | 28.05 | 25.98 |
| 2013 | 27.45 | 27.35 | 27.00 | 26.30 | 24.40 | 23.70 | 22.60 | 25.25 | 25.30 | 25.80 | 26.05 | 27.05 | 25.69 |
| 2014 | 26.90 | 27.00 | 26.55 | 26.15 | 24.55 | 23.80 | 22.90 | 24.85 | 25.00 | 25.45 | 25.75 | 26.20 | 25.43 |
| 2015 | 26.80 | 27.65 | 26.90 | 26.70 | 24.70 | 24.10 | 23.60 | 24.95 | 24.85 | 24.30 | 26.00 | 26.95 | 25.63 |
| 2016 | 27.00 | 26.85 | 25.40 | 25.60 | 25.15 | 24.20 | 23.50 | 24.10 | 23.95 | 25.75 | 26.00 | 27.10 | 25.38 |
| 2017 | 27.40 | 26.70 | 26.45 | 26.45 | 25.30 | 24.10 | 23.25 | 23.90 | 24.15 | 25.60 | 26.25 | 28.20 | 25.65 |
| 2018 | 28.45 | 27.35 | 27.10 | 26.25 | 25.15 | 24.70 | 23.30 | 24.25 | 24.20 | 26.10 | 26.45 | 26.65 | 25.83 |
| 2019 | 27.50 | 26.10 | 26.20 | 27.05 | 25.50 | 24.85 | 24.30 | 24.50 | 24.50 | 24.40 | 25.70 | 26.85 | 25.62 |
| MÉDIA | 27.14 | 27.06 | 26.95 | 26.46 | 25.45 | 24.31 | 23.45 | 24.59 | 24.70 | 25.51 | 26.25 | 27.09 | 25.75 |
| MÁXIMA | 28.45 | 27.95 | 28.50 | 27.25 | 26.60 | 24.85 | 24.30 | 25.25 | 25.85 | 26.35 | 26.80 | 28.20 | |
| MÍNIMA | 26.10 | 26.10 | 25.40 | 25.60 | 24.40 | 23.45 | 22.60 | 23.90 | 23.95 | 24.30 | 25.55 | 26.20 | |

- II. Concluído os cálculos do item anterior, determinar-se-ão as médias dos meses no tempo considerado. Para tanto, somam-se os valores obtidos e distribuídos na coluna de cada mês e, em seguida, divide-se cada resultado pela quantidade de anos avaliados. No exemplo analisado, no mês de janeiro, a média encontrada foi $27,14\text{ }^{\circ}\text{C}$ $[(26,10 + 26,70 + \dots + 27,50)/20]$. Para os demais meses, apenas replica-se o procedimento (Figura 4).
- III. Dando prosseguimento, o passo a ser adotado é a determinação da temperatura média anual das temperaturas médias. Nesse contexto, somam-se os valores da linha média e divide-se o total por 12 meses. No exemplo considerado, teremos: $(27,14 + 27,06 + \dots + 27,09)/12 = 25,75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 4). Um dado bastante importante obtido também com os valores da linha média é a amplitude térmica, que é calculada usando-se o maior e o menor valor detectados nessa linha. Dessa forma, podemos concluir que a amplitude térmica no caso analisado equivale a $3,69\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($27,14 - 23,45$) (figura 4).

Para efeito de elaboração do climadiagrama, não há necessidade de se obter as médias anuais das linhas máxima e mínima das temperaturas medias.

d. Determinação das médias, máximas e mínimas para ficha das precipitações

Todos os procedimentos usados nas fichas relacionadas às temperaturas médias das máximas e das mínimas são replicados para a manipulação dos dados pluviométricos. Logo, as etapas a serem desenvolvidas são as seguintes:

- I. A partir das cotas de precipitações coletadas por meio de pluviômetros, conforme já citado, são somados os valores computados e distribuídos nas colunas mensais. Em seguida, cada valor encontrado é dividido pelo tempo considerado na avaliação – no exemplo usado, 20 anos. Assim, considerando-se mais uma vez o mês de janeiro, encontraremos uma média de $25,73\text{ mm}$ $[(30,30 + 37,70 + \dots + 36,00)/20]$. Como já enfatizado nos casos anteriores, replica-se o procedimento para os meses subsequentes (Figura 5).

Figura 5. Dados referentes às precipitações médias para um período de 20 anos

| LOCALIDADE: | | | | | | | | | | | | | PRECIPITAÇÕES (mm) |
|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | MÉDIA ANUAL |
| 2000 | 30.30 | 57.70 | 55.70 | 54.30 | 233.30 | 170.30 | 137.70 | 66.40 | 3.20 | 0.00 | 4.90 | 28.30 | 842.10 |
| 2001 | 37.70 | 59.90 | 78.40 | 29.90 | 101.40 | 137.70 | 107.90 | 50.00 | 11.40 | 8.00 | 48.10 | 6.50 | 676.90 |
| 2002 | 48.10 | 3.20 | 35.70 | 73.10 | 272.80 | 248.10 | 123.20 | 27.50 | 9.70 | 0.00 | 45.40 | 22.70 | 909.50 |
| 2003 | 33.00 | 62.90 | 81.20 | 89.90 | 192.10 | 200.00 | 192.90 | 74.70 | 29.50 | 22.20 | 7.60 | 65.00 | 1051.00 |
| 2004 | 42.50 | 70.00 | 60.20 | 94.50 | 152.30 | 184.50 | 170.00 | 132.70 | 16.40 | 14.40 | 21.00 | 6.50 | 965.00 |
| 2005 | 44.00 | 67.20 | 80.30 | 95.90 | 149.20 | 184.00 | 187.20 | 57.40 | 21.50 | 16.80 | 1.30 | 11.30 | 916.10 |
| 2006 | 24.90 | 26.90 | 77.40 | 101.90 | 128.70 | 154.90 | 126.90 | 75.80 | 27.80 | 16.40 | 8.20 | 6.60 | 776.40 |
| 2007 | 48.20 | 16.10 | 41.20 | 91.40 | 161.40 | 198.20 | 116.10 | 70.80 | 32.20 | 7.60 | 13.40 | 0.00 | 796.60 |
| 2008 | 10.90 | 10.50 | 5.80 | 84.50 | 121.50 | 210.90 | 110.50 | 77.40 | 9.60 | 28.80 | 3.70 | 21.20 | 695.30 |
| 2009 | 14.70 | 43.00 | 66.60 | 92.80 | 255.10 | 214.70 | 143.00 | 30.00 | 16.20 | 25.60 | 4.90 | 6.90 | 913.50 |
| 2010 | 63.10 | 0.00 | 43.80 | 82.40 | 187.90 | 270.30 | 177.70 | 70.80 | 32.20 | 4.90 | 4.90 | 28.30 | 966.30 |
| 2011 | 0.00 | 8.10 | 52.00 | 98.70 | 100.20 | 237.70 | 177.90 | 137.40 | 9.60 | 8.00 | 48.10 | 6.50 | 884.20 |
| 2012 | 6.40 | 1.00 | 51.10 | 100.40 | 209.90 | 248.10 | 153.20 | 50.00 | 11.40 | 2.80 | 45.40 | 22.70 | 902.40 |
| 2013 | 4.90 | 41.20 | 38.00 | 84.60 | 189.90 | 193.00 | 192.90 | 27.50 | 9.70 | 22.20 | 27.60 | 65.00 | 896.50 |
| 2014 | 10.50 | 52.30 | 42.30 | 110.10 | 183.50 | 172.50 | 170.00 | 75.80 | 27.80 | 14.40 | 21.00 | 6.50 | 886.70 |
| 2015 | 21.20 | 12.90 | 53.40 | 101.10 | 140.60 | 244.00 | 187.20 | 70.80 | 32.20 | 16.80 | 11.30 | 11.30 | 902.80 |
| 2016 | 2.40 | 36.40 | 67.30 | 114.90 | 108.50 | 224.90 | 126.90 | 70.00 | 51.50 | 16.40 | 8.20 | 6.60 | 834.00 |
| 2017 | 17.40 | 78.80 | 33.40 | 83.80 | 197.60 | 198.20 | 116.10 | 74.70 | 31.50 | 7.60 | 13.40 | 0.00 | 852.50 |
| 2018 | 18.40 | 65.00 | 34.60 | 101.40 | 195.20 | 199.90 | 110.50 | 54.90 | 30.00 | 28.80 | 0.00 | 21.20 | 859.90 |
| 2019 | 36.00 | 59.40 | 48.20 | 90.00 | 211.60 | 209.10 | 123.30 | 61.50 | 29.60 | 22.80 | 2.70 | 7.90 | 902.10 |
| MÉDIA | 25.73 | 38.63 | 52.33 | 88.78 | 174.64 | 205.05 | 147.56 | 67.81 | 22.15 | 14.23 | 17.06 | 17.55 | 871.49 |
| MÁXIMA | 63.10 | 78.80 | 81.20 | 114.90 | 272.80 | 270.30 | 192.90 | 137.40 | 51.50 | 28.80 | 48.10 | 65.00 | |
| MÍNIMA | 0.00 | 0.00 | 5.80 | 29.90 | 100.20 | 137.70 | 107.90 | 27.50 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

II. Determinadas as precipitações médias mensais, ao longo do tempo avaliado, parte-se para os cálculos da precipitação média anual, que podem ser feitos por duas vias: a primeira, por meio da soma das precipitações mensais para cada ano analisado - no exemplo trabalhado, percebe-se para 2000 um total de 842,10 mm (30,30 + 57,70 + ... + 28,30). Com os valores de todos os anos considerados no levantamento conhecidos, simplesmente calcula-se a média anual. No exemplo adotado, essa média foi de 871,49 mm $[842,10 + 676,90 + \dots + 902,10)/20]$ O segundo procedimento, mais rápido, consiste em apenas realizar a soma dos valores encontrados na linha média (25,73 + 38,63 + ... + 17,55 = 871,49 mm). Por fim, para se determinar a amplitude pluviométrica, basta identificar o maior e o menor valor registrados para as precipitações nessa mesma linha média e realizar a operação para se conhecer essa amplitude, que, no exemplo aplicado, foi de 190,83 mm (205,05 – 14,23) (Figura 5).

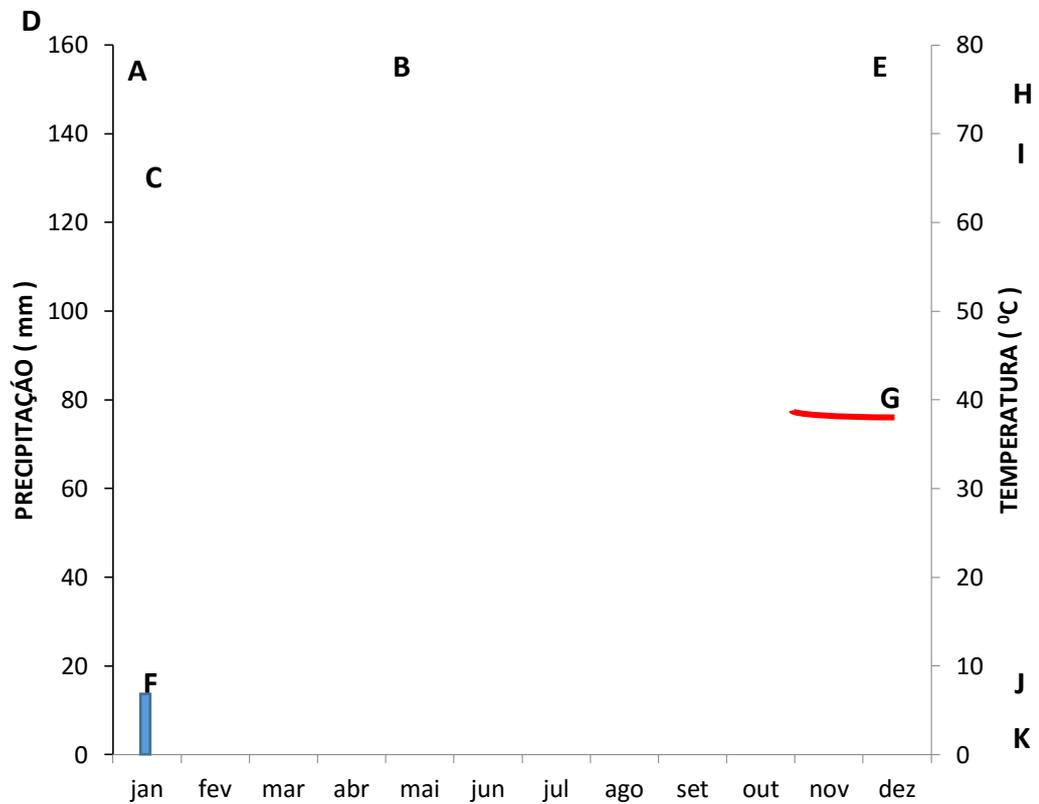
2.4.5. Elaboração do climadiagrama

A construção gráfica de um climadiagrama é bastante simples. Basicamente, é necessário apenas plotar dois eixos verticais ou das ordenadas, onde um representará as cotas de precipitação, em milímetros, e o outro os dados térmicos, em graus Celsius, disponibilizados sobre um eixo horizontal ou das abcissas, cuja função é representar os meses.

Para facilitar a identificação dos períodos úmidos e secos anuais, aconselha-se configurar as escalas de temperatura e precipitação obedecendo à relação 1:2. Assim, para cada 10°C a cota de precipitação correspondente será de 20 mm.

Na Figura 6, é visualizado um conjunto de detalhes norteadores que identificam as principais características relacionadas ao contexto geográfico, ou seja, a localização e altitude onde as coletas foram realizadas, ao período total dos registros dos dados térmicos e pluviométricos e suas respectivas alocações para a plotagem do climadiagrama.

Figura 6. Detalhamentos norteadores das características identificadoras da área e do tempo total das coletas e da plotagem dos dados térmicos e pluviométricos

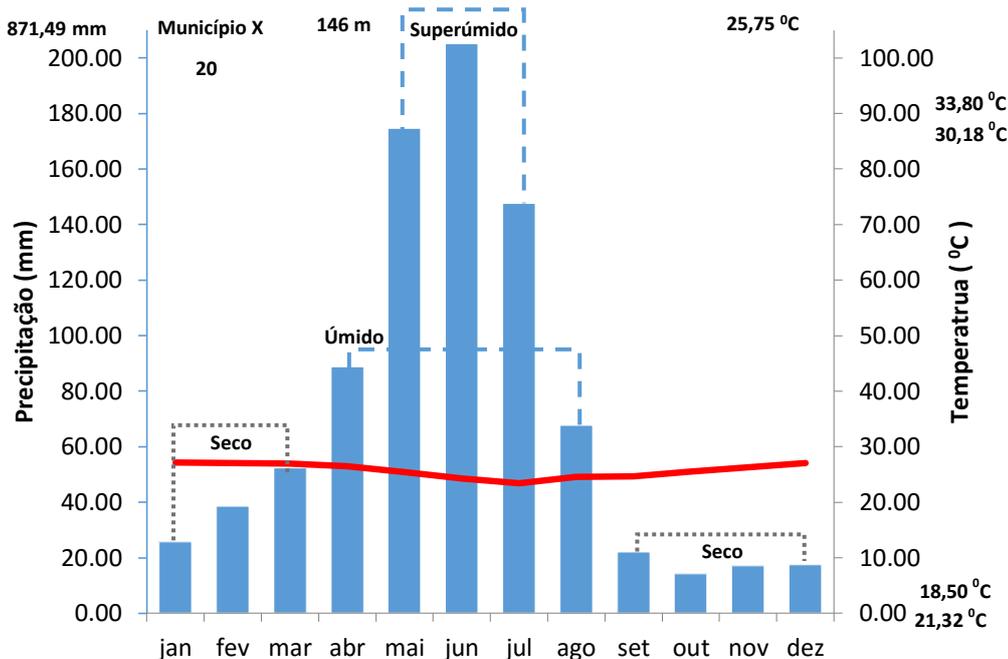


LEGENDAS

A: Nome da localidade da estação meteorológica coletora dos dados climáticos, em especial térmicos e pluviométricos. **B:** Altitude onde se localiza a estação meteorológica coletora dos dados climáticos. **C:** Referencial de tempo das observações. **D:** Precipitação média anual. **E:** Temperatura média anual. **F:** Curso mensal de precipitação média. **G:** Curso mensal de temperatura média. **H:** Temperatura máxima absoluta do período das observações. **I:** Média das temperaturas máximas. **J:** Temperatura mínima absoluta do período das observações. **K:** Média das temperaturas mínimas.

Dessa forma, em conformidade com os detalhes explícitos na Figura 6, o climadiagrama baseado com as informações detalhadas nas fichas acima preenchidas assume o seguinte aspecto (Figura 7):

Figura 7. Gráfico do climadiagrama com os detalhes relacionados ao posicionamento geográfico, ao referencial de tempo das coletas dos dados e as informações térmicas e pluviométricas analisadas



2.4.6. Interpretação do climadiagrama a partir das informações básicas obtidas

Para a compreensão do comportamento termopluviométrico de uma dada área, deve-se fazer uma leitura das informações expressas que são observadas no climadiagrama. Para tanto, é conveniente elaborar uma relação que contemple as seguintes características facilmente identificadas no gráfico:

- Amplitude térmica (A_t) – obtida com base na maior e menor temperatura média.
- Amplitude pluviométrica (A_p) – obtida com base na maior e menor precipitação média.
- Período de verão – corresponde ao conjunto de meses com temperaturas mais elevadas.
- Período de inverno – corresponde ao conjunto de meses com temperaturas mais baixas.
- Mês(es) quente(s) – corresponde ao mês com temperatura mais alta, ou o conjunto de meses com maiores temperaturas.
- Mês(es) frio(s) - corresponde ao mês com menor temperatura, ou o conjunto de meses com menores temperaturas.
- Período úmido – conjunto de meses com precipitação anual superior a evapotranspiração anual.
- Período superúmido – conjunto de meses cujas precipitações computadas superam os 100 mm.

- i. Período seco – conjunto de meses que, segundo a classificação dos climas biológicos de Gaussen e Bagnouls, apresenta total de precipitações inferior ou igual ao dobro da temperatura ($P/U \leq 2T$, onde P/U: precipitação ou umidade; T: temperatura). Sempre caracterizado por apresentar evapotranspiração anual superior à precipitação anual.

Portanto, considerando-se as análises dessas características, serão encontradas as seguintes respostas para o climadiagrama proposto como exemplo (Figura 7):

- a. $A_t = 3,69$ °C (conforme calculado no subitem III na página 10).
- b. $A_p = 190,83$ mm (de acordo com o cálculo realizado no subitem II na página 11).
- c. Período de verão: dezembro a março.
- d. Período de inverno: junho a setembro.
- e. Mês mais quente: janeiro ($27,14$ °C).
- f. Mês mais frio: julho ($23,45$ °C).
- g. Período úmido: abril a agosto.
- h. Período superúmido: maio, junho e julho.
- i. Período seco: janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro, novembro e dezembro.

3. CONSIDERAÇÕES

Com base na proposta deste trabalho, que foi possibilitar de forma simples e objetiva a manipulação de dados térmicos e pluviométricos visando à elaboração de climadiagrama, é esperado que as dúvidas mais elementares, relacionadas ao preenchimento ou alocação desses dados ombrotérmicos nas fichas individuais, a realização das operações básicas envolvendo as modalidades térmicas analisadas e as precipitações consideradas, bem como a construção da estrutura gráfica e identificações descritivas da localidade de origem dessas variáveis climáticas; tenham se dissipadas, deixando de ser, portanto, barreiras impeditivas na elaboração e interpretação de todos e quaisquer climadiagramas, independente de suas áreas de origem.

4. FONTES BIBLIOGRÁFICAS DE APOIO

BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. Les climats biologiques et leur classification. **Annales Géographie**. N. 355. LXVI^e année. P. 193 – 220. 1957.

COUTINHO, L. M. **Biomias brasileiros**. Oficina de Textos. 2016. 160 p.

GALVÃO, M. V. Regiões bioclimáticas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. n. 29. v. 1. p. 3 – 36. 1967.

GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F. L'indice xérothermique. **Bulletin de l'Association de Géographes Français**. N. 222 – 223. 29 année. p. 10 – 16. 1952.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J. L. M. Estimativa da temperatura média diária do ar em distintas regiões brasileiras empregando métodos alternativos. **Scientia Agraria**. Curitiba. v.11. n. 5. P. 407 – 416. 2010.

NOVAIS, G. T.; GALVANI, E. Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**. USP. v 42. p. 1 – 21. 2022.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2^a ed. Âmbito. 1997. 748 p.

TERAMOTO, E. T.; CARVALHO, L. G.; DANTAS, A. A. A. Comparação entre valores de temperatura média do ar de estação convencional com valores obtidos em estação automática e análise de equações para estimativas de médias de temperatura do ar em Lavras, MG. **Ciênc. Agrotec**. Lavras. v. 33. ee. p. 1798 – 1803. 2009.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**. São Paulo: USP. 1986. 325 p.