



CLASSIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS PARÂMETROS CLIMÁTICOS DE POÇOS DE CALDAS - MG

Patrícia Vieira Pompeu

Malcon do Prado Costa ¹; Marco Aurélio Leite Fontes ¹; Luis Gonsaga de Carvalho ²; José Aldo Alves Pereira ¹; André Schatz Pellicciottii ¹; Danilo José Santos Gomes ¹; Henrique Nery Cipriani ¹; Marília Salgado Martins ¹

1. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200 - 000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. 2. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200 - 000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. patpompeu@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A região de Poços de Caldas encontra - se em uma faixa de transição entre os climas quentes, das latitudes baixas e os climas frios das latitudes médias, fator determinante no regime de precipitação e na caracterização de climas locais (Costa, 2001). O município está durante todo o ano sob domínio da circulação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, freqüentemente substituído por sistemas frontais e pelo Anticiclone Polar Migratório. Os ventos do quadrante nordeste - norte, que se apresentam nos baixos níveis da troposfera, são predominantes. A umidade é proveniente do Oceano Atlântico e transportada pelos ventos Alísios de Nordeste. Assim, o Planalto de Poços de Caldas apresenta estações bem definidas, com verões chuvosos e invernos secos, onde o regime de precipitação tem um ciclo básico unimodal (Costa, 2001). Além disso, Poços de Caldas possui um posicionamento geográfico propício à incidência de choque das massas de ar de características opostas, sendo essas influenciadas pelas massas Tropical Atlântica e Polar Marítima, ou seja, o município sofre a influência parcial da Massa Tropical Atlântica, que é úmida e quente, sendo amenizada pelo relevo elevado. Como está situado em um planalto do Sudeste, a 1.189 m de altitude, possui um clima mais ameno, com a redução de temperatura (Fernandes, 2003). Assim, é comum a incidência de chuvas frontais que ocorrem mediante o choque das duas massas de ar de características diferentes, a Tropical Atlântica quente e úmida formada pelos ventos Alísios do Sudeste, procedentes de Centros de Alta Pressão (AP) subtropicais do Atlântico Sul e a Polar Atlântica fria e seca formada por ventos oriundos dos anticiclones polares. Os choques destas massas provocam instabilidade, ocasionando, em seguida, a precipitação. As chuvas frontais caracterizam - se por serem comumente finas e de longa duração. Também são freqüentes chuvas orográficas, associadas ao choque de massas ao relevo local, formado pela linha de crista circundante do Município, de altitude máxima de 1.575 m. Na medida em que a massa de

ar se desloca do sul para o norte tem - se o choque inicial com a crista, e conseqüentemente a incidência pluviométrica na zona sul de Poços de Caldas e no Município de Caldas. Parte da frente que não se choca continua seu trajeto indo de encontro à crista tinguaitica situada anteriormente à formação de gnaisse. A área de maior barramento é correspondente ao ponto mais elevado, a Serra de São Domingos, importante divisor de águas. Esse encontro ocasiona elevada precipitação no interior da suposta cratera, que se difere da porção norte, que terá a maior incidência de chuvas frontais (Fernandes, 2003).

Grande parte da Serra de São Domingos encontra - se protegida como unidade de conservação de proteção integral, formando o Parque Municipal de mesmo nome, tendo como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Esta última atividade soma - se ao turismo tradicional realizado na cidade, representando uma atividade de grande importância econômica sendo caracterizadora do município, totalmente sujeita às influências do clima local. Assim, o planejamento das atividades turísticas no Parque também passa pela análise dos fatores climáticos, sendo esta uma das etapas do Plano de Manejo da Área. O Plano de Manejo é definido na Lei como “o documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade” (SNUC, 2002). A otimização das atividades a serem permitidas no Parque, a segurança dos visitantes e o manejo de impactos (e.g. contenção de erosão em estradas internas e manejo de trilhas, entre outros) depende de caracterizações e avaliações corretas dos fatores ambientais presentes, entre eles o clima.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a classificação do clima de Poços de Caldas bem como a apresentação de seus parâmetros climáticos. Esse trabalho foi realizado para compor o relatório do meio físico, inserido no diagnóstico do plano de manejo do Parque Municipal da Serra de São Domingos, em Poços de Caldas, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O Município de Poços de Caldas, MG, situa - se no sudoeste do Estado de Minas Gerais, a 460 km de Belo Horizonte e 330 km de São Paulo. É abrangido pela parte interna de uma das maiores intrusões de rochas alcalinas já existentes, de 706 km² e cerca de 30 km de diâmetro, no Planalto de Poços de Caldas (2.936 km²) que faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraná. O município está localizado a 1.189 m de altitude e tem sua posição determinada pelas coordenadas geográficas aproximadas de 21°50'20" S e 46°33'53" W (Fernandes, 2003).

Esse trabalho utilizou os dados das Normais Climatológicas, do período de 1931 a 1960 (Brasil, 1968). E para o parâmetro precipitação utilizaram - se, além dos dados das Normais, dados da ANA (Agência Nacional das Águas), do período de 2002 a 2007.

Para a classificação do clima foram utilizados dois métodos:

- Classificação climática segundo Köppen, através de dados de precipitação pluvial, temperatura e sua distribuição dentro das estações.
- Classificação segundo Thornthwaite, realizada com base em índices climatológicos, comparando a disponibilidade hídrica com a demanda de evapotranspiração.

RESULTADOS

Classificação climática

Através dos dados das normais climatológicas e segundo a classificação de Köppen a região é classificada como clima temperado chuvoso, sendo a precipitação total anual de 1.695,5 mm. A temperatura média do mês mais frio é de 13,6°C, a do mês mais quente de 20,4°C, e a temperatura média anual de 17,7°C, com chuvas predominantes de verão e inverno seco, onde a temperatura média do mês mais quente não ultrapassa 22°C, recebendo então o código Cwb.

Seguindo a metodologia de Thornthwaite, o clima de Poços de Caldas é classificado como superúmido, tendo pequena ou nenhuma deficiência de água, mesotérmico, recebendo então o código de A r B' 2 a', onde a eficiência térmica no verão é de 33%, em relação ao resto do ano. Esta classificação é conseqüente da influência orográfica nos mecanismos formadores das chuvas e umidade numa microescala meteorológica na região, visto que as chuvas orográficas são resultantes da ascensão mecânica de correntes de ar úmido sobre barreiras naturais, como as montanhas (Melo Júnior *et al.*, 2006; Kruk *et al.*, 2006).

Precipitação

A quantidade e a distribuição das chuvas no local estão diretamente ligadas ao tipo de vegetação, influenciando também na agricultura, atividade mais suscetível às oscilações do regime das chuvas. No caso do parque, a chuva pode influenciar no manejo das trilhas ecológicas. Por ser uma área de alta declividade, algumas trilhas podem se tornar perigosas e ser erodidas nas épocas de chuvas intensas se não forem bem manejadas.

A precipitação é entendida em hidrologia como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitação. O que diferencia essas formas de precipitação é o estado em que a água se encontra (Tucci, 2001). A quantidade da chuva precipitada sobre o solo se expressa a partir da espessura do lençol líquido que se formaria sobre uma superfície horizontal e impermeável, supondo que sobre esse lençol não se produzisse evaporação alguma. Como se trata de espessura, mede - se em unidade linear. Essa unidade é o milímetro. Conhecendo - se o valor da área sobre a qual se deu a precipitação e a espessura que teria esta atingida, pode - se calcular o volume de água precipitado (Soares, 1971). Para tanto, a unidade que se usa para expressar a quantidade de chuvas é o mm, sabendo - se que 1 mm de chuva equivale a 1L m⁻².

Analisando os dados de precipitação média das Normais Climatológicas para o período de 1931 - 1960, distingue - se dois períodos. O período chuvoso inicia - se em Setembro e vai até Março, com uma média total de 1478,7 mm para o período, sendo o maior volume de precipitação equivalente a 316,9 mm, ocorrido em Janeiro do ano de 1958, com uma altura máxima de 98 mm em 24H. O período seco inicia - se em Abril e vai até Agosto, com uma média total de 216,8 mm para o período, tendo quatro meses com média abaixo de 55 mm. O total médio anual é de 1695,5 e a média é de 141,29.

Analisando os dados da ANA (Agência Nacional das Águas) para o período de 2002 - 2007 também se distinguem dois períodos. O período chuvoso inicia - se em Outubro e vai até Março, com uma média total de 1480,67 mm para o período, sendo a precipitação máxima de 417,70 mm em Janeiro. O período seco inicia - se em Abril e vai até Setembro, com uma média total de 261,67 mm para o período, tendo quatro meses com média abaixo de 50 mm. O total médio anual da precipitação é de 1742,33 mm e a média é de 145,19.

De acordo com informações do INMET/5^oDISME, Poços de Caldas já teve uma Estação Convencional. A mesma foi fundada em Março de 1921 e fechada em

Junho de 1987. Portanto não existe outra série histórica para as Normais Climatológicas.

Temperatura

A temperatura média do ano inteiro é de 17,7°C. No período de 1931 a 1960 a máxima temperatura média foi de 25,9°C no mês de Fevereiro. Já a máxima temperatura absoluta foi de 32°C e ocorreu em Janeiro de 1958. A mínima temperatura média foi de 7,4°C no mês de Junho. Já a mínima temperatura absoluta foi de - 3,2°C no mês de Junho no ano de 1942. A variação dos dados para o período da série histórica é baixa, visto que o valor de desvio padrão, que expressa a dispersão dos dados em relação à média, é baixo.

Para temperatura média o desvio padrão foi de 2,6⁰C, para a mínima foi 3,1⁰C e para a máxima 2,09⁰C.

Umidade relativa do ar

Analisando os dados da Umidade Relativa do ar tem - se que a média anual foi de 78,2%. A máxima umidade ocorreu no mês de Janeiro atingindo 83%, e a mínima em Agosto igual a 69,2%. Conclui - se que a umidade relativa em Poços de Caldas tem pequena variação ao longo do ano visto que o valor de desvio padrão foi de 4,37%.

Evaporação

A evaporação é inversamente proporcional à umidade, assim nos meses de menores valores de umidade tem - se uma maior evaporação, como Agosto, Setembro e Outubro. A média para a evaporação para a série histórica das normais é de 67,3 mm anual e o total é de 808,1 mm. O valor da máxima evaporação foi no mês de Setembro igual a 91,3 mm e o valor da mínima ocorreu no mês de Fevereiro, igual a 55,6 mm.

Balanco Hídrico

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) para determinar o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir o armazenamento máximo no solo (CAD-Capacidade de Água Disponível) e de se ter a medida da chuva total, além da estimativa da evapotranspiração potencial em cada período. Com essas três informações básicas, o BHC permite deduzir a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico e o total de água retida no solo em cada período (Pereira, 2005). Utilizou - se neste trabalho a evapotranspiração potencial, estimada pelo Método de Thornthwaite (1948), para posterior cálculo do balanço hídrico climatológico. O modelo de Thornthwaite para evapotranspiração potencial funciona adequadamente em regiões de clima úmido, independentemente da latitude e altitude. O modelo de Thornthwaite apresentou resultados satisfatórios em clima frígido do norte do Canadá, no clima temperado de New Jersey, Estados Unidos; no tropical do Estado de São Paulo; no equatorial da República Dominicana, e na Ilha de Trindade, no Caribe (Camargo, 2000). Para a elaboração do Balanço Hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) deve - se ter em mãos, além das coordenadas geográficas do local em questão, os dados normais de temperatura média e precipitação total mensal. Analisando - se a tabela e o gráfico para o balanço hídrico, pode - se confirmar a classificação de Poços de Caldas apresentando um clima úmido, com deficiência hídrica no inverno, com quatro meses de precipitação média inferior a 60 mm, com um grande número de meses em excesso, apresentando um déficit de água insignificante. A deficiência hídrica é de 5 mm nos meses de Julho e Agosto, ou seja, a diferença entre ETr e Etp, representando em média a quantidade de água que falta para atender a demanda de evapotranspiração em condições naturais.

No período de escassez de chuvas, ou seja, em que a $P < E_{Tp}$, em média a vegetação, representada pela grama no Balanço Hídrico Climatológico, retira água do solo para procurar suprir a demanda de evapotranspiração, a qual é representada pela E_{Tp} . Esta retirada equivale a 31 mm, concentrando - se nos meses de Junho a Agosto. Quanto

à reposição, devido à retirada de água no solo conforme descrito anteriormente, nos meses subsequentes de setembro e outubro, as chuvas supera a E_{Tp} sendo que nesta situação o saldo é utilizado para repor água ao solo, procurando naturalmente atingir o equilíbrio hídrico do ponto de vista climático. Parcialmente a reposição é de 9 mm em Setembro e 22 mm em Outubro, totalizando 31 mm nestes dois meses.

Já para o excesso, naturalmente como é observado, no mês de Outubro o equilíbrio é atingido sendo que o solo atinge a sua capacidade máxima de armazenamento (100 mm). Desta forma, deste mês em diante até o mês de Maio o armazenamento de água no solo mantém - se na capacidade máxima ocorrendo excessos hídricos em todo este período devido aos maiores índices de chuvas com relação à E_{Tp} . Verifica - se que o total do excesso hídrico anual é de 923 mm.

CONCLUSÃO

Concluimos que segundo a classificação de Köppen, Poços de Caldas é classificada como clima temperado chuvoso, sendo a precipitação total anual de 1.695,5 mm, recebendo o código Cwb, e de acordo com a classificação proposta por Thornthwaite, o clima de Poços de Caldas é classificado como superúmido, recebendo o código A r B' ² a'. A temperatura é um elemento climático muito importante para a cidade de Poços de Caldas, visto que a cidade atinge temperaturas mínimas muito baixas, atraindo muitos turistas na época de inverno. No caso do parque, a chuva pode influenciar no manejo das trilhas ecológicas. Por ser uma área de alta declividade, algumas trilhas podem se tornar perigosas nas épocas de chuvas intensas se não forem bem manejadas, além de se tornar suscetíveis a erosão. Na Serra de São Domingos são frequentes as chuvas orográficas, associadas ao choque de massas com o relevo local, formado pela linha de crista circundante do município, onde a área de maior barramento é correspondente ao ponto mais elevado da Serra, importante divisor de águas e fundamental para o balanço hídrico da cidade, de altitude máxima de 1.575 m. Visto a importância da precipitação, torna - se necessário que se continuem coletando dados confiáveis para posteriores estudos. Assim, para o plano de manejo da Serra de São Domingos é indicada a instalação de uma estação climática na parte alta da serra, avaliando melhor a ocorrência das chuvas orográficas.

REFERÊNCIAS

- ANA (Agência Nacional das Águas) Hidroweb-Dados Hidrológicos, Séries Históricas; Sistema de Informações Hidrológicas <http://www.hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/>. 05 Out. 2008.
- Brasil. Escritório de Meteorologia, Ministério da Agricultura. Normais Climatológicas 1931 - 1960, v. I, III e V. Rio de Janeiro, 1968 e 1969.
- Camargo, P. A.; Camargo, M. B. P. de. Uma revisão analítica da evapotranspiração Potencial. Campinas: Bragantia, v.59, n.2, p.125 - 137, 2000.

- Costa, P. C. G. (Técnico); Delgado, S. L. (Técnico); Carmo, J. C. C. (Técnico), Projeto Hidrogeoambiental das Estâncias Hidrominerais. Companhia Mineradora de Minas Gerais-COMIG: Poços de Caldas, 1998.
- Fernandes, M. R. (Coord.). Poços de Caldas, Caracterização de Ecossistemas. EMATER - MG: Belo Horizonte, 2003, 56 p.
- Kruk, N. S.; Vendrame, I. F. ; Bustamante, J. ; Gomes, J. L.; Chan, C. S. Modelagem de eventos de precipitação orográfica com o modelo GESIMA-uma aplicação à Serra do Mar no estado de São paulo. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis, SC. 2006.
- Melo Júnior, J. C. F.; Sediya, G. C.; Ferreira, O. A.; Leal, B. G.; Minusi, R. B. Distribuição espacial da frequência de chuvas na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.2, p.417 - 425, 2006.
- Pereira, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thorthwaite - Mather. Campinas: Bragantia, v.64, n.2, p.311 - 313, 2005.
- Soares, S. M. Agrometeorologia. Passo Fundo, 1971. cap. IX.p.165.
- Brasil. Lei nº 9.985, de 18 julho de 2000. Decreto nº 4340, de 22 de agosto de 2002 SNUC: Sistema nacional de unidades de conservação da natureza. Brasília: Ibama, 2002.
- Tucci, C. E. M. (Editor) - Hidrologia Ciência e Aplicação. Editora da UFRS/EDUSP/ABRH, Porto Alegre, 2 ed. 2001, 942p.