Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Pluviometria e balanço hídrico da bacia do rio Paranaíba

Mariana Mendes Silva¹, Vanderlei de Oliveira Ferreira²

¹Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Autor correspondente. E-mail: marianamendes_01@yahoo.com.br

²Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Professor do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), vanderlei@ig.ufu.br

Artigo submetido em 06/05/2015 e aceite em 28/12/2015.

RESUMO

A bacia do rio Paranaíba compreende 25,4% da bacia do rio Paraná e está localizada nos estados de Minas Gerais (MG), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS) e Distrito Federal (DF). As atividades agropecuárias são fundamentais para a economia das unidades políticas com área dentro da bacia. A diversidade altimétrica influencia nos mesoclimas, criando situações específicas que devem ser consideradas no planejamento e gestão do uso dos recursos naturais, especialmente água. Assim, o objetivo da pesquisa foi conhecer mais detalhadamente as condições climáticas da bacia, particularmente, a distribuição espaço-temporal das chuvas e outros elementos do balanço hídrico climatológico. Para tanto, utilizaram-se dados diários e mensais de 22 postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA), elaborando o balanço hídrico conforme Thornthwaite & Matter (1955), com capacidade de água disponível (CAD) de 100mm. Foi possível conhecer importantes aspectos da climatologia da bacia, especialmente quanto às relações entre precipitação, temperatura, evapotranspiração potencial, deficiência e excedente hídrico, além de identificar especificidades climáticas de localidades interiores àquela unidade hidrográfica.

Palavras chave: Bacia do Rio Paranaíba; Balanço Hídrico Climatológico; Regime de Precipitação.

Rainfall and water balance of Paranaíba river basin

ABSTRACT

The Paranaíba River basin comprises 25.4% of the Paraná River basin and is located in the states of Minas Gerais (MG), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS) and the Distrito Federal (DF). The agricultural activities are fundamental to the economy of the political units with an area within the basin. The altimetry diversity influences in the mesoclimates, creating specific situations that should be considered in the planning and managing of the use of natural resources, especially water. The objective of the research was to understand in more detail the climatic conditions of the basin, particularly the spatial and temporal distribution of rainfall and other elements of the climatic water balance. This study used daily and monthly data of 22 pluviometric posts of the Agência Nacional de Águas (ANA), elaborating the water balance according Thornthwaite & Matter (1955), with field capacity (CAD) of 100mm. It was possible to know important aspects of the climatology of the basin, especially regarding the relations between precipitation, temperature, evapotranspiration potential, water surplus and deficiency, besides identify specificities climatic of locations indoor that hydrographic unit.

Keywords: Paranaíba River Basin; Climatological Hydric Balance; Precipitation Regime.

Introdução

A climatologia é uma ciência que procura explicar o clima, justificar sua diversidade espacial, e como isso é relacionado com outros elementos naturais e com as atividades humanas. A climatologia está intimamente ligada à meteorologia que trata do dia-a-dia das condições atmosféricas e suas causas (Critchfield, 1983).

Conhecer as condições climáticas das bacias hidrográficas é muito importante para um melhor planejamento e gestão do uso dos recursos naturais. O clima influencia diretamente as plantas, os animais, a evolução dos solos e a quantidade de água disponível para a sociedade.

A entrada de água nas bacias hidrográficas ocorre via precipitações e a saída por meio da evapotranspiração e escoamento, aspectos fundamentais do ciclo da água. Nesse estudo climático da bacia hidrográfica do rio Paranaíba utilizou-se a contabilização da disponibilidade hídrica através do balanço hídrico climatológico, identificando os períodos de seca (com deficiência hídrica) e os períodos úmidos (com excedente hídrico). Os escoamentos fluviais não foram

considerados, merecendo atenção em estudos futuros.

O objetivo principal é conhecer e caracterizar o regime de precipitações e outros elementos do balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, localizada nos estados de Minas Gerais (MG), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS) e Distrito Federal (DF), o que é essencial para o entendimento do quadro de disponibilidade hídrica e para auxiliar o melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos e das atividades produtivas.

Material e métodos

Localização da área de estudo

A Região Hidrográfica do Paraná (ANA, 2013) possui uma área superior a 870.000km² e está dividida em seis unidades hidrográficas principais. Uma delas é a bacia do rio Paranaíba (Figura 1), localizada nos estados de Minas Gerais (MG), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS) e Distrito Federal (DF).

Figura 1. Localização espacial da bacia do rio Paranaíba.

A bacia do rio Paranaíba compreende 25,4% da bacia do rio Paraná, sendo considerada a segunda maior unidade hidrográfica da mesma, segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2013). Desses, 65% faz parte do estado de Goiás, 30% estão em Minas Gerais, 2% no Mato Grosso do Sul e 3% no Distrito Federal. Esta bacia possui uma área de drenagem superior a 222.000km², cuja nascente do rio principal localiza-se no município de Rio Paranaíba na Serra da Mata da Corda, percorrendo aproximadamente 1.160km até sua foz, onde há o encontro com o Rio Grande, desde a cota de 1.100 até o nível 328m, este situado no lago da hidrelétrica de Ilha Solteira, barragem do rio Paraná. Grande parte da área dessa bacia está inserida no ecossistema Cerrado, com poucos resquícios do bioma Mata Atlântica.

A bacia do Paranaíba abrange 193 municípios, sendo 133 deles em Goiás, 55 em Minas Gerais, 4 no Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal. A economia é bastante diversificada, possuindo áreas de criação de bovinos (dando destaque ao sudoeste goiano), suínos, galináceos. Em relação à agricultura destacam-se as monoculturas de cana, soja, milho, café, feijão, algodão e sorgo.

No que diz respeito aos aspectos físicos da região, há duas grandes províncias estruturais em termos de compartimentação da estrutura geológica e que possuem origens e comportamentos distintos. São elas: Província Tocantins e Província Paraná. E há numa pequena porção da bacia, mais especificamente na divisa leste, onde se encontram os afluentes mineiros do Alto Paranaíba das cidades de Patos de Minas e Patrocínio uma outra estrutura geológica denominada Bacia Sanfranciscana. (ANA, 2013)

Além disso, esta bacia possui características climáticas diversificadas, devido a sua topografia, sua posição geográfica e, principalmente, os aspectos dinâmicos da atmosfera, que incluem sistemas meteorológicos de micro, meso e grande escalas, que atuam direta ou indiretamente no regime pluvial, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as Frentes Frias, principais responsáveis pela precipitação e o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e o Vórtice Ciclônico de Ar Superior que, dependendo das suas posições, ocasionam grandes períodos de estiagem. (Minuzzi et al., 2007).

Localização dos postos pluviométricos

Com o intuito de caracterizar o regime pluviométrico da bacia do rio Paranaíba, foram selecionados dados de precipitação diárias da rede de monitoramento da Agência Nacional de Águas (ANA), num total de 22 postos pluviométricos (Quadro 1).

Todos eles contam com um intervalo de dados de no mínimo 30 anos. A qualidade dos dados também foi considerada na escolha, especialmente quanto à presença de lacunas na série temporal. Após a espacialização dos postos, procurou-se criar uma distribuição relativamente uniforme dos mesmos no território da bacia, resultando na delimitação dos 22, considerados suficientes e viáveis do ponto de vista do tratamento estatístico e geração das informações para a execução dos procedimentos metodológicos (Figura 2).

Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico climatológico foi calculado conforme Thornthwaite e Matter (1955) através de uma planilha do software Microsoft Excel, desenvolvida por Rolim et al. (1998), conforme pode ser observado na Figura 3.

O modelo de Thornthwaite & Matter é de simples aplicação. Utiliza dados de temperatura do ar e do fotoperíodo para estimar a evapotranspiração. A latitude, utilizada para definição do fotoperíodo, foi transformada para décimos de graus utilizando-se junto a esse valor o sinal de negativo para indicar que os locais dos postos estão no hemisfério Sul. As temperaturas foram estimadas por meio de uma equação de regressão linear múltipla, proposta por Antonini et al. (2010), que leva em consideração a latitude, longitude e altitude, pois se observou a insuficiência de dados de temperatura para uma adequada cobertura espacial dos dados de evapotranspiração e demais variáveis do balanço hídrico. Adotou-se a Capacidade de Água Disponível (CAD) igual a 100mm para todos os postos pluviométricos.

Quadro 1. Características dos postos pluviométricos selecionados

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DO INTERIOR DA BACIA							
MINAS GERAIS (MG)							
	Município	Nome do Posto	Nº do Posto	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Período de dados disponível
1	Santa Juliana	Santa Juliana	1947001	-19,32	-47,53	950	1941-2011
2	Estrela do Sul	Estrela do Sul	1847001	-18,74	-47,69	461	1944-2011
3	Ibiá	Ibiá	1946004	-19,48	-46,54	855	1946-2011
4	Patrocínio	Charqueada do Patrocínio	1846002	-18,93	-46,97	960	1967-2011
5	Ituiutaba	Ituiutaba 1	1849000	-18,94	-49,46	563	1967-2011
6	Prata	Fazenda Buriti do Prata	1949002	-19,36	-49,18	517	1968-2011
7	Sacramento	Desemboque	2047037	-20,01	-47,02	960	1971-2011
GOIÁS (GO)							
8	Inhumas	Inhumas	1649006	-16,35	-49,50	747	1950-2011
9	Alexânia	Ponte Anápolis-Brasília	1648001	-16,08	-48,51	1087	1968-2011
10	Mineiros	Ponte do Cedro	1752003	-17,58	-52,60	690	1971-2011
11	Jataí	Ponte Rio Doce	1751001	-17,86	-51,40	755	1972-2011
12	Paraúna	Fazenda Nova do Turvo	1750001	-17,08	-50,29	509	1971-2011
13	Goiatuba	Fazenda Aliança	1850001	-18,10	-50,03	447	1971-2011
14	Varão	Fazenda Boa Vista	1749001	-17,11	-49,69	558	1971-2011
15	Aporé	Campo Alegre	1851001	-18,52	-51,09	670	1972-2011
16	Buriti Alegre	Corumbazul	1848007	-18,24	-48,86	547	1972-2011
17	Itajá	Itajá	1951001	-19,14	-51,53	436	1972-2011
18	Cristianópolis	Cristianópolis	1748000	-17,20	-48,72	829	1973-2011
19	Turvânia	Turvânia	1650003	-16,61	-50,13	700	1973-2011
20	Cristalina	Cristalina	1647002	-16,76	-47,61	1239	1973-2011
DISTRITO FEDERAL (DF)							
21	Brasília	Brasília-015	1547004	-15,79	-47,92	1160	1962-2011
22	Brasília	Brazlândia (Quadra 18)	1548000	-15,67	-48,22	1106	1973-2011

Fonte: ANA (2012). Org. Mendes Silva, M. (2012).

Figura 2. Localização dos 22 postos pluviométricos selecionados para a pesquisa

Figura 3. Ilustração do programa do balanço hídrico climatológico elaborado por Rolim et al. (1998).

Resultados e discussão

A bacia hidrográfica do rio Paranaíba possui características climáticas diversificadas devido às variações hipsométricas (Figura 4) e sua posição quanto à atuação dos sistemas

atmosféricos dinâmicos. A bacia é comumente caracterizada como sendo de um regime climático tipicamente tropical, com duas estações bem definidas: uma chuvosa, com reposição de água no solo e excedente hídrico e outra seca com deficiência hídrica.

Figura 4. Hipsometria da bacia do rio Paranaíba.

Nessa perspectiva, observa-se no climograma da bacia (Gráfico 1) que o período de maior precipitação ocorre nos meses de outubro a março, concentrando aproximadamente 85% da chuva total anual. Devido à sazonalidade das

precipitações e às temperaturas relativamente altas (tanto no verão quanto no inverno) é possível afirmar que essas variáveis determinam a quantidade de água evaporada e a umidade relativa do ar.

Gráfico 1. Climograma da bacia do rio Paranaíba

Fonte de dados: ANA (2012). Org. Mendes Silva, M. (2012).

A precipitação média anual da bacia é de 1470mm, sendo que a máxima anual ocorre no

posto pluviométrico de Campo Alegre (município de Aporé/GO), com quase 1670mm e a mínima

anual é verificada em Corumbazul (município de Buriti Alegre/GO) com aproximadamente 1270mm. A temperatura média anual estimada é de 23,5°C, sendo que a máxima (26°C) ocorre nos municípios de Paraúna/GO, Goiatuba/GO e Itajá/GO e a mínima (21°C) nos municípios de Patrocínio/MG, Sacramento/MG, Santa Juliana/MG e Cristalina/GO, regiões de altitudes mais elevadas.

Constatou-se também que o mês mais seco do ano na bacia é julho com aproximadamente 8mm precipitados e o mês mais chuvoso do ano é janeiro com cerca de 260mm. A temperatura da bacia possui uma média mensal que varia entre 21°C nos meses de junho e julho e 26°C no mês de outubro.

A Figura 5 mostra que nos meses entre outubro a março, que possuem os maiores valores de precipitação e temperatura, são os que ocorrem os maiores índices mensais de evapotranspiração, mas que apesar da mesma ser elevada no período chuvoso, as chuvas são capazes de superá-la, resultando na reposição de água no solo e excedente hídrico. Ainda em relação à estação chuvosa, constatou-se que sua duração varia de um ano para outro na bacia. Seu início e término pode ser relativamente precoce ou tardio devido à diferença de atuação dos sistemas atmosféricos.

Além disso, é necessário ressaltar a ocorrência de precipitações isoladas significativas antes do início da estação chuvosa, que é um acontecimento comum na bacia e que se torna fundamental para a reposição de água no solo.

Grande parte das atividades agrícolas da bacia são desenvolvidas na estação chuvosa, já que sua duração é suficiente para o desenvolvimento das diversas culturas. Entretanto, são comuns ocasiões de breves períodos de estiagem (veranicos), que de forma acentuada podem prejudicar o desenvolvimento das plantas, podendo ocorrer perdas na produção, dependendo do estágio de desenvolvimento das espécies.

Nesta perspectiva, haja vista a importância dos eventos de veranicos para as atividades produtivas, e apesar da alta precipitação na estação chuvosa na bacia, há ocorrências de chuvas insignificantes (que não superam a

evapotranspiração potencial) ou ausência das mesmas no interior do período chuvoso que provocam instabilidade e perdas na produção agropecuária. Assim, pôde-se observar que um pouco mais de 85% das ocorrências de eventos veranicos tem duração entre 6 a 12 dias. Em contrapartida, menos de 15% das ocorrências de veranicos apresentam duração superior a 13 dias e possuem baixa probabilidade de ocorrência.

Outro aspecto importante é que, durante a estação chuvosa, os sistemas atmosféricos dinâmicos como frentes frias e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) contribuem para a ocorrência de chuvas torrenciais duradouras que também são prejudiciais à agricultura, além de serem malélicas para a população devido às enchentes que costumam atingir áreas urbanas.

No período seco, as precipitações são quase inexistentes, resultando na média de deficiência hídrica o equivalente a 50mm nos meses de junho a setembro. As temperaturas médias mensais, apesar de serem um pouco mais baixas, contribuem para a perda de água do solo via evapotranspiração. O ar é seco nesta época do ano. Os menores valores de umidade relativa ocorrem geralmente no mês de agosto, com médias que podem chegar a menos de 50% (Plano Nacional da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, 2011).

A Figura 6 permite observar que localidades situadas na região de Brasília, com altitudes relativamente elevadas, tais como Cristalina/GO (1239m), Brasília/DF (1160m), Brazlândia/DF (1106m) e Ponte Anápolis-Brasília/DF (1087m), possuem temperatura média anual entre 21-22°C, acarretando menores taxas de evapotranspiração, o que resulta num elevado excedente hídrico e deficiência hídrica relativamente mais reduzida que em outras localidades da bacia.

Outras duas localidades que possuem altitude relativamente elevada, mas que se localizam no Estado de Minas Gerais são Charqueada do Patrocínio (no município de Patrocínio) e Desemboque (no município de Sacramento). Ambas possuem 960m de altitude, temperaturas mais amenas, valores pluviométricos mais elevados, baixa deficiência hídrica e, principalmente, os maiores valores anuais de excedente hídrico (780 e 700mm, respectivamente), como pode ser observado na Figura 7.

EXTRATO DAS INFORMAÇÕES DO BALANÇO HÍDRICO NA BACIA DO RIO PARANAÍBA												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA DA PRECIPITAÇÃO (mm)	266	200	207	96	36	12	8	15	54	123	199	256
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (ETP - mm)	122	111	119	101	82	64	66	86	110	127	120	121
DEFICIÊNCIA HÍDRICA (DEF - mm)	2	2	3	10	24	34	45	62	57	29	7	3
EXCEDENTE HÍDRICO (EXC - mm)	136	93	92	21	2	0	0	0	0	6	47	116

Figura 5. Extrato mensal das informações do balanço hídrico climatológico

Fonte: de dados ANA (2012). Org. Mendes Silva, M. (2012).

Figura 6. Mapa de temperatura média estimada anual

Pode-se observar também que as localidades com precipitação média anual mais baixa são Corumbazul (município de Buriti Alegre/GO) com aproximadamente 1270mm, Inhumas (município de Inhumas/GO) com quase de 1320mm e Fazenda Nova do Turvo (município de Paraúna/GO) com cerca de 1350mm. Nessas localidades a altitude é relativamente mais baixa. Por isso, a temperatura média anual dessas localidades é de aproximadamente 25°C, o que resulta em alta evapotranspiração potencial, que por sua vez revela altos índices anuais de deficiência hídrica. Apesar disso, ainda possuem significativo excedente hídrico na estação chuvosa.

Assim, é possível concluir que as regiões com os maiores totais anuais de precipitação se

localizam em grande parte: no oeste da bacia, com destaque aos municípios de Itajá, Aporé e Jataí (todos localizados no estado de Goiás/GO); ao leste do Alto Paranaíba onde estão localizados os municípios de Patrocínio, Estrela do Sul, Patos de Minas, Sacramento (inseridos no estado de Minas Gerais/MG); no centro-norte da bacia, numa porção relativamente pequena, onde está localizado o município de Turvânia/GO; e no entorno e proximidades de Brasília/DF com ênfase nos municípios de Planaltina, Alexânia, Cristalina, Luziânia, Brazlândia (Figura 8). Em contrapartida, a porção central da bacia, onde está localizado o posto pluviométrico de Corumbazul (Buriti Alegre/GO) é a área que possui os totais anuais de precipitação menores.

TOTAIS ANUAIS DE PRECIPITAÇÃO, EVAPOTRANSPIRAÇÃO, DEFICIÊNCIA E EXCEDENTE HÍDRICO -									
LOCALIDADE	P	ETP	DEF	EXC	LOCALIDADE	P	ETP	DEF	EXC
Charqueado do	1.540	1.013	178	700	Cristalina	1.480	963	195	694
Desemboque	1.661	980	102	780	Cristianópolis	1.394	1.206	303	507
Estrela do Sul	1.501	1.310	305	493	Faz. Aliança	1.490	1.566	446	359
Faz. Buriti do Prata	1.460	1.288	283	449	Faz. Boa Vista	1.491	1.463	402	422
Ibiá	1.494	1.029	140	602	Faz. Nova do	1.350	1.510	454	275
Ituiutaba	1.415	1.290	290	409	Inhumas	1.318	1.283	316	339
Santa Juliana	1.454	1.015	147	583	Itajá	1.498	1.507	376	348
Brasília	1.490	1.014	171	646	Ponte Anápolis-	1.482	1.045	204	640
Brazlândia	1.520	1.043	228	696	Ponte do Cedro	1.398	1.241	290	432
Campo Alegre	1.669	1.276	218	606	Ponte Rio Doce	1.507	1.210	259	526
Corumbazul	1.270	1.462	500	302	Turvânia	1.511	1.310	310	503
Média						1.472	1.228	278	514

Figura 7. Totais anuais de variáveis do balanço hídrico climatológico

Fonte de dados: ANA (2012). Org. Mendes Silva, M. (2012).

Figura 8. Mapa de precipitação média anual.

E em relação à temperatura é possível perceber que o entorno de Brasília e leste do Alto Paranaíba são as regiões com menores médias anuais, devido à altimetria mais elevada. Em contrapartida, as porções que possuem as maiores médias anuais de temperatura estão localizadas no centro e no extremo oeste da bacia.

Conclusões

A caracterização do regime pluviométrico e dos elementos do balanço hídrico climatológico da bacia do rio Paranaíba demonstrou resultados importantes, que podem oferecer subsídios para o planejamento e gestão do uso dos recursos naturais, especialmente água. Os índices estimados revelam situações adequadas ou inadequadas para o desenvolvimento de diversas atividades ligadas ao uso da água.

A topografia, a altimetria e a atuação dos sistemas atmosféricos são fatores decisivos na distribuição temporal e espacial das precipitações e demanda hídrica ambiental (evapotranspiração). Além disso, é preciso considerar que o fator clima atua dinamicamente junto com diversos outros

elementos do meio físico e biótico, que resultam em distinções geoambientais do interior da bacia.

O trabalho demonstrou que, apesar das variações de precipitação, temperatura, evapotranspiração, excedente e deficiência hídrica, é possível identificar a existência de um clima de duas estações bem definidas: uma chuvosa (com reposição de água no solo e, conseqüente excedente hídrico) nos meses de outubro a março e outra seca (com perda de água via evapotranspiração e baixos índices pluviométricos, que resultam na deficiência hídrica) nos meses de abril a setembro, sendo que os meses mais críticos são junho, julho e agosto, quando a umidade relativa do ar pode chegar a menos de 50% na maioria das localidades da bacia.

Agradecimentos

Registramos agradecimento à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio à pesquisa através da bolsa de mestrado a Mariana Mendes Silva.

Referências

- Agência Nacional De Águas – ANA 2012. Disponível em Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas: <http://hidroweb.ana.gov.br>
- Agência Nacional De Águas – ANA 2013. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Disponível em: <http://www.paranaiba.cbh.gov.br/PRH/RP03-Parte_A.pdf>. Acesso em: Ago. 2013.
- Antonini, J. C. Dos A.; Silva, E. M. Da; Sano, E. E.; Oliveira, L. F. C. De; Marchi, G. 2010. Modelo de estimativa da temperatura média diária do ar no Estado de Goiás. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Embrapa Cerrados, Planaltina.
- Critchfield, H. J. 1983. General Climatology. 4. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Minuzzi, R. B.; Sedyama, G. C.; Barbosa, E. M.; Melo Júnior, J. C. F. 2007. Climatologia do comportamento do período chuvoso da Região Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia 22, 338-344.
- Rolim, G. S.; Sentelhas, P. C.; Barbieri, V. 1998. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia 6, 133-137.
- Thornthwaite, C. W.; Matter, J. R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.