

Caracterização espaço-temporal da precipitação efetiva e do índice de aridez na bacia hidrográfica do Riacho da Boa Hora, Urbano Santos-MA

Karina Suzana Feitosa Pinheiro¹

Cláudio José da Silva de Sousa²

Ronaldo Haroldo Nascimento de Menezes³

^{1,2,3}Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/CECEN/CCA

Caixa Postal 09-65055-190-São Luis, MA, Brasil

{karinasuzana¹, claudio², ronaldo³}@nemrh.uema.br

Abstract: In this work the space-temporary arrangement of the precipitation is presented executes and aridity index in the bassin hydrographique of the stream of the *Boa Hora* in *Urbano Santos - MA*. For so much, it took place the analysis of the precipitation data, for the method of the *Ponderação Regional* and of the *Dupla Massa*. With the data of temperature of the air, it was considered the potential evapotranspiration, for the method of Thornthwaite (1948). Through the algebraic subtraction between the precipitation and potential evapotranspiration, they were defined the effective precipitations, being the aridity index obtained by the algebraic division among the respective elements, in agreement with Thornthwaite (1941). The results obtained for each weather station went are arrangement, allowing to analyze the behavior water climatic along the bassin hydrographique.

Keywords: precipitation executes, aridity index, bassin hydrographique, GIS, precipitação efetiva, índice de aridez, bacia hidrográfica, SIG.

1. Introdução

A bacia do Riacho da Boa Hora encontra-se em uma região de transição vegetal entre o clima superúmido, característico da região Norte, e semi-árido, característico da região Nordeste. De acordo com GEPLAN (2002), os solos predominantes na bacia são arenosos, acentuadamente drenados, de fertilidade natural baixa e com baixa capacidade de retenção de umidade, associados a solos bem desenvolvidos, profundos, ácidos e bastante porosos (areias quartzosas + latossolos). Ocorrem ainda, solos medianamente profundos, quase susceptíveis a erosão.

A cobertura vegetal caracteriza-se pelo contato de diversas fitofisionomias, destacando-se: a floresta estacional semi-decídua e a vegetação de cerrado. A atividade antrópica principal é a agricultura de subsistência, destacando-se o cultivo de mandioca, arroz e milho, dentre outras. Destacam-se ainda, atividades extrativistas, como a produção de madeira, carvão vegetal, tucum e eucalipto.

A bacia do Riacho da Boa Hora encontra-se em uma região de transição ecológica, o que confere ao ambiente certa fragilidade. As práticas de uso e ocupação da terra intensificam a fragilidade desse ecossistema. O clima da região de acordo com a classificação de Thornthwaite (1948), caracteriza-se como subtropical úmido, com totais pluviométricos anuais, que variam de 1.600 a 2.000 mm, porém as chuvas são mal distribuídas ao longo do ano e muito irregulares. Os meses mais chuvosos são normalmente os de dezembro a maio, com cerca de 89% do total anual. Conseqüentemente, nesses meses registram-se moderados a grandes excessos de água no solo, disponíveis para o escoamento superficial e recarga de mananciais, principalmente de janeiro a maio. Em contrapartida, os meses de julho a outubro são muito secos, chovendo cerca de 5% do total anual, sendo as deficiências hídricas no período, normalmente grandes. As temperaturas são em geral elevadas durante todo o ano, com média anual entre 26° e 27°C com pequena variação térmica sazonal. De setembro a março, ocorrem às temperaturas mais altas.

Diante do acima exposto, esse trabalho tem por objetivo geral, caracterizar a distribuição espaço-temporal da precipitação efetiva e do índice de aridez na bacia hidrográfica do Riacho da Boa Hora, considerando a relação precipitação/evapotranspiração potencial.

2. Materiais e método

Para a atingir o objetivo proposto foram utilizados dados pluviométricos mensais, coletados durante o período de 1998-2002, obtidos do acervo de dados da Empresa Comercial Agrícola Paineiras Ltda, do Grupo Suzano Bahia Sul. Com as informações das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude dos pontos de coleta foram estimadas as temperaturas. Sobre esses dados foram realizados os seguintes procedimentos: análise de precipitação, estimativa da evapotranspiração potencial, espacialização de dados e cálculo da precipitação efetiva e do índice de aridez.

2.1. Análise de precipitação

2.1.1. Preenchimento de falhas

A partir da série histórica de cinco anos de observações (1998-2002), realizou-se o preenchimento de falhas, para treze estações pluviométricas, utilizando o *Método da Ponderação Regional*, de acordo com Bertoni e Tucci (2002). A **Equação (1)** sintetiza o método.

$$Y = 1/3. (x_1/xm_1 + x_2/xm_2 + x_3/xm_3). ym \quad (1)$$

onde:

Y: precipitação do posto a ser estimado;

x_1, x_2, x_3 : precipitações correspondentes ao mês (ou ano) que se deseja preencher, observadas em três estações vizinhas;

xm_1, xm_2, xm_3 : precipitações médias nas três estações vizinhas;

ym: precipitação média do ponto a ser estimado.

2.1.2. Análise de consistência

Após o preenchimento de falhas, procedeu-se a análise de consistência dos dados de precipitação através do *Método da Dupla Massa*. Os valores inconsistentes foram estimados de acordo Bertoni e Tucci (2002), conforme apresentado na **Equação (2)**.

$$Pc = Pa^* + Ma/Mo . \Delta Po \quad (2)$$

onde:

Pc: precipitação acumulada ajustada à tendência desejada;

Pa*: valor da ordenada correspondente à interseção das duas tendências;

Ma: coeficiente angular da tendência desejada;

Mo: coeficiente angular da tendência a corrigir;

$\Delta Po = Po - Pa^*$ (Po = valor acumulado a ser corrigido).

2.2. Estimativa da evapotranspiração potencial (EP)

Após análise e tabulação dos dados de PRE estimou-se a evapotranspiração potencial mensal (EP) através do *Método de Thornthwaite* (1948), no qual foram utilizadas as temperaturas das localidades, tal como mostrado na **Equação (3)**:

$$EP = 16,2 [10.T/ I]^a \quad (3)$$

onde:

EP: evapotranspiração potencial (mm/ mês);

T: temperatura média mensal do ar (°C);

I: índice de calor anual, resultante da soma de 12 índices mensais i , dado pela **Equação (4)**:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j \quad (4)$$

onde:

$$i_j = [t_j/5]^{1,514}$$

$$a = 6,750 \times 10^{-3}I - 7,711 \times 10^{-5}I^2 + 1,792 \times 10^{-2}I + 0,492$$

2.3. Espacialização dos dados de precipitação e evapotranspiração potencial

No SPRING, definiu-se o banco de dados Paineiras, dentro do qual, foi inserido o projeto de mesmo nome. Posteriormente, definiram-se as categorias de dados e os planos de informação.

Sob a forma de arquivos ASCII, as médias mensais de precipitação e de evapotranspiração potencial foram importadas para o banco de dados. Os arquivos ASCII, do tipo amostras 3D, apresentam as coordenadas geográficas da estação pluviométrica, acompanhada da cota Z, que corresponde aos valores de dos dados hidroclimáticos.

Esses valores foram espacializados, para toda a área de estudo, por meio de grades regulares, com 60 x 60m de resolução, pelo método de interpolação da Média Ponderada pelo Inverso da Distância.

2.3.1. Cálculo da precipitação efetiva e Índice de aridez

A partir da subtração e da divisão das grades regulares de precipitação e evapotranspiração potencial, através da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL / SPRING, calculou-se a precipitação efetiva e índice de aridez para a bacia, respectivamente. Os valores foram agrupados em intervalos de classes, através da operação pontual de fatiamento. A **Tabela 1** apresenta a classificação climática para o índice de aridez, conforme critérios estabelecidos por Thornthwaite (1941) ajustado por Penman (1953).

Tabela 1 – Classes de clima de acordo com o Índice de aridez

Classe	Índice
Hiper-árido	<0,03
Árido	0,03 – 0,2
Semi-árido	0,21 – 0,5
Súb-úmido seco	0,51 – 0,65
Súb-úmido e úmido	>0,65

Fonte: Resolução CONAMA Nº 238.

Na **Tabela 2** os valores de precipitação efetiva foram agrupados segundo diferentes níveis de excedente (em tons de azul) e de déficit (em tons de vermelho).

Tabela 2 – Classes de precipitação efetiva

Classe	Excedente	Classe	Déficit
280 a 320mm		-320 a -280mm	
240 a 280mm		-280 a -240mm	
200 a 240mm		-200 a -240mm	
160 a 200mm		-200 a -160mm	
120 a 160mm		-160 a -120mm	
80 a 120mm		-120 a -80mm	
40 a 80mm		-80 a -40mm	
0 a 40mm		-40 a 0mm	

3. Resultados e discussão

3.1. Análise dos dados de precipitação

Após preenchimento das falhas, pelo *Método da Ponderação Regional*, efetuou-se a consistência dos dados, pelo *Método da Dupla Massa*. A estação de Urbanos Santos foi utilizada como base para o acúmulo dos valores mensais de PRE.

Através da **Figura 1**, observa-se que os pontos mostram-se alinhados, caracterizando uma homogeneização dos dados após preenchimento de falhas.

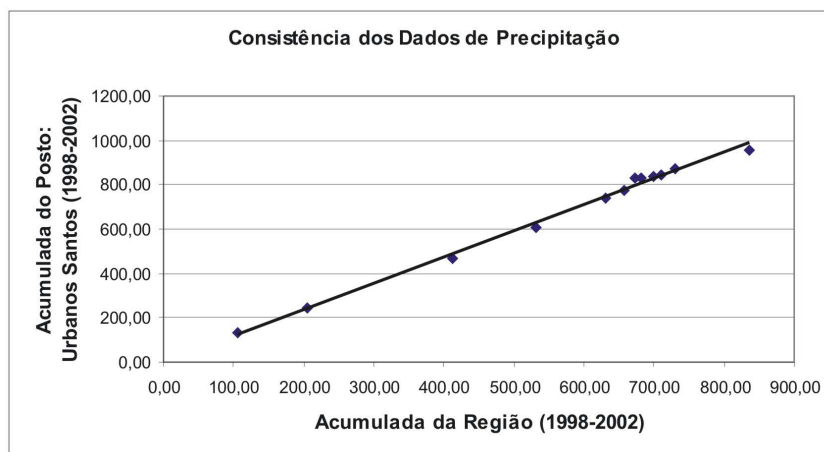


Figura 1 – Análise de consistência.

3.3. Mapas temáticos de precipitação efetiva e de índice de aridez

A análise de um dado tabular, quando feita isoladamente, pode conduzir a idéia de que, na área de estudo, durante a estação chuvosa, de dezembro a maio, verifica-se somente excedente hídrico (**Figura 2**). O contrário é observado, quando se verificam os dados de precipitação efetiva espacializados (**Figura 3**).

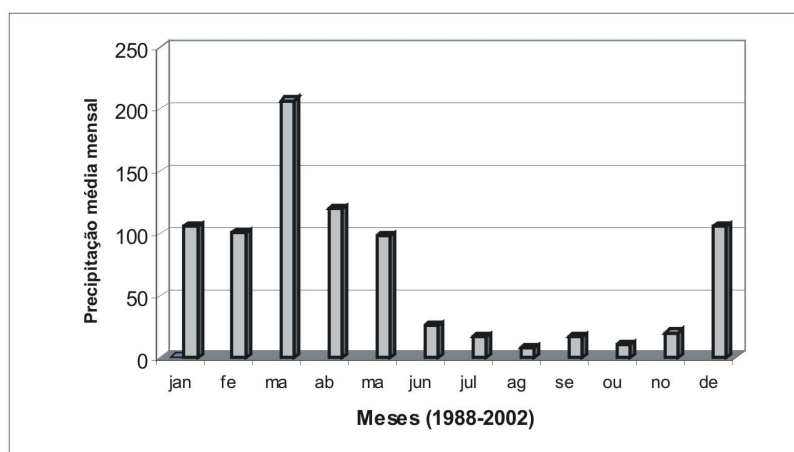


Figura 2 - Comportamento da precipitação média mensal.

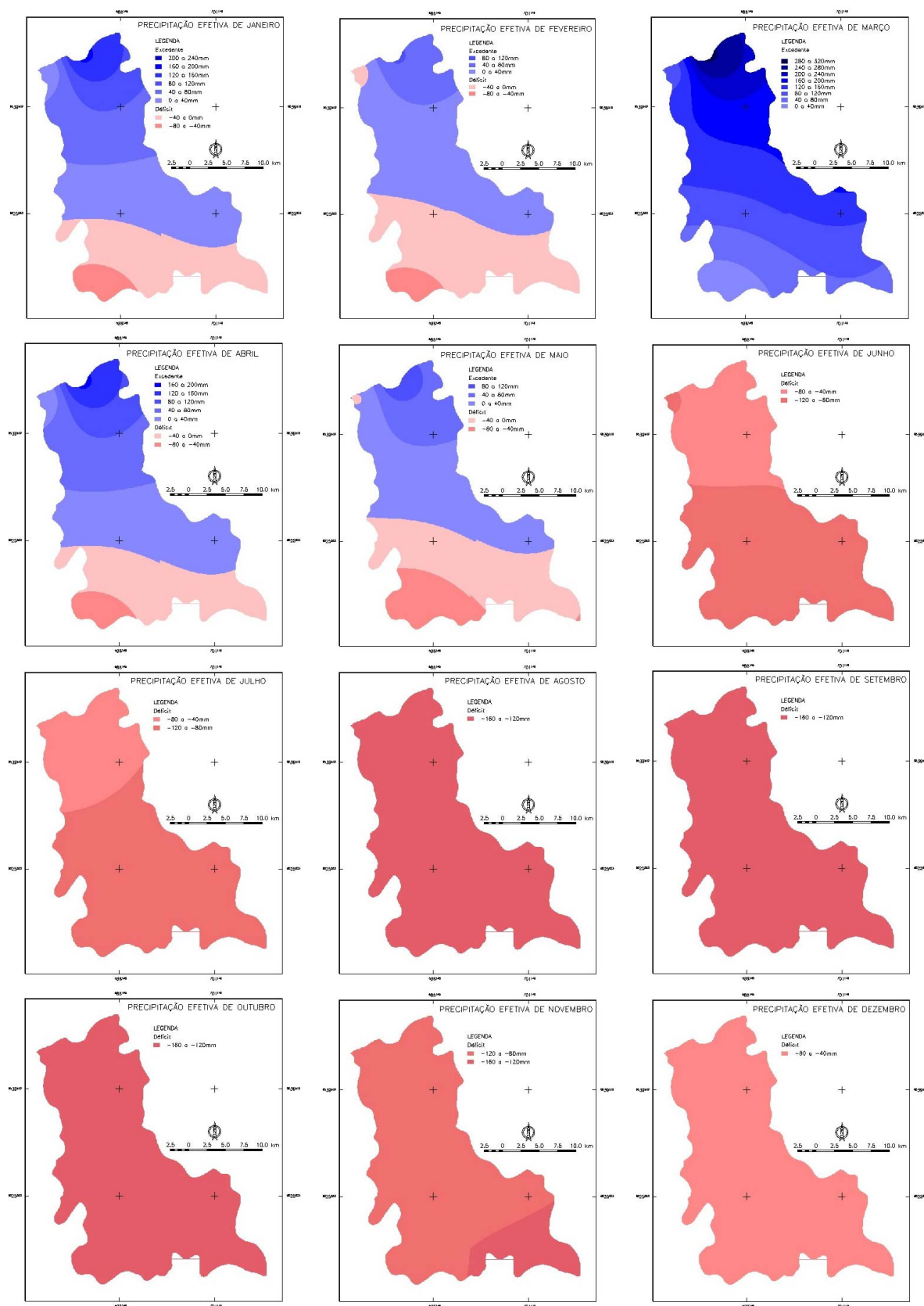


Figura 3 – Mapas temáticos de precipitação efetiva na bacia do Riacho da Boa Hora.

Observa-se na **Figura 3** que na estação chuvosa ocorre déficit hídrico nos meses de dezembro a fevereiro e de abril e maio. A exceção, a esse comportamento é verificada no mês março, que marca o pico da época chuvosa; ocasião que toda bacia está na condição de excedente hídrico. Nos meses de julho a novembro a bacia encontra-se totalmente na condição de déficit. Esse comportamento encontra-se de acordo com as médias mensais observadas na **Figura 2**.

Na **Figura 4** os índices de aridez, durante a estação chuvosa, de janeiro a maio, foram superiores a 0,65 em praticamente toda a bacia, o que a classifica na categoria de clima sub-úmido e úmido. Apenas no extremo sul da bacia as condições climáticas vão do sub-úmido seco ao semi-árido. O mês de junho marca o início do período seco que se prolonga até novembro.

Durante este período as condições climáticas são críticas, indo do semi-árido até o hiper-árido, como observado no mês de agosto. Em setembro e outubro, há o predomínio de clima semi-árido. O fator condicionante dessas condições é a alta taxa de evapotranspiração potencial em relação aos baixos totais pluviométricos observados ao longo da bacia (**Figura 5**). Em dezembro, com o começo das primeiras chuvas, as condições climáticas se concentram na categoria de clima sub-úmido seco.

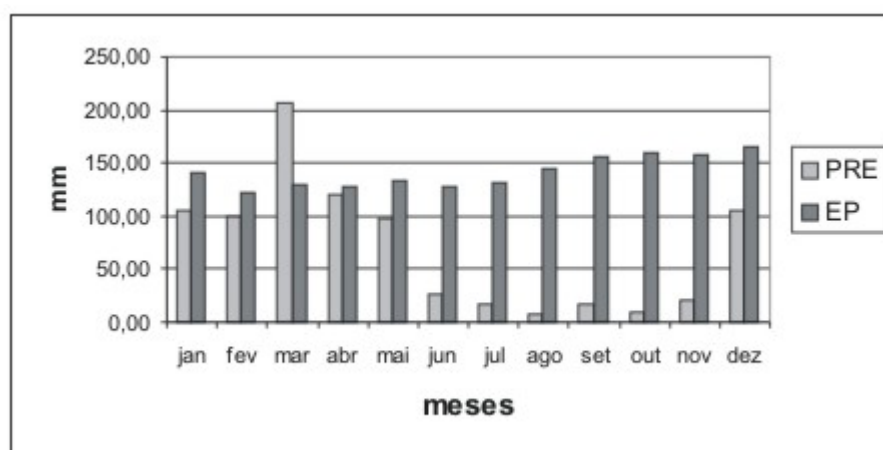


Figura 5 – Precipitação e evapotranspiração potencial média mensal.

A metodologia empregada neste trabalho conduz a seleção de áreas e meses adequados ao desenvolvimento de atividades agrícolas. Essa seleção favorece o uso racional da água em meses com menor incidência hídrica, como por exemplo, de janeiro a maio (**Figura 3**), em áreas mais ao centro da bacia.

Ao norte, verificou-se que o período ideal para atividades agrícolas é de janeiro a maio (**Figura 3**). No entanto, observa-se que o mês de dezembro, define-se como o mês de início para as atividades agrícolas, fato este confirmado pelo índice de aridez (**Figura 4**), que apresentou valores entre 0,51-0,65, em praticamente toda a bacia, classificando o clima como sub-úmido seco, e ao sul como sub-úmido e úmido, com valores superiores a 0,65.

No mês de dezembro (**Figura 3**) ocorre excedente hídrico, com valores de precipitação superior a 100 mm, que contribuem para amenizar a temperatura do ar. O mês de maio (**Figura 4**) define-se como o mês de finalização das atividades agrícolas, período de colheita. Verifica-se que, neste mês, o índice de aridez é superior a 0,65 em praticamente toda a bacia, com categoria de clima sub-úmido e úmido.

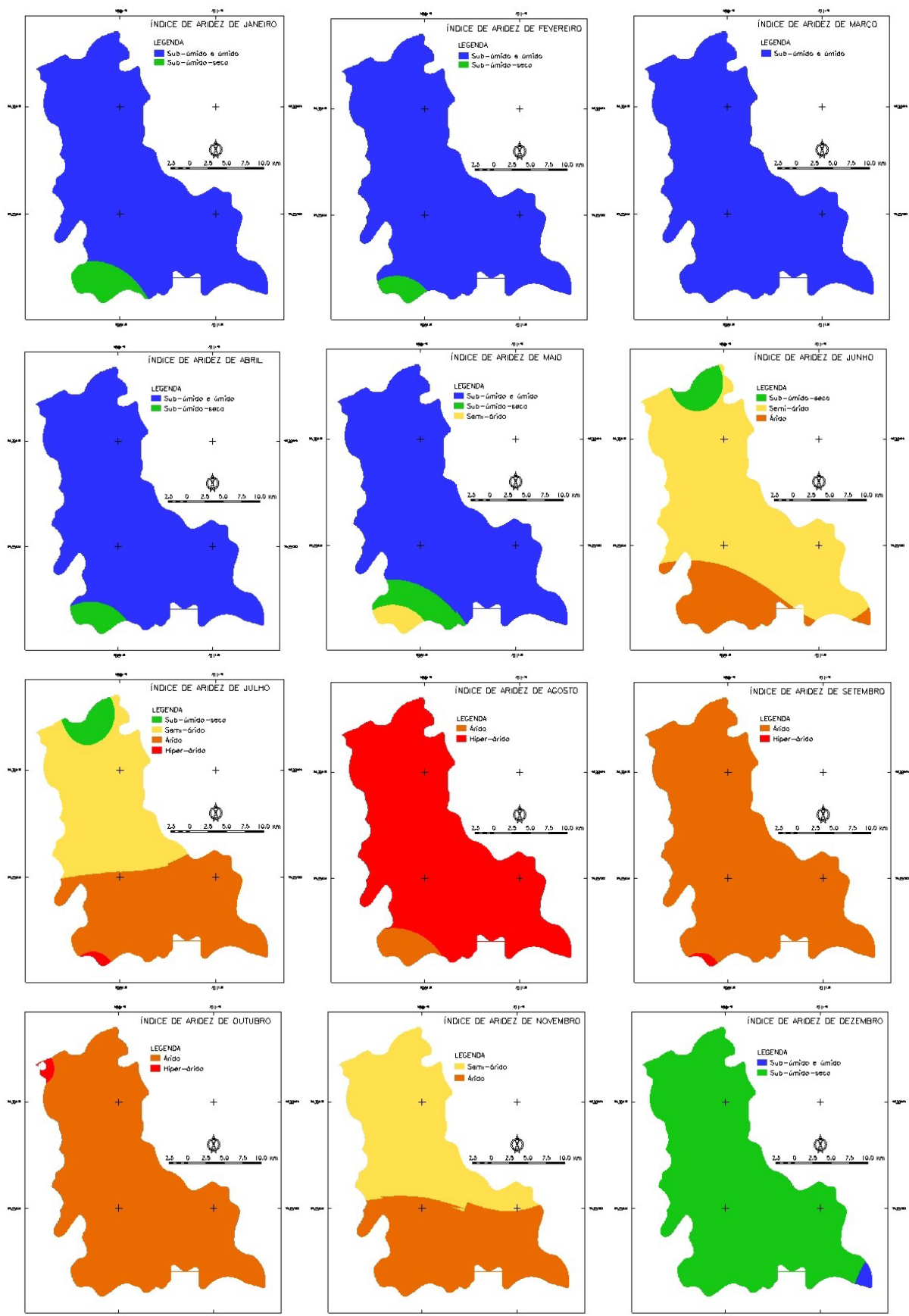


Figura 4 – Mapas temáticos de índice de aridez na bacia do Riacho Boa Hora.

4. Conclusões

A partir da metodologia empregada e dos resultados obtidos pode-se concluir que:

A bacia do Riacho da Boa Hora apresenta um único regime de chuvas, o qual está condicionada a atuação da Zona de Convergência Intertropical, demonstrando que as condições do Oceano Atlântico são importantes para a qualidade espacial e temporal das chuvas na bacia.

A distribuição das chuvas não é homogênea ao longo de sua extensão, observando-se duas estações bem distintas: uma chuvosa no primeiro semestre e outra seca no segundo semestre do ano.

A distribuição espacial da precipitação efetiva indica que o setor norte da bacia apresenta um melhor potencial hídrico, em relação ao setor sul, nos meses de janeiro, fevereiro, abril e maio, com uma homogeneidade no mês de março. Isto mostra que, os totais pluviométricos no setor sul da bacia não são suficientes para atender a demanda da evapotranspiração potencial. Estas condições são reforçadas nas análises das categorias climáticas através do índice de aridez, que enquadra o setor norte na classificação de clima sub-úmido úmido.

O fim da estação das chuvas ocorre em maio, em consequência do deslocamento da Zona de Convergência para latitudes acima do equador. As condições climáticas a partir deste mês são críticas, com grandes deficiências hídricas ocasionadas, pela falta de chuvas e pela elevada perda de umidade do solo pela evapotranspiração. Neste período, a categoria climática predominante ao longo da bacia oscila entre semi-árido e árido, o que inviabiliza qualquer tipo de prática agrícola sem irrigação.

Referências

- Bertoni, J. C.; Tucci, C. E. M. Precipitação. In: Tucci, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA/nº 238**. Brasília, dez. de 1997.
- Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (GEPLAN). **Atlas do Maranhão**. São Luís: UEMA/GEPLAN, 2002. 44P.
- Penman, H. L. The Physical bases of irrigation control. In: International Horticultural Congress, 13, 1953, London. **Report**.... London: Royal Horticultural Society, 1953. p. 913-924.
- Thornthwaite, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geogr. Rev., v. 38, p. 55-94, 1948.
- Thornthwaite, C.W.; Holzman, B. Evaporation and transpiration. In: Climate and Man: **Yearbook of Agriculture**... Washington: U.S. Department of Agriculture, 1941, p.545-550.