

# AVALIAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DOS DEFLÚVIOS MÉDIOS ANUAIS NA BACIA DO ALTO PARAÍBA NA REGIÃO DO CARIRI OCIDENTAL

Martha Viviane Cabral de Vasconcelos<sup>1</sup>; Laudelino de Araújo Pedrosa Filho<sup>1</sup>;  
Tarciso Cabral da Silva<sup>1</sup>

**Resumo** – Mostra-se neste trabalho a estimativa e espacialização dos deflúvios médios anuais efetuados para a bacia do Alto Paraíba na região denominada Cariri Ocidental, no Estado da Paraíba. Devido a escassez de dados fluviométricos, lançou-se mão da metodologia desenvolvida por Cadier (1994) especificamente para a região semi-árida do Nordeste. Os valores foram obtidos a partir de informações advindas de mapas temáticos digitalizados pertinentes disponíveis. O cálculo e a espacialização dos deflúvios foram feitos utilizando-se o programa de SIG, ArcView versão 3.2, com base nas informações discretizadas em quadrículas de 5 km de lado. Os resultados indicaram os valores de deflúvios bastante baixos na área analisada. Mostra-se sucintamente a influência do tipo de solo e da vegetação na formação do escoamento segundo a metodologia utilizada.

**Abstract** – In this paper is presented the estimation and distribution on the space of the annual runoff average to the Alto Paraíba watershed in the Cariri Ocidental region in the Paraíba State, Brazil. The methodology developed to the semi arid zone of the Northeast of the Brazil by Cadier (1994) was used due the scarcity of streamflow data. The values or attributes needed to the calculations were obtained from digitized thematic maps with squares of 5-km side. For the calculation and spatialization, the program ArcView version 3.2 was used. The results showed low values of annual runoff average in the analysed area. The influence of the type of vegetation and the soil on the annual runoff average is showed too, according the method utilised.

**Palavras-Chave** – hidrologia do semi-árido; deflúvios médios anuais; geoprocessamento.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia – Área de Recursos Hídricos – Campus I – João Pessoa – Paraíba – Brasil – CEP: 58.059-900 - Fone/fax: 0xx83 2167684 e-mail: tarciso@lrh.ct.ufpb.br

## INTRODUÇÃO

A potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica representa a quantificação dos recursos hídricos sem a intervenção humana no escoamento fluvial, em seu estado natural, referente a soma dos escoamentos de base e superficial, ou o escoamento fluvial. O valor representativo deste escoamento considera-se como a média aritmética obtida a partir de um intervalo relativamente longo de dados fluviométricos, o qual pode-se adotar como a própria potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica.

Objetiva-se com este trabalho possibilitar estimativas das potencialidades hídricas da região denominada Cariri Ocidental, que abrange a bacia hidrográfica do Alto Paraíba, compreendendo os municípios: Caraúbas, Coxixola, Camalaú, Congo, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Sumé, Zabelê, Amparo e uma parte de Serra Branca.

Para o desenvolvimento dos estudos de potencialidades, é necessário entre outras informações, o conhecimento das vazões afluentes dentro de um período que seja representativo do regime fluvial da bacia. De um modo geral, no Norte-Nordeste Brasileiro, essas informações, quando disponíveis, cobrem apenas pequenos períodos de tempo e em algumas poucas bacias, o que não ocorre com os dados pluviométricos que podem ser encontrados em séries históricas de maior comprimento e até mesmo longas. Desta forma, quando se deseja conhecer mais sobre os deflúvios, utiliza-se modelos que correlacionam as vazões aos dados de chuvas disponíveis, ou metodologias desenvolvidas para a região em que se está trabalhando.

Tendo em vista a escassez de dados fluviométricos na região, conforme visto, optou-se por utilizar uma metodologia racional desenvolvida por Cadier (1994), para o cálculo das lâminas escoadas anuais médias, objetivando-se mapear estas informações. Esta metodologia está apoiada em trabalhos realizados pela SUDENE com a cooperação técnica francesa, em oito bacias, concentrando-se principalmente na região fisiográfica dos Sertões.

A figura 1, representa a área estudada, localizada no centro-sul do Estado da Paraíba, fazendo divisa com o Estado de Pernambuco, com uma área de 5.426 km<sup>2</sup>.

As potencialidade hídrica da sub-bacia enfocada neste trabalho (que compreende a parte inferior da Bacia do Alto Paraíba) são aqui representadas pelo deflúvio médio anual. São também calculados os coeficientes de “runoff” – ou rendimentos anuais - nas unidades de área especificadas.

Uma das grandes vantagens da utilização de um SIG - Sistema de Informações Geográficas é a possibilidade de sobreposição e visualização de um grande volume de informações espaciais e não espaciais em um mesmo ambiente (Kaden, 1993). Uma das utilidades mais importantes de um SIG

é permitir a visualização e a análise de dados com referência espacial para dar suporte à tomada de decisões na gestão de recursos naturais.

Utiliza-se um programa de SIG, para o cálculo e espacialização das lâminas médias anuais escoadas e coeficientes de “run-off”, utilizando-se a metodologia de Cadier (op. cit.), aplicada ao programa de SIG denominado ArcView versão 3.2.

## **METODOLOGIA**

O método de Cadier (op. cit.) utilizado neste trabalho, para estimativa das lâminas médias anuais escoadas, foi estabelecido conforme o autor, para a zona climática semi-árida do Sertão Norte, com precipitação anual média inferior a 800mm, principalmente para bacias hidrográficas situadas na região de geologia cristalina.

Entretanto, o método pode ser utilizado com menor precisão e segurança nas seguintes zonas:

- Todo o Sertão Sul;
- Agreste e zona de transição;
- Zonas com precipitação anual entre 800 e 1000 mm;
- Zonas de geologia sedimentar.

Este método relaciona chuva média anual e escoamento superficial médio anual dentro de cada grande zona climática, considerando que a regressão entre o logaritmo do escoamento anual médio e a chuva anual média seja linear numa extensa faixa da variação da pluviometria ( 400 mm a 1000 mm), ou seja:

$$L(P) = C.L_{600}.e^{A(P-600)} \quad (1)$$

Onde:

L(P) – lâmina escoada anual média (mm); – fator de correção segundo a região;

L<sub>600</sub> – lâmina anual média para uma precipitação anual média de 600 mm;

A – coeficiente que varia entre 0,0025 e 0,0040 e normalmente vale 0,0033;

P – precipitação anual média na bacia em mm.

### **Correção do coeficiente L<sub>600</sub> padrão**

O valor corrigido do L<sub>600</sub> é determinado pela expressão:

$$L_{600} = L_{600} \text{ padrão} . CV . CA . CL \quad (2)$$

onde:

$L_{600}$  padrão – lâmina anual escoada para uma pluviometria de 600 mm;

CV – fator de correção que considera o tipo de vegetação da bacia hidrográfica;

CA – fator de correção que considera a presença de outros açudes a montante;

CL – fator de correção que considera a presença de solos arenosos profundos nos leitos dos rios e nas baixas das vertentes.

### **Dados necessários e apoio cartográfico utilizado para os cálculos:**

#### **Coefficiente $L_{600}$ padrão**

O coeficiente  $L_{600}$  padrão é determinado a partir das características dos solos das bacias hidrográficas da Região do Cariri Ocidental, como o tipo de solo, a textura e o relevo, pois essas indicam as variedades do solo considerado.

Da tabela apresentada por Molle e Cadier (1992) que correlaciona o tipo de solo e suas características com o seu respectivo  $L_{600}$  padrão, para todos os solos comuns existentes no Nordeste Semi-Árido, e do mapa pedológico do Estado da Paraíba (PDRH-PB, 1997), extraiu-se os valores para as Bacias do Alto Paraíba e Taperoá.

#### **Coefficiente $L_{600}$ padrão corrigido**

O coeficiente corrigido  $L_{600}$  é estimado, aplicando-se fatores corretivos como o CV, CA e CL, conforme definição (Molle e Cadier, op. cit.) sendo CV obtido dos mapas de vegetação digitalizados em escala 1:100.000.

#### **O coeficiente C**

O fator C, dependente da zona e da correção climática, varia de acordo com as zonas pluviométricas. Na zona do Sertão o seu valor corresponde a 1, e na zona de Transição, 0,5.

Como o Cariri Ocidental está localizada uma parte na zona de Transição e a outra no Sertão, o C dessa adotou-se o valor intermediário.

## Valores de precipitação média anual P

A avaliação da precipitação média anual nas bacias do Alto Paraíba e Taperoá foi realizada através dos mapas das isoietas da região do Cariri Ocidental. Esse mapa foi gerado através do ArcView 3.2, utilizando-se os dados pluviométricos dos postos da região. Todos esses dados utilizados da rede pluviométrica foram, consistidos e homogeneizados pelo método do vetor regional (PARAÍBA, 2000, b).

Esta metodologia foi aplicada à região do Cariri Ocidental, considerando os dados necessários obtidos de maneira discretizada a partir dos mapas temáticos pertinentes em escala 1: 100.000 (vegetação, pedologia e pluviometria) em quadrículas de 5km de lado. Assim, obteve-se as informações médias sobre os dados necessários (ou atributos) para cada quadrícula, e em seguida calculando-se os deflúvios médios anuais representativos das potencialidades de cada quadrícula.

Assim, os cálculos e a espacialização dos deflúvios e dos rendimentos médios anuais foram feitos e as informações representadas espacialmente facilitam na análise e compreensão.

## RESULTADOS

A tabela 1, apresenta como ilustração, os valores de deflúvios médios anuais, entre outros parâmetros, de parte das 285 quadrículas que compõem toda a área estudada.

Os valores obtidos dos deflúvios médios anuais para as quadrículas consideradas na região variaram de 13,3 a 61,0 mm com um valor médio de 35,0 mm, enquanto que os rendimentos variaram de 3,0 a 8,1 %, com um valor médio de 5,9%.

A espacialização das lâminas escoadas calculadas resultaram em mapas da área com as isolinhas de deflúvio médio anual e de rendimento, mostrados nas figuras 2 e 3, respectivamente.

Na figura 4 consta os deflúvios médios anuais calculados em um corte na direção Oeste – Leste, na latitude 9.142,5 km, além das precipitações médias anuais. Representa-se também o valor de 23,1 mm equivalente à lâmina média escoada observada na bacia experimental de Sumé, nos anos hidrológicos 1976 a 1980, coincidente com as quadrículas do corte. O valor calculado é de 23,3 mm, concordante portanto com o valor observado.

Observa-se também na figura 4, na curva de deflúvios médios anuais calculados, valores de 36,4 mm na quadrícula 6 e de 30,2 na quadrícula 13, valores estes maiores do que suas vizinhanças, caracterizando “picos” na curva. Estes “picos” são explicados pelos parâmetros representativos do solo ( $L_{600}$ ) e da vegetação CV, que assumem valores superiores aos das quadrículas vizinhas. Na verdade, mostra-se neste gráfico a influência do tipo de solo e da vegetação na formação do escoamento, no caso, nas lâminas médias escoadas anuais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região enfocada do Estado da Paraíba, apresenta características hidrológicas próprias de semi árido, com seus cursos d'água temporários e baixos deflúvios médios anuais. Decorrem basicamente estas características do regime pluviométrico característico, das altas taxas de evaporação, do tipo de solo raso assente predominantemente no cristalino, além da vegetação rasteira.

As potencialidades hídricas regionais portanto, são de pequena monta como era de se esperar, traduzindo as condições hidroclimatológicas adversas, com coeficientes de "runoff" ou rendimentos muito baixos.

O valor observado dos deflúvios médios anuais na bacia representativa de Sumé, concordou com o valor calculado através do método empregado. Observou-se as influências positivas no deflúvio em função do tipo de solo e da vegetação nas quadrículas do corte realizado.

O programa de SIG utilizado revelou-se como bastante eficaz para estas análises efetuadas, constituindo em um instrumento valioso para o planejamento de recursos hídricos quando se analisa dados variados no espaço geográfico.

Com base nos levantamentos efetuados (PARAÍBAa, op. cit.) a capacidade de armazenamento de superfície na região, não é pequena, o que reflete a luta do povo do Cariri pela obtenção de água, mesmo sob condições desfavoráveis para conservação da água através da pequena açudagem. Em termos de distribuição da capacidade de armazenamento, a região é bastante heterogênea, com municípios apresentando capacidades significativas de armazenamento de água enquanto outros apresentam valores muito pequenos.

Em função disto, desenvolve-se na região atividades antrópicas baseadas na construção de açudes e perfuração de poços, buscando-se água em quantidade e qualidade adequadas e perenidade. Esta última, só tem sido conseguida através de poços e em grandes açudes, já que a solução dos pequenos açudes, bastante difundida no Nordeste brasileiro, só oferece em geral, água em períodos limitados, segundo a estação chuvosa.

Tabela 1 – Valores para cálculos dos deflúvios médios anuais na região, por quadricula.

Quadricula	Longitude (*)	Latitude (*)	P (mm)	L600 (mm)	CV	L600(corr.)	L (P)	R (%) (**)
10	717.500	9177.500	675	36.00	0.75	27.00	25.94	3.84
11	722.500	9177.500	675	48.00	0.82	39.36	37.81	5.6
12	727.500	9177.500	650	46.10	0.82	37.80	33.44	5.14
13	732.500	9177.500	615	55.40	0.75	41.55	32.74	5.32
14	737.500	9177.500	575	49.70	0.80	39.76	27.46	4.78
15	742.500	9177.500	530	39.00	0.77	30.03	17.88	3.37
16	747.500	9177.500	525	41.00	0.77	31.57	18.49	3.52
17	752.500	9177.500	510	35.60	0.82	29.19	16.27	3.19
18	757.500	9177.500	500	45.90	0.77	35.34	19.06	3.81
19	762.500	9177.500	475	36.40	0.82	29.85	14.82	3.12
20	767.500	9177.500	432	38.70	0.80	30.96	13.34	3.09
35	712.500	9172.500	690	29.00	0.90	26.1	26.34	3.82
36	717.500	9172.500	720	67.50	0.90	60.75	67.7	9.4
37	722.500	9172.500	720	62.30	0.91	56.69	63.18	8.77

Tabela 1 – Valores para cálculos dos deflúvios médios anuais na região, por quadrícula (cont.).

Quadrícula	Longitude (*)	Latitude (*)	P (mm)	L600 (mm)	CV	L600(corr.)	L (P)	R (%) (**)
38	727.500	9172.500	690	47.90	0.85	10.72	41.1	5.96
39	732.500	9172.500	625	67.00	0.91	60.97	49.66	7.95
40	737.500	9172.500	575	53.10	0.97	51.51	35.57	6.19
41	742.500	9172.500	530	49.50	0.82	40.59	24.16	4.56
42	747.500	9172.500	525	42.90	0.75	32.18	18.84	3.59
43	752.500	9172.500	525	60.40	0.91	54.96	32.18	6.13
44	757.500	9172.500	510	54.00	0.92	49.68	27.69	5.43
45	762.500	9172.500	490	36.10	0.82	29.60	15.44	3.15
46	767.500	9172.500	455	35.70	0.83	29.63	13.77	3.03
60	707.500	9167.500	682	59.40	0.95	56.43	55.47	8.13
61	712.500	9167.500	720	29.00	0.77	22.33	24.88	3.46
62	717.500	9167.500	725	36.40	0.82	29.85	33.82	4.66
63	722.500	9167.500	725	40.10	0.82	32.88	37.25	5.14
64	727.500	9167.500	695	36.80	0.87	32.02	32.85	4.73
65	732.500	9167.500	630	41.80	0.80	33.44	27.69	4.4
66	737.500	9167.500	550	37.50	0.87	32.63	20.75	3.77
67	742.500	9167.500	530	59.40	0.90	53.46	31.82	6.00
68	747.500	9167.500	500	43.80	0.80	35.04	18.89	3.78

(\*) Coordenadas do ponto central da quadrícula;

(\*\*) Coeficiente de “run-off” (ou rendimento) percentual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cadier. Eric. “Hidrologia das Pequenas Bacias do Nordeste Semi-Árido: Transposição Hidrológica.

Recife: SUDENE – DPG – DRN –HME; 448P. (Hidrologia 31). 1994.

PARAÍBA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA. Zoneamento Ecológico Econômico do Estado da Paraíba – Região do Cariri Ocidental – Estudos Hidrológicos – João Pessoa–PB. Junho de 2000. 58p.

\_\_\_\_\_ – Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA. Zoneamento Ecológico Econômico do Estado da Paraíba – Região do Cariri Ocidental – Climatologia – João Pessoa – PB. Junho de 2000. 38p.

Molle. F; Cadier. E. “Manual do Pequeno Açude”. SUDENE – Recife – 1992 – 523p.

PDRH-PB. Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. “Síntese do Estudo de Reconhecimento de Solos em Meio Digital do Estado da Paraíba”. Secretaria do Planejamento do Estado da Paraíba-SCIENTEC/UFPB-CT. João Pessoa-PB. Dezembro de 1997. 50p.

Kaden. Stefan; “Gis in water-related environmental planning and management: problems and solutions”. HidroGIS 93: Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources . Proceedings of the Vienna Conference. April 1993 . Publicação IAHS 211. 1993.

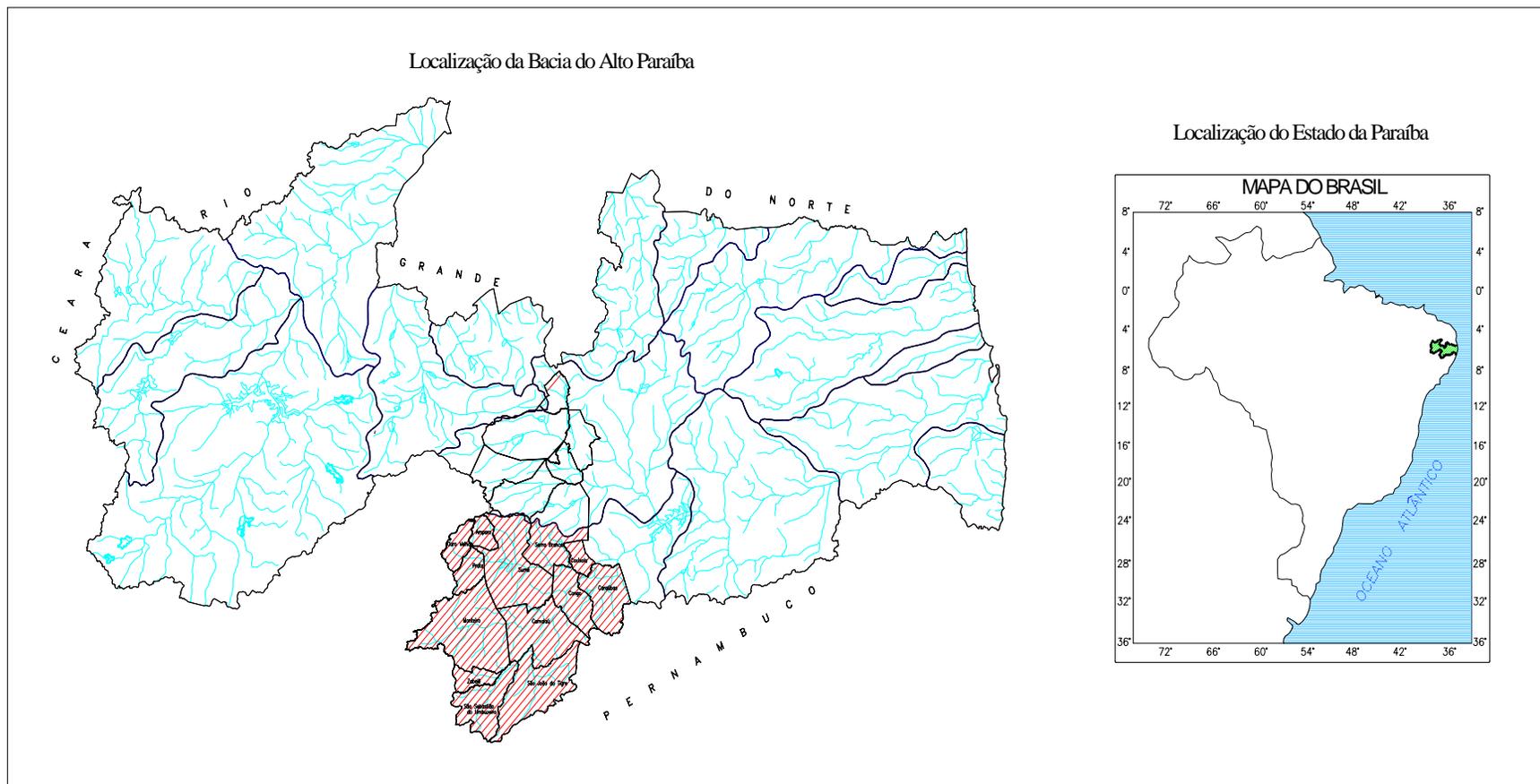
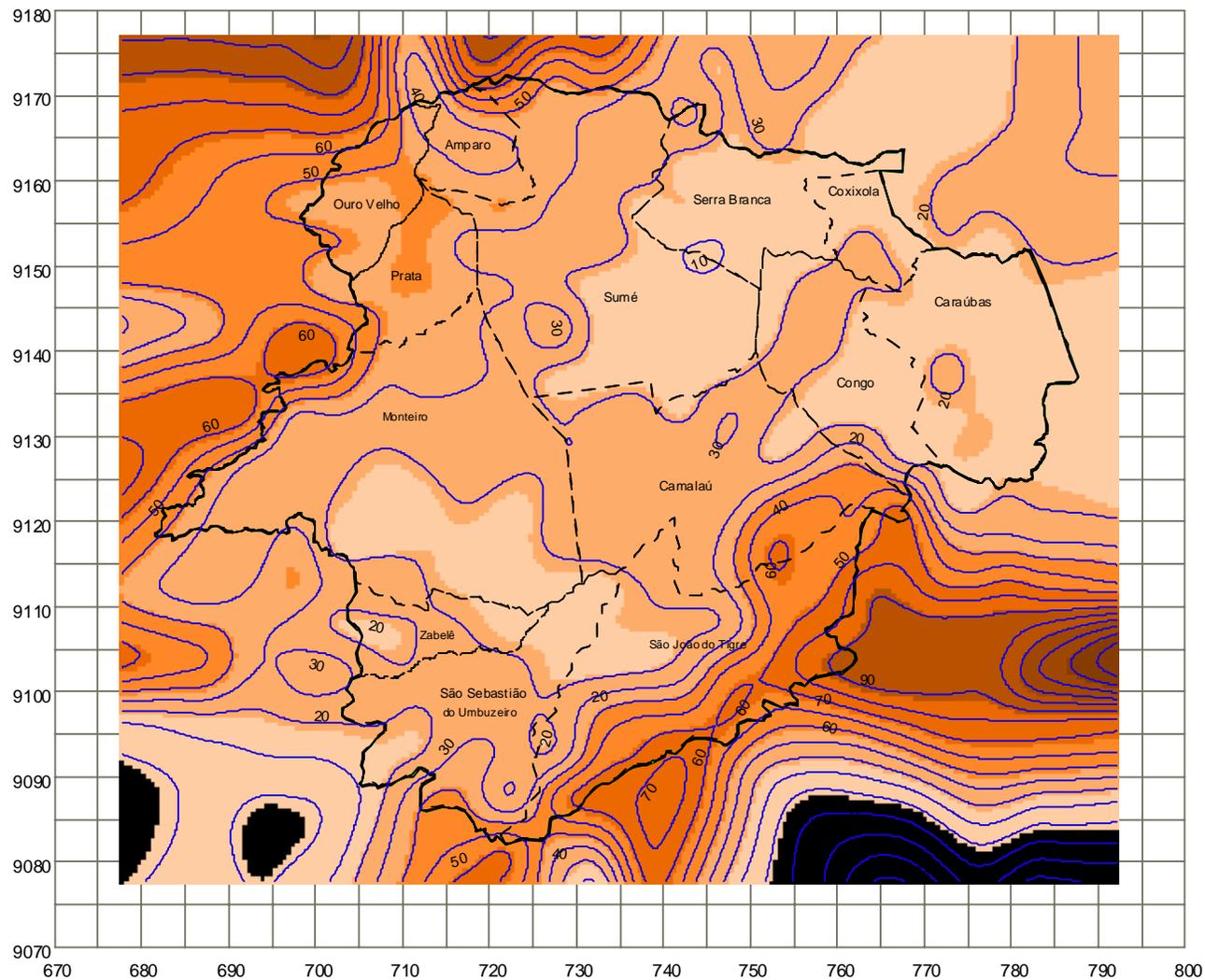
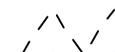


Figura 1 - Localização da Bacia do Alto Paraíba na Região do Cariri Ocidental no Estado da Paraíba

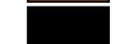
# BACIA DO ALTO PARAÍBA - Região do Cariri Ocidental



## Legenda:

-  Limite Municipal
-  Bolinhas - Lâmina Escoda

-  Contorno da Bacia
- Superfície de Deflúvio (mm)

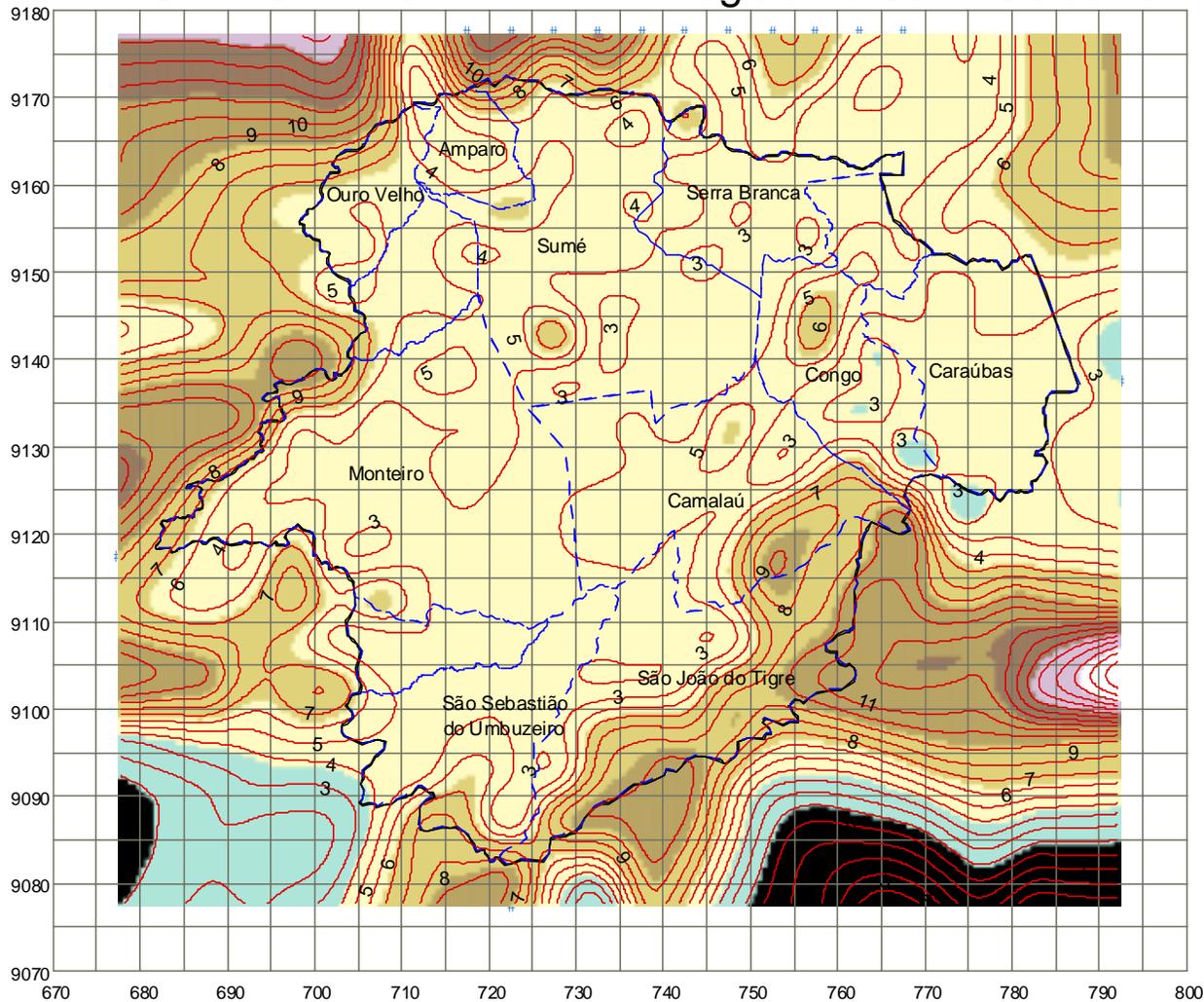
	0 - 18
	18 - 38
	38 - 58
	58 - 78
	78 - 97
	97 - 117
	117 - 137
	No Data

## Escala Gráfica:



Figura 2 - Deflúvios Médios Anuais

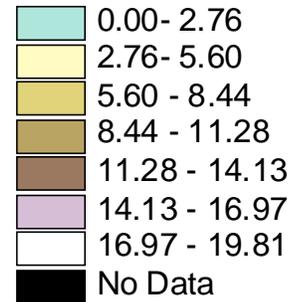
# BACIA DO ALTO PARAÍBA - Região do Cariri Ocidental



## Legenda:

 Limite Municipal  
 Isolinhas - Rendimento

 Bacia  
 Superfície de Rendimento(%)



## Escala Gráfica:



Figura 3 - Rendimentos Medios Anuais

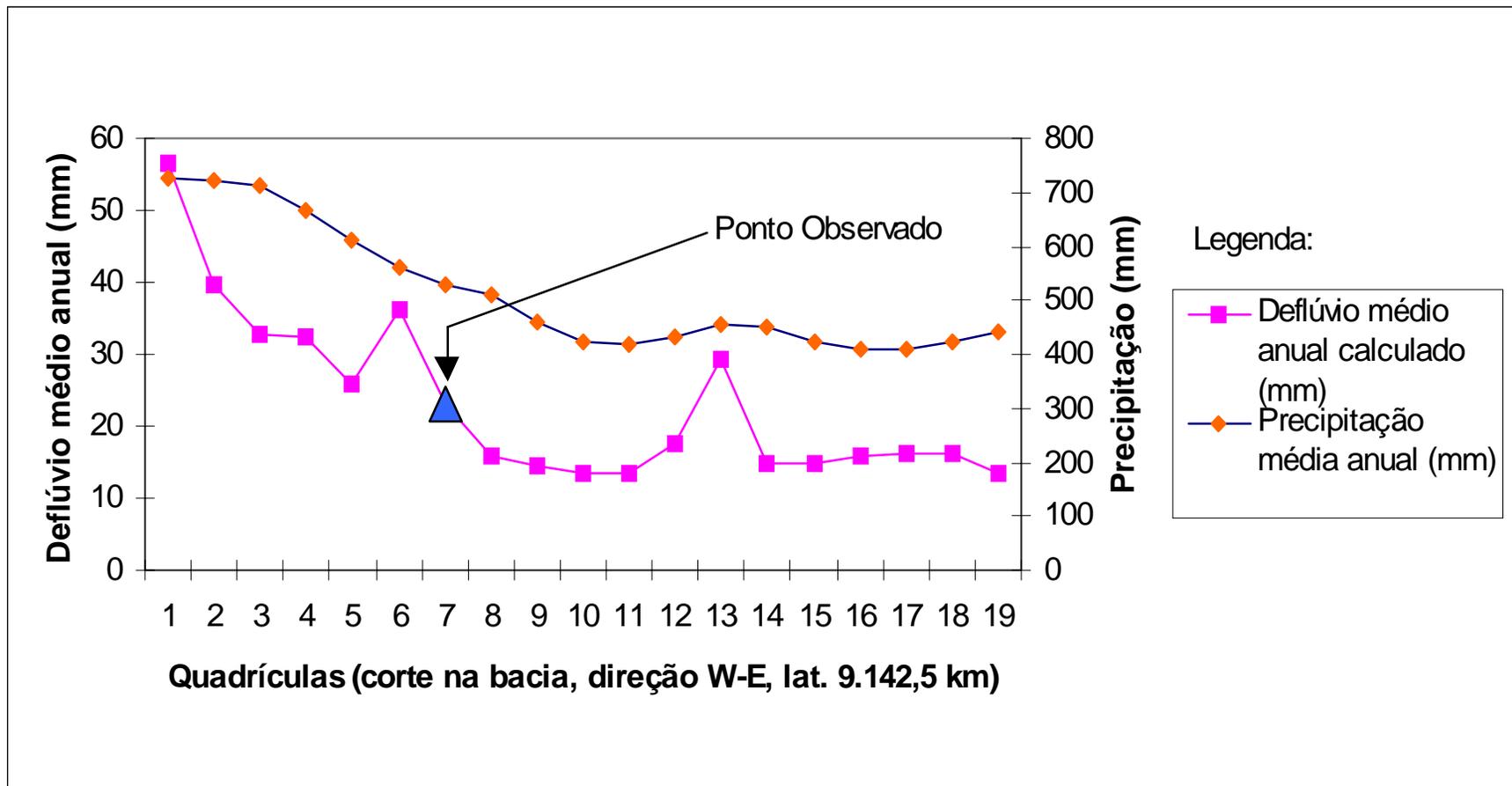


Figura 4 – Curvas de deflúvio e precipitação médio anual em uma seção da bacia

