

CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DE PEQUENAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS NO NORDESTE SEMI-ÁRIDO

POR

Flávio Hugo Barreto<sup>1</sup>, Jean Claude Leprun<sup>2</sup>, Eric Cadier<sup>3</sup>,  
Nice M<sup>a</sup> da Cunha Cavalcante<sup>4</sup>, Jacques Jean M Herbaud<sup>5</sup>,

**RESUMO** -- Este trabalho apresenta os aprimoramentos introduzidos no método de avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias hidrográficas proposto por Cadier (1984) e Cadier e Vieira (1985). Primeiramente tentou-se completar e definir melhor os critérios de classificação hidrológica inicial com base em novas informações ainda não utilizadas: - análise e interpretação da influência entre outros fatores da cobertura vegetal, do manejo e tipo de solo, morfologia e clima, de uma amostragem de 349 parcelas experimentais; - comparação dos escoamentos observados nas bacias com a informação proporcionada pela Rede Geral Hidrométrica do Nordeste. Posteriormente, com estas informações é proposta uma metodologia mais simplificada de classificação hidrológica, tornando-os mais acessíveis aos usuários.

INTRODUÇÃO

A avaliação dos Recursos Hídricos das pequenas Bacias Hidrográficas requer técnicas específicas. Não somente é impossível, em termos técnicos e financeiros, monitorar cada uma das inúmeras pequenas bacias, como também, as heterogeneidades locais de solo, de vegetação e de sub-solo podem variar muito e modificar, consideravelmente, o comportamento hidrológico das pequenas bacias (felizmente estas variações se compensam entre si nas bacias de maior porte). Enfim, o pequeno tamanho dos aproveitamentos hidráulicos inviabiliza os dispendiosos estudos hidrológicos completos que deveriam realizar-se antes da instalação de toda a obra.

Estas considerações mostram a necessidade de métodos de cálculo das características hidrológicas simples e seguros. Eles são denominados "métodos de transposição" quando têm por base a transposição da informação hidrológica de algumas bacias de comportamento conhecido para outro local onde se quer aplicar essa informação. As regras desta transposição são, geralmente, fundamentadas em semelhanças ou analogias das características físico-climáticas.

Atualmente, um dos métodos mais empregados é o de F.G. de AGUIAR (1940). Nesse método, inicialmente elaborado para as grandes bacias do Estado do Ceará, AGUIAR classificava as bacias de uma forma simples a partir do relevo e da presença de afloramentos,

<sup>1</sup>Pesquisador - IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária)

<sup>2</sup>Pesquisador - ORSTOM

<sup>3</sup>Pesquisador - SUDENE/ORSTOM

<sup>4</sup>Engenheira Hidróloga - SUDENE/IICA

<sup>5</sup>Engenheiro Hidrólogo - ACQUAPLAN

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

Nº: 30941 ex 4

Cpte: B

calculando, em seguida, os escoamentos e as cheias a partir da precipitação.

Em 1984 as equipes da SUDENE, assessoradas pelo ORSTOM (França), elaboraram um método de avaliação dos escoamentos das pequenas bacias no semi-árido (CADIER - 1984), CADIER, VIEIRA (1985). Este método classifica as bacias, em 6 classes hidrológicas. Esta classificação, utiliza as observações realizadas em uma rede de 30 pequenas bacias hidrográficas representativas, com comportamentos hidrológicos monitorados, estudados, analisados e modelizados em detalhe, dedicando uma atenção especial às contribuições dos escoamentos nas diferentes unidades de solo da bacia (LEPRUN e alii - (1983), ASSUNÇÃO e alii - (1984)). Assim, são considerados como "critério de classificação", o tipo de solo dominante e a geologia, e como "características associadas" a vegetação, o relevo e a rede de drenagem. Um conjunto de equações e ábacos permitem o cálculo simples e rápido das características hidrológicas necessárias ao aproveitamento.

A principal crítica que pode ser feita a esse método refere-se à complexidade da classificação da bacia, que requer, o trabalho de campo, de especialista em "hidro-pedologia", para avaliar os critérios de classificação.

Por outra parte, nessa classificação, o papel da vegetação era considerada sob a forma de um mero fator qualitativo de correção.

Tentaremos mostrar, no presente artigo, como as equipes da SUDENE buscam aprimorar, simplificar e completar o método inicial de classificação.

ESTRATÉGIA ADOTADA

Consideramos sucessivamente duas abordagens diferentes do problema, embora complementares:

Quantificação do papel da cobertura vegetal e do manejo do solo

Analisamos as informações que foram possíveis reunir quanto ao comportamento das parcelas e das micro-bacias, monitoradas em todo o Nordeste brasileiro. Tentamos através de técnicas de análises estatísticas multivariáveis, quantificar o efeito das características das parcelas (principalmente, tipo e manejo de solo, vegetação, declividade, etc.) sobre o escoamento.

Utilização da informação fornecida pela rede hidrométrica

Comparamos sistematicamente os escoamentos observados nas pequenas e médias bacias da rede hidrométrica, com o escoamento calculado através do método de classificação proposto. Isto permite:

- confirmar ou modificar a classificação;
- compatibilizar a classificação com os mapas pedológicos existentes em cada Região;
- simplificar e sistematizar a classificação hidrológica, permitindo, também, preencher algumas lacunas nos conhecimentos atuais.

## RESUMO DO MÉTODO A SER APRIMORADO

- 1) Enquadrar a bacia dentro de uma classificação de 6 classes, numeradas de 0 a 5 em função das suas características fisiográficas.
- 2) Calcular o "escoamento de referência"  $L_{(600)}$  correspondendo ao escoamento anual médio teórico da bacia na zona climática "Sertão", sob a isoieta de 600 mm, conforme dados da Tabela 1.

Tabela 1: Escoamento de referência  $L_{(600)}$

CLASSE	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
HIDROLÓGICA	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$L_{(600)}$ em mm	0	6	8,5	12	17	24	34	48	68	96	136

Observa-se que para passar de uma classe para outra classe é necessário multiplicar por dois o escoamento.

- 3) Calcular a lâmina escoada real anual média  $L(p)$  usando uma das fórmulas:

$$- L(p) = L_{(600)} \times e^{0,33 \times (p - 600)} \quad \text{no Sertão}$$
$$- L(p) = 0,32 \times L_{(600)} \times e^{0,41 \times (p - 600)} \quad \text{na Zona Transição}$$

onde,  $p$  = precipitação total anual média.

- 4) Calcular a partir de um conjunto de equações e ábacos os parâmetros hidrológicos necessários ao dimensionamento dos aproveitamentos:
  - o escoamento total anual da bacia: valores médios e de diversas frequências; sequências de anos deficitários.
  - Características de cheia de diversas frequências (vazão máxima, volume, forma).

### ANÁLISE DOS FATORES CONDICIONANTES DO ESCOAMENTO DE 72 PARCELAS

Primeiramente, foi realizada uma revisão minuciosa de dados publicados em revistas científicas, visita ao campo, e entrevistas com pesquisadores da área de manejo de solo, a fim de reunir todas as informações disponíveis. Em seguida, os dados obtidos sofreram uma rigorosa seleção com o objetivo de eliminar aqueles menos confiáveis.

Assim, foram obtidos dados de 349 parcelas experimentais de medição do escoamento, de diferentes regiões do Brasil, dos quais, 72 pertencem a região semi-árida do Nordeste Brasileiro.

Enfim, para cada parcela tentou-se analisar, através de técnicas de análises estatísticas multivariáveis (STEPWISE, COMPONENTES PRINCIPAIS, etc.), a relação entre a lâmina escoada ESCO (em mm) com os seguintes fatores: Localização ou Município (MUNI), precipitação (PREC), declividade (DECL), área (ÁREA), comprimento de rampa (RAMP), período (PERI), duração (DURA), textura do solo (TEXT), profundidade (PROF), código de cultura estada (CCUL), código das práticas conservacionistas utilizadas e não (CPRA), código de manejo do solo aplicado (CMAN) e código a classe do solo onde foi realizado o experimento (CSOL).

### Codificação dos fatores analisados:

Indicamos a seguir as convenções de codificação dos fatores (CCUL) e (CPRA); nota-se que a lógica da classificação faz com que os valores maiores dos códigos deveriam corresponder aos maiores escoamentos.

#### Código da cultura (CCUL) --

- 1 - Vegetação rasteira, capoeira ou caatinga nativa
- 2 - Culturas permanentes
- 3 - Culturas isoladas protetoras do solo
- 4 - Culturas consorciadas e/ou rotação
- 5 - Culturas isoladas expositoras do solo
- 6 - Solo descoberto

#### Código de práticas conservacionistas (CPRA) --

- 1 - Práticas culturais e/ou mecânicas (Renques de vegetação, sulcos e camalhões, etc)
- 2 - Cultivo em contorno
- 3 - Sem práticas conservacionistas.

### Resultados obtidos:

Análise em componentes principais -- Uma análise em componentes principais nos conduziu a subdividir a amostra em três conjuntos distintos que coincidiram com localizações geográficas e tipos de solo diferentes:

- o conjunto de resultados de Sumé e Serra Talhada (SERTÃO e Solo Bruno Não Calcico). Em uma segunda fase estudamos, separadamente os dados de Sumé.
- o conjunto de resultados colhidos nos municípios de Pesqueira e Caruaru (zona de transição e Regossolos).
- o conjunto de resultados de Alagoinhas (clima de brejo e Terra Roxa).

Análise pelo método de stepwise -- Aplicamos o método de análise de regressão múltipla chamado STEPWISE do logicial STATGRAPHICS que objetiva determinar quais dos fatores relacionados acima (CPRA, CMAN, DECL, PREC, etc.) explicam melhor o escoamento ESCO:

Os resultados destes cálculos estão resumidos na tabela 3.

Nota-se que as variáveis (CCUL) e (CPRA) foram sempre selecionadas como variáveis explicativas; as outras variáveis como a classe de solo (CSOL), a declividade (DECL) a profundidade (PROF), etc. não foram selecionadas, provavelmente por ter uma variabilidade pequena dentro de cada conjunto.

Além das variáveis descritivas de cada conjunto, colocamos na Tabela 3 e na Figura 1 as seguintes informações:

- o modelo, ou seja, a equação que permite o cálculo de ESCO em função de (CCUL) e (CPRA). Estes modelos explicam entre 65% e 85% da variância da amostra analisada.

Tabela 3: Resultado das análises dos escoamentos de 72 parcelas.

CONJUNTO DE PARCELAS MODELOS	Nº PAR CELAS	PREC (mm)	SOLO	L(p/Ref) (mm)	L(600/ Ref)	L(600/ CCUL=1)	L(600/ CCUL=6)
SUMÉ + SERRA TALHADA ESCO = 5,1CCUL + 13,0CPRA - 37,6 ESCO = 4,65CCUL - 1,76	21	588 Sertão	Bruno não Cálcico	10,9 9,9	11,3 10,3	2,98 1,44	26,9 27,7
SUMÉ ESCO = 4,7CCUL + 3,04	13	570 Sertão	"	14,8	16,1	8,4	34,1
PESQUEIRA CARUARU ESCO = 15,8CCUL + 2,27CPRA - 8,62	35	600 Tran- sição	Regos solo	2,14	6,42	0	23
ALAGOINHAS ESCO = 5,19CCUL + 7,15CPRA - 20,15	16	750 Brejo	Terra Roxa	14,3	22,6	10,3	51,8

Depois, supondo que as características médias da cobertura vegetal das Bacias Representativas monitoradas pela SUDENE correspondam a uma cobertura vegetal pouco degradada (CCUL é de 2,5) e a uma ausência de práticas conservacionistas (CPRA de 3) calculamos:

- L(p/Ref) relativa ao escoamento no local do experimento, correspondendo a CCUL = 2,5 e CPRA = 3.
- L(600/Ref) obtido por correção do valor anterior para poder compará-lo com um escoamento fictício padrão, ("de referência") a baixo da isoleta 600 mm, no Sertão.
- L(600/CCUL=1) Escoamento "padrão", mas calculado para uma proteção vegetal máxima (CCUL = 1).
- L(600/CCUL=6) Escoamento "padrão", calculado para o solo descoberto (CCUL = 6).

A comparação de L(600/Ref) com L(600/CCUL=1) e L(600/CCUL=6) nos permite quantificar, embora de uma forma muito imperfeita, qual seria a influência de um reflorestamento ou de um desmatamento total sobre as condições intermediárias médias atuais.

Constata-se que o desmatamento multiplica por 2 ou por 3 os escoamentos de referência, enquanto que a proteção vegetal máxima divide por dois ou as vezes, anula o escoamento.

Estes resultados devem ser usados com precauções, mas mostram que, em condições extremas, as variações da cobertura vegetal podem conduzir a uma modificação da classificação hidrológica de bacias superior a uma classe, para baixo ou para cima.

Um raciocínio análogo mostra que as práticas conservacionistas podem também dividir por dois ou por três o escoamento médio anual.

#### TENTATIVA DE CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DE BACIAS CONTROLADAS PELA REDE FLUVIOMÉTRICA GERAL

Existindo dados de observação direta em bacias da rede geral, de áreas variando, a grosso modo, entre 1.000 e 50.000 Km<sup>2</sup>, tentou-se aplicar para algumas destas grandes bacias o método de classificação das pequenas bacias proposto pela SUDENE/ORSTOM, conduzindo a uma avaliação indireta dos escoamentos, e podendo ser testado através do confronto com os resultados de uma análise hidrológica.

#### Bacias selecionadas

##### Critérios de seleção --

- a) localização na zona climática do Nordeste semi-árido, com precipitações anuais médias inferiores a 800 mm;
- b) área inferior a 5000 Km<sup>2</sup> e ausência de forte heterogeneidade pedológica;
- c) boa qualidade dos dados hidrológicos disponíveis;

##### Bacias selecionadas --

Foram selecionadas 26 bacias. Apresentamos neste trabalho os resultados já obtidos nas 12 primeiras bacias estudadas.

A Figura 2 mostra a localização da maior parte das bacias estudadas e a Tabela 5 relaciona as características e os resultados obtidos naquelas bacias.

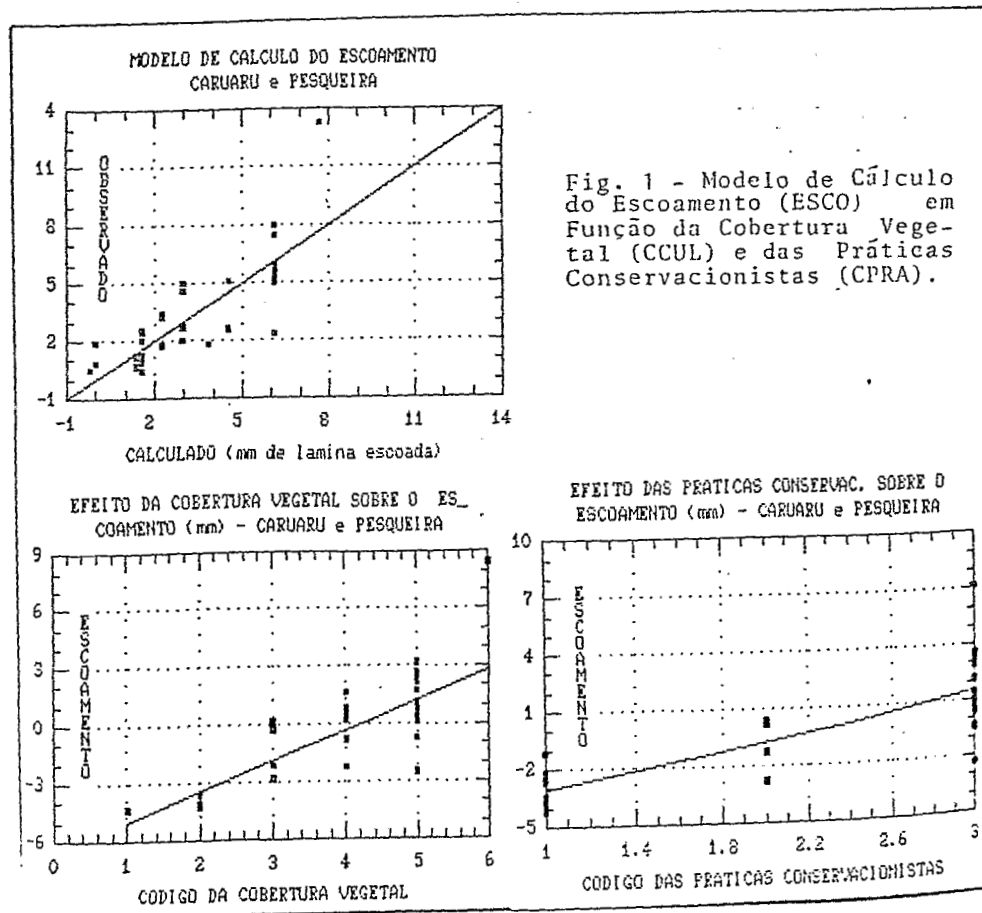
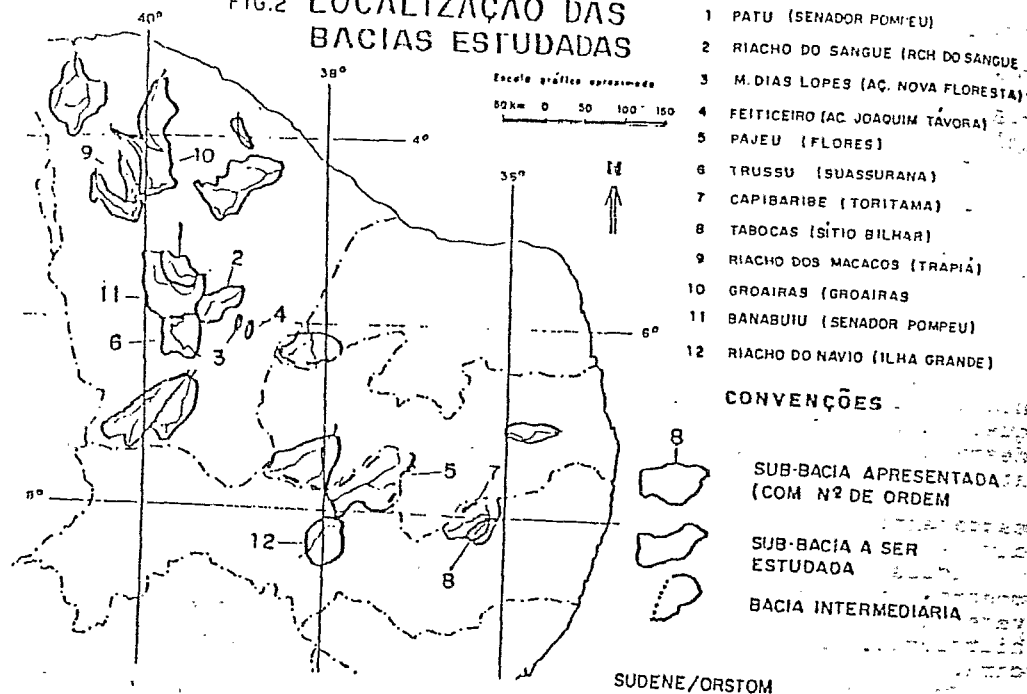


FIG.2 LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS ESTUDADAS



Classificação das bacias com base em critérios pedológicos

Informação disponível -- Para determinar as lâminas teóricas das bacias hidrográficas a partir de informações pedológicas, foram utilizadas informações dos levantamentos exploratório-reconhecimento de solos dos Estados do Ceará e de Pernambuco, ambos na escala de 1:600.000. Para todas as bacias adotou-se a seguinte seqüência:

Planimetria das unidades pedológicas -- Foram separadas e calculadas a proporção (%) de cada unidade pedológica em relação a superfície de cada bacia hidrográfica estudada.

Determinação da classe hidrológica das unidades pedológicas -- a descrição das unidades pedológicas apresenta, quase sempre, associações de classes de solo. Sendo assim, foi necessário recorrer às descrições da legenda de identificação do mapa de solos a fim de quantificar a proporção dos solos, que ocorrem numa mesma unidade pedológica, bem como, informações sobre o relevo, textura, profundidade, presença de horizontes especiais (fragipan, vértico, plíntico, etc.).

Para se estimar a classe hidrológica de cada classe de solo das unidades de mapeamento, utilizaram-se as informações da Tabela 4. Este quadro, permite uma classificação "hidropedológica" dos solos; foi elaborado a partir de informações obtidas em estudos de bacias representativas e experimentais da SUDENE e de outros estudos de parcelas de erosão, e constitui um aprimoramento do quadro de classificação inicial proposto pela SUDENE/ORSTOM, pois permite uma classificação mais precisa das diferentes unidades.

Determinação do coeficiente  $L_{(600)}$  -- O coeficiente  $L_{(600)}$  corresponde à lâmina anual média escoada por uma bacia situada na zona "Sertão", recebendo uma precipitação anual média "P" de 600 mm (Ver tabela 1).

Exemplo de cálculo -- A título de exemplo, delimitou-se na bacia do rio Patú, Estado do Ceará, a unidade de mapeamento PE17 que representa 8,8% da superfície da bacia hidrográfica. Esta unidade pedológica é formada por uma associação de 50% de Solos Podzólicos Eutróficos textura argilosa, 30% de Solos Bruno Não Cálcico textura argilosa, e 20% de Solos Litólicos Eutróficos, ambos relevo suave ondulado a ondulado. Estes solos foram classificados segundo a Tabela 4 nas classes 2,5, 3,0 e 2,5, respectivamente que correspondem a  $L_{(600)}$  de 24,0, 34,0 e 24,0. Sendo assim, a unidade PE17 contribui na bacia do rio Patú com um volume equivalente a uma lâmina de 2,40 mm, ou seja:

$$\begin{aligned} 50\% \text{ de Podzólico} \times 24,0 &= 12,0 \text{ mm} \\ 30\% \text{ de Bruno Não Cálcico} \times 34,0 &= 10,2 \text{ mm} \\ 20\% \text{ de Litólico} \times 24,0 &= 4,8 \text{ mm} \\ \hline &27,0 \text{ mm} \times 8,8\% = 2,40 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabela 4: Classificação "hidropedológica" dos solos

CLASSE DE SOLO	SUB-CLASSE DE SOLO	PLANO A SUAVE ONDULADO	SUAVE ONDUL. A	ONDUL. FORTE A MON-TANHOSO
Areia				
Quartzosa	Distrófica	0,0	0,0	
Regosol	s/fragipan	0,5	1,0	
	c/fragipan		1,5	
Latosol	Text. média	1,0		
	Text. média a argilosa - Podzólico	1,5		
Cambisol	Latossólico - Tex. média			2,0
Terra Roxa S. Eutrófico	Podzólico	2,0		
Planosol	Text. arenosa, média e argilosa - Solódico	2,5	2,5	
Podzólico	Text. média	2,0		2,5
	Text. argilosa ou abrupto	2,5	2,5	3,0 3,5
	ORTO			3,0 3,5
	Text. Argilosa Raso	3,0	3,0	3,5 4,0
	Plíntico	3,0		
Solo	Eutrófico	2,5	2,5	3,5 4,0
Litólico	Distrófico		3,0	3,5 4,0
Brunizem				
Avermelhado	Truncado		3,5	4,0
Bruno Não Cálcico	Vértico	2,0		
	Text. média	2,5		
	Text. indiscriminada		2,5	
	Text. Argilosa		3,0	3,5 4,0
Solonetz	Text. Arenosa, Média e Argilosa	4,0		
Solodzados		5,0	ou	mais que 5,0
Afloramentos				

O cálculo foi feito desta forma para todos as unidades pedológicas da bacia. O somatório das contribuições destas unidades permitiu calcular o  $L_{(600)}$  de toda a bacia hidrográfica, com um valor de 39,2 mm (Bacia classificada globalmente na classe 3).

#### Método proposto de classificação de solos

O enquadramento das classes e sub-classes de solos numa classificação hidrológica da forma apresentada na Tabela 4, contém um aprimoramento do método inicialmente proposto em 1984.

Assim, no método inicial, os Solos Litólicos, Bruno Não Cálculo e Regossolos, podiam ser classificados em várias classes diferentes, segundo critérios subjetivos de apreciação. Na classificação ora proposta, a variação total para cada tipo de solo é a mesma, mas pode-se enquadrar melhor os solos numa classe, por ser estes apresentados por suas sub-classes estabelecidas com base em critérios mais objetivos (textura, profundidade, relevo, etc.).

Outra vantagem é a utilização das fases de relevo, que denotam o comportamento dos fatores do meio físico em função da declividade do terreno. Fica implícito que solos sob relevo forte ondulado a montanhoso, apresentam-se menos profundos, com rede de drenagem bem marcada e em alguns casos com vegetação natural mais aberta, proporcionando geralmente, nestas condições, um incremento maior do escoamento.

Além das vantagens oferecidas por esta classificação, podemos dizer que este método pode ser aplicado em todas as bacias hidrográficas situadas na região semi-árida, que contenham estudos pedológicos, pois descrevem em seus relatórios as classes, sub-classes e as fases de relevo. Quando estes solos estão associados, indicam também a proporção de ocorrência dos mesmos na unidade de mapeamento.

Nesta classificação, no entanto, os solos são considerados como se estivessem com vegetação natural (caatinga), pouco degradada, o que poderá acarretar uma subestimação do escoamento caso a bacia hidrográfica seja bastante cultivada ou desmatada.

#### Avaliações provenientes de análise hidrológica

Coleta das séries de lâminas escoadas observadas -- Primeiramente extraímos de todos os documentos disponíveis os valores dos escoamentos anuais das bacias selecionadas. A técnica utilizada varia em função da fonte de informação, da duração e da qualidade dos dados. Esta qualidade foi sempre verificada e nos levou, às vezes, a corrigir ou eliminar alguns dados.

Precipitações médias nas bacias -- A média espaço-temporal das precipitações anuais, em cada bacia, foi determinada com a preocupação de evitar ao máximo os erros que poderiam provir de séries cronológicas duvidosas ou mal representativas. Foi utilizada uma rede de isoietas traçada no Nordeste com médias pontuais corrigidas e homogeneizadas pelo método do Vetor Regional. Essas médias se referem ao período 1912 - 1983 (MOLINIER, 1989).

Correlação hidro-pluviométrica -- Os passos metodológicos foram os seguintes:

- seleção de estações pluviométricas da rede da SUDENE, na sub-bacia contemplada e nas vizinhanças, e consistência de seus dados;
- cálculo, cada ano, da média aritmética das precipitações naquelas estações, representando um índice pluviométrico P;
- correlação gráfica dos referidos índices com os deflúvios anuais correspondentes Q;
- determinação da equação da curva adotada:  $Q = K (P - P_0)^N$  (1)

- ajuste de uma reta de regressão entre os índices pluviométricos e os dados correspondentes observados em uma ou várias estações pluviométricas selecionadas por serem pouco distantes entre si, possuírem séries longas de dados, e não terem problemas de homogeneidade; adotou-se uma reta de regressão passando pelo ponto (0,0) a fim de evitar que seu uso, ao estender os dados, conduza a subestimar a variância, aspecto importante devido ao uso subsequente de uma fórmula não linear para estimar os deflúvios.

Extensão das séries de deflúvios -- Utilizando a equação (1) estabelecida com os deflúvios observados, gerou-se uma série de lâminas calculadas com base na precipitação de um período de mais de 50 anos. Chamaremos Lâmina observada homogeneizada "Loh", a média desta série calculada de longa duração.

#### Comparação das Lâminas calculadas a partir da classificação com os escoamentos observados

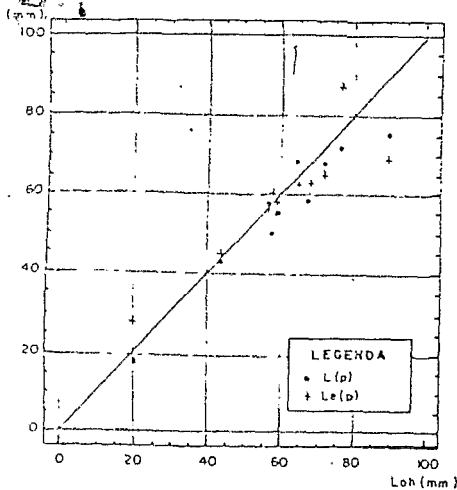
Tabela 5: Comparação dos escoamentos calculados e observados

Nº DA BACIA	ÁREA EM Km <sup>2</sup>	PRECIPITAÇÕES E DEFLÚVIOS ANUAIS em mm				
		P	Loh	L(p)	L(600)	Le(p)
1	1021	817	76,5	72,0	39,2	87
2	1363	696	59,5	55,1	40,1	58
3	161	718	68	58,3	41,9	63
4	119	718	72	68,4	43,7	63
5	5066	620	44	42,7	39,6	45
6	2068	689	57	57,5	44,8	57
7	2450	560	36	*	46,7	*
8	384	600	50	*	59,5	*
9	1520	750	90	75,5	42,7	69
10	2700	720	65	68,6	43,5	63
11	4555	703	58	50,3	37,7	60
12	2150	470	20	17,7	29,0	28

\* Bacias situadas em parte na zona de transição, cuja classificação através de  $L_{(600)}$  não permitiu, ainda, estimar  $L_{(p)}$  com segurança.

Na Figura 3 comparamos os escoamentos calculados com o método de classificação  $L_{(p)}$  com os escoamentos observados, homogeneizados sobre um grande período Loh.

A relação entre  $L_{(p)}$  e Loh é estreita, próxima à primeira bissetriz com um coeficiente de correlação  $R = 0,964$ , o que mostra o bom funcionamento do método de classificação proposto.



Procuramos depois, analisar o efeito da classificação hidrológica sobre esta relação. Para isso, calculamos uma lâmina estimada sem esta classificação, ( $L_e(p)$ ) calculada com a suposição que todas as bacias estudadas tinham sido classificadas numa classe única, com um  $L(600)$  de 42,7 mm. O escoamento destas últimas bacias foram corrigidos pelo total pluviométrico para poder ser comparado com os valores de Loh.

A correlação entre  $L_e(p)$  e Loh com um coeficiente  $R$  de 0,895, inferior ao anterior mostra a relevância do ganho obtido pelo método de classificação proposto.

Tal resultado se deve à eficiência particularmente interessante da classificação das bacias, no caso das mesmas apresentarem manchas de solos com potencialidade de escoamento muito baixo, ligado à presença de Regossolos (nº 12), ou muito alto, ligado à presença em conjunto, de: Litólicos com afloramentos de rocha e Solonetz Solodizado (nº 9).

Somente duas das doze bacias estudadas estão situadas na zona de transição. Este pequeno número inviabiliza, por enquanto, a comprovação do método de classificação para esta zona climática.

### CONCLUSÃO

Apresentamos resultados parciais de um trabalho de síntese atualmente em curso. Apesar de incompletas, já podemos extrair algumas conclusões interessantes e animadoras.

A primeira parte deste trabalho evidencia e permite quantificar a ordem de grandeza da influência da cobertura vegetal e das práticas culturais sobre o escoamento. Esta influência é grande, pois fica demonstrado que modificações da cobertura vegetal e do manejo do solo podem multiplicar ou dividir por um fator próximo a 2 os escoamentos.

A segunda parte apresenta um método de classificação hidrológica de bacia baseado, principalmente na avaliação da precipitação, da zona climática e da pedologia da bacia estudada. Apesar do pequeno tamanho da amostra de bacias já estudadas podemos constatar a relevância do método de classificação proposto. Foi também possível identificar algumas das lacunas mais importantes nos métodos e conhecimentos atuais:

- os regimes hidrológicos de bacias situadas na zona climática do Agreste e de Transição, são muito mal conhecidos.
- Os comportamentos hidrológicos e hidrodinâmicos de solos como os Podzólicos, Vertissolos ou solos com horizontes vérticos (PLANOSOL, etc.) não são bem conhecidos; isto pode provocar erros importantes nas estimativas.

Com relação à análise dos escoamentos sobre parcelas, sugerimos primeiramente estudar parcelas com os solos assinalados como mal conhecidos, e tentar aprimorar os índices que codificam o cultivo, as práticas culturais e os outros fatores.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F.G. de - Estudo hidrométrico do Nordeste Brasileiro. IFOSCS.B., Rio de Janeiro, 13 (I) Jan/mar, 1940.
- ASSUNÇÃO, M.S. de; LEPRUN, J.C e CADIER, E. - Características físico-climáticas das bacias de Açú, Batateiras, Missão Velha e Quixabinha. Recife, SUDENE/DRN, 1984 - 52p. (Brasil, SUDENE. Hidrologia, 13). Convênio SUDENE/ORSTOM.
- BRASIL, Ministério da Agricultura - Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, 1973, 359 p. (Boletim Técnico, 26, v.1.)/(1972, 354 p. Boletim Técnico, 26, v.2).
- BRASIL, Ministério da Agricultura - Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife, 1973, 301 p. (Boletim Técnico, 28, v.1.)/(1973, 502 p. Boletim Técnico, 28, v.2.).
- BRASIL, SUDENE; GVJ - Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe. Recife/PE, SUDENE/ASMIC, V.5, Monografia Hidrológica, Bibliografia, 1967.
- CADIER, E. - Método de Avaliação dos Escoamentos das pequenas Bacias do Semi-Árido. SUDENE, Série Hidrologia nº 21, 75 p., Recife, 1984.
- CADIER, E.; LANNA, A.E.; MENEZES, M.; M.S. CAMPELLO - Avaliação dos Estudos referentes aos Recursos Hídricos das Pequenas Bacias do Nordeste Brasileiro. VII Simpósio Brasileiro de Hidrologia e de Recursos Hídricos, Salvador/BA, 1987.
- CADIER, E. & VIEIRA, H.J.P. - Método de Avaliação dos Escoamentos nas Pequenas Bacias do Semi-árido. VI Simpósio Brasileiro de Hidrologia e de Recursos Hídricos. Tomo I. pp. 217-230, São Paulo, 1985.
- CONDEPE (Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco) - Plano Diretor para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Rio Capibaribe. 1978
- DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica) - Mapa de disponibilidade hídrica do Brasil. 1984.
- DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) - Plano Diretor do Vale do Pajeú. Pernambuco, 1981.
- LEPRUN, J.C. - Relatório de fim de Convênio de Manejo e Conservação do solo no Nordeste Brasileiro. 1982-83, Recife, SUDENE/DRN, Recursos de solo, 290 p. 1983, Convênio SUDENE/ORSTOM.
- LEPRUN, J.C.; ASSUNÇÃO, M.S. & CADIER, E. - Características físico-climáticas das Bacias de Riacho do Navio, Sumé, Ibipecta, Juatama e Tauá. Recife, SUDENE/DRN, Div. de Hidrometeorologia, 71 p. il. mapas (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 15), Convênio SUDENE/ORSTOM, 1983.
- MOLINIER, M - Homogeneização e zoneamento da pluviometria anual no Nordeste. Convênio SUDENE/ORSTOM, Recife, 1989 (em elaboração).
- ORSTOM (Instituto Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération) - Monographi e Hydrologique du Bassin du Jaguaribe - 385 p., Paris, 1968.
- SUDENE - Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil. Fase I, 13 volumes, 1980.