



VI-212 - GERENCIAMENTO DE MICROBACIAS DE NASCENTES DE RIOS EM REGIÃO SEMI-ÁRIDA PERNAMBUCANA

Pierson Corrêa Alves Barretto⁽¹⁾

Arquiteto pela Universidade Federal de Pernambuco. Especialização em Educação Ambiental (UFPE/FUNDARJ). Mestre em Desenvolvimento Urbano (UFPE). Participante do Programa PROBRAL – Parcerias entre Universidades Brasileiras e Alemãs CAPES/DAAD. Doutorando do Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Bolsista do CT-Hidro-CNPq.

Maria do Carmo Martins Sobral⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. PhD. em Proteção Ambiental na Universidade Técnica de Berlim (TU Berlin), Alemanha, Pós-doutorado em Tecnologia Ambiental na TU Berlin. Professora Associada do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco. Presidente da Câmara de Meio Ambiente e Agrárias da Comissão Interdisciplinar da CAPES. Membro Titular do Conselho Municipal de meio Ambiente de Recife.

Endereço⁽¹⁾: Rua das Graças, nº 326 apto 102-B Graças - Recife, PE. CEP:52.011-200, Brasil. Tel: (81) 32232535 – Cel. (81) 99641800. E-mail: pierson.barretto@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Departamento de Engenharia Civil – Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco – Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n – Recife – PE - CEP: 50740-530 – Brasil. Tel: (81) 2718228/8220 – Fax: (81) 2718205/8219. E-mail: msobral@npd.ufpe.br.

RESUMO

O sistema hidrológico na região do Semi-árido subordina-se a diferentes fatores: à intermitência dos rios, à variabilidade das condições climáticas e suas alterações sazonais e extra-sazonais, aos tipos de solo, às condições culturais de uso da terra. É um sistema biofísico que evolui. A diversidade espacial do relevo da região necessita de uma abordagem micro-regional para melhor entender a variabilidade e as alterações da precipitação. A chuva é a principal fonte de recarga de nascentes de rios no cristalino. A partir de séries históricas, observou-se que frequência da precipitação, pelo efeito topoclimático, é maior em regiões serranas que em regiões interplanálticas. Entretanto, a análise micro-regional da precipitação revelou ainda, tendência de acréscimo de chuvas em regiões serranas e o acréscimo de seca em regiões interplanálticas com a redução de chuvas significativas. O fenômeno também é observado em outros lugares da região Nordeste. As microbacias de recarga de nascentes de rios intermitentes dependem das precipitações, e dos efeitos topoclimáticos do relevo. A região semi-árida pernambucana apresenta nascentes intermitentes e perenes, mesmo em períodos secos. O ordenamento hidrológico das microbacias de nascentes de rios na região do Semi-árido é importante para a tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos, pode corroborar nas futuras ações de conservação e oferta de água para as populações difusas e para o meio ambiente nas próximas décadas, face às variações climáticas observadas.

PALAVRAS-CHAVE: nascente de rio, relevo, variabilidade climática, semi-árido, precipitação

INTRODUÇÃO

O Semi-árido guarda no seu interior grande diferenciação de paisagens naturais, na topografia, na vegetação, e apresenta grande variabilidade de precipitação no espaço, entre as regiões de depressão sertaneja e as áreas de Brejos de Altitude. A variabilidade se dá também de forma sazonal, entre os meses de chuvas e os meses sem chuva ou sem precipitação significativa durante o ano. Apresenta variabilidade de grandes ciclos, com os períodos de anos de grandes secas, a variabilidade se dá em escalas de tempo ainda maiores ao longo de décadas e séculos. O Semi-árido é um sistema biofísico, complexo, evolutivo e que apresenta tendências observáveis na variabilidade da precipitação ao longo do tempo.

Os padrões de precipitação estão mudando no mundo e prevê-se como impacto das mudanças climáticas a alteração na frequência e intensidade da precipitação e secas mais intensas e longas, particularmente nos trópicos e subtropicais. Investigar a vulnerabilidade e os impactos da potencial modificação climática sobre os recursos hídricos no Brasil é um assunto estratégico para o país, a fim de planejar potenciais medidas mitigador em associação com as ações existentes de gerenciamento dos recursos hídricos (EMBRAPA, 2007).

Os rios intermitentes no Semi-árido, de embasamento cristalino, apresentam nascentes intermitentes e perenes, são dependentes do micro-clima e estão sob a influência das alterações da frequência de precipitação, observadas em séries temporais de postos meteorológicos da região das nascentes.

O termo ‘microbacia de nascente’ adotado na presente pesquisa se refere à menor porção do sistema fluvial, o local onde nasce o curso d’água. As microbacias de nascentes não são vertentes ou rede de drenagem comum. A estrutura geomorfológica da microbacia coletora de água pluvial é responsável pela recarga subterrânea do manancial de uma nascente em um ponto determinado do relevo.

O estudo micro-regional apresenta melhor resolução que os estudos macro-regionais ou globais para evidenciar as flutuações climáticas das camadas da troposfera mais próximas à superfície, em contato e sob a influência do relevo. Assim, as informações hidrológicas obtidas na escala micro-regional são importantes na tomada de decisão, no gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis para as populações difusas e o meio ambiente.

METODOLOGIA

Por sua característica geológica cristalina, na região de estudo das microbacias de nascentes de rios, confluência das bacias dos rios Ipanema, Una, Ipojuca e Capibaribe, as precipitações são a principal fonte de recarga dos aquíferos nessa zona semi-árida do Nordeste brasileiro. Porém a quantidade de recarga da água de chuva está intimamente relacionada a fatores tais como, à distribuição das precipitações e às condições hidrológicas da superfície do solo e do seu uso.

A partir da seleção de imagens de satélite identificou-se a existência de Brejos de Altitude, regiões de exceção climática de maior precipitação, geossistema de serras brejadas, que são melhor percebidos na imagem do LANDSAT TM5 (17/10/1999), em período extremamente seco, pelo contraste entre o clorofila da vegetação (Floresta Omrófila) das áreas úmidas dos Brejos de Altitude e a ausência da clorofila da Caatinga seca na região.

Com o auxílio de um mapa altimétrico, realizado com o software MICRODEM e a base de dados em arquivo DEM (*Digital Elevation Model*), localizaram-se as nascentes de rios e as suas microbacias de recarga associadas. A partir desta informação, escolheu-se entre as estações pluviométricas com dados disponíveis, da base dados da Hidroweb (ANA, 2008), segundo as altitudes das estações, distribuídas em três (3) regiões de domínio altimétrico para o estudo: a região inter-planáltica que está abaixo dos 600 metros de altitude, a região planáltica que está entre 600 e 900 metros de altitude e região de cimeira planáltica que acima de 900 metros de altitude e pode alcançar 1.150 metros acima do nível mar (BARRETTO, SOBRAL, AZEVEDO, 2008). Ver na figura 01 a seguir a localização dos domínios altimétricos da região de estudo.

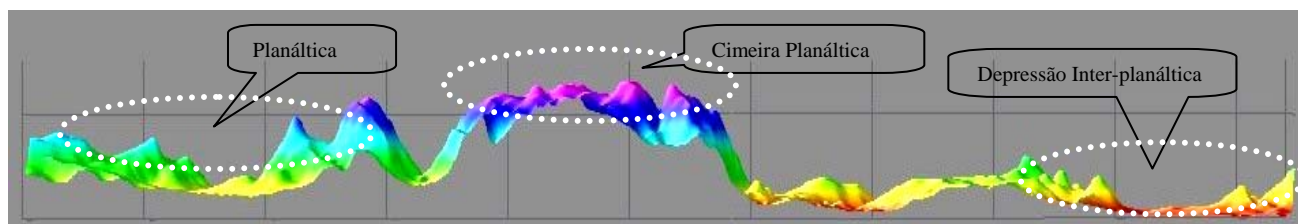


Figura 01. Perfil topográfico dos domínios altimétricos das estações pluviométricas selecionadas.

As estações pluviométricas foram selecionadas segundo a sua altitude em relação ao nível do mar (0 m). A partir da análise de histogramas de séries completas (1) e sub-séries (2) históricas de precipitações das estações pluviométricas do Semi-árido pernambucano, dos municípios de Poção, Sanharó e Jataúba, realizou-se análise de frequência para as precipitações totais mensais, em um intervalo de 22 anos. Realizou-se análise de frequência de precipitações para diferentes períodos, na tabela 01 a seguir as séries e as sub-séries históricas analisadas estão assim distribuídas:



Tabela 1: Distribuição de Séries e Sub-séries Históricas de Precipitação de Estações Pluviométricas.

ESTAÇÃO	Altitude em metros	Intervalo da Série	PERÍODO	
			Meses	Anos
Jataúba (1) Estação nº 736040	600	Jan/1986 – Fev/2008	265	22
Jataúba (2) Estação nº 736040	600	Jan/1997 – Fev/2008	133	11
Sanharó (1) Estação nº 836043	653	Jan/1962 – Fev/2008	542	45
Sanharó (2) Estação nº 836043	653	Jan/1986 – Fev/2008	265	22
Poção (1) Estação nº 836093	1.035	Jan/1986 – Fev/2008	265	22
Poção (2) Estação nº 836093	1.035	Jan/1997 – Fev/2008	133	11
Triunfo (1) Estação nº 738032	1.010	Set/1911 – Dez/1985	885	74
Triunfo (2) Estação nº 738032	1.010	Out/1963 – Dez/1985	265	22

Os resultados dos histogramas da Frequência Absoluta (F), Frequência Relativa (TR%) e a Frequência Total Acumulada (TA%) das séries históricas foram distribuídas em precipitações totais mensais em milímetros, e agrupadas em sete (7) blocos: os meses que não chove, 0 mm; os meses que chove até 25 mm; 50 mm; 100 mm; 200 mm; 400 mm e meses que com totais de chuvas maiores que (>) 400 mm.

Observou-se que os meses sem chuva e os meses de pequena precipitação (0 mm e 25 mm) o total acumulado (TA) representa mais da metade do período, na região inter-planáltica com 60,9% para Jataúba (1) e na região planáltica com 54,5% para a sub-série Sanharó (2). Enquanto em regiões de cimeiras planálticas, nos de Brejos de Altitude, os meses sem chuva e com pequena precipitação (0 mm e 25 mm), em Poção (1) o total acumulado (TA) foi de 35,3%. Para um período semelhante, observou-se que na sub-série Triunfo (2) o valor foi de 26,2%. Observou-se que os meses com chuvas maiores (>) que 400 mm na região de cimeira planáltica a frequência relativa (FR) foi de 0,4% em Poção (1), no agreste, e de 2,0% em Triunfo (2), no sertão. Não houve ocorrência dessa classe de meses na região inter-planáltica e planáltica, em Jataúba (1) e Sanharó (1), no Agreste pernambucano.

Analisou-se a diferença entre os valores da frequência relativa (FR) do histograma de série históricas de precipitações da estação pluviométrica de regiões de cimeiras planálticas em Brejos de Altitude, nos municípios de Poção a 1.035 metros e Triunfo a 1.010 metros acima do nível do mar.

Na região de cimeira planáltica observou-se que a frequência de meses sem precipitação (0 mm) no período de 74 anos em Triunfo (1) foi de 5,8%, e para o período final de 22 anos na sub-série em Triunfo (2) foi de 3,2%, indicando uma redução na frequência dos meses sem chuva em -2,6%. Observou-se na frequência de meses sem chuva (0 mm) uma redução significativa de -6,1% em Poção (2) no Agreste. Os meses com chuvas extremas, com total mensal de 400 mm observou-se uma redução pouco significativa de -0,03% para Poção. Entretanto, observou-se um acréscimo de frequência de +3,0% para Triunfo. Por outro lado, para os meses com chuvas maiores (>) que 400 mm observou-se um acréscimo de +0,4% em Poção (2) e uma redução de -0,7% em Triunfo (2).

Na região planáltica do Agreste, analisou-se o período total de 45 anos, Sanharó (1), observou-se mudanças no regime da frequência de chuvas, quando comparados com o período final da série dos últimos 22 anos Sanharó (2) em relação à série completa Sanharó (1) de 45 anos. A frequência de meses sem precipitação (0 mm) no período de 45 anos, Sanharó (2) foi de 16,7%, para o período final de 22 anos, Sanharó (2) foi de 23,0%, indicando um aumento significativo dos meses sem chuva em +6,3%.

Na região inter-planáltica do Agreste, analisou-se o período total de 22 anos, Jataúba (1), observou-se mudanças no regime da frequência de chuvas, quando comparados com o período final da série com 11 anos, Jataúba (2) em relação à série completa. Embora a série seja pequena, observou-se uma pequena mudança na frequência de meses sem chuva (0 mm) em Jataúba (2), com a redução de -0,9%.

Os valores da frequência dos meses de chuvas de 200 mm e 400 mm juntos apresentaram redução de -0,8% para Jataúba (2) e -2,1% para Sanharó (2). Os meses com chuvas extremas, com totais de 400 mm, observou-se uma redução de frequência de -0,4% para Jataúba (2) em relação a série completa, Jataúba (1). Observou-se a redução de -1,0% de meses com essa classe de chuva para Sanharó (2), comparada à série completa de Sanharó (1). A classe de meses com totais de chuvas maiores (>) que 400 mm não foram observados em



nenhuma das séries de 11, 22 ou 45 anos, nas estações planáltica (Sanharó) e inter-planáltica (Jataúba) analisadas.

Vale destacar ainda que o cruzamento de dados hidrológicos de tipo de solo, de maior ou menor permeabilidade, são informações importantes para calibrar o mapa de ordenamento hidrológico das microbacias de nascentes de rios no Semi-árido pernambucano.

RESULTADOS

A partir da variabilidade de precipitação na região das microbacias de nascentes e das observações em visita de campo durante o ano meteorológico, observou-se que o estado hidrológico das nascentes de rios intermitentes funciona como indicador geo-ambiental quanto à umidade do solo da microbacia: saturados para nascentes perenes; semi-saturados para nascentes semi-perenes ou não-saturados para as nascentes intermitentes ou efêmeras em época de seca.

Identificou-se nos municípios que cobrem a região de estudo 179 microbacias de nascentes em aquífero intersticiais, com depósitos regionais de coluviões e também associado aos aquíferos fissurais em rochas cristalinas, nas bacias do Capibaribe, Ipanema, Ipojuca e Una. Sendo 100 microbacias abaixo de 900 m de altitude apresentando-se com nascentes efêmeras ou intermitentes, e 79 microbacias acima de 900 m de altitude, com nascentes semi-perenes ou perenes (BARRETTO, SOBRAL, AZEVEDO, 2008). Na figura 02 a seguir, a altimetria e ordenamento de microbacias a região de estudo, detalhe da localização de regiões de cimeira-planáltica no Brejo de Belo Jardim/Madre de Deus (no interior da elipse), distribuição de nascentes segundo o ordenamento hidrológico.

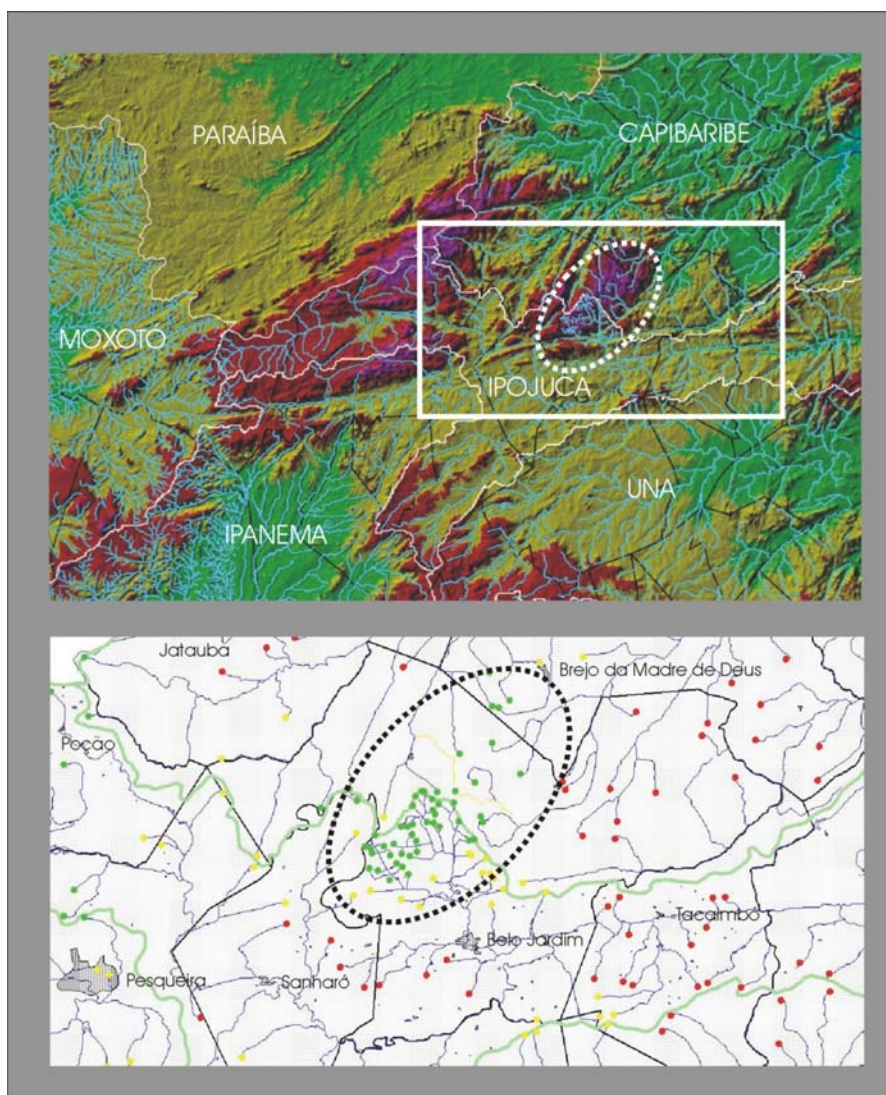


Figura 02. Altimetria e ordenamento de microbacias segundo a variabilidade espacial de precipitação, presença de nascentes perenes e semi-perenes (verde), intermitentes e efêmeras (amarelo e vermelho).

Cada sub-bacia de rios e riachos, catalogados na malha hídrica apresentada no Zoneamento Agroecológico de Pernambuco, ZAPE (EMBRAPA, 2004), possui pelo menos uma nascente, uma microbacia. As microbacias de nascentes podem ocorrer agrupadas, contíguas, a partir de pequenos afluentes, formando conglomerados.

O estado hidrológico do solo está relacionado às condições de precipitação, à pedologia (tipo de solo, profundidade) e à cobertura vegetal da região das microbacias de nascentes. Nessa região cristalina da chapada da Borborema, as nascentes podem ser classificadas:

- **nascentes efêmeras** são aquelas que vertem apenas durante o período de chuvas e cessam poucos dias ou semanas depois das precipitações;
- **nascentes intermitentes** cessam após semanas ou poucos meses a época de chuvas;
- **nascentes semi-perenes**, mesmo em período de secas apresentam água em seu 'caldeirão', não vertem nessa época;
- **nascentes perenes** vertem mesmo em período de estiagem prolongada.

As nascentes de rios são abastecidas, a partir da precipitação, na sua área de recarga de aquífero pela infiltração da chuva, na sua microbacia de drenagem à montante. As microbacias de nascentes encontram-se localizadas sob o domínio de diferentes altitudes, conseqüentemente diferentes domínios hidrológicos: depressão inter-planáltica, planáltica e cimeira planáltica. A Localização Micro-Regional de Estações Pluviométricas utilizadas do estudo do domínio hidrológico estão na tabela a seguir 02.

Tabela 2: Localização Micro-Regional de Estações Pluviométricas.

ESTAÇÃO (municípios)	DOMÍNIO HIDROLÓGICO	ALTITUDE (m)
Jataúba	Depressão inter-planáltica (Agreste)	600
Sanharó	Planáltica (Agreste)	653
Poção	Cimeira planáltica (Agreste)	1.035
Triunfo	Cimeira planáltica (Agreste)	1.010

Na região semi-árida as micro-bacias podem ser ordenadas na sua variabilidade hídrica, das precipitações segundo as suas altitudes e pela frequência da precipitação nas áreas de recarga, associadas aos atributos hidrológicos do tipo de solo e do estado da sua cobertura.

DISCUSSÃO

Na escala global e regional, a variabilidade interanual da precipitação do norte do Nordeste do Brasil está relacionada ao SST (*Sea Surface Temperature*) do Oceano Atlântico Equatorial, da teleconexão com o SST do Oceano Pacífico Equatorial, El Niño, e das variações da ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*).

A variabilidade hídrica das micro-bacias na região semi-árida pernambucana, identificada a partir da análise micro-regional da variável precipitação, através da análise de frequência de totais mensais em séries temporais de 74, 45, 22 e 11 anos de postos pluviométricos selecionados no Hidroweb (ANA, 2008) segundo a altitude, além de demonstrar a variabilidade espacial da precipitação, entre as regiões de cimeira planáltica dos Brejos de Altitude (Poção, Triunfo), e as regiões planálticas (Sanharó) e de depressão inter-planáltica (Jataúba), domínio das Caatingas, evidenciou a existência de variabilidade no tempo, com importantes mudanças no sistema de precipitação.

A partir de dados disponibilizados pela FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia), selecionou-se 32 estações pluviométricas, analisou-se a série histórica de precipitação diária de 1974 a 2003, das quais 27 estações apresentaram pequena tendência de redução de precipitação de -2,0 mm/ano, 5 estações apresentaram estabilidade (-2,0 e +2,0 mm/ano), e 3 apresentaram tendência de aumento de precipitação de 2,0 mm/ano. Não por acaso, que essas 3 estações apresentem incremento nas precipitações, elas estão em regiões serranas do Baturité e Ibiapaba, onde o efeito topográfico induz a tendência (MONCUNILL, 2006). Ver na Figura 03 a seguir, adaptação do estudo, algumas das estações pluviométricas e o detalhe com a localização das serras do Baturité (circunferência vermelha).

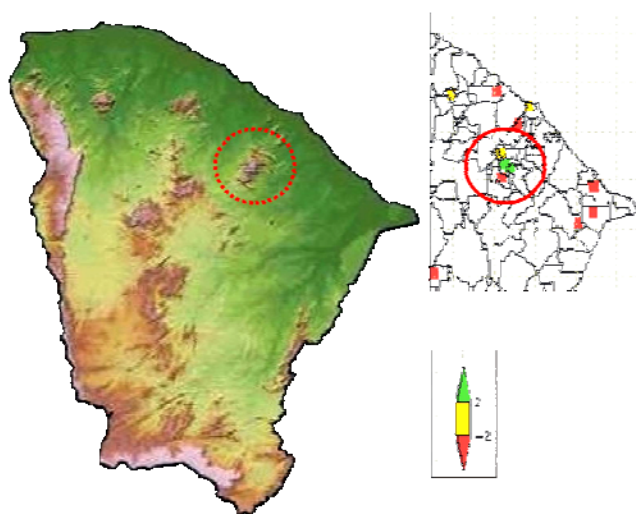


Figura 03. Localização das serras do Baturité (CE), os extremos de tendência de precipitação nas estações pluviométricas; em vermelho redução de -2 mm/ano, em verde acréscimo de precipitação de +2 mm/ano.



O incremento da precipitação em regiões serranas é fisicamente consistente com a tendência de redução de chuvas no Ceará. A redução das chuvas está relacionada ao aumento da velocidade do vento durante os meses chuvosos, provocando aumento de chuvas pelo efeito topográfico nas regiões serranas (MONCUNILL, 2006).

CONCLUSÕES

A variabilidade hídrica identificada a partir de análises micro-regional da precipitação evidenciou a existência de variabilidade no tempo, com tendências de mudanças no sistema de precipitação, informações importantes para o planejamento de ações futuras para a conservação do recurso hídrico.

O aumento de período seco, com a maior frequência de meses sem precipitação nas regiões de depressão inter-planáltica do Semi-árido pernambucano, potencializa eutrofização de reservatórios, redução da recarga de aquíferos coluviais das microbacias de nascentes, em consequência, a redução da oferta ecológica de água para o meio ambiente.

A redução da frequência de meses com totais de chuvas significativas põe em risco a agricultura de vazante, reduz a oferta da água para o abastecimento de populações difusas nas regiões semi-áridas do estado. Por outro lado, a redução de meses sem chuva e o aumento da frequência da classe de meses de chuvas significativas em áreas de cimeira planáltica, associada às práticas inadequadas de uso do solo, reduz a eficiência do sistema hidrológico.

As tendências de evolução do sistema climático na escala micro-regional, entre outras consequências, aumentam a vulnerabilidade dos recursos hídricos, com relação à quantidade e à qualidade da água disponível, põe em risco a segurança hídrica de populações difusas nas próximas décadas.

Por sua distribuição geográfica, diversidade de distribuição no relevo, as microbacias de nascentes de rios representam elemento importante para o planejamento de recursos hídricos, e para as populações rurais difusas na convivência com a seca no Semi-árido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA – Agência Nacional de Águas, HidroWeb, 2008 <http://hidroweb.ana.gov.br/>
2. BARRETTO, P. C. A., SOBRAL, M. C. M., AZEVEDO, J. R. G. – A VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO SEMI-ÁRIDO PERNAMBUCANO – IX SRHNE, Salvador, Bahia, Brasil, 25-28/Nov/2008
3. EMBRAPA – Simpósio Internacional Discutiu Recursos Hídricos e Aquecimento Global – 1.11.2007 <http://www.cnpma.embrapa.br/nova/mostra2.php3?id=335>
4. MONCUNILL, D. F., THE RAINFALL TREND OVER CEARA AND ITS IMPLICATIONS; 8 ICSHMO, Foz do Iguaçu, Brazil, April 24-28, 2006, INPE, p. 315-323.