



## ESTUDO DAS PRECIPITAÇÕES NA REGIÃO DO CARIRI CEARENSE: UM ENFOQUE NAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

JULIANA MARIA OLIVEIRA SILVA<sup>1</sup>  
MICKAELE BRAGA DA SILVA<sup>2</sup>  
DENISE DA SILVA BRITO<sup>3</sup>

**Resumo:** O trabalho procurou caracterizar a distribuição pluviométrica em uma das microbacias da Região do Cariri cearense abrangendo os municípios de Crato, Barbalha, Missão Velha e Juazeiro do Norte. A partir dos dados dos postos pluviométricos de uma série de 37 anos (1974-2011) inseridos na área de estudo, calculou-se a média anual e mensal de cada posto, evidenciando os meses mais chuvosos da microbacia. Os dados de pluviosidade variam ao longo do ano destacando o mês de março, o detentor do maior índice pluviométrico e a partir de maio as chuvas se reduzem. Para cada posto calculou-se o balanço hídrico a fim de se estabelecer uma classificação climática para a microbacia em razão do índice efetivo de umidade, sendo o tipo climático Seco Sub-úmido comum para os quatros postos.

**Palavras-chaves:** microbacia, precipitação, balanço hídrico.

**Abstract:** The study sought to characterize the rainfall distribution in one of the watersheds of the Ceará Cariri region covering the municipalities of Crato, Barbalha, Missão Velha and Juazeiro do Norte. From the data of rain gauges in a series of 37 years (1974-2011) entered the study area, was calculated the annual and monthly average of each post, showing the rainiest months of the watershed. The rainfall data vary throughout the year highlighting the month of March, the holder of higher rainfall and from May rains are reduced. For each station we calculated the water balance in order to establish a climate rating for the watershed because of the effective moisture content, and the climate type Dry Sub-humid common to the four posts.

**Keywords:** watershed, precipitation, water balance.

### 1. Introdução

O Estado do Ceará localiza-se na região Nordeste e possui mais de 90% do seu território inserido no domínio das caatingas tendo como principal forma de relevo a depressão sertaneja, uma superfície suave ondulada, elaborada pelos processos de pediplanação e pedimentação, ocorrendo em litologias diversas. O clima semiárido é típico destas áreas e possui como principais características temperaturas elevadas, a pluviosidade apresenta uma enorme variabilidade temporal e espacial, altas taxas de evaporação que influenciam no regime hídrico, pois, os rios são intermitentes, o que gera uma deficiência na

<sup>1</sup> Professora do Curso de Geografia da Universidade Regional do Cariri (URCA) - juliana.oliveira@urca.br;

<sup>2</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

<sup>3</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE)



capacidade de erosão linear em entalhar vales, exceto no período chuvoso que gera uma maior dissecação no relevo.

E no meio dessas condições de semiaridez existem algumas áreas que são chamadas de ‘exceção’ devido às condições de umidade e precipitação proporcionada pelas altitudes dos relevos como é o caso dos maciços residuais e das chapadas. Segundo Ab’Saber (2003), no semiárido brasileiro ocorrem paisagem de exceção que podem ser chamadas de “brejos” que são colocados em encostas de serras ou chapadas, ou seja, constituem uma espécie de contra prova do caráter semiárido do conjunto sertanejo no interior das quais ilhas de umidade se inserem. No Ceará podem-se destacar o Maciço de Baturité, a *cuesta* da Ibiapaba e a Chapada do Araripe.

A região do Cariri localiza-se no sul do Ceará abrangendo uma diversidade de sistemas ambientais resultado de eventos tectônicos, mudanças climáticas e os atuais processos geodinâmicos que continuam a modelar as paisagens constituindo uma riqueza geológica-geomorfológica, paleontológica, biológica e ainda um patrimônio cultural que expressa as culturas do povo caririense. Dentre os ambientes naturais, destaca-se a Chapada do Araripe (figura 01). Esta área abrange uma parcela da bacia sedimentar paleo-mesozóica (que ocupa os estados de Pernambuco, Piauí e Ceará), circundada por terrenos do pré-cambriano e de depósitos sedimentares.

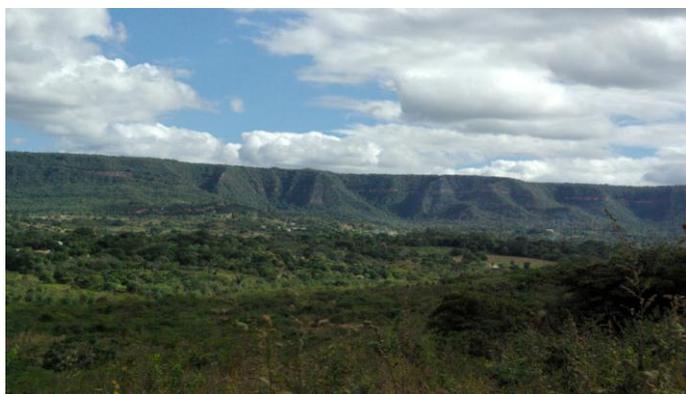


Figura 01: Vista da Chapada do Araripe próximo ao sítio Luanda na cidade do Crato.  
FONTE: Peulvast, J.P. (fev/2006)

As fisionomias da bacia do Araripe correspondem a um altiplano, denominado de Chapada do Araripe, podendo ser expressa como uma superfície tabular estrutural com topo conservado devido à drenagem inexpressiva na Formação Exu que é constituída de arenitos sílticos, com elevada permeabilidade e porosidade, tendo o papel fundamental na captação de água. No contato entre as formações Exu e Arajara, na base da escarpa, ocorre a ressurgência da água infiltrada no topo, dando origem a numerosas fontes responsáveis



pelos rios que compõem uma das bacias hidrográficas do sul do Ceará: a sub-bacia do Salgado.

A Sub-bacia do Salgado integra a grande bacia do rio Jaguaribe, a maior do estado, que por ser extensa foi dividida por sub-bacias (Alto, Médio e Baixo Jaguaribe e as sub-bacias de dois importantes afluentes do Jaguaribe o Salgado e Banabuiú). A sub-bacia do Salgado abrange integralmente um total de 23 municípios segundo a COGERH (2009): Abaiara, Aurora, Baixo, Barbalha, Barro, Brejo Santo, Caririçu, Cedro, Crato, Granjeiro, Icó, Ipaumirim, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Penaforte, Porteiras Umari, Várzea Alegre. Apenas uma pequena parte do município de Orós está dentro da área. Em termos de divisão adotada pela COGERH (2009) para o Salgado, este possui cinco microbacias. Neste artigo enfoca-se a microbacia 03 abrangendo os municípios de Crato, Barbalha, Juazeiro do Norte e Missão Velha (figura 01).

Este trabalho tem por objetivo caracterizar a distribuição pluviométrica nas microbacias do Cariri leste, enfocando os meses mais chuvosos, bem como os dados do balanço hídrico (excedente e deficiência hídrica). As Microbacias correspondem a do rio da Batateira, Granjeiro e Carás no município do Crato, o rio Salamanca em Barbalha e o riacho da Vargem em Missão Velha. Da união do rio Batateiras com o Carás forma-se o Salgadinho que perpassa o município de Juazeiro do Norte. Este recebe afluentes como o Salamanca e o riacho da Vargem.

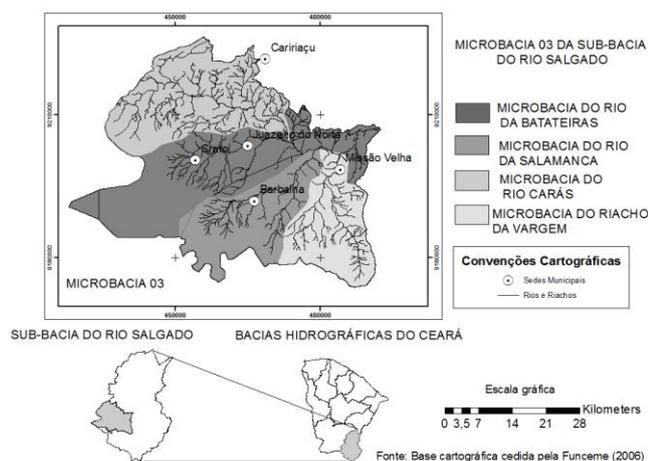


Figura 01: Localização da área de estudo

A análise hidroclimática em bacias hidrográficas proporciona conhecer a relevância que o clima tem para as condições hidrológicas, ou seja, o regime fluvial em termos de disponibilidade de rios e riachos, a intemperização física e química que favorece a produção de sedimentos que serão carreados pelos rios. Cabe ressaltar também, que o clima



influencia nos processos e nas formas geomorfológicas. Trata-se de um dos fatores de formação de solos e da cobertura vegetal e das atividades desenvolvidas pelo homem. Importante considerar as variações climáticas do Quaternário que foram essenciais na configuração das paisagens. No semiárido nordestino, o intemperismo físico atuou ao longo do Quaternário com pequenos intervalos para climas mais úmidos.

Os dados do balanço hídrico podem auxiliar no planejamento agrícola da microbacia, determinando as melhores épocas para a agricultura, indicando os meses em que possam ocorrer restrições hídricas para alguma cultura.

## 2 Discussões

Entre os diversos elementos naturais que fazem parte do dinamismo da bacia hidrográfica, o clima apresenta-se como um importante parâmetro físico a ser estudado. A caracterização climática de uma área se dá pela análise e interpretação dos elementos ou variáveis climáticas como temperatura do ar, umidade do ar, direção e velocidade dos ventos, nebulosidade, radiação solar e precipitação.

No Ceará verifica-se que a pluviosidade apresenta uma enorme variabilidade temporal e espacial e se configura como um atributo meteorológico de primeira ordem para a compreensão das irregularidades climáticas e sua influência na organização das atividades agrícolas bem como para a espacialização da paisagem na região.

A opção por caracterizar a pluviometria assume um importante papel na região, pois a distribuição das chuvas no tempo e no espaço, aliada às formações geológicas existentes, mantêm uma relação direta com a disponibilidade dos recursos hídricos e com o comportamento do regime dos rios, portanto apresenta um importante papel, tanto para as atividades agrícolas como para a espacialização da paisagem (ZANELLA, 2005).

### 2.1 Procedimentos Técnicos

A primeira etapa da pesquisa consistiu na revisão bibliográfica sobre a temática bacia hidrográfica podendo aqui referenciar Morangas (2005), Lorandi e Cançado (2002) e Magalhães (2006) e sobre climatologia e hidrologia reputando autores como Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Xavier (2001), Zanella (2005), entre outras literaturas.

Dando sequência à pesquisa foram realizados levantamentos dos dados pluviométricos da área de estudo fornecidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Os postos pluviométricos que estão inseridos nas microbacias compreendem 13 postos, mas muitos apresentavam falhas na série histórica e com períodos diferentes de um posto para outro. Para a pesquisa foram selecionados quatro postos que possuem uma série histórica em comum de 1974 a 2011.



Na busca de propor uma classificação climática da microbacia optou-se pelo balanço hídrico climático, sendo possível recorrer a elementos fundamentais que, segundo a tipologia estabelecida por Thornthwaite, são a precipitação, a temperatura e a evapotranspiração potencial (OMETTO, 1981). Para a realização do balanço utilizou-se o método de Thornthwaite e Mather (1955), empregando um programa, desenvolvido por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998) na ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz). Com base nos dados oferecidos pelo balanço hídrico calculou-se alguns índices climáticos que possibilitaram uma melhor classificação climática como o índice de umidade (IU), índice de aridez (IA) e índice efetivo de umidade (Im), com base no Quadro 1.

| Grupos de Climas | Tipos de Climas | Simbolos | Índices       |
|------------------|-----------------|----------|---------------|
| Úmido            | Super úmido     | A        | 100 e acima   |
|                  | Úmido           | B4       | 80 a 100      |
|                  | Úmido           | B3       | 60 a 100      |
|                  | Úmido           | B2       | 40 a 60       |
|                  | Úmido           | B1       | 20 a 40       |
| Seco             | Úmido Sub-úmido | C2       | 0 a 20        |
|                  | Seco sub-úmido  | C1       | -33 a 0       |
|                  | Semi-árido      | D        | -66,7 a -33,7 |
|                  | Árido           | E        | -100 a -66,7  |

Quadro 1- Tipos de clima em razão do índice efetivo de umidade (Im)..  
Fonte: Thornthwaite & Mather (1955).

### 3 Resultados

#### 3.1 Distribuição pluviométrica nas microbacias

O regime pluviométrico das microbacias está caracterizado pela heterogeneidade ao longo do ano, com episódios de chuvas que variam, com maior ocorrência em alguns meses do ano, enquanto em outros meses os valores são bem inferiores ou não há ocorrência de chuvas. Ao compararmos os postos entre si, notam-se igualdades quanto a critérios como os meses em que iniciam as chuvas, os meses mais chuvosos, chuvosos e menos chuvosos ao longo do ano.

O gráfico 01 ilustra a média pluviométrica anual dos quatro postos inseridos na área da microbacia. Os municípios de Crato e Barbalha são os que possuem uma maior média pluviométrica. Isto pode ser justificado pela altitude em que se encontram os municípios na encosta da Chapada do Araripe, favorecendo a ocorrência de chuvas orográficas. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as chuvas orográficas ocorrem pela ação física do relevo, que atua como uma barreira à advecção livre do ar, forçando-o a ascender. O ar úmido e quente, ao ascender próximo às encostas, resfria-se adiabaticamente devido à descompressão promovida pela menor densidade do ar nos níveis mais elevados.

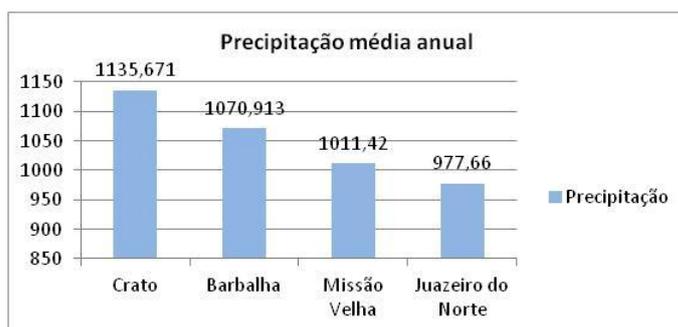


Gráfico 01: Precipitação média anual dos postos inseridos na área de estudo (FUNCEME, 2012)

Assim, localizado a barlavento da Chapada do Araripe, o município de Crato e Barbalha recebe esse ar ascendente com umidade relativa e significativa ocorrência de precipitações que vão influenciar o regime hídrico da região. Em relação ao município de Exu/Pernambuco que se localiza a sotavento da Chapada, os índices pluviométricos reduzem-se a 540 mm.

#### Variação pluviométrica mensal nas microbacias

Ao interpretar os gráficos 2, 3, 4 e 5 dos postos pluviométricos da microbacia, nota-se que as chuvas concentram-se nos quatro primeiros meses do ano (janeiro, fevereiro, março e abril). Este fato pode ser atribuído à ação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), fenômeno atmosférico atuante na região, especialmente nos meses de fevereiro a abril. Os meses com os menores níveis pluviométricos nos postos são representados por maio a novembro, e é no mês dezembro que as chuvas voltam e os níveis pluviométricos se reestabelecem em todos os postos.

Em relação à distribuição da precipitação anual do município de Crato, que pode ser observada no Gráfico 02, a mesma apresenta uma média anual total de 1135,671mm. A soma dos meses mais chuvosos (janeiro a abril) corresponde a 864,82mm, sendo o mês de março o mais chuvoso, com uma média mensal de 254,48 mm. Os meses de junho a novembro apresentam a estação seca no município. O mês de agosto é o mais seco, com apenas 2,93 mm. No mês de dezembro os níveis pluviométricos começam a aumentar e as chuvas se iniciam (98,06 mm).

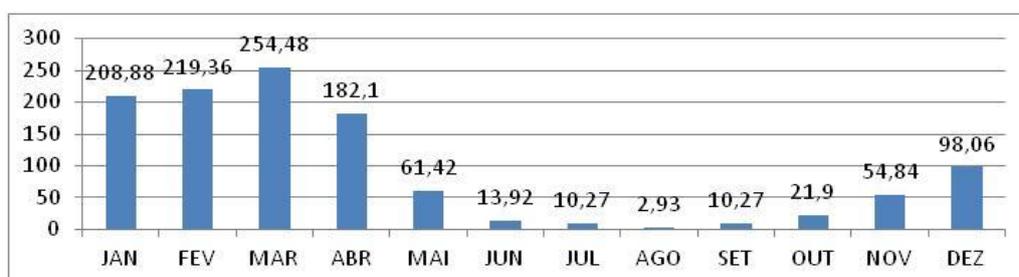


Gráfico 2: Distribuição pluviométrica anual do Município do Crato (1974-2011). Fonte: FUNCEME, 2012



Ao analisar o gráfico 03, referente à distribuição pluviométrica do município de Juazeiro do Norte, constata-se que o referido município tem sua média anual total de 977,66mm e seus meses mais chuvosos de 776,45mm, destacando-se o mês de março, com 234,27 mm. Os meses de junho a novembro representam o período seco, sendo agosto o mês mais seco, com apenas 0,23 mm. As chuvas no município retornam no mês de dezembro (80,98mm).

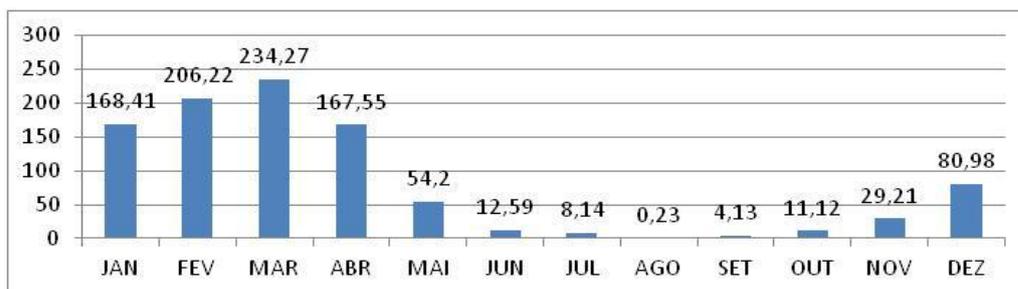


Gráfico 03: Distribuição pluviométrica anual do Município de Juazeiro do Norte (1974-2011) Fonte: FUNCEME, 2012

O município de Barbalha (gráfico 04) oferece sua distribuição pluviométrica com uma média anual total correspondente a 1070,913mm. O mês de março destaca-se com o maior nível (247,76 mm), enquanto o período entre junho e novembro apresenta os menores níveis pluviométricos do ano. No mês de dezembro (70,26mm), os níveis pluviométricos voltam a subir, consequentemente, há ocorrência de precipitação mais elevada no município.

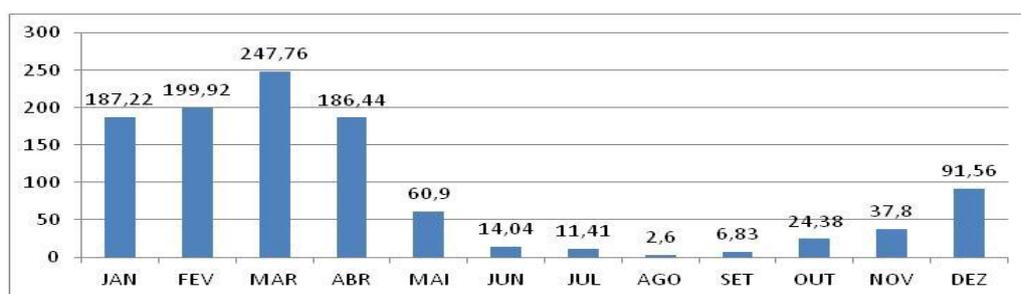


Gráfico 4: Distribuição pluviométrica anual do Município de Barbalha (1974-2011) Fonte: Funceme, 2012.

A distribuição pluviométrica no município de Missão Velha (gráfico 05) apresenta uma média anual total de 1011,42mm. A soma dos quatro meses mais chuvosos corresponde a 855,42mm, sendo fevereiro o mês com maior representatividade (253,1 mm). Os meses de junho a novembro apresentam os menores níveis pluviométricos, sendo o mês de agosto o mais seco (2,6mm). Já em dezembro os níveis pluviométricos reestabelecem-se (70,26mm) e volta a chover no município.

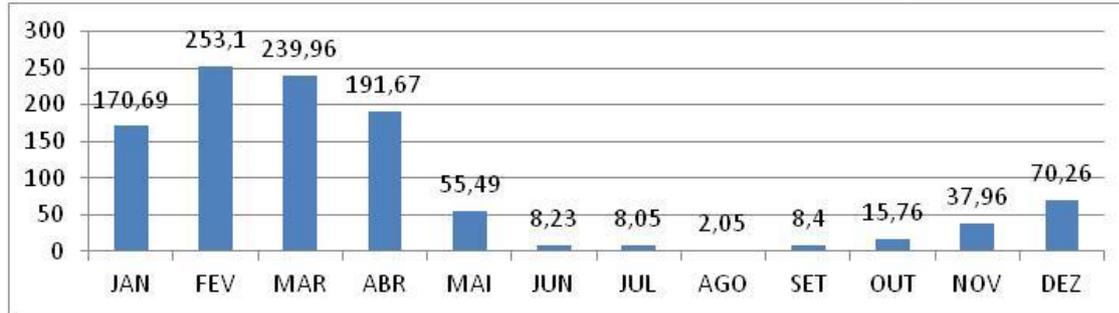
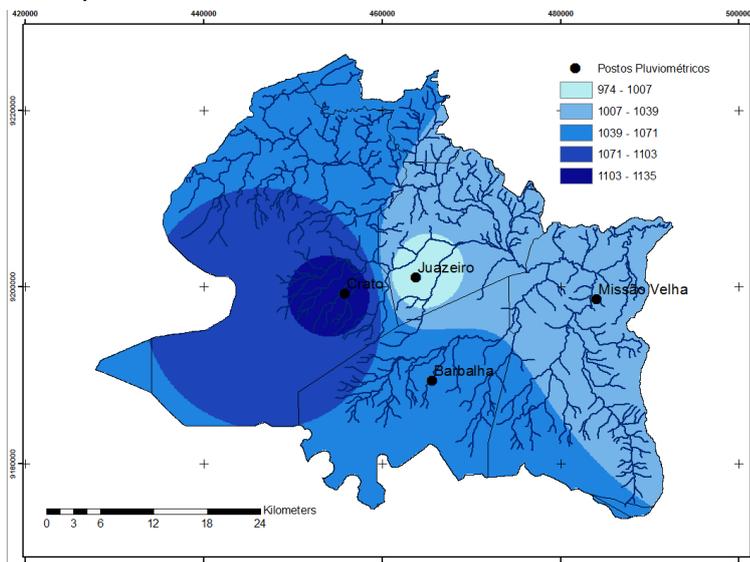


Gráfico 05: Distribuição pluviométrica anual do Município de Missão Velha  
Fonte: Funceme, 2012.

O mapa 01 ilustra a distribuição da precipitação na bacia evidenciando maiores valores nos municípios de Crato e Barbalha.



Mapa 01: Distribuição da precipitação na área de estudo

### 4.3 Balanço Hídrico e Índices Climáticos

A partir da análise dos Gráficos 06, 07, 08 e 09, correspondendo aos dados do balanço hídrico dos quatro postos, nota-se que a quadra chuvosa na região, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, corresponde a época de reposição de água no solo (REP). Nos meses de janeiro e fevereiro é a época de excedente hídrico (EXC), sendo o mês de março com maior representatividade nos quatro postos. A época de deficiência (DEF) e retirada hídrica (RET) correspondem aos oito meses que seguem após o período chuvoso da região. A partir do segundo semestre do ano, os valores de evapotranspiração (ETP) começam a aumentar quando há ausência de chuva em todos os postos da área. A partir de dezembro observa-se nos postos um aumento nos níveis de precipitação e o início de um novo período de excedente hídrico no mês de janeiro.



De acordo com o Gráfico 06, referente ao balanço hídrico do posto Crato, o mês que apresenta o maior valor de excedente hídrico é março com 133,94mm, e em relação a reposição da água no solo é janeiro com 61,37mm. Observa-se que há uma deficiência hídrica durante 8 (oito) meses, iniciando-se em maio e se prolongando até dezembro, estando nos meses de setembro (118,37 mm) e outubro (131,26mm), os maiores déficits.

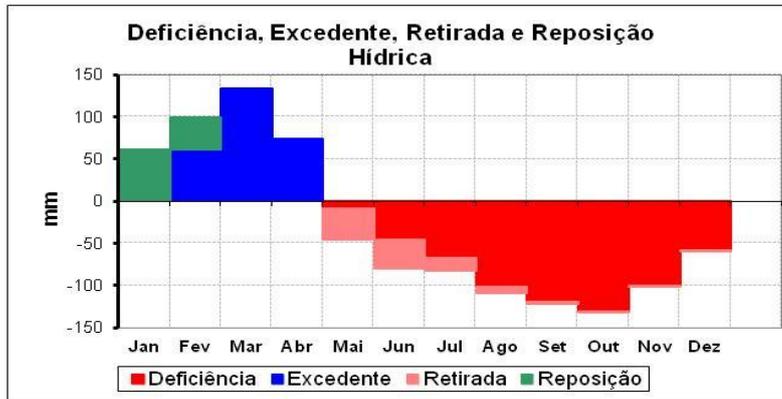


Gráfico 11- Balanço Hídrico do município do Crato  
Fonte: Série Pluviométrica da FUNCEME (1974-2011)

No Gráfico 07, do balanço hídrico do posto Juazeiro do Norte, nota-se que a reposição de água no solo e o excedente hídrico concentram-se dos meses de janeiro a abril, o mês de fevereiro apresenta o maior valor de reposição hídrica (80,89mm) e o mês de março, o maior número de excedente hídrico (110,79mm). As épocas de retirada e deficiência hídrica concentram-se dos meses de maio a dezembro, os valores referentes a retirada da água do solo são mais acentuadas nos meses de maio (41,79mm) e julho (32,69mm) e em relação a deficiência de água no solo destacam-se os meses de setembro (127,07mm) e outubro (144,17mm) como os maiores déficits.

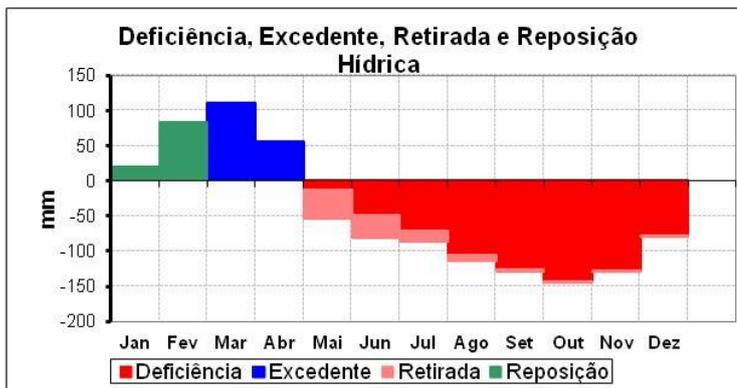


Gráfico 07- Balanço Hídrico do município de Juazeiro do Norte  
Fonte: Série Pluviométrica da FUNCEME (1974-2011)



Em relação ao posto Barbalha (Gráfico 08), os meses de janeiro e fevereiro representam o período de reposição, destacando-se fevereiro com 62,12mm e os meses de fevereiro, março e abril representam a época de excedente hídrico, destacando-se o mês de março com 124,19mm. Em relação aos períodos de retirada e deficiência hídrica, os meses de maio (37,80mm) e julho (34,55mm) apresentam os maiores valores em relação a retirada hídrica e os meses de setembro (123,97mm) e outubro (130,80mm) com os maiores déficits hídricos.

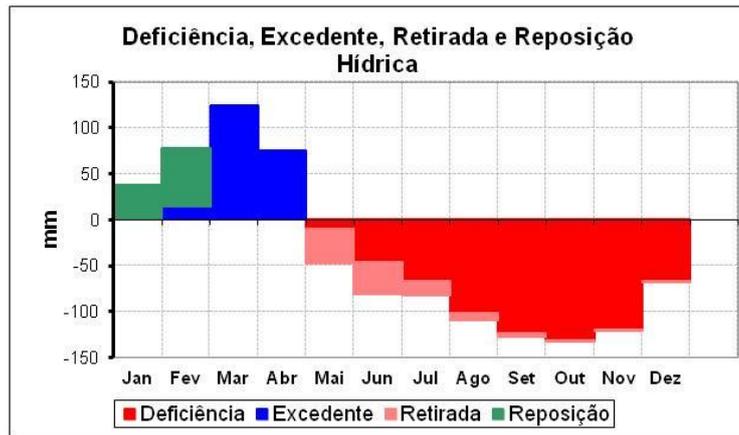


Gráfico 09- Balanço Hídrico do município de Barbalha  
Fonte: Série Pluviométrica da FUNCEME (1974-2011)

A partir dos dados obtidos pelo balanço hídrico do posto Missão Velha (Gráfico 09), a época de reposição hídrica estende-se pelos três primeiros meses do ano, sendo que o mês de fevereiro apresenta o maior valor de reposição da água no solo com 74,09mm e o mês de março com o maior valor de excedente hídrico com 98,03mm. Quanto às épocas de retirada e deficiência hídrica correspondem também aos 8 (oito) meses que seguem o período chuvoso da região, sendo maio (43,96mm) e junho (33,51mm) os meses com maiores retiradas e os meses de setembro (128,16mm) e outubro (145,83mm) com maiores deficiências hídricas.

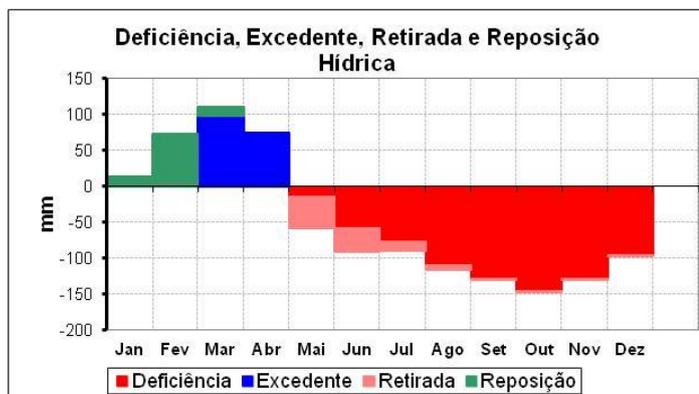


Gráfico 14- Balanço Hídrico do município de Missão Velha. Fonte: Série Pluviométrica da FUNCEME (1974-2011)



A partir de dados acima oferecidos pelo balanço hídrico dos postos inseridos na área de estudo, foram calculados índice de umidade (IU) que relaciona o excedente hídrico com a evapotranspiração potencial-  $IU = (EXC/ETP) * 100$ . Em seguida pode ser calculado o índice de aridez (IA), este por sua vez é obtido a partir da relação-  $IA = (DEF/ETP) * 100$ , que expressa a deficiência hídrica em percentagem da evapotranspiração, variando de 0 a 100 e atingindo o valor 0 quando não existe deficiência e 100 quando a deficiência é igual à evapotranspiração. Relacionando os dois índices acima calculados, pode-se identificar o índice efetivo de umidade (Im) empregado para classificar o clima local. É determinado pela seguinte relação-  $Im = (Iu - 0,6 Ia)$ . Thornthwaite & Mather (1955), apresentam uma proposta de classificação do clima em razão do índice efetivo de umidade, abrangendo dois grandes grupos de climas: os úmidos, quando o  $Im > 0$  e os secos,  $Im < 0$ .

Para a área em questão, no município de Crato foi encontrados o IU em torno de 17,9, IA de 42,1, resultando no índice efetivo de umidade (Im) em torno -7,4, no município de Juazeiro do Norte o IU é em torno de 11,1 e o IA de 47,1, proporcionando um índice efetivo de umidade (Im) por volta de -17,2. Para o município de Missão Velha foram encontrados valores para IU em torno de 10,9 e IA de 47,4, apresentando um índice efetivo de umidade (Im) em torno de -17,5 e por fim Barbalha, com IU em torno de 14,1 e IA de 47,4, oferecendo um índice efetivo de umidade (Im) de aproximadamente -12,1.

A partir dos valores relativos ao índice de umidade efetivo, calculados e expostos acima, dos quatro municípios, pode-se concluir que o índice encontrado é comum aos quatro postos e a área da microbacia pode ser classificada em relação aos tipos de clima em razão do índice efetivo de umidade (Im) como Seco sub-úmido.

## 5 – Conclusões

A microbacia em estudo possui médias pluviométricas que variam entre 1100mm e 970mm, sendo os postos localizados nos municípios de Crato e Barbalha os que possuem maiores níveis. O período chuvoso tem início em janeiro e se estende até abril, e a partir de maio os valores de chuva vão se reduzindo. O principal sistema atmosférico responsável pelas chuvas é a Zona de Convergência Intertropical. O balanço hídrico indicou que os períodos de maiores intensidades pluviométricas correspondem também para a reposição hídrica e excedente hídrico na área de estudo.

Os aspectos relacionados à climatologia e hidrografia constituem um dos temas essenciais para a elaboração de planejamento ambiental em microbacias, pois permitem indicar situações de risco e vulnerabilidade para a ocorrência de enchentes, inundações, períodos de estiagem, evidenciando a dinâmica e variabilidade climática, resultado de



fenômenos atmosféricos que atuam em diversos períodos do ano e também de fatores locais que podem influenciar nos aspectos climáticos.

## Referências

AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

COGERH. **Caderno Regional da Sub-bacia do Salgado**. Fortaleza : INESP, 2009.

LORANDI,R; CANÇADO, C.J. *Parâmetros físicos necessários ao gerenciamento de bacias hidrográficas*. In: SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A.F.N.. **Conceitos de bacias hidrográficas**. Ilhéus, Ba: 2002. p.163-177.MACHADO, P.J.O; TORRES, F.T.P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MENDONCA, F. A. ; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2007.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 440p.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. **The water balance climatology**. Publications in Climatology, v.8, n.1, p.1-86,1955.

ZANELLA, M. E. **As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará**. In: SILVA, J. B. da.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS. E. W. (orgs.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, p.169-188