

## COMPORTAMENTO DO BALANÇO HÍDRICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ESTADO DO PARÁ

*JOSÉ AUGUSTO DE SOUZA JÚNIOR*: 1 Aluno de Graduação, Bolsista PIBIC, Departamento de Meteorologia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém – Pará, (0 xx 91 81236214), [jun086@gmail.com](mailto:jun086@gmail.com)

*MARIA DO CARMO FELIPE DE OLIVEIRA*: 2 Professora Adjunto 4 - Departamento de Meteorologia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém – Pará, (0 xx 91 99821962), [marcarmo@nautilus.com.br](mailto:marcarmo@nautilus.com.br)

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE.

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento do balanço hídrico na Bacia Hidrográfica do Estado do Pará, tomando-se como base 15 estações meteorológicas, para o período de 1971 a 2000, para entender melhor o comportamento hidrometeorológico da Bacia, dando subsídios sobre as causas e conseqüências da seca na Amazônia e as previsões futuras de secas e enchentes na região e dar suporte para o fomento da produção agrícola. O regime de precipitação mostra que os maiores valores da precipitação pluviométrica são encontrados na mesoregião do Marajó (Soure) e os menores valores ocorrem na mesoregião do Baixo Amazonas (Monte Alegre). Esses valores máximos e mínimos de precipitação ocasionam os maiores e menores valores de Runoff e a Evapotranspiração potencial se comporta de maneira quase constante em todas as estações estudadas. O Balanço Hídrico para Bacia Hidrográfica do Estado do Pará na estação chuvosa é positivo e na estação menos chuvosa é negativo e para a área total os valores médios anuais são positivos, o que implica, em um balanço hídrico positivo, observando-se assim que, nem sempre uma elevada precipitação anual indica que, uma localidade seja permanentemente úmida e, portanto, livre dos efeitos prejudiciais da ausência de chuvas.

**PALAVRAS CHAVE:** BALANÇO HÍDRICO, BACIA HIDROGRÁFICA.

### WATER BALANCING BEHAVIOR ON HIDROGRAFIC BASIN OF STATE OF PARÁ

**ABSTRACT:** The present work had as objective to study the behavior of the water balancing on hidrografic basin of state of Pará, considering 15 meteorological stations, for the period of 1971 to 2000, to understand better the hidrometeorological behavior of the Basin, giving subsidies on the causes and consequences of drought in Amazonia and future forecasts of droughts and floods in the region, and to give support for the agricultural production fomentation. The precipitation regime shows that that the biggest values of pluviometric precipitation are found in Marajó's mesoregion (Soure) and the minors values occur in mesoregion of Baixo Amazonas (Monte Alegre). These maximum and minimum values of precipitation cause the biggest and smaller Runoff's values, and Potential Evapotranspiration is almost constant in all studied stations. Water balancing for hidrografic basin of state of Pará in the rainy station is positive and in the less rainy station is negative and for the total area the annual average values are positive, what implies in a water balancing positive, observing as

soon as, not always an elevated annual precipitation indicates that, a place be permanently humid and, therefore, free of the rainfalls absence harmful effects.

## **KEY WORDS: WATER BALACING. HIDROGRAFIC BASIN**

**INTRODUÇÃO:** Devido à importância que a Bacia Amazônica representa para a população e para o equilíbrio do microclima global, faz-se necessário o estudo do Balanço Hídrico, para avaliar a distribuição da Precipitação (P), a Evapotranspiração Potencial (ETP) e estimar o Runoff ou Escoamento Superficial (R), porém, o Balanço Hídrico da bacia Amazônica é um problema sério em termos de planejamento, não só pelos carentes bancos de dados meteorológicos, mas também pela sua dimensão, que chega a incrível área de 5,8 milhões de km<sup>2</sup>, sendo que 3,9 milhões de km<sup>2</sup> no Brasil. Pesquisas mostram que, a quantidade anual de chuva na Bacia Amazônica, é de 15 trilhões de m<sup>3</sup>, onde dessa quantidade, em média, 48% todo o ecossistema Amazônico utiliza e evapotranspira (ETP), outros 52% escoam pelos rios (Runoff), ou seja, aproximadamente metade do total. Estudos realizados somente em ecossistemas de floresta tropical mostram que 25% é evaporada, 50% é transpirada e 25% escoam pelos rios. A maior parte da Bacia Amazônica está ocupada pela floresta tropical Amazônica. No Brasil esta floresta cobre uma área calculada de 3,6x10<sup>6</sup> km que corresponde a 42% do território brasileiro. A precipitação como constitui o ramo descendente do ciclo hidrológico, cujo regime é determinado por suas características físicas, topográficas, geológicas e por seu clima. A Precipitação é importante devido apresentar uma distribuição espacial e temporal com influência na evaporação, na vazão de rios, no escoamento superficial e em diversas atividades humanas, como na agricultura, na qual a chuva determina os períodos de plantio e colheita e outras. Além disso, o estudo da precipitação é essencial para se compreender o regime hidrológico de uma região. O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento do Balanço Hídrico na Bacia Hidrográfica do Estado do Pará, com dados das normais climatológicas para o período de 1971 a 2000, contribuindo para o estabelecimento de políticas que atendam as necessidades da população e que minimizem o impacto ambiental, pois esta Bacia apresenta uma importância socioeconômica-cultural para todos os municípios, a qual ela faz parte, representando para os ribeirinhos fonte de alimentação, renda e lazer a qual está integrada à vida dessas pessoas.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O Balanço Hídrico de uma área unitária da superfície da terra é formado por: Precipitação (P), Evaporação / Evapotranspiração (E), Descarga / Escoamento (R), Reserva / Armazenamento (Q) e Uso / Consumo (U). A Equação da Conservação de massa apresenta-se:

$$P = E + R + Q + U$$

Onde:

E – Evaporação / Evapotranspiração.

Q – pode significar o escoamento Superficial ou Subterrâneo.

R – Armazenamento temporário de água no solo,

U – Água utilizada fisicamente ou quimicamente.

Como estamos trabalhando com medidas de longo prazo (normais climatológicas), vamos admitir que R e U são constantes, de forma que as flutuações dessas quantidades tornam-se insignificantes no balanço hídrico e podemos simplificar a equação acima para:

$$P = E + Q$$

Onde:

P – Precipitação total anual;

E – Evapotranspiração total anual;

Q – Runoff (Escoamento Superficial) médio da Bacia;

Devido à caracterização de acentuada atividade convectiva no Estado do Pará faz com que o Estado não se enquadre dentro da classificação das quatro estações do ano bem definidas, como ocorre em regiões de latitudes médias. O conceito de estação nessa região é “chuvosa” e “menos chuvosa” em substituição às quatro estações do ano convencionadas para os hemisférios em função da sazonalidade decorrente do movimento astronômico da terra. O trabalho foi realizado utilizando dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar de 15 estações na Bacia Hidrográfica do Estado do Pará, correspondentes ao período de 1971 a 2000, obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia – (INMET – BE), Figura 01, para a época mais chuvosa (dezembro a maio), e para a época menos chuvosa (junho a novembro). A Evapotranspiração potencial foi obtida pelo método de Thrnthwaite & Mather (1955) e o Runoff indiretamente pelo modelo acima. Com base nas informações, foram elaborados gráficos dos totais médios anuais e sazonais de P, ETP e Q, representativos do período estudado, definindo assim a variabilidade dos elementos hidroclimáticos no Estado do Pará.

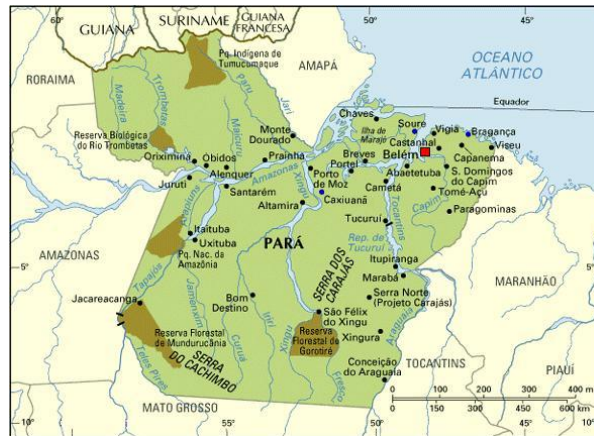


Figura 01 – Mapa do Estado do Pará

Fonte: [www.desmata.ufpa.br/imagens/mapas/para.gif](http://www.desmata.ufpa.br/imagens/mapas/para.gif)

## RESULTADOS E DISCURSÕES: Variação Sazonal do Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica no Estado do Pará : Estação Chuvosa:

Analisando a Figura 02, que mostra os totais de P, ETP e Q, observamos o comportamento destas variáveis em todas as estações meteorológicas estudadas no período chuvoso (dezembro a maio) e podemos notar dois grandes picos de precipitação (P) que são nas cidades de Soure e Belém, onde esses picos de Precipitação, ocasionam consequentemente, os maiores picos de Runoff ou escoamento superficial (Q), no entanto a evapotranspiração potencial (ETP) se comporta de maneira quase constante em todas as estações.

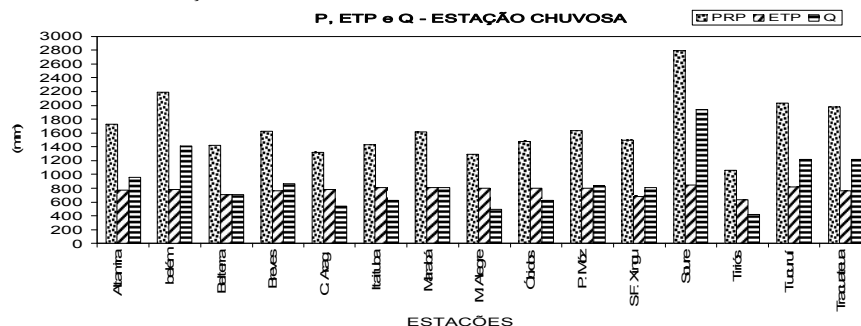


Figura 02 – Comportamento das três variáveis (P, ETP e Q) para a estação chuvosa, Período de 1971 a 2000.

**Estação Menos Chuvosa:** Analisando a Figura 03, que mostra os totais de P, ETP e Q, observamos o comportamento destas variáveis em todas as estações meteorológicas estudadas no período menos chuvoso (junho a novembro) e podemos notar que os valores da precipitação (P) diminuíram consideravelmente em todas as estações e em três delas, esses valores foram inferiores a 400 mm e ocorreram nas cidades de: Marabá, Monte Alegre e Tucuruí. Ao analisarmos a evapotranspiração potencial (ETP) observamos que esta variável tem o mesmo comportamento nesta estação quanto na estação chuvosa, para todas as estações. O Runoff (Q) apresentou valores negativos, com exceção da cidade de Belém, isso mostra que a ETP aumentou, devido aos ganhos (P) terem diminuído, assim sendo, observamos um balanço hídrico negativo neste período.

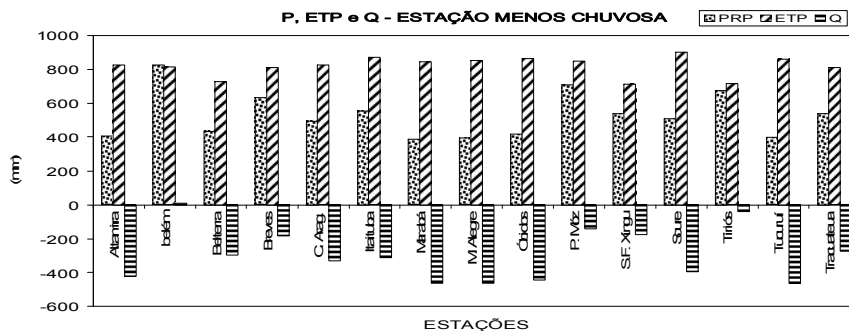


Figura 03 – Comportamento das três variáveis (P, ETP, e Q) para a estação menos chuvosa, Período de 1971 a 2000.

**Varição Anual:** A Figura 04 mostra os totais de P, ETP e Q onde observamos o comportamento destas variáveis em todas as estações meteorológicas estudadas e podemos notar que o Estado do Pará é tradicionalmente conhecido como sujeito a chuvas abundantes, com totais médios anuais da ordem de 2200 mm, com uma tendência dos máximos valores se concentrarem na mesoregião do Marajó (Soure) com 3297 mm e os mínimos valores ocorreram na mesoregião do Baixo Amazonas (Monte Alegre) com 1686 mm. Esses valores máximos e mínimos de precipitação ocasionam conseqüentemente, os maiores e menores picos de Runoff, onde esses valores ocorreram em Soure com 1548 mm e Monte Alegre com 35 mm e o total médio anual do Runoff foi da ordem de 608 mm. A evapotranspiração potencial se comporta de maneira quase constante em todas as estações estudadas e seu valor total médio foi de 1589 mm.

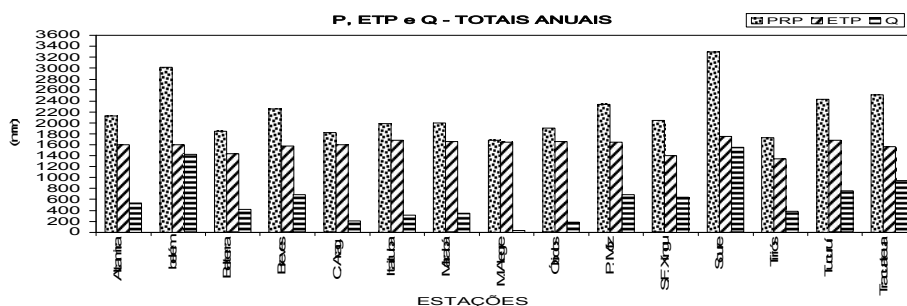


Figura 04 – Comportamento Total Médio anual das três variáveis (P, ETP e Q), Período 1971 a 2000.

A Figura 05 mostra em termos percentuais a contribuição das três variáveis para os totais médios, para o período chuvoso e menos chuvoso e observa-se que, em média, a distribuição da precipitação, contando com a contribuição anual de todas as estações meteorológicas estudadas que foi de 1673 mm (estação chuvosa), com uma ETP média de 771 mm, equivalente a 35% da precipitação média e um Runoff de 898 mm equivalente a

41% da precipitação média. Provavelmente estes resultados são devido à influência dos sistemas de grande/meso escala que penetram na Amazônia durante este período. Em termos totais médios para o período menos chuvoso, o valor de precipitação foi de 527 mm, cerca de 52% menor que na estação chuvosa, a ETP total média do período foi de 818 mm, cerca de 20% maior que na estação chuvosa, isso mostra que a ETP aumentou, devido a precipitação ter diminuído consideravelmente, assim sendo, esta estação apresenta um Runoff de 290 mm (negativo), portanto, observamos um balanço hídrico negativo neste período. Em termos percentuais, para os valores totais tivemos que ETP é da ordem de 72% da precipitação e o Runoff é de 28% da precipitação.

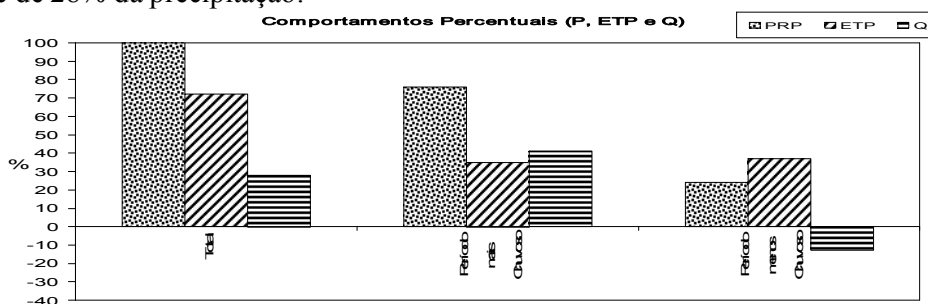


Figura 05 – Comportamento percentuais das três variáveis (P, ETP e Q), totais anuais, Período mais chuvoso e menos chuvoso.

## CONCLUSÃO

O balanço hídrico para a bacia hidrográfica do Estado do Pará na estação chuvosa é positivo, onde P, ETP e Q foram da ordem de 72%, 35% e 37%, ao passo que na estação menos chuvosa o balanço hídrico foi negativo e seus valores foram da ordem de 28%, 41% e 13% (negativo), respectivamente. Para a área total dos valores médios anuais para todas as 15 estações meteorológicas estudadas, a P anual foi de 2200 mm, com uma ETP de 1589 mm e o Q foi de 608 mm, o que implica, em um balanço positivo, onde a ETP foi de aproximadamente 72% da precipitação e o Q apresentou cerca de 28% da precipitação, levando a conclusão que as outras perdas (reserva/armazenamento e uso/consumo) são muito pequenas e por isso foram desprezadas, isso para uma média em toda a bacia hidrográfica do Estado do Pará. Cada dia se reconhece mais o valor econômico e social do tempo e do clima, considerados como recursos, onde a informação sobre o tempo, o clima e a água reveste-se de vital importância para a maioria das atividades socioeconômicas. Os prognósticos meteorológicos e hidrológicos representam um valioso suporte para o fomento da produção agrícola, na gestão de recursos hídricos, na luta contra a desertificação, etc.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- COSTA, M. C. Estudos Hidrometeorológicos da Bacia do Rio Mundaú – Alagoas e Pernambuco. Tese de mestrado, UFAL. 2004.
- JESUS, J. A. A. Características Hidrometeorológicas da Bacia Amazônica. TCC do Curso de Especialização em Meteorologia Tropical, UFPA. 2001.
- LEOPOLDO, P. R.; et al. Balanço Hídrico de Pequena Bacia Hidrográfica em Floresta Amazônica e Terra Firme. *Acta Amazônia*, 12(2): 333 – 337. 1982.
- PORTO, R. H. H.; et al. Apostila de Evaporação, Transpiração e Evapotranspiração. Hidrologia Aplicada. Escola Politécnica da USP. 1999.
- VILA NOVA, N. A.; et al. Estimativa da Evapotranspiração na Bacia Amazônica. USP, Instituto de Geografia. 1977.