



## CONDICIONANTES MORFOCLIMÁTICAS E ATIVIDADES SOCIOECONÔMICAS EM UM SEGMENTO DO MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACOTI-CE

PEDRO HENRIQUE BALDUINO DE QUEIROZ<sup>1</sup>  
MARTA CELINA LINHARES SALES<sup>2</sup>

**Resumo:** A compreensão da gênese morfoclimática representa uma categoria de análise das mais significativas para a avaliação e o diagnóstico dos sistemas naturais, especialmente de bacias hidrográficas. A finalidade deste trabalho é analisar as condições morfoclimáticas em um setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti e correlacionar com as atividades socioeconômicas desenvolvidas na área. Para tal, foram determinados os seguintes parâmetros climáticos: médias termo- pluviométricas referente ao período de 1978 a 2008, balanço hídrico, índice de umidade, índice de aridez, índice efetivo de umidade, coeficiente de variabilidade e o índice aridez estabelecido pela UNEP para avaliar a suscetibilidade da área à Desertificação. Associados a esses índices foram estimados o Índice de circularidade e o coeficiente de compacidade que indicam a propensão deste setor da bacia a processos de inundações.

**Palavras- chave:** condições morfoclimáticas. índices climáticos. rio Pacoti.

**Abstract:** Understanding the genesis morphoclimatic represents a category of analysis of the most significant for the assessment and diagnosis of natural systems, especially watershed. The purpose of this paper is to analyze the morphoclimatic conditions in a sector of the middle reaches of the watershed of the river Pacoti. To this end, we determined the following climatic parameters: medium-term rainfall for the period 1978 to 2008, water balance, moisture content, aridity index, effective moisture content, coefficient of variability and aridity index established by UNEP to assess susceptibility of the area Desertification. Associated with these indices were calculated the Index of Circularity and Compactness coefficient indicating the propensity of this basin processes of flooding.

**Keywords:** morphoclimatic terms. climate indices. Pacoti river.

### 1 – Introdução

A compreensão da gênese morfoclimática representa uma categoria de análise das mais significativas para a avaliação e o diagnóstico dos sistemas naturais, especialmente de bacias hidrográficas. A condição climática é considerada elemento condicionador na

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará – PROPGEO/UECE – pedrobalduino@hotmail.com

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará-UFC – mclsales@uol.com.br



dinâmica ambiental de determinada área, por fornecer calor e umidade, principalmente por ser responsável pelo desencadeamento de uma série de processos, como a formação dos solos, das formas de relevo, dos recursos hídricos, do desenvolvimento da vegetação, chegando a influenciar nas atividades econômicas, sobretudo na agricultura e na sociedade.

Este trabalho tem como objetivo analisar as condições morfoclimáticas em um setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, correlacionando com as atividades socioeconômicas desenvolvidas na área. O recorte espacial de análise está inserido entre as coordenadas geográficas UTM 512000/9540000 e 542000/9528000, abrangendo aproximadamente 247,6km<sup>2</sup> e inserida maior parte nos municípios de Redenção e Acarape. A figura 01 mostra a localização geográfica da área de estudo.

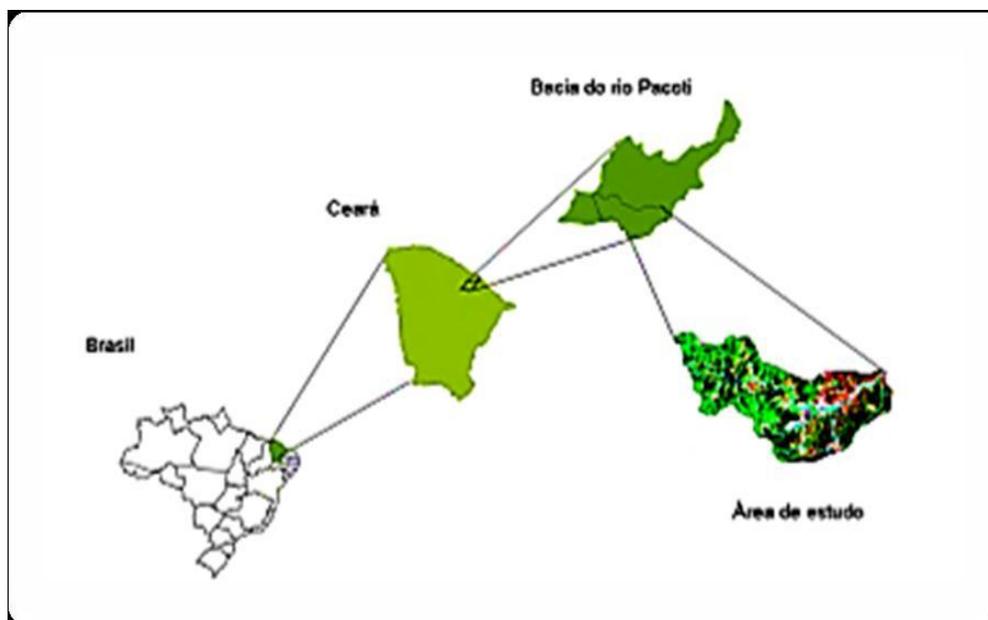


Figura 01: Localização Geográfica da área de estudo  
Elaboração: Queiroz, 2010.

## 2- Discussão

Inicialmente foi realizada a caracterização morfoclimática da área, a partir de variáveis climáticas e da compartimentação geomorfológica, para em seguida, correlacionar as atividades socioeconômicas que se desenvolvem em cada compartimento. A caracterização das condições climáticas desse setor da bacia tem como base, os dados referentes aos municípios de Redenção e Acarape, fornecidos pela FUNCEME- Fundação Cearense de



Meteorologia. Foram utilizadas as informações dos postos de ambos os municípios, referente as médias pluviométricas dos últimos 30 anos (trinta anos), compreendendo o período de 1978 a 2008.

Para determinar as temperaturas medias da área, foi utilizado o Programa Computacional Estimativa das Temperaturas Médias Mensais - CELINA Versão 1.0 (UFC/2007), desenvolvido por Costa e Sales (2007). Para obter as temperaturas médias mensais no CELINA foram utilizadas as coordenadas geográficas e as altitudes médias de ambos os postos. Em seguida, a partir dos dados de temperatura foi possível calcular o balanço hídrico utilizando-se o método de Thornthwaite e Mather (1955). Após a determinação do balanço hídrico foi determinado índice de umidade (IU), que relaciona o excedente hídrico com a evapotranspiração potencial. O índice foi determinado a partir da seguinte equação:

$$IU = (EXC/ETP) \times 100 \quad (1)$$

Em seguida foi determinado o índice de aridez (IA) 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 a evapotranspiração. É calculado através da seguinte relação.

$$IA = (DEF/ETP) \times 100 \quad (2)$$

Já o índice efetivo de umidade ( $I_u$ ) relaciona os dois índices acima e é utilizado para determinar o clima local, em geral abrange dois grandes grupos de climas: os úmidos , quando o  $I_m > 0$  e os secos ,  $I_m < 0$ . É determinado pela seguinte relação:

$$I_m = (I_u - 0,6 I_a) \quad (3)$$

Outro índice avaliado refere-se ao Coeficiente de Variabilidade. De acordo com Ramos e Sales (2000), com o coeficiente de variação aplicado a pluviosidade pode-se ter uma compreensão da variabilidade interanual das precipitações. É calculado para a série histórica de dados de precipitação média anual, pela equação 4, onde  $\sigma$  é o desvio padrão da precipitação média anual da série histórica e  $p$  precipitação média anual.

$$CV = \sigma / P \times 100 \quad (4)$$



Associado a esses índices foi calculado o Índice de Aridez ( $I_a$ ) proposto pela UNEP (1991), que definiu as áreas no mundo susceptíveis a processos de Desertificação, sendo consideradas propícias aquelas onde esse índice é igual ou inferior a 0,65. Esse índice é calculado pela razão entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial, como mostra a equação a seguir:

$$I_a = (P / ETP) \quad (5)$$

Visando avaliar a suscetibilidade da bacia no setor a processos de inundações foram aplicadas duas variáveis importantes: o Índice de Circularidade e o Coeficiente de Compacidade. O índice de circularidade representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial. Na equação,  $A$  é a área total da bacia e  $P$  é a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia.

$$I_c = 12,57. A / P^2 \quad (6)$$

O Coeficiente de Compacidade relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. As bacias hidrográficas podem ser classificadas em função do valor de  $K_c$  da seguinte forma:  $1,00 \leq K_c < 1,25$  - bacia com alta propensão a grandes enchentes;  $1,25 \leq K_c < 1,50$  - bacia com tendência mediana a grandes enchentes;  $K_c \geq 1,50$  - bacia não sujeita a grandes enchentes. Na equação abaixo  $K_c$  é o coeficiente de compacidade,  $P$  é o perímetro (m) e  $A$  refere-se área de drenagem ( $m^2$ ).

$$K_c = P / \sqrt{A} \times 0,28 \quad (7)$$

### 3- Resultados

Geologicamente esse setor da bacia é formado, pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Complexo Ceará, Granitóides Diversos, e Depósitos Aluviais. Do ponto de vista geomorfológico, esse setor da bacia abrange os Sertões Periféricos do Maciço de Baturité, marcado pela alternância de relevo plano e suave em alguns setores (200 m) a trechos onde o relevo é ondulado, com altitude em torno de 600 m.



Sob o aspecto climático, a circulação atmosférica no Estado do Ceará é regida, basicamente por três sistemas atmosféricos geradores de precipitação: as frentes frias, com sua formação original no pólo sul; a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que oscila dentro da faixa dos trópicos e os Vórtice Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), com tempo de atuação variável dentro do período de chuvas. Cabe ainda destacar, outros sistemas de menor atuação, como as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidade Tropicais, os Complexos Convectivos de Meso-Escala (CCM's), etc.

A ZCIT é o principal sistema sinótico responsável pela ocorrência da quadra chuvosa. Atinge sua posição máxima no hemisfério sul, em torno do equinócio outonal (21 de março), retornando ao hemisfério norte em maio, quando o período chuvoso entra em declínio. Segundo Monteiro (1974) apud Bezerra *et al.* (1997), os alísios, condicionados pelo Anticiclone do Atlântico Sul, seria o sistema mais atuante na região, o que explicaria a tendência às condições de estabilidade dominante.

São os alísios de E-SE, impulsionados pelo referido sistema de alta pressão que geram os estados de bons tempos. Tais ventos penetram no Estado do Ceará em todo o ano, no entanto, com maior intensidade entre janeiro e junho. Porém, essa estabilidade do tempo, é alterada pela invasão dos sistemas que causam instabilidade e chuvas, no litoral, nas serras, sendo no mês de abril sua maior atuação.

A caracterização climática para este setor da bacia refere-se aos dados de temperatura e precipitação dos municípios de Redenção e Acarape, que se encontram inseridos neste setor da bacia. Os valores anuais de pluviosidade para Redenção oscilam entre 344,5 mm/ano (1993) e 1902,1 mm/ano (2001), já para Acarape oscilam entre 365,6 mm/ano (1993) e 1767,2 mm/ano (1994), resultando numa média total de 1164 mm para Redenção e 1039,4 mm para Acarape. No que se refere às temperaturas médias mensais, o município de Redenção registrou mínima de 24,7° C em julho e a máxima de 26,4°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 25,6°C. Já no município de Acarape, a mínima foi de 26,1°C em julho e a máxima de 27,7°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 27,0°C (FUNCEME, 2008). As figuras 02, 03, 04 sintetizam essas informações.

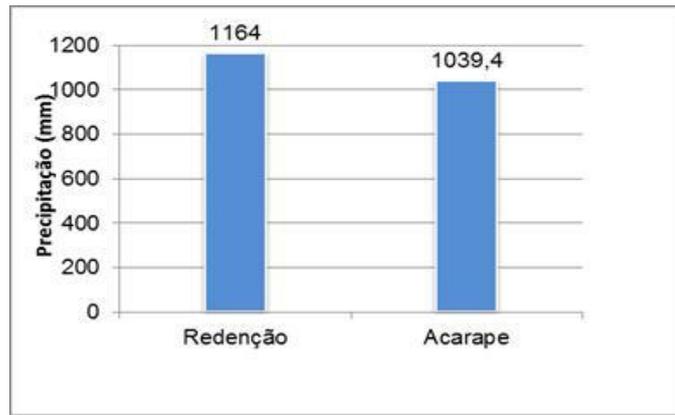


Figura 02: Média pluviométrica anual dos municípios de inseridos na área de estudo no período de 1978 – 2008.  
Fonte de dados: FUNCEME (2008)- Acessado em junho de 2009  
Organização: Queiroz, 2010.

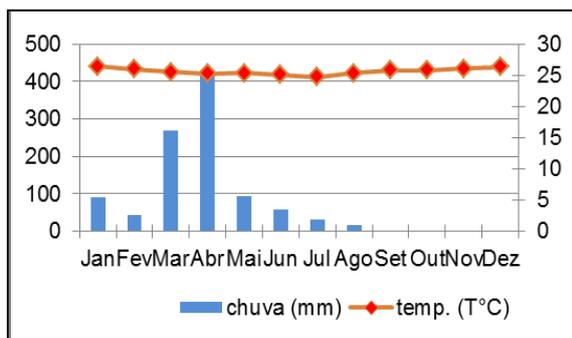


Figura 03 - Redenção (CE): Climograma referente ao ano de 2008.  
Fonte dos dados: FUNCEME (2008)- Acessado em junho de 2009  
Organização: QUEIROZ, 2010.

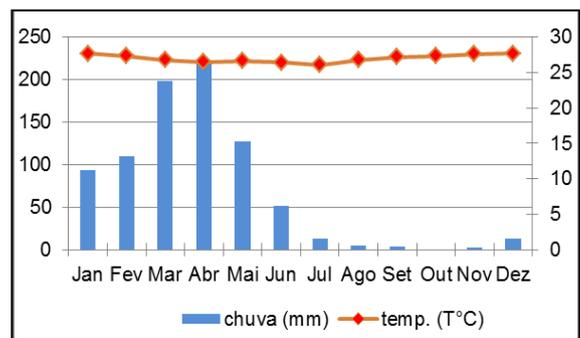


Figura 04 - Acarape (CE): Climograma referente ao ano de 2008.  
Fonte dos dados: FUNCEME (2008) - Acessado em junho de 2009.  
Organização: QUEIROZ, 2010.

Para a área em questão foi encontrado um índice de umidade em torno de 18,5, um índice de aridez (IA) de 17,8, resultando num índice efetivo de umidade de 0,6, permitindo classificar o clima local como úmido sub-úmido. No que tange a suscetibilidade da área a processos de Desertificação, foi encontrado um valor de 0,78, revelando, portanto, que em condições naturais, a área apresenta uma baixa suscetibilidade a tal processo. O resultado do coeficiente de variabilidade é bastante significativo na área de estudo, indicando um valor de 36%.

Para a análise do balanço hídrico da área, foram considerados apenas os dados referentes à série pluviométrica de Redenção, tendo em vista a ausência de dados no posto Acarape. Essa precariedade dos dados poderia comprometer os resultados dos índices climáticos aplicados na pesquisa. É importante ressaltar ainda que, a correção das falhas da



série histórica de Acarape, só seria possível caso houvesse postos pluviométricos próximos, nos quais as características das séries fossem semelhantes as da área de estudo. No entanto os postos localizados a montante e a jusante apresentam características bastante diferenciadas da área em questão.

De acordo com a figura 05 a seguir, observa-se que o período de maior intensidade pluviométrica é a época de reposição de água no solo, onde há o excedente hídrico, quando os solos já estão com sua capacidade máxima de armazenamento atingida e as precipitações são mais elevadas. Este período vai de janeiro até meados de julho, sendo o mês de abril o que apresenta maior excedente hídrico para a área.

Ainda segundo dados do balanço hídrico, há uma deficiência hídrica durante 4 (quatro) meses, iniciando-se em setembro e prolongando até dezembro. Na área os maiores déficits são registrados em outubro (120 mm), e novembro (120). A partir de dezembro têm-se um aumento nos valores de precipitação iniciando-se em janeiro um novo período de excedente hídrico. A figura 05 sintetiza o balanço hídrico para a região.



Figura 05 – Redenção (CE): Balanço Hídrico referente ao período de 1978-2000  
Fonte dos dados: FUNCEME (2008) – Acessado em junho de 2009  
Organização: Queiroz, 2010.

Essas condições termo-pluviométricas refletem diretamente nas condições morfoestruturais da área da bacia, tendo em vista que as condições hidrológicas e as variáveis morfométricas que atuam sobre o relevo, como a densidade de drenagem, a densidade hidrográfica, o índice de bifurcação, a extensão do percurso superficial da água e



o coeficiente de manutenção da bacia apresentarão variações consideráveis ao longo ano, tendo em vista a pluviosidade apresentar concentração espaço-temporal ao longo do ano.

Nesse segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti foram identificadas três unidades morfoestruturais: Maciços Residuais, Depressão Sertaneja e a Planície Fluvial, onde a modelagem da paisagem em cada unidade é resultado da combinação dos agentes climáticos associados as atividades antrópicas.

Nos Maciços Residuais as condições climáticas subúmidas favorecem a intensificação das condições de dissecação do relevo. Nas formas aguçadas, com relevo de topo continuo e aguçado separados geralmente por vales em “V”, a dissecação varia de muito fraca (< 250 m) a muito forte (>750 <1750 m). Já nas formas convexas, onde o relevo de topo é convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, separado por vales em “V” e eventualmente por vales de fundo plano, a dissecação é fraca (<250 m). Essas unidades durante a estação chuvosa encontram-se umidificados, sobretudo pelo efeito orográfico, constituindo-se assim em verdadeiras ilhas de umidade, diante da semi-aridez que se verifica no interior do Estado do Ceará.

Do ponto de vista socioeconômico encontram-se ocupadas com atividades agrícolas, sobretudo, plantações de milho, feijão, arroz de sequeiro. Em alguns setores há intensa extração de metacalcários para a produção de tinturas e corantes. Os principais representantes dessa unidade na área de estudo são popularmente conhecidos como Serra do Vento, Serra de Santa Rita, entre outros.

Na área da depressão sertaneja, os rios e riachos da área apresentam como um de seus traços mais característicos o referente á duração do escoamento superficial, concentrado durante a estação chuvoso; exceto o próprio rio Pacoti que têm seu escoamento assegurado, de modo parcial, pelas pequenas barragens á montante. Apesar das limitações quanto ao uso agrícola, essa unidade vem sendo utilizada ano após ano, sem tempo para descanso da terra, predominando ainda o sistema de agricultura tradicional, onde ocorrem os desmatamentos e queimadas que deixam os solos expostos ás fortes chuvas, ocasionando a remoção dos seus horizontes superficiais. Isso ocasionará, ao longo dos tempos, a redução da fertilidade natural e diminuição da produção agrícola.

Os rios e riachos da área apresentam como um de seus traços mais característicos o referente á duração do escoamento superficial, concentrado durante a estação chuvoso; exceto o próprio rio Pacoti que têm seu escoamento assegurado, de modo parcial, pelas pequenas barragens á montante. A planície fluvial, por sua vez, está quase sempre ocupada por plantações de banana e cana-de-açúcar conforme figura 06; cultura tradicional nos



municípios de Redenção e Acarape, voltada para a fabricação de rapadura e aguardente, tendendo ao declínio, com a redução da área plantada e dos níveis de produtividade.



Figura 06: Bananicultura na área da planície fluvial do rio Pacoti.  
Fonte: Queiroz, 2010.

Por fim foi avaliado o fator forma da bacia, no segmento de estudo. De acordo com Lima (1968), a forma geométrica de uma bacia hidrográfica está diretamente ligada à interação de fatores físicos-ambientais com clima e geologia. Nesse sentido, foi determinado o índice de circularidade (IC) e o coeficiente de compacidade (Kc) na tentativa de avaliar suscetibilidade da área a enchentes. Tanto o Kc como o Ic relacionam a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. De acordo com Villela e Mattos (1975), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho.

Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Uma bacia será mais suscetível a enchentes mais acentuadas quando seu Kc for mais próximo da unidade. Já um índice de circularidade igual a 0,51 representa um nível moderado de escoamento; maior que 0,51 indica que essa bacia tende a circular; menor que 0,51 a bacia tende a ser mais alongada, o que favorece um maior escoamento.

De acordo com os resultados obtidos ( $Kc = 1,50$  e  $Ic = 0,43$ ), pode-se afirmar que esse trecho da bacia hidrográfica do rio Pacoti mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor acima da unidade e o índice de circularidade ser menor que 0,51. Assim, há uma



indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada.

#### 4-Conclusões

A conjuntura morfoclimática do rio Pacoti resulta da combinação de variáveis hidroclimáticas e antrópicas que atuam modelando a paisagem local. Com base no estudo realizado, pode-se afirmar que este setor da bacia é resultante das condições climáticas sub-úmidas que promovem intensa dissecação do relevo, especialmente nos maciços residuais da área. A partir dos dados do balanço hídrico constatou-se uma concentração espaço-temporal da distribuição das chuvas ao longo do ano, o que influencia diretamente no escoamento dos canais fluviais de primeira ordem, ficando restrito ao primeiro semestre do ano.

A área apresenta baixa suscetibilidade a processos de desertificação, no entanto, nota-se um avanço de práticas agrícolas incompatíveis com a dinâmica local, sobretudo nas áreas de depressão e planície fluvial, o que pode ao longo dos anos comprometer a sustentabilidade das terras locais. No que abrange a forma da bacia, verificou-se que no setor ela é alongada e com baixa tendência a enchentes, fato que pode ser justificado pelo baixo índice de circularidade ( $I_c = 0,43$ ) e elevado Coeficiente de Compacidade ( $K_c = 1,50$ ).

#### 5- Referências Bibliográficas

BEZERRA, E. C.; BEZERRA, J. E.G; MENDES, M.F. Precipitações. In: CEARÁ. Instituto de Planejamento do Ceará. IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA – **Banco de dados meteorológicos**. <http://www.ceara.gov.br/?secretaria=FUNCEME&endereco=http://www.funceme.br/>. Acesso em junho de 2009.

LIMA,W.P. **Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 1968.

THORNTHWAITE, C.W. ; e MATHER, J.R.. **The water balance. Publications in Climatology**. Centerton, New Jersey v. VIII,1955 .

VILLELA, S.M.; e MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, Ed. Mcgraw- Hill do Brasil,1975