

ANÁLISE HIDROCLIMÁTICA DA MICROBACIA DO RIO GRANJEIRO/CRATO-CEARÁ

Denise da Silva Brito
Universidade Regional do Cariri
denisebrito19@hotmail.com

Juliana Maria Oliveira Silva
Universidade Regional do Cariri
juliana.oliveira@urca.br

CLIMATOLOGIA: APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E TÉCNICOS.

Resumo:

A pesquisa analisou a distribuição pluviométrica na microbacia do rio Granjeiro, município de Crato/Ceará com base nos postos pluviométricos da FUNCEME que estão inseridos na área de estudo: posto Crato (1974 a 2011) e posto Lameiro (1994 a 2011) e posteriormente a realização do balanço hídrico para uma melhor caracterização das condições climáticas da área. Na análise dos gráficos do balanço hídrico dos postos observa-se que o período de maior intensidade pluviométrica é a época de reposição de água no solo, que corresponde a quadra chuvosa, e onde ocorre o excedente hídrico, quando os solos já estão com sua capacidade máxima de armazenamento atingida e as precipitações são mais elevadas. É possível também calcular os índices climáticos que dão suporte para a caracterização de um clima seco sub-úmido nos dois postos pluviométricos, ressaltando também a importância do clima e da hidrografia para o planejamento ambiental possibilitando o conhecimento detalhado das condições climáticas da área.

Palavras-chaves: clima, pluviometria, microbacia

ABSTRACT

The research analyzed the rainfall distribution in the watershed of the river Granjeiro, Crato / Ceará based on the climatic stations FUNCEME that are embedded in the study area: post Crato (1974 to 2011) and post Lameiro (1994 to 2011) and subsequently completion of the water balance for a better characterization of the climatic conditions of the area. In analyzing the charts of the water balance of the positions is observed that the period of greatest rainfall intensity is the time of replacement of water in the soil, which corresponds to rainy season, and where the water surplus occurs when soils are already with their ability reached maximum storage and rainfall is higher. You can also calculate climate indices that support for the characterization of a sub-humid dry climate in the two climatic stations, highlighting the importance of climate and hydrology for environmental planning enabling detailed knowledge of the climatic conditions of the area.

Keywords: climate, rainfall, watershed

Objetivos

Analisar a distribuição pluviométrica na microbacia do rio Granjeiro, município de Crato/Ceará com base nos postos pluviométricos da FUNCEME que estão inseridos na área de estudo e posteriormente a realização do balanço hídrico para uma melhor caracterização das condições climáticas da área.

Referencial Teórico e Conceitual

Os principais mecanismos de circulação atmosférica que regulam o regime de chuvas na região do Nordeste Brasileiro e com destaque para o Ceará são os seguintes de acordo com Ferreira e Melo (2005): a) Eventos El-Niño-Oscilação Sul (ENOS); b) Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na bacia do oceano Atlântico; c) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico; d) Frentes Frias; Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). E) Ondas de Leste. Além desses mecanismos, destaca-se, também, a atuação das Linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e o efeito das brisas marítima e terrestre sobre a precipitação.

No Ceará, as chuvas mais significativas iniciam-se em dezembro e janeiro (pré-estação) e podem estender-se até junho ou julho, dependendo das condições oceânicas e atmosféricas atuantes.

As massas úmidas provenientes do litoral segundo Magalhães (2006) chegam à região do Cariri pela calha do Rio Jaguaribe, ao norte. Ao encontrarem a barreira topográfica da Chapada do Araripe, essas massas ascendem, resfriando-se e precipitando-se a barlavento. Por isso, os valores pluviométricos do lado cearense são superiores em relação às áreas localizadas a sotavento, no Estado de Pernambuco. Assim, localizado a barlavento da Chapada do Araripe, o município do Crato recebe esse ar ascendente com umidade relativa e significativa ocorrência de precipitações que vão influenciar o regime hídrico da região. 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.

Metodologia Utilizada

A análise das condições climáticas da área de estudo foi feita, principalmente, com base no estudo dos parâmetros climáticos referentes à precipitação e temperatura.

Os valores de precipitação foram obtidos pela FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia) referentes aos postos pluviométricos Crato (1974 a 2011) e Lameiro (1994 a 2011) situados no município do Crato e que se encontram dentro da área de estudo. Trata-se de uma série importante para a análise do regime pluviométrico da área estudada, devido a chuva ser uma característica das condições climáticas regionais e locais. Devido os postos não apresentarem dados de trinta anos seguindo as normais climatológicas, os dados eleitos padronizam um recorte temporal dos postos localizados na microbacia. Para determinar as temperaturas médias da área, foi utilizado o Programa Computacional Estimativa das Temperaturas Médias Mensais - CELINA Versão 1.0 (UFC/2007), desenvolvido por Costa e Sales (2007). Em seguida a partir dos dados de temperatura foi possível calcular o balanço hídrico utilizando-se o método de Thornthwaite e Mather (1955). Na tabela 01 estão destacados os postos pluviométricos inseridos nesse trecho da microbacia, com suas respectivas coordenadas geográficas e altitudes.

Tabela 01: Postos Pluviométricos selecionados para a pesquisa.

Postos pluviométricos	Município	Coordenadas geográficas	Altitude
Crato	Crato	7° 14' 39" 24'	421
Lameiro	Crato	7°14' 39"25'	565

Fonte: FUNCEME, 2012.

AS PRINCIPAIS QUESTÕES/ PONTOS DESENVOLVIDOS

A região do Cariri, situada na porção sul do Estado do Ceará, compreende 33 municípios, com uma área total de aproximadamente 19.364 Km², que corresponde a 13,2% do estado.

A sede do município do Crato localiza-se nessa região, e apresenta como principais coordenadas geográficas: Latitude (S): 7°14'03" e Longitude (W): 39°24'34", ocupando uma área de 1.117,5 Km². Limita-se ao norte com Caririagu e Farias Brito; ao sul com o Estado de Pernambuco e Barbalha; a leste com Barbalha, Juazeiro do Norte e Caririagu e a oeste com Nova Olinda, Santana do Cariri e o Estado de Pernambuco (IPECE, 2004). Seus distritos são: Crato (sede), Baixio das Palmeiras, Belmonte, Campo Alegre, Dom Quintino, Monte Alverne, Bela Vista, Ponta da Serra, Santa Fé e Santa Rosa.

A área delimitada para o presente estudo é a microbacia do rio granjeiro, que possui suas nascentes na Chapada do Araripe e durante o seu percurso drena a cidade do Crato. Segundo Santos et al (2007) a fonte do Coqueiro nasce no sopé da Chapada do Araripe, na cidade do Crato, e juntamente com outras fontes formam o Rio Granjeiro, que após 8,5 km, conflui com o Rio da Batateiras. A figura 01 ilustra a localização da área de estudo.

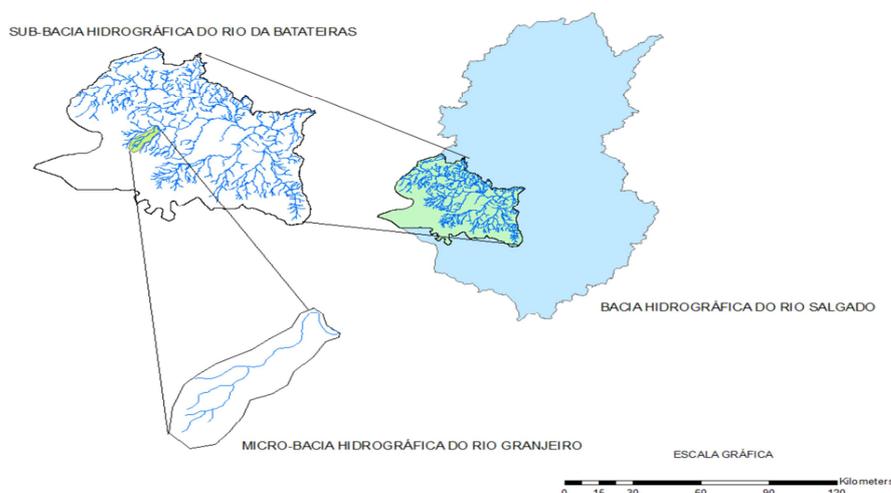


Figura 01: Localização da área de estudo

Para entender a dinâmica hidroclimática da microbacia é preciso levar em consideração os seus componentes geoambientais para que possa compreender as inter-relações desses elementos.

O rio granjeiro nasce no sopé da chapada do Araripe, estando totalmente inserido na Bacia sedimentar do Araripe. Morfologicamente, 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 que origina as fontes responsáveis pelos rios e riachos. Seus rebordos apresentam-se fortemente dissecados, formando escarpas erosivas, mais abruptas nos setores nordeste e sul, Ribeiro (2004) estando dividida em topo, encosta ou vertente onde esta localizada as fontes e o pediplano sendo o baixo curso do rio granjeiro onde se encontra grande concentração urbana, que depositam as águas servidas no rio.

No percurso da microbacia há uma diversidade de solos como: Neossolos Litólico eutrófico, Luvisolo Crômico e Neossolos Flúvicos Ta eutróficos. Já a vegetação tem grande influencia do relevo e dos solos, acompanhando os principais cursos d’água da microbacia encontrava-se originalmente uma vegetação arbórea mais densa, com grande número de espécies da Floresta Subperenifólia Plúvio-Nebular, constituindo a Mata Ciliar, Nas áreas próximas às fontes, já nas áreas deprimidas e à jusante da microbacia, onde esta se une ao vale do rio Batateiras formando uma ampla planície fluvial, encontrava-se um grande número de palmáceas, como carnaúba, catolé, babaçu, macaúba e buriti. Ribeiro (2004). No baixo curso da microbacia a cobertura vegetal apresenta-se substituída por plantações de feijão, milho, cana-de-açúcar e capim.

De um modo geral, a mesorregião sul do Estado do Ceará, que corresponde ao Cariri Cearense, é caracterizada por valores pluviométricos mais acentuados em relação aos outros setores do território cearense. Inserida numa região tropical de clima semi-árido quente, essa área possui uma pluviosidade extremamente irregular, ou seja, a altura da precipitação anual flutua gradativamente através dos anos. (Magalhães, 2006).

De acordo com dados na área da chapada do Araripe e patamares ao entorno ocorrem chuvas mais abundantes que chegam anualmente a média de 1.154,6mm, no posto pluviométrico de Crato, e no posto Lameiro 1.241,7mm conforme o gráfico 01.

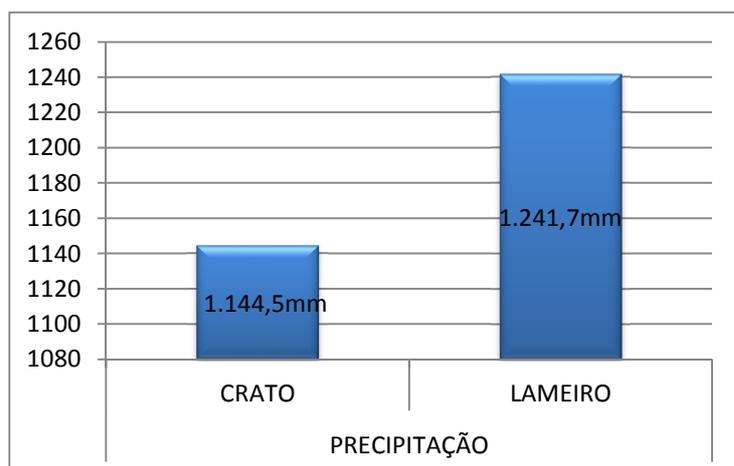


Gráfico 01: Média Pluviométrica anual do posto Crato no período de 1974 a 2011 e posto lameiro no período de 1994 a 2011.

Fonte: FUNCEME, 2012.

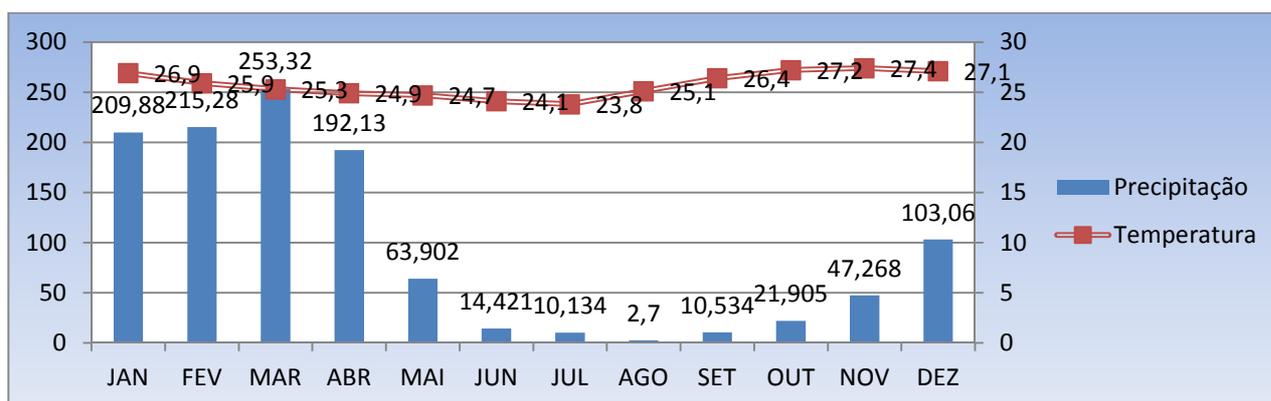
O Posto Lameiro possui maiores índices pluviométricos do que o do Crato, isto pode ser justificado pela altitude em que se encontra o posto, já que o Lameiro corresponde a uma área mais elevada do município na encosta da Chapada do Araripe no alto curso do rio Granjeiro, já o Posto Crato localiza-se mais abaixo do que o Lameiro na área do médio e baixo curso.

RESULTADOS ALCANÇADOS E DISCUSSOES

Ao interpretar os gráficos 02 e 03 nota-se que as chuvas na área de estudo se concentram no primeiro semestre do ano, que corresponde a quadra chuvosa, são os meses de janeiro, fevereiro, março e abril. O que apresenta maior índice pluviométrico é o mês de março, tanto para o posto Crato como também para o posto Lameiro. Esse fato é explicado pela forte ação da ZCIT nesse período do ano. Já os meses mais secos é agosto para ambos os postos.

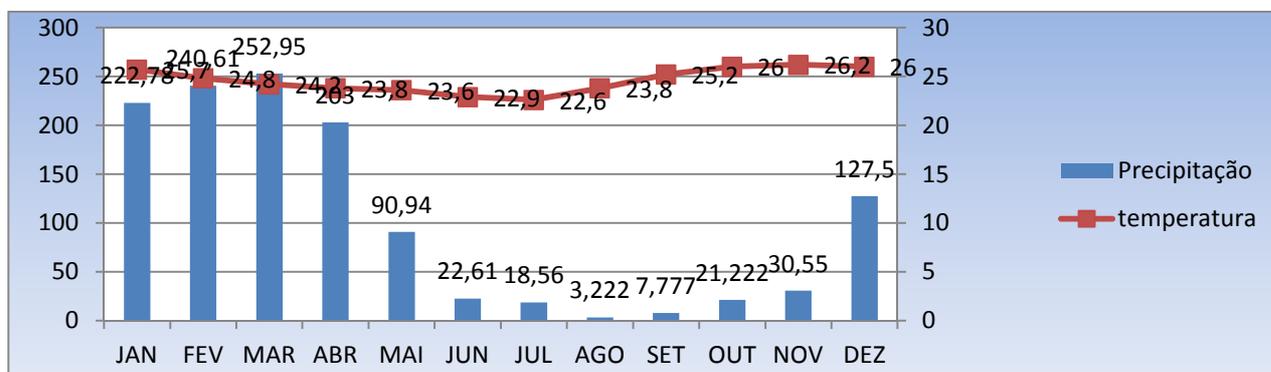
No que se refere às temperaturas médias mensais, o posto Crato registrou mínima de 23,8° C em julho e a máxima de 27,4°C em novembro, resultando numa média anual de 25,6°C. Já no posto Lameiro, a mínima foi de 22,6°C em julho e a máxima de 26,2°C em novembro, resultando numa média anual de 25,0°C; conforme observado nos gráficos 02 e 03 referentes aos anos de 1974 a 2011 para o posto Crato e 1994 a 2011 para o posto lameiro.

Gráfico 02: Média Pluviométrica do posto Crato no período de 1974 a 2011.



Fonte: FUNCEME, 2012.

Gráfico 03: Média Pluviométrica do posto Lameiro no período de 1994 a 2011.



Fonte: Funceme, 2012

Balanco Hídrico e Índices Climáticos

Para o planejamento ambiental da microbacia do Rio Granjeiro, é de fundamental importância a análise do balanço hídrico, para conhecer a disponibilidade de água da área de estudo.

O conceito de balanço hídrico avalia o solo como um reservatório fixo, onde a água armazenada, somente será removida pela ação das plantas. Além da evapotranspiração potencial, o balanço hídrico possibilita estimar a evapotranspiração real (ETR), excedente hídrico (EX) deficiência hídrica (DEF), e as fases de reposição (ARM) e retirada de água no solo Queiroz (2010). Para análise do balanço hídrico da área, foram considerados os dois postos: Crato com a série de 1974 a 2011 e Lameiro com a série 1994 a 2011. A seguir, na tabela 02 têm-se os valores do balanço hídrico para o posto Crato (1974 a 2011)

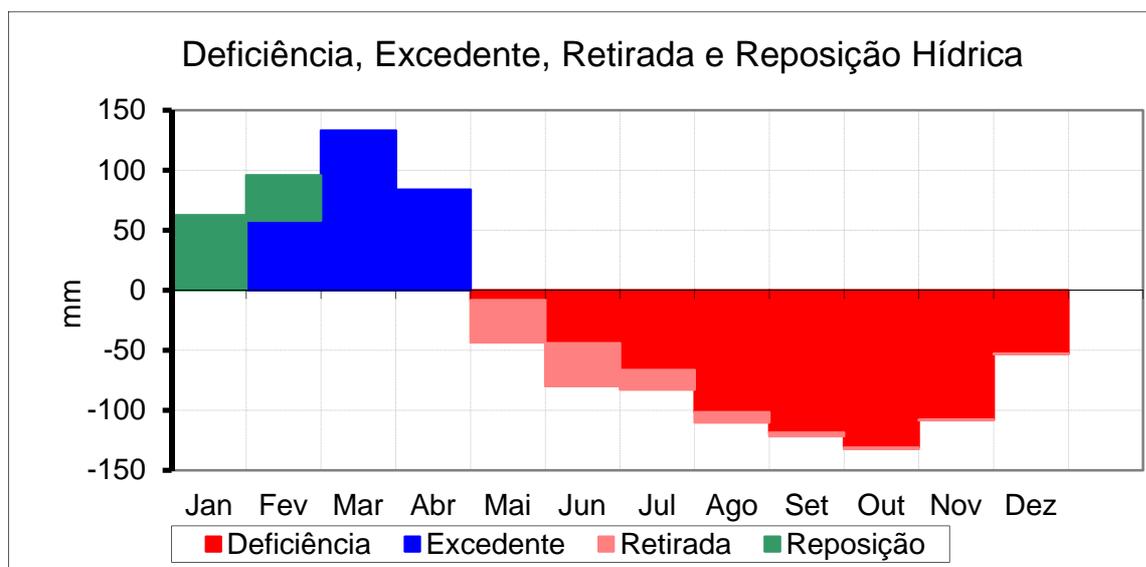
Tabela 02: Dados do balanço hídrico do Posto Crato/Crato

TEMPO	T	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	Exc
MESES	°C	mm	Thorntwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	26,90	209,88	147,52	62,4	-47,1	62,4	62,4	147,5	0,0	0,0
Fev	25,90	215,28	119,70	95,6	0,0	100,0	37,6	119,7	0,0	58,0
Mar	25,30	253,32	120,54	132,8	0,0	100,0	0,0	120,5	0,0	132,8
Abr	24,90	192,13	108,48	83,6	0,0	100,0	0,0	108,5	0,0	83,6
Mai	24,70	63,90	107,27	-43,4	-43,4	64,8	-35,2	99,1	8,2	0,0
Jun	24,10	14,42	94,19	-79,8	-123,1	29,2	-35,6	50,0	44,2	0,0
Jul	23,80	10,13	92,98	-82,8	-206,0	12,7	-16,4	26,6	66,4	0,0
Ago	25,10	2,70	112,82	-110,1	-316,1	4,2	-8,5	11,2	101,6	0,0
Set	26,40	10,53	132,14	-121,6	-437,7	1,3	-3,0	13,5	118,6	0,0
Out	27,20	21,91	154,06	-132,2	-569,9	0,3	-0,9	22,8	131,2	0,0
Nov	27,40	47,27	155,39	-108,1	-678,0	0,1	-0,2	47,5	107,9	0,0
Dez	27,10	103,06	156,16	-53,1	-731,1	0,1	0,0	103,1	53,1	0,0
Fim										
Totais	308,8	1144,5	1501,3	-356,7			0,0	870,1	631,2	277,4
médias	26	95	125				++100	73	53	23

De acordo com a tabela 02 e o gráfico 04 a seguir, observa-se que o período de maior intensidade pluviométrica é a época de reposição de água no solo, que corresponde a quadra chuvosa, e onde ocorre 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 março, sendo o mês de março o que apresenta maior excedente hídrico para a área.

Analisando ainda o balanço hídrico do posto Crato, observa-se que há uma deficiência hídrica durante 8 (oito) meses, iniciando-se em maio e prolongando até dezembro. Na área os maiores déficits são registrados em setembro (118,6 mm), e outubro (131,2 mm). A partir de dezembro têm-se um aumento nos valores de precipitação iniciando-se em janeiro um novo período de excedente hídrico (Ver gráfico 04).

Gráfico 04: balanço hídrico do posto Crato



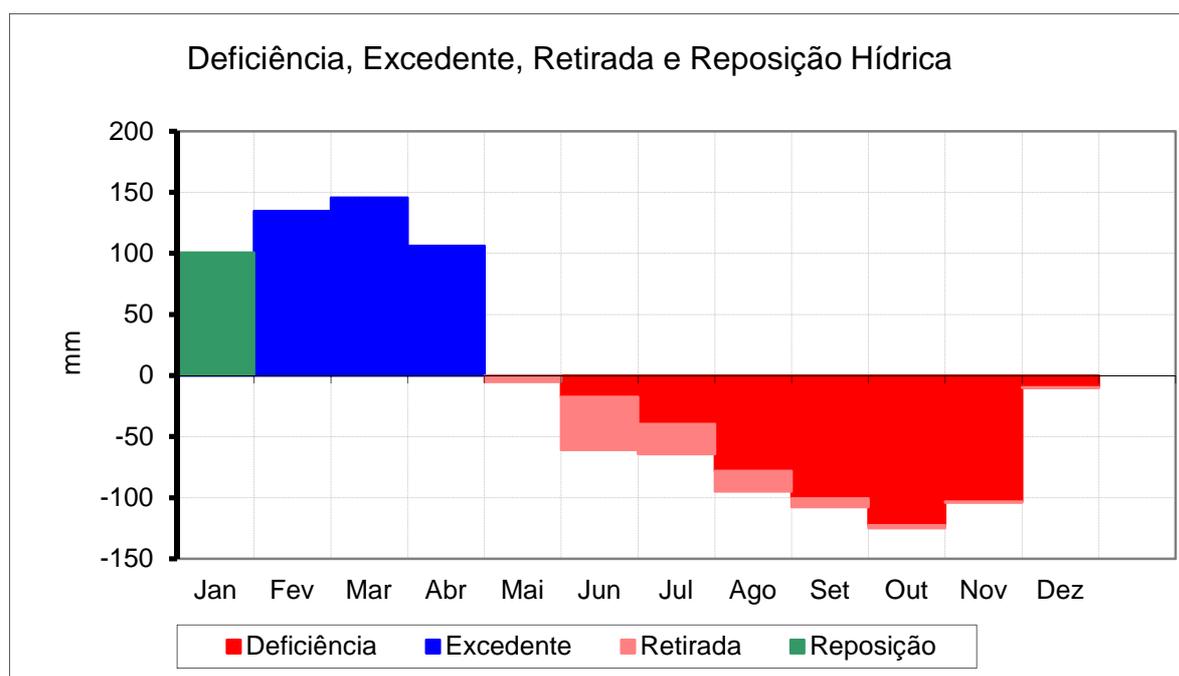
Para o posto lameiro, analisando a tabela 03 e o gráfico 05 referentes ao balanço hídrico, observa-se também que o período de maior intensidade pluviométrica é a época de reposição de água no solo, que corresponde a quadra chuvosa, e onde ocorre o excedente hídrico, quando os solos já estão com sua capacidade máxima de armazenamento atingida e as precipitações são mais elevadas. Este período vai de janeiro até março, sendo o mês de março o que apresenta maior excedente hídrico para a área. Verifica-se a ocorrência de deficiência hídrica em 7 (sete) meses, iniciando em junho até dezembro em outubro e novembro, os meses com maiores déficits são outubro (122,4 mm) e novembro (103,3mm).

Tabela 03: Dados do Balanço Hídrico para o Posto lameiro

Tempo	T	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Meses	°c	mm	Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	25,70	285,70	128,18	100,6	0,0	100,0	99,7	128,2	0,0	0,9
Fev	24,80	198,73	106,12	134,5	0,0	100,0	0,0	106,1	0,0	134,5
Mar	24,20	200,92	107,39	145,6	0,0	100,0	0,0	107,4	0,0	145,6
Abr	23,80	75,46	96,95	106,0	0,0	100,0	0,0	97,0	0,0	106,0
Mai	23,60	36,04	96,03	-5,1	-5,1	95,0	-5,0	95,9	0,1	0,0
Jun	22,90	15,18	83,58	-61,0	-66,1	51,7	-43,4	66,0	17,6	0,0
Jul	22,60	10,41	82,69	-64,1	-130,2	27,2	-24,5	43,0	39,7	0,0
Ago	23,80	12,88	98,06	-94,9	-225,0	10,5	-16,7	19,9	78,2	0,0
Set	25,20	49,34	115,25	-107,5	-332,6	3,6	-6,9	14,6	100,6	0,0
Out	26,00	112,94	133,57	-125,0	-457,6	1,0	-2,6	11,2	122,4	0,0

Nov	26,20	214,85	134,53	-104,0	-561,5	0,4	-0,7	31,2	103,3	0,0
Dez	26,00	285,11	137,14	-9,6	-571,2	0,3	0,0	127,5	9,6	0,0
Fim										
Totais	294,8	1235,0	1319,5	-84,5			0,0	848,0	471,5	387,0
Medias	25	103	110				_{+100}	71	39	32

Gráfico 05: balanço hídrico do posto lameiro



A partir dos dados do balanço hídrico dos dois postos pluviométricos é possível determinar uma série de índices climáticos que possibilitam uma melhor caracterização da microbacia do Granjeiro.

Um primeiro índice calculado refere-se ao índice de umidade (IU), que relaciona o excedente hídrico com a evapotranspiração potencial - $IU = (EXC/ETP) * 100$. 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- $IA = (DEF/ETP) * 100$.

Já o índice efetivo de umidade (Iu) 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 $Iu > 0$ e os secos, $Iu < 0$. É determinado pela seguinte relação: $Iu = (Iu - 0,6 Ia)$. Thornthwaite & Mather (1955), apresentam uma proposta de classificação do clima em razão do índice efetivo de umidade, como pode ser verificado no quadro 01:

Quadro 01- Tipos de clima em razão do índice efetivo de umidade (Im)

Grupos de Climas	Tipos de Climas	Símbolos	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
	Úmido Sub-úmido	C2	0 a 20
Seco	Seco sub-úmido	C1	-33 a 0
	Semi-árido	D	-66,7 a -33,7
	Árido	E	-100 a -66,7

Fonte: Thornthwaite & Mather (1955).

No posto Crato IU em torno de 18,47, um índice de aridez (IA) de 42,04, resultando num índice efetivo de umidade de -6,754 permitindo classificar o clima local como seco sub-úmido. Já o posto Lameiro o IU é em torno de 29,39, um de aridez (IA) de 35,73, resultando num índice efetivo de umidade de -7,882, sendo classificado em um clima seco sub-úmido.

Associado a esses índices foi calculado o Índice de Aridez (Ia) proposto pela UNEP (1991), que define as áreas no mundo susceptíveis a processos de Desertificação, sendo consideradas as quais esse índice é igual ou inferior a 0,65, como mostra o quadro 02. Esse índice é calculado pela razão entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial - $Ia = (P/ETP)$.

Quadro 02- Zonas de aridez determinadas por P/Etp.

Zona climática	Ia= p/ etp
Hiper- árido	Menor que 0,05 Atividade humana limitada em torno de oásis
Árido	Entre 0,05 e 0,20 Pastoreio é possível, mas altamente susceptível a variabilidade climática interanual ou aos recursos de água subterrâneo.
Semi-árido	Entre 0,20 e 0,50 Pastoreio sustentável, agricultura altamente susceptível a variabilidade climática interanual
Seco sub-úmido	Entre 0,50 e 0,65 Prática de grande variedade de atividades agrícolas de sequeiro
Climas úmidos	Maior que 0,65

Fonte: UNEP, 1992.

Para este trecho da bacia o valor encontrado foi de 0,78, revelando, portanto, que em condições naturais, a área apresenta uma baixa suscetibilidade a processos de Desertificação.

A análise hidroclimática da microbacia do rio grangeiro proporcionou conhecer a relevância que a análise do clima tem para as condições hidrológicas, devido, revelar informações importantes sobre a área, que facilita o planejamento ambiental, dando suporte para a prevenção de impactos ambientes relacionados com o clima e a hidrologia. Cabe ressaltar também que análise das condições climáticas de uma região é importante, pois o clima influencia nos processos e nas formas geomorfológicas, no regime dos rios, na disponibilidade dos recursos hídricos, na formação dos solos e na distribuição da cobertura vegetal e nas atividades desenvolvidas pelo homem, que na microbacia do rio grangeiro esta perceptível a ocupação desordenada nas margens do rio.

Referências Bibliográfica

FERREIRA, A. G. F.; MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol.1, nº 1, 2005.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. (FUNCEME). **Dados pluviométricos de 2011 e 2012**. Disponível em: < www.funceme.br>. Acessado em: 05 Julho de 2012.

MAGALHÃES, A.O., 2006. **Análise ambiental do alto curso da microbacia do Rio da Batateira no município do Crato/CE: subsídios ao zoneamento ecológico-econômico**. Dissertação de mestrado, UFC, Fortaleza.

MENDONÇA, F. A. ; DANNI-OLIVEIRA, I. M. . **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2007. v. 1. 208p .

QUEIROZ, P.H.B., 2010. **Planejamento Ambiental Aplicado a um Setor do Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti-Ce**. Dissertação de mestrado, UFC, Fortaleza.

RIBEIRO, S.C., 2004. **Susceptibilidade aos Processos Erosivos Superficiais com Base na Dinâmica Geomorfológica na Microbacia do Rio Grangeiro, Crato/CE**. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG.

SANTOS, A.C.B.; SILVA, M. A. P. da . **Revitalização da Margens do Rio Grangeiro Crato -CE**. Revista Brasileira de Biociências, v. 8, p. 20-22, 200