

ANÁLISE COMPARATIVA DA PRECIPITAÇÃO ENTRE OS MUNICÍPIOS CEARENSES DE IBIAPINA E MUCAMBO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DOS QUANTIS

João Rodrigues de Araujo Júnior¹

Isorlanda Caracristi²

INTRODUÇÃO

Segundo Marengo *et al.* (2011), a região Nordeste do Brasil, em especial o semiárido, tem como marcante característica a variabilidade temporal e espacial dos acumulados de precipitação, de modo que ocorre a alternância entre anos extremamente secos e outros chuvosos. A variabilidade climática, foi concebida por Sant'anna Neto (2003) e Steinke (2004) como a variação dos elementos climáticos em um determinado período de análise, causado pelas interações da atmosfera com outros elementos condicionantes naturais do planeta.

Segundo dados da Fundação Cearense de Meteorologia e de Recursos Hídricos (FUNCEME), as características predominantes do clima semiárido brasileiro são de acumulados em torno de 850 mm anuais distribuídos em poucos meses, normalmente de fevereiro a maio, com temperaturas médias superiores a 26 ° C. A caracterização dá-se pela irregularidade na precipitação anual e os elevados índices de evapotranspiração (INSA, 2023).

Porém, existem áreas que, devido ao condicionamento de fatores geográficos que influenciam o clima local, particularmente as configurações morfológicas do relevo, ocorrem variações nos parâmetros climáticos, criando áreas de exceção diante das características ambientais semiáridas regionais. Segundo Ab'Sáber (1970), as áreas de exceção, podem envolver superfícies topograficamente elevadas, como as áreas serranas com dimensões diversas e sob as influências de mesoclimas de altitude. Podendo ser atribuído o título de “ilhas verdes” no domínio morfoclimático das Caatingas, que pontilham e se sobrepõem às depressões interplantálticas e intermontanas semiáridas.

Para Marengo *et al.* (2011, p. 388) “entre os principais fatores que determinam a variabilidade do clima na região, se acham a posição geográfica, o relevo, as características da superfície e os sistemas de tempos atuais da região”.

¹ Mestrando do Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, joaorodriguesjunior597@gmail.com

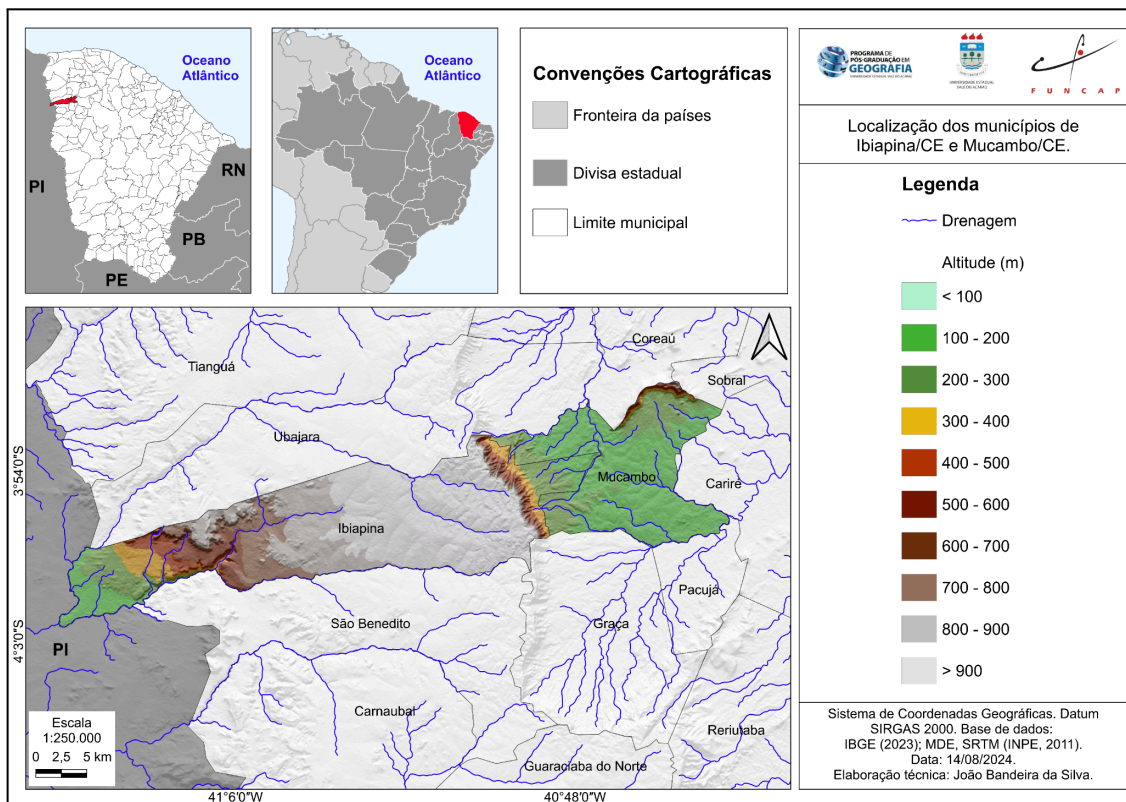
² Professor orientador: Professora Dra. Adjunta do Curso de Graduação e de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, icaracristi@hotmail.com

Ao analisarmos a variação espacial do clima no Ceará, Silva e Cavalcante (2004) e Caracristi (2007), ressaltam que a presença de fatores geográficos locais, como a altitude e a proximidade com o oceano, criam áreas dotadas de condições úmidas e subúmidas gerando contrastes significativos no quadro natural cearense, majoritariamente marcado por condições de semiaridez. Moura-Fé (2017) ao estudar o Planalto da Ibiapaba, salienta que as cotas altimétricas do relevo, criam uma diferenciação climática, colocando a Ibiapaba e a superfície sertaneja em planos naturais distintos.

Tendo como base a relação entre condicionante orográfico e variações pluviométricas, objetivou-se fazer uma análise dos acumulados de precipitação de dois municípios do Ceará, suscetíveis aos mesmos sistemas sinóticos de precipitação, porém, com uma distinção ambiental marcante, pois um se encontra na depressão sertaneja (Mucambo) e o outro, inserido no Planalto Sedimentar da Ibiapaba (Ibiapina).

A distância espacial entre os municípios é pequena, pois são limítrofes, sendo que os postos analisados estão a apenas 20 quilômetros um do outro, ambos inseridos da área urbana de cada município, porém verticalmente apresentam significativas variações, pois Mucambo se encontra a 170 metros de altitude e Ibiapina apresenta cotas de 878,42 metros (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização de Ibiapina e Mucambo.



Fonte: Elaborado por Silva, 2024.

Isso coloca os dois municípios em planos climáticos distintos em escala local, principalmente quando analisamos os dados históricos dos postos da FUNCEME (2024) e a caracterização do tipo climático dos mesmos: o posto pluviométrico de Mucambo está inserido no clima tropical semiárido-brando; já em Ibiapina, o posto pluviométrico está sob condições de um clima tropical subúmido.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram coletados dados sobre a precipitação ocorrida nos municípios de Mucambo e Ibiapina através dos bancos de dados da FUNCEME (2024), em um recorte histórico de 30 anos (1994-2023). O posto pluviométrico de Mucambo é o de nº 97, situando-se nas coordenadas de 40.7433 de longitude O e a 3.9057 de latitude S. O de Ibiapina, é o posto nº 56, estando a 40.8884 de longitude O e 3.9166 de latitude S.

Foram registradas falhas nos registros pluviométricos históricos, com períodos sem registros de precipitação, os quais foram contornados por meio do método de ponderação regional, por meio do cálculo 1. O procedimento consistiu em utilizar dados de no mínimo três estações pluviométricas vizinhas, que estejam dentro de um raio máximo de 150 km, evidenciando a ponderação regional no preenchimento das falhas, segundo Tucci & Silveira (2004, p.183).

$$Py = \frac{Py}{3} \left(\frac{Px1}{PX1} + \frac{Px2}{PX2} + \frac{Px3}{PX3} \right) \quad (1)$$

Onde :

Py → Valor a ser estimado do posto Y.

\underline{Py} → Precipitação média do posto Y.

$Px1; Px2; Px3$ → Precipitação nas estações X1, X2 e X3, correspondente ao mês ou ano que se deseja preencher.

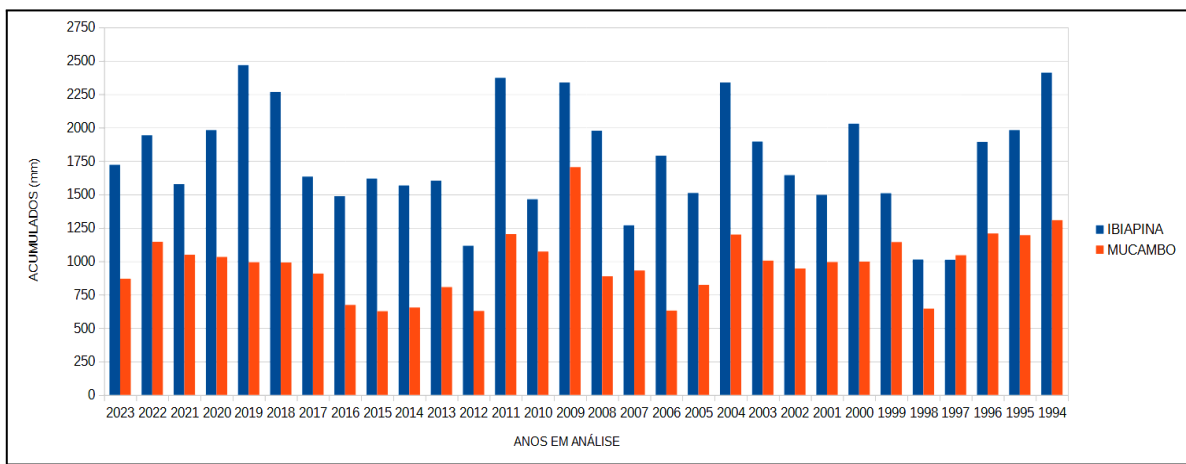
$PX1; PX2; PX3$ → Precipitação média das 3 estações vizinhas.

Com esses dados em mãos, foi empregado o método dos Quantis (Q), que, segundo Xavier et al (2002), representa um método de análise simples e eficaz para a interpretação de dados referentes a valores pluviométricos. Para esta pesquisa, usamos os princípios utilizados por Pinkayan (1966), Monteiro, Rocha e Zanella (2012), que atribui uma divisão em cinco classes, sendo estas: Muito Seco (Q = 0,15); Seco (Q = 0,350); Normal (Q = 0,50); Chuvoso (Q = 0,65); e Muito Chuvoso (Q = 0,85).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para representar os efeitos orográficos na variação espacial da precipitação entre Mucambo e Ibiapina, o gráfico 1 expressa bem a distinção anual dos acumulados entre os municípios.

Gráfico 1- Acumulados anuais de Mucambo e Ibiapina na série de 1994-2023.



Fonte: Dados da FUNCEME; Elaborado pelos autores, 2024.

Evidencia-se a superioridade dos acumulados do posto de Ibiapina em detrimento ao de Mucambo. Com os totais anuais de chuva acumulada dos dois municípios contabilizados, foram agrupados em duas tabelas (Tabela 1 e 2), em ordem crescente, visando a adequação dos valores para aplicação do cálculo Quantis (Equação 2).

Tabela 1 - Valores dos acumulados de Ibiapina ordenados para o cálculo Quantis.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	1012	1013	1116	1269,6	1464	1486,6	1497	1509	1511	1567
$P_i=i/(N+1)$	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	1577,2	1603	1619,5	1633,6	1645	1722,6	1790	1893	1896	1942,7
$P_i=i/(N+1)$	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1977	1981	1981,6	2030,4	2266,6	2337	2338	2372	2411	2467,5
$P_i=i/(N+1)$	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

Fonte: Dados da FUNCEME, Organizado pelos autores, 2024.

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i] \quad (2)$$

Tabela 2 - Valores dos acumulados de Mucambo ordenados para o cálculo Quantis.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	626	629	632	645,7	654	674	807	823	870	887
P_i=i/(N+1)	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	909	931,1	945	990	992	994	998	1006	1032	1044,9
P_i=i/(N+1)	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1049	1073	1143,4	1145	1194,7	1200	1203,5	1208,1	1307,6	1705
P_i=i/(N+1)	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

Fonte: Dados da FUNCEME, Organizado pelos autores, 2024.

Os dados foram contabilizados e adequados aos termos da equação do método Quantis, o cálculo foi realizado e os valores de precipitação de cada classe de precipitação foram estabelecidos para definir os anos como: Muito seco, Seco, Normal, Chuvoso e Muito Chuvoso. Estes valores podem ser identificados nas figuras 2 e 3:

Figura 2 - Valores estabelecidos para os Quantis de Ibiapina

15%	35%	50%	65%	85%
←...	←.....→	←.....→	←.....→→
Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso
	1.684,5			
1.395,9 mm	1.575,7 mm	1.947,8 mm	2.337,6 mm	
Q (0,15)	Q (0,35)	Q (0,65)	Q (0,85)	
<u>Onde:</u>				
Muito Seco (MS)	=	$X_i \leq Q (0,15)$	→	$X_i \leq Q 1.395,9 \text{ mm}$
Seco (S)	=	$Q (0,15) < X_i \leq Q (0,35)$	→	$1.395,9 \text{ mm} < X_i \leq 1.575,7 \text{ mm}$
Normal (N)	=	$Q (0,35) < X_i \leq Q (0,65)$	→	$1.575,7 \text{ mm} < X_i \leq 1.947,8 \text{ mm}$
Chuvoso (C)	=	$Q (0,65) < X_i \leq Q (0,85)$	→	$1.947,8 \text{ mm} < X_i \leq 2.337,6 \text{ mm}$
Muito Chuvoso (MC)	=	$X_i \geq Q (0,85)$	→	$X_i \geq 2.337,6 \text{ mm}$

Fonte: Adaptado de Monteiro, 2011.

Para Ibiapina, os anos considerados muito secos (Q 0,15), são os que têm acumulados iguais ou inferiores a 1.395,9 mm, os anos secos (Q 0,35) são os que estão acima de 1.395,9 mm até 1.575,7 mm. Os anos considerados normais são aqueles que apresentam acumulados entre 1.575,7 mm e inferior a 1.947,8 mm. Já os anos chuvosos veem ter valores iguais a 1.947, 8 mm até 2.337,6 mm. Por fim, os anos muito chuvosos (Q 0,85) são superiores a 2.337,6 mm. Já para Mucambo, podemos identificar que os valores de precipitação são significativamente menores que os de Ibiapina. Um ano considerado Muito Seco (Q 0,15) deve ter valor igual ou inferior a 654,3 mm, o que equivale a pouco menos da metade do valor de um ano muito seco de Ibiapina, evidenciando a grande variação na precipitação que ocorre entre os dois municípios.

Figura 3 - Valores estabelecidos para os Quantis de Mucambo.

15%	35%	50%	65%	85%
←...	←.....→	←.....→	←.....→→
Muito Seco	Seco	Normal 993mm	Chuvoso	Muito Chuvoso
Q 654,3 mm	906,14 mm	1044,9 mm	1202,3mm	
Q (0,15)	Q (0,35)	Q (0,65)	Q (0,85)	
<u>Onde:</u>				
Muito Seco (MS)	=	$X_i \leq Q(0,15)$	→	$X_i \leq Q(654,3 \text{ mm})$
Seco (S)	=	$Q(0,15) < X_i \leq Q(0,35)$	→	$654,3 \text{ mm} < X_i \leq 906,14 \text{ mm}$
Normal (N)	=	$Q(0,35) < X_i \leq Q(0,65)$	→	$906,14 \text{ mm} < X_i \leq 1044,9 \text{ mm}$
Chuvoso (C)	=	$Q(0,65) < X_i \leq Q(0,85)$	→	$1044,9 \text{ mm} < X_i \leq 1202,3 \text{ mm}$
Muito Chuvoso (MC)	=	$X_i \geq Q(0,85)$	→	$X_i \geq 1202,3 \text{ mm}$

Fonte: Adaptado de Monteiro, 2011.

Um ano seco (Q 0,35), deve ser superior a 654,3 mm até 906,14 mm. Um ano normal de precipitação deve apresentar valores entre 906,14 mm e inferior a 1044,9 mm. Para um ano ser considerado chuvoso, deve apresentar volumes igual ou superior a 1044,9 mm e inferior a 1202,3 mm. Já em anos chuvosos (Q 0,85), deve ser igual ou superior a 1202,3 mm. Com isso, pode-se notar que um ano considerado chuvoso em Mucambo, deve atingir um acumulado, que para o município de Ibiapina seria considerado muito seco. Tendo estabelecidos os dados acima, procedeu-se a classificação anual dos acumulados de cada município e a comparação entre eles, como é possível identificar na Tabela 3:

Tabela 3 - Classificação dos acumulados de Ibiapina e Mucambo pela categoria dos Quantis.

ANOS	IBIAPINA: Acumulados (mm)	CLASSIFICAÇÃO	ANOS	MUCAMBO: Acumulados (mm)	CLASSIFICAÇÃO
1994	2411	MUITO CHUVOSO	1994	1307,6	MUITO CHUVOSO
1995	1981	CHUVOSO	1995	1194,7	CHUVOSO
1996	1893	NORMAL	1996	1208,1	MUITO CHUVOSO
1997	1012	MUITO SECO	1997	1044,9	NORMAL
1998	1013	MUITO SECO	1998	645,7	MUITO SECO

ANOS	IBIAPINA: Acumulados (mm)	CLASSIFICAÇÃO	ANOS	MUCAMBO: Acumulados (mm)	CLASSIFICAÇÃO
2000	2030,4	CHUVOSO	2000	998	CHUVOSO
2001	1497	SECO	2001	994	CHUVOSO
2002	1645	NORMAL	2002	945	NORMAL
2003	1896	NORMAL	2003	1006	NORMAL
2004	2338	MUITO CHUVOSO	2004	1200	CHUVOSO
2005	1511	SECO	2005	823	SECO
2006	1790	NORMAL	2006	632	MUITO SECO
2007	1269,6	MUITO SECO	2007	931,1	NORMAL
2008	1977	CHUVOSO	2008	887	SECO
2009	2337	CHUVOSO	2009	1705	MUITO CHUVOSO
2010	1464	SECO	2010	1073	CHUVOSO
2011	2372	MUITO CHUVOSO	2011	1203,5	MUITO CHUVOSO
2012	1116	MUITO SECO	2012	629	MUITO SECO
2013	1603	NORMAL	2013	807	SECO
2014	1567	SECO	2014	654	MUITO SECO
2015	1619,5	NORMAL	2015	626	MUITO SECO
2016	1486,6	SECO	2016	674	SECO
2017	1633,6	NORMAL	2017	909	NORMAL
2018	2266,6	CHUVOSO	2018	990	NORMAL
2019	2467,5	MUITO CHUVOSO	2019	992	NORMAL
2020	1981,6	CHUVOSO	2020	998	CHUVOSO
2021	1577,2	NORMAL	2021	1049	CHUVOSO
2022	1942,7	NORMAL	2022	1145	CHUVOSO
2023	1722,6	NORMAL	2023	870	SECO

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Por meio da tabela 03, podemos identificar que, apesar da proximidade de 20 quilômetros entre as postos pluviométricos, o relevo cria condições climáticas distintas, devido ao barramento da umidade advindo do oceano atlântico, na vertente oriental do relevo da Ibiapaba, devido ao efeito orográfico. Ao analisarmos anualmente o comparativo das cidades, podemos identificar que na série de 30 anos, em 1997, Mucambo registrou 1044,9 mm, sendo um ano normal de precipitação, já em Ibiapina, registrou 1012 mm, o que o torna o ano mais seco da série de 30 ano e único em que choveu mais em Mucambo que em Ibiapina.

Nos demais anos, sempre choveu mais em Ibiapina que em Mucambo, de modo que nos anos de 2000, 2006, 2008, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019, 2020, a diferença entre os acumulados foi mais acentuada, chovendo em Ibiapina pouco mais de duas vezes o acumulado de Mucambo. Vale ressaltar que, os anos em que os municípios ficaram na mesma categoria de Quantis (nomeadamente: 1994, 1995, 1998, 2000, 2002, 2003, 2005, 2011, 2012, 2016, 2017 e 2020), os acumulados de Ibiapina sempre foram superiores, com exceção ao ano de 1997.

CONCLUSÃO

Por meio das distinções nos acumulados pluviométricos, verifica-se como o fator orográfico (altitude) age como um condicionante climática local, criando uma distinção nas condições hidroclimáticas da área em estudo e circunjacências. Assim, em meio ao semiárido, a variação espacial das condições climáticas é causada tanto pela posição de certas áreas em relação às massas de ar e aos sistemas sinóticos, como por condicionantes geográficos locais. Desse modo, vale destacar o grande efeito que as condições topográficas e altimétricas do relevo infligem na configuração das condições hidroclimáticas, condicionando alterações dos elementos climáticos, dentre elas os acumulados de precipitação, com significativas distinções de precipitação entre área de relativa proximidade no interior do semiárido brasileiro.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil. **Geomorfologia**, v. 20. São Paulo: IGEOG/USP, 1970.

CARACRISTI, I. Processo de Desertificação no Nordeste Brasileiro. Sobral, Revista da Casa da Geografia de Sobral, v. 8/9, n. 1, p. 49-61, 2006/2007.

MOURA-FÉ, M, M. Caracterização Hidroclimática da Ibiapaba e Áreas Adjacentes, Região Noroeste do Estado do Ceará. **Caderno de Ciências e Culturas**, Universidade Regional do Cariri (URCA), v. 16, n. 2, p. 89-111, dez. 2017.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. 2011. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**: Instituto Nacional do Semiárido - INSA, Campina Grande, pp. 384-422.

MONTEIRO, J.B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. E. 2012. Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980 – 2009): Baixo Curso do Apodi – Mossoró/RN. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 23. p. 232-249.

SANT'ANNA NETO, J. M. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 51-63, 2003.

STEINKE, E. T. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática do Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília. Brasília, 2004. 201f.

SILVA, J.B; CAVALCANTE, T.C. **Atlas escolar, Ceará: espaço geo-histórico e cultural.** Editora Grafset, João Pessoa. 200p.2004

TUCCI, Carlos E.M; SILVEIRA, André L.L. **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 3ª Ed. 2004, 943 p.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. Colorado: **State University**, Boulder-Co, 1966.p. (Hidrology Papers, 12).

XAVIER, T. M. B. S.; SILVA, J.F.; REBELLO, E.R.G. **A Técnica dos Quantis.** Ed. THESAURUS LTDA, Brasília - DF. 140 p. 2002.