

A IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS CHUVAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Raquel Fetter
Universidade de Brasília
raquelfetter@yahoo.com.br

Carlos Henke de Oliveira
Universidade de Brasília
carloshenke@unb.br

Carlos Hiroo Saito
Universidade de Brasília
carlos.h.saito@hotmail.com

CLIMATOLOGIA: APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

RESUMO

Na escala local, o conceito de vulnerabilidade ao clima contempla tanto fatores climáticos como sócio-econômicos. Daí a necessidade de conhecer as características dos elementos climáticos em escalas mais detalhadas. Esse trabalho teve como objetivo caracterizar as chuvas em municípios ao sul do estado do Piauí pela identificação de áreas homogêneas. Foram identificadas 13 áreas homogêneas (AH) por análise de agrupamento e método Ward. Posteriormente, foram desenvolvidas análises de anomalias de chuva pelo Standardized Precipitation Index (SPI) e análise de tendência pelo método de Mann-Kendall. A quantidade de anomalias severas e extremas de chuvas e secas variou ao longo das áreas homogêneas e no tempo. Na análise de tendência anual as AH B e K apresentaram tendência de diminuição das chuvas. Na análise mensal ocorreu tendência de aumento das chuvas para as AH B e C no mês de julho e tendência negativa para 13 casos sendo foi mais significativa para o mês de novembro. Considera-se que a identificação de AH de chuvas é um importante instrumento que pode dar visibilidade a necessidade de uma abordagem transescalar para lidar com o fenômeno da seca e sazonalidade das chuvas na região.

ABSTRACT

On local scale, the concept of climatic vulnerability includes both climatic as socioeconomic factors. Thus, there are crucial to know the characteristics of climatic elements on a detailed scales. This study aimed to characterize the rains in the southern of Piauí state (Brazil) using a homogeneous areas approach. We find 13 homogeneous areas (Ward's linkage method for cluster analysis) rainfall anomalies (Standardized Precipitation Index - SPI) and trend analysis (Mann-Kendall). The amount of severe and extreme anomalies (droughts and rainfall) show variation along homogeneous areas and time. In the anual trend analysis the AH B and K show rainfall decrease. In monthly trend analysis we found increase on B and C AH in July. Addiotionaly, we found negative trend for 13 cases, mainly for November. The identification of AH on rainfall data allows a trans-scalar approach to deal with the drought and rainfall seasonality.

INTRODUÇÃO

A seca se destaca dentre as adversidades meteorológicas que podem afetar o homem (Blain e Kainao, 2011). No entanto, a definição de seca é altamente sensível à escala. No nível regional, a seca é representada pela quantidade de chuvas e de evapotranspiração, o que a caracteriza como um fenômeno puramente climático, ao passo que na escala local, a seca é um fenômeno tanto climático como sócio econômico já que duas famílias diferentes podem sentir seus efeitos também de formas diferentes (Finan e Nelson, 2001). Para compreender a variabilidade dos impactos climáticos sobre as populações locais, foi criado o conceito de vulnerabilidade (Liverman 1990, Davies 1996, p 27., Ribot et al. 1996, Watts 1983, Corbett, 1988), visando contornar as dificuldades associadas à mitigação e ao combate dos efeitos das anomalias climáticas (Blain e Kainao, 2011; Finan e Nelson, 2001).

A vulnerabilidade aos efeitos do clima pode ser definida como “conjunto de características de uma pessoa ou grupo que determina a sua capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se dos impactos dos fatores climáticos de perigo” (Blaikie et al., 1994). É considerada como função da *exposição*, a qual está relacionada com a natureza, magnitude e frequência resultante da dinâmica climática; da *sensibilidade*, que representa o grau em que um sistema é modificado ou afetado por perturbações (Adger, 2006); e pela *capacidade adaptativa*, que representa a habilidade dos sistemas socioecológicos em administrar, acomodar e se recuperar de eventuais distúrbios ambientais (Smit; Wendel, 2006).

A perspectiva interdisciplinar de estudar a vulnerabilidade do semiárido brasileiro é o foco do grande projeto a que está vinculada esta pesquisa. A subrede “Mudanças climáticas e desenvolvimento regional” coordenada pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília e parte da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Rede Clima), é responsável pelo projeto “Mudanças climáticas, produção e sustentabilidade: vulnerabilidade e adaptação em territórios do semiárido” que tem por objetivo identificar a percepção das populações locais e dos formuladores de políticas públicas quanto aos impactos das mudanças climáticas na sustentabilidade do desenvolvimento dos territórios produtivos no semiárido brasileiro, com foco na análise de vulnerabilidade e adaptação desses sistemas.

De acordo com o foco da Subrede, o presente trabalho buscou, por meio de análises de agrupamento, identificar áreas homogêneas de chuva em municípios ao sul do estado do Piauí compreendidos dentro e fora dos limites do semiárido brasileiro, a fim de caracterizar a dinâmica temporal das chuvas para ser utilizada nas discussões sobre vulnerabilidade da agricultura familiar nas demais etapas do projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada entre as coordenadas $-46^{\circ}7'30.702''\text{O}$ e $-7^{\circ}42'38.4336''\text{S}$ e $-43^{\circ}16'59.3292''\text{O}$ e $-10^{\circ}58'55.5744''\text{S}$, ao sul do estado do Piauí, correspondendo a uma área total de 111.63 km² (Figura 1).

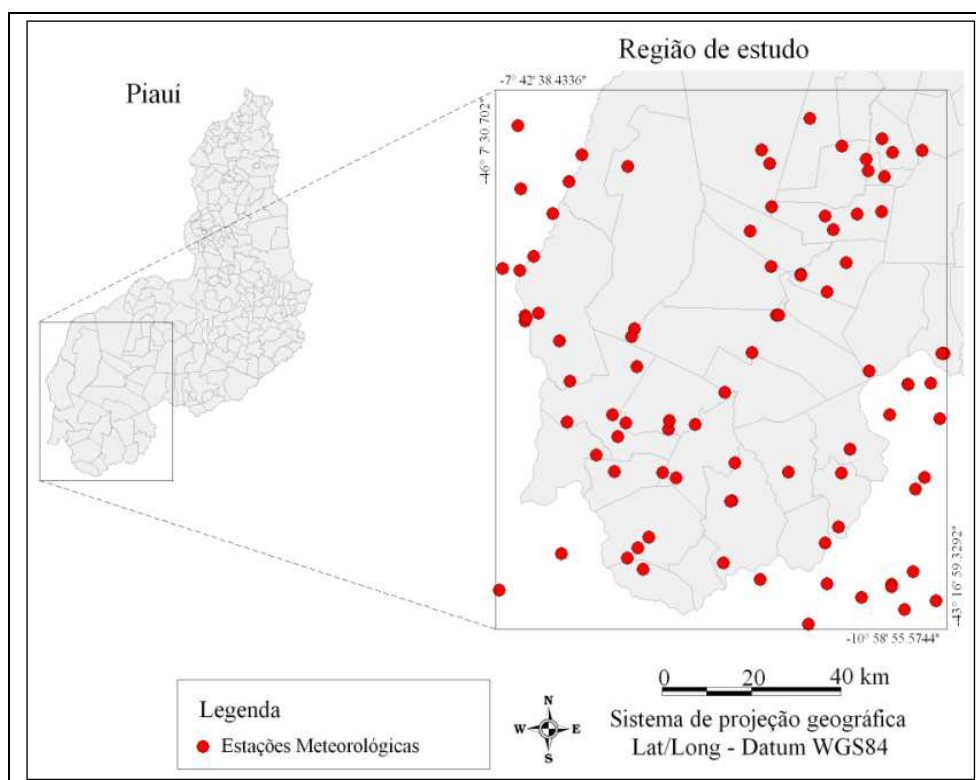


Figura 1: Localização da área de estudo no estado do Piauí.

ORGANIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Foram obtidos dados de precipitação pluviométrica na Agência Nacional de Águas para o período entre 1/1/1914 e 31/12/2010. Contudo, devido às interrupções prolongadas nos registros, foi utilizada uma série entre 01/01/1963 e 31/12/2010 (48 anos) de modo que fosse obtida o conjunto de dados mais consistente possível, sendo que para isso, também foram eliminados todos os meses com registros inferiores a 28 dias.

As interrupções nas séries mensais foram resolvidas por interpolação espacial pelo método de krigagem, que representa um método geoestatístico de interpolação de dados desenvolvido por Daniel Krige em 1950 (Krige, 1951) e fornece estimadores com propriedades de não-tendenciosidade para estimar o valor de um atributo em uma posição x não amostrada a partir de um conjunto de amostras. Foi utilizado o método de krigagem ordinária, em que as médias locais não são necessariamente próximas à média da população, usando-se apenas os pontos vizinhos para a estimação. Foram

utilizados apenas 5 referências por quadrante, que estivessem a uma distância de no máximo tantos 500 quilômetros.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS DE CHUVAS NA REGIÃO DE ESTUDO

O procedimento utilizado para a identificação e áreas homogêneas foi o método hierárquico de aglomeração de Ward (1963), que utiliza a distância euclidiana como medida de similaridade e tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido a minimização de variação interna e em cada estágio. A ligação entre os grupos considera o menor aumento na soma global de quadrados dentro dos agrupamentos (Hair et al., 2005). Os pontos de corte para a definição de grupos considerou uma distância euclidiana de 300 mm.

Para cada agrupamento identificado foram conduzidas análises de anomalias positivas e negativas de chuva, tendências temporais e análise espectral, descritas abaixo. Posteriormente os resultados foram integrados ao *SIG MapInfo 9.0* para a espacialização de padrões obtidos e criação de mapas temáticos.

Análise de eventos extremos pelo Índice Padronizado de Precipitação (SPI)

O Índice Padronizado de Precipitação (SPI) foi desenvolvido por McKee et al. (1993) para quantificar o déficit ou o excesso de precipitação em diferentes escalas de tempo. O SPI considera a natureza estocástica da seca e é, portanto, uma boa medida de secas meteorológicas de curta e longa duração, permitindo também a comparação entre locais e climas diferentes.

No cálculo do SPI, a série histórica é ajustada a uma distribuição normal, de média zero e desvio padrão um. Tecnicamente o índice SPI é um número, sendo o resultado da diferença entre o valor da precipitação em um determinado intervalo de tempo e o valor médio histórico da precipitação para o mesmo intervalo de tempo, dividido pelo desvio padrão (McKee et al., 1993). Neste estudo, o SPI foi calculado mensal e anualmente para as AH, e classificados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Valores de SPI e classificação dos eventos de anomalias de chuvas.

Valor de SPI	Severidade da seca
$\geq 2,00$	Chuva extrema
1,99 a 1,50	Chuva severa
1,49 a 1,00	Chuva moderada
0,99 a - 0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Seca moderada
-1,50 a -1,99	Seca severa
$\leq -2,00$	Seca extrema

Análise de tendência pelo método de Mann-Kendall

Para a avaliação da tendência climática foi utilizado o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall (τ) desenvolvido por Mann (1945) e Kendall (1975). O teste compara as magnitudes

relativas dos dados de amostra em vez dos valores dados propriamente ditos (Gilbert, 1987). Este teste considera que, na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre de forma aleatória (Sneyers, 1975). Cada valor de dados são comparados com todos os valores de dados subsequentes. O valor inicial da estatística de Mann-Kendall, é assumido como sendo $\tau = 0$, ou seja, sem nenhuma tendência. Se um valor de dados a partir de um período de tempo mais tarde é maior do que um valor de dados a partir de um período de tempo antes, τ é incrementado por 1. Por outro lado, se o valor de dados a partir de um período de tempo mais tarde é menor do que um valor de dados amostrados anteriormente, τ é decrementado de 1. O resultado líquido de todos os incrementos e decrementos produz o valor final de τ . No presente trabalho a análise de tendência foi calculada anual e mensalmente para as AH e o nível de confiança adotado foi de 0,05.

RESULTADOS

A média de chuvas na região foi de 945,3 mm com média diária de 2.58 mm. O período compreendido entre novembro e abril é considerado o mais chuvoso, com as médias diárias de chuva alcançando os maiores valores em janeiro, fevereiro e março. No mês de maio as chuvas atingem valores abaixo de 0,829 mm/dia, sendo que os valores mais baixos são registrados para julho e agosto (0,051 e 0,064 mm/dia). Em outubro iniciam as chuvas na região com valores acima de 2,45 mm/dia.

A definição de áreas homogêneas

A análise de agrupamento possibilitou a divisão da área de estudo em 13 áreas homogêneas (AH), as quais abrangeram diversos municípios e, em alguns casos, um único município foi dividido em mais de uma AH. Essas AH apresentam similaridade em relação à quantidade e a variabilidade de chuvas, ou seja, na variação conjunta das chuvas no conjunto de estações meteorológicas que as compõe. A importância da caracterização das distribuições pluviométricas em áreas consideradas homogêneas em relação aos padrões de chuvas merece atenção já que pode facilitar a identificação de prioridades de ações voltadas ao planejamento de atividades agrícolas, medidas mitigatórias e adaptativas aos impactos da falta de chuva, dentre outros, favorecendo assim a melhor convivência com o clima da região.

Existem controvérsias em relação a escala climática mais adequada em determinados estudos, tanto para a extensão como para a periodicidade dos fenômenos que nelas ocorrem. Portanto, como salientam Mendonça e Danni-Oliveira (2007), considerou-se que a interação dos controles atmosféricos com os fatores geográficos do clima determina o dinamismo do fluxo de energia que se dá em áreas diferentes do espaço terrestre e utilizou-se a sua proposta escalar ao nível de mesoclima. Nessa abordagem, a extensão espacial do mesoclima é bastante variável possuindo subunidades de clima local, topoclima e clima regional que se enquadram de poucos a dezenas de quilômetros quadrados e dimensões superiores a esta. Dessa forma a dimensão escalar utilizada na definição das

AH (que variou entre 6,5 km² e 31,8 km²) resguardaria informações importantes sobre o componente físico do ambiente, mesmo que a influencia desses não tenha sido avaliada. Além disso, a definição de 13 AH (Figura 2) é resultado da escala espacial mais adequada aos objetivos da pesquisa de gerar agrupamentos capazes de mostrar diferenças intra e intermunicipais nos padrões de chuva. A dimensão espacial e o número de estações meteorológicas contempladas em cada AH são apresentadas na Tabela 2.

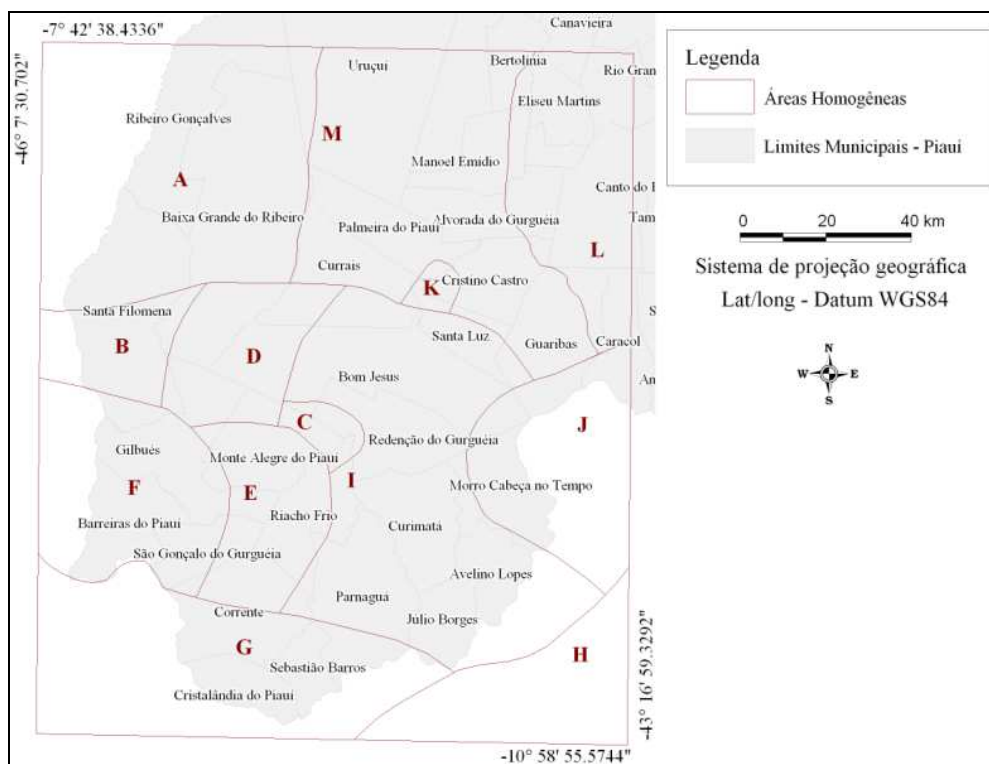


Figura 2: Áreas homogêneas e municípios ao sul do Estado do Piauí.

Tabela 2: Áreas homogêneas com a respectiva área (km²), quantidade de estações meteorológicas utilizadas nas análises de chuva e valores de pluviosidade média anual.

Área Homogênea	Área (km ²)	Quantidade de Estações Meteorológicas	Média Anual de chuvas (mm/ano)
A	18.263,79	9	1.261
B	3.254,74	5	1.383
C	967,97	1	1.173
D	4.898,87	3	997
E	5.033,12	5	968
F	8.605,26	7	1.088
G	13.806,45	8	1.068
H	6.054,41	8	918
I	18.566,38	10	914
J	7.662,69	11	773

K	557,05	2	1.026
L	8.058,72	8	893
M	15.899,06	11	914
Total (13 AH)	111.628,5	88	945,3

A análise dos dados mensais para a região revela um gradiente de aumento das chuvas no sentido leste-oeste e sul-norte como pode ser observado nos círculos azuis da Figura 3, e segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007) essa variabilidade pode estar relacionada com os fatores atmosféricos e com os fatores geográficos do clima. O fato é que devido as chuvas serem influenciadas por fatores físico-geográficos, como posição, extensão latitudinal e relevo, deve-se esperar que em grandes extensões territoriais o regime de chuva não seja muito homogêneo e nesse caso a análise de agrupamento foi capaz de compreender a diversidade das chuvas na região de estudo em áreas homogêneas (Figura 4).

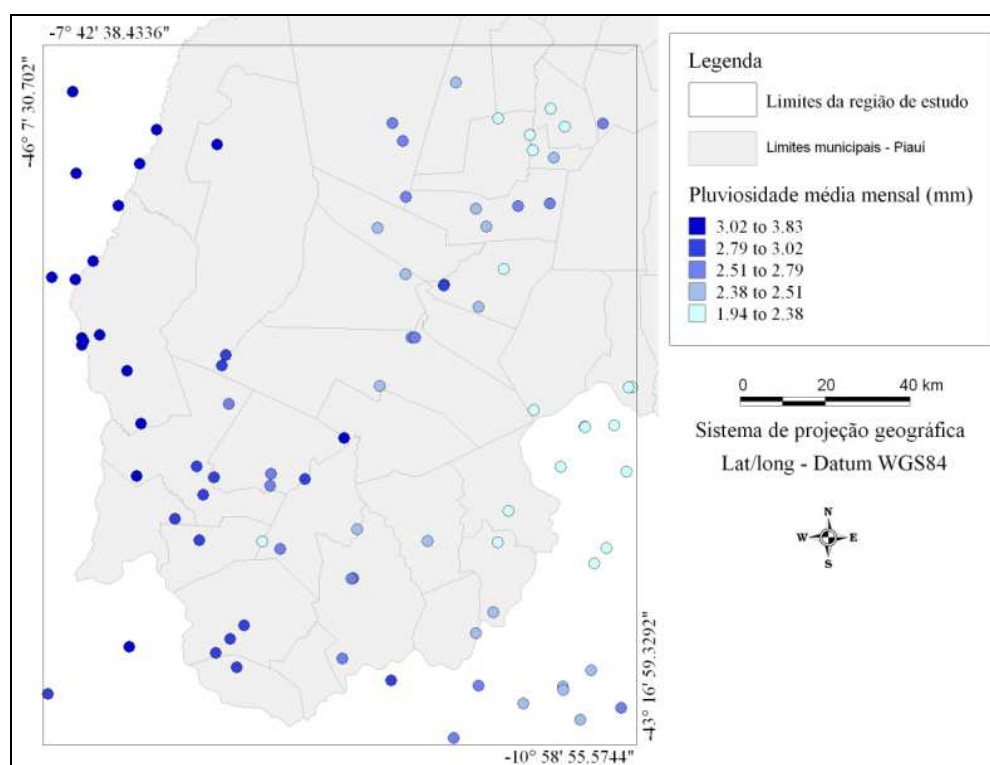


Figura 3: Pluviosidade média mensal (mm) nas estações meteorológicas da região de estudo.

O SPI nas Áreas Homogêneas

Embora a variabilidade seja uma componente conhecida da dinâmica climática, seu impacto, mesmo dentro dos limites esperados, pode ter reflexos significativos nas mais diversas atividades humanas. As sociedades e os recursos tecnológicos estão relativamente adaptados a certo nível de

variabilidade climática, além do qual as anomalias podem provocar profunda desestruturação no sistema ambiental e sócio-econômico (Nunes e Lombardo, 1995).

O SPI auxilia na identificação dos momentos em que eventos anormais ocorreram, pois possui uma distribuição normal. Assim, estatisticamente, os eventos extremos de seca ou chuvas são representados, respectivamente pelas caudas esquerda e direita da distribuição e abrigam, cada uma, 2,5% dos eventos.

Na análise das AH os valores de SPI mais elevados para chuva extrema ocorreram no ano de 2001 para as AH I, E, F, J, D, C no mês de julho e para as AH I, E, F, J no mês de junho; no ano de 1985, na AH K, no mês de junho; no ano de 1975 nas AH B e L, no mês de julho; e no ano de 1969, na AH K, no mês de agosto. Nos anos de 1966, 1983, 1987, 1991, 1998, 2000, 2005, 2006, 2007, 2008 e 2010 não houveram eventos de chuva extrema em nenhuma AH, ou seja, na década de 2000 os eventos de chuva extrema ficaram menos freqüentes. Os eventos de chuva extrema ocorreram com maior freqüência nos meses de junho, julho e agosto, os meses mais secos do ano, na maioria das AH, ao contrário dos eventos de chuva severa, os quais, ocorrem tanto em meses típicos de chuva como em meses típicos de seca, na maioria das AH. Os maiores valores de SPI para eventos de chuva severa ocorreram com maior freqüência na década de 1970, seguido da década de 1980 e depois 2000. Esses eventos severos ocorreram com menor freqüência na década de 1960 e 1990 e foram mais freqüentes na década de 1970.

A maioria dos eventos de seca extrema ocorreram no período mais chuvoso, entre novembro e abril. Na década de 1960 as AH K e C foram as que apresentaram maior quantidade desses eventos e na década de 1970 a freqüência foi maior para as AH J e H. Ao longo das décadas de 1960, 1970 e 1980 os eventos de seca extrema foram cada vez mais freqüentes nos meses mais típicos de seca enquanto que nas décadas seguintes (1990 e 2000) a ocorrência de eventos de seca extrema ocorreram de forma equilibrada tanto nos meses de seca quanto nos de chuva. As décadas de 1980 e 1990 foram as que mais apresentaram eventos de seca extrema, seguidas da década de 2000. A AH C se destacou como a que apresentou os maiores valores de SPI para seca extrema nos meses de janeiro, fevereiro e março e Nos meses de junho, Julho e agosto os eventos de seca extrema são menos freqüentes para praticamente todas as AH.

A AH C é onde foram menos freqüentes os eventos de seca severa e dezembro foi o mês que teve as maiores ocorrências. Com exceção da AH C, as demais apresentaram maior variabilidade na ocorrência desses eventos ao longo dos meses do ano, sendo que os maiores valores de SPI ocorrem tanto para meses típicos de seca como para meses típicos de chuva.

As Tendências de chuva nas Áreas Homogêneas

A análise de tendência foi realizada para cada AH mensal (12 meses x 13 AH = 156 casos) e anualmente (13 AH = 13 casos) de forma que fossem obtidas tendências no tempo.

Na análise anual para as AH foi identificada tendência de diminuição das chuvas para as AH B e K num total de 15% dos casos.

Na análise mensal das AH foram identificados 13 casos (8%) de tendência de diminuição de chuvas e 2 casos (1%) de tendência de aumento das chuvas. Verifica-se que a tendência de diminuição das chuvas é mais clara para o mês de novembro que ocorreu em 7 AH e na AH B com ocorrências para 5 meses.

O teste de Mann-Kedall fornece a tendência positiva ou negativa dos totais de precipitação para um determinado período, mas não indica a ordem de grandeza da tendência encontrada em termos de significância estatística. O que pode ser observado é a proporção entre aumentos e diminuições de chuva que ocorreram ao longo da série histórica, ou seja, o quanto a frequência de aumentos (independente do quanto aumentou) ocorreu em relação a frequência de diminuições e vice-versa. O τ (tau), que representa o valor do teste, é uma medida de força da tendência. No caso do mês de junho na AH E o τ resultou em um valor de -0,33. Isso equivale dizer que do total de possibilidades de comparações entre anos distintos (não necessariamente em seqüência), observamos um número de diminuições de chuva 33% superior ao número de aumentos.

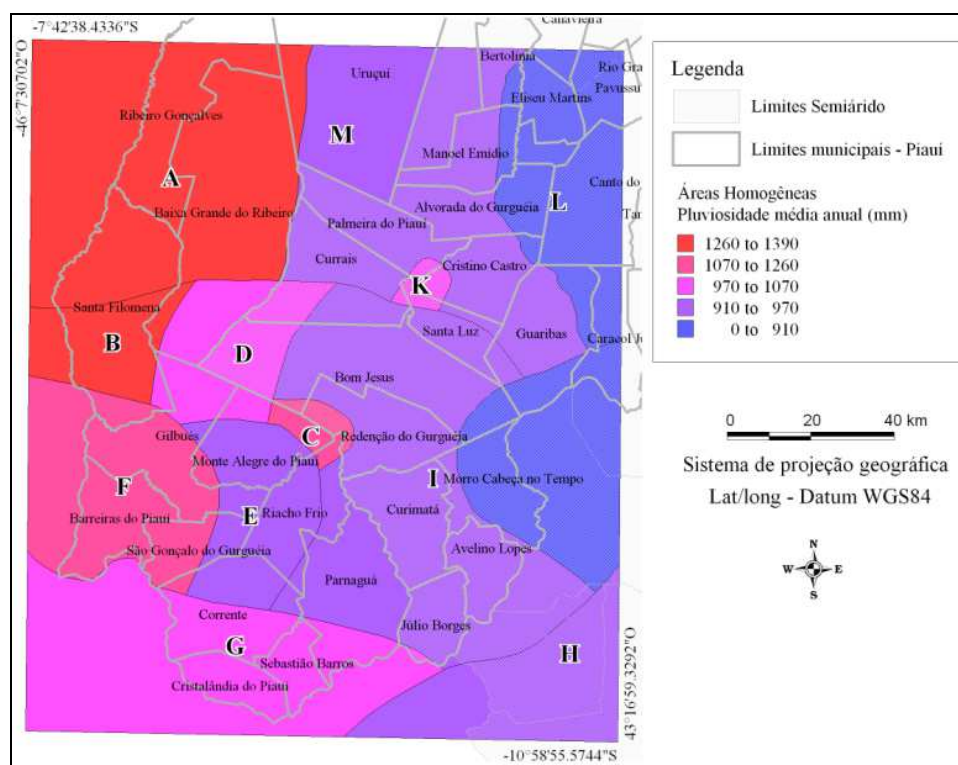
Tabela: Tendências de chuva identificadas nas diferentes escalas de análise temporal para a série histórica de 1960 a 2000 na região de estudo.

Resultados da Análise Tendência	Escala temporal	
	Anual	Mensal
Por área homogênea	Somente 2 dentre os 13 áreas (15%): <u>Tendências negativas</u> Área B ($\tau = -0,34$) Área K ($\tau = -0,22$)	Dentre 156 casos, somente 13 tendências negativas (8%) e 2 positivas (1%), totalizando 15 casos (9%): <u>Tendências negativas</u> Janeiro na Área B ($\tau = -0,20$) Fevereiro na Área B ($\tau = -0,23$) Abril na Área B ($\tau = -0,21$) Abril na Área F ($\tau = -0,23$) Abril na Área K ($\tau = -0,23$) Outubro na Área F ($\tau = -0,20$) Novembro na Área B ($\tau = -0,26$) Novembro na Área D ($\tau = -0,21$) Novembro na Área E ($\tau = -0,21$) Novembro na Área C ($\tau = -0,30$) Novembro na Área M ($\tau = -0,30$) Novembro na Área H ($\tau = -0,20$) Novembro na Área L ($\tau = -0,25$) <u>Tendências positivas</u> Julho na Área B ($\tau = +0,23$) Julho na Área C ($\tau = +0,51$)

As áreas homogêneas e os limites do semiárido brasileiro

As AH L, K e J estão contidas em sua totalidade no território do semiárido brasileiro enquanto que as AH A, B, F, E e G estão fora desse limite. As AH M, D, C, e I são as que merecem maior destaque nas discussões de políticas de redução de vulnerabilidade climática na região de estudo, pois contemplam tanto município de fora como de dentro dos limites do semiárido. Pode-se considerá-las como zonas de tensão, limites em que o alcance das ações da esfera pública carece de uma abordagem disciplinar integradora e que supere os desafios transescalares, onde o tema clima considere a escala mais adequada para sua análise independente de limites municipais.

O município de Uruçuí é o único da AH M que não pertence ao semiárido e na AH D parte dos municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Santa Filomena, Gilbués e Monte Alegre do Piauí pertencem a mesma área homogênea que contempla os municípios de Currais e Bom Jesus no semiárido. A AH C é pequena e vários municípios apresentam ali seus limites dentro e fora do semiárido. Na AH I quase todo o município de Parnaçuá possui as mesmas características de chuvas que Curimatá e Júlio Borges, no entanto não é considerado semiárido. Os municípios de Uruçuí e Parnaçuá são exemplos dos que mereceriam mais atenção em relação as políticas de redução da vulnerabilidade climática já que praticamente toda a sua área está contida na mesma AH que inúmeros outros municípios do semiárido.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação de AH em relação às chuvas configura-se como um instrumento que pode dar visibilidade a necessidade de uma abordagem transescalar para lidar com o fenômeno da seca e sazonalidade das chuvas na região, além de auxiliar no gerenciamento de gerenciar as atividades humanas sob condições variáveis de chuva.

. As análises espacialmente mais detalhadas ajudam a melhorar as escalas de análise da vulnerabilidade, pois apesar dos aspectos institucionais, aqueles relacionados a exposição da sociedade, ou seja, o componente climático, transpõe fronteiras políticas. Dessa forma pode-se aumentar a eficiência e o alcance das políticas públicas de abastecimento de água, por exemplo, por meio do projeto “1 milhão de cisternas” da Articulação para o Semiárido (ASA) ou do projeto “Água para todos” do Governo Federal, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADGER, W. N. Vulnerability. *Global Environmental Change* v. 16, n. 3, p. 268–281, 2006.
- BLAIKIE, P., T. CANNON, I. DAVIS, AND B. WISNER. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. London: Routledge, 1994. 284 p.
- BLAIN, G. C.; KAYANO, M. T. 118 anos de dados mensais do índice padronizado de precipitação: série meteorológica de Campinas, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 1, p. 137-148, 2011.
- DAVIES, S. *Adaptable Livelihoods: Coping with Food Insecurity in the Malian Sahel*. Basingstoke: Macmillan Press Limited and New York: St Martin's Press, Inc. 1996.
- FINAN, T. J.; NELSON, D. R. Making rain, making roads, making do: public and private adaptations to drought in Ceará, Northeast Brazil. *Climate Research*, v. 19, p. 97-108, 2001.
- GILBERT, R. O. *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. New York : Van Nostrand Reinhold. 1987.
- HAIR, J. F. ; ANDERSON, R. E. ; TATHAN, R. L. ; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. Trad. Adonai S. Sant'Anna e Anselmo C. Neto. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- KENDALL, M. G. *Rank Correlation Methods*. 4^o ed. Charles Griffin: London, 1975.
- KRIGE, DANIE G. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand". *J. of the Chem., Metal. and Mining Soc. of South Africa*, v. 52, n. 6, p. 119–139, 1951.
- LIVERMAN, D. M. Vulnerability to Global Environmental Change. In: Kasperson, R. E.; Dow, K.; D. Golding, D.; Kasperson, J. X. (eds), *Understanding Global Environmental Change: The Contributions of Risk Analysis and Management*, Clark University, Worcester, MA, cap. 26, p. 27–44. 1990.

MANN, H. B. Non-parametric test against trend, *Econometrica*, v. 13, p. 245-259, 1945.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scale. Proc. 8^o Conference on Applied Climatology, january 17-22, *Am. Meteorol. Soc.*, Boston, p. 179-184, 1993.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206 p.

NUNES, L. H.; LOMBRADO, M. A. A questão da variabilidade climática. Uma reflexão crítica. *Revista Instituto Geológico*, São Paulo, v. 16, n. 1/2, p. 21-31, 1995.

RIBOT, J. C.; MAGALHÃES, A. R.; PANAGIDES, S. S. (eds.) *Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the semi-arid Tropics*. Cambridge: Cambridge University Press. 1996.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptive capacity and vulnerability, *Global Environmental Change*, v. 16, p. 282-292, 2006.

SNEYERS, R. Sur l'analyse statistique des series d'observations. Genève: Organisation Météorologique Mondiale, 1975. 192 p. (OMM Note Technique, 143).

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal American Association*, v. 58, p. 236-244, 1963.

WATTS, M. *On the poverty of theory: natural hazards research in context*. In: Hewitt, K. (ed) *Interpretations of Calamity*. Boston: Allen & Unwin, p. 231-262. 1983.

CORBETT, J. Famine and household coping strategies. *World Development*, v. 16, p. 1099-1112, 1988.