

IX-021 - ANÁLISE DE SIMILARIDADE PARA DETECÇÃO DA INFLUÊNCIA DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS SOBRE A ÁREA URBANA DA CIDADE DE CUIABÁ

Pollyana Comino Redivo⁽¹⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Rafael Machado de Oliveira⁽²⁾

Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Luciana Sanches⁽³⁾

Graduada em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Mato Grosso (1996), mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (1998) e Doutorado em Engenharia Ambiental pela Universidad de Cantabria - Espanha (2002). Atualmente é professora efetiva do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e credenciada no Programa de Pós-Graduação de Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso.

Gracyeli Santos Souza Guarienti⁽⁴⁾

Doutoranda em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Física Ambiental (2015). Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Mato Grosso (2013)

César Eduardo Guarienti⁽⁵⁾

Doutorando em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Física Ambiental (2015). Pós-graduado em Redes de Computadores e Computação Distribuída (2012) pelo Instituto Federal de Mato Grosso.

Endereço⁽¹⁾: Rua das Seringueiras, 250, Jardim das Palmeiras - Cuiabá - MT - CEP: 78080-250 - Brasil - Tel: (65) 8100-3366 - e-mail: polyanaredivo@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar padrões definidores do regime pluviométrico sobre a cidade de Cuiabá, Mato Grosso aplicando a técnica de similaridade a uma série de dados de precipitação sobre a bacia hidrográfica do rio Cuiabá, possibilitando a detecção da influência da precipitação pluviométrica em diferentes postos sob a precipitação pluviométrica no centro urbano da cidade de Cuiabá. Por meio do emprego das técnicas de similaridade euclidiana e técnica de análise de similaridade (do inglês Dynamic Time Warping - DTW) foi possível destacar estações que mais apresentaram similaridade ao posto pluviométrico localizado na área urbana de Cuiabá e a partir disso, correlacionar dados de interesse, como a sazonalidade, estação chuvosa e seca, estabelecendo um regime hidrológico da região.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de frequência, Precipitação pluviométrica, Intervalos de intensidade.

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial constitui-se em uma variante hidrológica de notável influência no ciclo hidrológico, tendo em vista que repercute em dados essenciais no manejo de bacias hidrográficas e planejamento e gestão de recursos hídricos (SANTOS; GRIEBELER e OLIVEIRA, 2011).

Ademais, compreende-se que regiões tropicais são marcadas por apresentarem grande variabilidade em relação à distribuição dos seus regimes pluviométricos, em que em tais locais a precipitação é classificada em estações de período de seca e chuvosa (Wanderley, Amorim e Carvalho, 2012). Nessa perspectiva, a aplicação de técnicas de processamento espaço-temporal, bem como a análise de similaridade se torna de fundamental importância para o alcance dos padrões definidores dos regimes hidrológicos e climatológicos destas regiões.

Tem-se como fator chave para o estudo de precipitações, as séries históricas de precipitação constituintes de uma região que são informações primordiais para o entendimento do regime hidrológico da mesma. Entretanto, atualmente nota-se que os assuntos são limitados em relação a tais séries de precipitação, já que muita das

vezes há a ausência de registro de dados ao longo de uma série hidrológica de precipitação que ocorre devido a problemas no aparelho de coleta, erros grosseiros na observação dos dados, comprometendo assim a continuidade das informações (Caldeira; Araújo e Beskow, 2011).

Isto posto, um dos procedimentos que vem sendo aplicado para análise de séries históricas de precipitação é a técnica de análise de similaridade (do inglês Dynamic Time Warping - DTW). Uma das melhores técnicas que medem distância entre domínios como também estabelece comparações entre as séries com maior flexibilidade, comparando pontos adjacentes de várias séries (GUARIENTI, 2015).

Desta forma, buscando-se a determinação de padrões definidores do regime pluviométrico sobre a cidade de Cuiabá, Mato Grosso, o objetivo deste trabalho foi aplicar a técnica de similaridade a uma série de dados de precipitação sobre a bacia hidrográfica do rio Cuiabá, possibilitando a detecção da influência da precipitação pluviométrica em diferentes postos sob a precipitação pluviométrica no centro urbano da cidade de Cuiabá.

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

O presente estudo foi conduzido na bacia do rio Cuiabá, situada no estado de Mato Grosso com uma área de aproximadamente 29.000 km² e um perímetro de 841 km. Esta bacia abrange as cabeceiras dos rios Cuiabá da Larga e Cuiabá do Bonito, que são formadores do rio Cuiabá até a confluência do rio Coxipó-Assú, com jusante próxima a cidade de Santo Antônio do Leverger. Não obstante, nesse perímetro estão inseridos 13 municípios: Rosário Oeste, Nobres, Jangada, Nossa Senhora do Livramento, Nova Brasilândia, Chapada dos Guimarães, Planalto da Serra, Santo Antônio do Leverger, Campo Verde, Barão de Melgaço e os principais núcleos urbanos do estado, Cuiabá e Várzea Grande. A bacia está localizada entre os paralelos 14°18' e 17°00' S e entre os meridianos 54°40' e 56°55' O (LIBOS; FILHO e ZEILHOFER, 2003). Tal bacia é demonstrada na figura 1.

Outrossim, a bacia do rio Cuiabá é de extrema influência ao município de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso que conforme Maciel (2011), pertence à região Centro-Oeste do Brasil, mais precisamente nas coordenadas geográficas 15°35'56" S e 56°06'01" O. O município possui uma área de 3.224,68 km², sendo dividido em 254,57 km² de área urbana e 2.970,11 km² de área rural. Está a uma altitude de 165 m acima do nível do mar, localizado na província geomorfológica denominada Depressão Cuiabana. E segundo Braga (2011) apresenta um clima predominantemente quente, sendo considerada uma das capitais mais quentes do Brasil com uma pluviosidade média anual de 1396 mm.

Assim, para este estudo da região urbana de Cuiabá, foram obtidos dados de séries históricas de precipitação pluviométrica de 13 estações entre o ano de 2009 a 2013, no qual foi utilizado como padrão de análise o posto pluviométrico localizado no centro urbano de Cuiabá, denominado como P13. Além disso, vale ressaltar que se admitiu esta faixa de anos, em função da pequena porcentagem de falhas encontradas, sendo inferior a 1%. Ainda, salienta-se que tais dados foram disponibilizados por meio da Estação Climatológica Mestre Bombled, localizada na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), juntamente de dados disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A Tabela 1 apresenta a descrição dos postos pluviométricos denominado P01 a P13.

Tabela 1. Descrição dos postos pluviométricos que compõem a bacia do rio Cuiabá.: código da estação, município, responsável pela coleta de dados, latitude, longitude e denominação adotada neste estudo.

Código da Estação	Município	Responsável	Latitude	Longitude	Nome
1454002	Nova Brasilândia	ANA	-14,926111	-54,9727778	P01
1455008	Rosário do Oeste	ANA	-14,843889	-55,855000	P02
1455009	Nobres	ANA	-14,220556	-55,5066667	P03
1455010	Nova Brasilândia	ANA	-14,777222	-55,2333333	P04
1555005	Campo Verde	ANA	-15,836111	-55,3219444	P05
1555008	Chapada dos Guimarães	ANA	-15,232778	-55,7411111	P06
1556000	Cuiabá	ANA	-15,355	-56,2316667	P07
1556001	Nossa Senhora do Livramento	ANA	-15,773889	-56,3497222	P08
1556002	Cuiabá	INMET	-15,621667	-56,1083333	P09
1556006	Várzea Grande	ANA	-15,635278	-56,6116667	P10
1556007	Várzea Grande	ANA	-15,698611	-55,1355556	P11
1655002	Barão de Melgaço	ANA	-16,193611	-55,9452778	P12
1	Cuiabá	UFMT	-15,607008	-56,0608167	P13

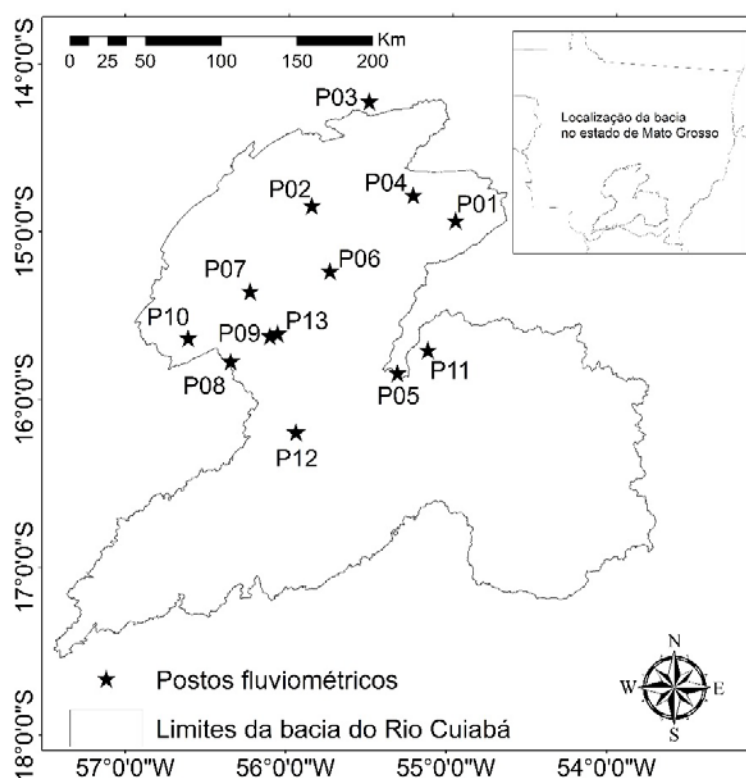


Figura 1 – Mapa geográfico da bacia hidrográfica do rio Cuiabá no estado de Mato Grosso e localização de estações pluviométricas.

ANÁLISE DE SIMILARIDADE PELA DISTÂNCIA EUCLIDIANA E DTW

Para determinação da similaridade entre os postos pluviométricos optou-se por aplicar a distância euclidiana, pelo software MatlabTM, no qual se mediu uma distancia entre dois objetos pertencentes a um mesmo domínio. De forma que tais objetos foram caracterizados por vetores de características de igual tamanho submetida à distância Euclidiana entre eles (soma da diferença de quadrados).

Outra medida de distância utilizada como alternativa a euclidiana é a *Dynamic Time Warping* (DTW). Nesse estudo, a técnica de análise de similaridade DTW, foi implementada também pelo software MatlabTM e utilizou as séries de precipitação pluviométrica dos postos pluviométricos inseridos na bacia do rio Cuiabá no período de 2009 a 2013.

Para realização da análise de similaridade foi selecionado a série temporal de precipitação pluviométrica do ano de 2013 como padrão, por situar-se no centro urbano do município. Deste modo estabeleceram-se pontos de referência aleatoriamente escolhidos para adquirir a similaridade entre os demais postos pluviométricos selecionados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a precipitação pluviométrica da estação P13, observa-se que esta apresenta sazonalidade, conforme Figura 1. Ainda, denota-se que os meses que apresentam maior precipitação entre o período de 2009 a 2013 foram os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Se estabelecido uma média da precipitação total e atribuição da estação chuvosa e estação seca entre os anos, admite-se que os mesmos meses que apresentaram maior precipitação também se alocam à estação chuvosa. Em contraste, se analisado os demais meses, consecutivamente com menores precipitações, estes correspondem à estação de seca, com exceção de outubro, abril e maio, considerado meses com precipitações intermediárias.

Outro fator de análise, é que se interpretado a precipitação pluviométrica sobre P13 entre 2009 a 2013, o mês que apresentou a maior intensidade de precipitação foi janeiro de 2010, com uma precipitação de 423,6 mm mês⁻¹, seguido por fevereiro de 2011 com uma precipitação de 363,5 mm mês⁻¹ (Figura 1). Em contrapartida, se analisado o ano como um todo, apesar de 2010 estabelecer uma maior precipitação entre os meses, o ano de 2011 representou uma maior precipitação entre os anos com 1491,8 mm ano⁻¹ em vista de que 2010 apresentou 1451,6 mm ano⁻¹.

Isso é comprovado pelos estudos de Rosa et al. (2007), no qual afirma-se que os valores de precipitação são irregulares no leste, oeste e sul do estado do Mato Grosso, de modo que o verão apresenta o máximo de precipitações e o inverno o seu mínimo, sendo que 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipitam entre novembro a março (correspondentes ao verão), chegando a atingir 45% até 55% do total anual das chuvas.

Partindo para outra análise, por meio da distância euclidiana e utilizando-se o P13 como padrão de análise, como busca por similaridade de precipitação teve-se de modo decrescente a similaridade entre os postos pluviométricos P09, seguido do posto P12 e os demais postos P06, P02, P01, P05, P10, P07, P11, P04, P03 e P08. Já em relação à técnica de DTW, também utilizando P13 como padrão de análise, a semelhança entre a precipitação das bacias seguiu de forma decrescente de tal maneira, posto P10, seguido pelo posto P08 e os demais postos P12, P09, P06, P03, P02, P11, P01, P04, P05 e P07.

Desta forma, interpretando os dados euclidianos observa-se que os postos P09 e P12 foram os que mais se assemelharam a estação padrão P13. Nesse sentido, condiz com a localização do P09 ser a que se assemelha mais a padrão, já que tal estação é a mais próxima, o que repercute em características comuns de sazonalidade entre as mesmas. No entanto, apesar da P12 ser uma das estações que mais se distanciam da P13, está apresenta similaridade representativa, já que outros fatores como cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, circulação atmosférica entre outros pode ter influência no padrão de precipitação.

Já em relação à técnica de DTW, P10 e P08 foram os que mais se assemelharam ao posto padrão, P13. Isso ocorre pelo fato deste processamento possibilitar verificar a semelhança apenas analisando o comportamento da série histórica. Em que os períodos que não ocorreram precipitação são similares, e os períodos em que ocorre a precipitação também são semelhantes, pois ocorrem em meses análogos a demais séries de análise. Isso é compreendido pelo estudo de Guarienti (2015), que analisa a similaridade da precipitação em diferentes biomas relacionando aos períodos que ocorrem ou não a precipitação em uma série temporal.

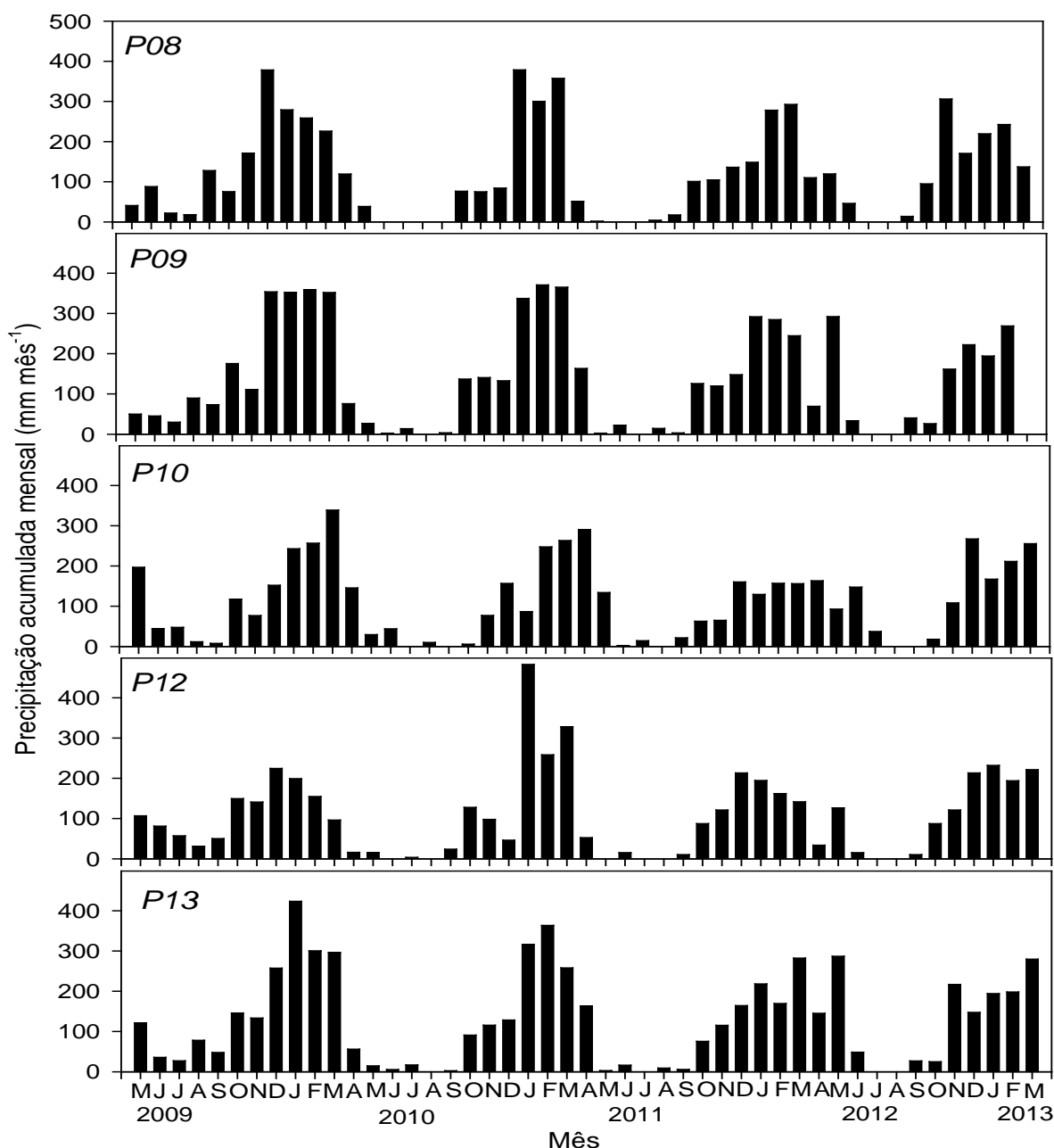


Figura 2- precipitações pluviométricas das estações em análise com representatividade de similaridade.



CONCLUSÃO

Por meio do emprego das técnicas de similaridade euclidiana e DTW, foi possível destacar estações que mais apresentaram similaridade ao P13, posto pluviométrico localizado na área urbana de Cuiabá e a partir disso, correlacionar dados de interesse, como a sazonalidade, estação chuvosa e seca, estabelecendo um regime hidrológico da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, R. N. de S. Precipitação e curva IDF em Cuiabá segundo dados da estação climatológica Mestre Bombled. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá 2011.
2. CALDEIRA, T. L.; ARAÚJO, M. M. F.; BESKOW, S. Análise de série hidrológica de precipitação no sul do Rio Grande Do Sul para aplicação na gestão e monitoramento de recursos hídricos. V- Encontro Sul-brasileiro de Meteorologia. Anais, Pelotas, 2011.
3. GUARIENTI, G. S. S. Desenvolvimento de uma técnica computacional de processamento espaço-temporal aplicada em séries de precipitação. Dissertação. Cuiabá-Mato Grosso, 2015.
4. LIBOS, M.; FILHO, O. C. R.; ZEILHOFER, P. Modelagem da Poluição não Pontual na Bacia do Rio Cuiabá Baseada em Geoprocessamento. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 8 n.4 Out/Dez 2003, 115-135.
5. MACIEL, C. R. Análise da relação entre características do ambiente urbano e o comportamento de variáveis microclimáticas: estudo de caso em Cuiabá-MT. Dissertação, Universidade Federal do Mato Grosso. Fevereiro de 2011.
6. SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite-GO. Eng. Agríc, Jaboticabal, v.31, n.1, p.78-89, Jan/Fev. 2011.
7. WANDERLEY, H. S.; AMORIM, R. F. C.; CARVALHO F. O. Variabilidade espacial e preenchimento de falhas de dados pluviométricos para o estado de Alagoas. Rev. bras. meteorol. vol.27 no. 3- São Paulo Setembro, 2012.
8. ROSA, D. B.; NASCIMENTO, L. A.; SOUSA, R. R.; TOLEDO, L. G.; TOPANOTTI, D.Q.; NASCIMENTO, J. A. do A distribuição espacial das chuvas na porção centro oeste do estado de mato grosso-brasil. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas-MS, V 1 – n.º 5 - ano 4, Maio de 2007.