

# Coerência *Wavelets* em Variável Temperatura do Ar em Área do Bioma Pantaneiro e Área de Alta Densidade Construtiva

## Coherence *Wavelets* in Air Temperature Variables in Pantanal Bioma Area and Area of High Constructive Density

Maricécia Tatiana Vilani<sup>\*a</sup>; Nathalia Martins da Silva Reis<sup>a</sup>; Osvaldo Borges Pinto Junior<sup>a</sup>;  
Jonathan Willian Zangeski Novais<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade de Cuiabá, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais. MT, Brasil.

\*Email: [mtvilani@gmail.com](mailto:mtvilani@gmail.com).

---

### Resumo

Estudos sobre variações, fatores climáticos e tendências de diferentes áreas, como o Bioma Pantaneiro e áreas Urbanas são essenciais para identificar padrões comportamentais, que servem como ferramentas qualitativas e quantitativas da dinâmica destes sistemas. Dentre estes Biomas, foram utilizados dados do Pantanal Acurizal, do Norte de Mato Grosso e área Urbana de Cuiabá, de alta densidade construtiva. Sendo assim, para o presente estudo, teve-se como objetivo analisar a variável temperatura do ar, pela técnica de Coerência *Wavelets*, em duas áreas de estudo (Pantanal e Urbana). Dentre os processos Metodológicos, aplicou-se a *Wavelets* de Morlet, para verificar a periodicidade e espectros de energia, assim como aplicou-se a análise de Coerência *Wavelets*, para verificar a análise de sinal e coerência entre as áreas de estudo, para as estações Seca e Úmida. Como resultado observou-se que ocorreu maior periodicidade e espectro de energia da variável temperatura do ar em área urbana, para as duas estações, contudo ocorreu significativa correlação na análise de sinal entre as áreas de estudo.

**Palavras-chave:** *Wavelets* de Morlet. Espectros de Energia. Análise de Sinais. Área Acurizal. Área Urbana.

### Abstract

*Studies on variations, climatic factors and trends of different areas, such as Pantanal Biome and Urban areas are essential to identify behavioral patterns that serve as qualitative and quantitative tools of the dynamics of these systems. Among these Biomes, data from the Pantanal Acurizal, from the north of Mato Grosso and the urban area of Cuiabá, of high constructive density were used. Thus, for the present study, the objective was to analyze the air temperature variable, using the Wavelets Coherence technique, in two study areas (Pantanal and Urbana). Among the methodological processes, the Wavelets de Morlet was applied to verify the periodicity and energy spectra, as well as the Wavelets Coherence analysis, to verify the signal analysis and coherence between the study areas, for the Dry and humid seasons. As a result, it was observed that there was a higher periodicity and energy spectrum of the air temperature variable in the urban area, for the two seasons, however, there was a correlation in the signal analysis between the study areas.*

**Keywords:** *Wavelet de Morlet. Energy Spectra . Signal Analysis. Acuriza Area. Urban Area.*

---

### 1 Introdução

Investigações, descobertas e pesquisas levaram a uma nova compreensão das relações sistêmicas entre os fatores bióticos e destes com os abióticos nos ambientes, o que potencializou a preocupação com a sustentabilidade e, conseqüentemente, com a preservação dos biomas e seus recursos naturais. As alterações observadas nos diversos biomas terrestres motivou a investigação dos recursos naturais que até então se supunham infindáveis, e dentro desta investigação está o Mato Grosso por possuir três tipos de Biomas.

O município de Cuiabá possui uma área de 3.291,816 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017), sendo que a área urbana ocupa 254,57 km<sup>2</sup> (PMC, 2009), limitando-se ao Norte, com os municípios de Acurizal, Rosário Oeste e Chapada dos Guimarães, ao Leste com Chapada dos Guimarães, ao Sul com Santo Antônio do Leverger e a Oeste com Várzea Grande. É um entroncamento rodoviário-aéreo-fluvial, interligando o Norte do Brasil e o Oeste da América do Sul e está cercado por três biomas: o Amazônico, o cerrado e o pantanal.

O bioma Pantanal é considerado uma das maiores

extensões úmidas contínuas do planeta, sendo uma região de grande importância socioeconômica e ecológica. Localizado na região central da América do Sul, principalmente, nas áreas dos Estados brasileiros do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, na Bolívia e no Paraguai (LEADY; GOTTGENS, 2001).

O Pantanal cobre cerca de 15,13 milhões de hectares no Brasil, é um bioma com pouca intervenção humana, composto de 83,84% de vegetação nativa e aproximadamente 15% de áreas antrópicas, utilizada pela agropecuária com a criação de gado, uma das bases da economia local (PROJETO BIOMAS, 2014).

As peculiaridades encontradas em cada bioma quanto aos fatores bioclimáticos – como temperatura, umidade relativa do ar, entre outros – caracterizam cada bioma e definem sua fitofisiologia, além de viabilizar todas as relações ecossistêmicas que se estabelecem. Esses fatores bioclimáticos apresentam padrões, que podem ser identificados, a partir de modelos matemáticos e que, por sua vez, possibilitam detectar mudanças abruptas que alteram ou comprometem o equilíbrio ecossistêmico. Esses modelos matemáticos desenvolveram a

noção de espaços para a correlação entre frequência, amplitude e disposição dos dados no tempo.

Um dos modelos utilizados em pesquisa científica é o Wavelet, também traduzido como “ondaleta” que representa uma ferramenta de análise de sinal, cuja função é adaptar pequenas ondas a um conjunto de dados com a finalidade de extrair informações como padrões, fazer filtragens, ajustes de curvas, entre outras.

Para que a análise via Wavelet seja realizada, se faz necessário uma série temporal de dados. Segundo Biudes (2009), uma série temporal é referida como uma sequência de dados distribuídos equiespaçadamente ou em intervalos regulares no tempo com objetivos de realizações de interferência, sobre as propriedades ou características básicas do mecanismo gerador do processo estocástico das observações da série e na representação simplificada da realidade, por meio de modelos matemáticos obtidos da abstração de regularidades contidas nos fenômenos observáveis.

Segundo Vilani (2011), a Transformada em Wavelets - TW é uma técnica utilizada para análise de variáveis atmosféricas, podendo analisar as séries temporais em três dimensões (Tempo, escala e intensidade de energia). A TW é a decomposição de uma função, que possui variáveis contínuas e discretas. A transformada de Wavelet foi concebida por Morlet na década de 1980, que apresentou novas condições de operação desse novo operador.

O estudo de variáveis micrometeorológicas é uma etapa importante do processo de compreensão da dinâmica do clima e sua influência no bioma, esse estudo não se delimita apenas a áreas rurais, mas também a áreas de grande densidade construtiva, pois se torna essencial à compreensão dos problemas ambientais e urbanísticos, que resultam da ocupação desordenada, podendo auxiliar no planejamento urbano e ambiental (FRANCO, 2010). Para o processamento dos dados de Wavelets, fez-se necessário o uso do MATLAB por apresentar uma interface gráfica mais completa e inteligível que os demais softwares, além de uma maior gama de bibliotecas de funções ao seu dispor, dentre as quais muitas são pertinentes aos cálculos de Wavelets.

Esse estudo irá aprimorar a compreensão sobre o comportamento climático dessas duas regiões distintas (Cuiabá e Pantanal Acurizal), e suas características climáticas, bem como suas particularidades atuantes sobre essas variáveis e seu comportamento, pois a dinâmica da temperatura do ar em ambiente urbano ou rural abrange diferentes escalas espaço-temporal, que para sua compreensão se faz necessário a compreensão de padrões repetitivos, e sendo assim, segundo Feng e Liang (2015), as transformadas Wavelets permitem em diferentes dimensões de tempo, escala e intensidade de energia, identificar padrões comportamentais como ferramenta qualitativa e quantitativa a serviço da dinâmica urbana.

Portanto, o presente artigo teve como objetivo geral

aplicar a análise de Coerência Wavelets em variável micrometeorológica temperatura do ar, em Cuiabá-MT – uma área urbana com predominância vegetacional do bioma cerrado e altamente construtiva, e no Pantanal Matogrossense - de área Acurizal, para uma análise de coerência comparativa entre as duas regiões.

## 2 Material Métodos

### 2.1 Descrição e localização da área experimental

As áreas de estudo apresentam características ocupacionais distintas entre si, o Pantanal, conhecido como área Acurizal - ACURI, e a estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET em área de alta densidade construtiva.

A região do Pantanal localiza-se no Norte de Mato Grosso, município de Poconé, no Parque Baía das Pedras, com área de 4.500 hectares dentro da Estância Ecológica Serviço Social do Comércio - SESC Pantanal - RPPN; O local de estudo se localiza nas coordenadas geográficas 16°30'30''S e 56°24'2''O, referente ao Cerradão e 16°30'15''S e 56°24'15''O à área de Acurizal. A estação do INMET se localiza em Cuiabá-MT, nas coordenadas geográficas 15° 37' 11'' S e 56° 6' 30'' O.

### 2.2 Tratamento dos dados

Os dados trabalhados nas duas áreas de estudo, ACURI e INMET, se referem ao ano de 2016, no horário de 12:00h, considerando os dias Julianos (214 a 244) para mês de Agosto, (245 a 273) para mês de Setembro, que pertencem aos meses da Estação Seca.

Para os meses da Estação Úmida, considerou-se o mês de Outubro, nos dias julianos (275 a 305), Novembro (306 a 375) e Dezembro (336 a 366). Para tais análises se utilizou a variável temperatura do ar (Tm), os dados foram coletados no Instituto Nacional de Meteorologia INMET<sup>1</sup> e para a área do Pantanal Acurizal foram coletados com instrumentação.

Os dados desta pesquisa foram processados no software proprietário Matrix Laboratory - MATLAB, versão R2010a e R2013a, da empresa Mathworks. Os pacotes e as técnicas do programa e os códigos originais foram adquiridos diretamente no site do desenvolvedor National Oceanography Centre. Quanto aos códigos da Simulação das Wavelet de Morlet, juntamente com a Coerência Wavelets, foram retirados do site @agrinsted, passando por algumas modificações.

### 2.3 Wavelets de Morlet

Uma série temporal pode ser definida como um conjunto de observações de uma variável disposta sequencialmente no tempo (OLIVEIRA; FAVERO, 2002). Segundo Biudes et. al. (2009), uma série temporal é referida como uma sequência de dados distribuídos em intervalos regulares no tempo com objetivo de realizações de interferência, sobre as propriedades ou características básicas do mecanismo gerador do processo

1 Disponível em : [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)

estocástico das observações da série e na representação simplificada da realidade, por meio de modelos matemáticos obtidos da abstração de regularidades contidas nos fenômenos observáveis. E dentro dos estudos de séries temporais se tem as Wavelets que se destacam, por sua grandeza de detalhamento. Segundo Domingues et al. (2016), a transformada wavelet é muito similar à transformada de Fourier em muitos aspectos, em que o método de Fourier é uma técnica para o estudo de sinais, que consiste na transformação de um domínio em um outro domínio transformado, que é denominado domínio espectral ou frequencial, enquanto o domínio original da função é chamado de domínio temporal ou domínio espacial.

Dentre as técnicas de Wavelets contínuas usou-se as Wavelets de Morlet, que pertence a família de Wavelets complexas não-ortogonais e é definida pela equação 1.

$$\psi(t) = \pi^{-0,5} e^{iw_0 t} e^{-1/2t^2}, \text{ para } w_0 \geq 5 \text{ eq.(1)}$$

em que  $\psi$  é o valor da Wavelets para um parâmetro não-adimensional,  $t$  e  $w_0$  é a frequência (fornece o número de oscilações dentro da própria Wavelets), conforme Torrence e Compo (1998) adota-se  $w_0 = 6$  para satisfazer a condição de admissibilidade, que segundo Vilani (2013), significando este valor que os erros devido a média não iguais a zero, que são menores que os erros típicos de arredondamento e  $t$  refere-se ao período ou escala temporal de análise, ou seja, adimensional.

As Wavelets de Morlet, por se tratarem de Wavelet contínua, são indicadas para o estudo de séries temporais com características oscilatórias sendo, com isso, apropriadas para analisar a amplitude e a fase do sinal sob avaliação. Dessa forma, a função Wavelet mãe adotada foi a de Morlet (TORRENCE; COMPO, 1998). O espectro de energia, das Wavelets - WPS pode ser definida, segundo Maraun e Kurths (2004), como a transformação Wavelets da função autocorrelação. A energia da Wavelets contínua (CWT) define-se de acordo com a equação 2:

$$W_n^X(S) = \sqrt{\frac{\delta t}{S}} \sum_{n=1}^j X_n \cdot \psi_0 \left[ (n'-n) \frac{\delta t}{S} \right] \text{ eq. (2)}$$

em que é a energia da Wavelets contínua do sinal  $x(t)$ ,  $S$  é o parâmetro de dilatação usado para mudar a escala,  $n$  é ao parâmetro de translação usado para deslizar no tempo. O fator  $S-1/2$  é a normalização para manter constante o total da energia da Wavelets escalonada, significa a função de Wavelets e “ $n$ ” é o índice do tempo.

Para a periodicidade encontrada se tem que as escalas de cores com menores intensidades representam menores desprendimentos de energia, e as periodicidades dominantes, com maiores intensidades de energia (PAL; DEVERA, 2012). Sendo assim, as Wavelets são precisas para identificar escalas de tempo maiores, indicando os picos de frequência dominante, possibilitando detectar um padrão espacial (VILANI; SANCHES, 2013).

Uma importante observação é que devido a transformada Wavelets não ser completamente localizada no tempo, o resultado final possui efeitos de bordas e, por isso, a utilização da avaliação de sinais em relação ao Cone de Influência (COI), em que os efeitos de borda podem ser desprezados, conceito este que será mostrado com mais detalhes no decorrer do presente estudo.

## 2.4 Coerência Wavelets - WCT

A Coerência Wavelets assemelha-se muito com os coeficientes de correlação tradicionais, até se pode entendê-lo como um coeficiente localizado no espaço frequência-tempo. Segundo Gurgel (2013), os coeficientes da Coerência Wavelets serão mostrados em um mapa de cores (escalograma) para os dois sinais senoidais. O eixo horizontal representa o domínio temporal e o vertical as escalas utilizadas para realizar o cálculo da Coerência Wavelets.

Segundo Grinsted, Jevrejeva e Moore (2003), pode-se entender que as regiões com baixa coerência coincidem com baixo espectro de energia das Wavelets. Sendo que os espectros de baixas energia são esperados devido a não captura da localização real dos centros de ação, entre duas correlações. Esta técnica de Coerência para correlacionar variáveis diferentes em um mesmo período mostram as bandas de frequência dentro das quais duas séries temporais estão covariando.

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Área do pantanal Acurizal x Área de Alta densidade construtiva

O bioma pantaneiro possui fronteira com a floresta amazônica, ao Norte, e com o platô do Brasil central, a Leste, e ocupa aproximadamente 160.000 km<sup>2</sup> do território brasileiro. O bioma Pantaneiro se trata de uma área que sofre inundações de dimensões elevadas e que apresenta uma influência de biomas que o margeiam. Os períodos de inundações são seguidos por seca extrema, com apenas uma parcela muito pequena do Pantanal inundado durante o restante do ano (LEADY; GOTTGENS, 2001).

O regime pluviométrico no Pantanal demonstra duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca, a estação chuvosa ocorre entre os meses de outubro e março, e a seca entre abril e setembro. Segundo a classificação climática de Köppen, o Bioma Pantaneiro está inserido no grupo de Clima tropical com estação seca ou clima de savana (Aw) e exibe temperaturas médias mensais superiores a 18°C com um dos meses com precipitação média inferior a 60 mm. Entre os principais mecanismos de precipitação destacam-se as chuvas convectivas, ocasionadas pelo aquecimento da superfície durante o dia (PEREIRA et al., 2012).

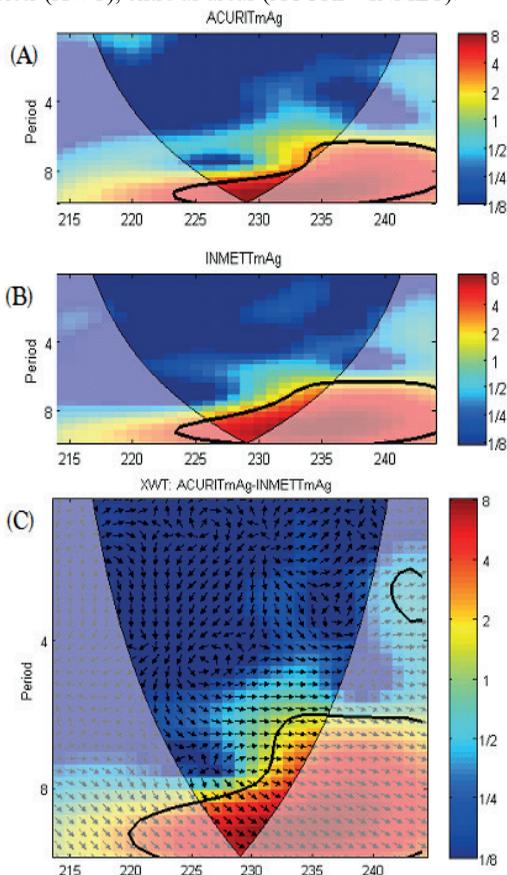
Segundo Alves e Biudes (2012), o clima de Cuiabá é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, identificado prioritariamente pela temperatura, apresentando duas estações

bem definidas: uma seca, de abril a outubro, e outra chuvosa, de novembro a março, com médias entre 28 e 32 °C. Com clima Tropical Continental, sem influência marítima, em que já foi detectada a interferência do uso do solo urbano na ocorrência de ilhas de calor, Cuiabá apresenta baixa frequência e velocidade média dos ventos, que torna a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar mais perceptível, já que as trocas térmicas por convecção são minimizadas (OLIVEIRA, 2011).

Conforme Ayoade (2007), a temperatura do ar é considerada a variável meteorológica mais importante nos estudos ambientais, desempenhando papéis essenciais em caracterizações climáticas das regiões, além de sua importância nos processos químicos e biológicos que afetam um ambiente, a temperatura é a variável que permite saber para onde o fluxo de calor se desloca.

Contudo, as análises de sinais a seguir são referentes ao mês de Agosto (Figura 1), correspondendo aos dias julianos 214 a 244, do ano de 2016, das áreas de estudo ACURI e INMET, da variável temperatura do ar, em que foram estimados as Wavelets de Morlet e Coerência Wavelets (XWT).

**Figura 1** - Análises do mês de Agosto do ano de 2016, da variável Temperatura do ar, estimando: (A) Wavelets de Morlet da área ACURI; (A) Wavelets de Morlet da área INMET e (b) Coerência Wavelets (XWT), entre as áreas (ACURI – INMET).



Fonte: Os autores.

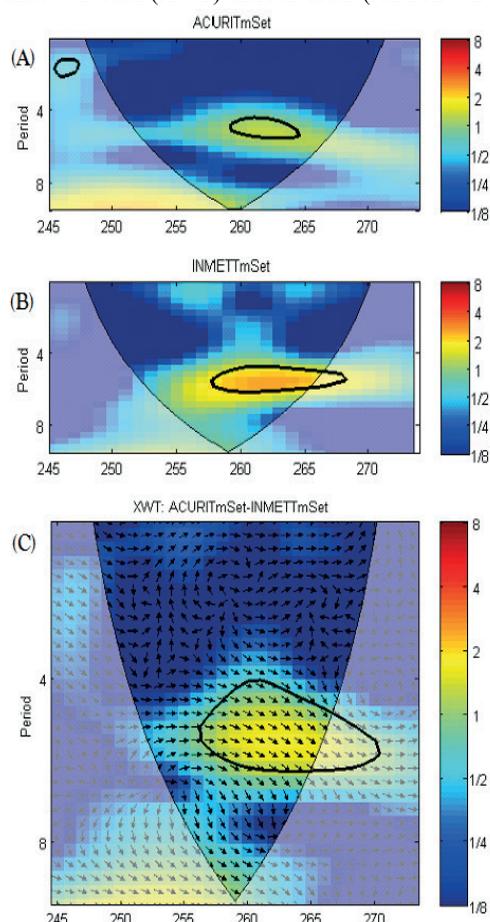
Observa-se na análise de Morlet, nas Figura 1 (A) e Figura 1 (B) evidências de periodicidades acima de 8 dias entre os

dias julianos 225 a 235, nos quais demonstra que as duas áreas de estudo ACURI e INMET possuem espectros de energia significativos entre estes dias julianos.

Na análise de coerência Wavelets (XWT), (Figura 1 (C)) da temperatura do ar entre as duas áreas de estudo, evidenciou-se coerência de energia, entre os dias julianos 225 a 235, demonstrando correlação entre os sinais nas duas áreas de estudo.

Na Figura 2 apresentam-se as análises de sinais referentes ao mês de Setembro, correspondendo aos dias julianos 245 a 273, do ano de 2016, das áreas de estudo ACURI e INMET, da variável temperatura do ar, em que foram estimados as Wavelets de Morlet e Coerência Wavelets (XWT).

**Figura 2** - Análises do mês de Setembro do ano de 2016, da variável Temperatura do ar, estimando: (A) Wavelets de Morlet da área ACURI; (A) Wavelets de Morlet da área INMET e (b) Coerência Wavelets (XWT) entre as áreas (ACURI – INMET).



Fonte: Os autores.

Na análise de Morlet, tanto nas Figura 2 (A) como Figura 2 (B) demonstrou-se evidências de periodicidades da variável temperatura do ar, entre os dias julianos 260 a 265, entre 4 e 8 dias, nos quais se observam espectros de energia menos significativos entre estes dias julianos, nas duas áreas de estudo ACURI e INMET.

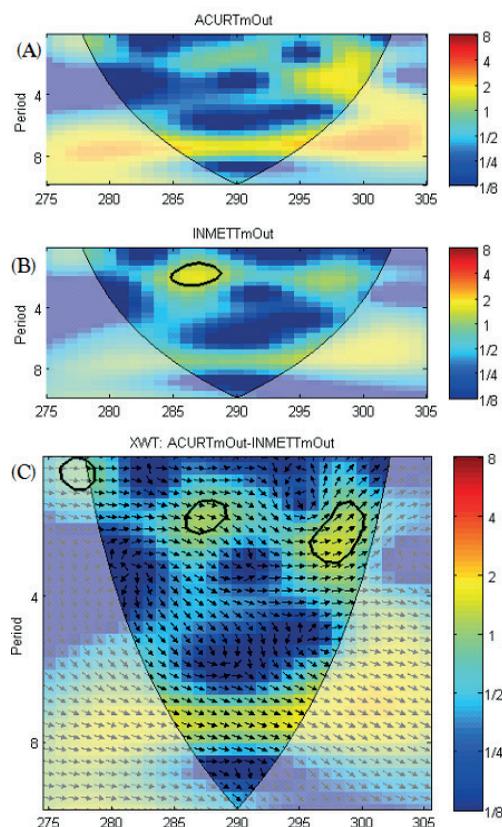
Evidências de coerências menos significativas comprovaram na análise de coerência Wavelets (XWT), Figura 2 (C) da variável temperatura do ar entre as duas

áreas de estudo, em que mesmo sendo nemos significativo, demonstrou-se a correlação entre os sinais nas duas áreas de estudo.

Os meses de Agosto e Setembro correspondem a Estação Seca, em que se observou que no mês de agosto, para a variável temperatura do ar ocorreu correlação significativa entre as duas áreas de estudo, ACURI e INMET, já para o mês de Setembro, a variável temperatura do ar apresentou correlações menos significativas entre as duas áreas de estudo. Ao comparar as duas áreas de Estudo, observa-se que a área urbana (INMET) apresentou espectros de energia mais acentuados, com periodicidades maiores.

A Figura 3 traz as estimativas das Wavelets de Morlet e Coerência Wavelets (XWT), do mês de Outubro, correspondendo aos dias julianos 275 a 305, do ano de 2016, das áreas de estudo ACURI e INMET, da variável temperatura do ar.

**Figura 3** - Análises do mês de Outubro do ano de 2016, da variável Temperatura do ar, estimando: (A) Wavelets de Morlet da área ACURI; (A) Wavelets de Morlet da área INMET e (b) Coerência Wavelets (XWT) entre as áreas (ACURI – INMET).



Fonte: Os autores.

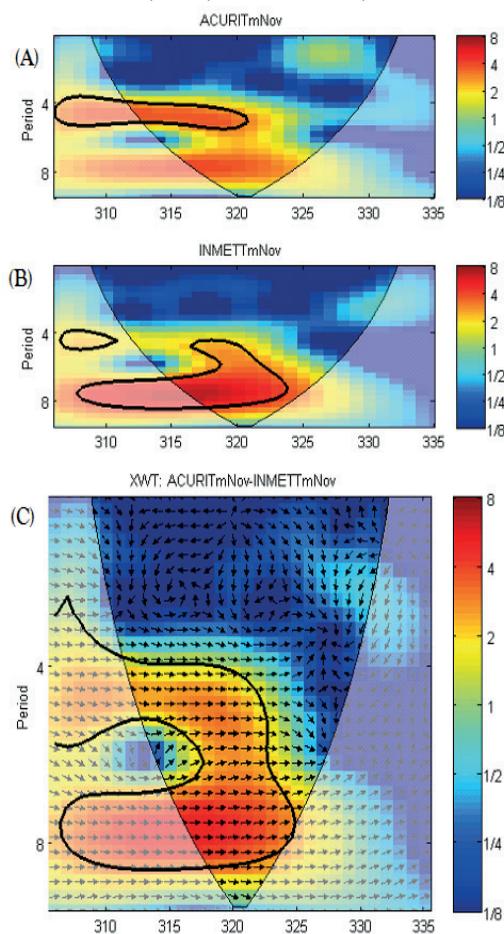
Na Figura 3 (A) da análise de Wavelets de Morlet, da área de estudo ACURI não se demonstraram evidências precisas de periodicidades da variável temperatura do ar, com período abaixo de 4 dias, entre os dias julianos 295 a 300, e períodos de 8 dias, entre os dias julianos 285 a 295, com espectros de energia menos significativos. Já na Figura 3 (B) da área de estudo INMET verificou-se uma periodicidade abaixo de

4 dias, entre os dias julianos 285 a 290, com intensidade do espectro de energia mais acentuada que da área de estudo INMET.

Ao analisar a coerência Wavelets (XWT), Figura 3 (C), observam-se evidências de coerências menos significativas entre os sinais das duas áreas de estudo, entre os dias julianos mencionados anteriormente.

Serão apresentadas as Wavelets de Morlet e Coerência Wavelets (XWT), referentes ao mês de Novembro, da variável temperatura do ar na Figura 4, correspondendo aos dias julianos 306 a 375, do ano de 2016, das áreas de estudo ACURI e INMET .

**Figura 4** - Análises do mês de Novembro do ano de 2016, da variável Temperatura do ar, estimando: (A) Wavelets de Morlet da área ACURI; (B) Wavelets de Morlet da área INMET e (C) Coerência Wavelets (XWT) entre as áreas (ACURI – INMET).



Fonte: Os autores.

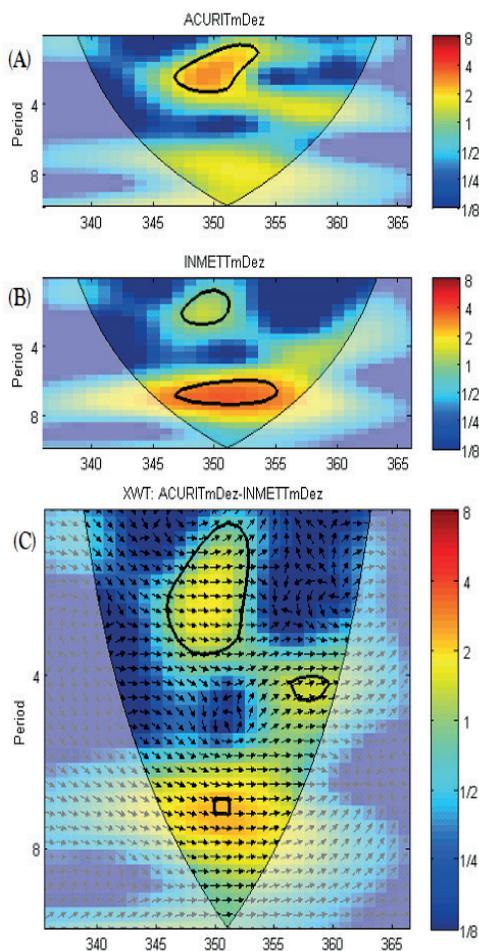
Observa-se na análise de Wavelet de Morlet, nas Figura 4 (A) evidências de periodicidades nos dias julianos 315 a 320, em torno de 4 dias para a área ACURI, e pela Figura 4 (B) variação de periodicidade entre 4 a 8 dias, entre os dias julianos 315 a 322, em que para as duas áreas de estudo ACURI e INMET, os espectros de energia são altamente significativos entre estes dias julianos.

Ao analisar a coerência Wavelets (XWT), (Figura 4 (C)) da temperatura do ar entre as duas áreas de estudo,

evidenciou-se coerência de energia altamente significativa, entre os dias julianos 315 a 325, demonstrando com isto uma alta correlação entre os sinais nas duas áreas de estudo.

A Figura 5 apresenta as Wavelets de Morlet e Coerência Wavelets (XWT), da variável temperatura do ar, referentes ao mês de Dezembro, correspondendo aos dias julianos 336 a 366, do ano de 2016, das áreas de estudo ACURI e INMET.

**Figura 5** - Análises do mês de Dezembro do ano de 2016, da variável Temperatura do ar, estimando: (A) Wavelets de Morlet da área ACURI; (B) Wavelets de Morlet da área INMET e (C) Coerência Wavelets (XWT) entre as áreas (ACURI – INMET).



Fonte: Os autores.

A Figura 5 (A), da análise de Wavelet de Morlet, apresentou evidências de periodicidades da variável temperatura do ar, entre os dias julianos 348 a 355, com periodicidade abaixo de 4 dias, com espectro de energia significativo, da área ACURI. Já na Figura 5 (B) se obteve significativa periodicidade próximo de oito dias, entre os dias julianos 347 a 355, com espectro de energia altamente significativo.

A análise de coerência Wavelets (XWT), Figura 5 (C) da variável temperatura do ar comprova que ocorreu coerência entre as duas áreas de estudo, entre os dias julianos 347 a 355, porém uma correlação mais fraca entre os sinais nas duas áreas de estudo.

Para os meses da Estação úmida se verificou que no mês de Outubro ocorreu baixas correlações entre as áreas

de estudo ACURI e INMET, para o mês de Novembro, a variável temperatura do ar demonstrou uma correlação altamente significativa. Para o mês de Dezembro, também se observou uma correlação significativa. Ao comparar as duas áreas de estudo, observou-se que a área urbana (INMET) apresentou espectros de energia mais significativos de maior periodicidade.

Ao comparar as estações (Seca e Úmida), observou-se que os maiores espectros de energia, mais significativos e de maior periodicidades foram para a área urbana (INMET), pois tais fatos podem ser justificados, pois segundo Alves e Vecchia (2012), o ambiente urbano absorve e emite uma quantidade maior de energia em relação a áreas rurais, pelo fato de que os materiais de uma superfície urbana apresentam, menor albedo, e por isso uma menor capacidade térmica e maior condutividade de calor, que resulta no aumento da temperatura do ar.

Grande parte dos países subdesenvolvidos obtiveram seus crescimentos populacionais e urbanísticos sem planejamento e, de forma rápida, que afetou o microclima da região e sua vegetação. Segundo Callejas et al. (2011), o intenso crescimento construtivo e a concentração populacional nos centros urbanos têm favorecido o processo de mudanças microclimáticas locais, em função das alterações das superfícies do solo e da ausência da arborização.

Segundo Dallacort, Neves e Nunes (2014), a temperatura pode ser entendida como a condição que determina o fluxo de calor que passa de um corpo, ou substância, para outro. As temperaturas máximas e mínimas, que ocorrem em uma determinada região, estão associadas a outras variáveis meteorológicas, como disponibilidade de energia solar, nebulosidade, umidade do ar e do solo, vento e parâmetros geográficos como topografia, altitude e latitude do local, além da cobertura e tipo de solo.

#### 4 Conclusão

A análise da variável temperatura do ar é essencial na caracterização dos microclimas de uma área estudada, esta variável é uma grandeza passível aos arranjos de vegetação, bem como as presenças de alterações no meio urbano ou rural por conta das interferências antrópicas inerentes a tal ocupação.

Observou-se correlações significativas da variável temperatura do ar, nas duas estações seca e úmida, entre as duas áreas de estudo (ACURI e INMET), o que significa que existe semelhança de periodicidade entre as áreas. Entretanto, a área urbana (INMET), apresentou espectros de energia mais significativos e de maior periodicidades, que foram identificados pelas Wavelets de Morlet, o que se comprova que em áreas urbanas devido a suas alterações dos entornos, possuem uma variação maior de temperatura do ar.

#### Referências

ALVES, E.D.L.; VECCHIA, F.A.S. Influência de diferentes

- superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental. *Ambiência Guarapuava*, v.8, n.1, p. 101 - 111, 2012.
- ALVES, E.D.L.; BIUDES, M.S. Padrões da temperatura do ar e da umidade relativa: estudo de caso no Campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. *Bol. Geog.*, v.30, n.3, p.5-16, 2012;
- AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. São Paulo: Difel, 2007.
- BIUDES, M.S. et al. Uso de séries temporais em análise de fluxo de seiva de mangabeira. *Ciênc. Natura*, v.31, n.1, p.65- 77, 2009.
- CALLEJAS, I.J.A. et al. Estudo do sombreamento arbóreo, atenuação da radiação solar e microclima dos pátios escolares: elementos para se pensar a sustentabilidade urbana. In: *IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, 2011, Vitória. Anais... Vitória, 2011.
- CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. Disponível em: <<http://www.cuiaba.mt.gov.br>> Acesso em: 16 jul. 2017.
- DALLACORT, R.; NEVES, S.M.A.S.; NUNES, M.C.M. Variabilidade da temperatura e das chuvas de Cáceres/Pantanal Mato-Grossense. *Geografia*, v. 23, p. 21-33, 2014.
- DOMINGUES, M.O. et al. Explorando a transformada Wavelet Contínua. *Rev. Bras. Ensino Física*, v.38, n.3, 2016.
- FENG Y.; LIANG C. Developing a thermal atlas for climate-responsive urban design based on empirical modeling and urban morphological analysis. *Energy and Buildings*, 2015.
- FRANCO, F.M. Configuração urbana e sua Interferência no microclima local: estudo de caso no bairro do Porto em Cuiabá-MT. Cuiabá. 137p. *Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente)* - Universidade de Mato Grosso, 2010.
- GRINSTED, R.; JEVREJEVA, S.; MOORE, J.C. Influência da Arctic Oscilação e El Nino-Oscilação Sul (ENOS) no gelo condições no mar Báltico: a abordagem Wavelets, *J. Geophys. Res.*, v. 108, n. 21, p. 4677, 2003.
- GURGEL, V.C. Aplicação de Técnicas Waveletss em análise de séries temporais para detecção de correlações. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2013.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 jul. 2017.
- LEADY, B.S.; GOTTGENS, J.F. Mercury accumulation in sediment cores and along food chains in two regions of the Brazilian Pantanal. *Wetlands Ecology and Management. Dordrecht (The Netherlands): Kluwer Academic*. In press. v.9, p. 349-361, 2001.
- MARAUN, D.; KURTHS, J. Cross Wavelets analysis: significance testing and pitfalls. *Nonlinear Processes in Geophysics*. v. 11, n. 4, p. 505-514, 2004.
- OLIVEIRA, M.A.; FAVERO, L.P.L. Uma breve descrição de algumas técnicas para análise de séries temporais: Séries de Fourier, Wavelets, Arima, Modelos Estruturais para séries de tempos e redes neurais. *V I SEMEAD Ensaio mqj. USP. Anais*, São Paulo. 2002. 13p.
- OLIVEIRA, A. S. de. Influência da vegetação arbórea no microclima e uso e praças públicas. 162 f. *Tese (Doutorado em Física Ambiental)* - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.
- PAL, S.; DEVARA, P.C.S. A Wavelets-based spectral analysis of long time series of optical properties of aerosol obtained by lidar and radiometer measurements over an urban station in Western India. *J. Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v. 84, p. 75-87, 2012.
- PEREIRA, P.S. et al. Variabilidade temporal da posição dos bancos arenosos da praia do Cassino (RS): uma análise através de imagens de vídeo. *Pesquisas em Geociências*, v.39, n. 3, p. 195-211, 2012.
- PROJETO BIOMAS. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas>>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- VILANI, M. Análise de Fourier e Walvelet em variáveis micrometeorológicas em diferentes tipologias de ocupação. *Tese (Doutorado em Física Ambiental)* - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, 2011.
- VILANI, M.T.; SANCHES, L. Análise de Fourier e Waveletss aplicada à temperatura do ar em diferentes tipologias de ocupação. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.*, v.17, n.12, p.1340-1346, 2013.
- SANTOS, A.C. Análise da concentração de CO2 no solo pela técnica Wavelets em área do norte do Pantanal Matogrossense. 2015. 54 f. *Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)*, Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2015.
- TORRENCE, C; COMPO, Y.G.P. A practical guide to Wavelets analysis. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, v.79, n.1, p.61-78, 1998.