



## **Aplicação do método geoestatístico de semivariograma no tempo para o albedo de radiação global**

Cristiano Rocha Da Cunha<sup>1</sup>

Carlo Ralph De Musis<sup>2</sup>

Francisco De Almeida Lobo<sup>3</sup>

Lúcio Angelo Vidal<sup>4</sup>

### **Resumo**

A compreensão do padrão da reflexão das ondas solares que chegam na superfície da Terra é fundamental para prever as tendências futuras de seu comportamento. As ondas refletidas que foram estudadas nessa pesquisa pertencem a uma região de cerrado campo sujo da baixada cuiabana. Com o uso da linguagem de programação Python, foi desenvolvido rotinas de modelagem geoestatística no tempo automatizadas por validação cruzada suportada por estatística não paramétrica. A fim de teste prático dos procedimentos desenvolvidos foi feito uma análise de estatística descritiva dos dados e também foi modelado as semivariâncias do Albedo Global e os respectivos servimariogramas. O ajuste do modelo semivariográfico demonstrou que a grandeza estudada possui uma dependência temporal em torno de 200 dias, logo, a técnica do semivariograma também demonstrou aplicabilidade para além do espaço.

**Palavras chaves:** Geoestatística, Albedo Global, Semivariograma, Modelagem

---

<sup>1</sup> IFMT - Campus Cuiabá - Octayde Jorge da Silva. Email: cristiano.cunha@cba.ifmt.edu.br

<sup>2</sup> UNIC. Email: carlo.demusis@gmail.com

<sup>3</sup> UFMT. Email: fdealobo@gmail.com

<sup>4</sup> IFMT - Campus Cuiabá - Octayde Jorge da Silva. Email: lucio.vidal@cba.ifmt.edu.br

### **Abstract**

Understanding the pattern of the reflection of the solar waves that arrive at the surface of the Earth is fundamental to predict the future tendencies of its behavior. The reflected waves that were studied in this research belong to a region of cerrado cerrado of the Cuiabá lowland. Using the Python programming language, automated time-based geostatistical modeling routines were developed by cross-validation supported by non-parametric statistics. In order to perform a practical test of the procedures developed, a descriptive statistical analysis of the data was done and the semivariance of Global Albedo and its respective serviimariograms were also modeled. The adjustment of the semivariographic model showed that the studied quantity has a temporal dependence around 200 days, so the semivariogram technique also showed applicability beyond space.

**Keywords:** Geostatistics, Global Albedo, Semivariogram, Modeling

## 1 INTRODUÇÃO

A fim de compreender, de uma forma mais efetiva, como o comportamento de uma grandeza física se dá ao longo do tempo, é necessária realização de um minucioso trabalho num conjunto de dados coletados sobre a informação que se deseja investigar.

O volume de informações que será investigado é fundamental. Quando esse montante de dados está ordenado no tempo, chamamos isso de série temporal. Esta pode carregar consigo informações valiosas, a saber: a forma como a grandeza em questão se comportou, se houve sazonalidade, se ela é determinística ou estocástica, e mais ainda, podem-se extrair informações sobre o seu provável comportamento no futuro.

Várias são as técnicas de previsão e modelagem usadas para se realizar a análise de uma série temporal de um conjunto de dados. Conforme levantamento feito para os últimos 10 anos no Portal de Periódicos da CAPES, as mais usadas são a Transformada de Fourier e Ondaletas, ou *wavelets*, que são modelos que pressupõe a estacionariedade da série.

Para os modelos supracitados, esse pressuposto não foi atendido na série de dados desse trabalho, logo, isso levaria a opção de correção por filtros de média e preenchimento de falhas e, conseqüentemente, haveria perda de informações, ou, a opção pela implementação de procedimentos de modelagem não sensíveis a esses condicionantes.

No sentido da segunda alternativa este trabalho foi desenvolvido, propondo a aplicação de um modelo de semivariografia temporal do Albedo Global, que é o coeficiente que mede o percentual de radiação que a Terra devolve para o espaço.

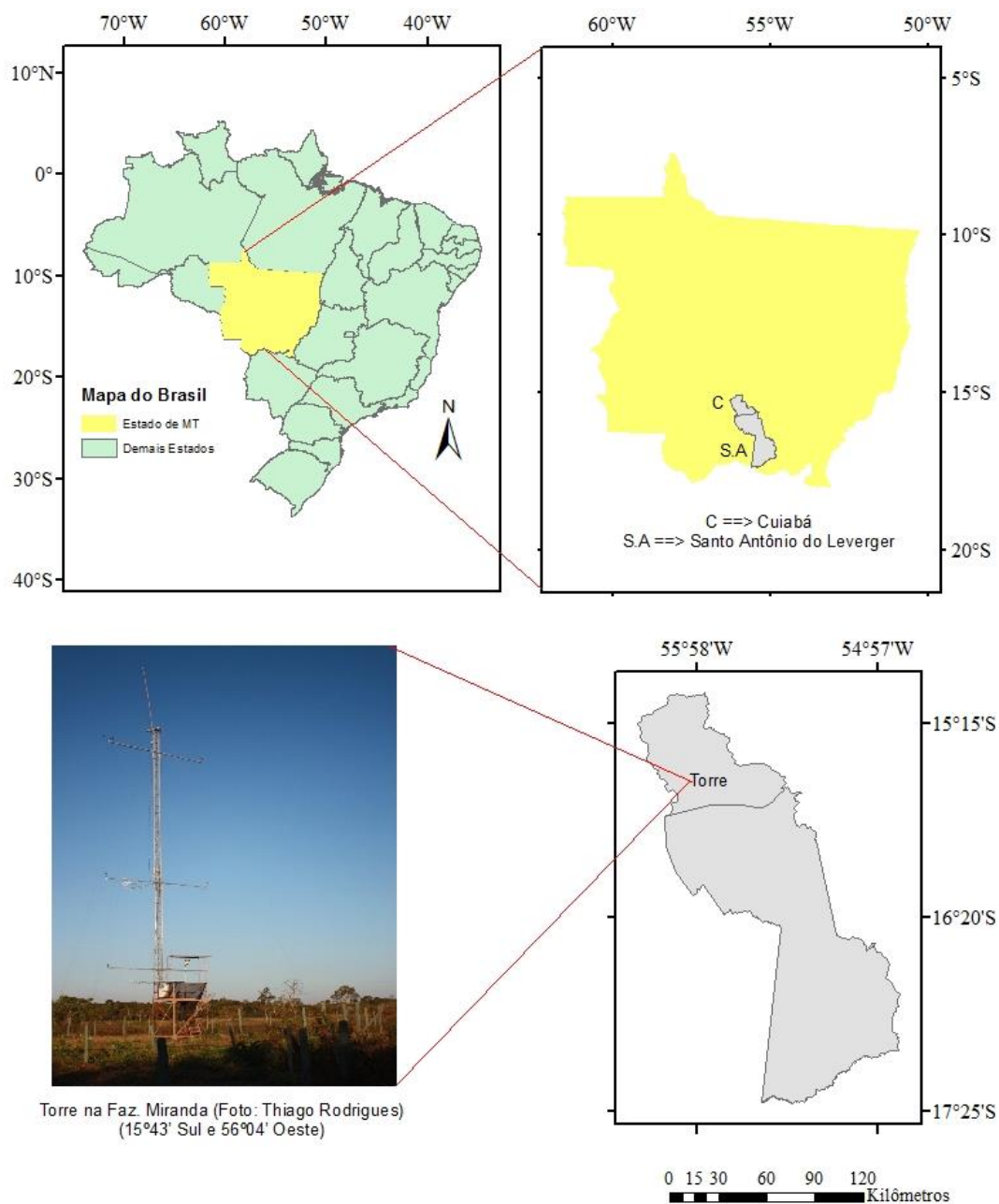
Diante disso objetivou-se com este trabalho realizar uma análise estatística descritiva do comportamento do albedo global, estimar as dependências temporais do albedo global via semivariograma e analisar os parâmetros deste.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O local de estudo deste artigo é um sítio experimental, próximo da divisa da cidade de Cuiabá com o município de Santo Antônio de Leverger. Trata-se de uma propriedade particular conhecida como Fazenda Miranda, estado de Mato Grosso - Brasil, situada a 15

km sul da capital (15°43' Sul e 56°04' Oeste), com altitude média de 157 m em uma faixa de transição entre o Cerrado e o Pantanal, com vegetação característica de Cerrado.

O solo dessa área é caracterizado como plintossolo pétrico, sendo pouco espesso, imperfeitamente drenado, concrecionário e com superfície cascalhenta, podendo existir locais com a presença de solos LITÓLICOS DISTRÓFICOS (EMBRAPA,2003). A Figura 1 mostra uma localização da área de estudo.

**Figura 1.** Localização da Fazenda Miranda.

**Mapa de Localização da Área de Estudo**  
**Fonte do Shape: IBGE**  
**Elaborado por: Cristiano Rocha da Cunha**

Sobre as modificações que uma superfície pode sofrer, naturais e/ou antropogênicas, sabe-se que o homem não pode alterar a quantidade de radiação proveniente do Sol. Mas a

quantidade de radiação líquida retida na superfície bem como seu particionamento podem sofrer alterações quando a superfície também mudar, é o que nos ensina Martins et al., (2015).

A radiação incidente na superfície, de acordo com Cunha et al., (2014), depende de uma série de variáveis, dentre elas podemos citar: a latitude do local; a distância entre a Terra e o Sol; as condições de cobertura do céu; os padrões de variação de intensidade de radiação solar; o fotoperíodo da localidade; e a declinação solar. Também algumas características típicas da cobertura vegetal que se estuda, como às inerentes ao bioma que, no caso de Mato Grosso pode ser: cerrado, pantanal e floresta amazônica.

Para contabilizar a radiação que fica na superfície, ou seja, o saldo de radiação, faz-se necessário conhecer o que nesta chega e sai. A radiação incidente pode ser medida de duas formas, uma direta, quando se utiliza sensores, como por exemplo piranômetros, e outra indireta, quando se utiliza equações que apenas estimam a quantidade incidente. Nesta pesquisa, a radiação incidente e refletida foi obtida por dois piranômetros idênticos ao da figura 2 abaixo, instalados a 5 m de altura, um voltado para cima captando a radiação incidente e outro, para baixo, captando a radiação refletida pelo solo, ambos instalados numa torre micrometeorológica no local estudado nesse trabalho.

**Figura 2.** Piranômetro modelo LI200X (LI-COR Biosciences, Inc., Lincol, NE, USA)



Como consta em Giongo & Verrotazzi (2014), cada cobertura vegetal, com suas particularidades, possui uma capacidade de devolver parte da radiação que sobre ela incide.

A grandeza responsável por isso é chamada de albedo. Este termo é usado quando nos referimos à radiação de ondas curtas, ou seja, toda a radiação proveniente do Sol.

O albedo da radiação global pode ser medido pela razão entre a radiação global refletida e incidente, como apresentado a seguir:

$$\alpha = \frac{Q_G}{Q_R} \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

De acordo com Cunha et al., (2014),  $\alpha$  representa o albedo de radiação global, isto é, um valor dado em % que indica a quantidade de radiação que é devolvida para o espaço.  $Q_R$  refere-se à parcela da radiação que é refletida,  $Q_G$  e a parcela da radiação incidente que, após atravessar a atmosfera e sofrer os fenômenos de reflexão, transmissão e absorção, incide na superfície.

Como nos ensina Braga et al., (2009), Silva & Valeriano (2003), Souza (2010), Filho et al., (2006), o albedo das superfícies é uma função de muitas variáveis, dentre as quais podemos citar: declinação solar, coloração e rugosidade da superfície, tipo de cobertura, umidade retida pela vegetação, IAF (índice de área foliar), cobertura do céu dentre outras.

A planilha de dados deste trabalho foram coletados por um datalogger que realizou a leitura das radiações a uma frequência de 10 Hz, calculando sua média a cada 30 segundos. Os valores encontrados foram armazenados em intervalos de 30 minutos.

Na posse dos dados coletados, utilizou-se uma Workstation Dell com processados intel i7 Xeon com 16Gb de RAM, com a programação na linguagem Python, utilizando a distribuição Anaconda (64bits), em que foram feitos o cômputo dos valores de semivariância de cada conjunto de dados. Na sequência, os semivariogramas foram construídos com o auxílio do software Matlab 2014a, e assim iniciou-se a análise dos resultados obtidos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A princípio realizou-se uma análise estatística exploratória após o conjunto total de informações ser dividido em anos, sendo este montante correspondente aos anos de 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013. Para a descrição clássica dos dados, fez-se o cálculo da Média, Mediana, Desvio Padrão e Curtose, além da determinação dos valores máximo e mínimo

contidos em cada amostra. A primeira análise foi feita com os valores do Albedo Global e estas estatísticas encontram-se na tabela 01 a seguir.

**Tabela 1.** Estatística Descritiva para o Albedo Global.

| <b>Ano</b> | <b>Média</b> | <b>Mediana</b> | <b>Desvio Padrão</b> | <b>Máximo</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Curtose</b> | <b>Assimetria</b> |
|------------|--------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|
| 2009       | 19,25        | 19,12          | 2,31                 | 28,57         | 3,60          | 0,00           | 0,01              |
| 2010       | 19,63        | 19,54          | 2,54                 | 28,81         | 7,00          | -0,15          | 0,08              |
| 2011       | 21,27        | 20,82          | 2,95                 | 29,82         | 10,39         | -0,39          | 0,41              |
| 2012       | 22,66        | 22,37          | 3,41                 | 29,99         | 1,00          | -0,12          | -0,01             |
| 2013       | 20,06        | 19,01          | 3,38                 | 29,99         | 7,42          | 0,01           | 0,97              |

A análise nos valores da média do Albedo Global mostra que este coeficiente de reflexão apresentou um aumento gradativo de 2009 até 2012, sendo cerca de 2%, 8,3%, 6,5% respectivamente. Já de 2012 para 2013, houve uma redução de 11,4%. Contudo, dentro do período estudado, ou seja, de 2009 até 2013, o aumento foi de 4,2%.

Esse aumento, geralmente, vem sendo observado em áreas utilizadas para cultivo de monoculturas, como, por exemplo: cana de açúcar, como mostra o trabalho de Mataveli et al., (2013); e soja, nos trabalhos de Martins et al., (2015) e Souza et al., (2013). Além disso, tal aumento foi observado também em áreas urbanas em expansão, como relata Oliveira et

al., (2012). Mas, na presente pesquisa ficou evidente que o local estudado não possui nenhuma das características como as citadas anteriormente, entretanto, o aumento do coeficiente também se fez presente.

Em um artigo publicado por Gusmão et al., (2013), com dados da Ilha do Bananal, percebeu-se que tanto em áreas antropizadas quanto em regiões preservadas, há uma correlação entre as variações do albedo e da temperatura. Também observou-se que a média da temperatura nos anos de 2009 a 2013 foram, respectivamente: 25.6, 26, 27, 26.4, e 26°C. Acredita-se que esta pequena variação na temperatura média anual pode estar correlacionada, indiretamente, com a variação do albedo no mesmo período.

O desvio padrão do Albedo Global apresentou valores dentro do esperado. Isso porque essa grandeza possui uma variação horária com valores maiores próximo do início e final do dia. O fato que chamou a atenção foi que esses desvios aumentaram progressivamente. Possivelmente, isso pode estar associado ao aumento médio sofrido pela reflexão.

Com relação aos valores máximos e mínimos da reflexão, notou-se um aumento em ambos. Isso pode ser justificado pelo aumento observado tanto na média como na mediana dos dados. Os valores da média e mediana são praticamente os mesmos, tal aspecto indica que o conjunto dos dados possui uma distribuição normal<sup>5</sup>. Então, a análise da curtose informará apenas o *grau de achatamento*<sup>6</sup> dessa distribuição. Para o Excel, temos a seguinte tabela de referência:

**Tabela 2.** Referência de classificação da distribuição de um histograma “Curtose”.

| <b>Valor de<br/>Referência</b> | <b>Classificaç<br/>ão</b>        |
|--------------------------------|----------------------------------|
| <b>CC<br/>= 0</b>              | <b><i>Dist. Mesocúrtica</i></b>  |
| <b>CC</b>                      | <b><i>Dist. Platicúrtica</i></b> |

<sup>5</sup> Conforme a estatística descritiva, os dados possuem distribuição normal. O teste de Wilcoxon, como relata Callegari-Jacques (2003), é robusto ao tipo de distribuição dos dados, logo, não há exigência quanto ao tipo de distribuição da variável estudada.

<sup>6</sup> Uma distribuição de frequência tida como referência (Distribuição Normal) é denominada **Mesocúrtica** (Meso=Meio). Quando a distribuição apresenta uma curva de frequência mais fechada (mais aguda na parte superior) é chamada de **Leptocúrtica**. Quando a curva é mais aberta (mais achatada em sua parte de cima) temos uma distribuição **Platicúrtica**.

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>&lt; 0</b> |                     |
| <b>CC</b>     | <b>Dist.</b>        |
| <b>&gt; 0</b> | <b>Leptocúrtica</b> |

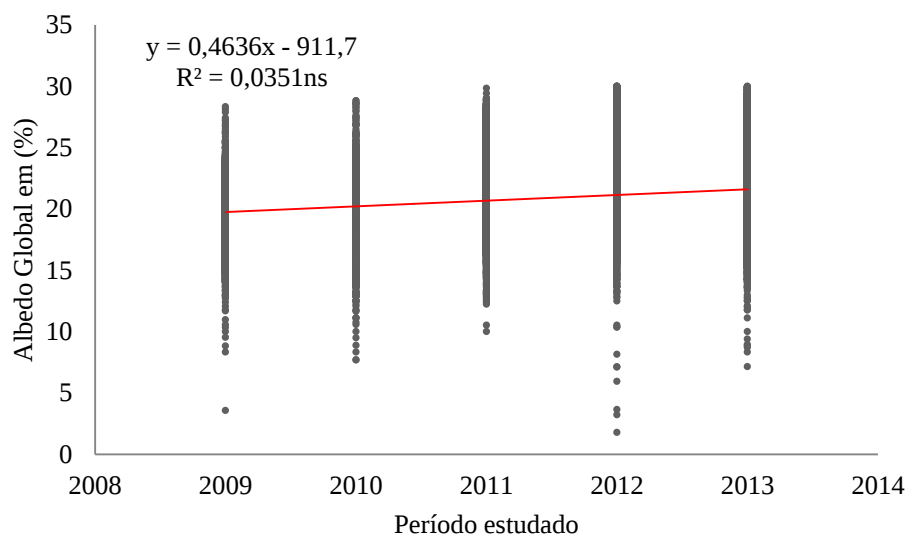
Para a análise do Albedo Global, a amostra teve seu comportamento oscilando entre *platicúrtica* e *leptocúrtica*. A estatística descritiva também contemplou a análise do Coeficiente de Assimetria<sup>7</sup>. Este coeficiente apenas estabelece uma comparação da distribuição em estudo com uma Distribuição Normal. Os valores de referência podem ser visualizados a seguir.

**Tabela 3.** Valores de Referência para classificação da Assimetria.

| <b>Valor<br/>de<br/>Refer<br/>ência</b> | <b>Classificação</b>                      |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>CI = 0</b>                           | <b>Dist. Simétrica</b>                    |
| <b>CI &lt; 0</b>                        | <b>Dist.<br/>Assimétrica<br/>negativa</b> |
| <b>CC &gt; 0</b>                        | <b>Dist.<br/>Assimétrica Positiva</b>     |

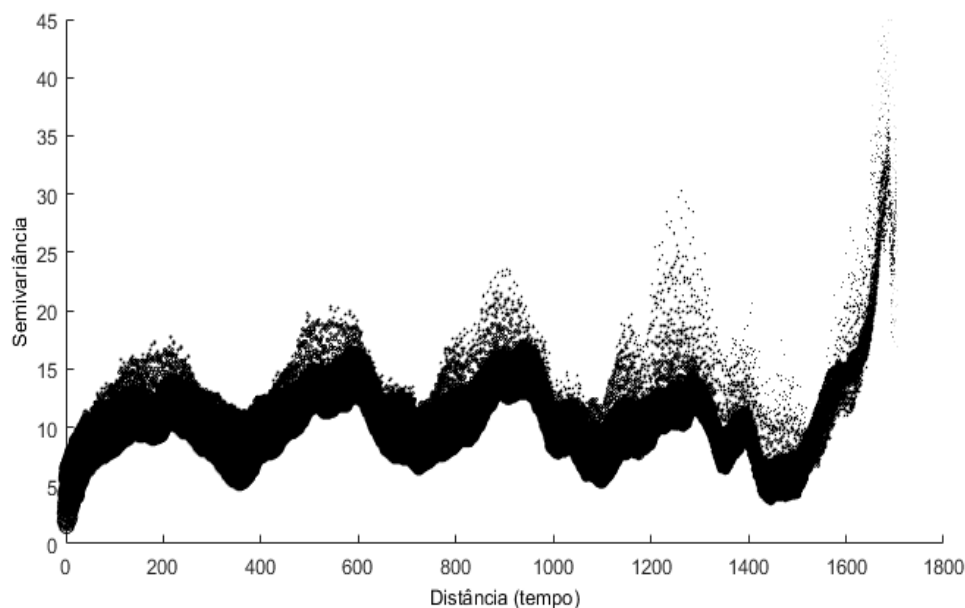
Uma regressão linear também foi feita para uma melhor análise de como evolui essa grandeza ao longo dos anos estudados.

<sup>7</sup> Na distribuição Simétrica,  $CI = 0$ , a distribuição é praticamente unimodal, implicando que a média, mediana e moda estão muito próximas. Já na distribuição Assimétrica negativa,  $CI < 0$ , observam-se maior frequência a maiores valores e a cauda mais longa à esquerda, já na distribuição Assimetrica positiva,  $CI > 0$ , temos o contrário da negativa.

**Figura 2.** Regressão linear entre a média anual do albedo global no período estudado.

A Figura 2 evidencia que, dentro deste período, essa grandeza em média, aumentou. Embora a área estudada não esteja passando por uma substituição de sua cobertura original e nem é afetada por uma urbanização nas suas imediações, o comportamento deste intervalo de dados leva a crer que este parâmetro biofísico esteja alterando ao longo dos anos, podendo essa evolução estar associada ao aumento de temperatura, como evidenciaram os pesquisadores Gusão et al., (2013), Tartani et al., (2015), Santos et al., (2013), Santos et al., (2011) em trabalhos feitos em áreas com outros tipos de cobertura.

Após o processamento dos dados, calculou-se com o software PYTHON a semivariância do Albedo Global para o conjunto dos 1697 dias, aproximadamente 4,5 anos. O comportamento da semivariância ao longo de todo esse período pode ser observado na figura 3, logo a seguir.

**Figura 3.** Semivariograma temporal do albedo global.

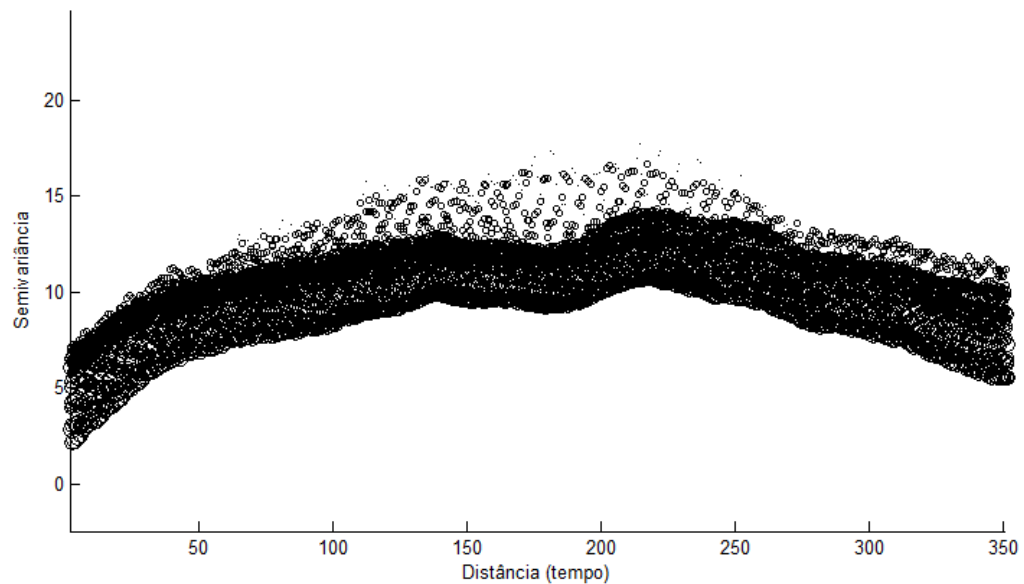
Analisando o comportamento da variância, ao longo do tempo, notou-se que o semivariograma não apresentou, aparentemente, o formato de um variograma clássico, como os modelos esférico, hiperbólico ou gaussiano. Entretanto, a forma de onda foi percebida na dispersão dessa figura, representando, assim, outro modelo, não tão usual, que é o de onda.

A abordagem do modelo de onda não é tão abundante em trabalhos de geoestatística. Numa pesquisa em que essa característica foi encontrada e discutida por Bettú & Soares (2013), encontrou-se a configuração senoidal no estudo de parâmetros geomorfométricos do relevo de uma determinada região em Curitiba; também Bartoszeck (2004), trabalhando com dados geológicos, encontrou modelo semelhante.

Especificamente, em um estudo de modelagem semivariográfica temporal, Almeida et al. (2011) e Mota et al. (2008), também encontraram um comportamento de onda semelhante a este trabalho, porém, para dados de precipitação e temperatura.

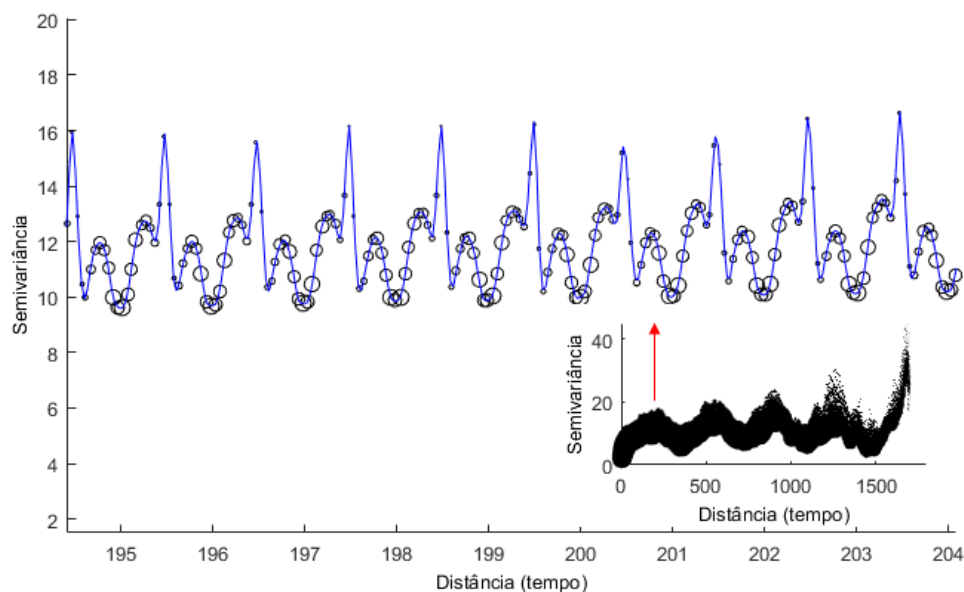
Em modelos de onda, de acordo com Bettú & Soares (2013), o alcance é a distância que vai da origem do semivariograma até o ponto da primeira crista. A semivariância do albedo global começa sua depressão um pouco depois do dia 200, como se observa a seguir. Sendo assim, esse marco pode ser considerado o alcance.

**Figura 4.** Comportamento crescente da semivariância global até o dia 200, em seguida, decrescimento de  $\gamma$ .



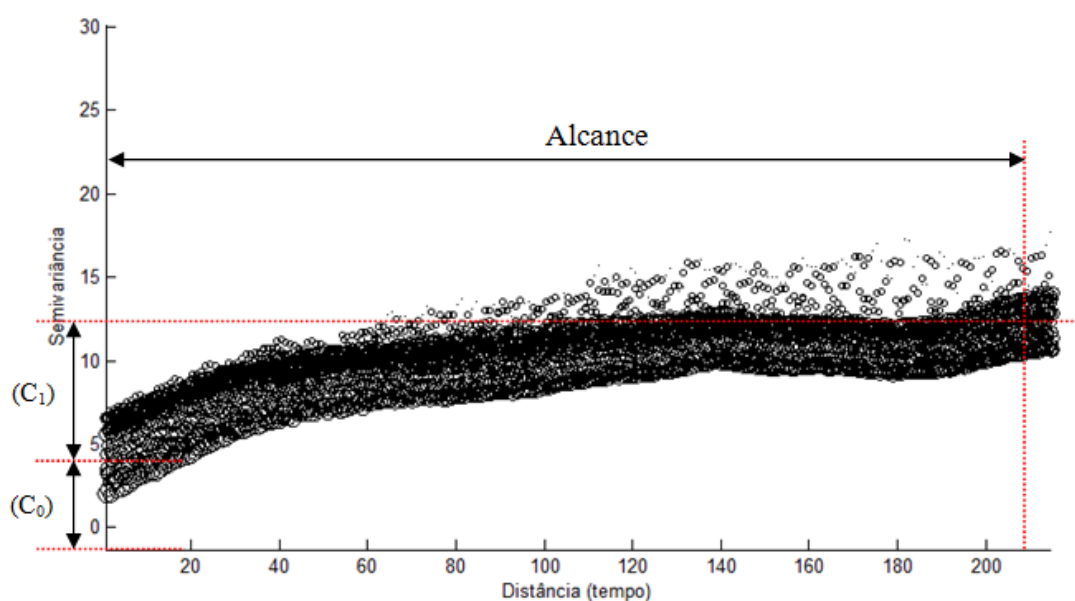
O alcance indica a “distância temporal” em que se observa o crescimento da semivariância “ $\gamma$ ” e sua chegada ao ponto máximo, que no semivariograma atinge seus picos em torno de 15 dias e os valores menores em torno de 9, como indica a Figura 5 a seguir.

**Figura 5.** Semivariograma interpolado em *spline* nas imediações do dia 200 para o albedo global.



Portanto, para o período desse trabalho, a semivariância do albedo global obteve os valores de efeito pepita ( $C_0$ ) com valores mínimos inicialmente em torno de 2 e máximo em torno de 6. Já a contribuição ( $C_1$ ), considerando como 200 o alcance temporal, teve um valor médio em torno de 9, como se observa na Figura 6.

Figura 6. Representação dos parâmetros do semivariograma do albedo global.



Afim de se deixar mais evidente do que se trata os parâmetros do semivariograma aplicado ao tempo, temos que, o alcance temporal, como bem descrito por Góis (2004) e Góis et al. (2010), indica o grau de correlação temporal entre os registros, ou seja, qual o intervalo de tempo uma dada grandeza (variável) voltará a ter valores correlacionáveis.

No caso deste primeiro índice observado, o albedo global, o alcance temporal se deu em torno de 200 dias, em termos práticos, esse é o intervalo de duração de um determinado ciclo de valores desse coeficiente de reflexão, ou seja, os valores voltam a se repetir ou se correlacionar a cada 200 dias.

No caso de quão dependente ao tempo a variável em questão pode ser, existe um índice empírico utilizado em variogramas espaciais, trata-se do *Coefficiente de Efeito de Pepita*, o (CEP), definido como a razão entre o efeito pepita ( $C_0$ ) e o patamar ( $C_0 + C_1$ ), onde, de acordo com Cambardella et al. (1994), se  $CEP \leq 0.25$  a amostra apresenta alta

dependência espacial, se  $0.25 \leq CEP \leq 0.75$  a amostra possui moderada dependência espacial, já, se  $CEP \geq 0.75$ , a amostra possui baixa dependência espacial.

Alguns trabalhos recentes como os de Santos et al. (2015) tiveram diferentes atributos correlacionados ao espaço medidos com o CEP. No caso dessa artigo, o albedo global teve o CEP em torno de 44.4%. Logo, uma moderada dependência temporal.

#### 4 CONCLUSÕES

O modelagem adotada, semivariografia temporal, mostrou-se robusta em relação a falhas e a não estacionariedade das séries. O albedo da radiação global apresentou uma tendência de elevação de sua média anual, resultado este contemplado pela regressão linear. Os valores da semivariância apresentaram uma estreita correlação com os valores das respectivas reflexões, isto é, quanto maior a reflexão da radiação, maior foi o valor da esperança matemática obtida. Todavia, os semivariogramas das radiações global apresentaram modelos de onda. A obtenção de um semivariograma temporal para o albedo global demonstrou que essas grandezas também possuem uma dependência temporal na variância de suas intensidades. Para a radiação global, essa dependência ficou em torno do dia 200.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTOSZECK, M.K; **Análise multitemática de dados geológicos e sísmica de reflexão: um ensaio metodológico - estudo de caso grupo Itararé**. Dissertação (Mestrado em Geologia Exploratória, Universidade Federal do Paraná) 2004. 118f.

BETTÚ, D.F., SOARES, P.C.; interpretação geomorfométrica de parâmetros variográficos do relevo. **Geociências (São Paulo)**, v. 32, n. 1, p. 118-136, 2013.

BRAGA, C.C., SOARES, F.R., DANTAS, F.R.C., BARBIERI, L.F.P., Determinação do albedo e índice de área foliar usando o sensor TM/LANDSAT 5. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 935-942.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURVO, R.F.; KONOPA, A.E. *Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils*. **Soil Science Society of American Journal**, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

Cunha, C.R., Nogueira, J.S., Junior, O.B.P., De Musis, C.R., Sobrinha, F.J.C. Variação da reflexão de diferentes ondas de uma região de cerrado da baixada cuiabana sob diferentes coberturas do céu. **Revista Ciência e Natura**, V. 36, n. 3 (2014)

de Almeida<sup>1</sup>, A. Q., Ribeiro<sup>1</sup>, A., Paiva<sup>1</sup>, Y. G., Nilton Jr, L. R., & Lima, E. P. (2011). Geoestatística no estudo de modelagem temporal da precipitação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 15(4), 354-358.

FILHO, J.D.C.S., RIBEIRO, A., COSTA, M.H., COHEN, J.C.P., ROCHA, E.J.P. Variação Sazonal do Balanço de Radiação em uma floresta tropical do Nordeste da Amazônica. **Revista Brasileiro de Meteorologia**. v.21,n.3b, 318-330 – 2006

GIONGO, Pedro R.; VETTORAZZI, Carlos A. *Surface albedo through TM-Landsat 5 images and Digital Terrain Model*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 833-838, 2014.

Góis, J. (2004) Contribuição dos Modelos Estocásticos para o Estudo da Climatologia Urbana, **Tese de Doutorado**, FEUP, Porto, 670 pp.

Góis, J., Branco, P., Moreira, M. F., Vasconcelos, C., & Cardoso, C. (2010). Estudo, caracterização e modelação de regimes pluviométricos em ambientes urbanos. Os casos de estudo de algumas cidades portuguesas e estrangeiras. **Pluris 2010**.

Gusmão, A. C. V. L., da Silva, B. B., Montenegro, S. M. G. L., Galvêncio, J. D., & de Oliveira, L. M. M. (2014). Índice de vegetação e temperatura da superfície no ecótono ilha do bananal por sensoriamento remoto. **Revista de Geografia** (Recife), 30(3), 209-225.

Martins, A. L. ; Cunha, C. R. ; Rodrigues, V. M. ; Danelichen, V. H. M. ; Machado, N. G. ; Lobo, F. A. ; De Muis, C.R. ; BIUDES, M. S. . Mudanças em índices biofísicos devido à alteração da cobertura do solo em área nativa de Cerrado em Mato Grosso. **Ciência e Natura**, 2015.

Mataveli, G. A. V., Pereira, G., Moraes, E. C., & Cardozo, F. D. S. (2013). Impactos da introdução da cana-de-açúcar sobre o albedo da superfície ea reflectância no estado de mato grosso. **Revista Geoaraguaia**.

Oliveira, L. D., Montenegro, S. M. G. L., Antonino, A. C. D., Silva, B. D., Machado, C. C. C., & Galvêncio, J. D. (2012). Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47(9), 1209-1217.

Santos, H. L., Júnior, J. M., Matias, S. S., Siqueira, D. S., & Pereira, G. T. (2011). Suscetibilidade magnética na identificação de compartimentos da paisagem em uma vertente. **Revista Brasileira de Ciencias Agrarias**, 710-716.

Santos, F. A., dos Santos, C. A., Araújo, A. L., & Braga, A. C. (2013). Alterações no Balanço Radiativo em Áreas de Pastagem e Floresta Obtidas por Meio de Imagens Orbitais MODIS (Changes in the Radiative Balance in Pastures and Forest Areas Through Orbital MODIS Images). **Revista Brasileira de Geografia Física**, 6(5), 1023-1036.

Santos, F. A., da Silva, B. B., Araújo, A. L., Silva, M. T., & Braga, A. C. (2013). Comparação de Modelos de Estimativa da Radiação de Onda Curta a partir de dados MODIS/Terra (*Comparision Models for estimating the Shortwave Radiation from MODIS/Terra data*). **Revista Brasileira de Geografia Física**, 6(5), 1037-1049.

Santos, A. C., Lima, J. S., Oliveira, L. B. T., & Neto, S. S. (2015). Variabilidade espacial das características qualitativas e quantitativas da pastagem de capim Marandú em

topossequência no Tocantins. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 10(3), 83-89.

Santos, C. A. Costa Dos; Nascimento, R. L. Do; Rao, T. V. R. 2011. Net radiation estimation under pasture and forest in Rondônia, Brazil, with TM Landsat 5 images. **Revista Atmosfera**, v.24, n.4, p.435-446.

SILVA, B.S.G., VALERIANO, D.M., Georeferenciamento e análise da correção atmosférica para o cálculo de albedo usando sensor LANDSAT ETM+. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 – 10 abril 2003, INPE, p.2143 – 2150.

SOUZA, A.M.L., Albedo da Cultura da Soja em área de avanço da fronteira agrícola na Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.14, n.1, p.65-73, 2010. Campina Grande ,PB, UAEA/UFCG – [HTTP://www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)

SOUZA, P. J. D. O. P. D., ROCHA, E. J. P. D., & RIBEIRO, A. (2013). Impactos do avanço da soja no balanço de radiação no leste da Amazônia. **ACTA AMAZONICA VOL. 43(2) 2013: 169 - 178**

MOTA, V. C. ; Lima, R. R. ; ALVES, M. C. ; OLIVEIRA, M. S. ; CARVALHO, L. G. . Dependência temporal da precipitação pluvial e da temperatura do ar em Juiz de Fora, MG, por meio de análises geoestatísticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia - RBAGRO**, v. 16, p. 249-258, 2008.

Tartari, R., Machado, N. G., dos Anjos, M. R., da Cunha, J. M., De Musis, C. R., de Souza Nogueira, J., & Biudes, M. S. (2015). Análise de índices biofísicos a partir de imagens TM Landsat 5 em paisagem heterogênea no Sudoeste da Amazônia/*Evaluation of biophysical indices from TM Landsat 5 images in heterogeneous landscape in Southwestern Amazon*. **Revista Ambiente & Água**, 10(4), 943.