

## **Superfícies de Impedância e suas Implicações nos Processos Geoestatísticos. Deturpação de Possíveis Cenários e Fenômenos Geoespaciais: poligonal urbana de Garanhuns-PE**

Felippe Pessoa de Melo<sup>1</sup>

Douglas Vieira Gois<sup>1</sup>

Analee Cruz Alves<sup>1</sup>

Wandison Silva Araújo<sup>1</sup>

Daniela Pinheiro Bitencurti Ruiz-Esparza<sup>1</sup>

Rosemeri Melo e Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Sergipe - UFS

Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze - CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE, Brasil  
{felippemelo, douglasgeograf, analeealves}@hotmail.com, {wandison.silva}@gmail.com,  
{danibitencurti}@yahoo.com.br, {rome}@ufs.br

**Abstract.** This study aimed to analyze the impedance surfaces in geospatial data modeling processes in GIS environment. We used the geophysical parameters: precipitation provided by the National Institute of Meteorology (INMET) and topographic provided by the National Institute for Space Research (INPE), through geomorphometric database Brazil, which the pixel information is 30 m. It was demonstrated that Euclidean logic applied in the Geographic Information System (GIS) presented two different situations in the results. In the case of hypsometry, the impedances not worked much effect as soon as the collection points were close. The information regarding rainfall showed great distortions of reality because the distance between the points and because the method consider the interpolation surface a perfect plan. This issue, which was clearly demonstrated in the results from the interpolation of two variables, especially the isohyet 28.5 mm in cross-sectional surface of the summit of the Maganoshill.

**Palavras-chave:** impedance, GIS, geophysical parameters, interpolation, impedância, GIS, parâmetros geofísicos, interpolação.

### **1. Introdução**

Como advento das geotecnologias nas diversas ciências ou áreas do conhecimento que necessitam de análises espaciais com a mensuração de fenômenos, esses procedimentos passaram a ser realizados de forma mais rápida e objetiva. No entanto, isso não significa que sua complexidade foi minimizada, já que, as estimativas desses eventos estão atreladas a teorias e procedimentos metodológicos, que tem o plano euclidiano como ponto de intersecção, ou seja, desconsiderando as superfícies de impedâncias. Fato esse, que compromete as estruturas dos possíveis cenários e estimativas dos fenômenos os quais se pretende analisar.

Conforme Ferreira (2014), a maneira mais trivial de determinar a distância entre dois pontos em um plano cartográfico é através de uma linha entre eles, e posteriormente, pela medição da mesma. Entretanto, a distância da medida de afastamento na geografia, não se restringe a superfícies de afastamentos espaciais entre objetos. Assim, são consideradas as inter-relações existentes nesse arranjo espacial tais como: topografia, fluidez, rotas e redes. Tais condicionantes se constituem em restrições, sendo conhecidas como impedâncias ou fricções ao movimento.

As análises geográficas não partem apenas dos padrões geométricos e das distâncias entre os objetos, levam em consideração as interações entre eles no espaço/tempo. Fato esse, que não condiz com os procedimentos geoestatísticos realizados nos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Incompatibilidade teórica e metodológica que deve ser considerada nos procedimentos das análises e interpretações dos resultantes oriundos de Banco de Dados (BD) geográficos que passaram por processos de interpolação. Outra importante questão é que a introdução de informações em um BD, a qual depende diretamente da percepção do pesquisador, já que, é ele quem vai ponderar a hierarquização dos dados e seus referidos pesos, nas rotinas de interpolação.

Deve-se evidenciar que essas discrepâncias não desmerecem as análises realizadas a partir de ambientes virtuais, ou seja, SIGs. Logo, eles são importantes instrumentos para as pesquisas, contudo, faz-se necessário alicerçar/enfatizar que os produtos provenientes dessa modelagem são um vislumbre de uma possível realidade, e partindo do princípio que todas as variáveis inclusas no BD se comportaram conforme o previsto. O que é algo pouco provável, tendo em vista que, a natureza é imprevisível em sua essência, cabendo ao homem apenas tentar estimar a partir de certos padrões.

A modelagem pode ser considerada um instrumento entre os processos metodológicos de uma pesquisa. A justificativa reside no fato de que a elaboração de modelos a respeito de sistemas ambientais representa a expressão de uma hipótese científica, que necessita ser avaliada como sendo um enunciado teórico sobre o sistema focalizado. (CHRISTOFOLETTI, 1999).

O presente trabalho tem como objetivo, analisar as interferências das superfícies de impedância na mensuração de fenômenos em ambientes de SIGs. Para tanto, foram utilizadas duas variáveis geofísicas: a precipitação e o relevo. A escolha dessas está relacionada ao fato de que são elementos de fácil percepção. Evidenciando de forma mais clara e eficaz, a problemática supracitada.

Faz-se necessário enfatizar que o referido trabalho, optou pela Krigagem como procedimento geoestatísticos. Já que, o método não é determinístico.

De acordo com Silva (2014), *Kriging* é muitas vezes traduzido como *Krigagem*. É um método de regressão usado em geoestatística para aproximar ou interpolar dados. O *Kriging* pode ser entendido como uma predição linear ou uma forma da Inferência Bayesiana (incertezas sobre as quantidades estimadas). Parte do princípio que pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais parecidos do que pontos mais afastados. Essa técnica assume que os dados recolhidos de uma determinada variável se encontram correlacionados no espaço.

## 2. Metodologia de Trabalho

Foram usados, os dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET (2015), referentes as precipitações de 29/06/2015, das estações convencionais localizadas em: Garanhuns-PE (9014058,43309 / 775663,936793), Arcoverde-PE (9067239,70626 /

714091,976245) e Palmeira dos Índios-AL (8957787,75009 / 761317,180696), com distâncias máxima entre os pontos de 120,67 e mínima de 57,79 km, conforme demonstra-se na tabela 1.

Tabela 1. Matriz de espacialização das estações, distância em km.

Estações Meteorológicas Convencionais			
-----	Garanhuns	Arcoverde	Palmeira dos Índios
Garanhuns	0	81,18	57,79
Arcoverde	81,18	0	120,67
Palmeira dos Índios	57,79	120,67	0

A matriz referente ao Modelo Numérico do Terreno (MDE), é oriunda do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (INPE), cena 08S375ZN, com resolução espacial de 30 m, formato *GeoTiff*.

De posse dessas informações confeccionou-se de uma tabela (*Excel*) com as colunas A - X (longitude), B - Y (latitude), C (precipitação) e D (altitude/cota altimétrica). Em seguida, no ambiente do *Surfer* v. 12, gerou-se uma grade de informações (*Grid/Data*) referente a precipitação; devido o formato dos dados topográficos, foi necessário processá-los no *softwareGlobal Mapper* v. 16, para posterior exportação para o ambiente do *Surfer*, sendo assim ocorreu a importação (*File/Oppe Data File*), correção do datum de WGS84 para SIRGAS 2000 - ficando em conformidade com os padrões cartográficos brasileiros, exportação dos dados no formato *Grid (File/Export/Export Elevation Grid Format/XYZ-GRID)*. No *Excel*, o referido arquivo foi aberto, tendo a remoção dos pontos em excesso, para não super amostrar o MDE e posterior exportação das informações no formato de planilha. Realizados esses procedimentos, geraram-se novos *Grids* no *Surfer* e confecção das cartas temáticas.

### 3. Resultados e Discussão

Analisando os padrões das isoietas da figura 1A, observa-se que o procedimento de modelagem geoespacial, gerou 5 (cinco) isolinhas mestras, que seguem um padrão de espacialização de SE para NO, com precipitações que oscilam de 29 a 27,4 mm, com divisores de contas pluviométricas de 0,4 mm, tendo um espaçamento médio de 2.100 m entre elas.

Para que fosse levado em consideração apenas a pluviometria captada pela estação (29,3 mm), como referência para o sítio urbano de Garanhuns-PE, teria que partir do princípio que toda a superfície da referida área estivesse sob a mesma condição topográfica da estação de coleta, formando assim um plano perfeito, situação essa que não ocorre. Como pode ser observado na figura 1B, a mesma tem um relevo ondulado em forma de colinas, com topos côncavos, convexos e tabulares, vales abertos encaixados entre estas estruturas somitais, de fundo ligeiramente aplainado, com vertentes em ângulos agudos. No caso das cotas

altimétricas elas variam de 640 m, fundos de vales e suas extensões, que no caso específico dão origem a áreas ligeiramente aplainadas, a 1.040 m, destacando-se a superfície de cimeira do morro do Magano situado nas coordenadas UTM de 9017710 / 772932.

Devido a escolha de um método estatístico possibilíssimo, que no caso em questão foi a krigagem, ocorreu uma ligeira deturpação dos dados. Logo, a menor cota no BD era de 693 m e a maior de 1.030 m.

Observou-se que em ambos os parâmetros geofísicos ocorreram alterações nas informações que não chegaram a comprometer a modelagem, mas adicionaram resultantes inconsistentes com os cenários em questão. Reforçando o fato de que a modelagem é um vislumbre de uma possível realidade, segundo os parâmetros introduzidos no banco de dados, e partindo do princípio que essas variáveis continuaram apresentando um padrão esperado/previsto linear ou não linear em suas interpolações. Ainda existindo a questão de que os SIGs trabalham/executam suas operações em planos euclidianos, conforme já foi salientado, partindo do pressuposto que a menor distância entre pontos é sempre uma linha reta.

Christofoletti (1999), enfatiza que a modelagem se constitui um procedimento teórico, envolvendo um conjunto de técnicas com o objetivo de compor um quadro simplificado e inteligível do mundo, como a atividade do homem perante a complexidade aparente do mundo que o envolve. É um procedimento teórico, pois consiste em compor uma abstração da realidade em função das concepções de mundo, trabalhando no campo da abordagem teórica e ajustando-se e/ou orientando experiências empíricas.

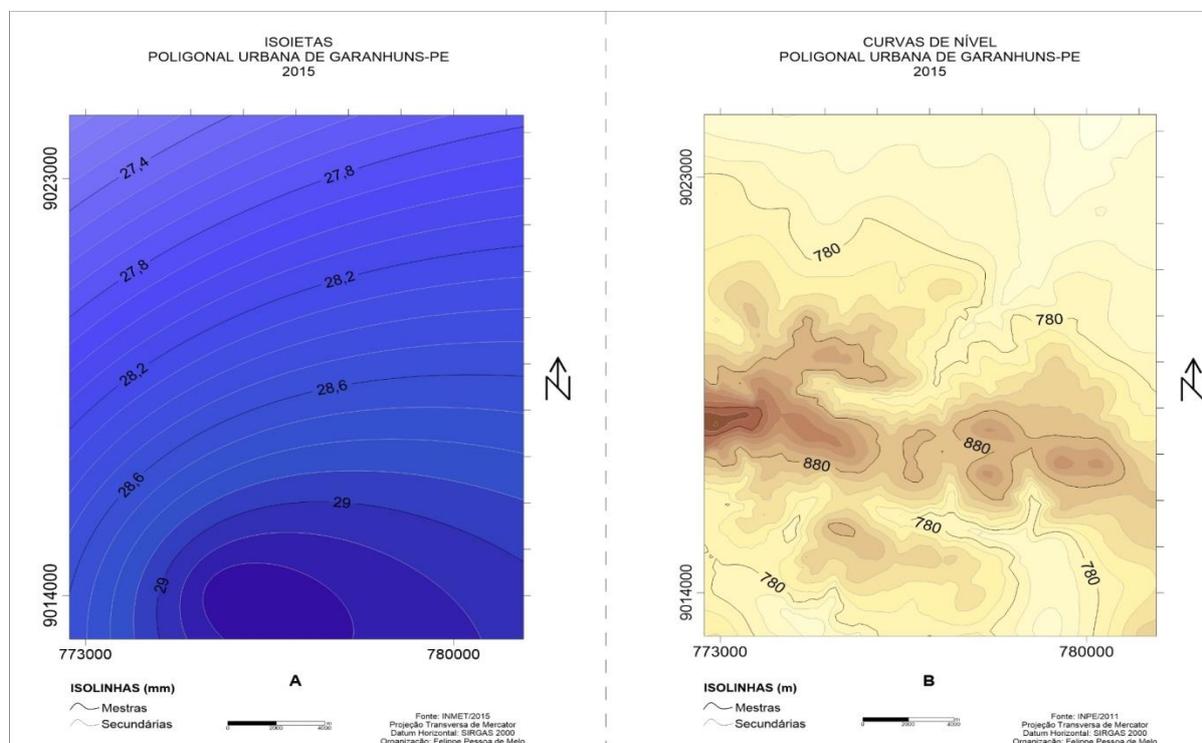


Figura 1. A, isoietas da poligonal urbana de Garanhuns-PE; B, curvas de nível da poligonal urbana de Garanhuns-PE.

Antes de pensar e realizar procedimentos ligados a modelagem, deve-se ter conhecimento de que seus produtos serão oriundos de procedimentos geoestatísticos, em ambientes de SIGs que não levam em consideração as impedâncias entre as variáveis que irão compor o banco de dados. Quanto maior for a gama de dados, maiores serão as distorções ou incertezas de seus produtos.

Faz-se necessário enfatizar, que as informações introduzidas em um BD, além de serem georreferenciadas são geocronológicas, ou seja, representam uma possível informação em um momento temporal específico, sendo a dinâmica da paisagem e de seus objetos constantes. Então quanto mais distante o intervalo de tempo entre a coleta dos dados que irão compor o BD, menos significativos e realísticos serão os produtos. Surgindo assim, mais uma variável a ser ponderada nos processos geoestatísticos.

Tendo consciência dessas discrepâncias teóricas e técnicas operacionais, realizou-se a interpolação entre as informações topográficas e climatológicas, como pode ser observado na figura 2. Desta forma que, ficou bem evidenciado que as superfícies de impedâncias não foram responsáveis por distorções significativas dos dados topográficos. Já nos casos das isoietas e da sua sobreposição no modelado, apresentaram deturpações significativas. Esses três resultantes serão discutidos de forma individual.

No primeiro caso (topografia), as impedâncias não foram expressivas, pois o procedimento para coleta de informações altimétricas levou em consideração espaçamento de 30 m para coleta de cada ponto. Haja visto que a formação do relevo independe de fatores socioespaciais ou econômicos, as impedâncias não foram significativas. Porém, isso não quer dizer que o relevo não possa vir a ser uma impedância. Vale ressaltar que o formato explicitado na figura 2, pode apresentar variações significativas/expressivas, principalmente devido a utilização de dados altimétricos com espaçamentos maiores, visto que para área em questão ainda não existem dados topográficos que cubram toda a extensão com *pixel* menor que 30 m. Os dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA - Projeto Brasil em Relevo (2005), são um ótimo exemplo, pois estão com resolução espacial de 90 m, destarte apresentam uma perda de detalhamento de 60 m, em relação aos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, sem contar na questão da geocronologia das informações. Posto que, o MDE da Embrapa data de 2005 e o do Projeto Brasil em Relevo passou por correções em 2011, configurando uma disparidade temporal de 7 (sete) anos. O que em termos de modificação da paisagem é muito tempo, uma vez que, diariamente o homem maximiza sua capacidade de intervenção no meio e reduz o tempo necessário para tal ação.

Na segunda situação (isoietas), as impedâncias foram significativas, logo as isolinhas foram geradas seguindo uma lógica linear e euclidiana, na qual não são levadas em consideração as barreiras existentes entre as informações, nem mesmo de forma secundária. Sendo considerado como requisito único a distância entre os pontos, para aplicação da regressão geoestatística de um ponto em relação ao outro. Deforma que, se o ponto A tem 10 m de altitude e fica a 20 m do B, este tem uma altitude de 30 m. No processo de regressão linear, ponto localizado a 10 m de distância, de A para B ou de B para A, terá 25 m de altimetria.

Sabe-se que a topografia exerce um papel fundamental na precipitação, principalmente quando apresenta um modelado com amplitude altimétrica tão expressiva (370 m - tomando

comoparâmetro o resultado da modelagem, ou 337 m se os parâmetros forem os dados informados ao BD).

Afirmar essa, que fica bem visível na figura 2, com a sobreposição dos dados climáticos, mais especificamente a precipitação no relevo. Nessa conjuntura, a isoietas de 28 mm destaca-se, e portanto será utilizada para mensurar a impedância do relevo em relação a informações pluviométricas.

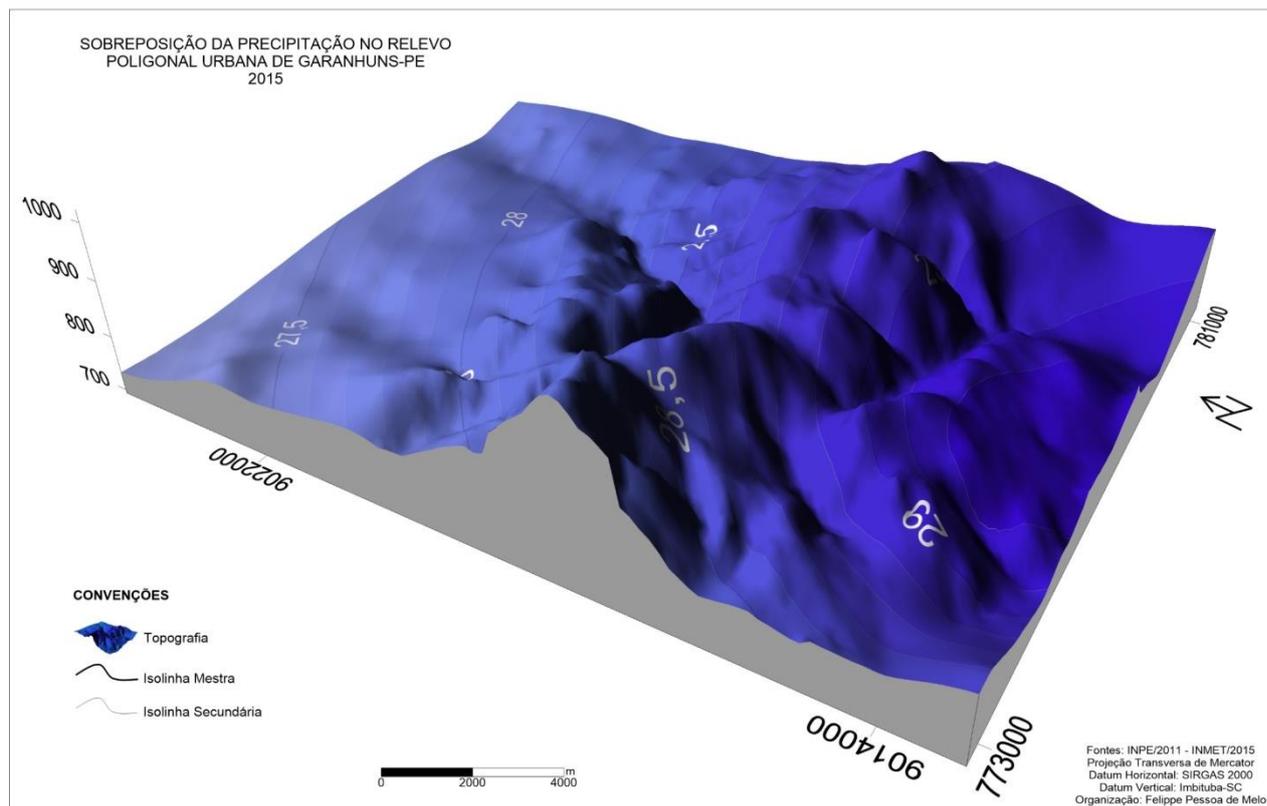


Figura 2. Sobreposição dos dados de precipitação no relevo do sítio urbano de Garanhuns-PE.

A referida isoietas, a NO encontra com a superfície de cimeira do morro do Magano (1.040 m - dados da modelagem ou 1.030 m), ou seja, com uma superfície de impedância. Mas, por não ser mensurada no BD a isolinha estendera-se a NE, área a qual possui uma altimetria inferior, como pode ser analisado na figura 3. Caso os dados altimétricos tivessem sido incluídos/ponderados nos procedimentos, a isoietas teria sofrido ajustes, para se adequar a realidade do cenário.

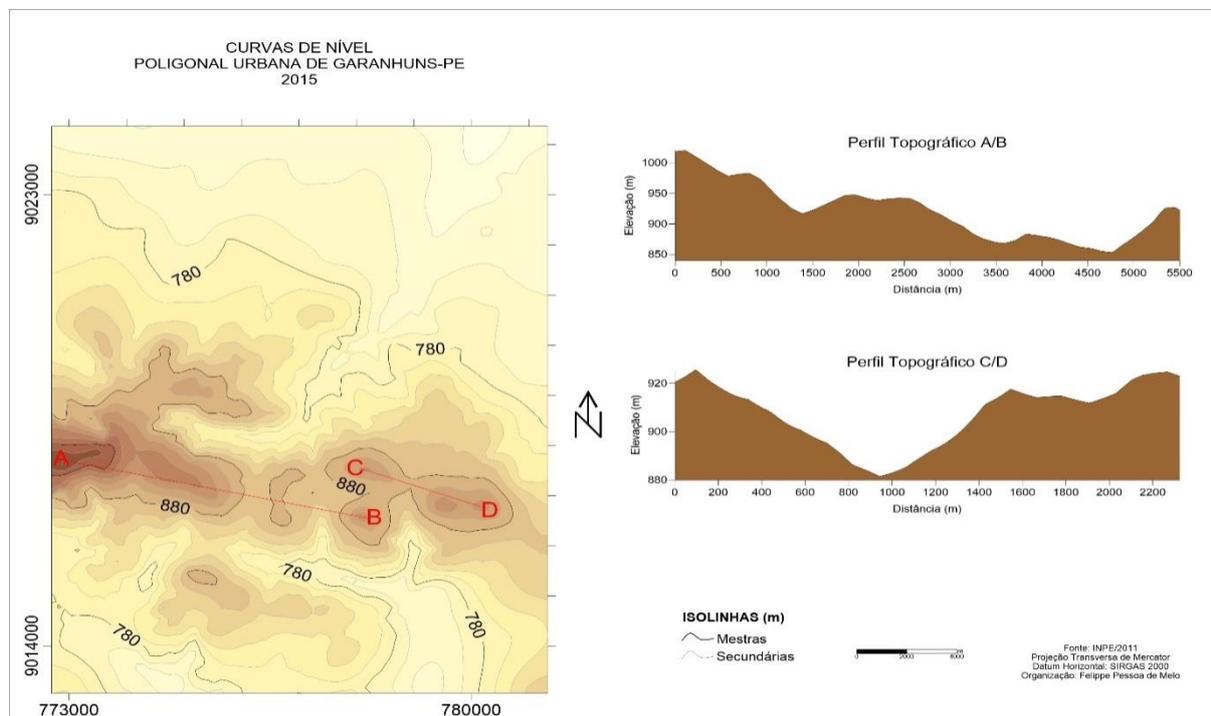


Figura 3. Representação 2D do relevo do sítio urbano de Garanhuns-PE.

No terceiro caso (cronologia dos dados), as informações utilizadas para confecção do 3D do relevo datam de 2011, já as usadas para realização das isoietas referem-se a 2015. A disparidade temporal de 4 (quatro) anos deve ser levada em consideração, devido as possíveis alterações que a paisagem pode ter sofrido no transcorrer desse tempo.

Na modelagem, independentemente do tipo e da quantidade de variáveis, as deturpações da realidade irão existir, logo é impossível para o homem compreender a natureza em seu todo. Fato esse que não inviabiliza o uso de modelos para estimar ou simular possíveis cenários ou fenômenos. Desde que, tenha-se plena consciência de que por mais complexo e robusto que sejam os SIGs e os bancos de dados que os abastecem, seus resultados não representam a verdade dos fatos. Conforme foi explanado, são possíveis vislumbres da realidade, os quais facilitam as tomadas de decisões para prováveis citações. Nesse contexto, a modelagem torna-se um importante subsídio, todavia, caso ela venha a ser concebida de forma diferente, causará mais problemas do que possíveis soluções.

Já que, a categoria de análise geográfica paisagem e suas transformações foram uns dos eixos norteadores/balizadores para analisar as superfícies de impedâncias, faz-se necessário salientar que o referido conceito é compreendido/entendido em consonância com Resende; Souza (2009).

A paisagem é definida pela integração de um conjunto de elementos litológicos, climáticos, geomorfológicos, biológicos e interferências socioeconômicas, políticas e culturais, sendo resultantes de contínuas transformações, sejam pelo predomínio das ações antropogênicas ou pelo domínio dos agentes ou fenômenos naturais. (RESENDE; SOUZA, 2009).

#### 4. Conclusões

A modelagem de dados geográficos climáticos e topográficos demonstrou-se satisfatória. Mas ficou evidenciado que as superfícies de impedância comprometeram os dados pluviométricos, principalmente nas áreas que apresentavam maiores disparidades topográficas em suas tangenciais. Situação essa, que maximiza a margem de erro/incertezas dos produtos oriundos de processos de interpolação em banco de dados geográficos.

Entretanto, a finalidade da modelagem geoespacial não é representar um cenário ou um fenômeno natural na íntegra, por mais simples que aparente ser. Logo, os SIGs, em seu atual estágio tecnológico são baseados em planos euclidianos ou não geográficos, ou seja, levando em consideração as inter-relações entre as variáveis e as possíveis interferências entre elas (impedâncias).

Mas, mesmo que os SIGs venham a sofrer modificações em seus parâmetros, existem impedâncias impossíveis de serem estimadas de forma correta. Um ótimo exemplo seria a percepção do pesquisador. Já que, um BD é abastecido com as informações que aquele que o manuseia deduz ser importante, e ainda cria distintos graus/pesos para elas.

Sendo assim, pode-se afirmar que a modelagem sempre será um auxílio/subsídio, mas nunca representará a verdade absoluta.

#### Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia e Planejamento Territorial (GEOPLAN) e a organização do evento pela oportunidade de socializar os dados.

#### Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. ed. 7. São Paulo: Blucher, 1999. 233 p.

COSTA, J. J.; FONTES, A. L.; GIUDICE, D. S.; LIMA, A. S.; NETO, E. M. L.; OLIVEIRA, A. C. A.; REZENDE, W. X.; SANTOS, E. C. B.; SANTOS, M. M.; SANTOS, S. S. C.; SOUZA, H. T. R.; SOUZA, R. M. (org.); SOUZA, R. R. **Território Planejamento e Sustentabilidade: conceitos e práticas**. São Cristóvão: UFS, 2009. 234 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Projeto Brasil em relevo**. Disponível em: < <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pe/sc-24-x-b.htm>>. Acesso em: 21 jan. 2015.

FERREIRA, C. **Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para o geoprocessamento**. São Paulo: Unesp, 2014. 343 p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Convencional**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 02jul. 2015.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em 01 de jul. de 2015.

SILVA, J. R. S. **Avaliação de Autocorrelações e Complexidade e Séries Climáticas no Brasil**. 100 p. 2014. Tese (Biometria e Estatística Aplicada) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.