



Análise geoespacial das ocorrências de feições erosivas nos planaltos e depressões da faixa norte da bacia do Alto Paraguai

Daniel Dias de Andrade ¹
João dos Santos Vila da Silva ²
Vera Aparecida de Figueiredo ³
Elisa Calhau de Castro ⁴

Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041
13083-886 - Campinas, SP - Brasil
^{1,3,4} {diasandrade.daniel, vera.aparecida, ecalhau}@gmail.com
² joao.vila@embrapa.br

Resumo. O transporte de sedimentos das partes mais elevadas da bacia hidrográfica do Alto Paraguai em direção aos terrenos pantaneiros não é um fenômeno moderno, tendo sido estudado com base em perspectivas relacionadas aos períodos mais remotos de formação da bacia. As características naturais podem contribuir para a erosão potencial das encostas e para os desequilíbrios ambientais das bacias hidrográficas e, na maioria das vezes, iniciam os desequilíbrios que serão agravados pelas atividades humanas. A presença de assimetria no diagrama de frequência de uma variável é um fato valioso, e pode indicar irregularidade na ocorrência de eventos ou agregação de eventos em locais preferenciais. Desta forma, este trabalho tem o objetivo de demonstrar o uso em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) de análises estatísticas baseadas em padrões de frequência e de distribuição de pontos, por meio de um recorte do mapeamento dos aspectos geotécnicos realizado para o Estado do Mato Grosso, geradas para toda a área de planaltos e depressões da bacia do Alto Paraguai e para as suas unidades internas de bacias de drenagem. Na grande maioria dos recortes utilizados na análise, os valores indicaram que é nula a possibilidade de que os padrões de distribuição das ocorrências erosivas tenham sido resultado do acaso, e o padrão agregado apresentado pode tender a atrair novos pontos, facilitando a transmissão das qualidades das amostras entre si, favorecida pela proximidade entre elas.

Palavras-chave: Pantanal, processos erosivos, padrões de frequência e distribuição de pontos.

Abstract. The sediment transport of the higher parts of Upper Paraguay River Basin towards the Pantanal land is not a modern phenomenon, it has been studied based on perspectives related to the remotest periods of formation of the basin. The natural characteristics may contribute to the potential erosion of the slopes and the environmental imbalances watershed and in most cases starts the imbalances that will be exacerbated by human activities. The presence of asymmetry in a frequency diagram is a valuable fact, and may indicate irregularity in the occurrence of events or aggregation of events in preferred locations. Thus, this work aims to demonstrate the use of Geographic Information Systems (GIS) of statistical analysis based on patterns of frequency and distribution of points through a cutout of the mapping of the geotechnical aspects conducted for Mato Grosso State, generated for the entire area of plateaus and valleys of the Upper Paraguay River Basin and its internal units of drainage basins. In most cutouts used in the analysis, the values indicated that is void the possibility that the distribution patterns of erosive events were the result of chance, and the aggregate pattern shown may tend to attract new points, facilitating the transmission of the sample's qualities through these, favored by your proximity.

Key-words: Pantanal, erosion processes, patterns of frequency and distribution of points.

1. Introdução

Feições erosivas decorrentes de processos endógenos e exógenos relacionam-se muitas vezes com as mudanças no tipo de uso e cobertura das terras, representando a marca que se deixa a partir do desconhecimento do ambiente e do mau uso dos recursos naturais disponíveis.

As características naturais podem contribuir para a erosão potencial das encostas e para os desequilíbrios ambientais das bacias hidrográficas e, na maioria das vezes, esses fatores iniciam os desequilíbrios que serão agravados pelas atividades humanas. Internamente sob o ponto de vista de auto-ajuste, em função das mudanças de entrada e saída de energia, as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, e revelam-se excelentes áreas de estudos para o planejamento (Guerra; Cunha, 1996).

O transporte de sedimentos das partes mais elevadas da bacia hidrográfica do Alto Paraguai em direção ao terrenos pantaneiros não é um fenômeno moderno, tendo sido estudado com base em perspectivas relacionadas aos períodos mais remotos de formação da bacia.

De acordo com Ab'Sáber (2006), no estudo do Quaternário do Pantanal Mato-Grossense existem documentos importantes como “a presença de uma formação calcária, oriunda da concentração de carbonatos removidos de rochas calcárias muito antigas, em condições de clima e pedogênese semiárida (Formação Xaraiés)”, e “ocorrências significativas de *stone lines* em áreas tão distantes entre si, quanto as colinas de Cuiabá, e as vertentes do maciço do Urucum”, somados aos “gigantescos leques aluviais arenosos formados por todos os quadrantes da depressão pantaneira (menos seu lado ocidental)”.

A umidificação climática pós-pleistocênica teria alterado os materiais transportados, comportando materiais gradualmente mais finos, entretanto não teve força para cancelar a participação de detritos arenosos, sílticos e pró-parte argilosos já maciçamente depositados a partir dos sopés de escarpas estruturais dotadas de drenagens obsequentes, passando a serem retrabalhados. Grandes massas dessas areias herdadas da fase climática anterior passaram, nos últimos milênios, a acumular-se em diques marginais das planícies meândricas (Ab'Sáber, 2006).

Desde a dissecação do pediplano cuiabano até a formação da bacia do Pantanal, após a última crise de secura do Pleistoceno Terminal, houve uma reconquista por diferentes *stocks* de vegetação tropical a partir de refúgios e redutos acantonados nas chapadas, serranias e terras firmes adjacentes. Pelo lado norte da bacia do Alto Paraguai, na área dos planaltos, depressões e escarpas circundantes, entraram massas de vegetação periamazônica, comportando padrões de florestas tropicais decíduas e semidecíduas, além de grandes palmares adaptados a conviver com as condições atuais dos setores setentrionais do Pantanal Mato-Grossense (Ab'Sáber,

2006).

Ainda segundo Ab'Sáber (2006), os rios alóctones em relação ao Pantanal têm outra composição hidrogeoquímica, somadas às condições próprias dos terrenos pantaneiros. Esses rios que chegam ao Pantanal são os que mais trazem cargas poluidoras à planície, devido ao seu trânsito por áreas agrícolas (consolidadas e) em expansão, que liberam caldas de agrotóxicos e fertilizantes durante a estação das águas (Ab'Sáber, 2006).

Segundo as Diretrizes Metodológicas para os Zoneamentos Ecológico-econômicos (ZEE) do Brasil, o diagnóstico do meio físico-biótico deve abarcar desde a coleta até a análise de dados hidrológicos, climatológicos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de biodiversidade (ecossistemas terrestres e aquáticos), e deve resultar na identificação de unidades ambientais, a partir da detecção da integridade dos sistemas naturais, com suas potencialidades e limitações, tendo como eixo norteador os princípios do desenvolvimento sustentável. Todavia, os ZEE brasileiros encontram-se em diversas fases de execução e implantação, necessitando de apoio técnico, financeiro e institucional.

Dentro desta perspectiva, especificamente para o ZEE estadual anteriormente aprovado para a área de estudo deste trabalho, no Estado do Mato Grosso, este não se fundamenta em um prognóstico que possa orientar os usos futuros do território, e impossibilita a definição das intensidades de intervenção antrópica (MMA, 2012).

A presença de assimetria no diagrama de frequência de uma variável é um fato valioso e pode indicar irregularidade na ocorrência de eventos ou agregação de eventos em locais preferenciais, entre outros. Diferentemente da função densidade de probabilidade Normal, a função de Poisson é assimétrica e pode mostrar influências da localização espacial nos valores de uma variável geográfica (Ferreira, 2014).

Uma técnica utilizada para a comparação de padrões espaciais em mapas de pontos é a análise da distribuição de Frequência de Pontos por Quadrícula amostral. Nesta técnica, cada quadrícula é uma unidade de área onde determinada quantidade de eventos (pontos) ocorre, representando uma variável aleatória discreta que tende a se distribuir segundo a função de Poisson, e o parâmetro que indica se o padrão espacial dos pontos no mapa é mais agregado, aleatório ou mais disperso é a razão “ r ” entre a variância (σ^2) e a média (λ) dos valores do número de pontos por quadrícula (Ferreira, 2014) (Equação 1). A variância será menor que a média se o arranjo dos pontos apresentar um padrão de distribuição mais regular (disperso) que aleatório, entretanto, se o arranjo dos pontos for mais agregado que aleatório, a variância será maior que a média (McConnell; Horn, 1972 *apud* Ferreira, 2014).

$$r = \sigma^2 / \lambda \quad (1)$$

Com a finalidade de reproduzir a variabilidade espacial de uma superfície através de representações do modelo de função aleatória, é necessário definir a hipótese de que o processo estocástico seja estacionário de segunda ordem, ou seja, um processo cuja média é constante no espaço e cuja covariância dependa apenas do vetor distância entre as amostras - ou da estrutura de vizinhança entre elas (Câmara, 2004).

Para a análise dos diferentes graus de organização espacial e da dependência espacial do processo pontual, uma das técnicas mais utilizadas é a da Distância Euclidiana ao Vizinho Mais Próximo. Segundo Taylor (1977), para qualquer análise do vizinho mais próximo, temos uma distância média empírica, ou média real (r_a), e podemos calcular uma distância média esperada (r_e) sob expectativas aleatórias. A divergência entre o padrão real de distribuição dos pontos e a aleatoriedade pode ser expressa como uma razão simples “ R ” (Equação 2):

$$R = r_a / r_e \quad (2)$$

A pontuação “0” para este índice representa uma situação em que a distância média é nula, e temos o caso limite de um padrão agrupado. Quando $R = 1$, a distância média observada é igual a distância média esperada, e então, em média, um padrão aleatório é indicado. Pontuações mais altas representam vários graus de dispersão. A pontuação “2” é resultante de um padrão quadrático regular, e $R = 2,149$ resultante de um padrão regular limitado em uma estrutura triangular. Na prática, exemplos empíricos de padrões de ponto resultam em algum valor entre $R = 0,33$ e $1,67$ (Taylor, 1977).

2. Objetivo

Efetuar análise espacial baseada em padrões de frequência e de distribuição de pontos de amostras geotécnicas para toda a área dos planaltos e depressões da bacia hidrográfica do Alto Paraguai, no Estado do Mato Grosso, e para os limites das sub-bacias selecionadas na mesma área.

3. Material e Métodos

O projeto “Uniformização do zoneamento ecológico-econômico da Amazônia Legal e integração com zoneamentos agroecológicos da região” têm como um dos objetivos a disponibilização, em uma plataforma *WebGIS* i3Geo¹ denominada “Sistema Interativo de Análise Geoespacial da Amazônia Legal” (Siageo Amazônia)², dos diversos mapeamentos derivados dos estudos técnicos que compuseram os Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEE) dos nove estados que integram a Amazônia Legal.

Nesse contexto insere-se o mapeamento pontual preliminar das amostras de Sulcos, Ravinas e Voçorocas do Siageo, dentro da divisão de Meio Físico, em tema denominado “aspectos geotécnicos”. Em acordo com as áreas de maior contribuição de sedimentos e cargas poluidoras às planícies pantaneiras, foi delimitada para área de estudo a região dos planaltos e depressões da faixa norte da bacia hidrográfica do Alto Paraguai, derivada dos limites de divisores desta bacia (Silva e Abdon, 1998) no Estado do Mato Grosso, subtraindo-se a área de planície do Pantanal.

A área total do polígono dos planaltos e depressões da bacia do Alto Paraguai utilizado para a análise é de aproximadamente 125 mil quilômetros quadrados, sendo que as amostras pontuais dos processos erosivos recortas para esta área de análise abrangem uma quadrícula de Longitude e Latitude mínimas de -58.8458 e -17.9597 e de Longitude e Latitude máximas de -53.3433 e -14.181, em graus decimais, e contabilizam 136 pontos amostrais.

A partir da divisão de Ottobacias de nível 43 disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), nomeadas em acordo com os nomes dos rios principais da rede hidrográfica em escala 1:250.000, disponibilizada pela mesma agência, foram recortados os pontos das amostras inseridas dentro dos limites de cada bacia selecionada para a análise, totalizando 124 ocorrências, e aplicados os métodos estatísticos da Frequência de Pontos por Quadrícula e da Distância Euclidiana ao Vizinho Mais Próximo. A bacia de drenagem do rio Cabaçal, entre as bacias do rio Jauru e do rio Sepotuba, e a bacia de drenagem do rio Manso, entre as bacias do rio Cuiabá e rio Cuiabazinho, foram excluídas desta etapa por apresentarem apenas 2 amostras (ravinas) e

1 Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento, desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente, versão 5.0 SP3.

2 Siageo Amazônia, disponível em: <<http://www.amazonia.cnptia.embrapa.br/>> Acesso em 05 de julho de 2016.

3 Áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o métodos de Otto Pfafstetter para classificação de bacias. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados.asp>> Acesso em 30 de junho de 2016.

1 amostra (voçoroca), respectivamente.

O método da Frequência de Pontos por Quadrícula foi realizado no SIG *Quantum GIS* (QGIS Equipe de desenvolvimento, 2016), versão 2.12.3 *Lyon*, gerando-se uma grade regular de quadrículas de 10 quilômetros de lado, ou 100 quilômetros quadrados de área, e através da ferramenta “pontos no polígono”, contabilizadas as frequências. A **Figura 1** mostra o resultado do número de ocorrências por quadrícula feitas individualmente para cada bacia selecionada para a análise.

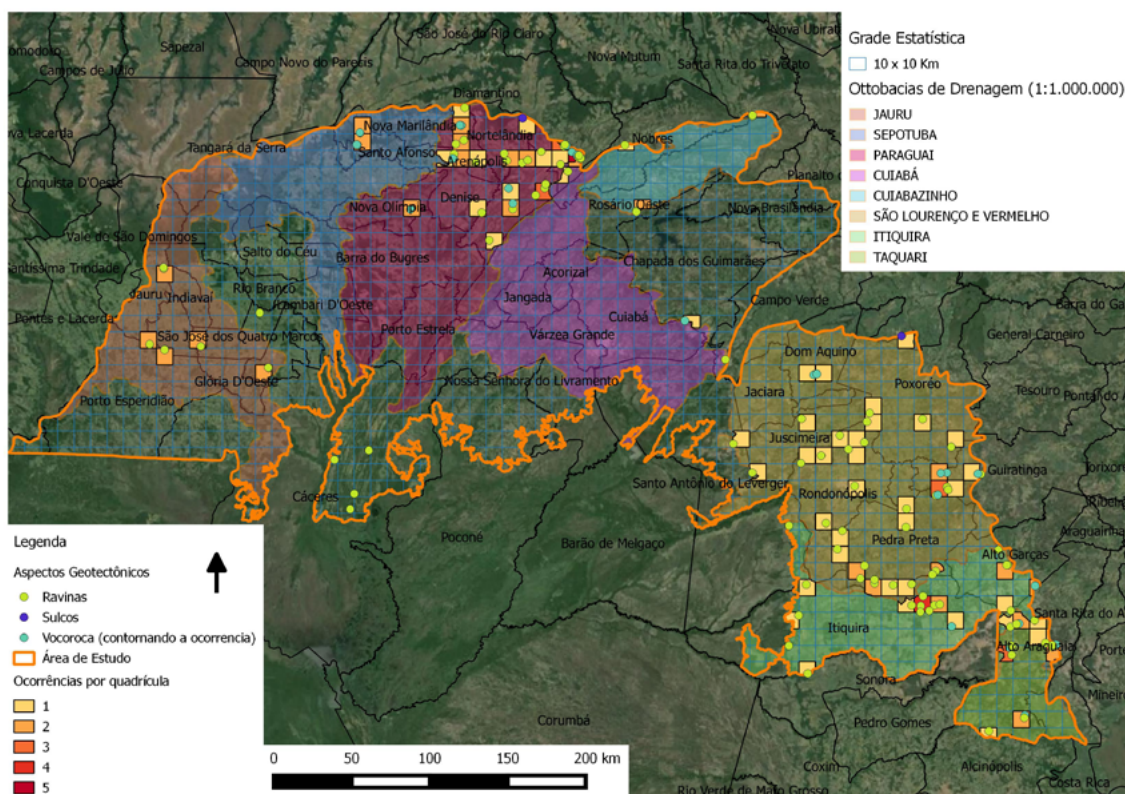


Figura 1. Quantidade de ocorrências de processos erosivos em quadrículas regulares para as bacias selecionadas, nomeadas em sentido horário. Nas quadrículas faltantes, o valor é zero.

Fonte: MMA (2012); *Google Earth* versão 7.1.5.1557.

Posteriormente foram calculadas as estatísticas da média (λ) e variância (σ^2) das ocorrências entre as quadrículas, para toda a área de estudo e para os recortes feitos para as bacias selecionadas separadamente.

A análise da Distância Euclidiana ao Vizinho Mais Próximo foi realizada no mesmo SIG. A função retorna os valores da Distância Média Observada (r_a), Distância Média Esperada (r_e), o Índice do Vizinho Mais Próximo (R), e o corte Z. Os valores de corte Z nos permitem inferir se as diferenças observadas são estatisticamente significativas, sendo que os valores extremos nos permitem rejeitar a hipótese nula de que os padrões observados podem ser resultado do acaso.

4. Resultados e Discussão

Na área situada entre os limites da grade regular de quadrículas recortada para toda a área dos planaltos e depressões da faixa norte da bacia do Alto Paraguai, a média seria de 136 pontos / 124.903 Km², caso a distribuição dos pontos fosse aleatória. Entretanto, observando-se os valores contabilizados apenas nas quadrículas das bacias selecionadas da **Figura 1**, o número de

pontos observados seria muito diferente do esperado, mostrando claramente uma distorção na sua distribuição.

Com base nos valores da variância e da média para a distribuição espacial de pontos, calculou-se então a razão “ r ” (Equação 1), confirmando estatisticamente esta tendência. Para toda a área de estudo, temos variância $\sigma^2= 0,206$ e média $\lambda= 0,108$; por isso, a razão será igual a 1,899, indicando um padrão de distribuição agregado das ocorrências (*cluster*).

Na análise da Distância Euclidiana ao Vizinho Mais Próximo, os pontos tiveram as distâncias médias aos seus vizinhos calculada, e comparadas à uma distribuição de pontos aleatória hipotética, considerando o mesmo número de pontos cobrindo a mesma área total (Equação 2). A análise feita para toda a área de estudo retornou os valores de corte de “Z” de -14,749 e de “R” de 0,339 (bastante agregado).

A **Tabela 1** apresenta para as análises dentre os limites de divisores das bacias selecionadas individualmente, o número de amostras por bacia (N), os valores de variância (σ^2), da média (λ) e da razão (r) de frequência de pontos por quadrícula, e os valores da Distância Média Real (r_a), Distância Média Esperada (r_e), do Índice do Vizinho Mais Próximo (R) e de corte (Z) para a análise da Distância Euclidiana ao Vizinho Mais Próximo.

Tabela 1. Número de amostras por bacia (N), valores de variância (σ^2), média (λ), e razão (r) da frequência de pontos por quadrícula; e valores de Distância Média Real (r_a), Distância Média Esperada (r_e), Índice do Vizinho Mais Próximo (R) e do corte (Z).

	N	σ^2	λ	r	r_a	r_e	R	Z
JAURO	10	0,140	0,072	1,927	0,003	0,105	0,028	-5,882
SEPOTUBA	4	0,061	0,031	1,969	0,004	0,010	0,393	-2,322
PARAGUAI	34	0,419	0,194	2,159	0,052	0,078	0,663	-3,756
CUIABÁ	3	0,031	0,019	1,648	0,039	0,023	1,700	-2,320
CUIABAZINHO	5	0,150	0,088	1,712	0,086	0,151	0,570	-1,840
SÃO LOUREÇO E VERMELHO	38	0,189	0,156	1,212	0,109	0,126	0,862	-1,636
ITIQUEIRA	16	0,270	0,136	1,989	0,089	0,122	0,730	-2,063
TAQUARI	14	0,449	0,286	1,571	0,042	0,070	0,611	-2,784

Em todos os casos os valores de variância apresentados foram maiores que os valores das médias de frequência do número de pontos por quadrícula, resultando em um padrão de frequência de ocorrências (r) mais próximo do agregado que do aleatório. Dentro deste cenário é possível concluir que maiores valores de r representam a presença de áreas de maior susceptibilidade à ocorrência de feições erosivas, onde estas se apresentam mais agregadas em alguns setores do espaço geográfico (bacia de drenagem).

Valores de corte (Z) menores que -2,58 e maiores que 2,58 apresentam uma probabilidade menor que 1% de que os padrões agrupados de distribuição de pontos verificados possam ter resultado do acaso (Ajuda do *ArcGIS Desktop* versão 9.3). Isto posto, há uma probabilidade de menos de 1% de que nas análises das Distâncias Euclidianas ao Vizinho Mais Próximo para toda área dos planaltos e depressões da faixa norte da bacia do Alto Paraguai, e individualmente para as bacias dos rios Jauru, Paraguai e Taquari, os padrões verificados possam ser resultado de uma distribuição aleatória das ocorrências erosivas. Também nos padrões de distribuição verificados nas bacias dos rios Sepotuba, Cuiabá e Itiquira, há uma probabilidade de 5% de que estes possam ter resultado do acaso. Nas bacias dos rios Cuiabazinho e São Lourenço e Vermelho, esta probabilidade é de 10%.

Valores de “R” próximos ao limite mínimo do padrão agregado (*cluster*) conforme Taylor (1977), apresentados pelas bacias dos rios Jauru, Sepotuba, Paraguai, Cuiabazinho e Taquari, representam, no caso de ocorrências de processos erosivos, os casos de maior preocupação,

com base no padrão de distribuição entre as feições.

Dentro de um padrão disperso de distribuição, os pontos preexistentes tendem a repelir novos pontos, enquanto que no padrão agregado, os pontos preexistentes tendem a atrair novos pontos. Este último processo é denominado contágio espacial, e facilita a transmissão de atributos entre dois ou mais objetos, já que é favorecida pela proximidade entre eles (Ferreira, 2014). Já em um padrão aleatório, a localização dos pontos pode não ser influenciada totalmente pelas suas características, como por exemplo, as propriedades físicas de formação de um tipo de solo mais susceptível aos processos erosivos.

Na bacia do rio Cuiabá, em que o padrão da distribuição das ocorrências se mostrou dispersa, esta se deu na presença de um menor número de amostras em comparação com as demais bacias da análise, em uma bacia que abrange integralmente 4 municípios e parcialmente outros 4, sendo que as 3 amostras existentes se concentram no ponto mais extremo ao norte de seus limites, à sudeste do município de Diamantino. Caso fosse considerado um outro recorte para a análise, as amostras em questão estariam em uma região de alta concentração de ocorrências, vizinhas à quadrícula com o maior número apresentado de ocorrências (5), também no município de Diamantino.

Resultados como este podem ter se influenciado em parte, conforme adverte Unwin (1981), por efeitos de borda introduzidos em estudos onde o padrão de pontos mapeados representa meramente uma “janela”, colocada sobre um padrão do mundo real. Pontos perto dos limites do mapa são forçados a encontrar vizinhos dentro da área mapeada, enquanto que no mundo real os verdadeiros vizinhos mais próximos podem estar fora da área de análise.

Adicionalmente, assumirmos que uma geometria euclidiana é apropriada em determinadas análises pode causar alguns problemas. Na prática, reproduções de padrões empíricos são muitos, e os padrões resultantes são muito mais complexos do que o simples caso limite em cada extremidade da escala R. Mesmo quando o processo dominante é contagioso ou competitivo, este não considera possíveis impedâncias do espaço real, e o padrão resultante pode tender apenas em direção a uma posição limite ao longo da escala R (Taylor, 1977).

Quanto ao padrão aleatório, este normalmente indica uma distribuição e uma densidade diferente dos padrões de distribuições geográficas, cujas diferenciações e descontinuidades do território se dão também pelo fator distância, acesso e dependência espacial entre os objetos, influenciadas pelo relevo, pela divisão e uso das terras, pela presença de sistemas de transportes e serviços, etc.

A presença de feições erosivas têm a sua gênese em fatores naturais e também antrópicos, sendo estes últimos favorecidos pelas mudanças no uso e na ocupação das terras. A construção de estradas pode representar um fato importante no aparecimento dessas feições, entretanto, pode representar uma via de mão dupla na conclusão da análise realizada, pois quando se sobrepõe o mapa de estradas ao mapeamento existente dos pontos de aspectos geotécnicos, estes localizam-se coincidentes ao traçado das vias, devendo-se considerar a possibilidade de não-amostragem nas áreas de acesso restrito.

Também deve-se levar em consideração que para este estudo não se estabeleceu, nas análises, pesos relativos para as diferentes feições erosivas, a saber Sulcos, Ravinas e Voçorocas, claramente distintas em sua formação e impacto ambiental.

Considerando as particularidades descritas acima, o valor de “R” indica que é nula a possibilidade de que os padrões espaciais observados nas bacias analisadas reflitam o padrão aleatório hipotético, representado por suas hipóteses nula. Portanto, rejeita-se para estas análises as hipóteses H_0 .

5. Conclusões e Sugestões

Considerando o objetivo de demonstrar análises estatísticas em SIG baseadas na frequência e na distribuição de pontos, o trabalho obteve êxito na execução.

Os padrões de distribuição e frequência podem se apresentar diferentes dependendo do instante da série histórica. Esta evolução dentro do espectro de dispersão espacial depende da ação das forças econômico-sociais e de suas relações com os sistemas naturais (Ferreira, 2014). Dentro desta perspectiva, para a continuidade das análises produzidas, a realização de um novo levantamento dos aspectos geotécnicos para a área de estudo seria fundamental na determinação dos processos de contágio espacial e na análise evolutiva dos padrões espaciais dos processos erosivos.

Adicionalmente, uma análise posterior que considere o número de ocorrências em cada bacia juntamente com a área de cada bacia, ocorreria em uma análise da densidade de ocorrência de feições erosivas que, englobando o fator frequência e distribuição (distância) analisados neste trabalho, constituiria um importante produto a ser utilizado em ações mais pontuais nas políticas de prevenção e mitigação dos processos erosivos nos solos da região.

6. Referências

- Ab'Sáber, A. N. **Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal Mato-grossense: patrimônios básicos**. Cotia, SP, Ateliê Editorial, 2006. 182 p.
- Câmara, G. E Carvalho, M. Análise Espacial de Eventos. In: Suzana Fucks; Marília Sa Carvalho; Gilberto Câmara; Antônio Miguel Monteiro. (Org.). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004. p. 55-78.
- Ferreira, M. C. **Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento**. São Paulo, Editora Unesp, 2014. 343 p.
- Guerra, A. J. T. E Cunha, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996. 372 p.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Nota Técnica nº 10/2012 - DZT/SEDR/MMA**, 23 de março de 2012.
- QGIS Equipe de desenvolvimento, 2016. **QGIS Sistema de Informações Geográficas**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em <<http://www.qgis.org>> Acesso em 21 de janeiro de 2016.
- Silva, J. S. V. E Abdon, M. M. **Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões**. Pesquisa Agropecuária v.33, Número Especial, Brasília, 1998. p. 1703-1711.
- Taylor, P. J. The spacing approach. In: P.J. Taylor – **Quantitative methods in geography**. Boston, Houghton Mifflin Co., 1977. p. 156-174.
- Unwin, D. Point on maps. In: D. Unwin – **Introductory spatial analysis**. London, Methuen, 1981. p. 29-65.