

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Informática Agropecuária  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **II Seminário da Rede AgroHidro**

**Impactos da agricultura e das mudanças  
climáticas nos recursos hídricos**

# **Anais**

Campinas, SP, 25 a 27 de março, 2014

*Maria Fernanda Moura  
Giampaolo Queiroz Pellegrino  
Lineu Neiva Rodrigues*  
editores técnicos

**Embrapa**  
*Brasília, DF*  
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Informática Agropecuária**  
Av. André Tosello, 209 - Barão Geraldo  
Caixa Postal 6041 - 13083-886 - Campinas, SP  
Fone: (19) 3211-5700 - Fax: (19) 3211-5754  
www.embrapa.br  
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Informática Agropecuária

**Comitê de Publicações da Embrapa Informática Agropecuária**

Presidente: *Silvia Maria Fonseca Silveira Massruhá*

Secretária: *Carla Cristiane Osawa*

Membros: *Adhemar Zerlotini Neto, Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Thiago Teixeira Santos, Maria Goretti Gurgel Praxedes, Adriana Farah Gonzalez, Neide Makiko Furukawa, Carla Cristiane Osawa*

Membros suplentes: *Felipe Rodrigues da Silva, José Ruy Porto de Carvalho, Eduardo Delgado Assad, Fábio César da Silva*

Supervisão editorial: *Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Neide Makiko Furukawa*

Revisão de texto: *Adriana Farah Gonzalez*

Normalização bibliográfica: *Maria Goretti Gurgel Praxedes*

Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*

Arte capa: *Diana Rosângela Breitenbach*

**1ª edição**

Publicação digitalizada (2014)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Informática Agropecuária

Seminário da Rede AgroHidro (2. : 2014 : Campinas, SP)

Impactos da agricultura e das mudanças climáticas nos recursos hídricos : anais : Campinas, SP, 25 a 27 de março 2014 / Maria Fernanda Moura, Giampaolo Queiroz Pellegrino, Lineu Neiva Rodrigues, editores técnicos. - Brasília, DF : Embrapa, 2014.

192 p. : il. color. ; 15 cm x 22,5 cm.

ISBN 978-85-7035-368-9

1. Modelagem hídrica. 2. Análise de dados. 3. Qualidade da água. 4. Qualidade do solo. 5. Evapotranspiração. I. Moura, Maria Fernanda. II. Pellegrino, Giampaolo Queiroz. III. Rodrigues, Lineu Neiva. IV. Embrapa Informática Agropecuária. V. Título.

CDD 551.48

© Embrapa 2014

## Editores Técnicos

**Maria Fernanda Moura**

Estatística, doutora em Ciências Matemáticas e da Computação  
Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP  
[maria-fernanda.moura@embrapa.br](mailto:maria-fernanda.moura@embrapa.br)

**Giampaolo Queiroz Pellegrino**

Engenheiro Florestal, doutor em Engenharia Agrícola  
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP  
[giampaolo.pellegrino@embrapa.br](mailto:giampaolo.pellegrino@embrapa.br)

**Lineu Neiva Rodrigues**

Engenheiro Agrícola, doutor em Engenharia Agrícola  
Pesquisador em Irrigação e Recursos Hídricos da Embrapa Cerrados,  
Planaltina, DF  
[lineu.rodrigues@embrapa.br](mailto:lineu.rodrigues@embrapa.br)

## **Potencial de uso de métricas de paisagem para relacionar a dinâmica de uso da terra com a qualidade da água: estudo de caso na região serrana do Estado do Rio de Janeiro**

### ***Potencial use of landscape metrics to relate land use dynamic to water quality: case study at Região Serrana - Rio de Janeiro State***

Ana Paula Dias Turetta<sup>1</sup>; Rachel Bardy Prado<sup>1</sup>

#### **Resumo**

A configuração de uma paisagem está relacionada à dinâmica do uso e cobertura da terra na qual ela se insere. Este fato afeta diretamente a sua estrutura e confere padrões espaciais aos fragmentos florestais, bem como aos usos predominantes da terra de uma determinada região. Essa configuração espacial reflete tanto nos processos naturais como a qualidade da água, quanto nos aspectos socioeconômicos associados. Por isso, faz-se necessário o entendimento dessa distribuição espacial; o que pode ser obtido a partir do cálculo de métricas de paisagem. No presente trabalho foram analisadas 16 métricas de paisagem em uma bacia de drenagem na região montanhosa do Rio de Janeiro, denominada Pito Aceso - afluente do Rio Grande, que por sua vez é afluente do Rio Paraíba do Sul. Posteriormente aos cálculos das métricas, foi realizada uma análise por componentes principais onde foi possível observar as métricas que se mostraram mais eficientes para evidenciar a estrutura da paisagem em análise. Como estudos da qualidade da água também foram realizados na bacia, a próxima etapa do trabalho será associar esses resultados aos resultados de qualidade da água, de forma a demonstrar a potencialidade do uso dessas análises para subsidiar o planejamento sustentável das paisagens bem como dos recursos hídricos.

Termos para indexação: estrutura da paisagem, métricas de paisagem, qualidade da água.

---

<sup>1</sup> Embrapa Solos, {ana.turetta;rachel.prado}@embrapa.br

## Abstract

*The landscape configuration is related to the land dynamics cover and use where it belongs. This fact directly affects its structure and provides spatial patterns of forest fragments as well as the predominant land uses in a given region. This spatial configuration reflects in natural processes, such as water quality, as well as in socio-economic aspects. Therefore, it is necessary to the understanding the spatial distribution, which can be obtained from the calculation of some landscape metrics. In the present study, 16 landscape metrics were analyzed in a watershed in the mountainous region of Rio de Janeiro state, called Pito Aceso. Pito Aceso is a tributary of the Rio Grande river, which is a tributary of the Paraíba do Sul river. A principal components analysis was applied to the collected measures, which made possible to filter the most efficient metrics to show the landscape structure. Quality water studies were also realized at the watershed, therefore the next stage of work are going to join these informations with the water quality studies in the watershed. This future work aims to demonstrate the potential use of these tests to support the planning of sustainable landscapes*

*Index terms: landscape structure, landscape metrics, water quality.*

## Introdução

Estudos em ecologia de paisagens desenvolvem-se sobre três características das paisagens (FORMAN; GODRON, 1986): Estrutura, que são as relações espaciais entre os diferentes elementos presentes na paisagem; Função, que é a interação entre esses elementos e Dinâmica, que são as alterações na estrutura e função do mosaico de paisagem ao longo do tempo.

As métricas de paisagem tem recebido considerável atenção desde o início dos anos 80, quando se iniciou o desenvolvimento de técnicas específicas e sua aplicação. Muitas das métricas de paisagem foram derivadas de teorias matemáticas tais como a teoria da percolação, geometria de fractais e teoria da informação, em um movimento semelhante ao que gerou o desenvolvimento dos índices de diversidade das espécies. Ritters et.al. (1995) mostraram que muitas métricas têm alta correlação uma com as outras. Os autores analisaram a independência estatística de 55 métricas e concluíram que a informação contida nessas métricas poderiam ser resumidas em 6 métricas.

O presente estudo objetivou avaliar a utilização das métricas de paisagem como indicadores do manejo agrícola e seu potencial de conservação da paisagem em uma bacia de drenagem na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Como há resultados de qualidade da água na mesma bacia em diferentes períodos, coincidentes com as datas de obtenção de imagens de satélite em alta resolução, a próxima etapa do trabalho será associar esses resultados aos resultados de qualidade da água, de forma a demonstrar a potencialidade do uso dessas análises para subsidiar o planejamento sus-

tentável das paisagens bem como dos recursos hídricos. Este estudo está previsto no plano de ação "Avaliação integrada dos impactos advindos do uso e cobertura da terra nos recursos hídricos" do Projeto Componente "Monitoramento e caracterização quali-quantitativa dos recursos hídricos e sua relação com o uso da terra em bacias experimentais nos diferentes biomas brasileiros" do projeto "Impactos da agricultura e das mudanças climáticas nos recursos hídricos: diagnose e propostas de adaptação e mitigação em bacias hidrográficas nos diferentes biomas brasileiros" em desenvolvimento pela Rede AgroHidro.

## Material e método

A Bacia Hidrográfica do Pito Aceso onde desenvolve-se o presente estudo está localizado no Município de Bom Jardim, região serrana do Estado do Rio de Janeiro. É uma bacia com predomínio das atividades agrícolas, inserida na bacia de drenagem do Rio Paraíba do Sul. Possui aproximadamente 500 hectares, com altitudes variando de 650 m a 1.700 m, sendo o relevo movimentado, do tipo montanhoso. O clima é do tipo Mesotérmico, com temperaturas bem distribuídas ao longo do ano e precipitação média anual de 1.400 mm. Os principais tipos de solos encontrados são: Cambissolos, Argissolos e Latossolos.

### Cálculo das métricas de paisagem

Para o cálculo das métricas de paisagem foi utilizado o programa Patch Analyst (REMPEL et al., 1999) que é uma extensão utilizada no ArcView Gis 9.3 (ESRI, Inc., REDLANDS, CA). As métricas foram calculadas a partir do mapa de uso e cobertura da terra da bacia do Pito Aceso (PRADO et al., 2009) considerando as classes Mata em Estágio Avançado, Mata Inicial, Pasto Limpo, Pasto Sujo, Cultivos Anuais e Cultivos Perenes por serem essas as classes mais representativas da dinâmica de uso da área. As métricas calculadas por categoria podem ser vistas em Turetta et al. (2013).

Detalhes sobre o cálculo das métricas e os significados ecológicos associados a elas podem ser encontrados em Gustafson (1998), Fu e Chen (2000) e Peng et.al. (2009).

### Análises estatísticas

Para a realização da Análise de Componentes Principais (ACP) os dados foram padronizados para média 0 e variância 1 e a análise foi realizada na matriz de dados utilizando as 14 métricas de paisagem originais apresentadas na Tabela 1. Posteriormente, foi executada a matriz de correlações, aplicando a técnica de correlação linear de Pearson às 14 métricas inicialmente calculadas.

Tabela 1. Matriz de correlações entre as métricas estudadas.

	AWMSI	MSI	MPAR	MPFD	AWMPFD	TE	ED	MPE	MPS	NUMP	MEDPS	PSCOV	PSSD	CA
AWMSI	1	0,563	0,422	0,431	-0,319	0,761	0,761	0,939	0,941	-0,262	-0,438	0,831	0,937	0,986
MSI	0,563	1	-0,391	-0,377	-0,912	0,608	0,608	0,713	0,492	-0,436	0,106	0,102	0,426	0,533
MPAR	0,422	-0,391	1	0,999	0,616	0,032	0,032	0,236	0,457	0,037	-0,832	0,740	0,508	0,427
MPFD	0,431	-0,377	0,999	1	0,607	0,049	0,049	0,239	0,456	0,047	-0,849	0,750	0,506	0,431
AWMPFD	-0,319	-0,912	0,616	0,607	1	-0,321	-0,321	-0,543	-0,307	0,568	-0,384	0,152	-0,233	-0,290
TE	0,761	0,608	0,032	0,049	-0,321	1	1,000	0,620	0,542	0,271	-0,169	0,563	0,542	0,731
ED	0,761	0,608	0,032	0,049	-0,321	1,000	1	0,620	0,542	0,271	-0,169	0,563	0,542	0,731
MPE	0,939	0,713	0,236	0,239	-0,543	0,620	0,620	1	0,961	-0,544	-0,223	0,636	0,936	0,944
MPS	0,941	0,492	0,457	0,456	-0,307	0,542	0,542	0,961	1	-0,489	-0,330	0,754	0,996	0,967
NUMP	-0,262	-0,436	0,037	0,047	0,568	0,271	0,271	-0,544	-0,489	1	-0,082	0,031	-0,437	-0,282
MEDPS	-0,438	0,106	-0,832	-0,849	-0,384	-0,169	-0,169	-0,223	-0,330	-0,082	1	-0,702	-0,352	-0,352
PSCOV	0,831	0,102	0,740	0,750	0,152	0,563	0,563	0,636	0,754	0,031	-0,702	1	0,786	0,807
PSSD	0,937	0,426	0,508	0,506	-0,233	0,542	0,542	0,936	0,996	-0,437	-0,352	0,786	1	0,969
CA	0,986	0,533	0,427	0,431	-0,290	0,731	0,731	0,944	0,967	-0,282	-0,352	0,807	0,969	1

## Resultados obtidos

A matriz da paisagem, ou seja, aquela classe que apresenta a maior área é a classe de mata avançada. Essa classe também apresenta o maior valor da métrica MPS, relacionada ao tamanho médio dos fragmentos por classe. Os valores das métricas PSCoV e PSSD, relacionadas à variabilidade dos dados desse conjunto também são altos o que demonstra a existência de fragmentos de tamanhos bastante diferentes nessa classe. No entanto, o fato dessa classe apresentar o maior valor do perímetro médio dos fragmentos (TE) demonstra o predomínio de fragmentos grandes na classe mata avançada. A classe mata inicial foi a que apresentou o maior número de fragmentos (NumP). Esses fragmentos, apesar de no total apresentarem representatividade em área (CA), isoladamente não são fragmentos grandes (MPS). Comportamento semelhante foi apresentado pelas classes pasto limpo, pasto sujo, cultivos anuais, cultivos perenes e solo exposto, o que aponta para uma paisagem mais fragmentada em relação a estas classes. Com o aumento do número de fragmentos da classe mata inicial (NumP) ocorreu, consequentemente, um aumento da densidade do perímetro (ED) dos fragmentos nessa classe. Já os índices de diversidade (SDI e SEI), que são calculados apenas em nível de paisagem, indicam uma paisagem fragmentada, com distribuição frequente dos fragmentos.

### Análise dos componentes principais

Os três primeiros componentes principais - fatores F1, F2 e F3, explicaram em conjunto 95,12% da variância dos dados, sendo o emprego destes três fatores suficiente para explicar a variabilidade das métricas obtidas neste trabalho.

Observa-se que o F1 explica a variância das métricas AWMSI, TE, ED, MPE, MPS, PSCoV, PSSD e CA, indicando valores positivos e elevados do F1 e, portanto, alta correlação entre estas métricas, resultados corroborados pela matriz de correlações.

### Trabalhos futuros

Esse trabalho evidenciou o potencial de uso de algumas métricas de paisagem para evidenciar a sua estrutura, o que é um importante elemento para se pensar o planejamento sustentável das paisagens rurais. A próxima etapa será incorporar a esse trabalho análises relacionadas à qualidade da água da bacia, a fim de se atingir a realização da atividade no âmbito do MP1 AgroHidro e também para contribuir na construção de uma metodologia de monitoramento de paisagens rurais.

## Referências

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: J. Wiley, 1986. 619 p.

FU, B.; CHEN, L. Agricultural landscape spatial pattern analysis in the semi-arid hill area of the Loess Plateau, China. **Journal of Arid Environments**, London, v. 44, n. 3, p. 291-303, Mar. 2000.

GUSTAFSON, E. J. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art? **Ecosystems**, New York, v. 1, n. 2, p. 143-156, mar./abr.1998.

PENG, J.; WANG, Y.; ZHANG, Y.; WU, J.; LI, W.; LI, Y. Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 2, p. 217-223, Mar. 2009.

PRADO, R. B.; BARCELLOS, T. B. C.; REGO, L. F. G.; DONAGEMMA, G. K.; TURETTA, A. P. D. Utilização de imagens de alta resolução para o mapeamento do uso e cobertura do solo na microbacia do córrego Pito Aceso - Região de Mata Atlântica - RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009. Fortaleza. **O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios**. 2 a 7 de agosto de 2009. Fortaleza: SBCS, 2009.

REMPEL, R. S.; CARR, A.; ELKIE, P. **Patch analyst and patch analyst (grid) function reference**. Ontario: Ministry of Natural Resources, 1999.

RITTERS, K. H.; O'NEILL, R. V.; HUNSAKER, C. T.; WICKHAM, J. D.; YANKEE, D. H.; TIMMINS, S. P.; JONES, K. B.; JACKSON, B. L. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. **Landscape Ecology**, v. 10, n. 1, p. 23-39,1995.

TURETTA, A. P. D.; PRADO, R. B.; VALLADARES, G. S. Evaluating the potential of landscape metrics in supporting landscape planning in atlantic forest: Rio de Janeiro, Brazil. **International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems**, v. 4, n. 1, p. 55-68, Jan./Mar. 2013.