

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
GESTÃO AMBIENTAL

**COMPARAÇÃO DAS MÉTRICAS DE COMPLEXIDADE DA PAISAGEM NO
MUNICÍPIO DE DOURADOS (MS)**

Leidson da Anunciação Salomão

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Henrique Vannucchi Leme de Mattos

DOURADOS, 2017

Leidson da Anunciação Salomão

**COMPARAÇÃO DAS MÉTRICAS DE COMPLEXIDADE DA PAISAGEM NO
MUNICÍPIO DE DOURADOS (MS)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como requisito para obtenção do título de Bacharel em
Gestão Ambiental.

DOURADOS, 2017

Leidson da Anunciação Salomão

**COMPARAÇÃO DAS MÉTRICAS DE COMPLEXIDADE DA PAISAGEM NO
MUNICÍPIO DE DOURADOS (MS)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como requisito para obtenção do título de Bacharel em
Gestão Ambiental.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Sérgio Henrique Vannucchi Leme de Mattos

Prof. MSc. Maurício Stefanos (FCBA)

Prof. Dr. Adelsom Soares Filho (FCH)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S174c Salomão, Leidson da Anunciação.

Comparação das métricas de complexidade da paisagem no município de Dourados (MS). / Leidson da Anunciação Salomão. – Dourados, MS : UFGD, 2017. 19f.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Henrique Vannucchi Leme de Mattos. Monografia (Graduação em Gestão Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Dourados. 2. Complexidade. 3. Heterogeneidade I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

COMPARAÇÃO DAS MÉTRICAS DE COMPLEXIDADE DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE DOURADOS (MS)¹

Resumo

Este estudo teve por objetivo comparar o desempenho das métricas da paisagem para verificar suas eficiências na identificação de diferentes usos e ocupação da terra. A seleção dos dados ocorreu no município de Dourados, localizado na porção sul do Estado de Mato Grosso do Sul e distante 220 km da capital Campo Grande, situado entre as coordenadas 22° 13' 78'' S; 54° 48' 39'' W, com elevação média de 448 m. Para obtenção dos dados foram utilizados diversos programas. Primeiramente, usou-se o Google Earth[®] para selecionar 9 pontos correspondentes a alguns tipos de uso e ocupação da terra situados no município de Dourados (MS). Tais pontos posteriormente foram transferidos para uma imagem do sensor ASTER e ao redor de cada ponto foram selecionados três áreas amostrais, a partir da ferramenta ROI Tools que está disponível no programa Envi[®] 4.7. Para cada área amostral, foram criados três polígonos quadrados correspondendo às respectivas extensões laterais: 300m, 150m, 75m, totalizando 400, 150, 25 pixels. Para poder avaliar a complexidade dos ROIs, primeiramente foram gerados no programa ENVI[®] 4.7 os relatórios estatísticos que foram salvos em extensão txt. Tais arquivos foram exportados para o programa CompPlexus, o qual permite calcular a complexidade do padrões por meio de três medidas baseadas na entropia informacional: HE/Hmax, SDL e LMC. Após calcular as médias de cada área para as respectivas medidas, os dados foram comparados aplicando-se o teste estatístico Anova no programa BioEstat[®] 5.3. Para comparações que apresentavam diferenças estatisticamente significativas, foi aplicado o teste Tukey, com nível de significância $p < 0,05$. Os resultados demonstram que, de acordo com a medida de variabilidade He/Hmax, as áreas situadas no ambiente urbano apresentam padrões mais desordenados que as áreas localizadas em ambiente rural. Estas últimas áreas, por sua vez, possuem padrões mais próximos à heterogeneidade intermediária, conforme atestadas pelas duas medidas associadas à função convexa da entropia informacional (SDL e LMC). O uso do teste Anova comprovou estatisticamente tais resultados obtidos pelas três medidas, evidenciando que elas possuem alta eficiência em distinguir áreas de uso urbano das áreas presentes em ambiente rural nas extensões de 400 e 100 pixels. Porém tal eficiência é reduzida quando se analisa a extensão de 25 pixels, devido a pouca quantidade de informação disponível. Conclui-se, assim, que as três medidas baseadas na entropia informacional podem ser usadas de modo eficiente para avaliar a complexidade dos padrões de diferentes tipos de uso da terra.

Palavras chave: Dourados, complexidade, heterogeneidade

¹ O presente trabalho foi escrito na forma de artigo seguindo as normas da Revista Brasileira de Ciências Ambientais (ANEXO I).

COMPARISON OF LANDSCAPE COMPLEXITY METRICS IN THE MUNICIPALITY OF DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL, BRAZIL

Abstract:

This study aimed to compare the performance of landscape metrics to verify their efficiencies in the identification of different land uses and occupation. The data were obtained from the municipality of Dourados, located in the southern portion of the State of Mato Grosso do Sul, 220 km from the capital of Campo Grande and located between 22° 13 '78' S; 54° 48 '39' O, with an average elevation of 448 m.. Several programs were used to acquire the data. Firstly, Google Earth® was used to select 9 points corresponding to some types of land use and occupation located in the Municipality of Dourados (MS). These points were later transferred to an image of ASTER sensor and around each point, three sample areas were selected from the ROI Tools tool that is available in the Envi® 4.7 software. For each sample area, three square polygons were created, corresponding to the respective lateral extensions : 300m, 150m, 75m, totalizing 400, 150, 25 pixels. To evaluate the complexity of the ROIs, the first step was to generated in the ENVI® 4.7 software the ROIs' statistical reports which were saved in txt extension. These files were exported to the CompPlexus software, which allows to calculate the complexity of the patterns using three measures based on informational entropy: HE/Hmax, SDL and LMC. After calculating the means of each area for the respective measurements, the data were compared by applying the Anova statistical test in the program BioEstat® 5.3. For comparisons that presented statistically significant differences, the Tukey test was applied, with significance level $p < 0.05$. The results demonstrate that, according to the He / Hmax variability measure, the areas located in the urban environment present more disordered patterns than the areas situated at rural environment. These latter areas, in turn, have patterns closer to the intermediate heterogeneity, as attested by the two measures associated with the convex function of informational entropy (SDL and LMC). The use of the Anova test statistically confirmed the results obtained by the three measurements, showing that they have a high efficiency in distinguishing areas of urban use from areas present in the rural environment in extensions of 400 and 100 pixels. However, such efficiency is reduced when analyzing the 25-pixel extension, due to the few amount of information available. It is concluded, therefore, that the three measures based on informational entropy can be used in an efficient way to evaluate the complexity of the patterns of different types of land use.

Keywords: Dourados, complexity, heterogeneity

SUMÁRIO

1. Introdução.....	2
1.1 Uso e ocupação da terra.....	2
1.2 Relações entre Paradigma da Complexidade e Ecologia de Paisagens.....	2
1.3 Comparação das diferentes métricas de avaliação da complexidade da Paisagem.....	3
1.4 Importância do Geoprocessamento para o estudo do uso e ocupação da terra.....	3
2. OBJETIVOS.....	5
3. ÁREAS DE ESTUDO.....	5
4. METODOLOGIA.....	6
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
6. CONCLUSÃO.....	16
7.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	17
8. ANEXO I.....	19

1 .Introdução

1.1 Uso e ocupação da terra

Segundo o IBGE , (2013), o termo 'uso da terra' é relativo à apropriação da terra pelos seres humanos, que exercem modificações e mudanças na sua utilização. Assim, o uso e ocupação da terra se dá pela sua utilização e modificação, caracterizado pela obtenção de benefícios por meio do uso, bem como dos recursos e bens desses ambientes. (ALMEIDA, 2012).

O Estado de Mato Grosso do Sul historicamente apresentou uma predominância da pecuária, porém atualmente houve grande redução dessas áreas com a chegada da agroindústria, pois várias pastagens deram lugar à soja e a cana-de-açúcar, atividades que desgastam o solo e que trouxeram um desmatamento extensivo nas poucas áreas que estavam preservadas (LANZA et al., 2014).

1.2 Relações entre Paradigma da Complexidade e Ecologia de Paisagens

A Ecologia da Paisagem pode ser entendida como estudo de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (METZGER, 2011). Conforme este autor, tal área do conhecimento apresenta duas abordagens:

Geográfica: Estuda a modificação que os seres humanos fazem no ambiente ou território, ou seja, mudanças diretas que afetam o meio em que vivem e o ambiente ao redor.

Ecológica: ressalta a importância da proteção ecológica e conservação biológica, e também, trata de procedimentos que não afetam os ambientes severamente.

O paradigma da complexidade surgiu a partir de várias ideias de diversas áreas de conhecimento voltadas aos estudos relacionados ao comportamento complexo não-linear dos sistemas complexos, fornecendo aplicações práticas para poder quantificar seus padrões, derivando dele várias medidas de paisagem (MATTOS, 2010). Aplicado à Ecologia da Paisagem, o paradigma da complexidade ajuda a identificar e quantificar a heterogeneidades dos padrões dos fragmentos que compõem a paisagem.

1.3 Comparação das diferentes métricas de avaliação da complexidade da Paisagem

As métricas da paisagem são de extrema importância para a identificação dos diferentes tipos de manchas de uma paisagem e podem ser definidas em três níveis, de acordo com Duarte et al. (2015):

Métricas ao nível da mancha: são definidas para manchas individuais e caracterizam espacialmente a configuração e o contexto das manchas;

Métricas ao nível da classe: são integradas em relação a todas as manchas de um dado tipo;

Métricas ao nível da paisagem: são integradas em relação a todos os tipos de mancha ou classes em relação a toda a paisagem. (Duarte; Guiomar; Neves, 2015, p.2).

O estudo destas métricas pode se dar pela interpretação embasada nos estudos de medidas concebidas a partir do conceito de entropia informacional, que são utilizadas para quantificar a heterogeneidade/complexidade das paisagens, avaliando, a partir delas, seu nível de organização. (VEDOVATO et al., 2013).

Duas destas medidas de entropia informacional - a medida de variabilidade H_e/H_{max} e medida SDL - seguem, segundo MATTOS (2015), os seguintes princípios:

A medida de variabilidade H_e/H_{max} considera que a complexidade aumenta em função do aumento da desordem do sistema. Assim, para essa medida, valor alto de complexidade significa que o sistema está mais desordenado. Portanto, ela permite identificar se o sistema se encontra mais próximo da ordem ou da desordem. Diferente da anterior, a medida SDL (assim batizada devido às iniciais de Shiner, Davison e Landsberg, pesquisadores que propuseram a medida) considera que a maior complexidade está localizada entre a ordem e a desordem, ou seja, a complexidade máxima se situa num estado de heterogeneidade intermediária (MATTOS, 2015, p.3).

Outra medida baseada na entropia informacional é a LMC, que parte do mesmo princípio da SDL, considerando que a maior complexidade esta ente a ordem e desordem onde a complexidade máxima esta no estado de heterogeneidade intermediária.

1.4 Importância do Geoprocessamento para o estudo do uso e ocupação da terra

O geoprocessamento tem uma vasta abrangência e importância para o monitoramento de biodiversidade até o estudo de uso e ocupação da terra, devido à capacidade de realizar

uma vasta coleta de dados para análises mais complexas, tendo poder de compará-los com diversas fontes, apoiand-se em ferramentas disponíveis nos Sistemas de Informação Geográficas (SIG) (SENA et al., 2012).

Em relação às geotecnologias, Albuquerque (2009) afirma que:

As geotecnologias podem ser definidas como sendo um conjunto de tecnologias (SIG, Geoprocessamento, cartografia digital, sensoriamento remoto, Sistema de Posicionamento Global), cujo fundamento principal é a coleta, processamento, análise e visualizações de informações com referência geográfica, possuindo em seu arcabouço técnico-metodológico premissas de processamento digital de imagens de satélites, elaboração de bancos de dados georreferenciados, quantificação de fenômenos da natureza, entre outras análises, proporcionando uma visão mais abrangente do ambiente numa perspectiva geossistêmica (ALBUQUERQUE, 2009, p.3).

Desta forma, a partir do embasamento teórico que associa o estudo da paisagem ao paradigma da complexidade e da metodologia que busca comparar o desempenho de diferentes métricas de avaliação da complexidade da paisagem com os diferentes usos da terra, o presente trabalho buscou verificar quais são as medidas mais eficientes na distinção de diferentes tipos de uso da terra.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Comparar o desempenho das métricas da paisagem para verificar suas eficiências na identificação de diferentes usos e ocupação da terra presentes no município de Dourados (MS).

3. ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa foi realizada no município de Dourados (MS), localizado entre as coordenadas 22° 13' 78'' S; 54° 48' 39'' W, com elevação média de 448 m (Figura 1). Dourados localiza-se na porção sul do Estado de Mato Grosso do Sul e está a 220 km da capital Campo Grande, sendo a segunda maior cidade do Estado, com uma população estimada em 196.035 habitantes (censo 2010), com uma área territorial de 4.086 km² (CASTRO, 2014).

De acordo com PEREIRA et al., (2012), o município de Dourados (MS) apresenta as formações geológicas Serra Geral e Ponta Porã, sendo a formação Serra Geral caracterizada por ser uma unidade da era mesozóica constituída por rochas basálticas que se estende por toda porção da região oeste do território da Grande Dourados, Já a formação Ponta Porã, localizada a porção oeste do município, é constituída por intercalações de rochas argilo-siltosas e areno- argilosas de idade quaternária (PEREIRA et al, 2012).

Ainda segundo PEREIRA et al.,(2012), no município estão presentes três tipos de solos: Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Distrófico e Argissolo Vermelho - Amarelo. Conforme esses autores, o Latossolo Vermelho tem como característica ser um solo muito profundo, bem drenado e poroso, predominante em áreas planas e de baixa suscetibilidade à erosão pelo escoamento superficial da água, o que se explica seu uso intensivo pela agricultura na região. Também o Latossolo Vermelho Distrófico, o qual se desenvolve sobre a maior parte da formação Caiuá, é empregado de forma intensiva para atividade agrícola e pecuária em virtude de suas características físicas-estruturais (PEREIRA et al, 2012). Já o Argissolo vermelho – amarelo, conforme aponta PEREIRA et al., (2012), é predominante nos vales fluviais (PEREIRA et al, 2012).

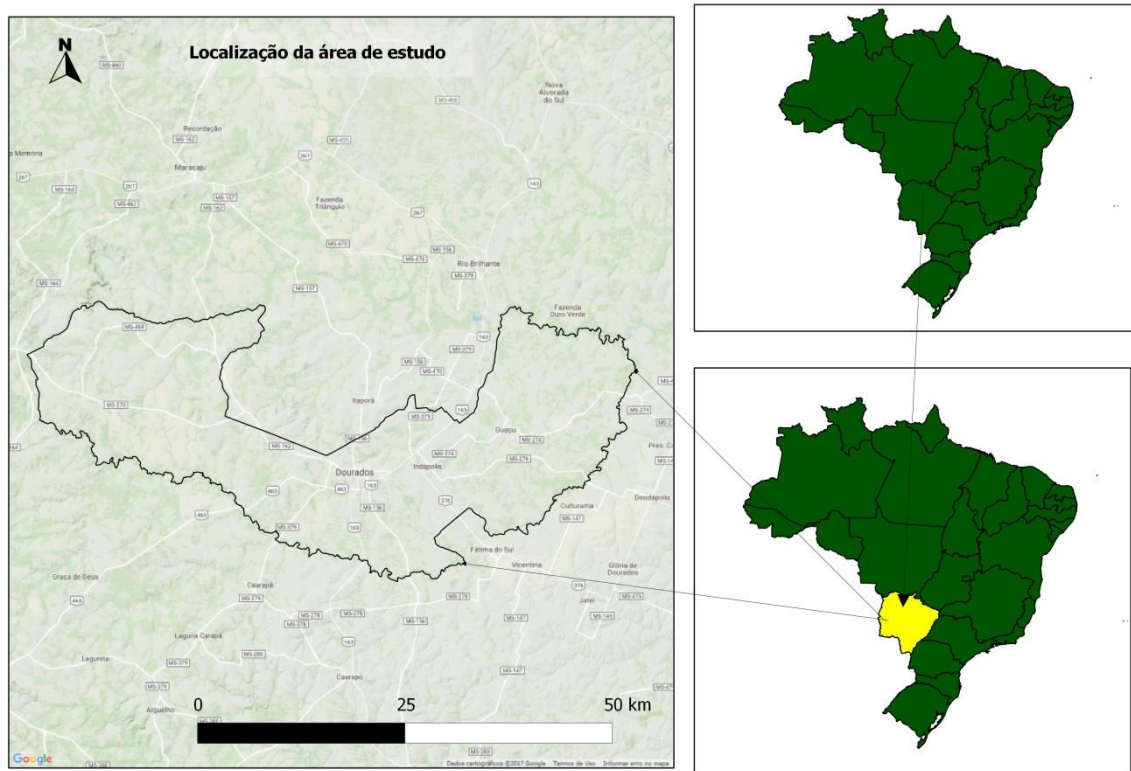


Figura 1 : Localização do município de Dourados (MS).

Fonte: Elaborado por Leidson da A. Salomão, utilizando o programa Quantum Gis Lisboa 1.8.

4. METODOLOGIA

Para obtenção dos dados foram utilizados diversos programas. Primeiramente, usou-se o Google Earth[®] para selecionar 9 pontos correspondentes a alguns tipos de uso e ocupação da terra situados no município de Dourados (MS). Tais pontos posteriormente foram transferidos para uma imagem do sensor ASTER, datada do dia 24 de agosto de 2006, e ao redor de cada ponto foram selecionados três áreas amostrais, a partir da ferramenta ROI Tools que está disponível no programa Envi[®] 4.7. Para cada área amostral, foram criados três polígonos quadrados correspondendo às respectivas extensões laterais: 300m, 150m, 75m, totalizando 400, 150, 25 pixels, respectivamente (Figura 2).

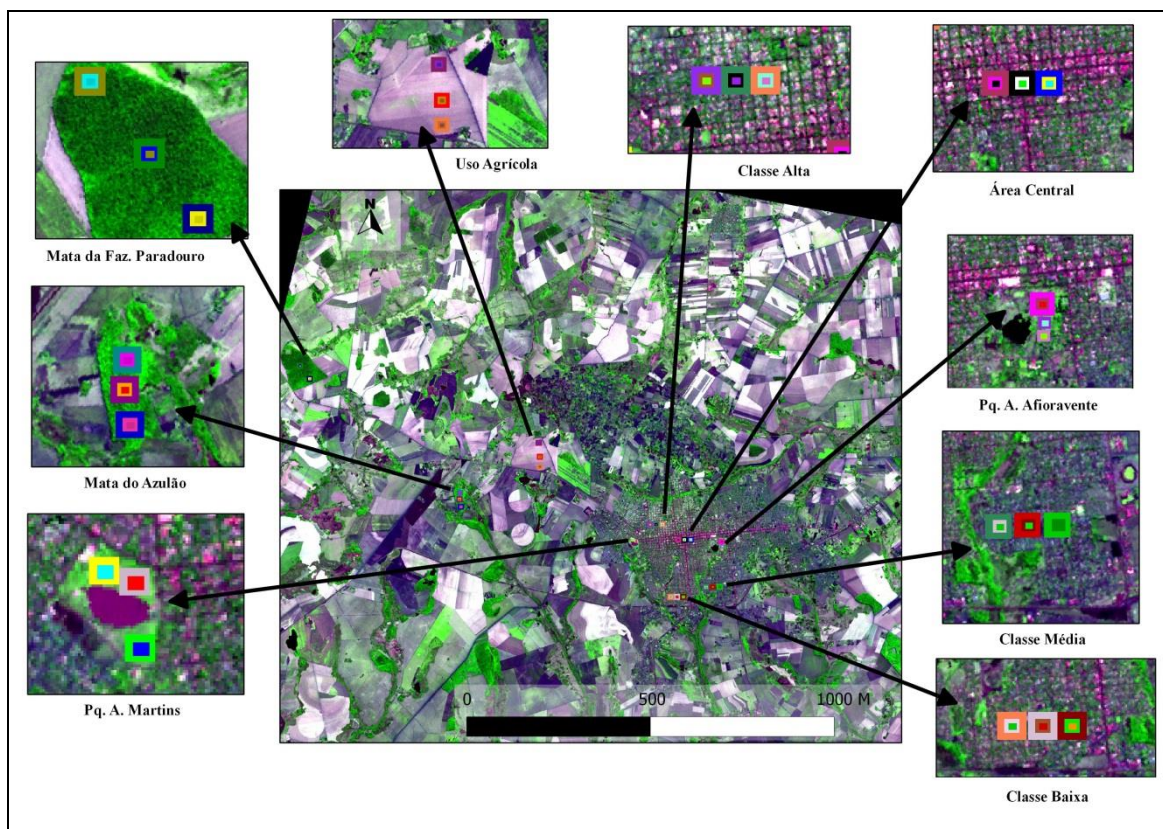


Figura 2: Regiões de interesse criadas em áreas de diferentes usos no município de Dourados (MS).

(Elaborado por Leidson da Anunciação Salomão a partir de imagem Aster do município de Dourados (MS) de 24/08/2006.

Para poder avaliar a complexidade dos ROIs, primeiramente foram gerados no programa ENVI[®] 4.7 os relatórios estatísticos, os quais foram salvos em extensão txt. Tais arquivos de extensão foram exportados para o programa CompPlexus, o qual permite calcular a complexidade do padrões por meio de três medidas baseadas na entropia informacional: medida de variabilidade He/H_{max} , SDL e LMC.

Após calcular as médias de cada área das respectivas medidas, os dados foram comparados aplicando-se o teste estatístico Anova no programa BioEstat[®] 5.3. Para comparações que apresentavam diferenças estatisticamente significativas, foi aplicado o teste Tukey, com nível de significância $p < 0,05$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme se vê na Tabela 1 para medida de He/Hmax, observa-se que para a extensão de 400 pixels foram diagnosticados maiores valores de variabilidade nas áreas urbanas, enquanto os menores valores se concentraram nas regiões de remanescentes de vegetação nativa e de uso agrícola. Tais valores se repetem para as extensões de 100 e 25 pixels, mesmo havendo a inclusão de áreas verdes situadas da região urbana (Tabela 1). Tais áreas ocupam posições mais próximas aos valores de maior variabilidade, associados a padrões mais desorganizados, de modo semelhante ao que é observado nas áreas edificadas do ambiente urbano de Dourados.

Tabela 1: Valores da medida de variabilidade He/Hmax para as médias das bandas das áreas analisadas no município de Dourados (MS).

Tipos de uso do solo	Local	área Amostral	Extensão		
			400 pixeks (300m x 300m)	100 pixels (150m x 150m)	25 pixels (75m x 75m)
Área Urbanizada	Área Central	1	0.915764775	0.949307908	0.950341402
		2	0.910293586	0.951163403	0.946481701
		3	0.920193723	0.925585147	0.947409618
	Bairros de Classe Baixa	1	0.92269114	0.928244019	0.929351913
		2	0.867301826	0.903400125	0.909058182
		3	0.875023493	0.928339773	0.938419568
	Bairros de Classe Média	1	0.900861371	0.904000457	0.861400895
		2	0.919820528	0.922052832	0.923214462
		3	0.924445936	0.928587632	0.942180048
	Bairros de Classe Alta	1	0.922922477	0.942225676	0.952909129
		2	0.940606402	0.925797394	0.92587288
		3	0.89283701	0.901088208	0.920322931
Área Verde Urbana	Parque A. Fioravante	1	-	0.940864318	0.961624417
		2	-	0.936113307	0.918372284
		3	-	0.924660499	0.933845791
	Parque Atenor Martins	1	-	0.938633226	0.931952468
		2	-	0.911705098	0.923143785
		3	-	0.892007031	0.903537944
Remanescentes de vegetação Nativa	Mata do Azulão	1	0.748033545	0.796677004	0.862328
		2	0.788263179	0.849414359	0.878495964
		3	0.780291924	0.773419393	0.879406542
	Mata da Faz. Paradoiro	1	0.789061876	0.85396728	0.896245965
		2	0.810934233	0.859014366	0.867307301
		3	0.832956263	0.822521455	0.90614626
Agricultura	Soja	1	0.885488546	0.824742817	0.857235452
		2	0.774481615	0.835994967	0.8541988
		3	0.783251276	0.770563872	0.803351378

Legenda:

= maiores valores de complexidade na respectiva extensão

= valores intermediários de complexidade na respectiva extensão

= menores valores de complexidade na respectiva extensão.

Já as medidas SDL e LMC (Tabelas 2 e 3) apresentam comportamentos semelhantes: para a extensão de 400 pixels, os maiores valores para ambas as medidas se concentraram nas áreas de remanescentes e de uso agrícola. Assim como ocorreu para a medida He/Hmax, as medidas SDL e LMC apresentaram o mesmo padrão nas outras duas extensões: os menores valores obtidos foram para as áreas de urbanizadas. Tais resultados são consistentes, tendo em vista que as áreas de vegetação nativa e uso agrícola apresentam padrões mais próximos da heterogeneidade intermediária, ou seja, em posições distantes do extremo de padrões ordenados, de um lado, e do outro extremo caracterizado por padrões totalmente desordenados.

Tabela 2: Valores da medida de complexidade SDL para as médias das bandas das áreas analisadas no município de Dourados (MS).

Tipos de uso do solo	Local	área Amostral	Extensão		
			400 pixels (300m x 300m)	100 pixels (150m x 150m)	25 pixels (75m x 75m)
Área Urbanizada	Área Central	1	0.076887084	0.047926674	0.046547303
		2	0.081316859	0.046291856	0.050037646
		3	0.07321453	0.068593887	0.049016849
	Bairros de Classe Baixa	1	0.070754707	0.065868321	0.063856788
		2	0.113687564	0.086352938	0.081859073
		3	0.108515569	0.066207535	0.057419619
	Bairros de Classe Média	1	0.088782199	0.084841097	0.11280706
		2	0.073595093	0.071612039	0.069788014
		3	0.06911344	0.065944505	0.054013225
	Bairros de Classe Alta	1	0.070997046	0.054351189	0.043492584
		2	0.055619473	0.06802727	0.070800354
		3	0.095276224	0.088096798	0.072672939
Área Verde Urbana	Parque A. Fioravante	1	-	0.055228217	0.036671058
		2	-	0.059593722	0.073610811
		3	-	0.069082615	0.061014119
	Parque Atenor Martins	1	-	0.057124575	0.062940476
		2	-	0.079759154	0.069050519
		3	-	0.095167034	0.083690698
Remanescentes de vegetação Nativa	Mata do Azulão	1	0.184684946	0.151319317	0.109189612
		2	0.162801068	0.125447908	0.101919388
		3	0.167557533	0.168469102	0.096106455
	Mata da Faz. Paradoiro	1	0.163552168	0.12184134	0.090739692
		2	0.150614435	0.115028844	0.110119821
		3	0.134614534	0.142104869	0.081457342
Agricultura	Soja	1	0.100953648	0.139835874	0.116355382
		2	0.173122248	0.134042135	0.121335995
		3	0.168583819	0.168421483	0.151331938

Legenda:

■ = maiores valores de complexidade na respectiva extensão

■ = valores intermediários de complexidade na respectiva extensão.

■ = menores valores de complexidade na respectiva extensão.

Tabela 3: Valores da medida de complexidade LMC para as médias das bandas das áreas analisadas no município de Dourados (MS).

Tipos de uso do solo	Local	área Amostral	Extensão		
			400 pixels (300m x 300m)	100 pixels (150m x 150m)	25 pixels (75m x 75m)
Área Urbanizada	Área Central	1	0.01913885	0.016138477	0.024604614
		2	0.020002072	0.013869534	0.025662427
		3	0.015818937	0.022835067	0.033564936
	Bairros de Classe Baixa	1	0.02081346	0.024381674	0.034523422
		2	0.037425163	0.038245665	0.048551221
		3	0.036303088	0.026509772	0.029746932
	Bairros de Classe Média	1	0.025773101	0.036963899	0.07268384
		2	0.019820425	0.026206082	0.037975657
		3	0.021049994	0.025179199	0.028741834
	Bairros de Classe Alta	1	0.017374493	0.018459102	0.022317959
		2	0.012762217	0.023704171	0.041197559
		3	0.027843708	0.032883435	0.041983837
Área Verde Urbana	Parque A. Fioravante	1	-	0.020922102	0.018407982
		2	-	0.0217191	0.040829111
		3	-	0.022835067	0.033564936
	Parque Atenor Martins	1	-	0.017922421	0.034396058
		2	-	0.033824314	0.040955296
		3	-	0.035952775	0.052085771
Remanescentes de vegetação Nativa	Mata do Azulão	1	0.097448379	0.094167044	0.077747929
		2	0.078239143	0.07344828	0.063538205
		3	0.089277052	0.100260694	0.058063068
	Mata da Faz. Paradoiro	1	0.085065434	0.065383042	0.056298076
		2	0.077639998	0.06516156	0.073591341
		3	0.072409474	0.090148785	0.052910866
Agricultura	Soja	1	0.043592665	0.075591055	0.079409159
		2	0.093218817	0.080057719	0.079931466
		3	0.091658917	0.114592235	0.101078054

Legenda:

■ = maiores valores de complexidade na respectiva extensão

■ = valores intermediários de complexidade na respectiva extensão.

■ = menores valores de complexidade na respectiva extensão.

A aplicação do teste estatístico Anova para a medida He/Hmax na extensão de 400 pixels (Tabela 4) mostrou que não há diferença significativa entre os valores de complexidade dos bairros de classes baixa, média e alta e área central da cidade. Quando tais áreas são comparadas às áreas de vegetação natural ou cultivada, verifica-se que predominam diferenças significativas entre as áreas urbanas e as com predominância de vegetação, sendo que apenas a área de classe baixa não apresenta diferenças significativas com um dos remanescentes (mata da Fazenda Paradoiro) e com a área de plantio de soja (Tabela 4). Já as comparações feitas entre as diferentes áreas de vegetação (Azulão, Paradoiro e plantio de soja) mostram que não existem diferenças significativas entre elas, evidenciando que os graus de complexidade de seus padrões são semelhantes.

Tabela 4: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de variabilidade He/Hmax - extensão 400 pixels

Medida de variabilidade He/Hmax - extensão 400 pixels									
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Para a medida He/Hmáx na extensão de 100 pixels (Tabela 5), houve diferenças significativas entre as áreas urbanas e as de vegetação (remanescentes e soja), Conforme pode ser observado na Tabela 5, a inclusão de áreas verdes urbanas demonstra um resultado interessante: os seus valores de complexidade para esta medida não apresentam diferenças significativas em relação às áreas de urbanas de classes baixa, média e alta e área central, enquanto diferem em relação s áreas de vegetação situadas na zona rural (remanescentes e soja). Estas últimas áreas citadas apresentam padrões relativamente menos desorganizados comparados às localizadas no ambiente urbano (Tabela 1).

Tabela 5: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de variabilidade He/Hmax - extensão 100 pixels

Medida de variabilidade He/Hmax - extensão 100 pixels.									
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Observa-se na Tabela 6 que para a medida He/Hmax aplicada à extensão de 75 pixels não houve diferenças estatisticamente significativas entre os valores das áreas urbanas (classes alta, média, baixa e área central). Ao serem comparadas com as áreas de vegetação nativa e agricultura, nota-se que há diferenças significativas apenas entre todas elas e a área de agricultura (plantio de soja), além de uma diferença estatisticamente significativa entre a área central e a mata do Azulão (Tabela 6). Já a comparação entre áreas de vegetação situadas em áreas rurais (agricultura e matas do Azulão e Paradoiro), verifica-se que não diferenças significativas entre essas áreas.

Tabela 6: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de variabilidade He/Hmax – extensão 25pixels.

Medida de variabilidade He/Hmax - extensão 25 pixels									
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradoiro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradoiro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Na comparação para medida LMC na extensão 400 pixels (Tabela 7), verifica-se que, assim como ocorreu para a medida He/Hmax para as três extensões (Tabelas 4, 5 e 6), não houve diferença significativa em relação aos valores de complexidade das áreas urbanas (classes alta, baixa, média e central). Quando tais áreas são comparadas às áreas de vegetação nativa e de agricultura, observam-se diferenças significativas entre elas (Tabela 7). Já comparações realizadas entre as áreas de vegetação situadas nas áreas rurais (matas do Azulão e Paradoiro e plantio de soja) mostram que não existem diferenças significativas entre elas, o que indica que seus padrões têm graus de complexidade semelhantes para esta extensão (Tabela 7).

Tabela 7: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de complexidade LMC– extensão 400 pixels.

	Medida de Complexidade LMC - extensão 400 pixels								
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Na Tabela 8, relativa à medida LMC, só que para extensão 100 pixels, houve diferenças significativas das áreas de remanescentes e soja em relação às áreas urbanas, incluindo as áreas verdes urbanas (Parques A. Fioravante e A.. Martins). Já as áreas urbanas não apresentaram diferenças significativa quando comparadas entre si (Tabela 8).

Tabela 8: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de complexidade LMC– extensão 100 pixels.

	Medida de Complexidade LMC - extensão 100 pixels								
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Na Tabela 9, em que são apresentados os resultados para medida LMC aplicada à extensão de 75 pixels, pode-se verificar que houve poucas diferenças significativas entre os alvos situados na área urbana e de remanescentes de vegetação nativa. Entretanto, quando as primeiras são comparadas às áreas de plantio de soja, ocorreram diferenças estatisticamente significativas para todos os casos (Tabela 9).

Tabela 9: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de complexidade LMC– extensão 25 pixels.

	Medida de Complexidade LMC - extensão 25 pixels								
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Os resultados do teste Anova para a medida SDL aplicado à extensão de 400 pixels (Tabela 10) demonstram que não houve diferenças significativas em relação aos bairros de classe média, alta, baixa e área central. Quando estes valores são comparados ao alvos situados nas áreas rurais (matas do Azulão e Paradouro e plantio de soja), pode-se observar que houve diferenças significativas em todos os casos (Tabela 10). Já quando essas três áreas são comparadas entre si (Tabela 10), não são detectadas diferenças significativa entre elas.

Tabela 10: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de complexidade SDL– extensão 400 pixels.

	Medida de Complexidade SDL - extensão 400 pixels								
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Os resultados do Anova para a medida SDL na extensão 100 pixels (Tabela 11) evidenciaram o mesmo comportamento observado para as outras duas medidas nesta extensão: a de que o grau de complexidade das áreas verdes urbanas não apresenta diferenças

estatisticamente significativas em relação às áreas construídas (bairros da cidade). Verifica-se, assim, a elevada desorganização dessas áreas, refletindo o baixo nível de conservação ambiental dessas áreas verdes urbanas de Dourados.

Tabela 11: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de complexidade SDL– extensão 100 pixels.

	Medida de complexidade SDL - extensão 100 pixels								
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

Já para a extensão de 75 pixels, verificou-se que a medida SDL não foi capaz de detectar diferenças significativas na maioria dos casos, seguindo a mesma tendência observada nesta extensão para as outras duas medidas. A explicação para tais resultados pode ser buscada na pequena quantidade de pixels (25) presentes nesta extensão, a qual reduz a quantidade de informações analisadas, assim, não permitem que as medidas baseadas na entropia informacional consigam captar variações na diversidade de informações apresentadas pelos diferentes alvos, ao contrário do que é observado para as outras extensões.

Tabela 12: Resultados do teste Anova aplicado aos valores obtidos pelas áreas para a medida de complexidade SDL– extensão 25 pixels.

	SDL - extensão 25 pixels								
	Classe Baixa	Classe Alta	Área Central	Azulão	Classe Média	Paradouro	A. Fioravante	Ant. Martins	Soja
Classe Baixa									
Classe Alta									
Área Central									
Azulão									
Classe Média									
Paradouro									
A. Fioravante									
Ant. Martins									
Soja									

Legenda:

 = $p > 0.05$

 = $p < 0.05$

6. Conclusões

A aplicação das medidas de complexidade baseadas na entropia informacional mostrou que, de acordo com a medida de variabilidade H_e/H_{max} , as áreas situadas no ambiente urbano apresentam padrões mais desordenados que as áreas situadas em ambiente rural. Estas últimas áreas, por sua vez, possuem padrões mais próximos à heterogeneidade intermediária, conforme atestadas pelas duas medidas associadas à função convexa da entropia (SDL e LMC).

O uso do teste Anova nos resultados obtidos pelas três medidas evidenciou que elas possuem alta eficiência em distinguir áreas de uso urbano das áreas presentes em ambiente rural nas extensões de 400 e 100 pixels. Porém tal eficiência é reduzida quando se analisa a extensão de 25 pixels, devido a pouca quantidade de informação disponível;

A partir desses resultados, conclui-se que as três medidas baseadas na entropia informacional podem ser usadas de modo eficiente para avaliar a complexidade dos padrões de diferentes tipos de uso da terra.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Joseval Souza de. **Uso de Geotecnologias na Análise Espacial e Temporal (1993 – 2007) Da Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Apa do Litoral Norte**. 2012. Disponível

em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwjNisvz6LDHahWJFJAKHVfaDoA&url=http%3A%2F%2Fwww2.uefs.br%3A8081%2Fppgm%2Fsystem%2Ffiles%2FDisserta%25C3%25A7%25C3%25A3o_Joseval_banca.pdf&ei=rDHSVc2EEImpwATXtLuACA&usg=AFQjCNF0pdmy7-L3vikEwORuHt11KifubA&bvm=bv.99804247,d.Y2I> Acesso em: 17 ago. 2015.

CASTRO, Maria Amábili Alves de. **Dourados-MS Enquanto Cidade Média: Uma Análise da Expansão Urbana e das Desigualdades Socioespaciais**. 2014. Disponível em: <[http://www.seminarioamericaplatina.com/restrito/trabalho/Maria-Amábili-Alves-de-Castro-151014-1727-trab completo américa platina.pdf](http://www.seminarioamericaplatina.com/restrito/trabalho/Maria-Amábili-Alves-de-Castro-151014-1727-trab%20completo%20am%C3%A9rica%20platina.pdf)>. Acesso em: 29 maio 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2013. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2015.

LANZA, Daniela Aparecida et al. **Vegetação e uso da Terra na Unidade de Planejamento e Gestão Rio Verde, Mato Grosso do Sul**. 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112748/1/RioVerde.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

MATTOS, SÉRGIO HENRIQUE VANNUCCHI LEME DE. **Complexidade dos Padrões Espaciais e Espectrais de Fitofisionomias de Cerrado no Estado de São Paulo / Sergio Henrique Vannucchi Leme de Mattos-- Campinas, SP.: [s.n.], 2010.**

METZGNER, Jean Paul. **O Que é Ecologia de Paisagens. Laboratório de Ecologia de Paisagens e Conservação – LEPaC**. Departamento de Ecologia , Instituto de Biociências – USP, 2001.

PEREIRA, Joelson Gonçalves, COMAR, Vito, ZACARIAS, Gabriela Macedo. **Atlas dos Recursos Hídricos Superficiais do Território da Grande Dourados**. Dourados, MS: Editora da UFGD, 2012. 37p.

SENA, Felipe Thiago Neres de Sousa et al. **Uso do Geoprocessamento Como Subsídio à Análise Ambiental: Imagem Srmt na Geração dos Mapas Hipsométrico e de Declividade das Bacias Difusas da Barragem Boa Esperança no Estado Do Piauí**. 2012. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SIG/121_5.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2017.

VEDOVATO, Laura Barbosa et al. **CompPlexus: Programa Para Avaliação de Complexidade de Padrões em Imagens Multiespectrais de Sensores Remotos**. 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0615.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

ANEXO I - Normas da Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB)

Escopo → A Revista Brasileira de Ciências Ambientais – RBCIAMB - publica artigos completos de trabalhos científicos originais ou trabalhos de revisão com relevância para a área de Ciências Ambientais. A RBCIAMB prioriza artigos com perspectiva interdisciplinar. O foco central da revista é a discussão de problemáticas que se inscrevam na relação sociedade e natureza em sentido amplo, envolvendo aspectos ambientais em processos de desenvolvimento, tecnologias e conservação. A submissão dos trabalhos é de fluxo contínuo.

Língua → A RBCIAMB publica artigos em Português e em Inglês.

Submissão → Os artigos submetidos à RBCIAMB devem ser inéditos e estar dentro do escopo da revista. → Todo o processo de submissão e análise é feito por via eletrônica, por envio ao endereço rbciamb@abes-dn.org.br. Os arquivos devem estar em formato MSWord, ter no máximo 10Mb com todo o conteúdo do artigo, arquivos com figuras ou mapas de formato superior devem ser editados de forma a serem compatíveis com a limitação apresentada. → Os trabalhos, sempre que possível, devem ser organizados com a seguinte estrutura: título em português e inglês, nome dos autores, filiação dos autores com cidade e estado, resumo, abstract, palavras-chave, key words, introdução, objetivos, materiais e métodos, resultados e discussão, conclusões e referências. → Resumos com no máximo 150 palavras. → O texto deverá ser formatado para um tamanho de página A-4, margens 3 cm para esquerda e superior, e 2 cm inferior e direita. As páginas deverão ser devidamente numeradas. Deve ser empregada fonte Calibri, corpo 10. O espaçamento entre as linhas deverá ser 1,15. O texto integral do artigo não deve ultrapassar 15 páginas. → Importante: no momento da submissão o(s) autor(es) além do artigo deve(m) encaminhar as seguintes declarações assinadas: a) declaração de que o artigo não está em revisão para publicação em outro veículo, que não foi publicado anteriormente e que apresenta pelo menos 50% de diferença de trabalho similar eventualmente publicado em anais de congresso; b) declaração de que o texto foi revisado cuidadosamente para eliminar erros de gramática e ortografia; c) declaração destacando pontos principais (pelo menos três itens de destaque no trabalho, indicando, inclusive, a contribuição científica à área).

Figuras e tabelas → O tamanho máximo que pode ter figura e tabela é de uma página A4; → Tabelas e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto; → Serão aceitos artigos com tabelas ou figuras. Quadros serão identificados como tabela. ISSN eletrônico: 2176-9478 Todos os gráficos, desenhos, figuras e fotografias devem ser denominados “Figura”. → As figuras e tabelas devem ser numeradas em ordem crescente de acordo com a sua inserção no texto. → Legendas são posicionadas acima de tabelas e abaixo de figuras.

Referências → A Revista Brasileira de Ciências Ambientais adota as normas vigentes da ABNT 2002 - NBR 6023.