

## **Análise de agrupamento das geoformas e tecno-geoformas da planície costeira e baixa encosta, com base no NDVI relativo aplicado a imagens multiespectrais CBERs-2, no município de Bertioiga, SP (Brasil).**

Jaime Enrique Badel<sup>1,2</sup>  
Célia Regina de Gouveia Souza<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Doutorando, bolsista CNPq (Proc. No. 143562/2008-8)

<sup>2</sup>Departamento de Geografia – FFLCH - USP  
Caixa Postal:72042 - São Paulo  
jaime.badel@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Geografia – FFLCH - USP  
Caixa Postal:72042 - São Paulo

<sup>3</sup>Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente, SP – Brasil  
Caixa Postal 2972 – São Paulo  
celia@geologico.gov.br

### **Abstract**

The aim of this research was to establish similarities among the coastal plain and low slope geotypes of Bertioiga municipality, based on the plant canopy classes analysis obtained by the application of NDVI to CBERs satellite images. Results showed that there are at least four geotypes groups with significant differences among them. Each geotype group was characterized by the high similarity among the predominant type of canopy, reflecting common physical, spatial and ecological characteristics. Geotypes near to Serra do Mar low slope showed a predominance of high vegetation, compared with the group of coastal plain geotypes, especially influenced by the soil saturation with water (among other factors), that affects the fall of high trees. The third group is the nearest to the coastal line, a highly influenced area by human presence and by marine dynamics. Finally, the fourth group has the areas with the highest influence of antropization, creating an ambient similar to the beach (lack of plant canopy).

**Keywords:** correlations, functional groups, geotypes, vegetation.

**Palavras chave:** Correlações, grupos funcionais, geotipos, vegetação.

### **1. Introdução**

**1.1. Antecedentes.** A planície costeira e baixa encosta do município de Bertioiga caracteriza-se pela grande diversidade de tipos de ambientes sedimentares que ainda conservam formações vegetais de Mata Atlântica, reconhecidas na legislação brasileira como “restingas” (Res. CONAMA nº 07/1996), consideradas como comunidades geopedológicas (Souza et al., 1997, 2006, 2008; Lopes, 2007). A sua vez, essas áreas sofrem de grande vulnerabilidade à pressão imobiliária e turística.

Avanços na pesquisa de doutorado do primeiro autor estão servindo como insumo fundamental para o estabelecimento de relações causais entre os ambientes físico, ecológico e antrópico na região de interesse, sendo este que aqui se apresenta e outros que o antecederam, um passo à frente na compreensão de ditas relações.

Com base na interpretação das variáveis geomorfométricas locais derivadas de dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), geradas pela iniciativa TOPODATA (INPE, 2009), Badel e Souza (2009) efetuaram um refinamento espacial das Unidades Quaternárias (UQ) aflorantes, tipificadas por Souza (2007) para a área mencionada.

A partir dessa nova base, Badel e Souza (2010) elaboraram um novo tratado espacial das UQ's (geoformas), cujo objetivo foi quantificar sua modificação em tecno-geoformas (TGF's), ou seja, a perda da sua estrutura superficial e subsuperficial por causa da artificialização do terreno. No presente trabalho, será usado o termo “geotipo” de maneira indistinta para as geoformas e tecno-geoformas.



O mapa da figura 1 segue as seguintes convenções (Souza, 2007): Planícies de maré atuais altas (**LOLa**) e baixas (**LOLb**); terraços marinhos holocênicos (**LHTa**); terraços marinhos pleistocênicos altos (**LPTa**) e baixos (**LPTb**); paleo-lagunas holocênicas (**LCD**); terraços fluviais e planícies de inundação holocênicos a atuais (**LHF**); terraços fluviais e planícies de inundação provavelmente pleistocênicos altos (**LPFa**) e baixos (**LPFb**); ambientes de sedimentação mista com depósitos fluviais e colúvios de baixada (**LMP**); baixa encosta altos (**LCRa**) e baixos (**LCRb**); praias atuais (**Pr**); cordões litorâneos (**LHTb**). complexo formado por LCD e LHF (**cx-LCD/LHF**); rochas ígneas e metamórficas (**E**), incluída sua ocorrência até os 150 m.s.n.m.

## 2. Material e método

**2.1. Algoritmo.** A abordagem seguida neste trabalho foi a classificação regional dos geotipos apresentados na figura 1, de acordo com as classes de NDVI relativo apresentados na figura 2 (Badel e Souza, em prep.), a partir de cenas do satélite CBERS\_2<sup>1</sup>, bandas CCD\_3-20060823L2 (0,63 – 0,69  $\mu\text{m}$ ) e CCD\_4\_20060823L2 (0,77 – 0,89  $\mu\text{m}$ ).



Figura 2. Mapa temático das classes de NDVI relativo para os maciços florestais da planície costeira e baixa encosta de Bertioiga.

O NDVI é normalmente usado como ferramenta para o monitoramento da cobertura vegetal, possibilitando a criação de perfis sazonais e temporais das atividades da vegetação e ainda comparações inter-anuais desses perfis (Ponzoni & Shimabukuro, 2007; Lourenço & Landim, 2007).

Tabela 1. Classificação funcional de tipos de cobertura vegetal para Bertioiga de acordo com os quantis de NDVI relativo observados (modificado de Badel e Souza, em prep.).

Quantil NDVI	Classe	Descrição
0,02 - 0,41	1	correspondente a solo exposto até vegetação arbórea ou arbustiva de densidade e porte muito baixo
0,41 - 0,52	2	Vegetação arbustiva densa e arbórea de dossel de porte baixo
0,52 - 0,56	3	Vegetação arbórea de densidade e dossel de porte médio
0,56 - 0,57	4	Vegetação arbórea densa de dossel de porte médio-alto
0,57 - 0,59	5	Vegetação arbórea densa de dossel de porte alto
0,59 - 0,73	6	Vegetação arbórea densa de dossel de porte emergente

Na tabela 1 apresentam-se a descrição das classes de cobertura vegetal obtidas para a área de estudo, produto da reclassificação dos quantis de NDVI relativo (Badel e Souza, em prep.), determinando-se ditas classes de cobertura vegetal de acordo com uma descrição funcional:

<sup>1</sup> Características do CBERS\_2: Resolução: 20 m; orbita/ponto: 153/127; Altitude de Órbita: 778 km Inclinação: 98.504.º Período:100,26 min.; campo de Visada: 8,3º; capacidade de apontamento do espelho:  $\pm 32^\circ$  (INPE, 2010)

por seu hábito (se for arbóreo ou arbustivo), e área foliar (se for de dossel de porte baixo, médio, alto ou emergente). Neste documento, serão usados indistintamente o número da classe ou a descrição de uma dada classe.

Finalmente, para determinar a significância dos valores percentuais das classes de cobertura vegetal observados em cada geotipo, usou-se o teste estatístico *Chi-quadrado* ( $X^2$ ). O mesmo é um teste de hipóteses que se destina a encontrar um valor de dispersão para duas variáveis nominais (UFPA, 2010) O princípio básico deste método é comparar proporções, isto é, as possíveis divergências entre as frequências observadas (o) e esperadas (e) para um certo evento (equação 2).

$$X^2 = \sum [(o - e)^2 / e] \quad (2)$$

Este teste também está relacionado com a associação entre os grupos. Quanto maior o valor  $X^2$ , maior é essa associação. Em outras palavras, diferenças significativas nos valores esperados e observados nas frequências indicam associação, e vice versa.

**2.2. Análise de agrupamento (cluster).** Foi feito o agrupamento das geoformas e tecno-geoformas de acordo com as diferenças e similaridades entre elas, em função da relação percentual das classes de NDVI relativo em cada geotipo.

O método foi da Ligação Completa, também denominado de método do Elemento Mais Distante, sendo uma das técnicas de hierarquização aglomerativa de maior aplicação na análise de agrupamento (Gama, 1980).

Neste método não é exigida a fixação, “*a priori*”, do número de agrupamentos, caráter favorável para esta análise exploratória, porque permite tirar valorações subjetivas desnecessárias. A função de agrupamento escolhida para esta análise exploratória foi 1-Pearson  $\rho$  (quando calculado em uma amostra, é designado pela letra “*r*”).

O coeficiente de correlação de Pearson se calcula segundo a seguinte fórmula (Equação 1):

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}} \quad (1)$$

Onde:

$x_1, x_2, \dots, x_n$  e  $y_1, y_2, \dots, y_n$  = valores medidos de ambas as variáveis.

$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$  e  $\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$  = médias aritméticas de ambas as variáveis.

Neste coeficiente, a análise correlacional indica a relação entre 2 variáveis lineares com valores entre +1 e -1. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa, e o tamanho da variável indica a força da correlação (Shimakura, 2006).

### 3. Resultados e discussão.

**3.1 Densidade da cobertura vegetal.** De acordo com os resultados do teste  $X^2$  (tabela 2), aceita-se que existem diferenças significativas nas frequências das classes de cobertura vegetal observadas em todos os geotipos, exceto LHTb. Por tanto, considera-se que há uma forte associação entre a presença de classes de cobertura vegetal e a maioria dos geotipos.

Interpretando esses resultados à luz da figura 4, observa-se a associação esperada entre a classe 1 e as TGFs. Nota-se que valores obtidos para essa classe nas geoformas no seu estado natural apresentam-se entre 2 e 20 vezes mais baixos que nos seus correspondentes antropizados, cujos valores a sua vez assemelham-se aos esperados para geotipos caracterizados pela sua falta ou escassa cobertura vegetal como os depósitos praias atuais (Pr).

Os valores observados na classe 2 por sua parte, estão além do esperado nos geotipos LOLa, LOLb, TGF-LHTb e TGF-LHTa, com predominância que pode ser qualificada como “média”, com destaque nos dois primeiros geotipos.

As frequências observadas na classe 3 estão por baixo do esperado em todos os geotipos, com uma tendência geral a uma predominância que pode ser qualificada como “baixa”.

Tabela 2. Valores observados de  $X^2$  (5 g.l.,  $X_c = 11.070$   $p < 0.05$ ) para as classes de cobertura vegetal para cada geotipo.

$X^2$ por Classes	Pr	LOLb	LOLa	LHF	TGF-LHF	LMP	LCD	TGF-LCD	LHTb	TGF-LHTb	
1	278,4105	1,83482	0,75964	11,42455	176,5611	15,75298	11,52357	232,3502	1,057156	31,06264	
2	2,6426	62,85465	35,76679	0,61044	4,7796	10,74276	5,44512	0,7196	0,000914	26,04955	
3	10,7603	0,54167	5,51732	1,27233	11,8841	2,07624	3,7772	14,7755	1,463192	0,87597	
4	13,8705	9,0737	6,7272	1,5735	14,9116	1,13221	14,65148	-	0,330133	7,40554	
5	15,855	10,98378	9,56553	1,16306	-	15,78915	7,11087	-	1,977366	10,23399	
6	16,5942	13,6323	12,35172	0,49071	-	13,32197	7,34266	-	3,12963	14,59971	
Sum	338,1332	98,92092	70,6882	16,5346	208,1364	58,81531	49,8509	247,8453	7,95839	90,2274	
Probabilidade	$p < 0,000000$			$p < ,005473$	$p < 0,000000$				$p < ,158547$	$p < 0,000000$	

$X^2$ por Classes	LHTa	TGF-LHTa	LPTb	TGF-LPTb	LPTa	LPFb	LPFa	cx-LCD/LHF	TGF-cxLCD/LHF	LCRb	LCRa
1	10,6439	23,59567	14,71203	1,35925	1,09911	16,36982	15,12145	15,32666	155,3202	16,37513	11,64882
2	0,99735	20,51582	6,98177	5,65689	3,67671	15,20162	12,51012	5,72397	13,8244	1,69126	2,77097
3	4,15524	0,017	0,19709	2,29438	0,16423	0,0003	4,97714	5,8444	16,2635	0,01176	2,32767
4	16,58543	5,03573	25,60208	0,17655	1,84427	23,11749	0,17192	19,48112	15,8652	0,58929	1,12079
5	0,52072	10,14394	8,46393	0,35587	9,80308	30,36653	27,53363	4,84375	-	1,36653	0,10702
6	6,61209	14,65049	3,74481	6,50711	1,24972	5,71716	15,95739	7,42402	-	23,39974	2,58746
Sum	39,51472	73,95866	59,7017	16,35005	17,83713	90,77292	76,27164	58,64392	201,2733	43,43371	20,56273
Probabilidade	$p < 0,000000$			$p < ,005913$	$p < ,003158$	$p < 0,000000$				$p < ,000980$	

Uma predominância “média” da vegetação de porte Médio-Alto (classe 4) é observada sobretudo em LPTb, LPFb e cx-LCD/LHF. Por sua parte, a densidade da Vegetação Densa de Porte Alto (classe 5) predominou em LPFa e LPFb.

Já a predominância de vegetação de porte emergente (classe 6) é importante em LCRb, e com predominância com tendência a “média” em LPFa, LMP e LCRa.

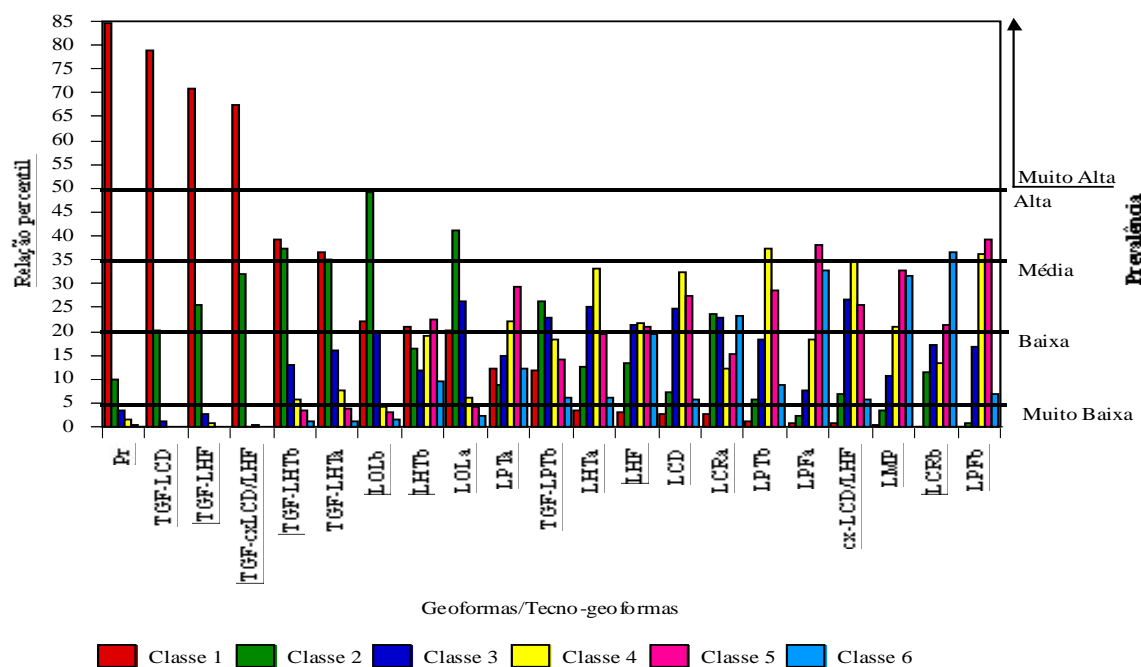


Figura 4. Predominância das classes de cobertura vegetal nas Geotipos e Tecno-geotipos em relação aos percentuais observados: Predominância Muito Alta da classe de cobertura: Relação percentual da área ocupada >50%; Predominância Alta da classe de cobertura: Relação percentual da área ocupada > 35% ≤ 50%; Predominância Média da cobertura: > 20% ≤ 35%; Predominância Baixa da cobertura: > 5% ≤ 20%; Predominância Muito baixa da cobertura: > 5%.

**3.2. Agrupamento dos geotipos.** Uma vez tendo a certeza estatística que na maioria dos casos existe uma forte associação entre as densidades das coberturas vegetais e o geotipo, segue na sequência a análise que procura determinar se existem similaridades entre os geotipos, do ponto de vista dessas densidades.

Os resultados do agrupamento indicam a presença de pelo menos quatro grupos diferentes de geoformas/tecno-geoformas, quem pode-se dividir por sua vez em subgrupos dependendo da distância da ligação (figura 5).

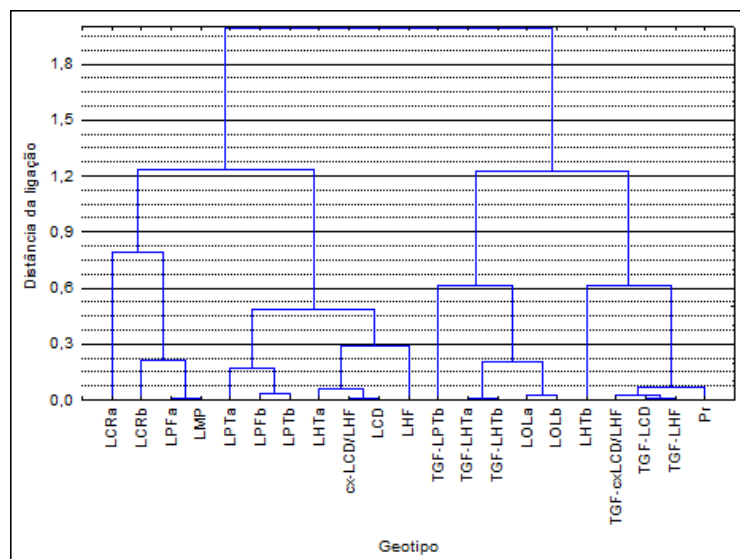


Figura 5. Dendrograma do agrupamento das geoformas/tecno-geoformas sob regra de ligação completa e medida de distância 1-Pearson r. O critério de decisão é: 0,3 – 0,0 forte correlação; 0,7 – 0,3 correlação moderada; 1,0 – 0,7 Fraca correlação; 2,0 – 1,0 Não correlacionada

Dentro do primeiro grupo, observa-se uma forte correlação na densidade da cobertura vegetal entre os depósitos de encosta baixos - pleistocênicos a atuais- (LCRb), os terraços aluviais altos pleistocênicos (LPFa) e os depósitos mistos - fluvio coluviais - holocênicos a atuais (LMP), com destaque na correlação entre os dois últimos. Existe uma correlação fraca entre este subgrupo e os depósitos de encosta altos (LCRa).

De acordo com o NDVI relativo, existe uma predominância das classes de cobertura 5 e 6. Em outras palavras, os resultados indicam que nesses geotipos encontram-se as formações vegetais mais maduras, com a cobertura vegetal de maior porte (emergente) quando comparados com os outros grupos.

Espacialmente, esses geotipos, além da proximidade na sua vizinhança, pertencem à baixa encosta da Serra do Mar, pelo que cabe esperar que os resultados reflitam um forte aporte à vegetação por parte da serra, representados por uma maior dinâmica no ciclo hidrológico, chuva de sementes advindas de áreas de maior altitude, e nutrientes disponíveis, entre outros.

Por outro lado, mediante observações de campo evidenciou-se nesta área uma maior estabilidade da vegetação “em pé” (vegetação arbórea viva e ergida), quando comparados com outros geotipos, fator que sem dúvida influencia a predominância da vegetação de dossel alto e emergente. Cabe por tanto dizer, que neste grupo o estado *clímax* da vegetação é de predominância do dossel alto e emergente.

No segundo grupo, observa-se um subgrupo de alta similaridade na cobertura vegetal, formado pelos terraços marinhos altos (LPTa) e baixos (LPTb) pleistocênicos e os terraços fluviais baixos (LPFb), que formam um grupo de correlação moderada com o subgrupo formado pelos terraços marinhos holocênicos (LHTa), as paleolagunas (LCD), os depósitos fluviais (LHF), e o complexo formado por LHF e as paleolagunas holocênicas a atuais (cx-LCD\LHF).

Os geotipos pertencentes a este grupo estão espacialmente localizados na planície costeira. O primeiro subgrupo mencionado localiza-se a uma maior classe altitudinal a respeito do segundo grupo. Por sua vez, os dois subgrupos estão estreitamente ligados espacialmente. A implicação dessa diferença altitudinal, embora seja pequena (de metros e inclusive centímetros), é que os geotipos mais altos de certa forma conseguem manter um solo menos saturado, entanto que o segundo subgrupo caracteriza-se por se manter sob inundação freqüente ou permanente.

A predominância da classe 4 no primeiro subgrupo mencionado sugere uma maior estabilidade da vegetação a respeito do segundo subgrupo. No primeiro subgrupo, observou-se no trabalho de campo uma menor frequência de vegetação arbórea caída, se comparado com o segundo grupo. Infere-se que o estado de alagamento permanente o quase permanente no segundo grupo, oferece um substrato instável para a vegetação de grande porte, e tanto um estado de maior vulnerabilidade à queda de vegetação arbórea, uma vez que ela atinge os portes maiores (5 e 6).

O terceiro grupo é formado pelo subgrupo composto por TGF- LHTa, TGF-LHTb, , LOLa e LOLb, ligados moderadamente com a tecno-geoforma que altera os marinhos baixos pleistocênicos (TGF-LPTb).

Este grupo se caracteriza por ser o mais próximo à linha de costa, área fortemente influenciada tanto pela presença humana quanto pela dinâmica marinha. No primeiro caso, as TGFs que conformam este grupo localizam-se em áreas suburbanas que por diversas razões, ainda mantém cobertura arbórea em pé (dito seja, nem sempre por razões conservacionistas).

Porém, o efeito da antropização chega inclusive a atingir a vegetação dos geotipos em estado ainda natural, como o caso de LHTb. Por outro lado, o subgrupo LOLa-LOLb, a densidade da cobertura vegetal reflete a presença de mangue, floresta paludosa, apicum, etc. Este tipo de vegetação, caracteriza-se por não apresentar naturalmente cobertura vegetal arbórea de grande porte.

O quarto e último grupo é formado pelo subgrupo que inclui as tecno-geoformas dos depósitos paleolagunares holocênicos (TGF-LCD) e fluviais holocênicos a atuais (TGF-LHF) e ainda a área onde se localizam estas duas UQ's de maneira indiferenciada (TGF-cx-LCD\LHF), junto com as praias. Esse subgrupo apresenta uma ligação moderada com os cordões litorâneos holocênicos (LHTb).

Neste grupo tem-se as áreas mais fortemente influenciadas pela antropização, pelo que reflete as áreas de maior impacto sobre a cobertura vegetal natural

#### 4. Conclusões.

A análise da densidade da cobertura vegetal a partir do NDVI relativo, embora haja uma alta complexidade no sistema estudado, resultou de grande utilidade para propôr para Bertioiga uma classificação de grupos funcionais dos tipos de cobertura vegetal e uma hierarquização dos ambientes sedimentares referidos para a região, coerentes do ponto de vista ecológico e espacial.

Os resultados sugerem que no primeiro grupo descrito encontram-se as formações vegetais mais maduras, com tendência para um estado *clímax*, com predominância do dossel alto e emergente e com um forte aporte à vegetação por parte da Serra do Mar.

No segundo grupo, os subgrupos que o compõem são diferenciados pelo estado de alagamento em que se encontram os geotipos, onde aqueles inundados permanentemente oferecem um substrato instável e portanto, maior vulnerabilidade à queda para a vegetação de porte alto e emergente.

Já o terceiro grupo caracteriza-se por ser uma área fortemente influenciada tanto pela presença humana quanto pela dinâmica marinha, com vegetação natural que normalmente não apresenta cobertura vegetal de grande porte.

Por fim, no último grupo tem-se as áreas mais fortemente influenciadas pela antropização, e reflete sobretudo o grande impacto sobre a cobertura vegetal gerado pela artificialização do espaço.

### Agradecimentos

À Fapesp, pelo financiamento do projeto de pesquisa (Proc. No. 08/58549-0). À minha esposa e ao Rodrigo, pelas correções do texto em inglês e ao Felipe, pelas correções do texto em português.

### Bibliografia

- Badel, J. E. M. e Souza, C. R. G. Refinamento espacial com imagens de radar dos ambientes sedimentares litorâneos no município de Bertioiga (SP). 9<sup>th</sup> International Symposium on GIS and computer Cartography for coastal Zone Management, V Congresso sobre Planejamento e Gestão das zonas costeiras dos países da Expressão Portuguesa e Seminário de Difusión de la Red Iberoamericana em Teledetección Aplicada a la prevención de riesgos geológicos litorales. Coast-GIS'09. Resumo expandido. UNIVALI - Itajaí, Brasil. Set-30 – out. 2, 2009.
- Badel, J. E. M. e Souza, C. R. G. Quantificação da perda da estrutura nas unidades quaternárias do litoral norte do município de Bertioiga, SP (Brasil) pelo processo de artificialização do espaço. Anais - Tema 3 – Geodinâmicas entre os processos naturais e socioambientais. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, Maio de 2010. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/jaime>>. Acesso em: 20 nov.2010.
- Badel, J. E. M. e Souza, C. R. G. Proposta preliminar de classificação de grupos funcionais de vegetação com base no NDVI relativo, aplicado a imagens multiespectrais CBERs-2, para a planície costeira e baixa encosta do município de Bertioiga, SP (Brasil). Em preparação.
- Gama, M. de P. Bases da análise de agrupamentos (“Cluster Analysis”). Brasília: UnB, 1980. 229f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Métodos Quantitativos) - Universidade de Brasília, 1980.
- Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Banco de dados Geomorfométricos do Brasil. 2009. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 01 abr. 2009.
- Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). CBERs, Satélite Sino-Brasileiro de recursos Terrestres. 2010. Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br/>>. Acesso: 20 nov. 2010.
- Lopes, E. A. Vegetação da planície costeira e baixa encosta nas bacias dos rios Itaguaraé e Guaratuba (Bertioiga-SP). 2007. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1678.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2010.
- Lourenço, R., Landim, P. Estudo da variabilidade do "índice de vegetação por diferença normalizada/NDVI" utilizando krigagem indicativa. 2007. **Holos Environment**, América do Norte, 4, jun. 2007. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/398/336>. Acesso em: 25 Ago. 2010.
- Ponzoni, F. J. & Y. E. Shimabukuro. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. 2007. São José dos Campos: Ed. Parêntese, 130p.
- Shimakura, S. 2006. Interpretação do coeficiente de correlação. Universidade Federal do Paraná. Laboratório de Estatística e Geoinformação (LEG). Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>. Acesso: 19 nov 2010.
- Souza, C.R. G.; Bendazoli, A.; Sugiyama, M.; Lopes, E.A. e Kirizawa, M. A relação entre o meio físico e a biota no estudo da "restinga" do Estado de São Paulo. 1997. In: VI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), Curitiba (PR), ABEQUA. Resumos Expandidos, p. 367-372.
- Souza, C.R. G. Mapeamento de compartimentos fisiográficos de planície costeira e baixa-encosta e da vegetação associada, no litoral norte de São Paulo. 2006. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia, 6 a 10 de setembro de 2006. Disponível em: <<http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/aut/articles/431.pdf>>. Acesso: 20. nov. 2010.
- Souza, C. R. de G. 2007. Ambientes sedimentares de planície costeira e baixa-média encosta em Bertioiga (SP). XI Congresso da ABEQUA - Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Belém (PA). (CD-ROM).
- Souza, C. R. G.; Hiruma, S. T.; Sallun, A. E. M.; Ribeiro, R. R. e Sobrinho, J. M. 2008. “Restinga”, conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental. Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo. 104 págs.
- Universidade Federal do Pará (UFPA). 2010. O test Qui-quadrado. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/dicas/biome/bioqui.htm>>. Acesso: 01/11/2010.
- Valeriano, M. M. 2008. TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais/ /Márcio de Morisson Valeriano. - São José dos Campos: INPE.