

Utilização de imagens CBERS para a avaliação da qualidade visual da paisagem

Geraldo Santos Landovsky^{1,2}

¹ Pós-Graduação Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC/PPGEC
Caixa Postal 476 – 88040-900 - Florianópolis - SC, Brasil
glandovsky@ig.com.br

² Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Av. 13 de maio, 2881, Benfica – 60040-531 - Fortaleza - CE, Brasil
geraldo.landovsky@ibge.gov.br

Abstract. This paper presents the application of a developed methodology, through the MatLab software use, to landscapes valuation using remote sensing images from CBERS. A landscape visual quality valuation is an efficient instrument to establish suitable ways to use the land, considering the attractive potential of the several kinds of landscapes. Satellite images can be used to produce thematic maps about land use. The periodic images acquisition allows temporal investigations about land occupation tendencies. However, images evidence just the occupation, the regions increase and the land alterations. In this case, using a Landscape Study is possible to verify, through the images, a region visual quality impoverishment due to an engineering work implantation or deforestation.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, landscape, sensoriamento remoto, processamento de imagens, paisagem.

1. Introdução

A aquisição periódica de imagens permite a realização de estudos temporais de tendências nas formas de ocupação do solo. Porém, tem-se apenas evidente a ocupação, ou seja, observam-se apenas áreas com um ou outro uso, as regiões que mais cresceram e as que tiveram sua cobertura alterada. Neste caso, o emprego do Estudo da Paisagem pode revelar informações intrínsecas ao mapa temático gerado a partir de uma imagem orbital, como o empobrecimento da qualidade visual de uma região em consequência da implantação de uma obra de engenharia ou da ocorrência de um desmatamento, por exemplo (Landovsky et al., 2003).

A importância de se proteger a paisagem levou o Conselho Europeu a discutir a elaboração de uma Convenção Européia de Paisagem, onde estão as seguintes justificativas: "a paisagem desempenha um importante papel de interesse público nas áreas social, cultural e ambiental, constituindo-se em recurso favorável à atividade econômica cuja proteção, gestão e planejamento contribuem para um trabalho criativo [...]; a paisagem contribui para a formação de uma cultura local que constituía um componente fundamental de um patrimônio cultural, contribuindo para o bem estar da população e consolidando uma identidade européia [...]; a paisagem é um componente importante da qualidade de vida da população em qualquer lugar; em áreas urbanizadas ou em naturais; em áreas degradadas como também em áreas qualificadas com qualidade de vida; em áreas consolidadas e saudáveis sob todos os aspectos" (Minami et al (2001).

Os estudos da paisagem são considerados como importante recurso para as questões ambientais, uma vez que revela a forma de como o espaço geográfico se encontra em função de sua utilização. A qualidade da paisagem refere-se ao grau de excelência ambiental e visual que esta apresenta, podendo ser estudada sobre a dinâmica espaço-temporal. O fator temporalidade refere-se às mudanças dos elementos formadores da paisagem ao longo de uma série temporal, pela eliminação de alguns elementos e inserção de outros (Lima, 2004).

Minami et al (2001), explicando a importância da questão estética no estudo da paisagem, diz "(...) o culto ao belo faz parte da cultura do homem. Não é por outra razão que cerca-se de

ornamentos, valoriza a harmonia da forma e da cor dos objetos e suas qualidades plásticas e decorativas. Pode-se falar, assim, numa função estética que as coisas em geral devem possuir a fim de criar uma sensação visualmente agradável às pessoas. Isso vale também para as paisagens que cercam nosso dia-a-dia”.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados de uma metodologia, através de programa computacional em ambiente MatLab, para a avaliação de paisagens com o uso de imagens de satélites. Através dele, também, visa-se testar a potencialidade das imagens do sistema CBERS para identificar as variações sazonais (quatro estações) no aspecto visual da paisagem de uma parte do município de Tibagi, PR, para o ano de 2004. Para tanto, foram utilizadas imagens CBERS da órbita 158 e ponto 127, referentes aos dias 10/02, 28/04, 10/08 e 27/10 de 2004, disponíveis no sítio eletrônico do INPE.

A escolha de uso das imagens do CBERS foi determinada porque o sistema oferece vantagens como resoluções espacial e temporal compatíveis com o objetivo do estudo, além de ter distribuição gratuita, deixando mais vantajosa ao usuário a relação custo-benefício. A escolha da área de estudo foi baseada na diversidade paisagística existente na área e por já se contar com prévio conhecimento da região, bem como pela realização de trabalhos anteriores realizados na mesma área (Landovsky et al, 2003a; 2006). Por se encontrar localizada nos Campos Gerais do Estado do Paraná, abaixo do Trópico de Capricórnio e com as estações bem definidas, a região de Tibagi apresenta grande variação na cobertura do solo com o passar das estações do ano, sendo, portanto, apta para o objetivo deste estudo.

2. Metodologia de Trabalho

A metodologia empregada no presente estudo está baseada na forma indireta da avaliação da paisagem, onde são analisados os componentes da paisagem através de suas relações visuais. Logo, o que se tem como produto da aplicação do método é um mapa da Qualidade Visual da Paisagem da região em estudo, pois a avaliação se dá apenas em função dos elementos vistos na imagem.

O primeiro passo para a aplicação da metodologia proposta foi uma classificação da imagem utilizada (CBERS, bandas 2, 3 e 4, composição colorida RGB 3, 4, 2), com o auxílio do *software* Multispec. Essa classificação se deu através da técnica supervisionada, pelo método da máxima verossimilhança. Levou-se em conta a seguinte ordem para a classificação dos elementos presentes na imagem: água (1), mata nativa (2), reflorestamentos (3), agricultura estágio I (4), agricultura estágio II (5), área urbana/rodovias (6), campos/pastagens (7), solo exposto (8), solo com calcário (9), e afloramentos rochosos (10). Esta seqüência foi definida em função da identificação visual das classes e para que se considerasse a mesma ordem na avaliação da qualidade visual da paisagem, porém, é uma ordem aleatória, podendo ser alterada desde que seja considerada em todas as etapas do trabalho. Uma das formas de avaliação da paisagem é a combinação entre elas as classes (componentes), por exemplo, água e campos/pastagens, respectivamente, nesse caso, classes 1 e 7. Por isso a adoção da referida seqüência.

De posse da imagem classificada, partiu-se para uma segunda fase, onde foram atribuídos valores individuais de qualidade a cada classe, de acordo com a qualidade visual de cada elemento da paisagem. A escala empregada para a avaliação da qualidade visual da paisagem compreende valores inteiros iguais a 1, 2, 3, 4 e 5, correspondendo às classes de qualidade visual baixa, média baixa, média, média alta e alta, respectivamente. Desta forma, as classes geradas receberam os seguintes valores: água, 5; mata nativa, 5; reflorestamentos, 2; agricultura estágio I, 3; agricultura estágio II, 3; área urbana/rodovias, 3; campos/pastagens, 4; solo exposto 1; solo com calcário, 1 e afloramentos rochosos 5. O critério utilizado para a atribuição de valores (pesos) para as classes foi o mesmo empregado por Griffith (1979), apenas adequando as classes existentes na área de estudo, e cuja base é o aspecto visual de

cada elemento da paisagem. Então, foram atribuídos valores às possíveis combinações entre essas classes, seguindo-se a mesma escala de valores, em que: água e mata nativa, valor 5; mata nativa e área urbana/rodovias, valor 3; área urbana/rodovias e solo exposto, valor 1, e assim por diante, como mostrado na Tabela 1.

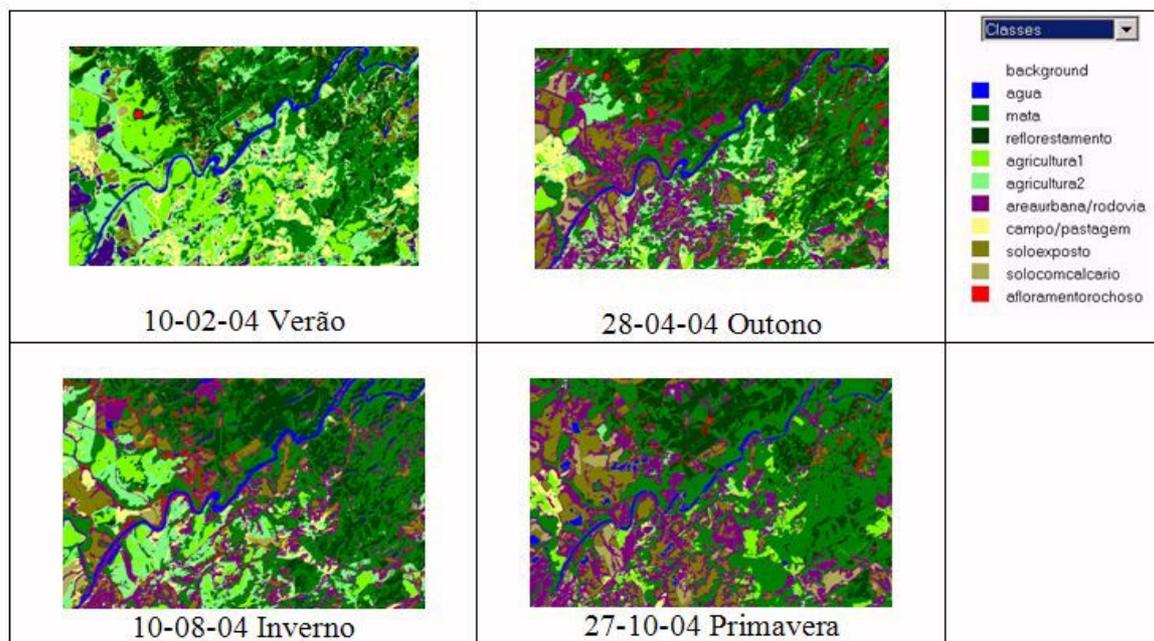
Combinação (Classe A+ ClasseB)	Classe A	Classe B	Valor Adotado
1 + 2 ou 2 + 1	Água	Mata	5
1 + 3 ou 3 + 1	Água	Reflorestamento	4
1 + 4 ou 4 + 1	Água	Agricultura 1	3
1 + 5 ou 5 + 1	Água	Agricultura 2	3
1 + 6 ou 6 + 1	Água	Área Urbana/Rodovia	3
1 + 7 ou 7 + 1	Água	Campo/Pastagem	4
1 + 8 ou 8 + 1	Água	Solo Exposto	1
1 + 9 ou 9 + 1	Água	Solo com Calcário	1
1 + 10 ou 10 + 1	Água	Afloramento Rochoso	5
2 + 3 ou 3 + 2	Mata	Reflorestamento	4
2 + 4 ou 4 + 2	Mata	Agricultura 1	3
2 + 5 ou 5 + 2	Mata	Agricultura 2	3
2 + 6 ou 6 + 2	Mata	Área Urbana/Rodovia	3
2 + 7 ou 7 + 2	Mata	Campo/Pastagem	4
2 + 8 ou 8 + 2	Mata	Solo Exposto	2
2 + 9 ou 9 + 2	Mata	Solo com Calcário	2
2 + 10 ou 10 + 2	Mata	Afloramento Rochoso	5
3 + 4 ou 3 + 2	Reflorestamento	Agricultura 1	3
3 + 5 ou 5 + 3	Reflorestamento	Agricultura 2	3
3 + 6 ou 6 + 3	Reflorestamento	Área Urbana/Rodovia	2
3 + 7 ou 7 + 3	Reflorestamento	Campo/Pastagem	3
3 + 8 ou 8 + 3	Reflorestamento	Solo Exposto	1
3 + 9 ou 9 + 3	Reflorestamento	Solo com Calcário	1
3 + 10 ou 10 + 3	Reflorestamento	Afloramento Rochoso	3
4 + 5 ou 5 + 4	Agricultura 1	Agricultura 2	3
4 + 6 ou 6 + 4	Agricultura 1	Área Urbana/Rodovia	3
4 + 7 ou 7 + 4	Agricultura 1	Campo/Pastagem	3
4 + 8 ou 8 + 4	Agricultura 1	Solo Exposto	3
4 + 9 ou 9 + 4	Agricultura 1	Solo com Calcário	3
4 + 10 ou 10 + 4	Agricultura 1	Afloramento Rochoso	4
5 + 6 ou 6 + 5	Agricultura 2	Área Urbana/Rodovia	3
5 + 7 ou 7 + 5	Agricultura 2	Campo/Pastagem	3
5 + 8 ou 8 + 5	Agricultura 2	Solo Exposto	3
5 + 9 ou 9 + 5	Agricultura 2	Solo com Calcário	3
5 + 10 ou 10 + 5	Agricultura 2	Afloramento Rochoso	4
6 + 7 ou 7 + 6	Área Urbana/Rodovia	Campo/Pastagem	3
6 + 8 ou 8 + 6	Área Urbana/Rodovia	Solo Exposto	1
6 + 9 ou 9 + 6	Área Urbana/Rodovia	Solo com Calcário	1
6 + 10 ou 10 + 6	Área Urbana/Rodovia	Afloramento Rochoso	3
7 + 8 ou 8 + 7	Campo/Pastagem	Solo Exposto	2
7 + 9 ou 9 + 7	Campo/Pastagem	Solo com Calcário	2
7 + 10 ou 10 + 7	Campo/Pastagem	Afloramento Rochoso	5
8 + 9 ou 9 + 8	Solo Exposto	Solo com Calcário	1
8 + 10 ou 10 + 8	Solo Exposto	Afloramento Rochoso	2
9 + 10 ou 10 + 9	Solo com Calcário	Afloramento Rochoso	2

Partiu-se então para o desenvolvimento de um algoritmo, em ambiente MatLab, que avaliasse a paisagem contida na imagem classificada, em função dos valores de qualidade

visual atribuídos à cada classe e da combinação entre essas classes. Para tanto, o programa se utiliza de uma máscara que percorre a imagem classificada em janelas de 67 por 67 pixels, lê as informações presentes no interior de cada janela e as processa, resumidamente, da seguinte maneira: 1) conta quantas classes estão presentes na janela; 2) se ocorre apenas uma classe ou se a classe majoritária ocupa 85% ou mais da área, a janela recebe a nota individual desta classe; 3) se ocorre mais de uma classe e a classe majoritária contém 15% ou menos da área, a janela recebe uma nota diferencial, pois se trata de uma área fragmentada que deve ser estudada com mais detalhe; 4) quando ocorre uma classe majoritária maior que 15% e menor que 85% da área da quadrícula, o programa busca a segunda classe de maior ocorrência e então parte para a avaliação da combinação entre as duas maiores classes presentes; 5) depois de percorrida toda a imagem, a partir dos valores atribuídos a cada janela o resultado é um mosaico de quadrículas com diferentes valores de qualidade visual. De posse do mosaico resultante (visualização gráfica do resultado do programa), o passo seguinte – não mostrado no presente artigo - é realizar a análise e interpretação das linhas que configuram a paisagem (rios, vias, capões de mata etc.), com a finalidade de delimitar, através de tais linhas, as classes de qualidade visual da paisagem representadas por quadrículas. Em outras palavras, a geração do mapa de qualidade visual da paisagem, propriamente dito.

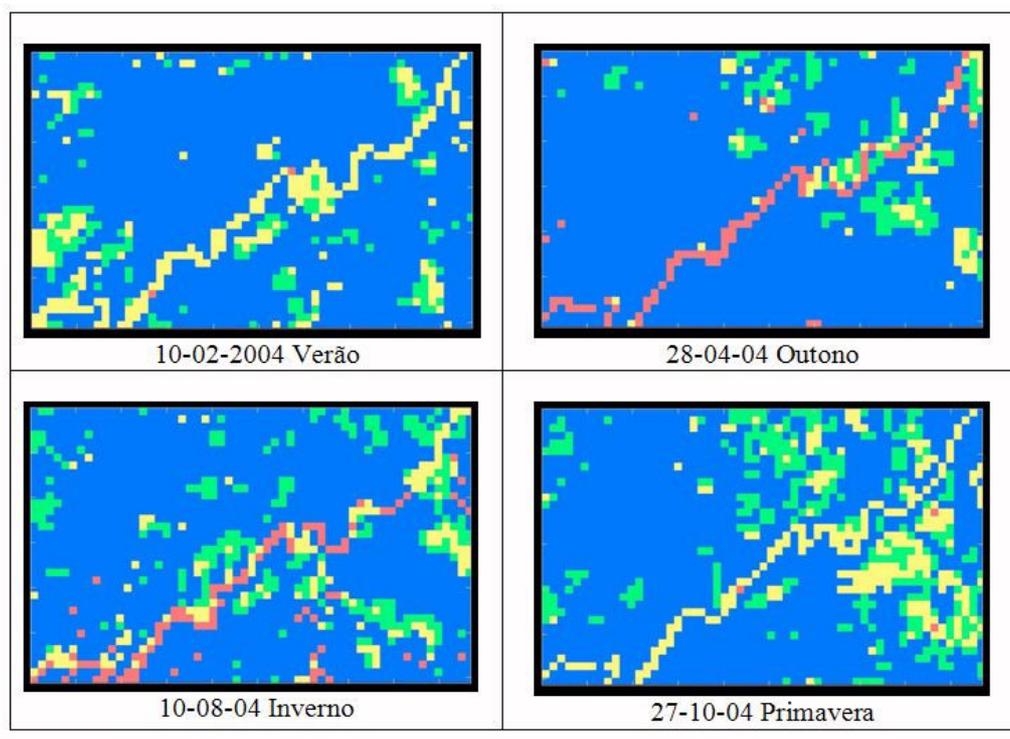
3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos com a metodologia desenvolvida mostram que a área de estudo tem grande variação visual da paisagem com o passar das estações do ano. Essa variação se dá devido aos seguintes fatores: rotatividade das culturas agrícolas, estágios dos reflorestamentos, regime pluviométrico, ciclo das espécies anuais da vegetação nativa, entre outros. A Figura 1 mostra as imagens classificadas utilizadas no programa.



Os mosaicos resultantes do programa computacional mostram que a qualidade visual da paisagem é bastante significativa, levando-se em conta o número de classes, os valores de qualidade atribuídos e região estudada. Numa primeira apreciação, pode-se dizer que, a qualidade visual da região mostrada na cena ficou na classe de qualidade visual baixa durante a maior parte do ano. Este fato se deve à grande presença de solo exposto, extensas áreas de

cultivo e reflorestamentos, elementos que dão à paisagem uma resposta mais negativa, em termos visuais. As áreas que apresentaram melhor qualidade visual apareceram próximas onde existem cursos de água, vegetação nativa e afloramentos rochosos. A Figura 2 apresenta as imagens resultantes do programa. Nestes mosaicos resultantes a cor rosa representa a classe de qualidade visual alta, o verde, a classe média alta, o amarelo, a classe média, o laranja a média baixa, e o azul, a classe baixa de qualidade visual da paisagem.



A partir da interpretação destes mosaicos, deve-se proceder a geração dos mapas de qualidade visual da paisagem, que mostraram os detalhes dos limites físicos das áreas de cada classe de qualidade visual, através do delineamento das linhas que configuram a paisagem local, de maneira a localizar e delimitar as regiões com uma ou outra qualidade visual. Verdade é que, apesar de se trabalhar com valores e critérios definidos e, portanto, com objetividade, a confecção, interpretação e representação do mapa de qualidade visual têm muito de subjetividade, uma vez que dependem do avaliador para traçar os limites físicos da qualidade representada por cada quadrícula. Esses mapas terão por objetivo mostrar as áreas de maior e menor apelo paisagístico, de maneira a tentar serem instrumentos para a intervenção dos agentes responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento da região.

4. Conclusões

De modo geral, os resultados mostram que o programa desenvolvido obteve êxito na valoração da paisagem, pois resultados semelhantes podem ser obtidos pela interpretação da imagem e de mapas temáticos da região. Essa metodologia pode ser empregada para avaliação da paisagem: em substituição aos métodos tradicionais que requerem o uso de mapas, fotografias, entrevistas, entre outros; quando há falta de informação espacial disponível da área estudada; para se ter uma primeira avaliação da paisagem regional e, ainda, para checagem de outros métodos de avaliação. As imagens do CBERS mostraram-se eficientes para este tipo de investigação, pois permitiram o estudo da variação sazonal da paisagem levando-se em conta as possibilidades de escala e o fato de sua distribuição ser acessível, rápida e gratuita. Por fim, recomenda-se testar outros métodos de classificação que não o da

máxima verossimilhança, a fim de se estabelecer o mais adequado, e na implementação de algoritmos para avaliação da paisagem, verificar outros critérios e valores para itens analisados.

Agradecimentos

O autor agradece aos professores Hideo Araki e Daniela Biondi, da Universidade Federal do Paraná, pela colaboração na concepção do programa inicial de avaliação da qualidade visual da paisagem, desenvolvido durante o curso de mestrado naquela instituição.

Referências Bibliográficas

Griffith, J. J. Análise dos recursos visuais do parque da Serra da Canastra. **Brasil Florestal**. Viçosa, n.40, p.13-21, 1979.

Landovsky, G. S. **O sensoriamento remoto aplicado à valoração da paisagem para o planejamento de uso e ocupação do solo – Um estudo de caso em Tibagi, PR**. 2003. 196 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2003a.

Landovsky, Geraldo S.; Biondi, Daniela; Araki, Hideo Aplicação do sensoriamento remoto na avaliação da qualidade visual da paisagem: primeiros resultados experimentais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 583-587. CD-ROM. ISBN 85-17-00017-X. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.16.18.39/doc/05_279.pdf>. Acesso em: 30 out. 2008.

Landovsky, Geraldo S.; Biondi, Daniela; Araki, Hideo. Análise da qualidade visual da paisagem da região de Tibagi, PR, aplicando o sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.188–195, 2006.

Lima, E.C.; Sanquetta, C. R.; Kirchner, F.F.; Ferreti, E. R.. A qualidade da Paisagem: estudo de caso na Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**. v.34, n.1, p.45–56, 2004.

Minami, I.; Guimarães Jr, J.L. **A questão da ética e da estética no meio ambiente urbano ou porque todos devemos ser belezuras**. Vitruvius, 2001. ISSN 1809-6298. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp094.asp>>. Acesso em: 28.mai. 2008.