

**Colégio Politécnico da UFSM**  
**Área de Geoprocessamento**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

# **3ª Semana da Geomática**

ISSN 2179-4243

**Temática**

**O Geoambiente em que vivemos: estado da arte e perspectivas.**

**13 a 17 de setembro 2010**  
**Santa Maria, RS – Brasil.**

**ANAIS**

Os trabalhos aqui transcritos são de inteira responsabilidade de seus autores.

ISSN 2179-4243

# **3ª Semana da Geomática**

**Temática**

**O Geoambiente em que vivemos: estado da arte e perspectivas.**

**13 a 17 de setembro de 2010.**

**Santa Maria, RS - Brasil**

Responsabilidade pela edição dos Anais:

Prof. Dr. Elódio Sebem

Prof. M. Sc. Luiz Patric Kayser

Profª M. Sc. Michele Monguilhott

Endereço:

Colégio Politécnico da UFSM

Cidade Universitária – Camobi

Prédio 70, Sala E23 (Coordenação da Área de Geoprocessamento)

Telefone: +55 55 3220 9419 Ramal 222

FAX: +55 55 3220 8273

e-mail: [geoprocessamento@politecnico.ufsm.br](mailto:geoprocessamento@politecnico.ufsm.br)

S471a            Semana de Geomática (3. : 2010 : Santa Maria, RS) Anais / 3ª Se-  
mana de Geomática, 13 a 17 de setembro de 2010 ; [edição dos  
Anais: Elódio Sebem, Luiz Patric Kayser, Michele Monguilhott].  
– Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio  
Politécnico, 2010.  
170 p. ; il. ; 30 cm.

1. Geomática 2. Geoprocessamento 3. Análise espacial 4.  
Meio ambiente 5. Sistemas de informação geográfica 6. Eventos I.  
Sebem, Elódio II. Kayser, Luiz Patric III. Monguilhott, Michele IV.  
Título.

ISSN 2179-4243

CDU 528.7/.9(063)

Ficha catalográfica elaborada por Maristela Eckhardt CRB-10/737

Biblioteca Central - UFSM

## APRESENTAÇÃO

É com máxima satisfação que estamos disponibilizando aos usuários do geoprocessamento os Anais da 3ª Semana da Geomática realizada entre os dias 13 e 16 de setembro de 2010 nas dependências do Colégio Politécnico da UFSM.

A importância do evento se fez notar pela grande procura do mesmo e pela qualidade das palestras que tivemos em Santa Maria. Conseguimos reunir a pesquisa universitária tanto de instituições públicas ou privadas, o ensino em seus níveis profissionalizante, superior e de pós-graduação, a experiência técnica de atuação no mercado de profissionais e empresas de consultoria e prestação de serviços, bem como o segmento de empresas comerciais das áreas de equipamentos e de geotecnologias.

Acredito que todos os temas tratados durante o evento propiciaram que hoje saibamos mais sobre o Geoambiente em que vivemos, grande objetivo desta semana.

Por este motivo estamos publicando estes anais que constam de 17 artigos técnico-científicos, 7 vídeos de apresentação de trabalhos orais e 10 palestras também em vídeo. Os vídeos estão disponíveis para *download* no site [www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo](http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo).

Uma semana da geomática não se concretiza sem o envolvimento de pesquisadores, professores, instituições públicas e empresas privadas. Deste modo, a Comissão Organizadora do evento, não poderíamos deixar de externar nossos agradecimentos para todos os palestrantes, os apresentadores de trabalhos orais, os apresentadores de posters, os expositores, os alunos do Colégio Politécnico da UFSM, a Universidade Federal de Santa Maria, o Colégio Politécnico da UFSM, o Programa de Pós-Graduação em Geomática, a Cooperativa dos Estudantes do Colégio Politécnico da UFSM, a Secretaria de Proteção Ambiental de Santa Maria, o Gabinete do Senhor Reitor da UFSM, o Curso Técnico em Agroindústria, a Cooperativa Central Oeste-Catarinense, a Santiago & Cintra, a Allcomp equipamentos topográficos, o Portal MundoGeo, o Banco do Brasil e a ProCampo Levantamentos Rurais.

Elódio Sebem (Coordenador Geral)

*Área de Geoprocessamento – Colégio Politécnico da UFSM*

### **COORDENAÇÃO GERAL**

Prof. Dr. Elódio Sebem – Colégio Politécnico da UFSM.

### **COMISSÃO DE ORÇAMENTO E RECURSOS**

Prof. Dr. Elódio Sebem – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. M. Sc. Luiz Patric Kayser – Colégio Politécnico da UFSM.

### **COMISSÃO DE DIVULGAÇÃO**

Prof. M. Sc. Alessandro Carvalho Miola – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Michele Monguilhott – Colégio Politécnico da UFSM.

### **COMISSÃO DE CONTATOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS**

Prof. Dr. Adão Robson Elias – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. M. Sc. Alessandro Carvalho Miola – Colégio Politécnico da UFSM.

### **COMISSÃO DE INFRA-ESTRUTURA E LOGISTICA**

Prof. M. Sc. Luiz Patric Kayser – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. Adão Robson Elias – Colégio Politécnico da UFSM.

### **MEMBROS DO COMITÊ TÉCNICO-CIENTÍFICO**

Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Michele Monguilhott – Colégio Politécnico da UFSM (Coordenadora).

Prof. Dr. Elódio Sebem – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. Adão Robson Elias – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claire Delfine Viana Cardoso – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. José Américo de Mello Filho – Centro de Ciências Rurais - UFSM.

Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira – Centro de Ciências Rurais - UFSM.

Prof. Dr. Pedro R. de Azambuja Madruga – Centro de Ciências Rurais - UFSM.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Liane de Souza Weber – Centro de Ciências Rurais - UFSM.

Prof. M. Sc. Alessandro Carvalho Miola – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. M. Sc. Luiz Felipe Diaz de Carvalho – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. M. Sc. Luiz Patric Kayser – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Marinêz da Silva – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Angélica Cirolini – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. M. Sc. Argentino José Aguirre – Centro de Ciências Rurais - UFSM.

## **PROMOÇÃO**

Colégio Politécnico da UFSM

## **APOIO**

Universidade Federal de Santa Maria

Colégio Politécnico da UFSM

Programa de Pós-Graduação em Geomática

Cooperativa dos Estudantes do Colégio Politécnico da UFSM

Secretaria de Proteção Ambiental de Santa Maria

Gabinete do Senhor Reitor da UFSM

Curso Técnico em Agroindústria

Cooperativa Central Oeste-Catarinense

Santiago & Cintra

Allcomp equipamentos topográficos

ProCampo Levantamentos Rurais.

Portal MundoGeo

Banco do Brasil





## SUMÁRIO

### **Artigos Técnico-Científicos**

<b>ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BIOMASSA E CARBONO ARBÓREO ACIMA DO SOLO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....</b>	<b>1</b>
Lúcio de Paula Amaral, Regiane Aparecida Ferreira, Luciano Farinha Watzlawick	
<b>ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....</b>	<b>11</b>
Lúcio de Paula Amaral, Regiane Aparecida Ferreira, Luciano Farinha Watzlawick	
<b>INTEGRAÇÃO DE MAPA DE RISCO OBJETIVANDO O PLANEJAMENTO, ANÁLISE, IMPLANTAÇÃO E GESTÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....</b>	<b>21</b>
Edilson de Souza Bias	
<b>BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS DA METADE SUL DO RIO GRANDE DO SUL.....</b>	<b>29</b>
Édson Luis Bolfe, Otávio João Wachholz de Siqueira, Rudiney Soares Pereira, José Maria Filipini Alba, Adalberto Koiti Miura	
<b>SOBREPOSIÇÃO DE IMAGENS GEORREFERENCIADAS GIF NO GOOGLE EARTH COM O SISTEMA CR CAMPEIRO 7.....</b>	<b>41</b>
Enio Giotto, Claire Delfini Viana Cardoso	
<b>ESTUDO DE CASO: UMA APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM IMOBILIÁRIAS.....</b>	<b>49</b>
Luis Fernando Chimelo Ruiz, Luiz Patric Kayser	
<b>ANÁLISE DAS ÁREAS DE CONFLITO ENTRE DECLIVIDADE E USO DA TERRA NA MICROBACIA DO ARROIO DO VEADO COM RECURSOS DO GEOPROCESSAMENTO.....</b>	<b>59</b>
Gabriela Dambros, Mariana Xavier de Oliveira, Roberto Cassol, Waterloo Pereira Filho	
<b>ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA, RS.....</b>	<b>71</b>
Eduardo Vélez, Tatiana Mora Kuplich, Bruno Deprá, Aline Trentin, Andreise Moreira, Rosana Corazza	
<b>O QUE É GEOMARKETING E QUAIS SUAS APLICAÇÕES.....</b>	<b>79</b>
Henrique dos Santos Felipetto, Adão Robson Elias	
<b>DINÂMICA DO USO DA TERRA NO PANTANAL-MS POR MEIO DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA.....</b>	<b>87</b>
Aline Batista Ferreira, Roberto Rosa, Caroline Ferreira de Moraes, Graziela Ribeiro de Oliveira	
<b>ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DAS BIBLIOTECAS DA UFSM, UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO .....</b>	<b>95</b>
Manoela Sacchis Lopes, Sílvio Domingues, Michele Monguilhott	

<b>ANÁLISE DA COBERTURA FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL - RS ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT TM.....</b>	105
Maria Aparecida Possati dos Santos, Bárbara Dani Machado Caetano, Josielle Marta, Marcos Correa Kemmerich, Magdalen Julie Machado Caetano, Ana Caroline Paim Benedetti	
<b>MAPA TEMÁTICO DAS BELEZAS NATURAIS DO MUNICÍPIO DE JAGUARI, RS.....</b>	115
Bruno Zucuni Prina, Angélica Cirolini	
<b>ANÁLISE DE VARIÁVEIS GEOMORFOMÉTRICAS PARA A GERAÇÃO DE ATRIBUTOS TOPOGRÁFICOS UTILIZANDO O BANCO DE DADOS TOPODATA/SRTM (INPE).....</b>	127
Marcelo Alberto Rech, Michele Monguilhott, Alessandro Carvalho Miola, Elódio Sebem	
<b>ESTUDO DE CASO: A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA GEOWEB NA COOPERATIVA CENTRAL OESTE CATARINENSE – AURORA.....</b>	139
Bibiani da Rosa, Rafaela Fraga de Andrades, Luiz Patric Kayser	
<b>PERFIL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE SANTIAGO-RS.....</b>	151
Gessiana Raquel Castro de Souza, Angélica Rossana Castro de Souza, Rafael Camargo Ferraz, Mário Santos Nunes, Márcia Xavier Peiter, Adroaldo Dias Robaina	
<b>AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA PRAÇA CENTRAL, SANTIAGO/RS.....</b>	157
Angélica Rossana Castro de Souza, Gessiana Raquel Castro de Souza, Leandro de Mello Pinto, Natalia Teixeira Schwab, Rafael Camargo Ferraz, Wagner Danton de B. Bilhalva, Marcia Xavier Peiter, Adroaldo Dias Robaina	
<b>ANÁLISE DA BACIA DO ARROIO PEDRINHO, DO MUNICÍPIO DE BENTO GONÇALVES - RS, EM RELAÇÃO ÀS CLASSES DE DECLIVIDADE.....</b>	163
Eliege Cassiele Buffon, Cristina Cippolat Limana, Leomar Valmorbida	

## **Palestras**

### **CONSEQUÊNCIAS SÓCIO-ECONÔMICAS DA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS NO CONTEXTO DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA**

Eng. Agrônomo M. Sc. César Roberto Silva Paz (EMATER / Paraná)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/13/Paz.pdf>

### **MONITORAMENTO GEOESPACIAL DE ÁREAS DEGRADADAS**

Eng. Ftal / Dr. Edson Luiz Bolfe (EMBRAPA Monitoramento por Satélites / Campinas - SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/14/Bolfe.pdf>

### **O USO DE GEOTECNOLOGIAS EM EMPRESAS DE GRANDE PORTE**

Méd. Vet. Marcos Zordan / Eng. Ftal Dina Antunes (Cooperativa Central Oeste-Catarinense / Chapecó – SC)

Disponível em: [http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/14/Zordan\\_Dina.pdf](http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/14/Zordan_Dina.pdf)

### **CONTRIBUIÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS AOS ESTUDOS EM SAÚDE**

Profª. Drª. Lígia Vizeu Barrozo (Universidade de São Paulo - USP / São Paulo – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/14/Ligia.pdf>

### **EQUIPAMENTOS PARA O GEOPROCESSAMENTO - NOVIDADES DO MERCADO**

Eng. Wesley Polezel (Santiago & Cintra / São Paulo – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/15/Polezel.pdf>

## **AGRICULTURA DE PRECISÃO E O ESTADO DA ARTE**

Profº. Dr. Kléber Pereira Lanças (Universidade do Estado de São Paulo - UNESP / Botucatu – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/15/Lancas.pdf>

## **A INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE NO BRASIL E A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DA CARGA**

Profº. Dr. Luís Fernando Nicolosi Bravin (Faculdade de Tecnologia de Botucatu / Botucatu – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/15/Bravin.pdf>

## **INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO**

Profº. Dr. Amilton Amorim (Universidade do Estado de São Paulo / Presidente Prudente – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/16/Amorin.pdf>

## **MODELAGEM 3D: APLICAÇÕES E ESTADO DA ARTE**

Eng. Cartógrafo M. Sc. Claudiomiro Santos (SENAC / São Paulo – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/16/Santos.pdf>

## **AQUECIMENTO GLOBAL: MITO OU REALIDADE**

Profº. Dr. Luiz Carlos Baldicero Molion (Universidade Federal de Alagoas (UFAL) / Maceió – AL)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/16/Molion.pdf>

## **Videos das Palestras**

**Eng. Agrônomo M. Sc. César Roberto Silva Paz** (EMATER / Paraná)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras13.html>

**Eng. Ftal / Dr. Edson Luiz Bolfe** (EMBRAPA Monitoramento por Satélites / Campinas - SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras14.html>

**Méd. Vet. Marcos Zordan/Eng. Ftal Dina Antunes** (Cooperativa Central Oeste-Catarinense/Chapecó-SC)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras14.html>

**Profª. Drª. Lígia Vizeu Barrozo** (Universidade de São Paulo - USP / São Paulo – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras14.html>

**Eng. Wesley Polezel** (Santiago & Cintra / São Paulo – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras15.html>

**Profº. Dr. Kléber Pereira Lanças** (Universidade do Estado de São Paulo - UNESP / Botucatu – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras15.html>

**Profº. Dr. Luís Fernando Nicolosi Bravin** (Faculdade de Tecnologia de Botucatu / Botucatu – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras15.html>

**Profº. Dr. Amilton Amorim** (Universidade do Estado de São Paulo / Presidente Prudente – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras16.html>

**Eng. Cartógrafo M. Sc. Claudiomiro Santos** (SENAC / São Paulo – SP)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras16.html>

**Profº. Dr. Luiz Carlos Baldicero Molion** (Universidade Federal de Alagoas (UFAL) / Maceió – AL)

Disponível em: <http://www.ufsm.br/geoprocessamento/3smgeo/videos/palestras16.html>



**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BIOMASSA E CARBONO  
ARBÓREO ACIMA DO SOLO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA**  
*Analysis of Spatial Distribution of Biomass and Carbon in Trees Above Ground  
Mixed Ombrophilous Forest*

Lúcio de Paula Amaral <sup>1</sup>

Regiane Aparecida Ferreira <sup>1</sup>

Luciano Farinha Watzlawick <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO

PPGA – Mestrado em Agronomia

Laboratório de Ciências Florestais e Plantas Forrageiras – Campus CEDETEG – R. Simeão Varela de Sá, 03  
CEP 85040-080 Guarapuava - PR, Brasil

lpamaralengflorestal@gmail.com; regianeferreira220@hotmail.com; farinha@unicentro.br

**RESUMO**

Análises de biomassa e carbono estão em destaque hoje como serviços ambientais prestados por uma floresta. O presente trabalho objetivou caracterizar a variabilidade espacial dessas variáveis em fragmento de Floresta Ombrófila Mista (FOM), utilizando krigagem ordinária. Os dados foram georreferenciados e obtidos em 45 unidades amostrais utilizadas em levantamento fitossociológico em 2007, numa área em General Carneiro-PR, com aplicação de equações alométricas ajustadas. As análises espaciais e elaboração de mapas foram realizadas no programa GS+<sup>®</sup>. Foi possível ajustar os semivariogramas, utilizando o modelo exponencial, obtendo-se forte dependência espacial para as respectivas variáveis, resultando em mapas de isovalores.

Palavras-chave: geoestatística, krigagem, serviços ambientais, espacialização de biomassa e carbono, floresta com araucária.

**ABSTRACT**

Analysis of biomass and carbon are in focus today as the environmental services provided through a forest. This study aimed to characterize the spatial variability of these variables in fragment of araucaria forest – MOF, using ordinary kriging. Data were obtained and georeferenced in 45 sampling units used in phytosociological survey in 2007 in an area in General Carneiro, PR, applying allometric equations adjusted. Spatial analysis and mapping were performed in the GS+<sup>®</sup>. It was possible to adjust the semivariograms, using the exponential model, resulting in strong spatial dependence for the respective variables, resulting in isovalue maps.

Keywords: geostatistics, kriging, environmental services, spatialization of biomass and carbon, araucaria forest

**1. INTRODUÇÃO**

Os estudos das variáveis de uma floresta, como por exemplo, biomassa e carbono, servem de subsídios ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas de mensuração dos ditos serviços ambientais. Muitos destes estudos são realizados, no entanto, sem considerar a dependência espacial que existe para as variáveis de uma floresta, ou ainda sem se preocupar com a sua representação no espaço. Estima-se que mais de 80% das publicações na literatura ecológica não consideram a estrutura de dependência espacial (DORMANN, 2007). Neste sentido, as análises estatísticas clássicas que consideram a independência entre as amostras, baseadas na média, vêm sendo substituídas por análises geoestatísticas fundamentadas na teoria das variáveis regionalizadas (ISAKS e SRIVASTAVA, 1989), por intermédio do

semivariograma e da dependência espacial (SOUSA et al., 2004), complementando os métodos de inventário florestal, levando tais trabalhos à silvicultura de precisão. O objetivo deste trabalho foi analisar e representar a variabilidade espacial da biomassa total e carbono acima do solo em árvores, utilizando a geoestatística com a técnica da krigagem ordinária.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A vegetação natural na região de General Carneiro-PR refere-se a Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária IBGE (1992), estando no Terceiro Planalto, floresta que ocupava originalmente 40% da extensão territorial do Estado do Paraná, (CARVALHO, 1994). Na realização do projeto de Conservação do Bioma Floresta com Araucária, Castela et al. (2001) fazem um boa descrição da composição florística da Floresta Ombrófila Mista Montana da região de General Carneiro, em três estágios de sucessão, o inicial, intermediário e o avançado.

A alometria é uma técnica muito utilizada na área florestal para diversas finalidades, visando obter variáveis de difícil mensuração através de uma variável de fácil obtenção, como é o caso da biomassa e do teor de carbono, pois envolvem o método destrutivo, além de ser muito trabalhoso e oneroso. Os modelos mais utilizados são aqueles que utilizam técnicas de regressão, relacionando variáveis de difícil obtenção (biomassa e carbono), com variáveis de fácil obtenção (DAP e altura), para árvores. Esse é o princípio da alometria, que consiste em relacionar duas ou mais dimensões para poder estimar umas em função das outras. Uma equação alométrica é uma ferramenta matemática que permite conhecer de forma simples a quantidade de biomassa ou de carbono de uma árvore através da medição de outras variáveis. Os modelos mais comuns de equações para determinação de biomassa encontram-se em Wendling (1998), sendo também utilizada para estimativa de carbono.

A geoestatística é a metodologia para o estudo das chamadas variáveis regionalizadas, ou seja, variáveis com condicionamento espacial, as quais têm um comportamento espacial mostrando características intermediárias entre as variáveis verdadeiramente aleatórias e aquelas totalmente determinísticas (LANDIM, 2003). Para Guerra (1988), essas variáveis têm em comum uma dupla característica: são aleatórias, pois os valores numéricos observados podem variar consideravelmente de um ponto a outro no espaço, e são espaciais, pois apesar de serem muito variáveis no espaço, os valores numéricos observados não são inteiramente independentes. Segundo Isaaks e Srivastava (1989), a geoestatística fundamenta-se na esperança de que, na média, as amostras próximas, no tempo e no espaço, sejam mais similares entre si do que as que estiverem distantes. Alguns métodos estimadores geoestatísticos da autocorrelação espacial são usados como ferramentas de continuidade espacial, tais como o semivariograma. Essa ferramenta é usada para investigar a magnitude da correlação entre as amostras e sua similaridade ou não com a distância (ZIMBACK, 2001). O semivariograma depende da distância  $h$  entre  $x$  e  $x+h$  (VIEIRA, 2000). Segundo Isaaks e Srivastava (1989) a dependência espacial dos dados é dada:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [Z_{(xi)} - Z_{(xi+h)}]^2$$

onde:  $\gamma(h)$  = é a semivariância estimada;

$N(h)$  = é o número de pares de valores medidos  $[Z_{(xi)} - Z_{(xi+h)}]$  separados por um vetor  $h$ .

O semivariograma resume a continuidade espacial para todos os pareamentos (comparação de dois valores) e para todos os  $h$  significativos, e para Vieira (2000), se  $\gamma(h)$  depende somente da distância e não da orientação, o semivariograma é denominado isotrópico. Segundo Guerra (1988), ocorrem três tipos de semivariogramas: o observado ou experimental (obtido a partir das amostras obtidas no campo), o verdadeiro (real, mas desconhecido) e o teórico (de referência, utilizado para o ajuste do modelo). A sensibilidade dos semivariogramas,

com a finalidade de detectar a variabilidade espacial das amostras, está diretamente ligada ao melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo teórico do semivariograma, que é feito de maneira visual, ou seja, “ajuste a sentimento” (ZIMBACK, 2001). O procedimento de ajuste não é direto e automático, como no caso de uma regressão, por exemplo, mas sim iterativo, pois nesse processo o intérprete faz um primeiro ajuste e verifica a adequação do modelo teórico. Dependendo do ajuste obtido, pode ou não redefinir o modelo, até obter um que seja considerado satisfatório (CAMARGO, 2001). Os modelos esférico, exponencial, gaussiano, e os lineares se sobressaem dentre os modelos teóricos de semivariograma (GUERRA, 1988). Compõem o semivariograma: o alcance (a), que segundo Guerra (1988) corresponde ao conceito da zona de influência ou de dependência espacial de uma amostra, marcando a distância a partir da qual as amostras tornam-se independentes. O patamar (C), onde deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras, porque a variância da diferença entre pares de amostras ( $\text{Var}[Z(x) - Z(x+h)]$ ) torna-se invariante com a distância (CAMARGO, 2001), ou ainda corresponde ao ponto onde toda variância da amostra é de influência aleatória, correspondendo a variância total ( $S^2$ ) obtida pela estatística clássica (TRANGMAR et al., 1985). O Efeito Pepita ( $C_0$ ), que corresponde a cota do ponto onde o semivariograma corta o eixo das ordenadas. Segundo Valente (1989), este ponto reflete as microestruturas não captadas pela escala da amostragem, erros de amostragem, de análises laboratoriais, etc.. Idealmente  $\gamma(0) = 0$ . Entretanto, na prática à medida que h tende para zero,  $\gamma(h)$  se aproxima de um valor positivo chamado efeito pepita ( $C_0$ ), que revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Parte desta descontinuidade pode ser também devida a erros de medição (ISAACS e SRIVASTAVA, 1989), mas é impossível quantificar se a maior contribuição provém dos erros de medição ou da variabilidade de pequena escala não captada pela amostragem (CAMARGO, 2001).

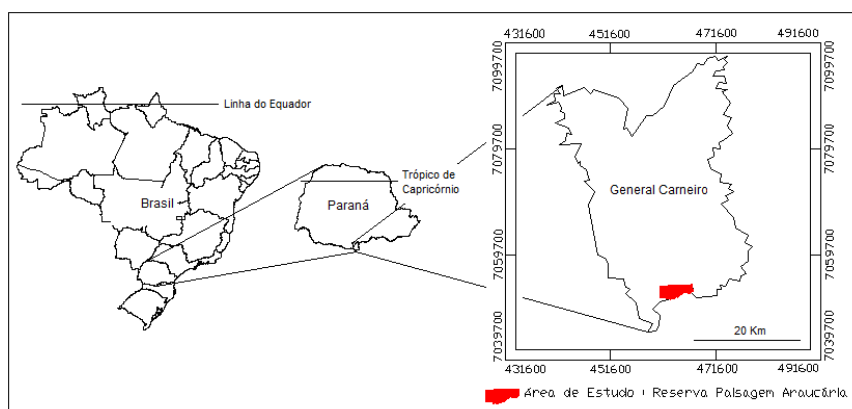
Segundo Zimback (2001), a análise estrutural do semivariograma apresenta outros parâmetros que podem ser utilizados para posterior análise: alcance efetivo, que para alguns modelos o alcance é igual ao alcance efetivo (esférico, linear e linear com patamar), e para outros, como para o gaussiano e exponencial, o alcance efetivo representa  $3x(\text{alcance})$  e  $1,7x(\text{alcance})$ , respectivamente, devido ao longo espaço de curvatura da curva (GUERRA, 1988), sendo interpretado em unidades de distância (metros, quilômetros) de alcance; Estrutura ou Proporção Espacial  $C/(C+C_0)$ , que determina quanto da variância espacial está presente na variância total da amostra, podendo ocorrer variância espacial nula (0,00), fraca (0,00 – 0,25), moderada (0,25 – 0,75) e forte ( $> 0,75$ ); Soma dos Quadrados dos Resíduos (SQR), que determina o ajuste do modelo teórico ao semivariograma experimental. Quanto menor o valor de SQR, melhor o ajuste (ZIMMERMAN e ZIMMERMAN, 1991), porém essa análise é realizada para a reta toda, sendo que na verdade o que interessa é saber o valor de SQR apenas na subida da reta (região onde as amostras possuem dependência espacial); Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ), que indica quantos dos pontos do semivariograma experimental encontram-se na curva do modelo teórico, embora não seja considerado um bom indicativo de ajuste (GS+, 2000). A confirmação do modelo que fornece o melhor ajuste é efetuada por meio da escolha do modelo que apresentar o menor erro. Ajustado o modelo faz-se a interpolação de dados, técnica pela qual são geradas estimativas de dados em pontos não amostrados a partir de pontos amostrados, a validação dos dados, pela técnica da validação cruzada ou “cross-validation”, e a confecção dos mapas de isovalores (ZIMBACK, 2001).

O conhecimento de determinada característica em locais não amostrados pode ser feita pelo método da krigagem, técnica usada na geoestatística com os pesos atribuídos de acordo com a variabilidade espacial expressa no semivariograma (Vieira et al., 1998), com base nos seus vizinhos. A krigagem se comporta como um interpolador ótimo, pela maneira como os pesos são distribuídos, não sendo tendenciosos, apresentando variância mínima e possibilitando o conhecimento da variância da estimativa (WEBSTER e OLIVER, 1980). Landim (1998) descreveu a krigagem como uma série de técnicas de análise de regressão que procura minimizar

a variância estimada, a partir de um modelo prévio, que leva em conta a dependência estocástica entre os dados distribuídos no espaço. Segundo Zimback (2001), como toda a subjetividade e variabilidade de resultados nos cálculos dos parâmetros do semivariograma, é importante que se tenha um meio para checar se o modelo ajustado é satisfatório ou não (David, 1988), bem como para validar o plano de Krigagem antes do seu uso na construção de mapas. Na comparação entre métodos de interpolação são utilizados alguns critérios, entre eles o coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados obtidos pela validação cruzada proposto por Leenaers et al. (1990). A validação cruzada é um processo bastante simples: remove-se um dado do conjunto de dados amostrais e, usando-se um estimador e função ponderada relacionada com a distância, estima-se o valor retirado, utilizando as amostras remanescentes. Com dois valores para o mesmo ponto, o real e o estimado, o erro da estimação pode ser calculado por diferença desses valores, sendo repetido para cada local amostrado (MYERS, 1997), ressaltando-se que a estimação do valor depende do modelo semivariográfico escolhido, aquele que teve o melhor ajuste (ISAACS e SRIVASTAVA, 1989). No gráfico da validação cruzada estão representados os valores estimados por krigagem "versus" os valores observados das taxas de detecção das variáveis analisadas. Deve-se observar duas características que são desejáveis na validação cruzada: os pontos devem estar acompanhando a diagonal traçada (reta estimada pela regressão) o mais próximo possível; e os dois lados da diagonal devem estar equilibrados (OPROMOLLA et al., 2005). A linha contínua representa a função descrita pelos dados estimados e a linha pontilhada representa a função descrita pelos dados reais, quanto mais próximas as linhas, maior a coincidência entre os dados reais e estimados pela krigagem (GS+, 2000).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é um fragmento de Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 1992), domínio da Mata Atlântica, localizada em General Carneiro, sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1).



**Fig. 1** - Mapa de localização da área de estudo (Fuso 22 J, Datum SAD 69 Brasil)

Fonte: Autor

O fragmento possui 1.153,00 ha (92 % do total) constituindo uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) denominada Reserva Paisagem Araucária Papagaio-do-peito-roxo, propriedade pertencente à ONG Preservação, com área total de 1.254,92 ha. A sede da Reserva esta localizada na Latitude 26 ° 38' 41,26760" S e Longitude 51° 22' 16,26511" W. O clima da região é do tipo Subtropical Úmido Mesotérmico (*Cfb*) conforme classificação de Köppen tendo os verões frescos e os invernos com ocorrência de severas geadas, não apresenta estações secas. A média das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22° C e a dos meses mais frios superior a 18° C (PARANÁ, 1987) e altitude variando de 1.200 a 1300 m (MAACK, 1981). O substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da formação Serra Geral (BOLETIM DE PESQUISA, 1984). Ocorrem na região solos orgânicos e hidromórficos, com o



predomínio de Neossolos Litólicos, Cambissolos e Argissolos (PARANÁ, 1987). As características topográficas dividem-se em plana, ondulada e montanhosa, sendo a última de maior predominância (EMBRAPA, 1999). Segundo Castella e Britez (2004) os principais usos do solo da região são o reflorestamento, pastagem e agricultura de subsistência.

Foram utilizados dados de 45 unidades amostrais (ua.), de 500 m<sup>2</sup> (10 x 50 m), instaladas em um levantamento fitossociológico realizado em 2007, com distribuição regular na área com espaçamento entre 400 e 600 m, localizadas com GPS de navegação, sendo identificadas as espécies e mensurado o DAP de todos os indivíduos  $\geq 10$  cm. As equações utilizadas neste trabalho foram ajustadas por Ratuchne (2010), para árvores de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em General Carneiro-PR, sendo escolhidas para o presente estudo aquelas que utilizavam apenas o DAP, pelo fato de não haver altura das árvores nos dados obtidos no levantamento fitossociológico. A equação para estimativa de biomassa arbórea total acima do solo ( $P$ ) possui um coeficiente de determinação de 95,40%, erro padrão da estimativa de 46,53 e estatística F de 878,92, sendo:  $P = 4,268.dap - 0,114.dap^2 + 0,013.dap^3 - (7,22E-05).dap^4$ . Já a equação para estimativa de carbono total na biomassa arbórea total acima do solo, possui um coeficiente de determinação de 97,40%, erro padrão da estimativa de 38,19 e estatística F de 1000,09, sendo:  $C = -9,579 + 1,120.dap + 0,098.dap^2 + 0,001.dap^3$ .

As coordenadas de cada ponto de coleta foram descaradas no programa Track Maker Professional<sup>®</sup> versão 3.8 (Copyright<sup>©</sup> 1998-2004), e importadas para uma planilha eletrônica do Excel 2003 (Copyright – Microsoft Corporation), onde se realizou a estatística descritiva para os dados, sendo importada para o aplicativo GS+ versão 7.0, (Copyright<sup>©</sup> 1989-2004), realizando os procedimentos de análise variográfica, validação cruzada e interpolação dos dados (GS+, 2000). A estatística descritiva, como análise preliminar dos dados, tem o objetivo de conhecer a variável em estudo e resumi-lá, para posterior análise espacial. Na análise espacial, a escolha dos modelos, na geração do semivariograma, foi realizada com base na menor soma dos quadrados dos resíduos (SQR), na classe de dependência espacial conforme Zimback (2001), nas condições das retas dos dados reais e estimados na validação cruzada e nas isolinhas obtidas no mapa. Segundo Guimarães (2004), no ajuste do modelo a sensibilidade do usuário é muito mais importante do que os valores de SQR e  $r^2$  e, portanto, tentativas de ajustes diferentes ao proposto pelo programa devem ser utilizadas, mesmo que isso cause queda no valor de  $r^2$  e acréscimo no valor de SQR. A qualidade dos ajustes dos semivariogramas aos dados experimentais pode ser verificada por vários métodos, onde Vieira et al. (1983), sugerem o método de ajuste por tentativa e erro (ajuste a critério do observador) associado à avaliação do modelo pela técnica da validação cruzada. Para Guimarães (2004) a validação cruzada deve ser feita com base em todos os parâmetros e não com base em parâmetros isolados. Segundo Ortiz et al. (2010) nem sempre o modelo que apresenta menor efeito pepita é o que melhor se ajusta aos dados pela validação cruzada.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medidas de posição (média, mediana e moda), as medidas de dispersão (valor mínimo e máximo, desvio padrão e variância) e as medidas de forma (assimetria, curtose e coeficiente de variação) estão apresentadas na tabela 1.

**Tab. 1** - Análise estatística descritiva

Variável	Média	Mediana	Moda	V. Max.	V. min.	S <sup>2</sup>	D. Padrão	Assimetria	Curtose	CV %
Biomassa Total por ua. (Mg ua <sup>-1</sup> )	5,76	5,37	3,91	12,01	1,47	7,6185	2,7602	0,4741	-0,5330	47,92
Carbono Total por ua. (Mg ua <sup>-1</sup> )	2,40	2,18	1,64	5,06	0,64	1,3546	1,1639	0,6017	-0,3153	48,58

Os parâmetros obtidos pela análise semivariográfica encontram-se na Tabela 2, e na tabela 3 estão os parâmetros resultantes da validação cruzada.

**Tab. 2** - Parâmetros semivariográficos para biomassa arbórea acima do solo e carbono do fragmento florestal

Variável	Modelo	Co	(Co+C)	A (m)	r <sup>2</sup>	SQR	C/(C+Co)	Dependência Espacial
Biomassa Total por ua. (Mg ua <sup>-1</sup> )	Exponencial	1,910	9,089	1983,00	0,997	0,011	0,79	Forte
Carbono Total por ua. (Mg ua <sup>-1</sup> )	Exponencial	0,173	1,656	1959,00	0,996	5,660E-04	0,65	Forte

**Tab. 3** - Validação cruzada da krigagem para biomassa arbórea acima do solo e carbono do fragmento florestal

Variável	Erro Padrão	Erro Padrão Estimado	R <sup>2</sup>	Equações
Biomassa Total por ua. (Mg ua <sup>-1</sup> )	0,308	2,668	0,067	Valor Real= 2,84 + 0,517 . Valor Estimado
Carbono Total por ua. (Mg ua <sup>-1</sup> )	0,280	1,124	0,073	Valor real= 1,25 + 0,49 . Valor Estimado

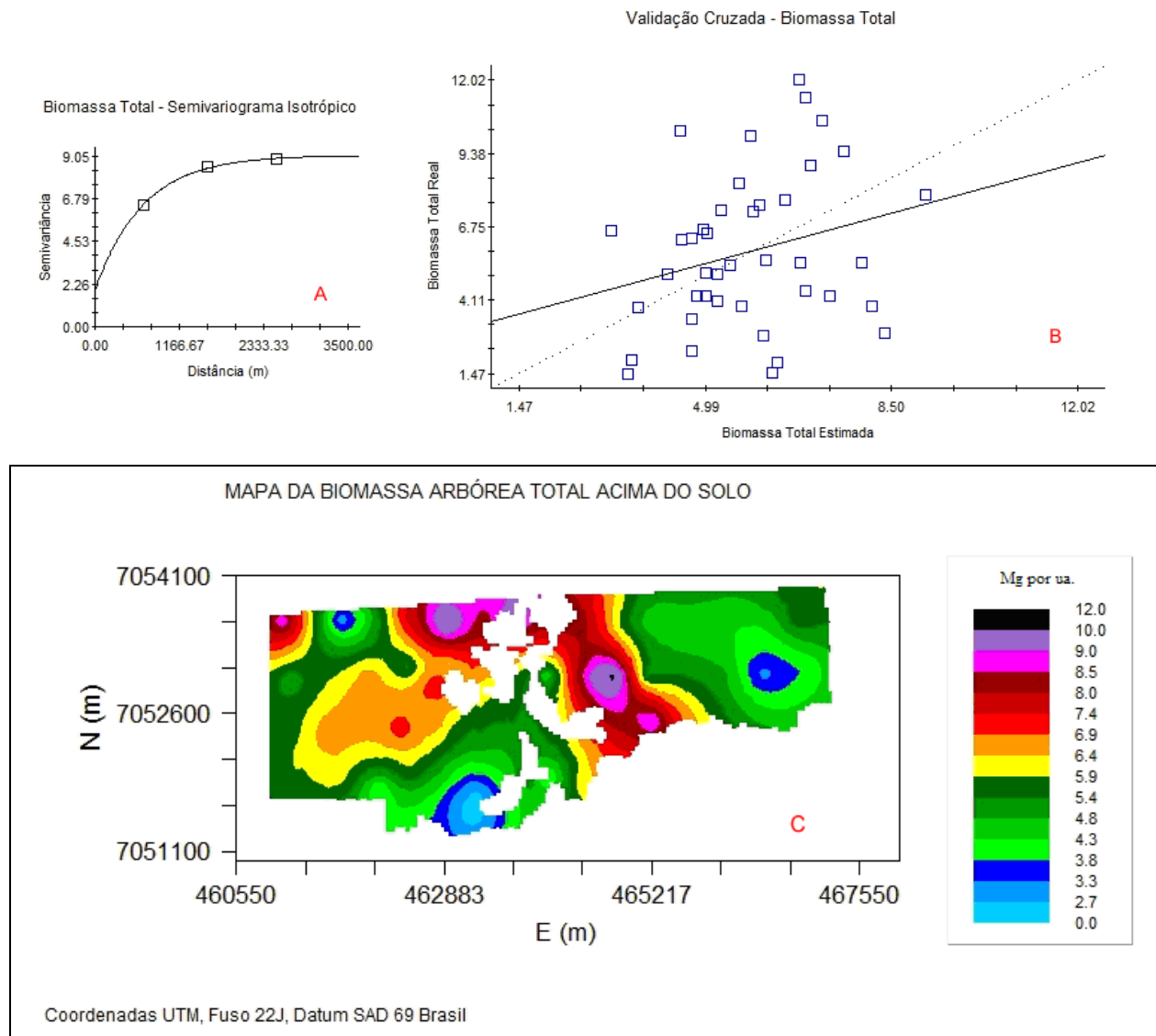
Os valores de média e mediana foram próximos entre si, indicando que o ponto central dos valores analisados é similar a média aritmética das variáveis estudadas, não havendo discrepâncias acentuadas para as mesmas. As variáveis apresentaram um alto coeficiente de variação, acima de 30%, de acordo com os parâmetros propostos por Gomes (1976), onde o maior CV% foi para biomassa em Mg por unidade amostral, 189,68%, possivelmente em função da situação de floresta em regime de distúrbio, observada a campo, em função principalmente do histórico de exploração.

Para a biomassa arbórea total acima do solo, houve uma forte dependência espacial, 79,0%, observada na análise variográfica (Tabela 2), interpolando-a em Mega-grama por unidade amostral (Mg ua<sup>-1</sup>), onde a mesma variou de 1,47 a 12,01 Mg ua<sup>-1</sup> (Tabela 1), correspondendo a 29,40 e 240,20 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A figura 2, a e b, apresentam o semivariograma e a validação cruzada para biomassa, respectivamente, gerados na análise espacial, apresentando ainda um SQR de 0,0112 e alcance de 1983 m. O mapa obtido (Figura 2c) mostra claramente as regiões com a maior biomassa presente na área de estudo, estando relacionadas aos morros e encostas, onde possivelmente tenha ocorrido uma retirada de madeira menos intensa em função da topografia (dificuldade de realizar operações de corte e retirada da madeira). Pelo fato de ser utilizada uma equação desenvolvida em outra área, mesmo sendo próxima a área de estudo, pode haver erros de estimativa da equação alométrica, mas mesmo assim o resultado é importante, pois consegue caracterizar a variabilidade espacial da biomassa, sendo o valor absoluto desta, uma informação secundária (mapa temático).

Watzlawick (2003), avaliando e mapeando biomassa e carbono na FOM, numa propriedade florestal em General Carneiro-PR, utilizando dados de imagens Ikonos II, encontrou uma biomassa média para árvores, acima do solo, de 250,90 Mg ha<sup>-1</sup>, média superior a encontrada para a área de estudo, 115,19 Mg ha<sup>-1</sup>, possivelmente pelo fato da floresta estudada por ele ter sido explorada com menor danos, e manejada de forma diferente. O acúmulo de biomassa é dependente de fatores que afetam a fotossíntese e respiração (KRAMER e KOZLOWISKI, 1972), incluindo fatores edafoclimáticos, adaptação genética da espécie, estágio sucessional da vegetação, competição, altitude, procedência, umidade do solo, espaçamento e desbaste (CALDEIRA, 1998). Segundo Campos (1991) e Caldeira (1998) a produção de biomassa é diferente de local para local, o que reflete a variação de diversos fatores ambientais e daqueles inerentes à própria planta, existindo uma relação entre biomassa e produtividade primária, sendo baixa em povoamentos jovens de rápido crescimento, e maior, onde a maior parte da energia é utilizada para manter o alto estoque de biomassa existente.

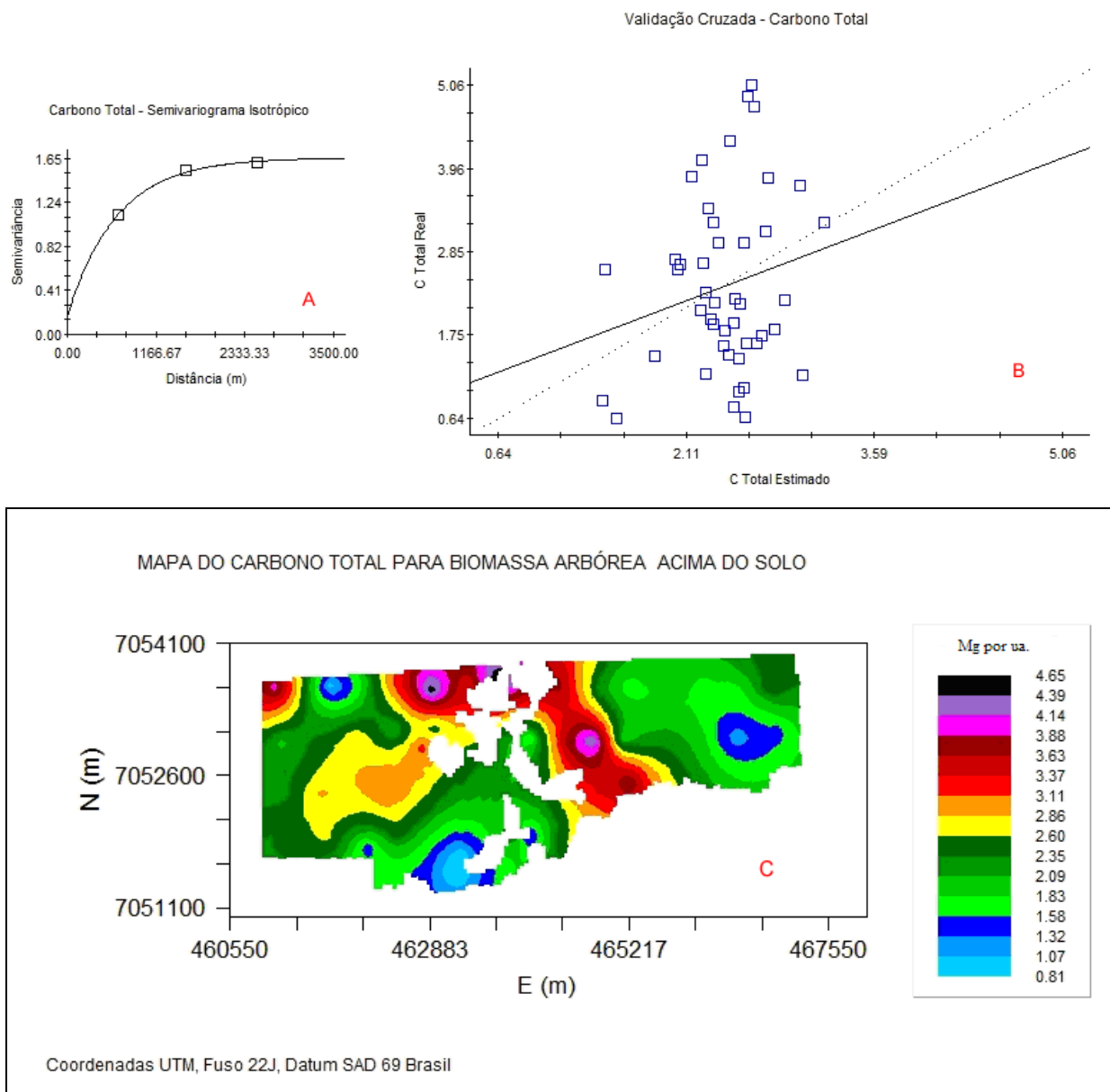
Para o Carbono total presente na biomassa avaliada, também houve uma forte dependência espacial (90%), porém com um SQR menor (5,660E-04) em relação ao da

biomassa, observado na análise variográfica (Tabela 2), sendo também interpolado em  $\text{Mg ua}^{-1}$ , onde o mesmo variou de 0,64 a 5,06, correspondendo a 12,80 e 101,20  $\text{Mg ha}^{-1}$ , respectivamente.



**Fig. 2** - Semivariograma, validação cruzada e mapa da biomassa arbórea total acima do solo ( $\text{Mg ua}^{-1}$ )  
 Fonte: Autor

A figura 3a apresenta o semivariograma e a 3b a validação cruzada para o carbono total. O mapa obtido (Figura 3c) mostra claramente as regiões com as maiores quantidades de carbono presentes nas árvores na área de estudo, onde a justificativa utilizada para biomassa também se aplica ao carbono, devido a alta correlação existente entre os dois. Watzlawick (2003) encontrou um média de 104,17  $\text{Mg ha}^{-1}$  de carbono total na biomassa arbórea da FOM avaliada por ele, valor também superior ao aqui observado, 47,91  $\text{Mg ha}^{-1}$  de carbono total, mostrando haver diferença entre os fragmentos de FOM.



**Fig. 3 - Semivariograma, validação cruzada e mapa para carbono total da biomassa arbórea (Mg ua<sup>-1</sup>)**  
**Fonte: Autor**

Para biomassa e carbono não foi possível utilizar os dados em Kg, nem extrapolá-los para hectares, pois assim aumentava-se muito a variância das amostras, mostrada na análise estatística descritiva (Tabela 1), o que dificultava o ajuste do semivariograma teórico ao experimental, interferindo na validação cruzada, resultando em grandes erros de estimativa, optando-se então em utilizar os dados nas unidades presentes no trabalho.

### 5. CONCLUSÕES

A biomassa e carbono apresentaram ajustes dos semivariogramas atendendo aos requisitos para uma estimativa satisfatória, permitindo elaboração de mapas temáticos de isovalores. As variáveis apresentaram forte dependência espacial no ajuste do modelo exponencial. O uso da geoestatística e krigagem ordinária foi satisfatório, bem como das equações utilizadas para estimá-los, e mostra que a estatística clássica não é suficiente para explicar o comportamento de tais variáveis florestais, processo que também pode influenciar outras variáveis.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLETIM DE PESQUISA, **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: n. 27, t. 1 e 2, 1984.

CALDEIRA, M.V.W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de acácia-negra (Acacia mearnsii De Wild.)**. Santa Maria, 1998. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CAMARGO, E.C.G. **Geoestatística: Fundamentos e aplicações**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/5geost.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/5geost.pdf)>. Acesso em 22 jan., 2010.

CAMPOS, M.A.A. **Balço de biomassa e nutrientes em povoamentos de Ilex paraguariensis. Avaliação na safra e na safrinha**. Curitiba, 1991. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. de (Org.). **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 236p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ; EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.

DAVID, M. **Handbook of applied advanced geostatistical ore reserve estimation**. New York: Elsevier, 1988. 216p.

DORMANN, C.F. Effects of incorporating spatial autocorrelation into the analysis of species distribution data. *Global Ecology and Biogeography*, Oxford, v. 16, p.129-138, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999. 412p.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba, Editora CALQ/ESALQ, 1976. 250p.

GS+. **GS+ Geostatistical for environmental science**. Versão 5.0, Michigan: Gamma Design Software, 2000.

GUERRA, P.A.G. **Geoestatística Operacional**. Brasília: DNPM, 1988. 145p.

GUIMARÃES, E.C. **Geoestatística básica e aplicada**. UFU/FAMAT, Uberlândia, 2004. 77p.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p.

ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 600 p.

KRAMER, R.J.; KOSLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Kalouste Gouldbenkian, 1972. 745p.

LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2ª. Edição, São Paulo: Editora Unesp, 2003. 253p.

LEENAERS, H. *et al.*. Comparison spatial prediction methods for mapping floodplain soil pollution. *Catena*, v. 17, p.535-550. 1990.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2a ed. Rio de Janeiro. José Olympio, 1981.

- MYERS, J.C. **Geostatistical error management**. Qualifying uncertainty for environmental sampling and mapping. New York: Van Nostrand Reinhold, 1997. 571p.
- OPROMOLLA, P.A. *et al.*. Análise da distribuição espacial da hanseníase no Estado de São Paulo, 1991-2002. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 8, n. 4, dez. 2005.
- ORTIZ, G.C. *et al.*. **Ajuste de modelos teóricos ao semivariograma experimental para dados de densidade do solo**. Disponível em: <<http://www.posgraduacao.ufla.br/gauss/congresso/47rbras/g4.pdf>>. Acesso 05 de mar., 2010.
- PARANÁ. Secretária de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**, Curitiba, 1987. 73 p.
- RATCHNE, L.C. **Equações alométricas para a estimativa de biomassa, carbono e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista**. Guarapuava, 2010. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava.
- SOUSA, Z.M. *et al.*. Variabilidade espacial de agregados e matéria orgânica em solos de relevo diferentes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n.5, p.491-499, maio 2004.
- TRANGMAR, B.B. *et al.*. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Adv. Agron.*, n. 38, p 45-94. 1985.
- THOMPSON, S.K. **Sampling**. New York, Wiley-Interscience Publication, 1992. 343p.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. **Tópicos especiais em ciências do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2000. p.1-54.
- VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F.; MARIA, I.C. **Uso de geoestatística no mapeamento de atributos de solo e planta**. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMERICA LATINA. GIS BRASIL , 4., Curitiba. *Anais do IV Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina*. GIS Brasil, Curitiba, 1998, CD-ROM.
- VIEIRA, S. R. *et al.*. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, Berkeley, v. 31, n. 3, 75 p. 1983.
- WATZLAWICK, L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite Ikonos II**. Curitiba, 2003, 120f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- WEBSTER, R.; OLIVER, M.A. **Statistical methods in soil and land resource survey**. Oxford: Oxford University Press, 1980. 316p.
- WENDLING, J. L. G. **Modelos matemáticos de crescimento e produção em biomassa para árvores de *Euterpe edulis* Mart. Plantadas a céu aberto**. Curitiba, 1998. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ZIMBACK, C.R.L. **Análise espacial de atributos químicos de solo para fins de mapeamento de fertilidade do solo**. Botucatu, 2001. 114f. Tese (Livre Docência na Disciplina de Levantamentos de Solos e Fotopedologia), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu.
- ZIMMERMAN, D. L.; ZIMMERMAN, M. B. A comparison of spatial semivariogram estimators and corresponding ordinary kriging predictors. *Tchnometrics*, v. 33, p.77-91, 1991.

# **ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA**

*Analysis of Spatial Distribution of Organic Matter Content in the Soil in Mixed  
Ombrophilous Forest*

Lúcio de Paula Amaral <sup>1</sup>

Regiane Aparecida Ferreira <sup>1</sup>

Luciano Farinha Watzlawick <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO

PPGA – Mestrado em Agronomia

Laboratório de Ciências Florestais e Plantas Forrageiras – Campus CEDETEG – R. Simeão Varela de Sá, 03

CEP 85040-080 Guarapuava - PR, Brasil

lpamaralengflorestal@gmail.com; regianeferreira220@hotmail.com; farinha@unicentro.br

## **RESUMO**

A matéria orgânica é um atributo do solo bastante influenciado pela deposição de serapilheira da floresta. O presente trabalho objetivou caracterizar a variabilidade espacial do teor de M.O. no solo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista – FOM, utilizando krigagem ordinária. O solo foi coletado em novembro de 2009, nas camadas de 0-20 e 60-80 cm, com georeferenciamento dos pontos de coleta, a partir de 45 unidades amostrais utilizadas em um levantamento fitossociológico em 2007, numa área de FOM em General Carneiro-PR. As análises espaciais e elaboração de mapas foram realizadas no programa GS+<sup>®</sup>. Foi possível ajustar os semivariogramas, utilizando o modelo exponencial, obtendo-se forte e moderada dependência espacial para as respectivas camadas, resultando em mapas de isovalores.

Palavras-chave: krigagem, interpolação, fertilidade do solo, serapilheira, floresta com araucária.

## **ABSTRACT**

The organic matter is an attribute of the soil very influenced in deposition of forest litter. The present paper objective characterize the special variability of content of organic matter in soil in a fragment of Mixed Ombrophilous Forest (MOF), using ordinary kriging. The soil was collected in november de 2009, in layers of 0-20 and 60-80 cm, with georeference of the points of collect, from 45 unit samples, used in a phytosociological survey in 2007, in an area of MOF in General Carneiro, PR. The spatial analysis and elaboration of maps were realized in GS+<sup>®</sup> program. Was possible to adjust the semivariograms, using the exponential model, getting moderated and strong spatial dependence in the layers respective, resulting in the isolines maps.

Keywords: kriging, interpolation, soil fertility, litter, araucaria forest

## **1. INTRODUÇÃO**

Os estudos das variáveis de uma floresta, como por exemplo, biomassa e carbono, servem de subsídios ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas de mensuração dos ditos serviços ambientais. Muitos destes estudos são realizados, no entanto, sem considerar a dependência espacial que existe para as variáveis de uma floresta, ou ainda sem se preocupar com a sua representação no espaço. Estima-se que mais de 80% das publicações na literatura ecológica não consideram a estrutura de dependência espacial (DORMANN, 2007). Neste sentido, as análises estatísticas clássicas que consideram a independência entre as amostras, baseadas na média, vêm sendo substituídas por análises geoestatísticas fundamentadas na teoria das variáveis regionalizadas (ISAAKS e SRIVASTAVA, 1989), por intermédio do semivariograma e da dependência espacial (SOUSA et al., 2004). A problemática trabalhada

objetivou analisar e representar a variabilidade espacial dos teores de matéria orgânica no solo, utilizando a geoestatística, com a técnica da krigagem ordinária, gerando-se mapas temáticos para os resultados satisfatórios.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Floresta Ombrófila Mista – FOM contempla a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), em marcada relevância fisionômica de elementos Coniferales e Laurales (IBGE, 1992), onde domina a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), espécie gregária de alto valor econômico e paisagístico (RODERJAN et al., 2002), formando uma unidade fitoecológica marcante e bastante distinta. Ainda para o mesmo autor, a FOM compreende as formações florestais típicas e exclusivas dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região Sudeste e em países vizinhos (Paraguai e Argentina). Encontra-se predominantemente entre 800 e 1200 m de altitude, podendo eventualmente ocorrer acima e abaixo desses limites. No Paraná, a oeste da Serra do Mar, ocupando as porções planálticas do estado situa-se a região da Floresta Ombrófila Mista, sem influência direta do oceano, mas com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, sendo a composição florística fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e pela ocorrência regular de geadas no inverno (RODERJAN et al., 2002).

O solo constitui o recurso natural básico, e também é um recurso renovável, se conservado e usado corretamente. Para Godefroy e Jacquín (1975), a introdução de sistemas agrícolas em substituição às florestas causa um desequilíbrio no ecossistema, modificando as propriedades do solo, cuja intensidade varia com as condições de clima, usos e manejos adotados e a natureza do solo. As florestas, como recurso natural, exercem um importante papel na melhoria da qualidade nutricional e características físicas dos atributos de um solo. O estudo desses atributos se torna essencial quando se objetiva o manejo racional, produtividade sustentável e predição dos ecossistemas florestais, pois ambos, floresta e solo, encontram-se interligados (WOJCIECHOWSKI et al., 2009).

A serapilheira é a característica mais distintiva de um solo florestal e contribui consideravelmente para as suas propriedades físicas e químicas. A camada de matéria orgânica em decomposição que se encontra sobre a superfície do solo mineral, com sua microflora característica e com sua fauna constituem a dinâmica do ambiente florestal e representa o critério mais importante na distinção entre solos ocupados com floresta ou com culturas agrícolas. Grande parte dos restos vegetais e animais juntando-se com os produtos de excreção, misturando-se gradualmente com o solo mineral e, em integração com as partes subterrâneas das plantas, formam a fração orgânica do solo. A camada de serapilheira constitui-se numa fornecedora permanente de alimentos para a microflora e fauna, através da queda constante de resíduos das árvores, sendo também uma fonte relevante de nutrientes como o nitrogênio, fósforo e enxofre para as plantas superiores. A retirada da serapilheira das florestas ocasiona uma degradação do terreno e uma sensível diminuição de fertilidade do solo, além de deixar a superfície mais susceptível aos impactos das gotas de chuva, da erosão e da diminuição de infiltração (SCHUMACHER e HOPPE, 1999).

A geoestatística é a metodologia para o estudo das chamadas variáveis regionalizadas, ou seja, variáveis com condicionamento espacial, as quais têm um comportamento espacial mostrando características intermediárias entre as variáveis verdadeiramente aleatórias e aquelas totalmente determinísticas (LANDIM, 2003). Para Guerra (1988), essas variáveis têm em comum uma dupla característica: são aleatórias, pois os valores numéricos observados podem variar consideravelmente de um ponto a outro no espaço, e são espaciais, pois apesar de serem muito variáveis no espaço, os valores numéricos observados não são inteiramente independentes. Segundo Isaaks e Srivastava (1989), a geoestatística fundamenta-se na esperança de que, na



média, as amostras próximas, no tempo e no espaço, sejam mais similares entre si do que as que estiverem distantes.

Alguns métodos estimadores geoestatísticos da autocorrelação espacial são usados como ferramentas de continuidade espacial, tais como o semivariograma. Essa ferramenta é usada para investigar a magnitude da correlação entre as amostras e sua similaridade ou não com a distância (ZIMBACK, 2001). O semivariograma depende da distância  $h$  entre  $x$  e  $x+h$  (VIEIRA, 2000). Segundo Isaaks e Srivastava (1989) a dependência espacial dos dados é dada:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

onde:  $\gamma(h)$  = é a semivariância estimada;

$N(h)$  = é o número de pares de valores medidos  $[Z(x_i) - Z(x_i+h)]$  separados por um vetor  $h$ .

O semivariograma resume a continuidade espacial para todos os pareamentos (comparação de dois valores) e para todos os  $h$  significativos, e para Vieira (2000), se  $\gamma(h)$  depende somente da distância e não da orientação, o semivariograma é denominado isotrópico. Segundo Guerra (1988), ocorrem três tipos de semivariogramas: o observado ou experimental (obtido a partir das amostras obtidas no campo), o verdadeiro (real, mas desconhecido) e o teórico (de referência, utilizado para o ajuste do modelo). A sensibilidade dos semivariogramas, com a finalidade de detectar a variabilidade espacial das amostras, está diretamente ligada ao melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo teórico do semivariograma, que é feito de maneira visual, ou seja, “ajuste a sentimento” (ZIMBACK, 2001). O procedimento de ajuste não é direto e automático, como no caso de uma regressão, por exemplo, mas sim iterativo, pois nesse processo o intérprete faz um primeiro ajuste e verifica a adequação do modelo teórico. Dependendo do ajuste obtido, pode ou não redefinir o modelo, até obter um que seja considerado satisfatório (CAMARGO, 2001). Os modelos esférico, exponencial, gaussiano, e os lineares se sobressaem dentre os modelos teóricos de semivariograma (GUERRA, 1988). Compõem o semivariograma: o alcance ( $a$ ), que segundo Guerra (1988) corresponde ao conceito da zona de influência ou de dependência espacial de uma amostra, marcando a distância a partir da qual as amostras tornam-se independentes. O patamar ( $C$ ), onde deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras, porque a variância da diferença entre pares de amostras ( $\text{Var}[Z(x) - Z(x+h)]$ ) torna-se invariante com a distância (CAMARGO, 2001), ou ainda corresponde ao ponto onde toda variância da amostra é de influência aleatória, correspondendo a variância total ( $S^2$ ) obtida pela estatística clássica (TRANGMAR et al., 1985). O Efeito Pepita ( $C_0$ ), que corresponde a cota do ponto onde o semivariograma corta o eixo das ordenadas. Segundo Valente (1989), este ponto reflete as microestruturas não captadas pela escala da amostragem, erros de amostragem, de análises laboratoriais, etc.. Idealmente  $\gamma(0) = 0$ . Entretanto, na prática à medida que  $h$  tende para zero,  $\gamma(h)$  se aproxima de um valor positivo chamado efeito pepita ( $C_0$ ), que revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Parte desta descontinuidade pode ser também devida a erros de medição (ISAACS e SRIVASTAVA, 1989), mas é impossível quantificar se a maior contribuição provém dos erros de medição ou da variabilidade de pequena escala não captada pela amostragem (CAMARGO, 2001).

Para Zimback (2001), a análise estrutural do semivariograma apresenta outros parâmetros que podem ser utilizados para posterior análise: alcance Efetivo, que para alguns modelos o alcance é igual ao alcance efetivo (esférico, linear e linear com patamar), e para outros, como para o gaussiano e exponencial, o alcance efetivo representa  $3x(\text{alcance})$  e  $1,7x(\text{alcance})$ , respectivamente, devido ao longo espaço de curvatura da curva (GUERRA, 1988), sendo interpretado em unidades de distância (metros, quilômetros) de alcance; Estrutura ou Proporção Espacial  $C/(C+C_0)$ , que determina quanto da variância espacial está presente na variância total

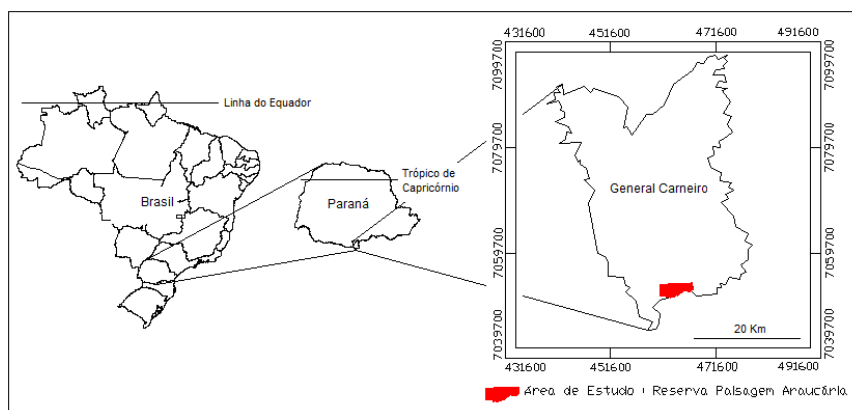
da amostra, podendo ocorrer variância espacial nula (0,00), fraca (0,00 – 0,25), moderada (0,25 – 0,75) e forte ( $> 0,75$ ); Soma dos Quadrados dos Resíduos (SQR), que determina o ajuste do modelo teórico ao semivariograma experimental. Quanto menor o valor de SQR, melhor o ajuste (ZIMMERMAN e ZIMMERMAN, 1991), porém essa análise é realizada para a reta toda, sendo que na verdade o que interessa é saber o valor de SQR apenas na subida da reta (região onde as amostras possuem dependência espacial); Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ), que indica quantos dos pontos do semivariograma experimental encontram-se na curva do modelo teórico, embora não seja considerado um bom indicativo de ajuste (GS+, 2000). A confirmação do modelo que fornece o melhor ajuste é efetuada por meio da escolha do modelo que apresentar o menor erro. Ajustado o modelo faz-se a interpolação de dados, técnica pela qual são geradas estimativas de dados em pontos não amostrados a partir de pontos amostrados, a validação dos dados, pela técnica da validação cruzada ou “cross-validation”, e a confecção dos mapas de isovalores (ZIMBACK, 2001).

O conhecimento de determinada característica em locais não amostrados pode ser feita pelo método da krigagem, técnica usada na geoestatística com os pesos atribuídos de acordo com a variabilidade espacial expressa no semivariograma (Vieira et al., 1998), com base nos seus vizinhos. A krigagem se comporta como um interpolador ótimo, pela maneira como os pesos são distribuídos, não sendo tendenciosos, apresentando variância mínima e possibilitando o conhecimento da variância da estimativa (WEBSTER e OLIVER, 1980). Landim (1998) descreveu a krigagem como uma série de técnicas de análise de regressão que procura minimizar a variância estimada, a partir de um modelo prévio, que leva em conta a dependência estocástica entre os dados distribuídos no espaço.

Segundo Zimback (2001), como toda a subjetividade e variabilidade de resultados nos cálculos dos parâmetros do semivariograma, é importante que se tenha um meio para checar se o modelo ajustado é satisfatório ou não (David, 1988), bem como para validar o plano de Krigagem antes do seu uso na construção de mapas. Na comparação entre métodos de interpolação são utilizados alguns critérios, entre eles o coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados obtidos pela validação cruzada proposto por Leenaers et al. (1990). A validação cruzada é um processo bastante simples: remove-se um dado do conjunto de dados amostrais e, usando-se um estimador e função ponderada relacionada com a distância, estima-se o valor retirado, utilizando as amostras remanescentes. Com dois valores para o mesmo ponto, o real e o estimado, o erro da estimação pode ser calculado por diferença desses valores, sendo repetido para cada local amostrado (MYERS, 1997), ressaltando-se que a estimação do valor depende do modelo semivariográfico escolhido, aquele que teve o melhor ajuste (ISAAKS e SRIVASTAVA, 1989). No gráfico da validação cruzada estão representados os valores estimados por krigagem “versus” os valores observados das taxas de detecção das variáveis analisadas. Deve-se observar duas características que são desejáveis na validação cruzada: os pontos devem estar acompanhando a diagonal traçada (reta estimada pela regressão) o mais próximo possível; e os dois lados da diagonal devem estar equilibrados (OPROMOLLA et al., 2005). A linha continua representa a função descrita pelos dados estimados e a linha pontilhada representa a função descrita pelos dados reais, quanto mais próximas as linhas, maior a coincidência entre os dados reais e estimados pela krigagem (GS+, 2000).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é um fragmento de Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 1992), domínio da Mata Atlântica, localizada em General Carneiro, sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1).



**Fig. 1** - Mapa de localização da área de estudo (Fuso 22 J, Datum SAD 69 Brasil)

Fonte: Autor

O fragmento possui 1.153,00 ha (92 % do total) constituindo uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) denominada Reserva Paisagem Araucária Papagaio-do-peito-roxo, propriedade pertencente à ONG Preservação, com área total de 1.254,92 ha. A sede da Reserva esta localizada na Latitude 26 ° 38' 41,26760" S e Longitude 51° 22' 16,26511" W. O clima da região é do tipo Subtropical Úmido Mesotérmico (*Cfb*) conforme classificação de Köppen tendo os verões frescos e os invernos com ocorrência de severas geadas, não apresenta estações secas. A média das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22° C e a dos meses mais frios superior a 18° C (PARANÁ, 1987) e altitude variando de 1.200 a 1300 m (MAACK, 1981). O substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da formação Serra Geral (BOLETIM DE PESQUISA, 1984). Ocorrem na região solos orgânicos e hidromórficos, com o predomínio de Neossolos Litólicos, Cambissolos e Argissolos (PARANÁ, 1987). As características topográficas dividem-se em plana, ondulada e montanhosa, sendo a ultima de maior predominância (EMBRAPA, 1999). Segundo Castella e Britez (2004) os principais usos do solo da região são o reflorestamento, pastagem e agricultura de subsistência.

Foram realizadas amostragens para análise química de solo, com coletas realizadas em novembro de 2009. Os locais de coleta foram 45 unidades amostrais (ua.) instaladas no levantamento fitossociológico realizado em 2007, com distribuição regular na área com espaçamento entre 400 e 600 m, localizadas com receptor GPS de navegação. O solo foi coletado com trado holandês nas camadas de 0 – 20 e 60 – 80 cm. As análises de solo foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do DRN – Ciências do Solo, na Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, FCA-UNESP, segundo metodologia descrita por Raji et al. (2001), obtendo-se os teores de matéria orgânica.

As coordenadas de cada ponto de coleta foram descaradas no programa Track Maker Professional® versão 3.8 (Copyright© 1998-2004), e importadas para uma planilha eletrônica do Excel 2003 (Copyright – Microsoft Corporation), onde se realizou a estatística descritiva para os dados, sendo importada para o aplicativo GS+ versão 7.0, (Copyright© 1989-2004), realizando os procedimentos de análise variográfica, validação cruzada e interpolação dos dados (GS+, 2000). A estatística descritiva, como análise preliminar dos dados, tem o objetivo de conhecer a variável em estudo e resumi-lá, para posterior análise espacial. Na análise espacial, a escolha dos modelos, na geração do semivariograma, foi realizada com base na menor soma dos quadrados dos resíduos (SQR), na classe de dependência espacial conforme Zimback (2001), nas condições das retas dos dados reais e estimados na validação cruzada e nas isolinhas obtidas no mapa. Segundo Guimarães (2004), no ajuste do modelo a sensibilidade do usuário é muito mais importante do que os valores de SQR e  $r^2$  e, portanto, tentativas de ajustes diferentes ao proposto pelo programa devem ser utilizadas, mesmo que isso cause queda no valor de  $r^2$  e acréscimo no valor de SQR. A qualidade dos ajustes dos semivariogramas aos dados experimentais pode ser verificada por vários métodos, onde Vieira et al. (1983), sugerem o método de ajuste por

tentativa e erro (ajuste a critério do observador) associado à avaliação do modelo pela técnica da validação cruzada. Para Guimarães (2004) a validação cruzada deve ser feita com base em todos os parâmetros e não com base em parâmetros isolados. Segundo Ortiz et al. (2010) nem sempre o modelo que apresenta menor efeito pepita é o que melhor se ajusta aos dados pela validação cruzada.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medidas de posição (média, mediana e moda), as medidas de dispersão (valor mínimo e máximo, desvio padrão e variância) e as medidas de forma (assimetria, curtose e coeficiente de variação) estão apresentadas na tabela 1.

**Tab. 1** - Análise estatística descritiva

Variável	Prof.	Média	Mediana	Moda	V. Max.	V. min.	S <sup>2</sup>	D. Padrão	Assimetria	Curtose	CV %
M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	0 - 20 cm	58,22	59,28	59,99	83,94	35,19	120,60	10,98	-0,0126	-0,3128	18,86
M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	60 - 80 cm	18,47	19,22	11,94	29,26	8,09	32,54	5,70	0,0725	-0,8896	30,89

Os parâmetros obtidos pela análise semivariográfica encontram-se na Tabela 2, e na tabela 3 estão os parâmetros resultantes da validação cruzada.

**Tab. 2** - Parâmetros semivariográficos para teor de matéria orgânica no solo do fragmento florestal

Variável	Modelo	Co	(Co+C)	A (m)	r <sup>2</sup>	SQR	C/(C+Co)	Dependência Espacial
M.O. (g dm <sup>-3</sup> ) (0 – 20 cm)	Exponencial	13,8000	111,700000	825,00	0,994	4,780	0,88	Forte
M.O. (g dm <sup>-3</sup> ) (60 – 80 cm)	Exponencial	12,7200	36,510000	1704,00	0,990	0,831	0,65	Moderada

**Tab. 3** - Validação cruzada da krigagem para teor de matéria orgânica no solo do fragmento florestal

Variável	Erro Padrão	Erro Padrão Estimado	R <sup>2</sup>	Equações
M.O. (g dm <sup>-3</sup> ) (0–20 cm)	0,397	9,890	0,092	Valor Real= 10,67 + 0,818 . Valor Estimado
M.O. (g dm <sup>-3</sup> ) (60–80 cm)	0,425	5,110	0,123	Valor real= - 0,58 + 1,019 . Valor Estimado

Os valores de média e mediana foram próximos entre si, mostrando que o ponto central dos valores analisados é similar a média aritmética das variáveis, não apresentando discrepâncias acentuadas, principalmente na camada de 0 – 20 cm. Nessa camada, sob influência mais direta da floresta (deposição de serapilheira, por exemplo), possivelmente ocorra um condicionamento dos outros atributos do solo pela matéria orgânica oriunda da serapilheira decomposta. A maior variabilidade de alguns atributos na camada mais profunda pode ser influência do material de origem e/ou dos processos de formação do solo (pedogênese). A moda não é coincidente com a média e mediana, indicando assim, uma tendência de assimetria da curva de distribuição de frequência.

A matéria orgânica no solo obteve bons resultados nas análises semivariográficas (Tabela 2 e Figura 2a), tendo forte dependência espacial (88%) e ótimos resultados nas validações cruzadas (Tabela 3), com retas próximas, mostrando boa relação entre os dados observados e estimados (Figura 2b).

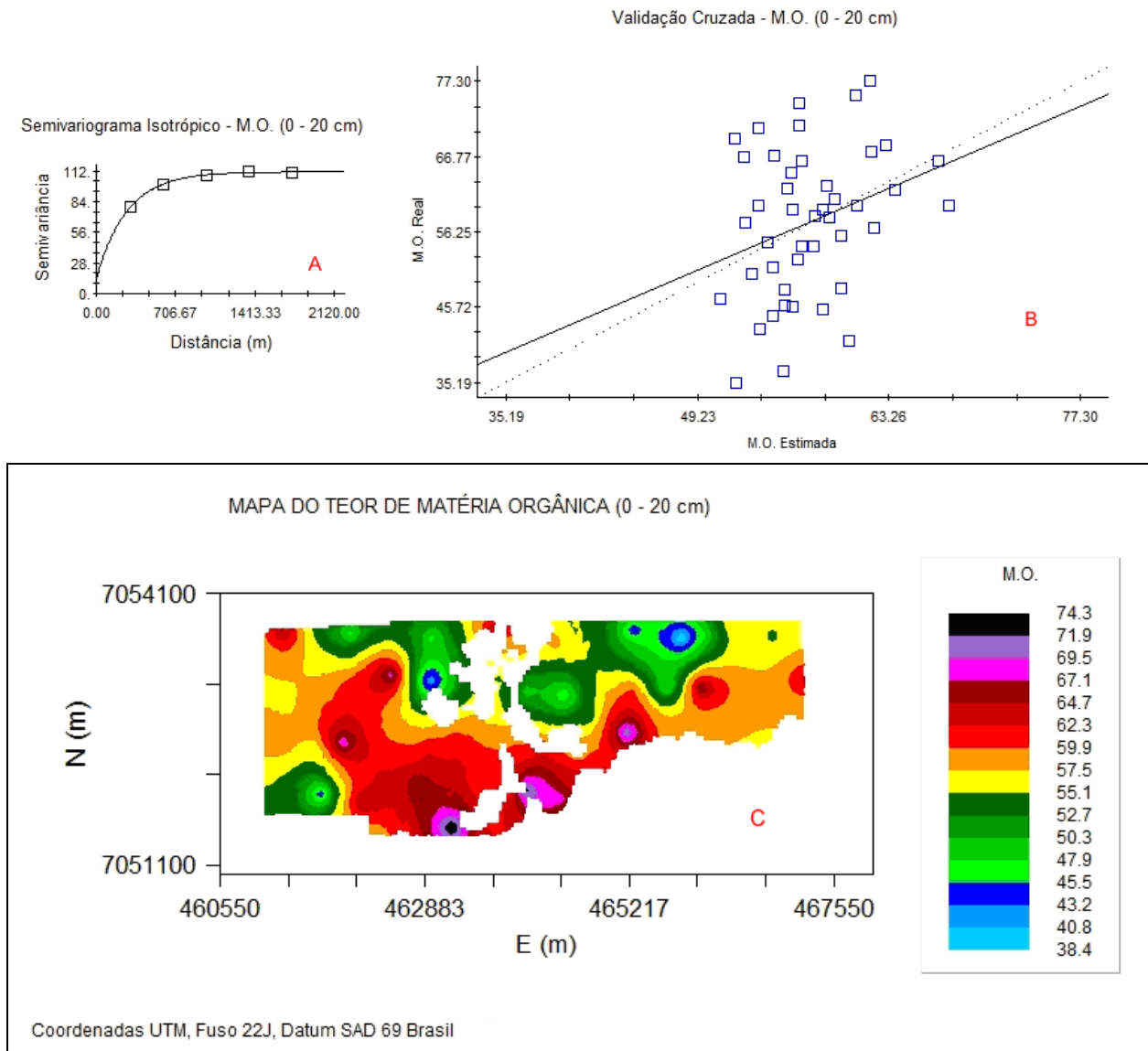
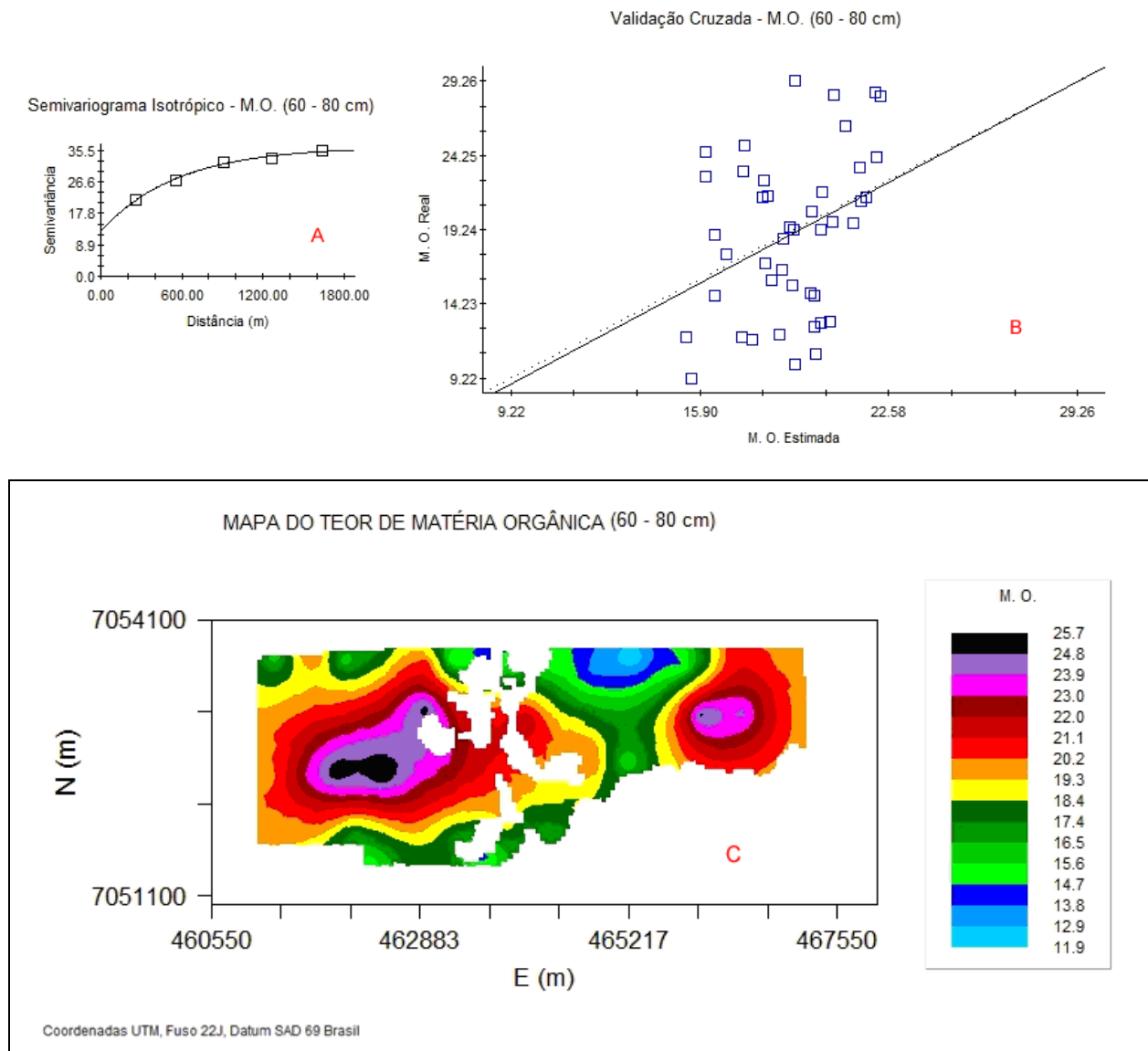


Fig. 2 - Semivariograma, validação cruzada e mapa do teor de matéria orgânica ( $\text{g dm}^{-3}$ ) (0 – 20 cm)  
 Fonte: Autor

O mapa para o teor de matéria orgânica (Figura 2c) mostra que os menores teores estão nas regiões mais altas, e os maiores teores estão nas regiões mais baixas do terreno, mostrando que existe acúmulo de matéria-orgânica nas baixadas. Em altitude, a erosão propicia um menor teor de matéria orgânica no solo. Em profundidade, a M.O. apresentou menor teor médio (aproximadamente 1/3 do teor encontrado na camada superficial) e maior variação do que em superfície (Tabela 1), possivelmente pelo fato de estar distante da camada de serapilheira, fonte de matéria orgânica no solo florestal, apresentando moderada dependência espacial (65%) na análise variográfica. As figuras 3 a, b e c, apresentam o semivariograma, a validação cruzada e o mapa de isovalores, respectivamente.



**Fig. 3** - Semivariograma, validação cruzada e mapa da biomassa arbórea total acima do solo ( $\text{Mg ua}^{-1}$ )  
 Fonte: Autor

Na validação cruzada é possível observar que dados reais e observados apresentem uma diferença muito pequena, havendo ótima estimativa, situação também observada por Zimback (2001), para matéria orgânica na profundidade de 60 – 80 cm em análise de atributos químico do solo para fins de mapeamento de fertilidade em uma área agrícola no município de Mogi-Guaçu, composta por vários tipos de solos, tendo forte dependência espacial.

## 5. CONCLUSÕES

A M.O. nas duas camadas avaliadas apresentou ajustes dos semivariogramas atendendo a todos os requisitos para uma estimativa satisfatória, permitindo elaboração de mapas temáticos de isovalores. O modelo exponencial apresentou forte e moderada dependência espacial nas respectivas camadas, sendo a M.O. uma das maiores influências da floresta sobre o solo florestal em virtude da deposição de serapilheira. O uso da geoestatística e krigagem foi satisfatório.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLETIM DE PESQUISA, **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: n. 27, t. 1 e 2, 1984.
- BRAGA, H. J., STEKERT, R. **Estimativa de horas de frio abaixo de 7,2°C e 13,0°C para 10 locais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Empasc, 1987. (Empasc. Documentos, 90).
- CAMARGO, E.C.G. **Geoestatística: Fundamentos e aplicações**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/5geoest.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/5geoest.pdf)>. Acesso em 22 jan., 2010.
- CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. de (Org.). **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 236p.
- DAVID, M. **Handbook of applied advanced geostatistical ore reserve estimation**. New York: Elsevier, 1988. 216p.
- DORMANN, C.F. Effects of incorporating spatial autocorrelation into the analysis of species distribution data. *Global Ecology and biogeography*, Oxford, v. 16, p.129-138, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999. 412p.
- GODEFROY, J.; JACQUIN, F. Relation entre la stabilité structurale des sols cultivés et le apports organiques en conditions tropicales;comparasion avec les sols forestiers. *Fruits*, n.30. p. 595-612. 1975.
- GS+. **GS+ Geostatistical for environmental science**. Versão 5.0, Michigan: Gamma Design Software, 2000.
- GUERRA, P.A.G. **Geoestatística Operacional**. Brasília: DNPM, 1988. 145p.
- GUIMARÃES, E.C. **Geoestatística básica e aplicada**. UFU/FAMAT, Uberlândia, 2004. 77p.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p.
- ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989.600 p.
- LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2ª. Edição, São Paulo: Editora Unesp, 2003. 253p.
- LEENAERS, H. *et al.*. Comparison spatial prediction methods for mapping floodplain soil pollution. *Catena*, v. 17, p.535-550. 1990.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2a ed. Rio de Janeiro. José Olympio, 1981.
- MYERS, J.C. **Geostatistical error management**. Qualifying uncertainty for enviromental sampling and mapping. New York: Van Nostrand Reinhold, 1997. 571p.
- OPROMOLLA, P.A. *et al.*. Análise da distribuição espacial da hanseníase no Estado de São Paulo, 1991-2002. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 8, n. 4, dez. 2005.
- ORTIZ, G.C. *et al.*. **Ajuste de modelos teóricos ao semivariograma experimental para dados de densidade do solo**. Disponível em: <<http://www.posgraduacao.ufla.br/gauss/congresso/47rbras/g4.pdf>>. Acesso 05 de mar., 2010.

- PARANÁ. Secretária de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**, Curitiba, 1987. 73 p.
- RAIJ, B. Van *et al.*. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.
- RODERJAN, C.V. *et al.*. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência&Ambiente*, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.
- SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. **A floresta e o solo**. Porto Alegre: Pallotti, 1999. 83p.
- SOUSA, Z.M. *et al.*. Variabilidade espacial de agregados e matéria orgânica em solos de relevo diferentes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n.5, p.491-499, maio 2004.
- THOMPSON, S.K. **Sampling**. New York, Wiley-Interscience Publication, 1992. 343p.
- TRANGMAR, B.B. *et al.*. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Adv. Agron.*, n. 38, p 45-94. 1985.
- VIEIRA, S. R. *et al.*. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, Berkeley, v. 31, n. 3, 75 p. 1983.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. **Tópicos especiais em ciências do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2000. p.1-54.
- VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F.; MARIA, I.C. **Uso de geoestatística no mapeamento de atributos de solo e planta**. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA. GIS BRASIL , 4., Curitiba. *Anais do IV Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina*. GIS Brasil, Curitiba, 1998, CD-ROM.
- WEBSTER, R.; OLIVER, M.A. **Statistical methods in soil and land resource survey**. Oxford: Oxford University Press, 1980. 316p.
- WOJCIECHOWSKI, J.C. *et al.*. Geoestatística aplicada ao estudo das características físico-químicas do solo em áreas de Floresta e Estacional Decidual. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 383-391, out.-dez., 2009.
- ZIMBACK, C.R.L. **Análise espacial de atributos químicos de solo para fins de mapeamento de fertilidade do solo**. Botucatu, 2001. 114f. Tese (Livre Docência na Disciplina de Levantamentos de Solos e Fotopedologia), Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu.
- ZIMMERMAN, D. L.; ZIMMERMAN, M. B. A comparison of spatial semivariogram estimators and corresponding ordinary kriging predictors. *Tchnometrics*, v. 33, p.77-91, 1991.



# **INTEGRAÇÃO DE MAPA DE RISCO OBJETIVANDO O PLANEJAMENTO, ANÁLISE, IMPLANTAÇÃO E GESTÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Edilson de Souza Bias <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília – UnB

Instituto de Geociências

**Campus Darcy Ribeiro**

**CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil**

**edbias@unb.br**

## **RESUMO**

A implantação e a manutenção de redes de distribuição comportam uma série de procedimentos técnicos que visam atenuar os custos relacionados às atividades de recuperação de estruturas e a estabelecer condições de bom atendimento a todos os usuários. Para tanto, o conhecimento das condições do solo onde serão implantadas, poderá minimizar custos em atividades de manutenção de caráter corretivo. O presente trabalho visa demonstrar a importância da utilização em empresas de energia elétrica, de um mapeamento que apresente as classes de fragilidade dos solos, indicadores dos riscos às redes de distribuição de energia elétrica, a ser utilizado como suporte à decisão, quando do planejamento, análise e implantação dessas referidas redes. O resultado da aplicação deve permitir, além do mapeamento do grau de susceptibilidade em que se encontram cada estrutura, um modelo de simulação que, possibilitará a visualização das conseqüências decorrentes de um acidente envolvendo as estruturas, em função da conectividade (processo topológico das redes) existente entre os diversos trechos da rede.

Palavras Chaves: Geoprocessamento, Susceptibilidade, Solos, Redes

## **ABSTRACT**

The implantation and management of electric distribution system admit several and expensive proceedings, aiming to minimize the cost related to the recovering activities of its structures, as well as to establish good conditions for attending the users. The objective of this work is to demonstrate the importance of energetic power companies to use georeferencing-aided mapping showing soil susceptibility classes, as risk indicatives for decision-making on electric distribution system planning, analysis and implantation. The final output will present an accident simulation model allowing the visualization and analysis of a real network accident consequences, as well as the susceptibility degree occurring in each electric distribution system structure.

Keywords: Geoprocessing, Susceptibility, Soil, Network

## **1. INTRODUÇÃO**

O solo constitui - e sempre constituirá - um suporte fundamental para todas as atividades do homem. Sobre ele edifica casas, se constrói rodovias e ferrovias, possibilitando, ainda, a implantação de sistemas de saneamento básico (água potável, águas pluviais, esgoto), bem como a construção de sistemas de distribuição de energia elétrica, telefone etc.

Nos dias atuais avalia-se o padrão de qualidade de uma empresa de energia elétrica, considerando-se os seus níveis de Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora - DEC, e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora - FEC.

Assim, na busca de investir em qualidade, rapidez e confiabilidade de informações, visando a atender um mercado cada vez mais emergente, muitas empresas de energia elétrica voltaram os seus olhos para as tecnologias denominadas Sistema de Informação Geográfica, que tiveram o seu desenvolvimento a partir de 1962, no Canadá, e que, nas décadas seguintes, passaram por processos crescentes de aperfeiçoamento.

Assim sendo, objetiva-se apresentar e analisar as possibilidades da utilização por empresas de energia elétrica de um mapa de susceptibilidade à erosão (fragilidade) quando da implantação de redes de distribuição de energia elétrica, com o uso de técnicas de Geoprocessamento, integrando-o aos procedimentos de projeto de redes de distribuição de energia elétrica, otimizando os processos, e, conseqüentemente reduzindo o tempo e custos, que envolvem essas atividades.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Na aquisição de informações planimétricas e temáticas, geração de mapas e aplicação de modelo preditivo, torna-se necessário a utilização de software de Sistema de Informação Geográfica e de Processamento Digital de Imagens e das documentações cartográficas abaixo:

- a) Mapas temáticos em meio digital de solos;
- b) Base cartográfica planialtimétrica (1:10.000) da região de interesse do estudo para geração do MDE e da carta de declividade;
- c) Imagem de satélite de média ou alta resolução para geração do mapa de uso atual do solo;
- d) Mapas cadastrais das redes de energia elétrica;

### DEFINIÇÃO DA MATRIZ DE PESOS

Considerando a pequena quantidade de trabalhos que utilizaram matriz de ponderação de pesos, contrariamente à utilização da USLE – Equação Universal de Perdas de Solo procurou-se, no presente trabalho, encontrar formas que pudessem justificar a metodologia de pesos, especialmente para os temas referentes ao solo e ao uso atual do solo. Isto porque, no que concerne à determinação de pesos para o fator declividade, os critérios utilizados normalmente procuram estabelecer sempre pesos maiores para os maiores graus de declividade, conforme se pode observar em alguns dos trabalhos, citados a seguir.

USDA (1996 apud Baptista, 1996), acentua que declividades acentuadas geram escoamentos com velocidades elevadas. Pode-se, assim, inferir dessa colocação que processos erosivos, como, por exemplo, de erosão laminar, encontram-se associados à velocidade do escoamento superficial.

Bias (1997) corroborando as colocações acima citadas ressalta que as formas apresentadas pelo relevo são, ao mesmo tempo, conseqüências das forças da gravidade e climática, sendo que a da gravidade é responsável pelas variações topográficas e morfológicas; facilitando o deslocamento de material, seja ele sólido ou líquido. Penteadó (1974) também relaciona com a gravidade os movimentos de solifluxão, rastejamento/creep, deslizamento, desmoronamento e avalanche.

Mendes (1978) no que se refere às condições de susceptibilidade à erosão e sua relação com os graus de declividade dividiu as classes de susceptibilidade em: nula, ligeira, moderada, forte e muito forte. Para as classes de declividade determinou faixas que vão de 0 a 3%, de 3 a 8%, de 8 a 20%, de 20 a 45% e finalmente > 45%. A **Tabela 1** a seguir, demonstra o relacionamento proposto entre os graus de susceptibilidade, classe de declividade e as características do solo.

Tab. 1 - Relação Susceptibilidade à erosão/Declividade/Tipos de Solos - Adaptado por Bias, E.S. de Mendes (1978)

Susceptibilidade	Classe declividade	Características
Nula	0 a 3%	Independente da natureza dos solos
Ligeira	3 a 8%	Solos com horizonte B pouco desenvolvido e latossolos de textura argilosa (mais de 35% de argila) independente da classe de relevo, desde que os declives sejam superiores a 3%
Moderada	3 a 8% Suave ondulado	1. Horizonte B textural com horizonte A de textura arenosa, média ou argilosa; 2. Horizonte B latossólico com textura arenosa e média; 3. Horizonte B pouco desenvolvido com: 3.1. Textura arenosa e média, se as classes de relevo são ondulada e suave ondulada; 3.2. textura argilosa, se a classe de relevo é ondulada.
	8 a 20% Ondulado	
Forte	20 a 45%	1. Horizonte B textural com textura argilosa, média e arenosa; 2. Horizonte B pouco desenvolvido com textura argilosa.
Muito Forte	> 45%	1. Horizonte B textural com textura argilosa, média e arenosa; 2. Horizonte B latossólico com texturas arenosa e média

Para a determinação dos pesos atribuídos às classes de solo, propomos considerar os fatores de profundidade, textura e o tipo de drenagem, bem como o da estrutura, que é definido como o processo de aglutinação das partículas primárias em partículas compostas, formando partículas maiores.

A **Figura 1**, apresenta a proposta de classificação dos aspectos referentes ao solo, levando-se em consideração os solos do cerrado, por meio do qual estabeleceu-se a classificação dos pesos por grau de susceptibilidade à erosão.

Prof. dos solos	Drenagem	Textura	Estrutura	*
Led e Lvd	AQ	Hi	Hi	
AQ	Led e Lvd	Led	HLd	
PEd	Ped	Lvd	PEd	
Cd	Cd	PEd	Led e Lvd	
HLd	HLd	HLd	Cd	
Hi	Hi	Cd	AQ	
		AQ		

\* Sentido de crescimento da profundidade, da drenagem, da textura e da estrutura

Fig. 1 – Modelo de Classificação do solo

A **Tabela 2** apresenta a classificação dos pesos para as classes de declividade propostas para o presente trabalho.

**Tab. 2 – Pesos para a modelagem do mapa de susceptibilidades**

Declividade (%)	Peso	Solos	Peso	Uso atual do solo	Peso
>20	1	Cambissolo – Cd	1	Campo (Limpo, Sujo)	7
10 – 20	2	Areia Quartzosa – AQ	2	Cerrado (Strictu Sensu)	7
5 – 10	3	Podzólico Verm. Amarelo Ped	3	Pecuária (Pastagem)	6
2 – 5	4	Latossolo Verm. Amarelo LVd	4	Agricultura	5
< 2	5	Latossolo Verm. Escuro Led	4	Ind. E Abatedouros	4
		Laterita Hidromórfica Dist. HLd	5	Mata Galeria	3
		Hidromórfico – Hi	6	Área Degradada	2
				Espaço Urbano	1

## MODELAGEM DE DADOS

A modelagem de dados é uma das fases de grande importância no desenvolvimento de trabalhos que utilizem técnicas de Geoprocessamento, porque fornece subsídios para todas as tarefas voltadas às análises que normalmente são realizadas para orientar decisões.

O modelo de dados (**Tabela – 3**) pode ser entendido como sendo a reunião de conceitos desenvolvidos buscando-se realizar a descrição de estruturas e operações nas quais utilizam-se sistemas de banco de dados.

**Tab. 3 – Modelagem de dados**

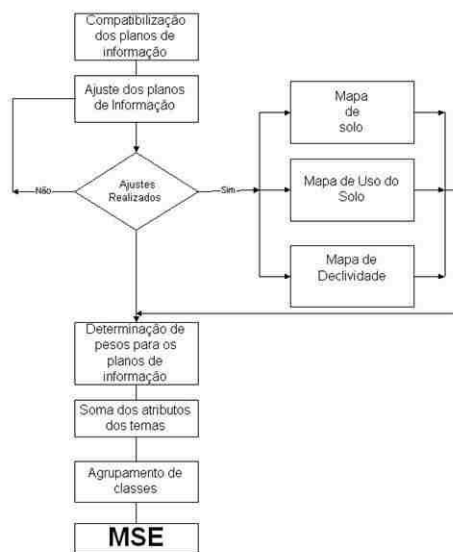
Temas	Classes	Tipo da Feição	Definição dos Atributos
MSE	Solo	Poligonal	Tipos de Solo
	Declividade	Poligonal	Classes de declividade
	Uso atual do solo	Poligonal	Área Degradada, campo e cerrado, indústrias e abatedouros, mata de galeria, pastagem, uso agrícola e área urbana
	RAS	Poligonal	Limites administrativos
RE	Trecho	Linear	Primário e secundário Tipo de Bitola
	Estrutura	Pontual	Tipo de Poste Concreto circular, duplo T, madeira, altura e resistência mecânica
	Chave seccionadora	Pontual	Faca (aberta/fechada) Fusível (aberta/fechada)
	Transformador	Pontual	Potência 15, 30 e 45 kVA

MSE – Mapa de Susceptibilidade à Erosão

RE – Mapa da Rede Elétrica

## GERAÇÃO DO MSE

Para a determinação da grade de decisão do MSE - Modelo de Susceptibilidade, a proposta se baseia na combinação de quatro produtos temáticos: solo, Declividade, Uso e ocupação atual do solo e finalmente, o mapa dos limites geográficos da área de estudo, **Figura 2**.



**Fig. 2 – Fluxo para geração do MSE**

Após essa etapa de combinação dos layer temáticos, deve ser realizado o agrupamento dos resultados das adições dos pesos por faixas **Quadro 4**, estabelecendo-se, assim, as quatro classes de susceptibilidade, “Fraca”, “Moderada”, “Forte” e “Muito Forte”.

**Tab. 4 - Proposta de fatiamento dos pesos**

<b>Faixas de pesos</b>	<b>Classe de susceptibilidde</b>
	Fraca
	Moderada
	Forte
	Muito Forte

### RELACIONAMENTO DO MSE / RDA

Embora as estruturas digitalizadas da Rede de Distribuição de Energia Elétrica Aérea – RDA, estejam localizadas em um par de coordenadas “x,y”, independentemente da escala em que se encontrem, o mesmo não acontece com os limites referentes aos planos de informação de solo, declividade e mesmo uso atual do solo, que sofrem modificações, de acordo com a escala de trabalho utilizada. Com a ampliação ou a redução da mesma, pode-se sair de uma situação de generalização para uma situação de detalhe, ou vice-versa, o que requer maiores cuidados, relativamente a precisão posicional.

Apesar das diferenças de escala existentes entre os dois modelos – MSE (normalmente 1:100.000) e as redes de distribuição de energia elétrica estarem na faixa de 1:10.000 e maiores, está sendo proposto o desenvolvimento de uma rotina para identificar o grau de susceptibilidade em que se encontravam as estruturas da RDA, por meio da realização de análise de proximidade, com a avaliação dos percentuais das classes de risco existentes dentro de uma área de interesse (BUFFER), estabelecida como de 25 metros de diâmetro em torno de cada estrutura e, ainda, que leve em consideração a resistência mecânica de cada estrutura (tensão suportada no topo). Objetiva-se, assim, demonstrar, a partir de comparações avaliativas, a condição mais desfavorável em que se encontravam as estruturas, Figuras 4-A e 4-B.

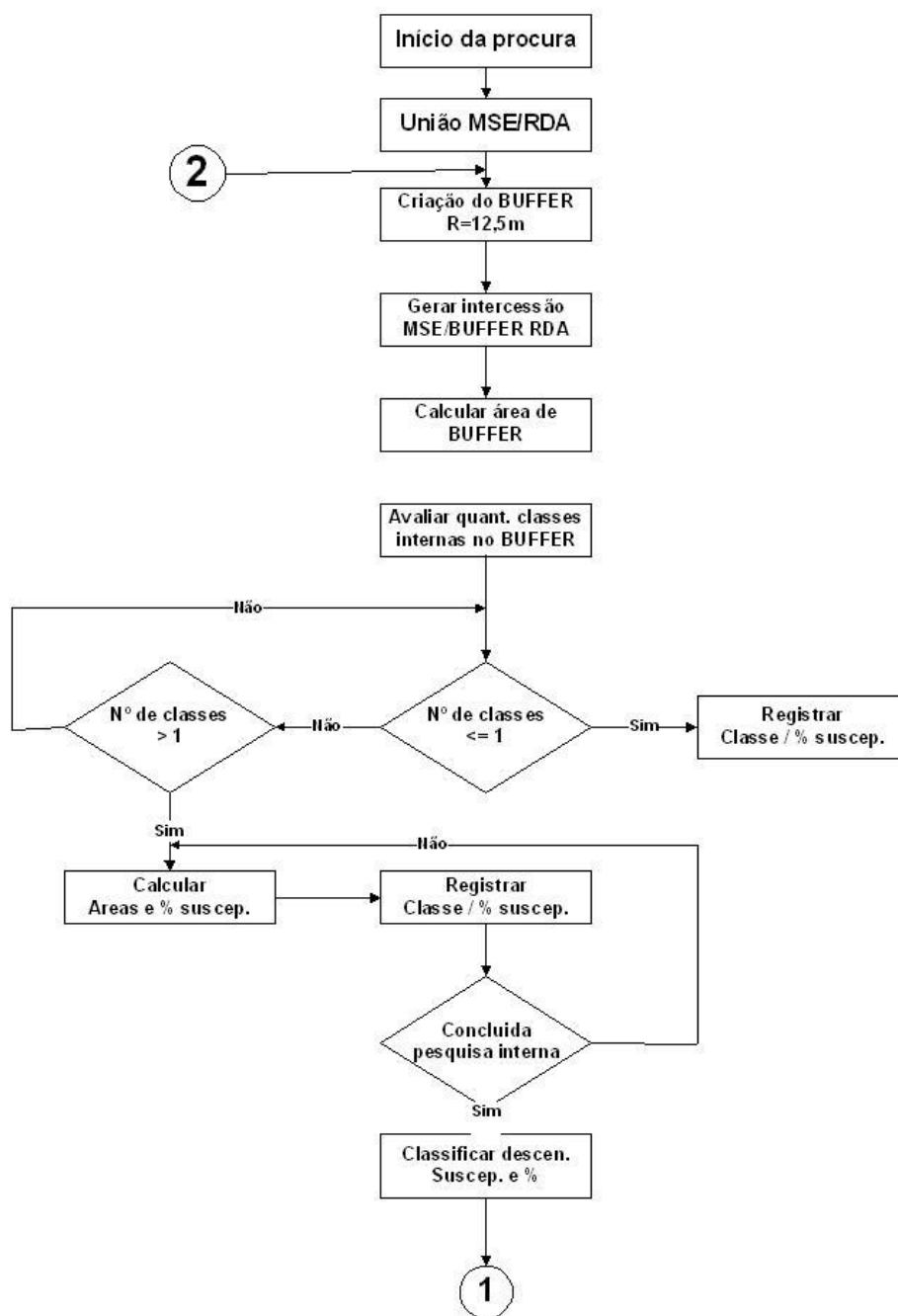
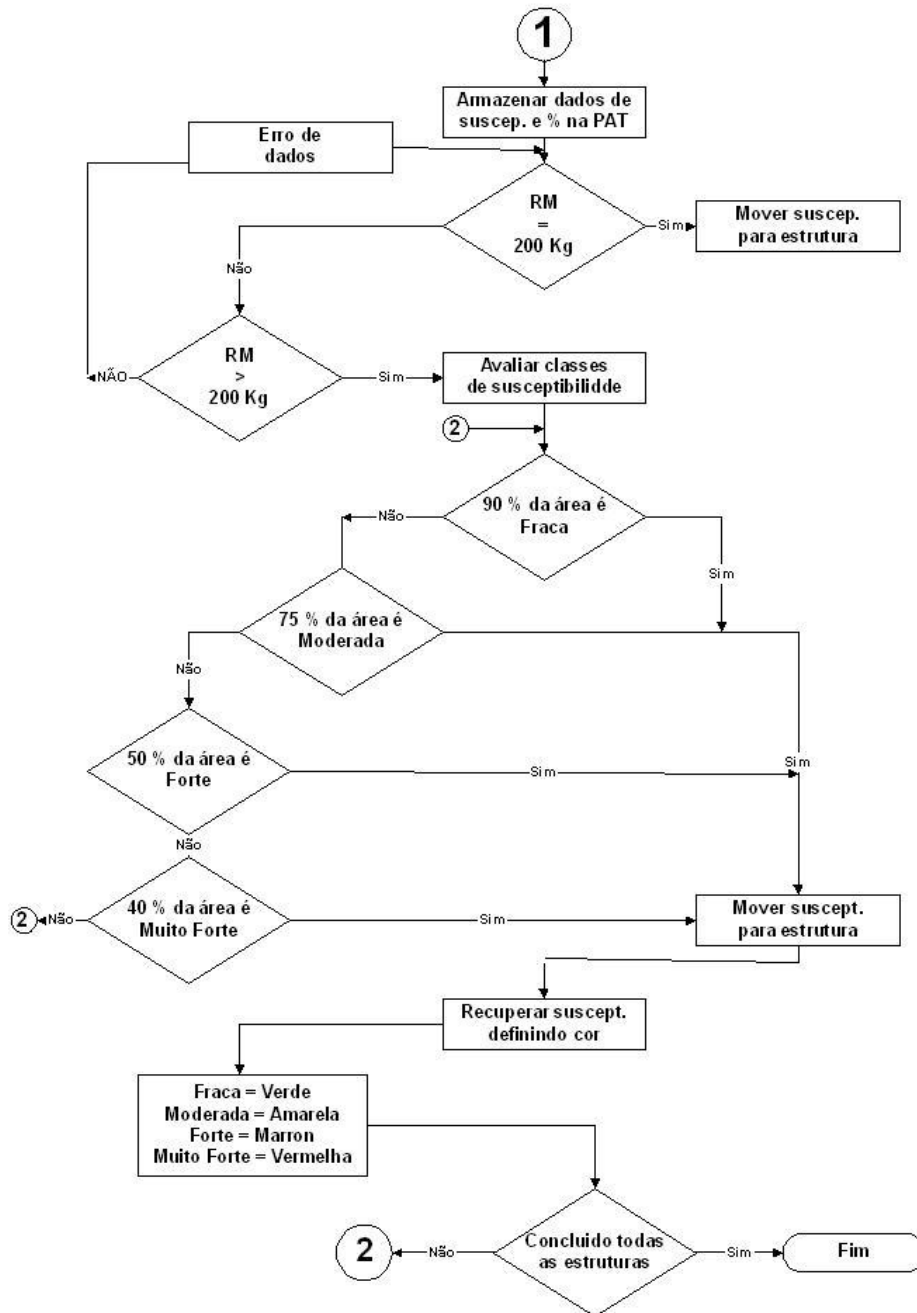


Fig. 3 Fluxo para definição do risco para as estruturas



**Fig. 4 - Fluxo para definição do risco para as estruturas**

Como exemplo, a rotina de cálculo, levará em consideração as seguintes condições. Para estruturas com RM (Resistência Mecânica) de 200 kg, a classe será determinada pelo maior percentual encontrado dentro do *BUFFER*. Entretanto, para estruturas com RM superior a 200 kg, algumas condições deverão ser atendidas. Assim é que, para que a estrutura possa permanecer na classe de susceptibilidade "Fraca", se essa tiver sido identificada como a de maior percentual, esse percentual deverá ser igual ou superior a 90%; caso contrário, a estrutura assume a segunda classe de maior percentual. Nesse caso, evidentemente, ocorrerá uma ascensão de classe de susceptibilidade.

Assim segue a mesma avaliação para as classes seguintes. Para que seja considerada como "Moderada", o percentual dessa classe deverá ser maior ou igual a 75%; para a classe "Forte", o percentual deverá ser igual ou superior a 50% e para a classe "Muito Forte", igual ou

superior a 40%. Cada uma das classes definidas para a estrutura deverá ser representada por meio de cores: verde para Fraca, amarela para Moderada, marrom para Forte e vermelho para Muito Forte.

O modelo ainda permitirá a simulação de risco, mediante a identificação do risco associado à estrutura, em função da condição de conectividade elétrica, apresentando os trechos que permanecerão energizados (cor vermelha) e desenergizados (cor verde), caso venha a ocorrer o rompimento de uma rede em função das condições de susceptibilidade onde a mesma foi implantada.

Importante esclarecer que, ambas as rotinas para realização das pesquisas propostas no presente trabalho, poderão ser desenvolvidas em Visual Basic – VBA (Visual Basic for Applications (VBA) é uma implementação do Visual Basic da Microsoft), para implementação no software ArcGIS.

## CONCLUSÕES

Em primeiro lugar, é importante ressaltar a possibilidade da utilização de mapas em escalas diferentes, como foi proposto, utilizando-se um modelo de relacionamento, com critérios bem definidos, e realizado por meio de avaliações de percentuais.

No contexto das empresas de energia elétrica, o presente trabalho representa uma possibilidade a mais de aplicação dos recursos de Geoprocessamento, haja vista que todas as aplicações dessa nova tecnologia de gerenciamento de informações acham-se, voltadas para o gerenciamento de redes de distribuição de energia elétrica e para a automação de sistemas de operação, conforme já comentado sem levar em consideração a base de sustentação das redes, ou seja, o solo que possui graus diferenciados de susceptibilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, G.M.M. **Diagnóstico ambiental da perda laminar de solos, no Distrito Federal, por meio do Geoprocessamento**. Dissertação de mestrado. Unb, 1996.

BIAS, E.S. A ambivalência dos fatores erosivos e a importância do estudo da ação das forças de cisalhamento em maciço. In.: **Revista Múltipla** vol. 3 nº 3 Dezembro 1997, Brasília.

MENDES, W. Relação entre os graus de limitações do uso do solo por susceptibilidade à erosão e às unidades de mapeamento de solo. In.: **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro ano 44 nº 3, jul./set. 1978.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Ed. IBGE, RJ, 1974, 176.



**BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS  
DA METADE SUL DO RIO GRANDE DO SUL**  
*Geographical data base of the half south of the Rio Grande do Sul State*

Édson Luis Bolfe <sup>1</sup>  
Otávio João Wachholz de Siqueira <sup>2</sup>  
Rudiney Soares Pereira <sup>3</sup>  
José Maria Filippini Alba <sup>4</sup>  
Adalberto Koiti Miura <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Monitoramento por Satélite – EMBRAPA  
Av. Soldado Passarinho, 303 - 13070-115 - Campinas - SP, Brasil  
[bolfe@cnpm.embrapa.br](mailto:bolfe@cnpm.embrapa.br)

<sup>2</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros – EMBRAPA  
Caixa Postal 44 - 49001-970 - Aracaju - SE, Brasil  
[otaviojs@cpac.embrapa.br](mailto:otaviojs@cpac.embrapa.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Campus Universitário - 97105-900 - Santa Maria - RS, Brasil  
[rudiney@smail.ufsm.br](mailto:rudiney@smail.ufsm.br)

<sup>4</sup>Embrapa Clima Temperado- EMBRAPA  
Caixa Postal 403 - 96001-970- Pelotas - RS, Brasil  
[{fili,amiura}@cpact.embrapa.br](mailto:{fili,amiura}@cpact.embrapa.br)

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi quantificar e avaliar o uso e a ocupação das terras de 35 municípios do sul do Rio Grande do Sul. Instrumentais envolvendo geoprocessamento e sensoriamento remoto foram utilizados para classificar digitalmente imagens do satélite Landsat. Foi elaborado um banco de dados geográficos com informações referentes às classes de uso e à ocupação das terras. Os dados foram analisados por município e integrados na forma de instrumentos públicos de gestão territorial (Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Sul, Associação dos Municípios da Zona Sul e Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim). Pastagens e agricultura foram as classes mais expressivas e corresponderam a 83% dos valores médios dos municípios. As demais classes não ultrapassaram 5% de ocupação. As análises espaciais dos dados possibilitam a compreensão da dinâmica ocupacional e permitem subsidiar a ordenação do espaço geográfico e o desenvolvimento sustentável da região.

Palavras-chave: Geoprocessamento, SIG, Planejamento Territorial.

## ABSTRACT

The objective of this study to quantify and evaluate the land use and occupation of 35 municipalities of the South of the Rio Grande do Sul state. Remote Sensing and Geoprocessing techniques were utilized to classify digital image of the Landsat satellite. Geographical data base were elaborated with concerning information the classes of use and land occupation. The data were analyzed by municipality and integrated in form of public instruments of territorial management the for the Regional Committee of development of the South Region, for the Municipalities Association of the South Zone of the RS State and for the Lagoa Mirim Water Basin. Pastures and agriculture were the classes most expressive and corresponded 83% of the average securities of the municipalities, being the other classes less expressive (<5%). Spatial analyses make possible the understanding of the occupational dynamics and subsidize the ordination of the geographical space and the sustainable development of the region.

Keywords: Geoprocessing, GIS, Territorial Planning.

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda interna e externa de produtos agropecuários tem gerado expansão da fronteira agrícola no país. A agricultura brasileira tem passado por um intenso processo de modernização nas últimas décadas, resultante de diversas políticas governamentais, como crédito subsidiado, preços mínimos de garantia, pesquisa e extensão rural (VICENTE et al., 2001). Porém, segundo Olivette et al. (2002), a distribuição da produção agropecuária brasileira é heterogênea, e inúmeros fatores estão relacionados com a vocação agrícola. Dentre esses fatores, destacam-se as condições edafoclimáticas e tecnológicas, a mão-de-obra disponível e o mercado, gerando diferentes padrões de uso e ocupação das terras.

No Rio Grande do Sul, quando se compara a região Sul e a Norte do Estado, evidenciam-se diferenças marcantes associadas ao processo de uso e ocupação das terras. A "metade norte" foi ocupada principalmente por imigrantes de origem europeia ou por seus descendentes, baseando-se na pequena propriedade, onde predomina a agricultura familiar. Já a região denominada "metade sul", apresenta estrutura fundiária com maior concentração de médias e grandes propriedades ocupadas, principalmente, pelos cultivos de arroz irrigado e pela pecuária extensiva (SCHNEIDER e FIALHO, 2000).

Instrumentos como **os Comitês de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 1997)**, o Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais (**BRASIL, 2003**) e **as entidades regionais como os Conselhos Regionais de Desenvolvimento e as Associações de Municípios refletem uma necessidade normativa para que determinada região passe a ser entendida como um território, ou seja, uma unidade de referência de observação, atuação, gestão e planejamento territorial por parte do poder público.** Assim, a ocupação agropecuária, o uso da terra e as políticas agrícolas e agrárias têm sido objeto constante de estudos de instituições governamentais e não governamentais. Nesse contexto, é crescente o interesse de pesquisadores em explicar o desenvolvimento (social e econômico) diferenciado entre as regiões rurais do Rio Grande do Sul. Segundo Schneider e Tartaruga (2004), técnicas informatizadas de análise espacial passaram a obter elevado destaque e serem apontadas por muitos estudiosos como de fundamental relevância para se compreender o dinamismo do uso e da ocupação das terras.

Dentre as técnicas, destaca-se a utilização de banco de dados geográficos (BDG) em ambiente computacional dos sistemas de informações geográficas (SIG), os quais, segundo Burrough (1989), são aplicativos constituídos de cinco módulos, em que cada módulo é um subsistema que permite as operações de entrada e verificação de dados; armazenamento e gerenciamento de banco de dados, apresentação e saída de dados, transformação de dados e interação com o usuário. Esses sistemas se diferenciam de outros tipos de sistemas de informação pelas funções que realizam no contexto da análise espacial. Tais funções utilizam os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas no banco de dados e fazem simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros (CÂMARA e MEDEIROS, 2003).

Dessa forma, ao realizar o mapeamento e o monitoramento das áreas agropecuárias, objetivando gerar dados para fins de planejamento territorial rural e controle ambiental, torna-se imprescindível obter avaliações qualitativas e quantitativas em escalas municipais e regionais, especialmente quando se almeja analisar a distribuição espacial de componentes de uso e ocupação das terras.

Tradicionalmente o levantamento e a qualificação dos fatores de uso e ocupação das terras são dificultados por demandarem fluxos expressivos de informações, que requerem alocação, detalhamentos, organização, interpretação e, principalmente, armazenamento adequado que assegure a confiabilidade do banco de dados geográficos. Segundo Assad e Sano (1998), esse banco de dados é um conjunto de arquivos estruturados que facilita o acesso a conjuntos de informações que descrevem determinadas entidades do mundo. Torna-se possível sistematizar

tais informações por meio da utilização do sensoriamento remoto e de técnicas de geoprocessamento.

Novo (1992) compreende o sensoriamento remoto como sendo a utilização conjunta de sensores e o processamento dos dados orbitais, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre por meio do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações. Assim, a aplicação de técnicas de geoprocessamento é extremamente útil para o planejamento municipal, pois reúne aplicativos que permitem coletar, armazenar, recuperar, transformar, inferir e representar visualmente dados espaciais e também estatísticos e textuais a eles relacionados, a partir de uma base de dados georeferenciada (XAVIER, 2000).

O levantamento e a análise do uso e da ocupação das terras no Brasil, em especial na região Sul do Rio Grande do Sul, é fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço e motiva a busca de metodologias e escalas mais apropriadas na elaboração de mapeamentos temáticos. Os dados gerados por esses mapeamentos são relevantes para o conhecimento da dinâmica ocupacional, amparando programas de desenvolvimento regional em suas diferentes escalas. O monitoramento direcionado à atualização de informações sobre o uso e a ocupação das terras assume importância na medida em que detecta usos desordenados, causadores de deterioração no ambiente. As informações decorrentes oferecem suporte ao planejamento e à execução de ações técnicas, na medida em que incorporam dados históricos do uso da terra. Nesse sentido, inserem-se os SIG e os bancos de dados geográficos como eficientes ferramentas de suporte ao planejamento territorial rural.

Assim, este artigo objetiva estabelecer possíveis contribuições para o aporte quantitativo e analítico sobre o levantamento do uso e da ocupação das terras da região Sul do Estado do Rio Grande do Sul, enfatizando a utilização de geotecnologias como fonte geradora de dados e informações na escala municipal e de gestão integrada do espaço geográfico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange a região Sul do Rio Grande do Sul, situada entre as coordenadas 55° 00' / 50° 10' W e 30° 30' / 33° 45' S e integrando 35 municípios: Aceguá, Amaral Ferrador, Arambaré, Arroio do Padre, Arroio Grande, Bagé, Camaquã, Candiota, Canguçu, Capão do Leão, Cerrito, Cerro Grande do Sul, Chuí, Chuvisca, Cristal, Encruzilhada do Sul, Herval, Hulha Negra, Jaguarão, Morro Redondo, Mostardas, Pedras Altas, Pedro Osório, Pelotas, Pinheiro Machado, Piratini, Rio Grande, Santa Vitória do Palmar, Santana da Boa Vista, São José do Norte, São Lourenço do Sul, Sentinela do Sul, Tapes, Tavares e Turuçu.

Foram utilizadas imagens do sensor remoto Thematic Mapper –TM/Landsat 5 (bandas espectrais 3, 4 e 5, das cenas: 221.081, 221.082, 221.083, 222.081, 222.082, 222.083 e 223.082), folhas sistemáticas da DSG/1:50.000, sistema de informações geográficas, banco de dados e sistema de posicionamento global por satélite – GPS. Para a consecução das ações, as atividades foram divididas nas seguintes etapas: a) tratamento digital e registro de imagens, b) classificação temática de uso e ocupação das terras, c) digitalização da base cartográfica e d) geração de banco de dados e análises espaciais.

Para o tratamento digital e registro das imagens, efetuou-se pesquisa junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), buscando informações das imagens TM a partir de 1995, com condições visuais favoráveis (baixa cobertura de nuvens), sendo obtidas imagens no período compreendido entre 1996 e 2003. Posteriormente, foram processadas digitalmente as diferentes bandas espectrais, banda 3 (0,63-0,69 $\mu$ m), banda 4 (0,76-0,90 $\mu$ m) e banda 5 (1,55-1,75 $\mu$ m) de intervalo espectral. Em seguida, foi elaborada uma coleção de composições coloridas, sendo associadas as três bandas espectrais a cada uma das três cores primárias. Após esse procedimento, as composições foram corrigidas geometricamente pelo polinômio cúbico e pelas coordenadas geográficas obtidas nas folhas sistemáticas.

Na classificação temática de uso e ocupação das terras, utilizou-se a classificação digital supervisionada pelo método de máxima verossimilhança (CRÓSTA, 2002), obtida em função do conhecimento prévio de padrões espectrais das áreas amostrais coletadas *in loco*. Isso permitiu a seleção de áreas de treinamento confiáveis, definindo-se que o algoritmo classificador operasse com base na distribuição de probabilidade de cada classe, realizada em função das classes de interesse (pastagem natural e cultivada, floresta natural, reflorestamento, banhado e alagadiço, dunas e areia; lâmina d'água; agricultura/solo exposto e área urbana). Por meio desse método, a distribuição espectral das classes é considerada como normal, ou seja, gaussianas. A quantificação das áreas foi baseada pela contagem do número de *pixels* classificados em cada uma das classes. Considerando a resolução espacial de 30 m mapearam-se áreas iguais ou superiores a 0,09ha. Essas etapas foram realizadas utilizando-se os SIG ArcGis 9.0 e Idrisi for Windows 32. Posteriormente, foi realizada a aferição do mapeamento em campo, utilizando-se os padrões de resposta espectral das imagens e da classificação digital. Esse procedimento partiu de uma amostragem sistemática, em que foram obtidos 109 pontos de controle, sendo calculada posteriormente a Exatidão Global (G) conforme Brites et al. (1996).

Na digitalização da base cartográfica, realizado no aplicativo CartaLinx, foram utilizadas as folhas sistemáticas, sendo obtidas informações referentes à rede viária, à rede hidrográfica, à altimetria, à divisão municipal e às manchas urbanas, sendo estas últimas atualizadas a partir das composições coloridas. Posteriormente, formatou-se um banco de dados geográfico com as informações geocodificadas de uso e ocupação das terras dos municípios, utilizando-se o sistema *DataBase Workshop* do SIG *Idrisi for Windows 32*, sendo inseridos os dados obtidos durante a etapa de classificação temática e de quantificação de uso e ocupação das terras.

Foram integrados ao BDG os dados dos municípios na forma de três instrumentos de gestão territorial:

1) Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1994a), fórum de discussão e de decisão, que objetiva a promoção do desenvolvimento regional, harmônico e sustentável, por meio da integração dos recursos e das ações de governo na região;

2) Associação dos Municípios da Zona Sul (AZONASUL, 2006), que objetiva realizar ações integradas, visando ao desenvolvimento econômico, social e cultural da região, e promover levantamentos e estudos voltados ao desenvolvimento regional; e

3) Comitê da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim (RIO GRANDE DO SUL, 1994b), o qual objetiva a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos por meio da implementação dos instrumentos técnicos de gestão, da negociação de conflitos e da promoção dos usos múltiplos da água, integrando ações governamentais.

Por fim, visando analisar a distribuição das classes de uso e ocupação, foram utilizados diferentes procedimentos em ambiente de SIG: consultas espaciais a partir das informações geocodificadas e dos dados vetoriais via linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada), operadores de contexto, operadores matemáticos e avaliações estatísticas. Alguns resultados foram analisados considerando informações do Atlas Socioeconômico do RS de 2005 e do Censo Agropecuário de 2006, por serem estudos com datas próximas às da maioria das datas das imagens de satélites utilizadas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de correção geométrica utilizando polinômio cúbico, o erro médio quadrático obtido em todas as cenas foi abaixo de 15m, ou seja, inferior à metade da resolução espacial do *pixel* (30m), padrão sugerido por Eastman (1994). Na aferição do mapeamento, verificou-se que, dos 109 pontos de controle avaliados, 96 pontos foram corretamente classificados, obtendo-se assim a Exatidão Global de 88,07%, valor acima do patamar mínimo (85%) estabelecido por Jensen (1996).

Foram verificadas, para os 35 municípios estudados (**Tabela 1**), as áreas abrangidas pelas diferentes classes de uso e ocupação das terras (BOLFE et al., 2009).

**Tab. 1** - Áreas de uso e ocupação das terras por município (km<sup>2</sup>) e gestão territorial (Azonasul – A; BH da Lagoa Mirim – B e Coredesul – C).

Município	PNC	FN	RF	BA	DA	LD	ASE	CN	AU	Total
Aceguá	1110	21	28	36	52	18	286	<1	1	1551
Amaral Ferrador	229	50	9	2	<1	<1	218	<1	1	509
Arambaré	228	12	28	21	2	20	206	<1	2	519
Arroio do Padre	47	19	13	<1	<1	<1	45	<1	<1	124
Arroio Grande	1395	27	110	87	43	48	798	5	6	2519
Bagé	2825	51	153	110	67	23	865	<1	33	4127
Camaquã	714	134	104	48	4	26	623	<1	14	1668
Candiota	577	13	27	11	19	3	285	1	3	939
Canguçu	1647	205	191	12	1	2	1458	<1	3	3518
Capão do Leão	408	30	45	32	3	16	246	<1	4	783
Cerrito	309	22	14	2	<1	1	116	<1	1	465
Cerro Grande do Sul	129	22	14	3	3	1	111	<1	1	285
Chuí	136	<1	<1	17	4	<1	41	7	2	207
Chувисca	77	25	9	<1	<1	<1	91	<1	<1	202
Cristal	318	96	28	8	3	7	218	<1	2	681
Encruzilhada do Sul	1132	121	514	38	2	1	1598	<1	6	3413
Herval	1104	53	108	3	2	2	480	<1	2	1754
Hulha Negra	488	5	16	13	17	2	279	<1	1	821
Jaguarão	1399	11	28	84	36	18	463	2	10	2052
Morro Redondo	129	17	16	<1	<1	<1	84	<1	<1	246
Mostardas	283	17	89	125	212	30	1055	166	4	1982
Pedras Altas	952	22	32	13	16	3	339	<1	1	1376
Pedro Osório	469	14	12	5	<1	8	91	<1	3	603
Pelotas	702	83	115	26	7	19	540	1	63	1555
Pinheiro Machado	1285	21	140	18	8	<1	775	<1	3	2250
Piratini	1527	139	415	21	5	<1	1435	<1	3	3545
Rio Grande	1164	7	163	223	40	196	970	28	47	2838
Stª Vit. do Palmar	2275	5	91	607	151	873	904	326	9	5241
Stª da Boa Vista	701	4	195	22	2	1	516	<1	1	1443
São José do Norte	465	2	89	50	94	49	294	101	2	1147
São Lourenço do Sul	1074	141	91	28	5	20	672	<1	7	2038
Sentinela do Sul	62	49	30	1	1	<1	175	<1	1	318
Tapes	284	26	73	25	11	28	338	14	5	805
Tavares	214	9	36	11	28	26	220	60	1	606
Turuçu	150	10	14	8	3	1	67	1	<1	253

PNC: pastagem natural e cultivada; FN: floresta natural; RF: reflorestamento; BA: banhado e alagadiço; DA: dunas e areia; LD: lâmina d'água; ASE: agricultura e solo exposto; CN: cobertura de nuvens; AU: área urbana.

Na **tabela 2**, são disponibilizados os descritores estatísticos associados. A área média dos municípios corresponde a 1497km<sup>2</sup>, variando entre 124km<sup>2</sup> (Arroio do Padre) e 5241km<sup>2</sup> (Santa Vitória do Palmar). Esses municípios integram três das cinco macrozonas definidas pelo macrozoneamento ambiental do Estado (UFRGS, 2001): a) Escudo Sul-rio-grandense, onde predominam áreas de campos subarbustivos e de campos mistos com ocorrência de matas-galerias e de encostas; b) Planície Costeira, ocorrendo áreas de depósitos arenosos e cordões de

dunas, lagoas e lagunas, zona agrícola de uso intensivo de verão e zona agrícola de culturas diversificadas; e c) Depressão Central, a qual é constituída predominantemente de áreas de campos limpos e pastagens, zona agrícola de uso intensivo de verão e zona agrícola de culturas diversificadas.

**Tab. 2** - Total e descritores estatísticos por tipo de uso e ocupação das terras.

Descritor Estatístico	PNC	FN	RF	BA	DA	LD	ASE	CN	AU	Total
Total (km <sup>2</sup> ):	26012	1479	3038	1710	843	1444	16901	715	240	52381
Máximo (km <sup>2</sup> ):	2825	205	514	607	212	873	1598	326	63	5241
Mínimo (km <sup>2</sup> ):	47	<1	<1	<1	<1	<1	41	<1	<1	124
Média (km <sup>2</sup> ):	743	42	87	49	24	41	483	20	7	1497
Máximo (%):	78	15	15	12	11	17	55	10	4	-
Mínimo (%):	14	<1	<1	<1	<1	<1	15	<1	<1	-
Média (%):	50	4	5	2	1	2	33	1	<1	-

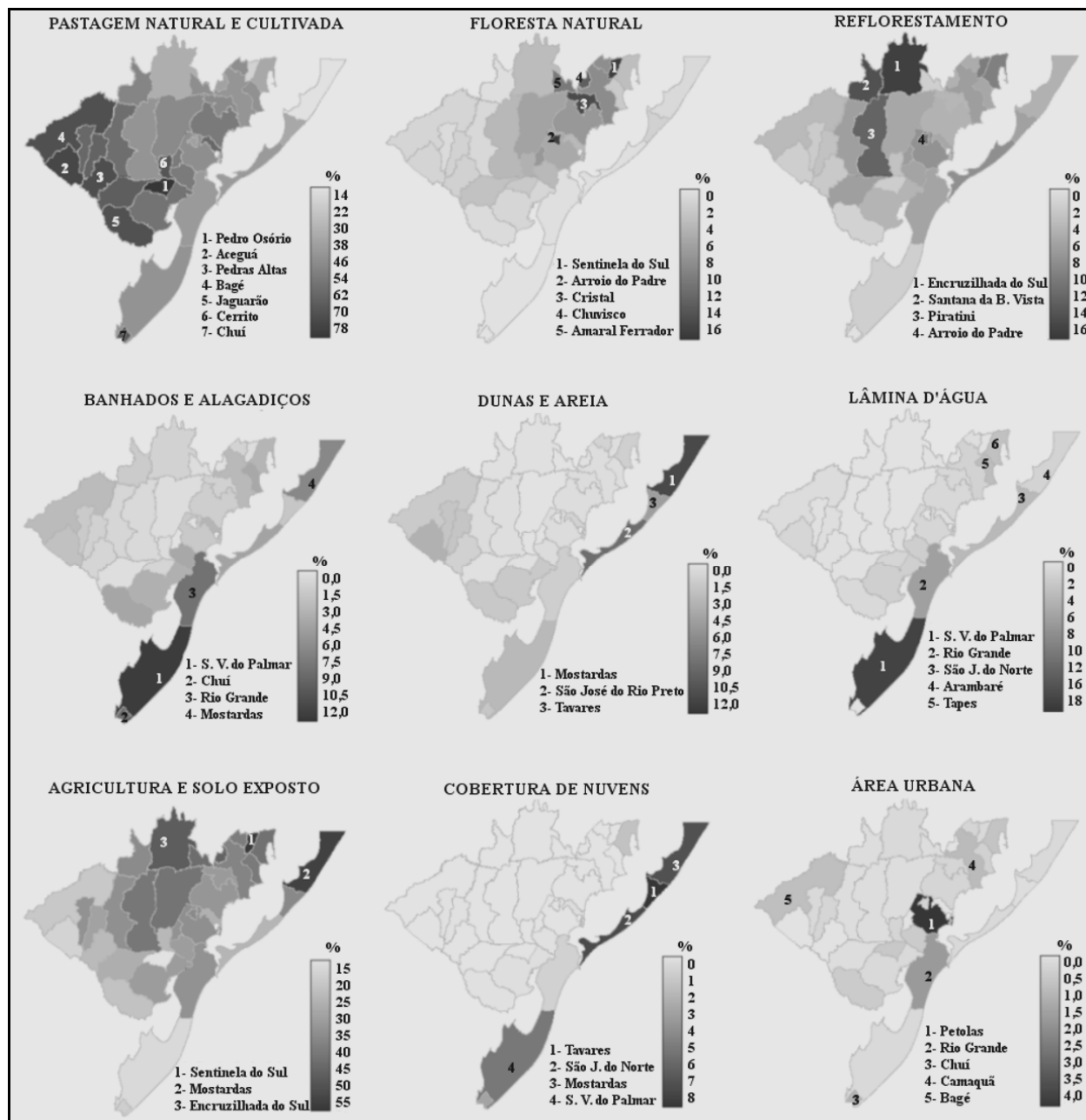
PNC: pastagem natural e cultivada; FN: floresta natural; RF: reflorestamento; BA: banhado e alagadiço; DA: dunas e areia; LD: lâmina d'água; ASE: agricultura e solo exposto; CN: cobertura de nuvens; AU: área urbana.

Pastagens naturais/cultivadas e agricultura/solo exposto constituíram-se nas classes de ocupação mais expressivas, correspondendo, no total dos 35 municípios, respectivamente, a 26.012 e 16.901km<sup>2</sup>, representando em média 83% das áreas municipais. Essas classes de usos estão condicionadas aos padrões culturais e às condições edafoclimáticas encontradas nesses municípios, que proporcionaram à região sul a obtenção da segunda maior concentração de rebanho bovino e a segunda maior produção de arroz do Estado entre 2004 e 2005, com 12,7% e 16,3% respectivamente, atrás da região Fronteira Oeste, com 24,2% do rebanho bovino e 36,5% da produção de arroz (RIO GRANDE DO SUL, 2005).

Encontra-se representada (**Figura 1**) a expressividade relativa, em âmbito municipal, das diversas classes de ocupação das terras. As maiores áreas com ocupação de pastagens foram detectadas nos Municípios de Bagé (2825km<sup>2</sup>) e de Santa Vitória do Palmar (2275km<sup>2</sup>) (**Tabela 1**). Esses valores são superiores aos apontados pelo IBGE (2006), 2080 e 1913km<sup>2</sup>, respectivamente, provavelmente em função de o censo agropecuário considerar apenas as áreas de pastagens naturais, ao contrário da metodologia aqui explanada, que quantificou também as pastagens cultivadas. No entanto, ao considerar a distribuição relativa, destacam-se os municípios de Pedro Osório, Aceguá, Pedras Altas, Bagé e Jaguarão, situados nas regiões fronteiriças do Uruguai, alcançando percentuais entre 50 e 80% do total da área municipal. As áreas classificadas nas imagens como pastagens naturais estão associadas aos campos limpos (tapetes herbáceos baixos e densos com presença de matas galerias remanescentes); campos mistos (tapetes herbáceos e subarbustivos com ocorrência de matas galerias remanescentes) campos subarbustivos (cobertura de gramíneas e ciperáceas com ou sem áreas agrícolas intercaladas) (UFRGS, 2001).

As áreas mais extensas correspondentes à agricultura e ao solo exposto foram detectadas nos Municípios de Encruzilhada do Sul (1598km<sup>2</sup>), Canguçu (1458km<sup>2</sup>) e Piratini (1435km<sup>2</sup>), com valores acima dos levantados pelo IBGE (2006), 270, 797 e 260km<sup>2</sup>, sendo provavelmente associadas à grande presença de solos com afloramentos rochosos nesses municípios, classificadas na mesma classe de ocupação em função da resposta espectral das imagens utilizadas (**Tabela 1**). Em termos relativos, destacaram-se os Municípios de Sentinela do Sul, Mostardas e Encruzilhada do Sul. Porém, os percentuais máximos são inferiores a 60%. Nas áreas classificadas como agricultura, condicionadas aos fatores edafoclimáticos regionais, destacam-se os cultivos intensivos de verão, com predominância do arroz irrigado e, em segundo

plano, as áreas com cultivos intensivos de verão e inverno, com milho, feijão, hortifrutigranjeiros e fruticultura.



**Fig.1** - Distribuição das classes de uso e ocupação das terras para os 35 municípios do extremo Sul do Rio Grande do Sul, imagens Landsat TM-5 obtidas entre 1996 e 2003.

As maiores áreas com florestas naturais foram detectadas nos Municípios de Canguçu, São Lourenço do Sul, Piratini, Camaquã e Encruzilhada do Sul, restringindo-se, no entanto, a um percentual máximo em âmbito municipal inferior a 16%, sobressaindo-se, nesse contexto, os Municípios de Sentinela do Sul, Arroio do Padre, Cristal, Chuvisca e Amaral Ferrador. As áreas mais expressivas com reflorestamentos (pinus, acácia, eucalipto) foram detectadas em Encruzilhada do Sul e Piratini (**Tabela 1**), representando, no máximo, 15% da área municipal, destacando-se em termos relativos os Municípios de Encruzilhada do Sul, Santana da Boa Vista e Piratini. Considerando essas duas classes de ocupação (florestas naturais e reflorestamentos), os Municípios de Encruzilhada do Sul (635km<sup>2</sup>) e Piratini (554km<sup>2</sup>) apresentaram a maior cobertura florestal, enquanto que, segundo o IBGE (2006), essas duas

classes abrangem 591 e 373km<sup>2</sup>, respectivamente. Como as maiores áreas estão relacionadas aos reflorestamentos empresariais da região, que visam à produção de carvão vegetal e ao abastecimento para indústrias de celulose e papel, as quais possuem controle das áreas implantadas; o valor inferior apontado pelo IBGE está provavelmente relacionado à dificuldade de obtenção das informações dos remanescentes florestais naturais.

Banhados e alagadiços foram especialmente detectados no Município de Santa Vitória do Palmar, coincidentemente com a maior concentração nesse município de áreas de cultivo de arroz irrigado. Esse município produziu 11,8% do arroz gaúcho entre 2001 e 2003, sendo o segundo maior produtor do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2005). Os percentuais dessa classe de ocupação são inferiores a 12%, destacando-se ainda os Municípios de Chuí, Rio Grande e Mostardas.

Dunas e areia foram evidenciadas principalmente em Mostardas, Santa Vitória do Palmar e São José do Norte, com percentual de ocupação municipal inferior a 11%. As maiores extensões de área com lâminas d'água foram detectadas principalmente nos Municípios de Santa Vitória do Palmar e Rio Grande, com percentual de ocupação em âmbito municipal inferior a 17%. Esses valores estão associados ao elevado número de barragens utilizadas para a cultura do arroz irrigado nesses municípios.

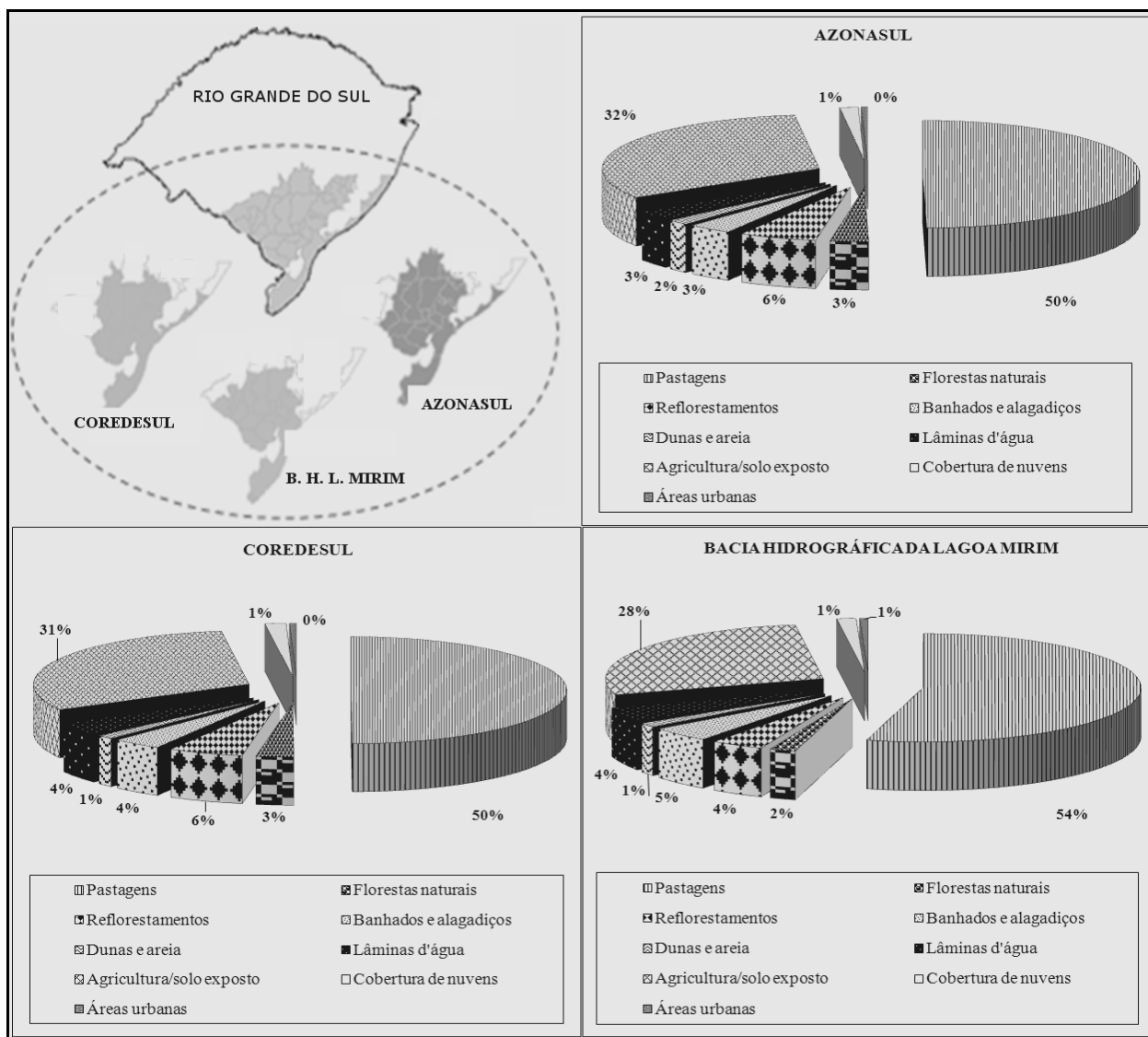
As áreas urbanas mais expressivas foram detectadas nos Municípios de Pelotas, Rio Grande e Bagé, com percentual máximo de ocupação em âmbito municipal de 4%. A presença de nuvens foi mais evidenciada nos municípios litorâneos, correspondendo a valores percentuais máximos de 10% em Tavares (**Tabela 1**), significando, para essas regiões, incertezas de classificação de ocupação que devem ser avaliadas em trabalhos futuros.

É apresentada a distribuição geral das classes de uso e ocupação das terras referentes às regiões de abrangência do Coredesul, da Azonasul e da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim (**Figura 2**).

A distribuição relativa das diversas classes de ocupação foi muito semelhante nas três situações analisadas, destacando-se, conforme mencionado anteriormente, as classes referentes a pastagens, com 50%, 50% e 54%, e as áreas com agricultura, com 31%, 32% e 28%, para o Coredesul, a Azonasul e a BH Lagoa Mirim, respectivamente. A análise do uso e da ocupação das terras está implicitamente ligada à Unidade Geopolítica, proporcionando uma avaliação integrada quanto à dinâmica ocupacional e sua interação com a economia, não apenas no âmbito municipal, mas também regional. Isso se reflete na reorganização da própria região, como na reestruturação do território estudado, induzindo o surgimento de novos espaços agropecuários, dadas as suas especificidades e potencialidades.

Assim sendo, entende-se que o estudo da superfície terrestre é de fundamental importância para as diversas ciências preocupadas em analisar as transformações do meio em decorrência da ação humana. O trabalho realizado por meio da aplicação de geotecnologias demonstrou ser um instrumental dotado de agilidade para o levantamento do uso e da ocupação das terras, podendo subsidiar decisões e envolvendo o planejamento e o desenvolvimento socioeconômico e ambiental adequado à metade sul do Rio Grande do Sul.





**Fig. 2** - Representação, em cinza, da região abrangida pelos 35 municípios incluídos no estudo e relação com referências geopolíticas/ambientais regionais no Estado do Rio Grande do Sul (Coredesul, Azonasul e Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim). Distribuição relativa das diversas classes de uso e ocupação das terras para as regiões de abrangência, imagens Landsat TM-5 obtidas entre 1996 e 2003.

#### 4. CONCLUSÕES

A utilização de imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*) e sua classificação digital proporcionaram a elaboração de um banco de dados geográficos com informações sobre o uso e a ocupação das terras da região Sul do Estado do Rio Grande do Sul, demonstrando ser uma metodologia eficiente e capaz de suprir a necessidade de base de dados regional para fins de planejamento territorial rural.

Pastagens naturais e cultivadas constituíram a classe de ocupação mais expressiva, correspondendo a aproximadamente 50%, na média dos 35 municípios, concentrando-se nas áreas expressivas na região fronteira com o Uruguai. Agricultura/solo exposto constituiu-se na segunda classe de ocupação das terras da região, com cobertura em âmbito municipal variando entre 15% e 55% e valores médios de cerca de 33%, requerendo estudos complementares, tendo em vista a redução de incertezas associadas ao componente “solo exposto”. Florestas naturais e reflorestamentos corresponderam respectivamente a 16% e 15% da ocupação municipal, em

média. As classes de ocupação associadas a banhados/alagadiços, a dunas/areia e à lâmina d'água atingiram no máximo 17% da cobertura municipal, tendo correspondido em média a uma área de cobertura municipal entre 1% e 2%. Áreas urbanas atingiram no máximo 4%, situando-se na média dos 35 municípios em valores inferiores a 1%.

As informações qualitativas e quantitativas obtidas neste estudo, aliadas com informações de outras instituições de ensino e pesquisa, possibilitarão verificar a distribuição espacial dos componentes de uso e ocupação das terras, representando adicional suporte a zoneamentos territoriais da região.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Clima Temperado e ao Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Rurais da UFSM, respectivamente, por terem coordenado e abrigado as ações do projeto, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS, pelo suporte financeiro viabilizado por meio do projeto: “Tecnologias e Informação para o Desenvolvimento do Extremo Sul, RS”, dentre outros que foram fundamentais para o desenvolvimento da presente pesquisa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 1998. 434p.

AZONASUL (Associação dos Municípios da Zona Sul do Estado do Rio Grande do Sul). Informações. Disponível em: <<http://www.azonasul.org.br/Informacoes/3>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

BOLFE, É. L. et al. Uso, ocupação das terras e banco de dados geográficos da metade sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. v. 39, n.6, p. 1729-1737. 2009.

BRASIL. Decreto Federal n. 4.854 de 8 de outubro de 2003. Dispõe sobre a composição, estruturação, competências e funcionamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Casa Civil**, Brasília, DF, 8 out. 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/D4854.htm#art14](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4854.htm#art14)>. Acesso em: 22 nov. 2008.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Casa Civil**, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 01 dez. 2008.

BRITES, R.S. et al. Verificação da exatidão em classificação de uma imagem orbital mediante a utilização de três índices. **Revista Árvore**, v.20, n.3, p. 415-424, 1996.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon, 1989. 194p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. DE. Operações de análise geográfica. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (Org.). **Sistema de informações geográficas**. Brasília: Embrapa, 2003. p.67-91.

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. 2.ed. Campinas: Unicamp, 2002. 154p.

EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows: exercícios tutoriais**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 109p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia). Censo Agropecuário. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

JENSEN, J.R. **Introductory digital image processing**. Englewood Cliffs: Prentice - Hall, 1996. 51p.

- NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 308p.
- OLIVETTE, M.P. et al. Distribuição da área agrícola. **Agricultura em São Paulo**. v.49, n.1, p. 95-125. 2002.
- RIO GRANDE DO SUL. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul - 2005. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/atlas>>. Acesso em: 13 out. 2008.
- RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 10.283 de 17 de outubro de 1994. Dispõe sobre os Conselhos Regionais de Desenvolvimento. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, RS, 17 out. 1994. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/LegisComp/asp3/index.asp>>. Acesso em: 22 dez. 1994a.
- RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 10.350 de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, RS, 30 dez. 1994. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/LegisComp/asp3/index.asp>>. Acesso em: 22 dez. 1994b.
- SCHNEIDER, S.; FIALHO, M.A.V. Pobreza rural, desequilíbrios regionais e desenvolvimento agrário no Rio Grande do Sul. **Teoria e Evidência Econômica**. v.8, n.15, p. 117-149. 2000.
- SCHNEIDER, S.; TARTARUGA, I.G.P. Território e Abordagem Territorial: das referências cognitivas aos aportes aplicados à análise dos processos sociais rurais. **Raízes**. v.23, n.1, p. 99-116. 2004.
- UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Macrozoneamento ambiental do RS - 2001. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/uploads/Macrozoneamento.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2008.
- VICENTE, J.R. et al. Produtividade agrícola No Brasil, 1970-1995. **Agricultura em São Paulo**. v.48, n.2, p. 33-55. 2001.
- XAVIER, S. **Geoprocessamento e SIG's**. Rio de Janeiro: IGEO, 2000. 104p.



## **SOBREPOSIÇÃO DE IMAGENS GEORREFERENCIADAS GIF NO GOOGLE EARTH COM O SISTEMA CR CAMPEIRO 7**

### *Georeferenced GIF overlay images in Google Earth with system CR Campeiro7*

Enio Giotto<sup>1</sup> Claire Delfini Viana Cardoso<sup>2</sup>

1 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

2 Colégio Politécnico da UFSM

**Laboratório de Geomática /CCR/ DER**

**CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil**

**eniogiotto@gmail.com; cdvcardoso@gmail.com;**

#### **RESUMO**

A metodologia apresentada descreve a inserção de uma rotina no Sistema CR Campeiro 7, de sobreposição de imagens georreferenciadas com o recurso de converter imagens BMP/JPG/TIF em imagens GIF Transparentes, e sobrepor tais imagens no Google Earth, aplicável a quaisquer formatos (BMP,JPG,TIF). No padrão SITER, a execução da rotina de Conversão de formatos BMP/JPG para GIF transparente, possibilitou com êxito a conversão do atributo de transparência para a cor branca do formato original, sendo observado na análise visual uma perfeita definição de limites dos diferentes temas da imagem, o que comprova a precisão e eficiência da rotina disponível no CR Campeiro 7.

Palavras-chave: Sistema CR Campeiro 7, SITER, Imagens GIF Transparentes,Google Earth

#### **ABSTRACT**

The methodology presented describes the insertion of a routine system Campeiro CR 7, overlay images georeferenced with the capability to convert BMP / JPG / TIF images in GIF Transparent and overlay these images on Google Earth applies to all formats (BMP , JPG, TIF). In standard SITER, the execution of the routine conversion of BMP / JPG to GIF transparent, enabled the successful conversion of the attribute of transparency to the white color of the original format, as seen in visual analysis a perfect definition of the limits of the different themes image, which proves the accuracy and efficiency of routine available in CR Campeiro 7. Keywords: System Campeiro CR 7, SITER, transparent GIF images, Google Earth

### **1. INTRODUÇÃO**

O Sistema CR Campeiro como um sistema completo de gerenciamento rural, possui abordagens que ampliam a aplicabilidade de rotinas a ele incorporadas. Com relação ao Campeiro na versão 6.0 no Sistema de Informações Territoriais – SITER, foi introduzida uma rotina que permitia visualizar arquivos vetoriais de coordenadas UTM, diretamente sobre as imagens de satélite do Google Earth. Na versão 7.0, foi disponibilizada a rotina de sobreposição de imagens georreferenciadas, sendo que na atualização 7.03, foi acrescentado o recurso de converter imagens BMP/JPG/TIF em imagens GIF Transparentes, e também sobrepor tais imagens no Google Earth.

Estas novas rotinas disponíveis no CR Campeiro são o objeto de nossa apresentação metodológica e discussão. É importante salientar, que o processo de sobreposição de imagens no Google Earth, não se restringe unicamente a imagens de formato GIF com atributo de transparência georreferenciadas pelo padrão SITER, e sim a quaisquer formatos (BMP, JPG,TIF) com georreferência de padrão geotiff, entretanto estas sem transparência de bordas.

MIRANDA (2006), ao descrever a aplicabilidade do Google Earth, diz que o mesmo trata-se de um sistema sofisticado para navegação em qualquer região do globo terrestre, e que o recobrimento da Terra é a partir de imagens LANDSAT com resolução espacial de 30 metros, e

em alguns lugares contam com recobrimento de imagens de alta resolução como as do IKONOS com 1 metro, e que além disso a utilização de imagens topográficas, geradas pela missão Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, permite a visualização em três dimensões sobre o relevo.

PILIAR (2006) cita que além das imagens que fornecem um registro fotográfico do planeta, o Google Earth integra um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que possibilita que sejam visualizadas camadas de informação sobrepostas ao globo. ABDULRAHMAN (2008) apresenta a utilização de arquivos KML, para mostrar dados sobre o Google Earth, entre os quais imagens digitais e expõe as principais características da linguagem e formato deste arquivos KML.

Assim como o HTML, o arquivo KML tem uma estrutura de tags com elementos aninhados e atributos para especificar um conjunto de características geográficas para fins de exibição específico, que é utilizada pelo Google Earth e outros navegadores como um meio para permitir aos desenvolvedores estender o número de camadas que podem ser exibidos pelo Google Earth.

## 2. GEORREFERENCIAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS

De acordo com GIOIELLI (2006) e ESTEIO (2006) a ação "georreferenciar" corresponde ao conceito de Georreferenciamento que surgiu com a proliferação dos Sistemas de Informação Geográfica e a produção de informações com vínculo espacial envolve a realização do processo de georreferenciamento ou referenciamento geográfico, necessário para atribuição deste vínculo. referenciada espacialmente ao terreno por meio de sua localização, utilizando-se para tal um sistema de coordenadas conhecido, no qual a localização de um ponto da superfície da Terra pode ser identificada.

## 3. FORMATOS DE IMAGENS DIGITAIS

De acordo com CONTI (2009) o formato GIF , do inglês "Graphics Interchange Format" foi criado pela empresa Compuserv, sendo um formato usado para todos os tipos de ilustrações, animadas ou não. Sua leitura é rápida, pois muito pouco processamento é utilizado para que um arquivo GIF seja exibido. Em compensação, está limitado a 256 cores. A compressão desse formato consiste em codificar linhas de pontos que possuem várias cores repetidas em seqüência. A base do formato gif é o algoritmo de compressão LZM (Lempel-Ziv-Welch), que era de propriedade da Unisys, teve sua licença expirada em 20 de junho de 2003, portanto, o formato GIF passou a ser uma tecnologia livre, desde então.

O Formato *JPEG* - A extensão JPEG, de "Joint Photographic Experts Group", utiliza um forma de compressão que pode ser configurada em diferentes níveis, que vão de 10 a 100. No nível 100, a imagem obtida do arquivo JPG é idêntica ao original. Nos outros níveis, a imagem é ligeiramente prejudicada, embora ainda seja muito semelhante. Em uma comparação entre o GIF e o JPG, cita-se que a taxa de compressão da extensão GIF não é tão boa quanto a do formato JPEG. Entretanto, em compensação, a taxa de descompressão do GIF é muito mais rápida do que a do JPEG, e o GIF parece ser mais "rapidamente transmitido" pela Internet do que formato JPEG e, assim, arquivos com o formato GIF aparecem no monitor mais rapidamente. O formato GIF tem uma vantagem extra: é o único com o qual se pode fazer imagens transparentes.

De acordo com ACEVES (2009) os formatos de imagens digitais mais empregados em softwares gráficos e a sua respectiva descrição são:

- BMP- Mapa de bits
- GIF- Graphics Interchange Format
- JPG- Joint Photographic Experts Group
- PNG- Portable Network graphics
- TIF- Tagged-Image File Format

## 4. METODOLOGIA

No procedimento metodológico a seguir, são apresentados a sequência de passos para sobrepor imagens de formato BMP, JPG e GIF georreferenciadas.

### 4.1 Salvar Imagem com georreferenciamento

Diversas rotinas do Sistema CR Campeiro 7 possibilitam a execução desta função, sendo em alguns casos a georreferência da imagem identificada pelo mesmo nome da imagem salva, em outras situações o usuário pode definir o nome identificador.

Na rotina de vetorização do SITER as coordenadas medidas sobre uma imagem são definidas em pixels, sendo que o processo de escalar a imagem, consiste em transformar as unidades de pixel (coordenadas do pixel na imagem) em unidades métricas (UTM) correspondentes a medidas reais de campo. Este georreferenciamento é realizado a partir de no mínimo quatro pontos de apoio identificáveis sobre a imagem e dos quais se disponha das coordenadas de campo. O algoritmo matemático para efetuar a georreferência é a Transformação Espacial de Helmert no plano e a georreferência uma vez realizada, é registrada em um banco de dados do sistema denominado PONTOS.MDB na tabela PT\_APOIO., localizado no diretório padrão de dados, ou seja c:\campeiro7\dados.

A estrutura da tabela de georreferenciamento com 4 pontos é a seguinte:

CARTA : Nome identificador da georreferência;

E1,E2,E3,E4 . Coordenadas UTM, de longitude (E) métrica dos pontos de apoio;

N1,N2,N3,N4. Coordenadas UTM, de latitude (N) métrica;

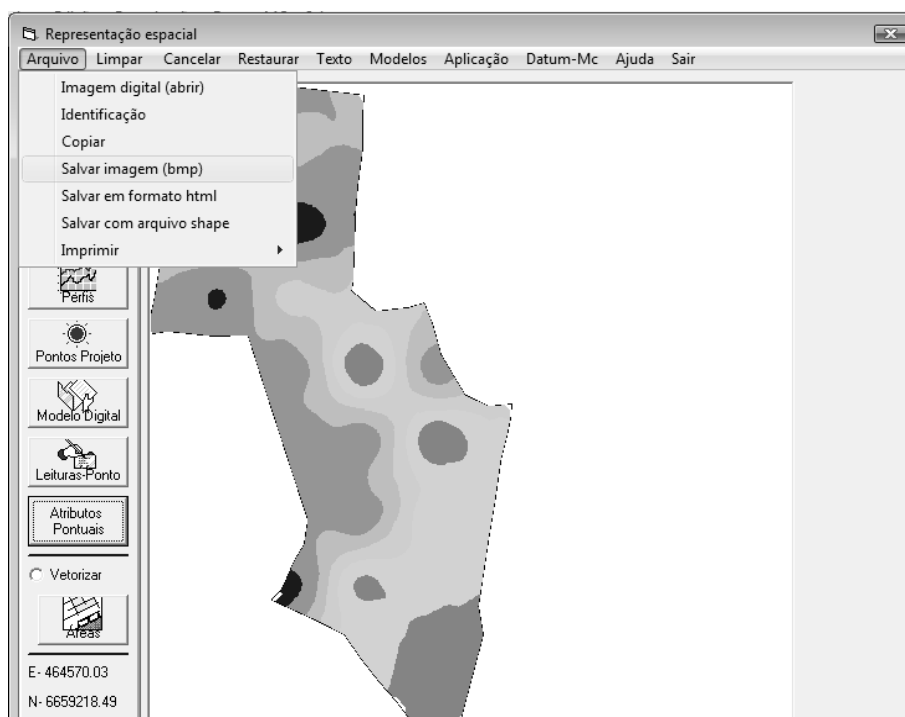
PX1,PX2,PX3,PX4: Coordenadas gráficas expressas em pixels - Eixo X;

PY1,PY2,PY3,PY4: Coordenadas gráficas expressas em pixels – Eixo Y;

MC = Meridiano Central do Fuso Geográfico UTM;

DATUM = Elipsóide de Referência das coordenadas UTM;

A **figura 01** ilustra esse processo de salvar a imagem com georreferenciamento em um ambiente de visualização de modelos digitais na agricultura de precisão.



**Fig 01-** Salvando a imagem em formato bmp  
Fonte – Sistema CR Campeiro 7 org. pelo autor

#### 4.2 Converter a imagem bitmap para o formato GIF transparente

O acesso à essa função dá-se no menu Útil do Sistema CR Campeiro na opção “Converte Imagens BMP/JPG => GIF transparente”. Nesta função ao abrir a imagem bitmap, é apresentado juntamente com a mesma, uma paleta de cores referente à imagem.

Para atribuir a condição de transparência para uma determinada cor, como por ex.: a branca, é necessário identificar na paleta o retângulo correspondente a cor branca e clicar sobre o mesmo; com este procedimento realizado, imediatamente na imagem no quadro ao lado ocorre uma transformação na imagem original que pode ser percebida visualmente, com a exclusão da parte branca.

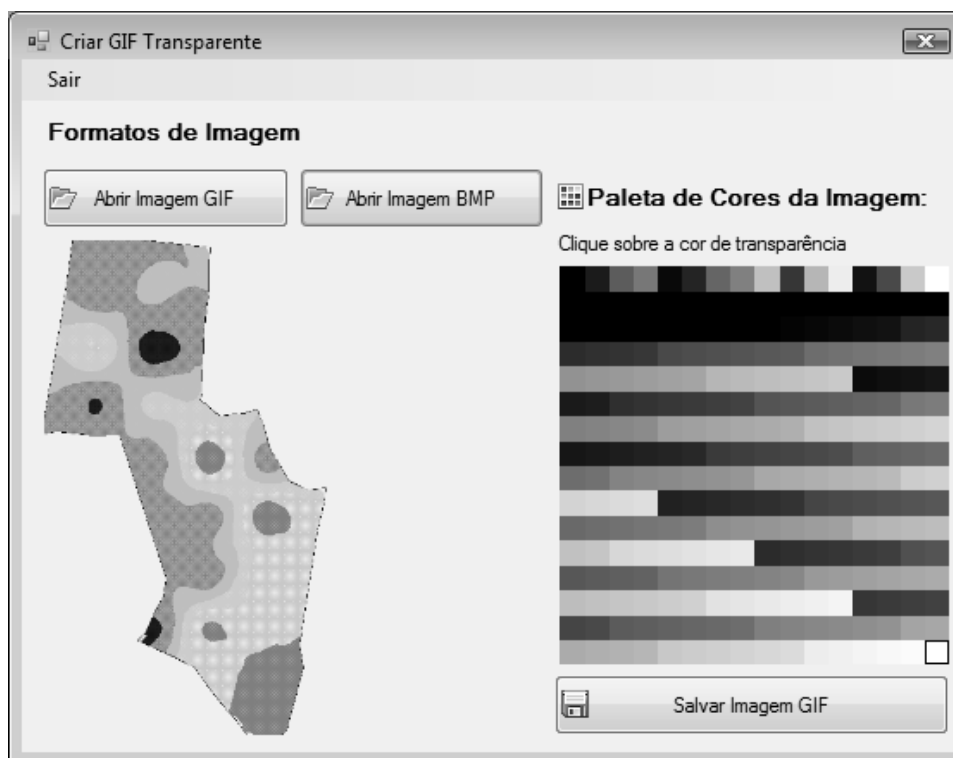
Na sequência, salvar esta imagem com o formato GIF (é recomendável manter o mesmo nome da imagem bitmap em função da relação com a georreferência da imagem original).

Como as imagens de formato GIF são de 256 cores, obviamente há uma perda de qualidade visual da imagem, principalmente se esta for de 32 bits, entretanto a compensação ocorre no tamanho do arquivo que sofre sensível redução e como consequência a velocidade de carga da imagem pelo Google Earth é mais rápida.

No exemplo desta apresentação metodológica a imagem original de formato bitmap tem dimensões de 517 x 517 pixels e um tamanho de 783 Kb, e após ser convertida e salva no formato GIF. com as mesmas dimensões de pixels, o tamanho é reduzido para 12,4 Kb

Considerando este fato, recomenda-se que quando da estruturação de imagens temáticas, sejam selecionadas cores sólidas, para evitar que quando for processada a conversão, esta perda de qualidade seja expressiva afetando visualização de limites e outros aspectos da imagem.

A **figura 02** apresenta a tela da função com uma imagem carregada e a respectiva paleta de cores.



**Fig 02** Gif Transparente criado  
Fonte – Sistema CR Campeiro 7 org. pelo autor



### 4.3 Sobrepor a imagem GIF Transparente no Google Earth

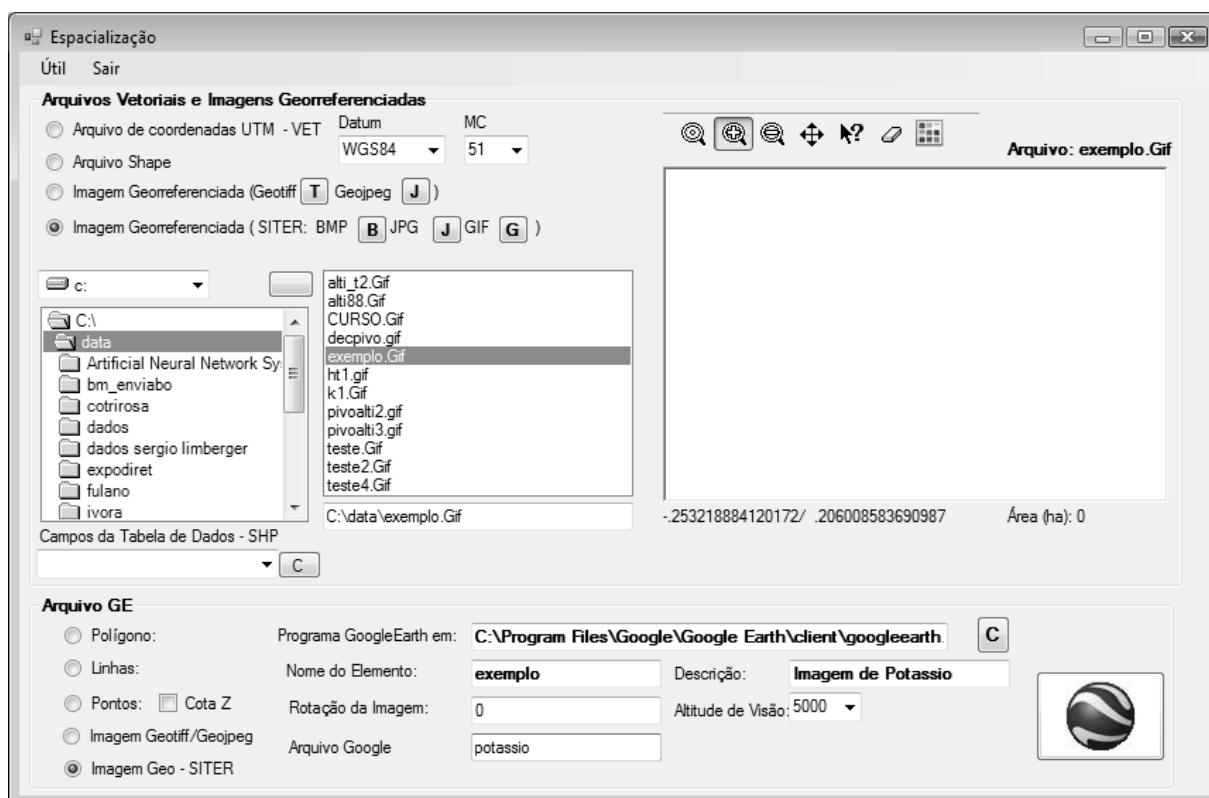
Inicialmente abrir a opção “Sobrepor Arquivos Vetoriais e Imagens Georreferenciadas” do menu Google Earth do Sistema de Geoprocessamento. O procedimento a ser seguido nesta função é o seguinte:

- a) Marcar a opção imagem georreferenciada SITER
- b) Selecionar (clique) na opção de extensão .GIF
- c) Selecionar o arquivo da imagem GIF. Ao selecionar esta imagem é aberta uma tela com a imagem que será sobreposta na Google Earth com o objetivo de recuperar a georreferência da mesma, e a definição das coordenadas geográficas dos cantos da imagem.

Nessa seleção são apresentadas as coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) dos quatro cantos da imagem que correspondem ao box do arquivo KML. Após pressionar o botão <Retornar> para acessar novamente a tela de visualização.

- d) No quadro “Arquivo GE” marcar a opção “Imagem Geo – SITER”, preencher as informações de nome do elemento, descrição, rotação da imagem, altitude de visão e nome do arquivo KML do Google Earth (conforme pode ser visualizado na **Figura 03**).

- e) Clicar no botão “Google Earth” para abrir como um processo independente no diretório previamente setado, o programa GoogleEarth.exe.



**Fig 03** Seleção de Imagem Georreferenciada SITER

Fonte – Sistema CR Campeiro 7 org. pelo autor

A **figura 04** mostra a imagem carregada no Google Earth com transparência da cor branca.



**Fig 04** Imagem Georreferenciada – Transparente sobreposta no GE  
Fonte – Sistema CR Campeiro 7 org. pelo autor

## 5. CONCLUSÕES

Diante da metodologia exposta conclui-se que o georreferenciamento de imagens digitais temáticas através de rotinas do Sistema CR Campeiro 7, mostrou-se eficiente no processo de sobreposição destas imagens sobre o Google Earth.

- A execução da rotina de Conversão de formatos BMP/JPG para GIF transparente, possibilitou com êxito esta conversão com a atribuição do atributo de transparência para a cor branca do formato original.

- A visualização da imagem digital georreferenciada, em formato GIF, sobre as imagens de alta resolução do Google Earth, comprova a precisão e eficiência da rotina disponível no CR Campeiro 7.

- Mesmo com a perda de qualidade visual, em função da conversão de formatos, foi observado na análise visual uma perfeita definição de limites dos diferentes temas da imagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULRAHMAN F.H. **Using KML files as encoding standard to explore locations, access and display data in Google Earth**\_A Technical Paper Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science in the Graduate School of The Ohio State University. The Ohio State University 2008.

ESTEIO, E.A. SIG. **Qual é a definição correta pra o termo georreferenciar?** <http://www.esteio.com.br/faq/FAQ-SIG.htm>. Acesso em 07/2010.

GIOIELLI, F.L.P. **Tecnologias e padrões abertos para o domínio Geográfico na web: um estudo em ecoturismo**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, INPE, São José dos Campos. 2006

<http://www.criarweb.com/artigos/formatos-de-imagem.html>. Luis Aceves . Acesso em 07/2010

<http://www.cultura.ufpa.br/dicas/htm/htm-imag.htm>. Fátima Conti Acesso em 07/2010.

MIRANDA, J.I. **Usando o Google Earth para publicar dados proprietários**. EMBRAPA Informática Agropecuária, 2006. Série Documentos. nº 60. 42p. Campinas SP 2006

PILIAR, G. G. **Cidades Híbridas: Um estudo sobre o Google Earth como ferramenta de escrita virtual sobre a cidade**. Porto Alegre. RS. Postgis. (2005) “Post GIS Manual”. Disponível em: <http://postgis.refrations.net/docs/postgis.pdf>. Acesso em: 07/2010



## **ESTUDO DE CASO: UMA APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM IMOBILIÁRIAS.**

*Case study: an application of geographic information systems in real estate.*

Luis Fernando Chimelo Ruiz <sup>1</sup>

Luiz Patric Kayser<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Colégio Politécnico da UFSM

**Prédio 70 – Campus Universitário - Camobi**

**CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil**

**ruiz.ch@gmail.com; patric@smail.ufsm.br**

### **RESUMO**

Este trabalho tem o intuito de aplicar as ferramentas de sistemas de informações geográficas (SIG) no gerenciamento e apresentação dos imóveis de uma imobiliária. Essa aplicação se procedeu na imobiliária Morcelli Imóveis, que está localizada no bairro Camobi, na cidade de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul. Para isso, utilizou-se um banco de dados geográfico desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), o TerraView. Com esse aplicativo, obteve-se rapidez e melhores formas de apresentar e gerenciar os imóveis que a imobiliária dispõe para venda ou aluguel.

Palavras-Chave: SIG, Banco de Dados Geográficos, TerraView

### **ABSTRACT**

This work aims to apply the tools of geographic information systems (GIS) in management and presentation of the properties of an estate. This application was carried out in real estate Morcelli Homes, which is located in the neighborhood Camobi in the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul. For this, we used a geographic database developed by the National Institute for Space Research (INPE ) TerraView. With this application, we obtained faster and better ways to present and manage the properties that real estate offers for sale or rent.

## **1. INTRODUÇÃO**

Com a necessidade de gerenciar e apresentar os imóveis em um tempo relativamente rápido, fez-se necessário o uso de um aplicativo que possa guardar informações dos imóveis e, ao mesmo tempo, ilustrações, para que esse processo, diante do cliente, demonstre eficácia.

Dessa forma, o presente trabalho tem o propósito de gerar e armazenar dados geográficos relevantes ao gerenciamento e apresentação dos imóveis de uma imobiliária. Devido ao custo de um programa de SIG, procurou-se uma alternativa que correspondesse aos objetivos do trabalho. Por isso, utilizou-se o programa TerraView para a criação do banco de dados geográfico, consultas e algumas análises espaciais que se farão necessárias. Com os dados integrados ao sistema, realizou-se o treinamento de um funcionário para que o banco de dados geográfico seja atualizado e utilizado com todo seu potencial.

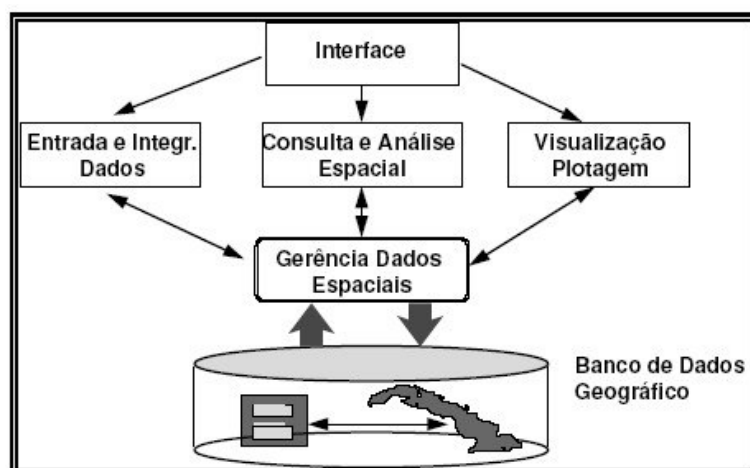
## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**

O SIG, até a década de 1980, não possuía muita popularidade pela falta de recursos tecnológicos que permitisse sua difusão. No entanto, com a evolução da informática, o SIG começou a ter mais popularidade dentro do meio acadêmico e científico. Nesse contexto, os

principais interessados por esse assunto eram profissionais formados em cartografia, geografia, sensoriamento remoto, engenharia, matemática e estatística. O interesse por essa tecnologia ocorreu devido à grande demanda no manejo dos recursos naturais, ao planejamento urbano e regional, ao cadastro e taxação de propriedades, à gerência dos serviços públicos, a táticas militares, entre outros (MIRANDA, 2005).

Há várias definições para SIG. Na definição de Queiroz (2006), SIG é um sistema que realiza tratamentos computacionais de dados geográficos, composto pelos subsistemas ilustrados na Figura 1.



**Figura 1 - Arquitetura de sistemas de informação geográfica**  
(Fonte: QUEIROZ, R. Gilberto e FERREIRA, R. Karine, 2006)

Esses subsistemas estão descritos abaixo:

- A interface do sistema é representada pelo homem e máquina, contribuindo para operação e controle do sistema. (CÂMARA, 2009)
- A entrada e a integração de dados estão relacionados à conversão de dados do meio analógico ou impresso no papel para mídia eletrônica ou digital. (MIRANDA, 2005)
- Consulta e análise espacial são algoritmos que proporcionam as operações algébricas entre mapas, geração de modelos numéricos do terreno (MDTs), processamento estatístico de dados espaciais e processamento de imagens.
- Com a visualização e plotagem, é possível verificar os dados na tela do computador ou obter como resultado um mapa (relatório, resumo, etc.) na forma de papel ou como mídia eletrônica. (MIRANDA, 2005)
- Gerência de dados espaciais compõe as possibilidades de armazenar e recuperar os dados em um Banco de Dados Geográfico. (QUEIROZ et al, 2009)

As características desses subsistemas contemplam o SIG, que também pode ser indicado por integrar uma única base de dados que contenham informações espaciais, originárias de dados cartográficos, censo, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e MDTs (Modelo Numérico do Terreno). Além disso, o SIG pode oferecer possibilidades de combinar essas informações com algoritmos de manipulação e análise. (CÂMARA, 1995).

## 2.2 Banco de Dados Geográfico

Um banco de dados geográfico se diferencia dos bancos de dados convencionais, pois, além de guardarem os dados descritivos, eles armazenam as geometrias do espaço geográfico (coordenadas). Para esse armazenamento, entra-se nos paradigmas dos quatro universos, propostos por Câmara (1995), como ilustra a Figura 2.



Figura 2 - Paradigma dos quatro universos.

(Fonte: Adaptado de QUEIROZ, R. Gilberto e FERREIRA, R. Karine, 2006)

- **Universo Ontológico:** é o momento de pensar sobre o que vamos representar, qual serão as entidades, se elas serão possíveis de uma organização conceitual. Podem ser divididos em conceitos que correspondam a fenômenos físicos do mundo real e conceitos que criamos para representar entidades sociais e constitucionais. O primeiro um conceito físico que determina o meio físico, por exemplo: floresta, lago, rios, etc. O segundo um conceito social, determinado por convenções humanas, como: reserva indígena para uma determinada floresta, rio navegável influenciado pela largura e pela profundidade, área de preservação permanente, etc.

- **Universo Formal:** segundo Queiroz, apud Rumbaugh et al (1991), o universo formal faz a passagem do universo ontológico para o universo estrutural, buscando conceitos lógicos que agrupem as diferentes entidades do universo ontológico e a associação de valores aos diferentes conceitos. Essas duas partes estão divididas em teoria da medida e generalização dos conceitos da ontologia em entidades formais abrangentes.

A teoria da medida (Atributos de dados geográficos) consiste em associar números ou símbolos a diferentes ocorrências de um mesmo atributo. Essas medidas podem ser determinadas por quatro escalas de mensuração: nominal, ordinal, intervalo ou razão, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1: Tipos de conceitos associados a entidades geográficas**

(Fonte: QUEIROZ, R. Gilberto e FERREIRA, R. Karine, 2006)

<i>Escala</i>	<i>Características</i>	<i>Exemplos</i>	<i>Operações possíveis</i>
<i>Nominal</i>	Descrição	Tipo de solo, vegetação, uso do solo	Seleção, Comparação
<i>Ordinal</i>	Ordem	Classes de declividade, aptidão de uso	Mediana, Máximo, Mínimo
<i>Intervalo</i>	Distância	Altimetria	Diferença, Soma
<i>Razão</i>	Valores absolutos	Renda, população, taxa de natalidade	Operações aritméticas

Segundo Queiroz (2006), a generalização dos conceitos da ontologia em entidades formais abrange uma versão unificada dos dados geográficos, sendo um modelo orientado-a-objetos, baseado em conceitos de geo-campos, geo-objetos e rede. Estes são definidos abaixo.

- **Geo-campos:** é definido por uma superfície contínua do espaço geográfico, no qual varia o fenômeno observado. Ex.: tipo de solo.

- **Geo-objetos:** representa uma coleção de entidades distintas e identificáveis do espaço geográfico determinada por uma fronteira fechada. Ex.: um loteamento, em que cada lote é identificado por um atributo, determinando-os individualmente.

- **Redes:** conjunto de pontos no espaço, conectados através de linhas, em que ambos possuem atributos. Ex.: redes de energia, fluxo, etc.

- Universo estrutural: Os dados em um banco de dados geográfico obedecem duas estruturas: vetoriais e matriciais, elencadas abaixo:

- Estruturas vetoriais: é representado por três formas básicas, ponto, linha e polígono. O ponto é identificado por um par ordenado (x, y), usado para mostrar árvores, poços, etc. Já as linhas conectam no mínimo dois pontos, aproveitados para representar ruas, córregos, entre outros. As áreas (polígono) são delineadas no mínimo de três linhas ligadas, representando objetos, como lago, área de floresta, etc.

Estrutura matricial: A representação matricial é composta por linha e colunas formando uma grade regular de células. Um exemplo de grades regulares são as imagens de satélite, em que cada célula guarda uma resposta espectral de uma determinada feição.

- Universo implementação: nesse universo, é decidida a programação que será utilizada, levando em consideração quais aplicações importantes para o sistema, algoritmos disponíveis, hardware. (QUEIROZ et al., 2006).

### 2.2.1 SQL (*Structured Query Language*)

É uma linguagem padrão na comunicação com banco de dados relacional. Foi desenvolvida no Laboratório de Pesquisa da IBM San Jose, nos anos 70. Em 1987, o ANSI SQL (American National Standards Institute) foi aceito como padrão internacional pela ISO (International Standards Organization), sendo revisado em 1992 e passando a se chamar SQL/92. Atualmente o novo padrão é denominado de SQL3 ou SQL/99 (KORTH et al., 1995).

## 2.3 TerraView

Este programa, que foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas (INPE) a partir da biblioteca TerraLib, possibilita a visualização de dados geográficos. Tendo várias vantagens, como a gratuidade, permite o armazenamento de dados matriciais e vetoriais (ponto, linha e polígono) e a análise estatística e de consultas desses dados geográficos.

O programa está na versão 3.5.0 e pode ser encontrado na página <http://www.dpi.inpe.br/terraview>, assim como as ferramentas que o complementam: *plugin* TerraEdit, que serve para a edição de planos de informação vetoriais, e TerraPrint, que é o módulo de impressão. O Terra View é um programa compatível com os sistemas operacionais Windows 2000/NT/XP e Linux.

A visualização dos dados: a tela inicial está organizada em sete componentes: menu, árvore de banco de dados, árvore de vistas e temas, barra de mensagens, área de grade, área de desenho e barra de ferramentas. A Figura 3 abaixo demonstra a organização dos componentes na tela inicial.



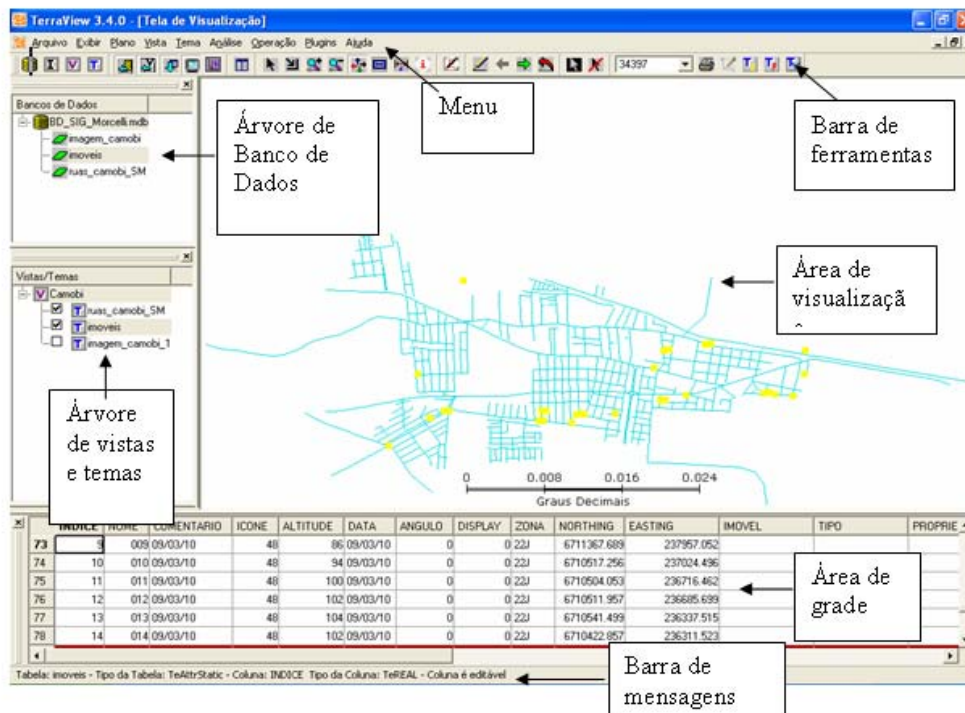


Figura 3 – Tela inicial do TerraView.

Os componentes da tela principal são descritos abaixo:

- Menu: funções de operação, análise, tema, vista, plano, exibir, arquivo e plugins.
- Árvore de banco de dados: mostra o nome do banco de dados no qual o programa está conectado ou o nome de um novo banco de dados criado e os respectivos planos de informações.
- Árvore de vistas e temas: visualiza os planos de informação que estão agrupados.
- Barra de mensagens: demonstra, através de coordenadas UTM e geográfica, a localização do cursor na tela.
- Área de grade: tabelas de dados com os registros.
- Área de desenho: área de visualização das representações gráficas.
- Barra de ferramentas: nessa barra estão as funções de visualização, medidor de distância, inibição ou exibição dos componentes, visualização de ajuste à área total dos dados visíveis, etc.

A primeira etapa a ser seguida para conseguir armazenar os dados no sistema TerraView é conectar ou criar o banco de dados, tendo como opção de banco de dados relacional o Access, SQL Server, Oracle, MySQL, PostgreSQL. Com o banco de dados criado, o próximo passo é importar arquivos para o programa. Com a ferramenta importar dados, pode-se inserir no programa os dados vetoriais. Estes dados devem estar nas extensões MID/MIF, *shapefile*, Tab/Geo ou BNA. Para a importação dos dados matriciais, a ferramenta utilizada é importar raster, a projeção que se encontram os dados vetoriais e matriciais se faz necessário para concluir a importação.

Uma das necessidades do usuário são as consultas espaciais dos dados. O TerraView permite dois tipos de consultas: uma está associada ao valor do atributo, e a outra está relacionada à espacialização. Para as consultas aos atributos, são utilizados os operadores (=, +, -, <, >, <=, >=, \*, /), existência e ausência (is not null, is null), semelhança (like) e conectores lógicos (and, or e not). A consulta relacionada à espacialização das geometrias é conseguida a partir da análise topológica dos dados. (INPE).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em três etapas. Na primeira etapa, foi realizada a vetorização da rede viária do bairro Camobi e a coleta dos pontos que representam os imóveis. Em um segundo momento, foi feita a inserção dos dados e a organização dos atributos das tabelas no TerraView. E, por último, foi implantado o sistema na imobiliária e realizado o treinamento do funcionário.

#### 3.1 Primeira Etapa

A digitalização da rede viária foi realizada no programa ArcGis 9.2, em uma escala 1:1000, sobre a imagem ortoretificada Ikonos, utilizando o modelo de dado *polyline* (linhas conectadas) na digitalização. Assim, cada nome de rua concebeu uma *polyline*. Para a conexão das *polylines*, utilizou-se a opção *snapping* na ferramenta *Editor* do ArcGis, possibilitando a conectividade entre as ruas. Os pontos foram coletados com um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo Etrex Vista e descarregados no TrackMaker, posteriormente salvos no formato shapefile. Devido à imprecisão do receptor GPS de navegação, referente ao método de posicionamento usado na obtenção da coordenada, foi necessário abrir a edição e mover os pontos para ficarem mais próximos aos imóveis. Os imóveis foram identificados cada um pelo número da coluna ID da tabela, obtendo um resultado final representado pela Figura 4 abaixo:

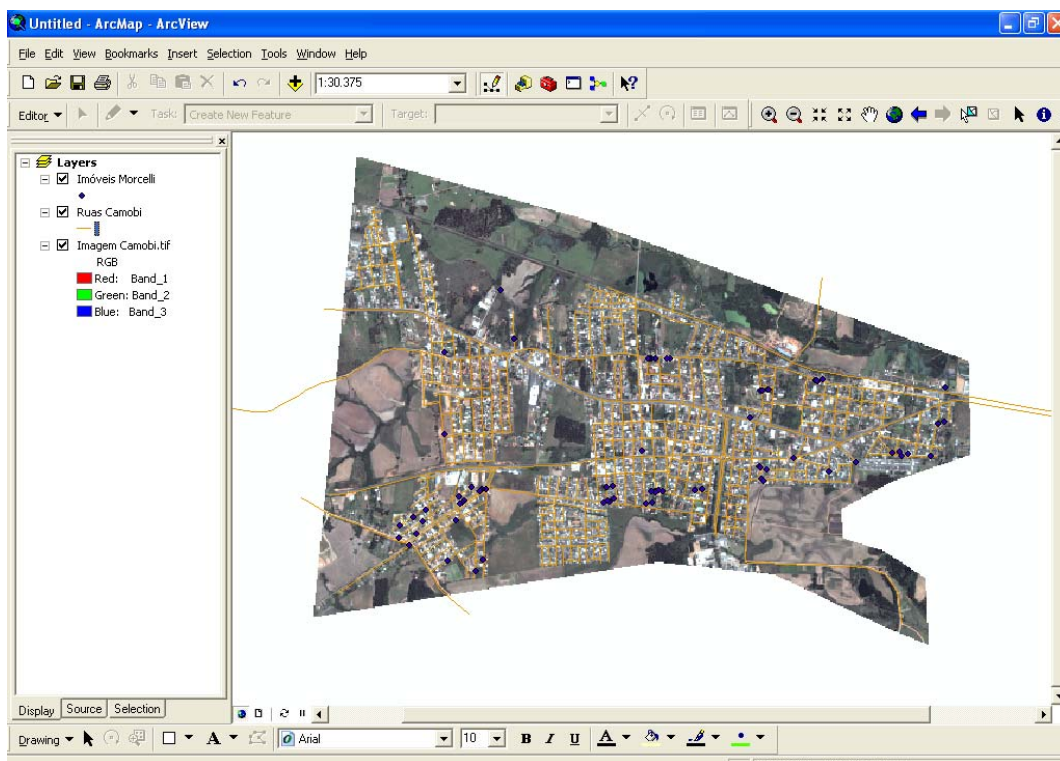


Figura 4 – Trabalho final da digitalização

#### 3.2 Segunda Etapa

Para a inserção dos dados no TerraView, foi criado um banco de dados para salvar os arquivos importados. Os vetores inseridos no programa foram os pontos dos imóveis, rede viária e a imagem orbital. Na necessidade de obter uma melhor manipulação dos dados geográficos, foram criadas duas vistas: uma com o nome de *Apresentação*, que contém os temas: imóveis, rede viária e a imagem orbital, que serão apresentados ao cliente; e a outra vista com o nome de *Gerenciamento*, que contém os temas, imóveis e rede viária, servindo no gerenciamento feito pelo corretor. A criação dos atributos nas tabelas da primeira vista foi pensada para que, no

momento da venda ou aluguel do imóvel, a tabela oferecesse todas as informações relevantes ao cliente. Assim, foram criados os campos: *Tipo* (casa ou apartamento), *Finalidade* (venda ou alugar), *N\_Rua* (nome da rua), *Dormit* (dormitórios), *Frente* ( comprimento da frente do terreno), etc. Para melhorar essa apresentação dos imóveis perante ao cliente, os imóveis foram fotografados em vários ângulos e as fotos conectadas aos pontos. Com essa apresentação, o cliente pode ver as cores dos imóveis e dos dormitórios, vistas das janelas e das frentes do imóveis, por exemplo.

Na segunda vista criada no programa, os atributos na tabela foram organizados de forma que o corretor possuísse informações que contemplassem o gerenciamento do imóvel. Essas informações estão relacionadas ao preço que o proprietário exige pelo aluguel ou venda do imóvel, o valor do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano), o nome do proprietário, a data que o imóvel foi alugado ou comprado e o nome do inquilino ou comprador. Com isso, o gerenciamento se torna mais rápido e organizado, pois as informações ficam armazenadas no mesmo local, e os atributos ficam organizados de acordo com a necessidade. O sistema final está ilustrado na Figura 5.

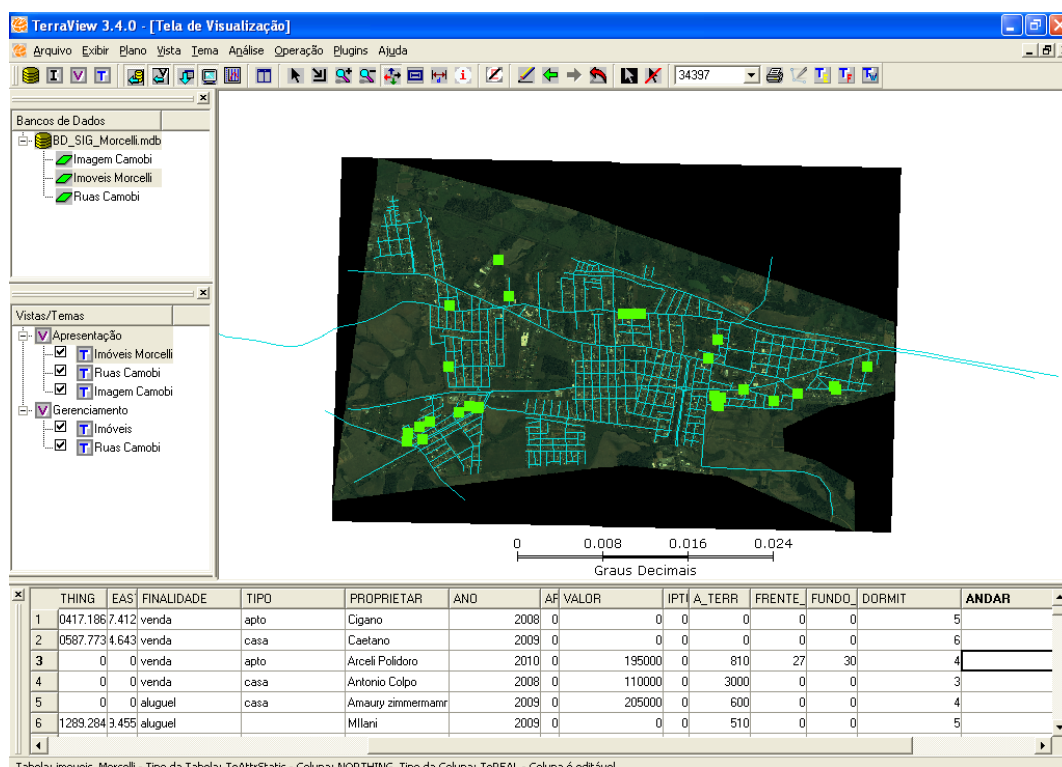


Figura 5 – Representação final do sistema.

### 3.3 Terceira Etapa

No treinamento dos corretores, ministrou-se noções básicas de banco de dados geográfico (SQL), cartografia (datum e sistema de coordenadas), GPS (navegação) e, posteriormente, a aplicação do TerraView. Em banco de dados geográfico, ensinou-se como proceder para a construção de consultas por atributo, como ilustra a Figura 6 abaixo. Em cartografia, explicou-se o sistema de coordenadas UTM, a importância de saber o datum, no qual se encontram os dados geográficos. Com o receptor GPS, fez-se uma atividade prática, concebendo a marcação de pontos e configuração do aparelho para a escolha do sistema de referência e sistema de coordenadas. No uso do programa, priorizou-se mostrar como se inserem as camadas com as ferramentas *importar vetor*, *importar pontos* e *importar raster*. Além disso, priorizou-se também como se modificam os dados das tabelas. Com isso, o corretor tornou-se hábil para alimentar o banco de dados geográfico e construir análises espaciais.

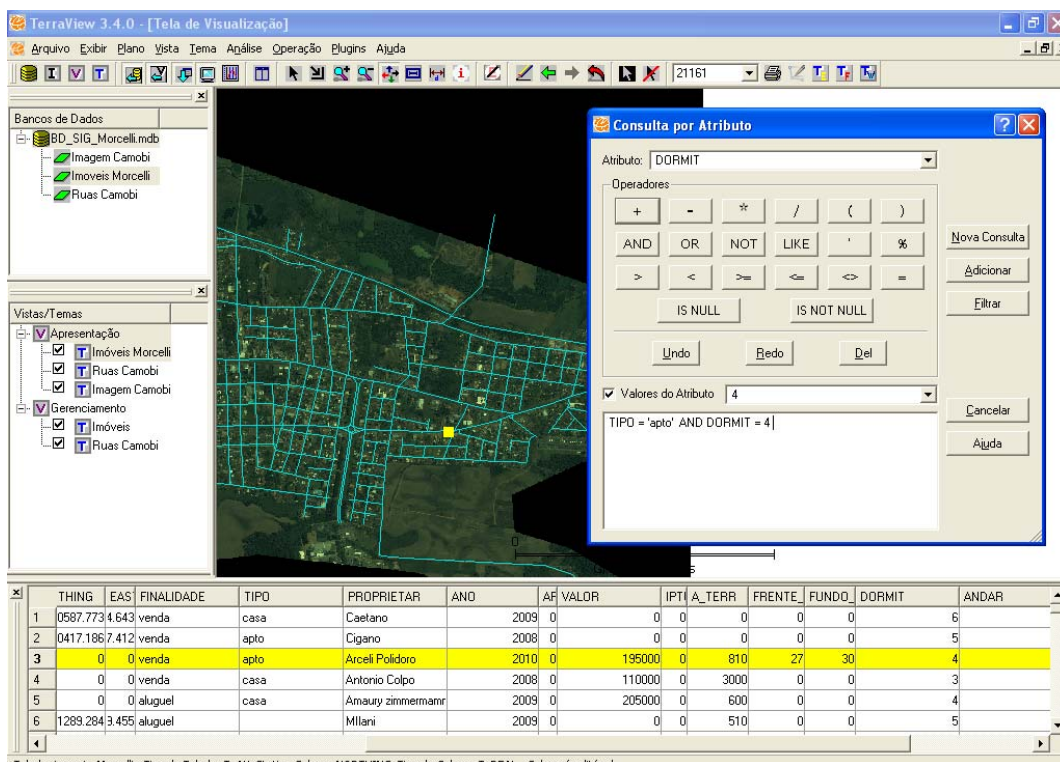


Figura 6: Demonstração de uma consulta por atributo.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o uso do aplicativo TerraView, a empresa obteve qualidade na apresentação do seu produto frente ao cliente e rapidez nas demonstrações das informações referente aos imóveis. Além disso, conseguiu uma melhor organização dessas informações, pois o banco de dados geográfico possibilitou o armazenamento dos dados descritivos e geográficos.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas de SIG, contidas no programa TerraView, demonstraram uma melhora na apresentação e gerenciamento dos imóveis da imobiliária. Isso foi possível com um custo baixo na sua elaboração, pois o programa está disponível gratuitamente na rede mundial de computadores.

#### BIBLIOGRAFIA

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. 2009, INPE – Instituto de Pesquisa Espaciais. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/dpi/teses/gilberto/>. Acesso em agosto, 2010.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1995. Ph.D., 1995.

INPE – DPI **O projeto TerraView**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terraview/>. Acesso em agosto, 2010.

KORTH, Henry F, Abraham Silberschatz. **Sistema de bancos de dados**. Tradução Maurício Heihachiro Galvan Abe. 2ª edição, São Paulo, Makron Books, 1995.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistema de Informações Geográficas**. 1ª edição, Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

OLIVEIRA, M. J. G. e MELO, R. M. **Implantação de um “Sistema de Informação Geográfica” (SIG) no Campus de Poços de Caldas COBRAC 2006** · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis, 2006

QUEIROZ, R. Gilberto e FERREIRA, R. Karine. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos** - GeoBrasil 2006, INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.[http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo\\_GeoBrasil2006.pdf](http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo_GeoBrasil2006.pdf). Acesso em agosto, 2010.

RUMBAUGH, J.; BLAHA, M.; PREMERLANI, W.; EDDY, F.; LORENSEN, W. **Object-Oriented Modeling and Design**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.





# **ANÁLISE DAS ÁREAS DE CONFLITO ENTRE DECLIVIDADE E USO DA TERRA NA MICROBACIA DO ARROIO DO VEADO COM RECURSOS DO GEOPROCESSAMENTO**

*Analysis of the areas of conflict between slope and use of land in micro Arroio of Veado with resources Geoprocessing*

Gabriela Dambros<sup>1</sup>  
Mariana Xavier de Oliveira<sup>2</sup>  
Roberto Cassol<sup>3</sup>  
Waterloo Pereira Filho<sup>4</sup>

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Departamento de Geociências

**Prédio 17 – Campus Universitário - Camobi**  
**CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil**

<sup>1</sup>[gabbydambros@yahoo.com.br](mailto:gabbydambros@yahoo.com.br); <sup>2</sup>[mxavieroliveira@gmail.com](mailto:mxavieroliveira@gmail.com); <sup>3</sup>[rtocassol@gmail.com](mailto:rtocassol@gmail.com);  
<sup>4</sup>[waterloopf@gmail.com](mailto:waterloopf@gmail.com)

## **RESUMO**

A ocupação desordenada do espaço leva a um uso da terra inadequado para certas inclinações do relevo. Assim, teve-se como objetivo geral analisar as áreas de conflito entre o uso da terra e a inclinação do relevo na microbacia do Arroio do Veado/RS com recursos do Geoprocessamento. Especificamente, buscou-se elaborar um mapa de declividade e um mapa de uso da terra da área em estudo; Avaliar informações obtidas a partir da análise dos dois mapas e; Analisar as áreas de conflito entre declividade e uso da terra. A inclinação do relevo foi classificada conforme a proposta de De Biasi (1992). Os dados e as informações que compuseram os mapas foram trabalhados no aplicativo Spring 4.3.3. O uso das técnicas de Geoprocessamento possibilitou a identificação de áreas de conflito nas classes de declividade de 30%-47% e acima de 47% na microbacia e também a caracterização dos aspectos ambientais, bem como, a ação antrópica, através do uso da terra. Com isso, pode-se analisar e correlacionar os diferentes agentes atuantes sobre a mesma.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Arroio do Veado, Áreas de conflito.

## **ABSTRACT**

The disorderly occupation of space leads to a use of land unsuitable for certain inclinations of relief. Thus, had as main objective to analyze the areas of conflict between land use and slope relief in the watershed of Arroio of Veado with resources Geoprocessing. Specifically, we sought to produce a slope map and a map of land use study area, evaluate the information derived from analysis of two maps; and analyze the areas of conflict between slope and land use. The slope of the terrain was classified according to the proposal of De Biasi (1992). The data and information that composed the maps were worked in Spring 4.3.3 application. The data and information that composed the maps were worked in Spring 4.3.3 application. The use of GIS techniques allowed the identification of areas of conflict in the classes of slope 30% -47% and above 47% in the watershed and also the characterization of environmental aspects as well as the human action, through the use of land . Thus, one can analyze and correlate the different agents acting on it.

Keywords: Geoprocessing, Arroio of Veado, Areas of conflict.

## **1. INTRODUÇÃO**

A Geografia tem por objetivo estudar a distribuição espacial dos fenômenos, bem como as relações do homem com o meio. Um dos temas centrais da ciência geográfica é a relação do

homem/natureza, sendo o homem moldado por sua dinâmica, ou sendo capaz de transformá-la. Desse modo, a análise espacial torna-se muito importante, pois através dela compreende-se as dinâmicas físicas e sociais do meio.

Desta forma, a problemática central da presente pesquisa, é a identificação das áreas de conflito, considerando a declividade e os diferentes tipos de uso da terra presentes na microbacia do Arroio do Veado com o uso de recursos do Geoprocessamento.

A microbacia do Arroio do Veado situa-se no município de Silveira Martins/RS. A área de estudo possui 4087.06 ha e está localizada entre as coordenadas geográficas 53° 34' e 53° 40' de longitude oeste e 29° 36' e 29° 42' de latitude sul. Geomorfológicamente, a área ocupa a zona de transição entre o Planalto Meridional Brasileiro e a Depressão Central do Rio Grande do Sul. A vegetação natural está associada a condições climáticas. O Arroio do Veado tem sua nascente localizada próximo ao ponto cotado de 489 metros, e lança suas águas no Arroio Grande que desemboca no Rio Vacacaí-Mirim, tributário do Rio Jacuí. (Becker, 1999).

A degradação ambiental e o mal uso de áreas vêm exigindo uma revisão da relação que o homem mantém com a natureza, que por muito tempo vem alterando-a e provocando assim desequilíbrios. Um instrumento que auxilia nesse processo são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), ferramentas de Geoprocessamento, que contribuem à Geografia por meio da espacialização dos fenômenos geográficos, permitindo a realização de análises ambientais, sociais e físicas de uma determinada área.

Assim, teve-se como objetivo geral analisar as áreas de conflito entre o uso da terra e a inclinação do relevo na microbacia do Arroio do Veado/RS com recursos do Geoprocessamento. Especificamente, buscou-se elaborar um mapa de declividade e um mapa de uso da terra da área em estudo; Avaliar informações obtidas a partir da análise dos dois mapas e; Analisar as áreas de conflito entre declividade e uso da terra.

Para tanto, fez-se necessário a busca pelo entendimento de alguns conceitos como Geoprocessamento, SIG e Sensoriamento Remoto. Nesta perspectiva, a Geografia é a ciência que estuda a organização do espaço e por muitas décadas vem sofrendo modificações tanto em suas questões teórico como metodológicas (Bezzi, 2007).

A introdução da informática no meio acadêmico veio a aprimorar técnicas e agilizar procedimentos que antes desprendiam muito tempo quando realizados de modo manual e a Geografia foi a ciência que mais se beneficiou dessa evolução tecnológica, principalmente no que se refere ao campo das representações cartográficas.

As novas tecnologias aplicadas a Geografia, principalmente no que se refere ao georreferenciamento de banco de dados, vem evoluindo de forma rápida, possibilitando assim um estudo de caso cada vez mais detalhado. Isso permite que análises de cunho ambiental tenham destaque dentro da ciência geográfica. Surge assim o Geoprocessamento, que segundo Assad; Sano (1998, p. 3)

O termo Geoprocessamento denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas [...] os instrumentos computacionais do geoprocessamento, chamados de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), permitem a realização de análises complexas ao integrar os bancos de dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Os SIG's tornam possíveis ainda a automatização da produção de documentos cartográficos.

Os SIG's pertencem a um ambiente tecnológico, este denominado de Geoprocessamento, cuja colaboração envolve coleta e tratamento de informações, desenvolvendo assim novos sistemas de informações, ou seja, o Geoprocessamento consiste no processo de manuseio dos SIG's, para o desenvolvimento de dados localizados espacialmente, ou seja, georreferenciados, produzindo desta forma materiais cartográficos devidamente localizados na matriz espacial.



O Sensoriamento Remoto vem juntamente com essa tecnologia inovar nos processos de georreferenciamento de imagens de satélite, possibilitando assim que se possa analisar na imagem o dado obtido pela carta topográfica, ou então visualizar dados adquiridos por ela. Segundo Rocha (2000, p.115)

A evolução do Sensoriamento Remoto através de sensores mais potentes, proporcionando imagens com resolução cada vez melhores, associadas a técnicas de extração de informação oriundas do processamento de imagens, ampliou a sua aplicabilidade a de diversas áreas do conhecimento: Levantamento de Recursos Ambientais, Análise Ambiental, Geologia [...]

Com uma gama maior de alternativas que permitam cruzamento de mapas e também a confecção de documentos que apontem áreas de conflito é possível que haja uma melhor visualização espacial dos fenômenos e com isso uma análise ambiental mais pontual.

Nesse sentido, o Sensoriamento Remoto, permite a aquisição de dados de forma global, confiável, sendo estes dados de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação de uma dada região (Rosa, 2003).

Sendo assim, as áreas que são mapeadas ficam com importantes documentos referentes à suas áreas de risco, ou áreas de preservação ambiental, tudo isso decorrente de trabalhos feitos com técnicas de Geoprocessamento, e Sensoriamento Remoto.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado na execução do trabalho relacionou-se à Carta Topográfica de Camobi, folha SH.22-V-C-IV-2, escala 1:50.000, elaborada pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) de 1979 e a imagem de satélite Landsat 5 TM de 17 de novembro de 2009, disponibilizada pela DPI (Divisão de Processamento de Imagens) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Os dados e as informações que compuseram os mapas foram trabalhados no aplicativo Spring 4.3.3.

A partir da conversão da Carta Topográfica de Camobi do meio analógico para o digital, realizou-se o georreferenciamento da área. Após essa etapa foram criados Planos de Informação (PI's) referentes à delimitação da área da microbacia, obedecendo seus divisores de água até a sua foz, às curvas de nível, drenagem, as estradas, de acordo com a carta.

Com a base cartográfica passou-se a elaboração do Mapa de Declividade com as curvas de nível e pontos cotados da microbacia já digitalizados, por meio do modelo de dados MNT (Modelo Numérico do Terreno), gerou-se as grades triangular e regular para assim, elaborar o Mapa de Declividade (Clinográfico). Então, no fatiamento, atribui-se os valores das classes de declividade, de acordo com De Biasi (1992), de 0 – 5%, correspondente às áreas sem problemas de ocorrência de erosão e o limite máximo de industrialização; entre 5 – 12%, correspondendo ao limite máximo para emprego de mecanização na agricultura e construção civil sem a necessidade de cortes ou aterros; as declividades entre 12 – 30% representando o limite máximo para urbanização e por apresentar maior inclinação do relevo, dificulta as práticas agrícolas, sendo possível a prática de culturas permanentes (reflorestamento); entre 30 – 47%, as encostas de morro constituindo-se em limite para corte raso da vegetação e superior a 47% em que não é permitida a retirada da vegetação, exceto em regime de utilização racional, pois são áreas de preservação permanente, de acordo com a Legislação Ambiental.

O Mapa de Uso da Terra é elaborado com o objetivo de reconhecer a utilização da terra no local analisado. Para sua elaboração utilizou-se a imagem do Satélite Landsat 5 TM (bandas 3,4,5), referente ao dia 17 de novembro de 2009. Em seguida, foram gerados Planos de Informações temáticos: florestas, agricultura, área urbana, campos, corpos hídricos (cursos d'água e açudes), associados a cores diferentes na imagem, água-azul escuro, floresta-verde

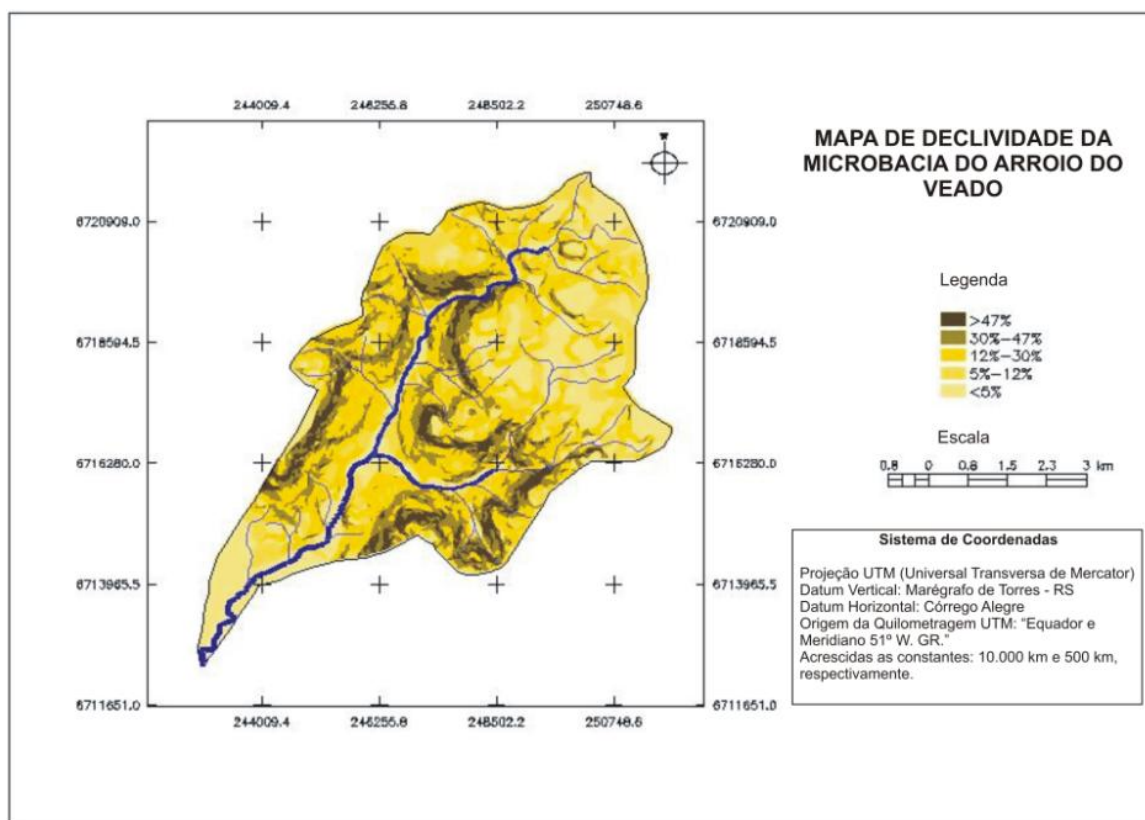
escuro, campo-ouro, área urbana-vermelho, agricultura-laranja escuro. Para a classificação da imagem, associaram-se as bandas 543 a RGB, aplicou-se o contraste e adquiriram-se amostras relacionadas a cada Plano de Informação.

Posteriormente realizou-se cruzamentos entre os mapas de declividade e uso da terra por meio de análise na linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico), a fim de destacar possíveis áreas de conflito. Elaborou-se 5 mapas, cruzando as classes de declividade com o respectivo uso da terra.

Finalmente, a edição final dos mapas foi realizada no aplicativo Scarta 4.3.3.

### 3. RESULTADOS

Através do mapa de declividade (**MAPA 1**) é possível analisar morfologia do relevo no que tange às inclinações das vertentes. Em uma bacia hidrográfica, possibilita a determinação de um planejamento referente ao uso correto da terra.



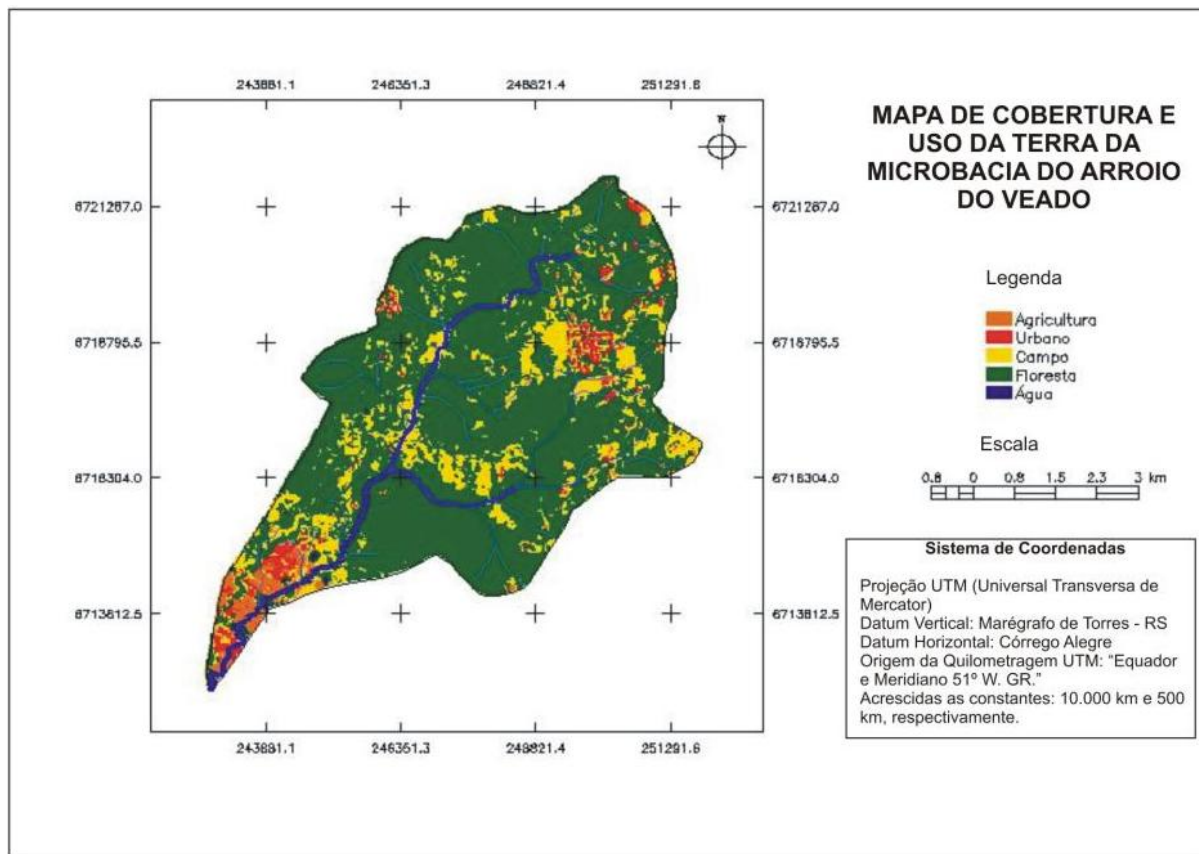
Mapa 1 – Mapa de declividade da microbacia do Arroio do Veado.  
Org: Dambrós, G.; Oliveira, M. X. de, Cassol, R. 2010.

Desse modo no mapa da microbacia do Arroio do Veado, as declividades de 12%-30% abrangem a maior parte da área, os declives menores que 5% abrangem também uma parcela significativa, ocupando a planície de aluvião formada ao longo do arroio (**TABELA 1**).

Com o mapa do Uso da Terra (**MAPA 2**) buscou-se o conhecimento da forma como o espaço está sendo ocupado e transformado pelo homem, além da caracterização de vegetações que revestem o solo. Através deste pode-se obter cinco diferentes usos (**TABELA 2**).

**Tab. 1** – Classes de declividade conforme DE BIASI (1992)

Classes de declividade	Área (ha)	(%)
0-5%	1079,12	26,40
5%-12%	687,85	16,83
12%-30%	1348,60	33,00
30%-47%	679	16,61
>47%	292,47	7,16



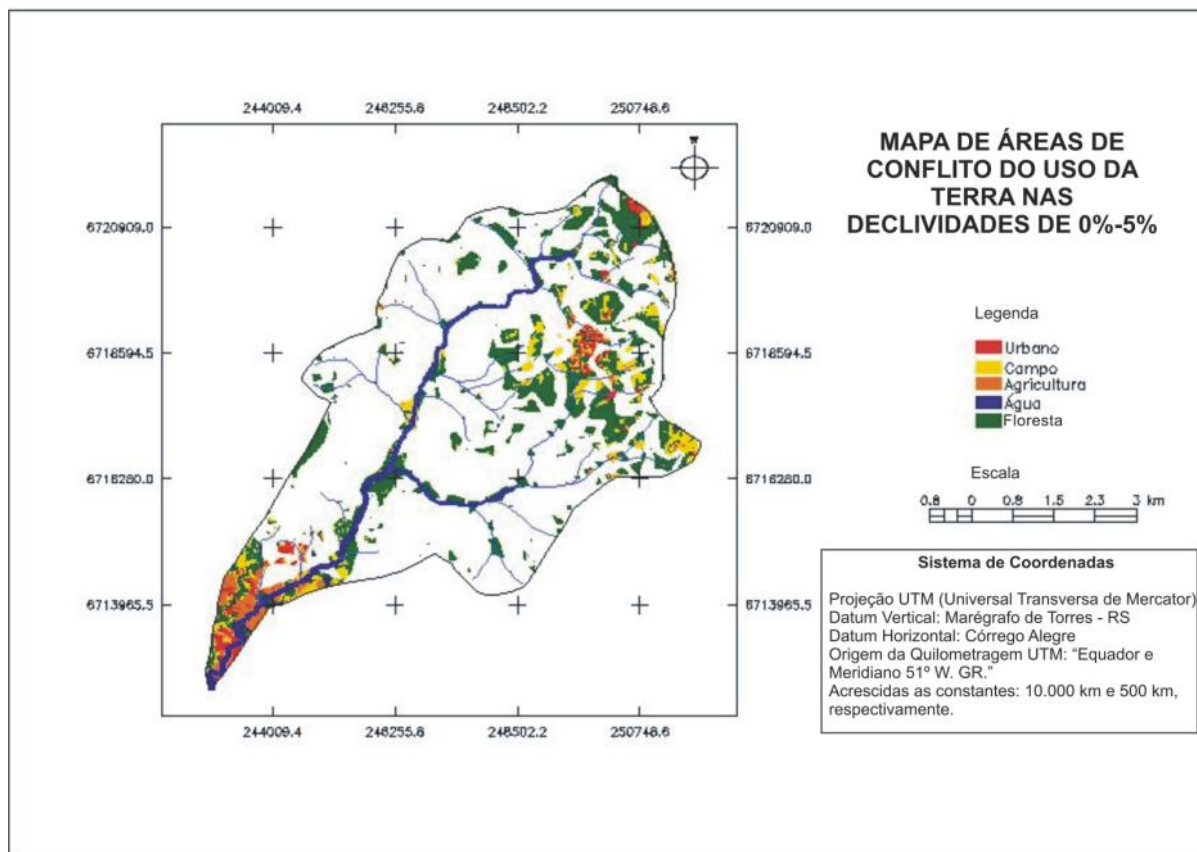
Mapa 2 – Mapa de cobertura e uso da terra da microbacia do Arroio do Veado.  
Org: Dambrós, G.; Oliveira, M. X. de, Cassol, R. 2010.

**Tab.2** - Classes de uso da terra

Classes de uso da terra	Área (ha)	(%)
Floresta	3177,91	77,76
Água	9,85	0,24
Campo	657,10	16,08
Área urbana	127,64	3,12
Agricultura	114,56	2,80

Verifica-se assim, uma predominância de florestas (3177,91 ha) sendo que nesta categoria, estão abrangidos todos os tipos de vegetação arbórea. Essa predominância pode ocorrer em virtude da inclinação do relevo só permitir agricultura, principalmente a mecanizada, em pequenas faixas.

Nas áreas menores de 5% o uso da terra não apresenta conflitos (MAPA 3) e percebe-se a presença da agricultura na planície de inundação (várzea) do Arroio do Veado. As classes de uso da terra e da área (ha) ocupada por estes pode ser visualizada na Tabela 3.

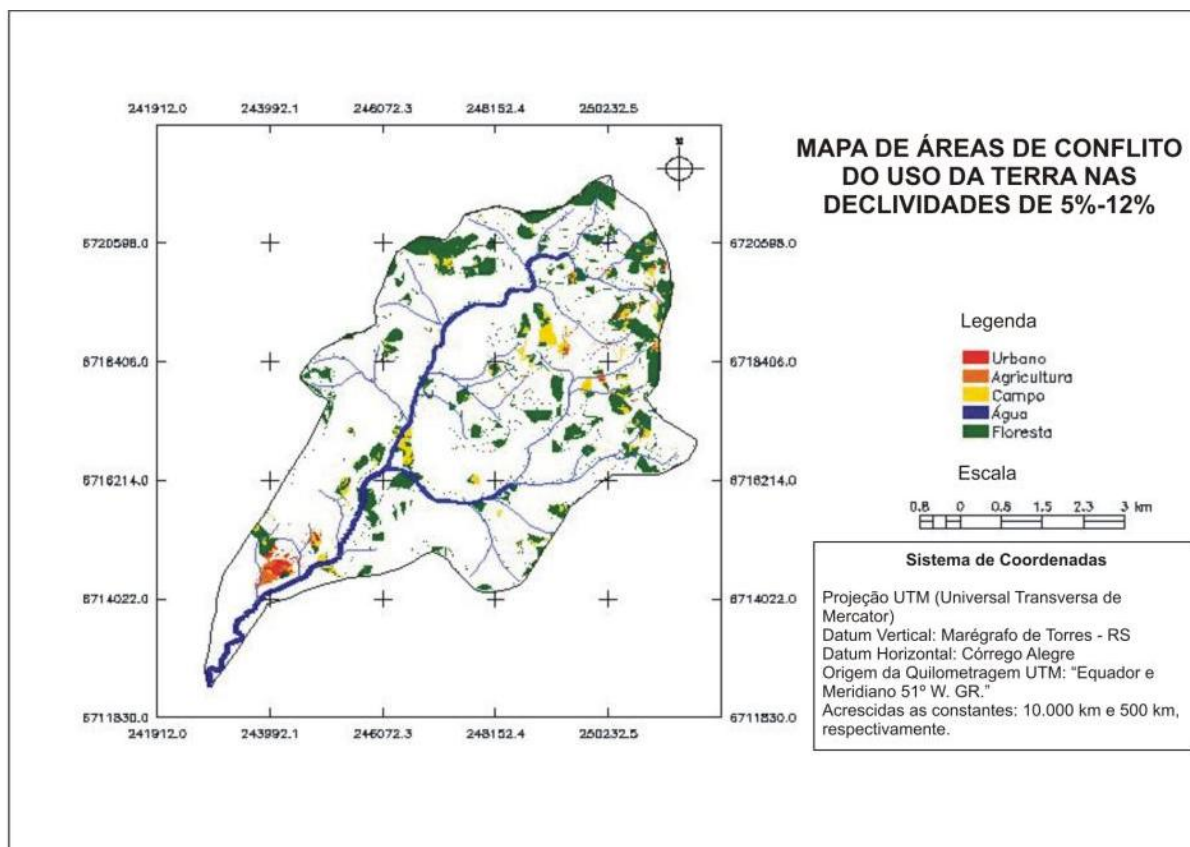


Mapa 3 – Mapa de área de conflito do uso da terra nas declividades de 0%-5%.  
Org: Dambrós, G.; Oliveira, M. X. de, Cassol, R. 2010.

**Tab. 3** - Classes de uso da terra nas declividades de 0-5%

Classes de uso da terra nas declividades de 0-5%	Área (ha)	(%)
Floresta	701,38	77,07
Campo	216,70	5,13
Água	7,42	0,82
Área urbana	70,57	7,75
Agricultura	83,98	9,23

De acordo com De Biasi (1992) os declives até 12% determinam o limite máximo para a agricultura mecanizada. Através do Mapa de Áreas de Conflito do Uso da Terra nas Declividades de 5%-12% (**MAPA 4**) ainda encontra-se agricultura e campo, contudo a floresta já aparece de forma muito significativa ocupando 77,15% da área (**TABELA 4**).

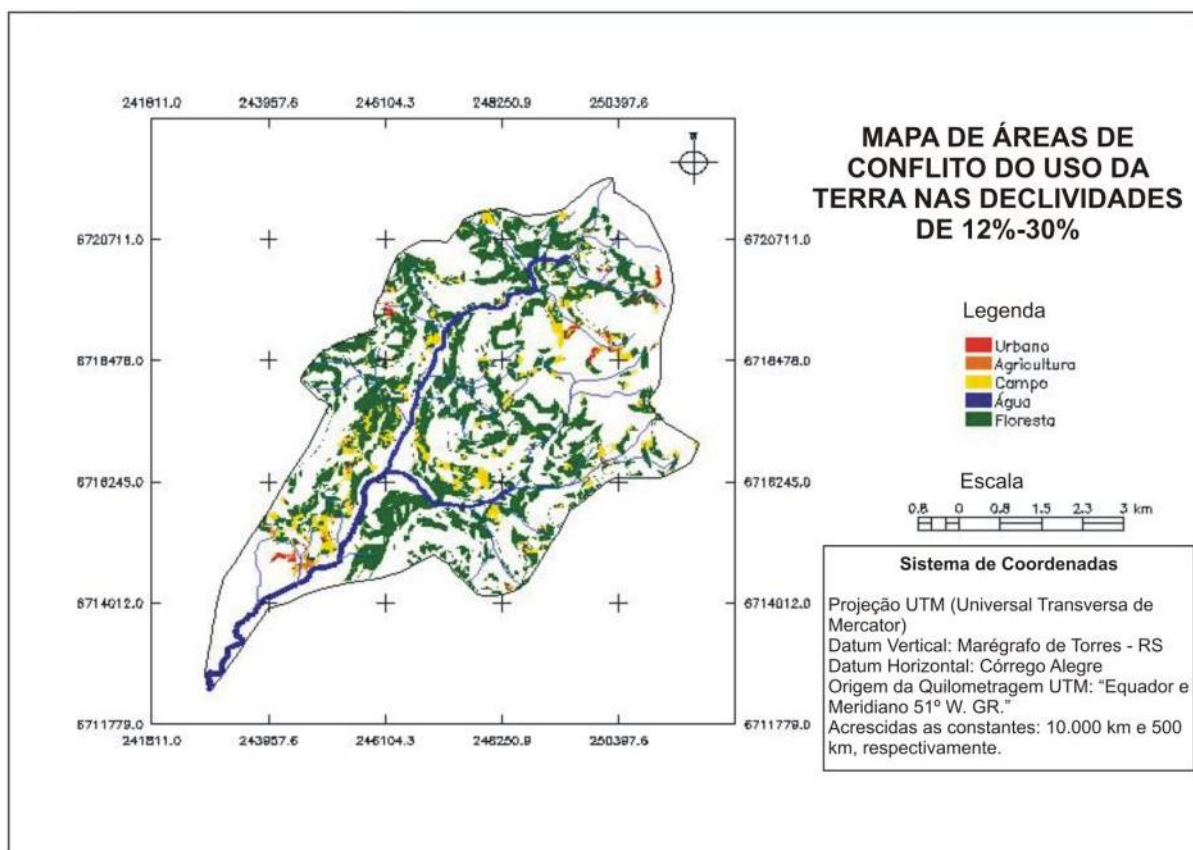


Mapa 4 – Mapa de área de conflito do uso da terra nas declividades de 5%-12%.  
 Org: Dambrós, G.; Oliveira, M. X. de, Cassol, R. 2010.

**Tab. 4 - Classes de uso da terra nas declividades de 5%-12%**

Classes de uso da terra nas declividades de 5%-12%	Área (ha)	(%)
Floresta	529,11	77,15
Campo	117,73	17,17
Água	0,87	0,13
Área urbana	22,72	3,31
Agricultura	15,36	2,24

A Lei Federal 6766/79 (Lei Lehmann) que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano define a faixa de 12%-30% como limite máximo para a urbanização (DE BIASI, 1992). No **MAPA 5** evidencia-se área urbana e o predomínio de florestas, contudo a agricultura ainda se faz presente nessas áreas que são desaconselháveis para esta prática (**TABELA 5**).

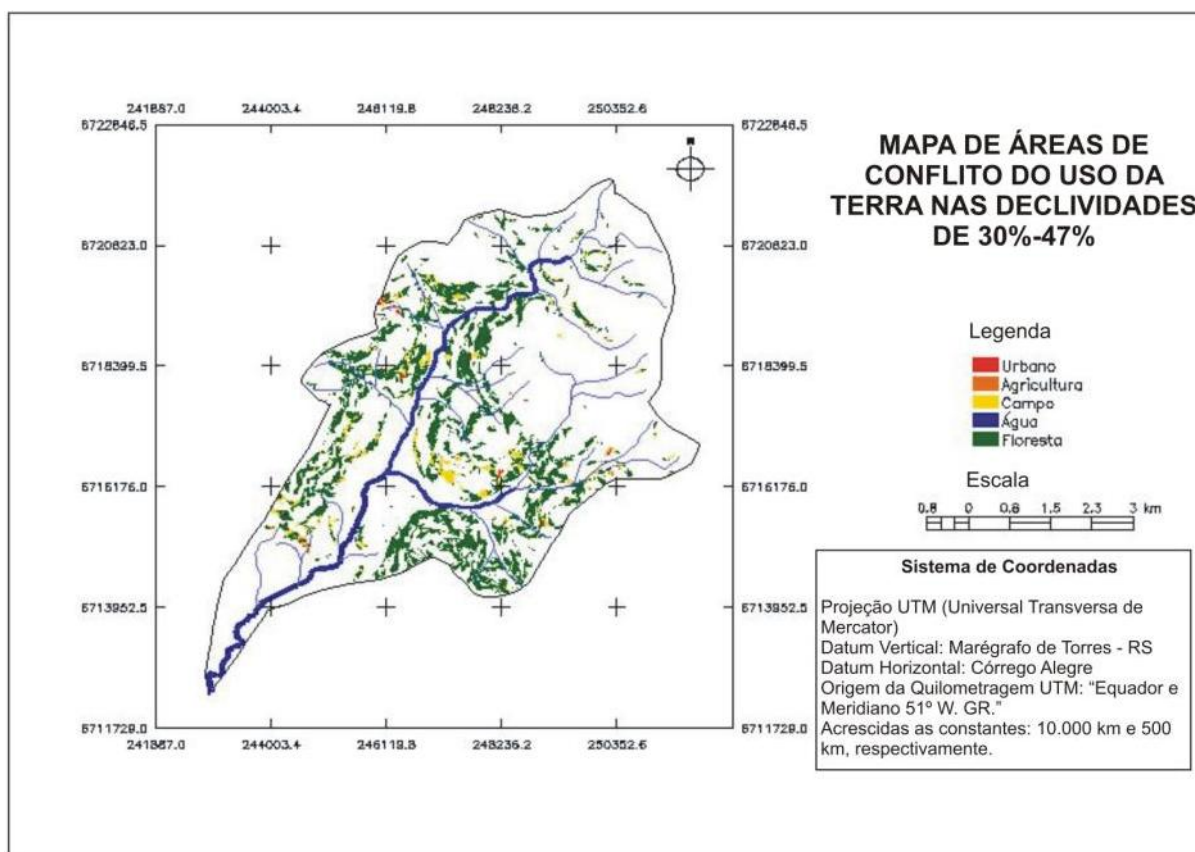


Mapa 5 – Mapa de área de conflito do uso da terra nas declividades de 12%-30%.  
Org: Dambrós, G.; Oliveira, M. X. de, Cassol, R. 2010.

**Tab. 5** - Classes de uso da terra nas declividades de 12%-30%

Classes de uso da terra nas declividades de 12%-30%	Área (ha)	(%)
Floresta	1105,88	81,96
Campo	206,55	15,31
Água	0,81	0,06
Área urbana	24,76	1,84
Agricultura	10,92	0,81



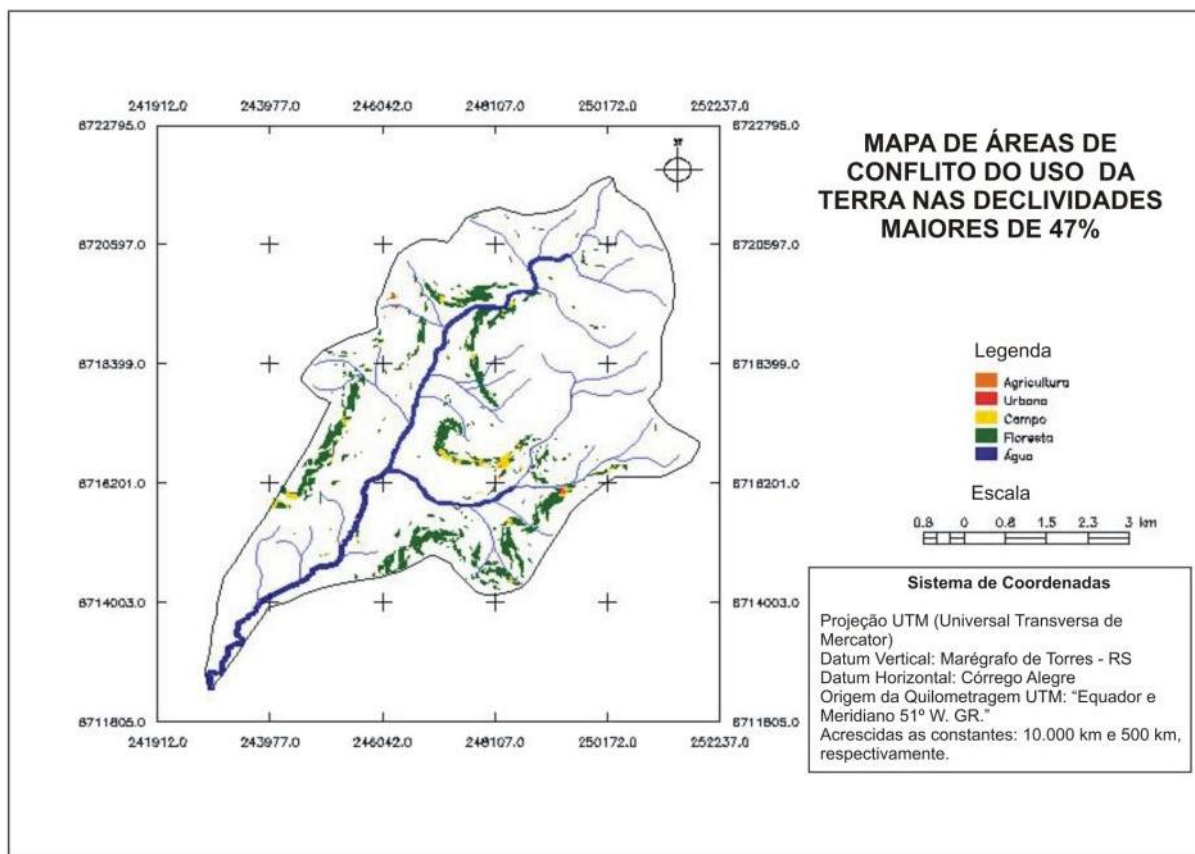


Mapa 6 – Mapa de área de conflito do uso da terra nas declividades de 30%-47%.  
Org: Dambrós, G.; Oliveira, M. X. de, Cassol, R. 2010.

Nas áreas com declives entre 30% e 47%, pode-se visualizar 90,94 ha sem a cobertura de florestas (**TABELA 6**). Nestes locais aparece a predominância de campos e há presença de prática agrícola mesmo que em pequenas porções, todavia, esta prática em áreas com esta declividade é desaconselhável, devido ao risco que representa.

**Tab. 6** - Classes de uso da terra nas declividades de 30%-47%

Classes de uso da terra nas declividades de 30%-47%	Área (ha)	(%)
Floresta	588,40	88,61
Campo	80,96	15,31
Água	0,43	0,06
Área urbana	7,31	1,84
agricultura	2,24	0,81



Mapa 7 – Mapa de área de conflito do uso da terra nas declividades maiores de 47%.  
Org: Dambrós, G.; Oliveira, M. X. de, Cassol, R. 2010.

As áreas com declividades acima de 47% são protegidas pela legislação, segundo a Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 Art. 2º “Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas: [...] e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha maior de declive”. No quadro a seguir pode-se visualizar que mesmo em área protegida por lei, encontra-se, na área em estudo, agricultura e área urbana e campo mostrando que existem áreas de conflito entre uso da terra e declividade acima de 47% e que estas, encontram-se em desacordo com a legislação.

**Tab. 7 - Classes de uso da terra nas declividades maiores de 47%**

Classes de uso da terra nas declividades maiores de 47%	Área (ha)	(%)
Floresta	254,81	87
Campo	35,04	11,96
Água	0,18	0,06
Área urbana	2,34	0,80
Agricultura	0,53	0,18

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o uso das técnicas de Geoprocessamento é possível determinar as evoluções espaço-temporais dos fatos geográficos e as relações entre os diferentes fenômenos. Assim, ele torna-se um importante instrumento para a Geografia, pois auxilia na compreensão das dinâmicas sociais e naturais que atuam no espaço, permitindo ao geógrafo a representação dos fenômenos e a realização de uma interpretação crítica da realidade dos lugares.



Portanto, a análise da microbacia do Arroio do Veado, por meio de sua espacialização com o auxílio do aplicativo Spring 4.3.3, possibilitou a caracterização de seus aspectos ambientais, como relevo, hidrografia, bem como, a atuação antrópica, através do uso da terra. Com isso, pode-se analisar e correlacionar os diferentes agentes atuantes sobre a mesma.

A elaboração dos mapas de uso da terra, declividade e os resultantes dos cruzamentos entre eles permitiram uma representação da realidade espacial da microbacia do Arroio do Veado.

Os resultados dos cruzamentos foram mostrados através de mapas de áreas de conflito, que evidenciaram que a área em estudo apresenta de uma forma geral um uso da terra de acordo com suas potencialidades.

Nos declives de 30%-47% aparecem a predominância de campos e há presença de prática agrícola mesmo que em pequenas porções, todavia, há cobertura vegetal permanente em sua maioria.

As classes de declividade maiores de 47% apresentam cobertura florestal, contudo, existem aproximadamente 38.09ha sendo utilizados de maneira inadequada, ou seja, nas áreas que deveriam estar protegidas com florestas e que estão sendo usadas para agricultura e área urbana, o que pode proporcionar problemas ao ambiente na microbacia do Arroio do Veado.

Desta forma, áreas de conflito mapeadas ficam como importantes documentos que podem ser usados no planejamento das áreas de preservação ambiental conforme a declividade. Tais documentos só tornaram-se possíveis devido a utilização das técnicas de Geoprocessamento aliadas ao Sensoriamento Remoto.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. **Sistema de informações geográficas: aplicação na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1998.

BECKER, Elsbeth Leia Spode. **O estudo da paisagem na microbacia do Arroio do Veado através do sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica**. 1999. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.

BEZZI, Meri Lourdes; MARAFON, Gláucio José. **Historiografia da ciência geográfica**. Santa Maria: s/e, 2007.

DE BIASI, Mario. A Carta Clinográfica. Os Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45-60. 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Código florestal**. Lei Nº 4.771 – de 15 de setembro de 1965.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5. ed. Uberlândia: Ed. da UFU, 2003.



## **ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA, RS**

*Temporal analysis of land use and land use change at the Campos de Cima da  
Serra region, Rio Grande do Sul state*

Eduardo Vélez<sup>2</sup>  
Tatiana Mora Kuplich<sup>1</sup>  
Bruno Depra<sup>3</sup>  
Aline Trentin<sup>1</sup>  
Andreise Moreira<sup>1</sup>  
Rosana Corazza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/INPE

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Prédio do INPE – Laboratório de Sensoriamento Remoto da Vegetação – Campus Universitário  
– Camobi, CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil

tmk@dsr.inpe.br; velezedu@portoweb.com.br; bruno\_depra@hotmail.com;  
abtrentin@yahoo.com.br; andreisemoreira@yahoo.com.br; corazza\_ro@yahoo.com.br

### **RESUMO**

A região dos Campos de Cima da Serra caracteriza-se pela presença de grandes extensões de campos alternados com floresta de araucária formando mosaicos naturais. Situa-se a nordeste do Rio Grande do Sul, no Planalto Sul-Brasileiro e integra o Bioma Mata Atlântica. Este trabalho teve como objetivo identificar e quantificar os principais tipos de usos e cobertura da terra nessa região com a utilização de dados de sensoriamento remoto. Foram utilizadas imagens do sensor TM do satélite Landsat (bandas 3 (R), 4 (B) e 5 (G)) dos anos de 1984 e 2008. A partir delas fez-se a classificação supervisionada por máxima verossimilhança no sistema Spring 4.3.3. Os resultados demonstraram o predomínio de áreas de campo. No entanto houve uma redução dramática nas áreas de campos no período avaliado, de 81,53% para 47,37%, substituídos pela agricultura e silvicultura. O sensoriamento remoto permite a obtenção de informações rápidas e confiáveis para o monitoramento da vegetação. A continuidade deste estudo tem como meta produzir informação para a gestão sustentável e a definição de estratégias de conservação para os Campos de Cima da Serra.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Uso da terra, Campos de cima da serra.

### **ABSTRACT**

The Campos de Cima da Serra region is characterized by grasslands in a mosaic with Araucaria forest patches. It is located in northeastern Rio Grande do Sul in South Brazilian Plateau and part of the Atlantic Forest biome. The overall objective of the study was to identify and quantify the major types of land use and land cover in the region with the use of remote sensing data. For that, Landsat 5 Thematic Mapper (bands TM3, TM4 and TM5) images for 1984 and 2008 were acquired and classified with supervised Maximum Likelihood algorithm. The results demonstrated the predominance of grassland areas, although many areas were converted to crops and reforestation. Remote sensing data in a classification approach were effective for mapping land use and land use change, denoting its adequacy for vegetation cover monitoring. Further work are in progress, aiming at providing information for helping to design sustainable management and conservation strategies for the Campos de Cima da Serra.

Keywords: Geoprocessing, Land use, Campos de Cima da Serra.

## 1. INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul concentra aproximadamente 75% da vegetação campestre da região sul do Brasil (OVERBECK et al., 2007). Esta fisionomia vegetal regional recebe a denominação de Campos Sulinos e integra dois biomas distintos: a Mata Atlântica e o Pampa. Os campos do bioma Mata Atlântica situam-se sobre o Planalto Sul-Brasileiro formando mosaicos com a Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) que ocorrem ao norte do estado do Rio Grande do Sul, no estado de Santa Catarina e no Paraná. Os campos do bioma Pampa ocorrem na Depressão Central Gaúcha, Planalto Sul-Riograndense, Planalto da Campanha e Planalto das Missões e mantêm semelhança com os pampas do Uruguai e da Argentina (BEHLING et al., 2009).

Apesar da aparente uniformidade, os campos sulinos possuem grande biodiversidade e espécies vegetais de valor forrageiro, sendo a base da produção pecuária. A estimativa da diversidade florística campestre (gramíneas, compostas, leguminosas, ciperáceas, etc.) é de 2.200 espécies (BOLDRINI, 2009). Os fatores que determinam a atual fisionomia dos campos e a distribuição florística e espacial das diferentes comunidades campestres ainda não são suficientemente conhecidos (OVERBECK et al., 2007). A manutenção de um determinado regime de distúrbios como o pastoreio e o fogo, parecem ser essenciais para a manutenção da diversidade florística e fisionômica dos campos (QUADROS & PILLAR, 2002).

Nos últimos anos os campos têm sofrido um incremento na redução da sua área original por conta da agricultura e, mais recentemente, da silvicultura com espécies exóticas. Este processo tem consequências negativas para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos a ela associados, como ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono, polinização, entre outros. Cabe destacar que muitas espécies da flora e da fauna encontram-se ameaçadas de extinção por conta da redução das áreas de campo (BOLDRINI, 2009; BENCKE, 2009).

A realização de diagnósticos sobre as áreas naturais remanescentes e sobre os usos antrópicos que são os agentes causadores da perda de hábitat são de grande relevância para o planejamento ambiental e para definir estratégias de conservação. A avaliação do uso e cobertura da terra e as suas variações numa determinada escala de tempo, permite identificar e quantificar quais são os diferentes tipos de uso, avaliar o grau de degradação e identificar a distribuição espacial das áreas naturais remanescentes. Além disso, é de grande relevância na realização de zoneamentos ambientais, na elaboração de prognósticos e na construção de indicadores ambientais. Também, auxilia na avaliação da capacidade de suporte ambiental, diante dos diferentes manejos empregados na produção, servindo como subsídio para a proposição de alternativas promotoras do desenvolvimento sustentável (IBGE, 2006).

Uma ferramenta fundamental neste tipo de avaliação é a análise e classificação de imagens geradas por sistemas sensores. A visão de conjunto e a multitemporalidade das imagens de satélite permite o acompanhamento das transformações do espaço ao longo do tempo, de forma rápida e confiável. Através da interpretação das imagens é possível elaborar diversos tipos de mapas temáticos, em especial, os de uso e cobertura da terra. Este produto cartográfico, resultado da análise integrada das variáveis hipsometria, declividade, orientação de vertentes, solos, pluviometria, hidrografia e outros, torna-se uma poderosa fonte de informação para a gestão territorial.

Na produção dos mapas temáticos de uso e cobertura considera-se mais adequado empregar o termo “terra” ao invés de “solo” por ser o primeiro mais abrangente. Segundo a FAO (1976) o conceito de “terra” compreende o ambiente físico, clima, relevo, solo, vegetação e hidrologia que, juntamente com a atividade humana acumulada do passado e do presente, influenciam o seu potencial de uso. Segundo LEPSCH (2002), o conceito de uso do “solo” pode ser considerado como “[...] *sinônimo de qualquer parte da superfície da Terra e mesmo de outros planetas*”, analisado e entendido de variadas formas, de acordo com a sua utilização e especificidade de estudo. Na maior parte das vezes, sendo utilizado no “[...] *desenvolvimento da*

*produção de alimentos, por ser esta uma das principais funções do solo*”. Assim, o termo terra engloba, além, do solo “[...] outros atributos como relevo, clima, vegetação, localização, cuja utilização do espaço pelas atividades agrícolas, por exemplo, dependem também de condições de infra-estrutura social e econômica”.

Observa-se, assim, que estudos de uso e ocupação da terra envolvem fundamentalmente o ambiente natural, incluindo a caracterização da vegetação, sua distribuição e dinâmica, e o ambiente antropizado nas suas diferentes manifestações.

O objetivo deste trabalho consiste em avaliar o uso e cobertura da terra, com auxílio de imagens de satélite, na região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul e sua dinâmica temporal num intervalo que compreende os anos de 1984 e 2008.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo avaliada situa-se na região dos Campos de Cima da Serra, no nordeste do Rio Grande do Sul, sobre o Planalto Sul-Brasileiro. BOLDRINI (1997) considera que os campos nessa região constituem “encraves” no domínio da floresta com *Araucaria angustifolia*, com dominância de espécies cespitosas eretas e de ciclo estival e muitas espécies hibernais endêmicas e/ou raras.

A área considerada neste estudo compreende um total de 11.960,34 Km<sup>2</sup>, delimitada pelas coordenadas geográficas 28°00’ e 29°26’ S e 49°54’ e 51°28’O (**Fig. 1.**)

Para a realização da classificação do uso da terra utilizou-se imagens do satélite Landsat/Thematic Mapper (TM), bandas 3, 4 e 5, para os anos de 1984 e 2008, processadas por meio do sistema Spring 4.3.3. A seleção das datas citadas considerou um intervalo de tempo suficiente para detectar mudanças na paisagem.

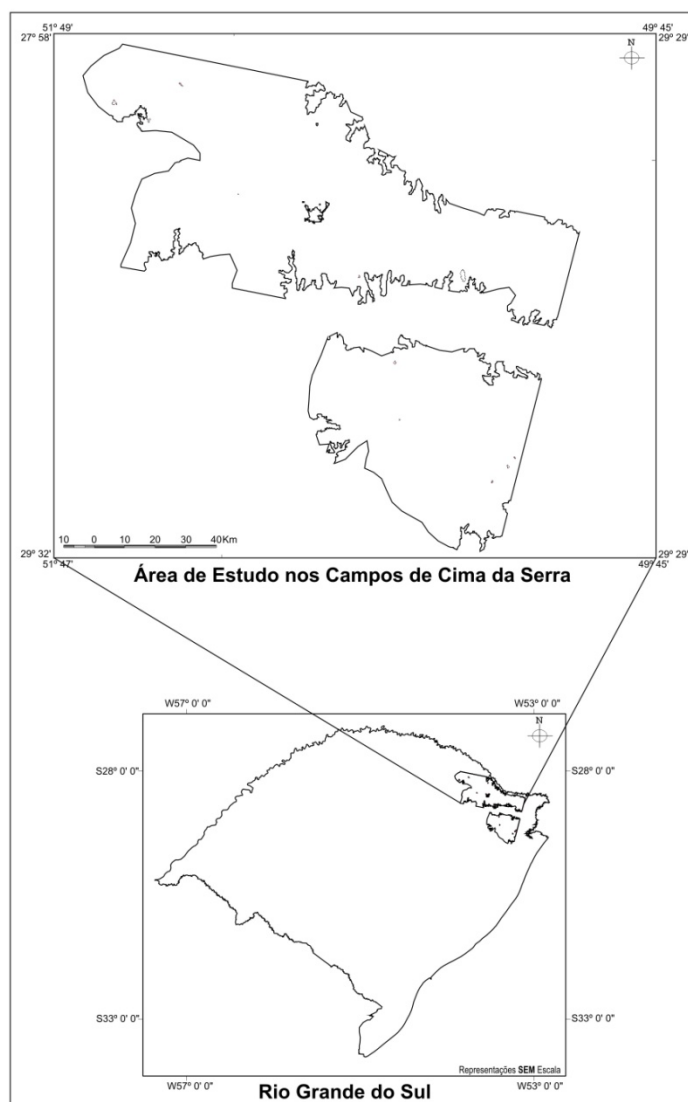
A primeira fase do processamento digital das imagens envolveu a correção geométrica das imagens Landsat TM utilizando como referência o mosaico GeoCover Landsat de 2000 fornecido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Para este georreferenciamento definiu-se como pontos de referência as confluências da rede de drenagem e da rede viária.

As imagens foram adquiridas junto ao catálogo de imagens disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e encontram-se praticamente sem cobertura de nuvens. A composição colorida falsa-cor 3 (R), 4 (B) e 5 (G) permitiu discriminar de maneira clara os limites entre as classes, facilitando a classificação.

A classificação digital das cenas foi realizada de modo supervisionado e utilizou parâmetros estatísticos de máxima verossimilhança com classificação “*pixel a pixel*”. As amostras foram divididas em treinamento e teste. Os resultados obtidos com a classificação foram avaliados por meio de uma matriz de confusão e pela análise visual.

As classes de uso foram estabelecidas visando identificar os principais usos e a cobertura da terra para os anos de 1984 e 2008. No ano de 2008 realizou-se uma expedição a campo para obtenção de testemunhos sobre as principais fisionomias vegetais. Foram definidas cinco classes de uso da terra: campo nativo – compreende áreas de campo ainda não modificadas; cultura agrícola – áreas utilizadas para o cultivo de produtos da lavoura temporária; floresta nativa – compreende o conjunto de estruturas florestais originais; silvicultura – áreas florestais implantadas e corpos d’água – rios e açudes.

A aplicação dos procedimentos descritos permitiu realizar a classificação do uso e cobertura da terra para os diferentes períodos, avaliando quantitativa e também, qualitativamente as condições e a dinâmica de uso identificados na área de estudo.



**Fig. 1** – Mapa de localização da área de estudo.

### 3. RESULTADOS

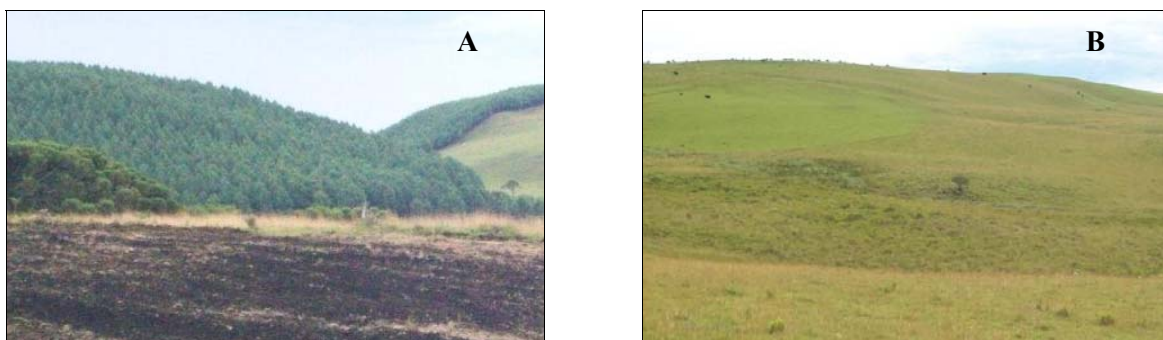
A análise das imagens TM permitiu identificar e quantificar os principais usos da terra na região dos Campos de Cima da Serra para os anos de 1984 e 2008. Na área de estudo há predomínio de campos, contudo observa-se que estes vêm sendo substituídos em grande escala pela agricultura, e em seguida pela silvicultura (**Fig. 2**).

A partir da análise dos dados presentes na **Tabela 1** para o ano de 1984 e do mapa resultante deste mesmo ano (**Fig. 3**) pode-se observar que há um predomínio da classe temática campo, com 81,53% da área total. Trata-se da vegetação nativa que caracteriza a região. Dentro desta classe estão incluídas várias fisionomias incluindo os campos usados para produção animal (pastagens naturais), campos úmidos, campos queimados e campos sujos. O restante da área no ano de 1984 era composta por vegetação florestal (12,32%), agricultura (4,96%) e em menor proporção, o início da implantação da silvicultura ocupando somente 1% da região.

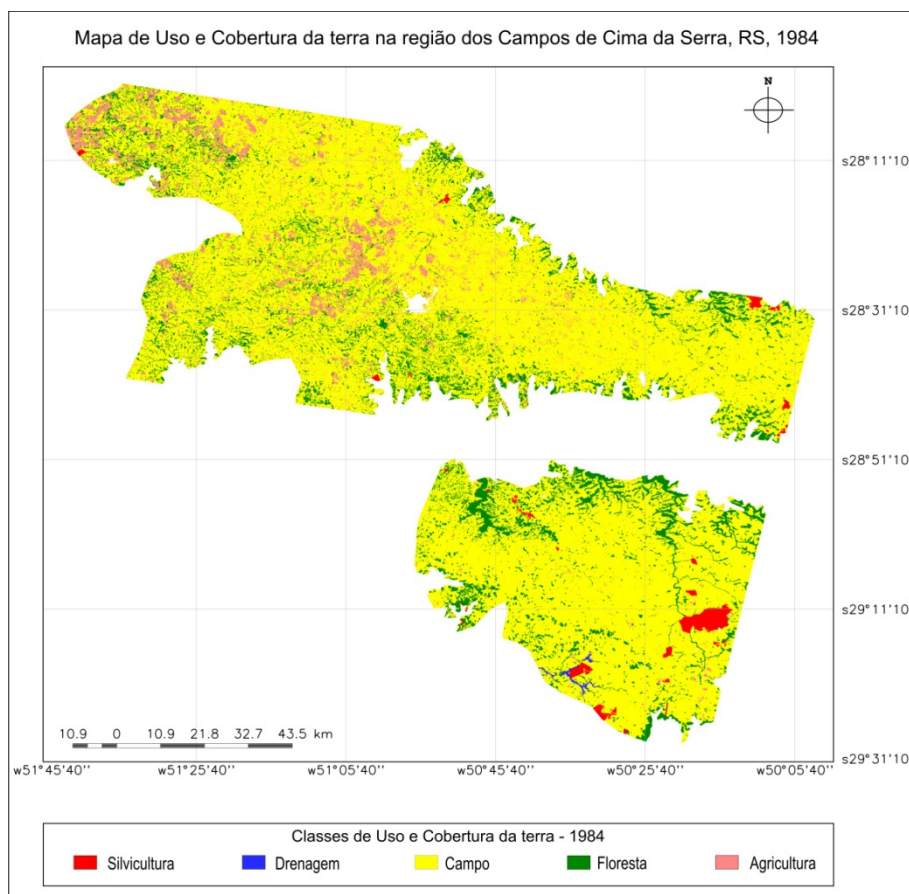
Comparando-se os resultados obtidos para o ano de 1984 com a classificação do uso e cobertura da terra no ano de 2008 (**Fig. 4**), observa-se grande diferença na distribuição das áreas correspondentes a cada classe (**Tab.1**). A área correspondente a classe de campo apresentou uma redução expressiva de área (47,37%) em relação à área ocupada em 1984. Esta diminuição ocorreu por conta do avanço da agricultura (33,04%) e a implantação crescente da silvicultura (4,14%).

**Tabela 1:** Área correspondente as classes de uso e cobertura da terra na Região dos Campos de Cima da Serra.

Classes de Uso e Cobertura da Terra	1984		2008	
	ha	%	ha	%
Agricultura	59.289,22	4,96	395.102,30	33,04
Floresta	147.385,92	12,32	180.400,58	15,08
Campo	975.146,60	81,53	566.522,00	47,37
Corpos d'água	2.187,12	0,18	4.451,86	0,37
Silvicultura	11.991,49	1,00	49.523,60	4,14
Área total das classes	1.196.000,34	100	1.196.000,34	100

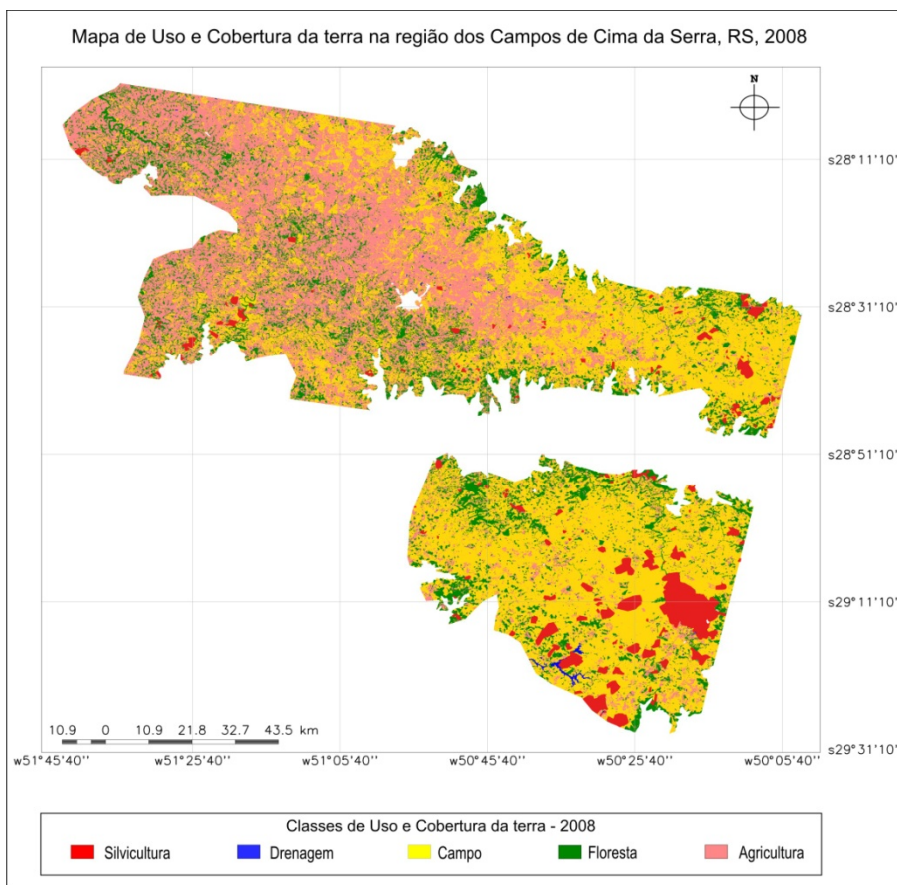


**Fig. 2** – Fotografias representando uso e cobertura da terra na região dos Campos de Cima da Serra: **A** – silvicultura e campo queimado e **B** – campo nativo.



**Fig. 3** – Mapa de Uso e Cobertura da terra – 1984.





**Fig. 4 – Mapa de Uso e Cobertura da terra – 2008.**

#### 4. CONSIDERAÇÕES

A análise temporal das imagens interpretadas na forma de classes de uso e cobertura da terra permite quantificar o processo de transformação da paisagem na dimensão espacial e temporal. Além disso, possibilita a identificação dos vetores de mudança na paisagem e as regiões em que tiveram maior ou menor expressão. Percebe-se que as áreas naturais, em especial, os campos nativos estão sendo eliminados de forma intensiva e num período bastante recente. A agricultura figura como o principal agente de transformação das áreas campestres. Percebe-se que a ausência de um zoneamento ecológico-econômico tem resultado na conversão das áreas de campo nativo, o que resulta em impactos negativos para a biodiversidade e para os serviços ecossistêmicos. Caso estas tendências não sejam revertidas, além dos impactos ambientais, poderá haver impactos econômicos em função da perda do valor turístico da paisagem regional.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 13-25. 2009.
- BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 101-121. 2009.
- BOLDRINI I. I. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 63-77. 2009.



BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências da Universidade do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 56, p. 1-39. 1997.

FAO. A framework for land evaluation. **Soils Bulletin 32**, Rome, 1976. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/X5310E/X5310E00.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Uso da Terra. **Manuais Técnicos em Geociências**. n. 7, 2. ed., 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/.shtm>>. Acesso em: 11 jun. 2010.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

OVERBECK, G. E. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, n 9, p. 101-116. 2007.

QUADROS, F. L. F.; V. PILLAR. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**, n. 24, p. 109-118. 2002.



## O QUE É GEOMARKETING E QUAIS SUAS APLICAÇÕES

### *What is and what its applications geomarketing*

Henrique dos Santos Felipetto<sup>1</sup>

Adão Robson Elias<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento/Colégio Politécnico da UFSM,  
**henrique\_geomatica@hotmail.com**

<sup>2</sup> Professor Doutor do Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento/Colégio Politécnico da UFSM,  
**robson\_ufsm@terra.com.br**

#### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal explicar sobre o que é o geomarketing e quais suas aplicações. O geomarketing é uma prática ainda pouco utilizada em nosso país atualmente, mas é de fundamental importância para gestores de diversos setores da economia por proporcionar agilidade e redução de custos aos empreendimentos de curto e longo prazo. As aplicações do marketing geográfico como é denominado por alguns autores vão desde o setor imobiliário na espacialização dos imóveis até o setor varejista, quando se estuda qual o melhor local para abrir um novo varejo ou uma filial.

**Palavras Chaves:** Geomarketing, Aplicações, Empreendimentos

#### ABSTRACT

This study's main objective is to explain about what is and what its geomarketing applications. The geomarketing practice is still underused in our country today, but it is vital for managers from various sectors of the economy by providing agility and lower costs to enterprises short-term and long term. The applications of geographic marketing as it is termed by some authors ranging from the real estate sector in the spatial distribution of the estate to the retail sector, when studying what the best place to open a new retail or an affiliate.

**Keywords:** Geomarketing, Applications, Ventures

## 1. INTRODUÇÃO

O geomarketing é um conjunto de práticas de estratégias de marketing vinculadas às tecnologias da área do conhecimento denominada geomática. Tem-se como marco inicial para o geomarketing o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que junto a este, aliou-se as estratégias de marketing, sendo assim deu-se início no norte da América o marketing geográfico ou geomarketing como é mais conhecido atualmente.

O marketing de precisão, como é chamado por alguns autores, é de fundamental importância para gestores desde pequenos negócios até grandes empreendimentos, reunindo características que proporcionam agilidade e redução de custos ao empreendedor. Um exemplo claro disso é quando quer se instalar a filial de uma rede de supermercados em determinada cidade, e se quer estudar onde será mais conveniente. Através de mapas com informações sócio-demográficas da população o gestor vai saber onde está o público alvo para seu negócio e assim traçar as estratégias de marketing e instalar a filial.

Este artigo apresentará dois exemplos de uso do geomarketing no município de São Paulo – SP. O primeiro exemplo é um estudo de vocação imobiliária e o segundo sobre índice de qualidade mercadológica, ambos são exemplos de estudos reais realizados pela Urban Systems Brasil®.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Representação Cartográfica

Antes mesmo de o homem ter descoberto a escrita, já havia a necessidade de representar as feições da sua localização e da agricultura em pinturas, denominadas Pinturas Rupestres, esboçadas pelos hominídeos dentro das cavernas. Hoje em dia com os avanços da tecnologia não pintamos mais dentro das cavernas, mas ainda assim necessitamos representar o meio onde vivemos a fim de planejar e organizar nossas necessidades de deslocamento, tempo, e até mesmo planejarmos qual a melhor estratégia de marketing de uma empresa, entre outras.

A representação cartográfica vem evoluindo, há milhares de anos, até apresentar-se da forma como a conhecemos nos dias de hoje. Como seu produto mais significativo existe os tão conhecidos mapas (FITZ, 2005).

O mesmo autor ainda afirma que de acordo com alguns pesquisadores, a provável origem da palavra mapa parece ser cartaginesa, com o significado de “toalha de mesa”. Esta conotação teria derivado das conversas realizadas por comerciantes que, desenhando sobre suas ditas toalhas, os *mappas*, identificavam rotas, caminhos, localidades e outros tantos informes gráficos auxiliares aos seus negócios.

Assim como expõe Fitz (2005), nós também podemos traçar alguns paradigmas, pois desde sua origem o mapa serviu de forma fundamental para o comércio, hoje serve para o pequeno bar da esquina, até grandes empreendimentos. Tal característica nos faz refletir sobre a importância da representação cartográfica para o planejamento estratégico de uma empresa, tendo em vista que todo o negócio antes ou depois de ser aberto em determinada localidade, por exemplo, foi antes projetado em um mapa mesmo que de forma involuntária.

### 2.2 Sistema de Informação Geográfica

Bem como os mapas, desde meados da década de 80, tem-se, inserido no contexto cartográfico, os SIGs (Sistemas de Informações Geográficas). Os SIGs constituem uma categoria especial de SAD (Sistema de Apoio a Decisões) que pode analisar e exibir dados para planejamento e tomada de decisões usando mapas digitalizados. O software pode reunir, armazenar, manipular e exibir informações geograficamente, amarrando dados com pontos, linha e áreas de um mapa. Assim, o SIG pode ser usado em apoio a decisões que requerem conhecimento sobre as distribuições geográficas de pessoas ou de outros recursos em pesquisa científica, gerenciamento de recursos e planejamento de desenvolvimento. Por exemplo, o SIG pode ser utilizado para o cálculo da rota mais curta para atender determinada demanda em uma empresa de transporte coletivo (LAUDON, 2004).

Com o SIG, fenômenos distintos podem ser representados em sua interação e evolução, abrangendo-se toda a complexidade do sistema, inclusive a dimensão temporal. A setorização dos dados dá-se de forma organizada, permitindo que a análise seja feita de forma global. Situações complexas como as do sistema urbano, que envolve a estrutura urbana, controle de trânsito, saneamento básico, qualidade ambiental, zoneamento, mercados e até mesmo aspectos administrativos de uma prefeitura, podem ser representadas e tratadas através de um SIG, proporcionando resultados mais rápidos e confiáveis no tocante à tomada de decisões e planejamento (MACHADO; FRANCISCO; RIBEIRO, 2006).

O'Brien (2004) fala que um sistema de informação geográfica é um sistema de apoio à decisão que, utilizando bancos de dados geográficos, desenha e exibe mapas e outros demonstrativos gráficos que apóiam decisões concernentes à distribuição geográfica de pessoas e outros recursos. Muitas empresas estão utilizando tecnologia desses sistemas com dispositivos de

sistemas de posicionamento global (GPS) para ajudá-las a escolherem novos pontos de lojas de varejo, otimizar roteiros de distribuição ou analisar fatores demográficos de seu público-alvo.

A informação geográfica em formato digital vem adquirindo uma importância extraordinária, desencadeada principalmente pela forte necessidade de acompanhar a dinâmica do mundo atual, no que diz respeito ao seu conhecimento, ordenamento e gestão do espaço. Dada essa circunstância, o uso do SIG associado a um banco de dados vem sendo altamente difundido e torna-se indispensável para a sociedade atual, permitindo dessa forma a aplicações em diversas áreas (PIZZIO, 2007). Portanto, é fundamental compreender a relação que existe entre um banco de dados e um SIG.

### **2.3 Marketing**

Desde os tempos antigos mercadores viajaram pelo mundo negociando - “fazendo trocas” (SCHEWE E SMITH, 1982). Portanto, se permite depreender que o trajeto do marketing se alinha ao dos negócios, ocupando uma posição histórica proeminente no processo de construção da sociedade, uma vez que ao interferir nas relações comerciais alimentou as forças econômicas (PENILO E SOUZA, 2007).

Marketing é essencialmente uma atividade corporativa criativa que envolve o planejamento e a execução da concepção, determinação de preço, promoção e distribuição de idéias, produtos e serviços em uma troca que não apenas satisfaz às necessidades atuais dos consumidores, mas também antecipa e cria suas necessidades futuras com determinado lucro (KOTABE E HELSEN, 2000).

A função de vendas e marketing é responsável pela venda do produto ou o serviço da organização. O marketing preocupa-se em identificar os clientes para os produtos ou serviços da empresa, determinar o que precisam ou querem, planejar e desenvolver produtos e serviços para satisfazer suas necessidades, fazer propaganda e promoção desses produtos e serviços (LAUDON, 2004).

Para Cobra (1992), a administração de marketing deve estar permanentemente orientada para monitorar o meio ambiente com o objetivo de descobrir novas oportunidades, desenvolver vantagens competitivas e sustentar o crescimento.

Três ambientes influenciam o processo de administração de marketing: o interno - áreas funcionais da empresa, o operacional - clientes, fornecedores, distribuidores, concorrentes, público em geral, agentes financeiros, governo, etc. e o macro ambiente - ambiente econômico, demográfico, cultural, tecnológico, social, legal e político (COBRA, 1992).

### **2.4 Geomarketing**

A tendência anunciada pela globalização foi a de criar modelos que reduzissem valores individuais. Essa tendência teve como reação o desencadeamento de um sentimento mais forte dos indivíduos para com seus territórios. A partir daí, a segmentação tornou-se especialmente importante, dada a ampla gama de necessidades, preferências e propriedades de cada local (KOTABE, 2000).

No novo ambiente econômico em que vivemos um dos novos fatores que passou a vigor foi o de geomarketing. Embora possa parecer um tanto paradoxal (já que a globalização passou a exigir do estrategista uma visão mais ampla e generalizada do mercado), o geomarketing convencional, é prática especificamente desenvolvida para privilegiar a análise, através da pesquisa, das características de áreas de localização geográfica específica (LAUX, 2007).

O geomarketing é definido por Cliquet (2006), como uma coleção de técnicas que possibilitam a manipulação de dados geocodificados que podem auxiliar em análises de estratégias.

O geomarketing, segundo Teixeira et al. (2006), é fundamental para o planejamento estratégico de marketing, uma vez que estuda as inter-relações existentes entre as estratégias e políticas de marketing e o espaço físico territorial onde a empresa atua, seja esse micro ou macro ambiente, onde seus clientes diretos e indiretos, fornecedores, concorrentes e pontos de distribuição se localizam.

Um dos propósitos do geomarketing é conhecer e compreender a realidade de cada local a partir da observação dos dados produzidos pelos vínculos entre o homem e seu espaço. Esse objetivo exige que o geomarketing assuma a multidisciplinaridade, relacionando e coordenando três disciplinas e suas técnicas de pesquisa sobre o indivíduo: a cartografia, a geografia e o marketing. Essas disciplinas são responsáveis pelos estudos e pela representação dos fenômenos que interagem no meio físico, cultural, econômico e comportamental, fundamentais para análises de geomarketing (CAVION; PHILIPS, 2006).

Para Francisco (2009), o geomarketing apóia os processos de negócio trabalhando, basicamente, com variáveis que podem ser classificadas em sociodemográficas, econômicas, comportamentais, físico-territoriais, negociais e concorrenciais.

As análises em geomarketing geralmente são precedidas de duas etapas importantes: a disponibilização de elementos sistemáticos (eixos de logradouros, por exemplo) e a base de interesse, em geral composta do cadastro de clientes ou *prospects* mapeáveis. A essas bases são associados informações sociodemográficas, identificação e qualificação dos players do mercado (rede dos competidores, por exemplo), e elementos que influenciam o negócio que está sendo estudado, como redes de transportes, barreiras naturais e culturais, além de zonas de influência. Estudos do perfil, segmentação, previsão, análise de cobertura e otimização de estratégias de distribuição são alguns principais resultados práticos dessas análises (FRANCISCO, 2009).

Entre as principais razões para se fazer geomarketing em uma empresa, destacam-se (ION, 2010):

- Aproveitar o georreferenciamento dos dados para segmentar e classificar os clientes;
- Maximizar os recursos para apoiar a gestão de vendas;
- Adequar à oferta comercial em função do tipo de cliente;
- Aperfeiçoar a eficácia e a produtividade da rede comercial;
- Analisar a eficácia das campanhas de publicidade;

Douard (2006) complementa dizendo que o geomarketing também pode servir como uma ferramenta no mapeamento da posição dos concorrentes e em permitir que uma campanha publicitária se mantenha com inovações competitivas. Em mais um domínio estratégico, o geomarketing permite que empresas verifiquem a eficácia da rede de um território evitando o canibalismo de diferentes lojas ou os “buracos” dentro de uma área. Isso permitirá a realocação de certas lojas para provável melhoramento do desempenho do sistema de varejo.

### 3. APLICAÇÕES

As aplicações do geomarketing variam de acordo com a demanda e a dimensão de cada empreendimento, entretanto o objetivo deste é sempre apoiar as tomadas de decisões através de um amplo panorama sobre o negócio em questão e seu mercado.

Entre as diversas aplicações do geomarketing usaremos neste trabalho exemplos de indicadores mercadológicos de uma empresa de consultoria em marketing geográfico já consolidada no mercado - Urban Sytems Brasil®. Essa empresa utiliza ferramentas próprias de análise, que são qualificadores das regiões, bairros e cidades, sempre do ponto de vista da demanda.

Veremos a seguir alguns exemplos de aplicações de geomarketing desta empresa:

### 3.1 Vocação Imobiliária

A vocação imobiliária recomenda as melhores alternativas de investimento para determinado local. Por meio de uma Matriz de Possibilidades, revela as chances de êxito de vários produtos imobiliários. É indicada tanto para pequenos pontos comerciais quanto para grandes áreas urbanas.

O processo para essa prática específica compreende desde a identificação do perfil da área, sua dimensão e localização conforme está representado na figura 1, que irão determinar a abrangência dos levantamentos e variáveis a serem estudadas. Também compõem o processo, pesquisas de mercado, que tem por finalidade dimensionar a área de influência, a qualificação da oferta, a demanda existente e a Matriz de Possibilidades para melhor ocupação do terreno.

Com a análise da figura 1, podemos identificar o eixo de crescimento empresarial, residencial e a tendência de crescimento futuro. Com isso, no caso do mercado imobiliário, podem-se aferir quais as regiões onde se deve investir em marketing para atender determinado público.

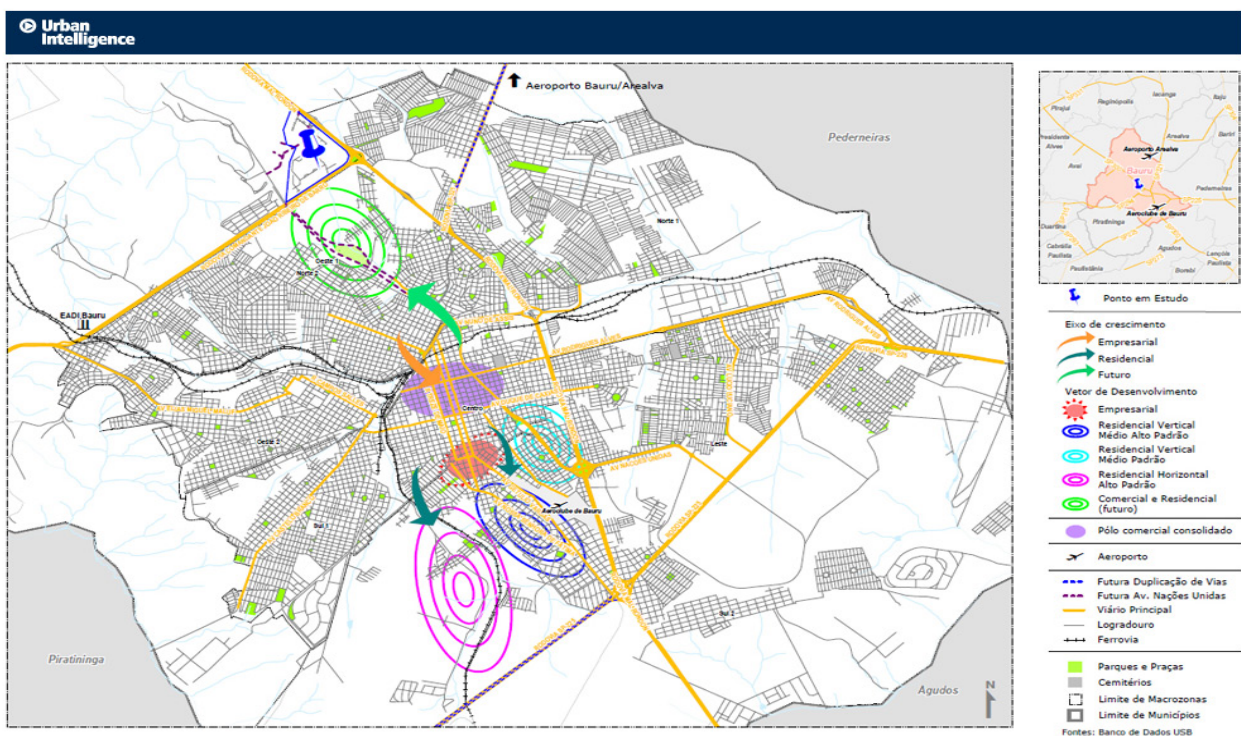


Figura 1 – Lógica Urbana

Fonte: <http://www.urbansystems.com.br/metodologia.php#vocacaoimobiliaria>

De acordo com a legenda do mapa (figura 1) podemos interpretar o estudo realizado no ponto em azul, na região noroeste da cidade. A figura 1 representa com setas, o fluxo do crescimento empresarial para sul da região estudada e o fluxo do crescimento futuro para noroeste do mapa, ou seja, no sentido do ponto de estudo. Também podemos inferir regiões com elipses no mapa que são vetores de desenvolvimento, tanto residencial como comercial e empresarial.



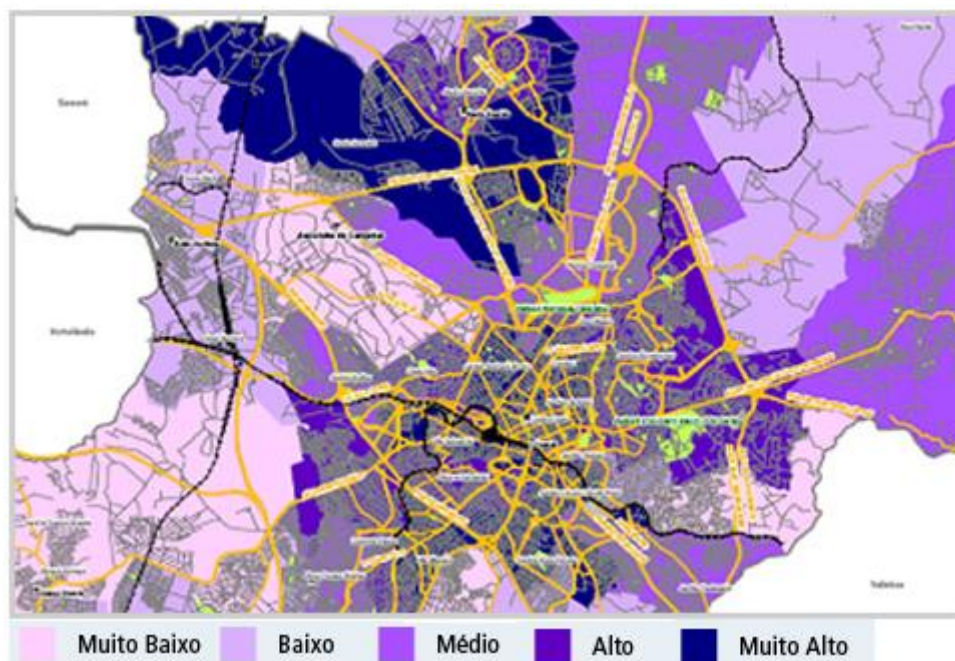
Através deste estudo de lógica urbana apresentado é possível concluir que o ponto em estudo está em uma região de crescimento da cidade, seguindo o fluxo de crescimento da mesma, e, portanto uma região com alta vocação imobiliária para a instalação de um empreendimento.

### 3.2 Índice de Qualidade Mercadológica®

O IQM®, Índice de Qualidade Mercadológica, permite de forma ampla atender a dinâmica das cidades para um determinado setor. Relativiza e hierarquiza regiões de uma área de abrangência definida, identificando as áreas urbanas com maior potencial.

As regiões definidas na área de abrangência são qualificadas pelas características e ponderações de fatores indutivos que determinam a qualidade do mercado. O IQM é resultante de uma ocupação ponderada, em que são consideradas variáveis demográficas, econômicas e urbanísticas de cada área potencial, direcionada ao perfil do mercado e do cliente.

A figura 2 demonstra quais os bairros do município de São Paulo tem maior Índice de Qualidade Mercadológica, isso permite ao empreendedor fazer uma análise detalhada e identificar qual o melhor bairro para instalar seu empreendimento ou investir em campanhas de marketing.



**Figura 2:** Índice de Qualidade Mercadológica

Fonte: <http://www.urbansystems.com.br/metodologia.php#vocacaoimobiliaria>

De acordo com a legenda do mapa (figura 2), podemos concluir que a região norte do município de São Paulo apresenta um IQM muito alto, conforme as variáveis analisadas no estudo, tais como renda e classe social. Na região sudoeste e nordeste do mapa segundo o estudo, apresenta um IQM muito baixo também pelos mesmos fatores da região norte. Os bairros da região central apresentam um IQM de baixo a muito alto variando de acordo com o fluxo de mercado existente nessas regiões.

Por meio dessa análise podemos concluir que o bairro da região norte seria ideal para um grande empreendimento como um shopping, por exemplo, devido ao alto poder aquisitivo dos moradores dessa região e conseqüentemente um IQM muito alto. O mesmo serve para a região central, pois concentra além de um índice muito alto, um grande fluxo de pessoas. Para as regiões sudoeste e nordeste seria ideal, segundo este estudo, um empreendimento voltado para classe média – baixa, como um supermercado ou até mesmo um shopping popular.



#### 4. CONCLUSÕES

Pode-se afirmar que o geomarketing além de ser uma prática multidisciplinar é também aplicável em qualquer setor. Por ser uma área relativamente nova e ainda pouco difundida no meio empresarial, ainda são poucas as pesquisas, e são poucos os seguimentos que adotam o geomarketing em nosso país. Entre esses setores se destaca o segmento imobiliário, pois segundo pesquisas recentes é essencial para esse tipo de empreendimento saber a localização geográfica dos imóveis e conseqüentemente a dos clientes. Tais informações maximizam os recursos para apoiar a gestão de vendas de imóveis, além de adequar a oferta comercial em função do tipo de cliente.

Com este trabalho concluímos que o geomarketing é mais uma ferramenta que pode auxiliar diferentes tipos de setores e empreendimentos, de forma significativa do que diz respeito ao planejamento de marketing, através de mapas e variáveis que possibilitam agilidade, qualidade e precisão nos processos gerenciais de tomada de decisões.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVION, R.; PHILIPS, J. Os Fundamentos do Geomarketing: Cartografia, Geografia e Marketing. In: **COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, 9, 2006, Florianópolis.

CLIQUET, G. **Geomarketing: methods and strategies in spatial marketing**. London: ISTE Ltd, 2006.

COBRA, Marcos. **Administração de Marketing**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

DOUARD, J. P. Geomarketing and Consumer Behavior. In: CLIQUET, G **Geomarketing: methods and strategies in spatial marketing**. London: ISTE Ltd, 2006.

FITZ, P. R.; **Cartografia Básica**. 2ª Ed. Centro Universitário La Salle, Canoas, RS; 2005.

FRANCISCO, E. R.; **Precision Marketing: a saga continua**. Revista InfoGeo Ed. 57; Curitiba, 2009.

KATABE, M. **Administração de Marketing Global**, São Paulo, Atlas, 2000.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informações Gerenciais: Administrando a empresa digital**. 5ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

LAUX, R, O. Marketing no Século XXI. **Revista Eletrônica do Cesblu**, v.1, n. 3. mai/nov. 2007.

MACHADO, C. C.; FRANCISCO, E. R.; RIBEIRO, J. G. A geodemografica e geomarketing na identificação de mercados potenciais. IN: GUIMARÃES, J. R. S. **Demografia dos Negócios: campo de estudo, perspectivas e aplicações**. Campinas: ABEP, 2006.

O' BRIEN, J. A. **Sistemas de Informação e as decisões gerenciais na era da internet**. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

PENILO, L. A.; CARNEIRO, A. F. T. Base de dados gráficos para Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) In: **COBRAC – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, Florianópolis, 1998.

TEIXEIRA, I. S.; TEIXEIRA, R. C. F. S.; VIEIRA, R.S.; VILHENA, A. P. M. P. O Marketing Estratégico de Localidade e sua Relação com o Marketing Turístico. In: **COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, 8, 2006, Florianópolis.

Sites da internet consultados:

(<http://www.urbansystems.com.br/metodologia.php#vocacaoimobiliaria>). Acessado em agosto de 2010.



## DINÂMICA DO USO DA TERRA NO PANTANAL-MS POR MEIO DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

*Dynamics of land use in the Pantanal-MS through supervised classification*

Aline Batista Ferreira<sup>1</sup>

Roberto Rosa<sup>2</sup>

Caroline Ferreira de Moraes<sup>3</sup>

Graziela Ribeiro de Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Instituto de Geografia - Campus Santa Mônica – Bloco 1H, Sala 05 – CEP 38.408-100 – Uberlândia, MG, Brasil, alineb\_ferreira@yahoo.com.br, rrosa@ufu.br

Aluna em Especialização em Gestão ambiental, Faculdade Católica - Uberlândia, MG, Brasil, carol@ipeccultural.org.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Rua Coronel João Batista de Toledo, Qd.3, Lt.2, Casa 11 -Residencial Araçá – CEP: 74987-740 - Aparecida de Goiânia, GO, Brasil - grazi375@gmail.com

### RESUMO

Este artigo tem por objeto avaliar o avanço das atividades antrópicas através do mapeamento de uso da terra na região do Pantanal Sul-Mato-Grossense, ao longo de 10 anos, entre o período do ano de 1999 e 2009. Para tanto foi selecionada uma área entre as coordenadas geográficas de -19°28'44" e -20°00' de latitude Sul e -55°02'23" e -55°44'20" de longitude a Oeste de Greenwich, no contato da borda da Bacia Sedimentar do Paraná e a Depressão do Pantanal. Essa área abrange os municípios de Rochedo, Corguinho, Rio Negro e Aquidauana no estado Mato Grosso do Sul envolvendo uma área de 4177,77 Km<sup>2</sup>. Foram utilizadas Imagem TM/LANDSAT 5, bandas 3, 4 e 5. O software Idrisi 32 foi utilizado para a elaboração dos mapas de uso por classificação supervisionada. Em 1999, a cobertura vegetal natural da área correspondia a 67,90%, enquanto que o uso da terra por categorias com influência antrópica perfazia um total de 32,10% da área em estudo. Já, no ano de 2009, a categoria de cobertura vegetal natural correspondia a 54,44 % e a área correspondente às categorias de uso antrópico somavam 45,56% da área estudada. Isso mostra que a 562,02 km<sup>2</sup> (13,45%) da vegetação natural foi suprimida pelo uso antrópico. No ano de 2009 ocorreu uma diminuição do vigor vegetação em relação ao ano de 1999. Os resultados evidenciaram a importância da utilização de imagens de satélites e aplicação do sistema de informações geográficas no fornecimento dos dados para a identificação de uso da terra e monitoramento ambiental.

**Palavras-chave:** uso da terra, Pantanal Sul-Mato-Grossense, classificação supervisionada, índice de vegetação.

### ABSTRACT

This paper aims to evaluate the anthropic activities expansion, through the land use mapping in the Pantanal Sul-Mato-Grossense region, over 10 years, between 1999 and 2009. It was selected an area between the geographic coordinates -19°28'44" and -20°00'00" south latitude and -55°02'23" and -55°44'20" west longitude of the Greenwich meridian, in the contact of the border of the Paraná sedimentary watershed and the Pantanal depression. This area covers the municipal districts of Rochedo, Corguinho, Rio Negro and Aquidauana in the Mato Grosso do Sul State, involving an area of 4177,77 km<sup>2</sup>. It was used TM/LANDSAT 5 images, bands 3, 4 and 5. The software Idrisi 32 was used to elaborate the landuse maps, by the supervised classification technique. In 1999, the natural vegetal cover of the area amounted 67,90% of the area, while the anthropic categories of landuse was 32,10%. Ten years later, in 2009, the natural vegetal cover was 54,44% and the anthropic categories of landing use was 45,56% of the studied area. It shows that 562,02km<sup>2</sup> (13,45%) of the natural vegetation was suppressed by the human activities. In 2009 the vegetative health decreased in a comparison to the 1999 results. The

results shows the importance to use satellite imagery and the geographic information systems applications to data supply for landuse identification and environmental monitoring.

**Key-words:** landuse, Pantanal Sul-Mato-Grossense, supervised classification, vegetation index.

## 1. Introdução

O estudo de uso e ocupação das terras constitui importante componente na pesquisa para o planejamento da utilização racional dos recursos naturais, contribuindo na geração de informações para avaliação da sustentabilidade ambiental.

Atualmente, estes estudos são facilitados pelo desenvolvimento tecnológico do sensoriamento remoto e do geoprocessamento. A utilização e a evolução do sensoriamento remoto estabeleceram uma nova realidade de obtenção de informações espaciais e o geoprocessamento permite as análises dessas informações (OKA-FIORI et al., 2003).

O Pantanal, uma das maiores áreas de sedimentação do mundo, ocupa parte considerável do centro oeste brasileiro e se estende pela Argentina, Bolívia e Paraguai, onde recebe outras denominações (Magalhães, 1992). É a maior área alagável contínua da Terra. Localiza-se na Bacia do Alto Paraguai (BAP) e, no Brasil, possui uma área de 138.183 Km<sup>2</sup> (SILVA e ABDON,1998). Essa imensa planície tem seus limites demarcados por variados sistemas orográficos tais como chapadas e serras, e é cortada por uma grande quantidade de rios (Vila da Silva e Abdon, 1998). Nesta região predomina a Formação Pantanal, constituída por sedimentos quaternários aluviais em altitudes, quase sempre de 80 a 150 m. É uma planície de acumulação flúvio-lacustre, onde o padrão, a duração e a profundidade da inundação variam, dependendo da localização das chuvas, da forma da drenagem e da planície de inundação.

O solo é arenoso e predominam o Podzol Hidromórfico, os Planossolos e as Areias Quartzozas Hidromórficas. De acordo com a classificação de Köppen, o clima pode ser classificado como Clima Tropical de Savana (AW). Constata-se uma grande variedade de flora e fauna. A vegetação dominante é a Savana (Cerrado) que forma um mosaico altamente fragmentado com formações que variam de cerradão a campo e floresta que pode ser encontrada em algumas áreas com pouca inundação. Já foram identificadas mais de 3.400 espécies de plantas na Bacia do Alto Paraguai (BAP), sendo que 1.700 somente na planície (PLANO, 1997a).

Este patrimônio da humanidade está perdendo rapidamente seu status de uma das últimas fronteiras naturais do planeta devido a crescente mudança da sua cobertura vegetal. As principais causas são as alterações no regime de inundação, as queimadas e o desmatamento para implantação de pastagens cultivadas.(PADOVANI et al. 2004)

## 2. Objetivos

Será avaliado o avanço das atividades antrópicas através do mapeamento de uso da terra que mostra a transformação da região do Pantanal, ao longo de 10 anos, entre o período do ano de 1999 e 2009. Para tanto foi selecionada uma área entre as coordenadas geográficas de 19°28'44" e 20°00' de latitude Sul e 55°02'23" e 55°44'20" de longitude a Oeste de Greenwich, no contato da borda da Bacia Sedimentar do Paraná e a Depressão do Pantanal. Essa área abrange os municípios de Rochedo, Corguinho, Rio Negro e Aquidauana no estado Mato Grosso do Sul envolvendo uma área de 4177,77 Km<sup>2</sup>.

### **3. Material e Métodos**

Foram utilizadas Imagem TM/LANDSAT 5, bandas 3, 4 e 5 de 17 de junho de 1999 e 28 de junho de 2009.

O software Idrisi 32 foi utilizado para a elaboração dos mapas de uso por classificação supervisionada e índice de vegetação. Este software foi desenvolvido pela Graduate School of Geography da Clark University que reúne ferramentas nas áreas de processamento de imagens, sensoriamento remoto, SIG, geoestatística, apoio à tomada de decisão e análise de imagens geográficas, tudo de uma forma prática e educativa dentro de um produto econômico e de fácil uso. O Idrisi possui alta funcionalidade analítica raster, cobrindo todo o espectro de necessidades de SIG e de sensoriamento remoto, desde consulta a banco de dados e modelagem espacial até realce e classificação de imagens (EASTMAN, 1998).

#### *Mapa de uso*

Para a elaboração do mapa utilizou-se a classificação supervisionada, utilização do software Idrisi 32. Primeiramente, fez-se o georreferenciamento das bandas, pois as imagens adquiridas junto ao acervo do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) não vêm com precisão de georreferenciamento. Com o comando “Resample” pertencente ao módulo “Reformat”. O georreferenciamento das bandas foi executado através da identificação de pontos de controle na imagem digital, visualizada no monitor do computador, e posterior localização dos mesmos nas cartas topográficas, tendo sido selecionados 20 pontos de controle. Após a seleção dos pontos de controle nas cartas topográficas e nas imagens, os mesmos foram transferidos para um banco de dados no software de geoprocessamento IDRISI 32, etapa que compreendeu a correção geométrica através de um modelo linear, com a utilização de um polinômio de 1º grau, e técnica de reamostragem por vizinho mais próximo. A correção geométrica da imagem consistiu na associação das coordenadas da imagem (linha e coluna), com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) adquiridas através de mapas topográficos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Em seguida foi feita uma composição colorida para a assim poder realizar as coletadas, para cada classe de uso áreas de treinamento. Por fim o mapa foi reclassificado em duas classes de uso (antrópico e vegetação natural).

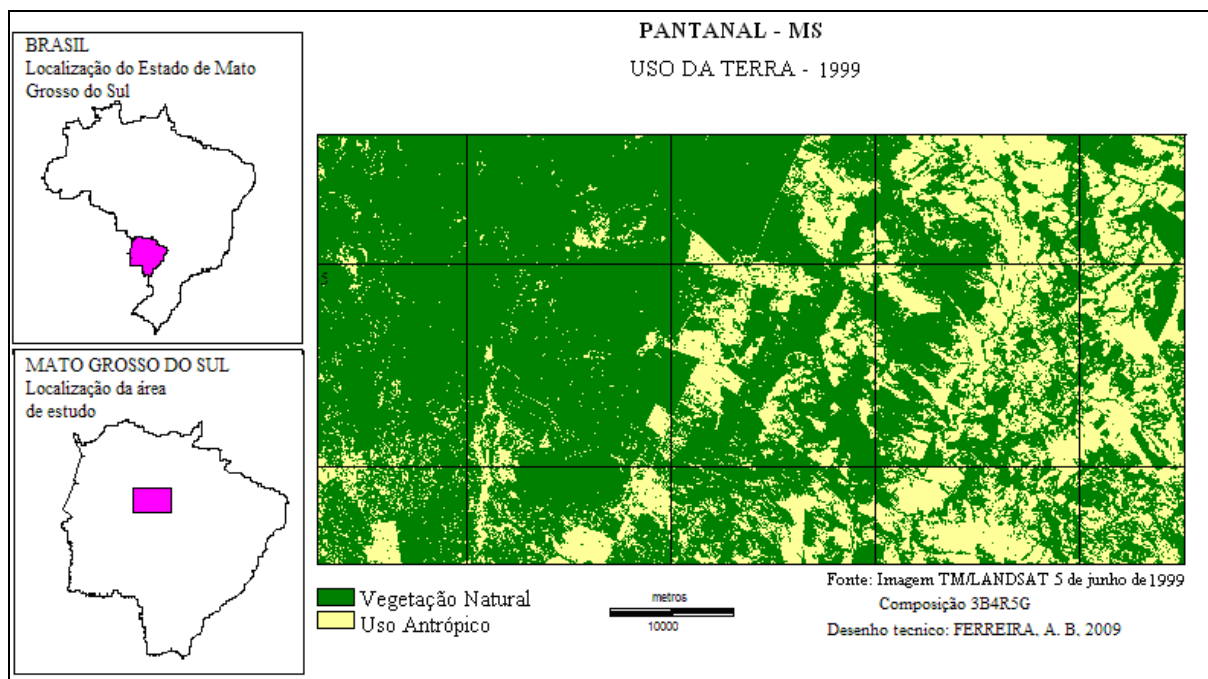
#### *Mapa de índice de vegetação*

Foram utilizadas as bandas 3 e 4 da imagem de satélite TM/LANDSAT 5, e com a ferramenta *Vegindex* do Idrisi 32 foram gerados os mapas de índice de vegetação. Foram escolhidas essas bandas, pois, para elaborar o mapa de índice de vegetação, são necessárias, respectivamente, as faixas do vermelho e do infravermelho próximo.

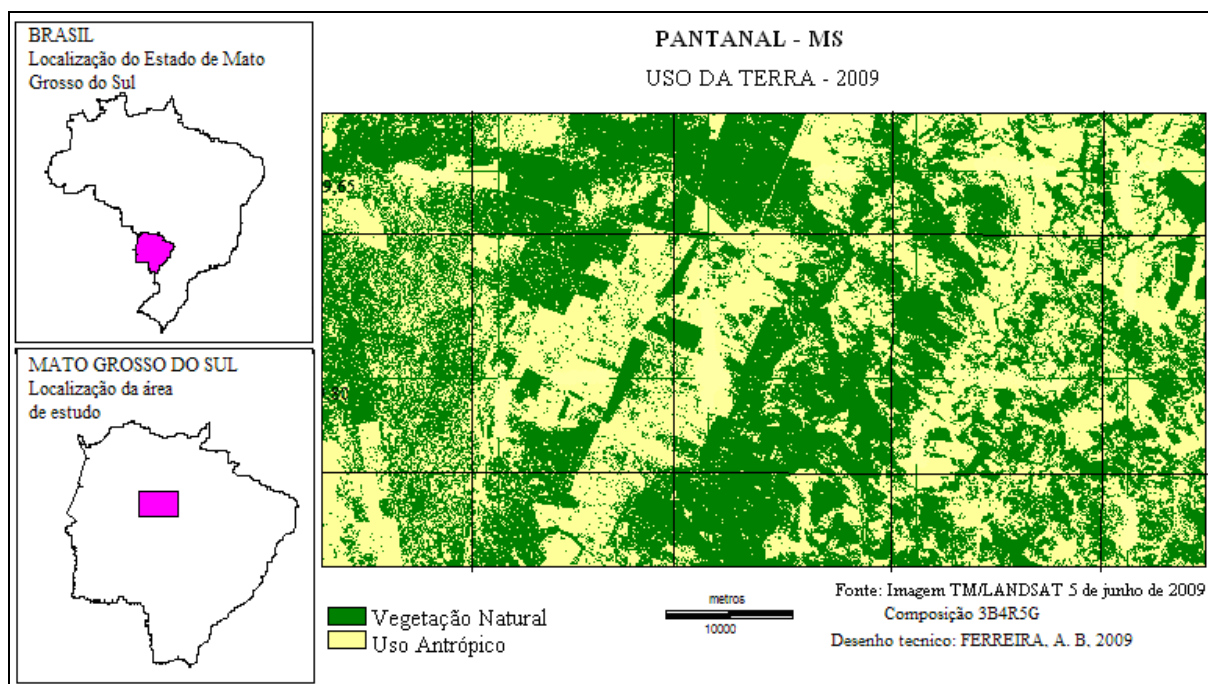
### **4. Resultados e Discussão**

O mapeamento de uso da terra e índice de vegetação permite o conhecimento da ocupação de uma região, verificando quais áreas ainda mantêm uma cobertura vegetal natural ainda preservada ou aquelas em que este tipo de cobertura foi suprimido em função da ocupação humana.

Para se entender melhor a ocupação na região do Pantanal, foi realizada a classificação supervisionada a na imagem TM/Landsat 5 e gerados os mapas de índice de vegetação. Foram elaborados os mapas de uso da terra de 1999 (Figura 2) e 2009 (Figura 3) e também os mapas de índice de vegetação para os mesmos anos (Figura 4 (1999) e Figura 5 (2009)) para mostrar a transformação nessa região do Pantanal ao longo de 10 anos.



**Figura 1 – Uso da terra em 1999**



**Figura 3 – Uso da Terra em 2009**

**Tabela 1 – Uso na Região nos anos de 1999 e 2009.**

Uso	1999			2009		
	ha	Km <sup>2</sup>	%	ha	Km <sup>2</sup>	%
<b>Vegetação Natural</b>	283650,22	2836,50	67,90	227447,75	2274,48	54,44
<b>Uso Antrópico</b>	134127,34	1341,27	32,10	190329,81	1903,29	45,56
<b>Total</b>	417777,56	4177,77	100	417777,56	4177,77	100

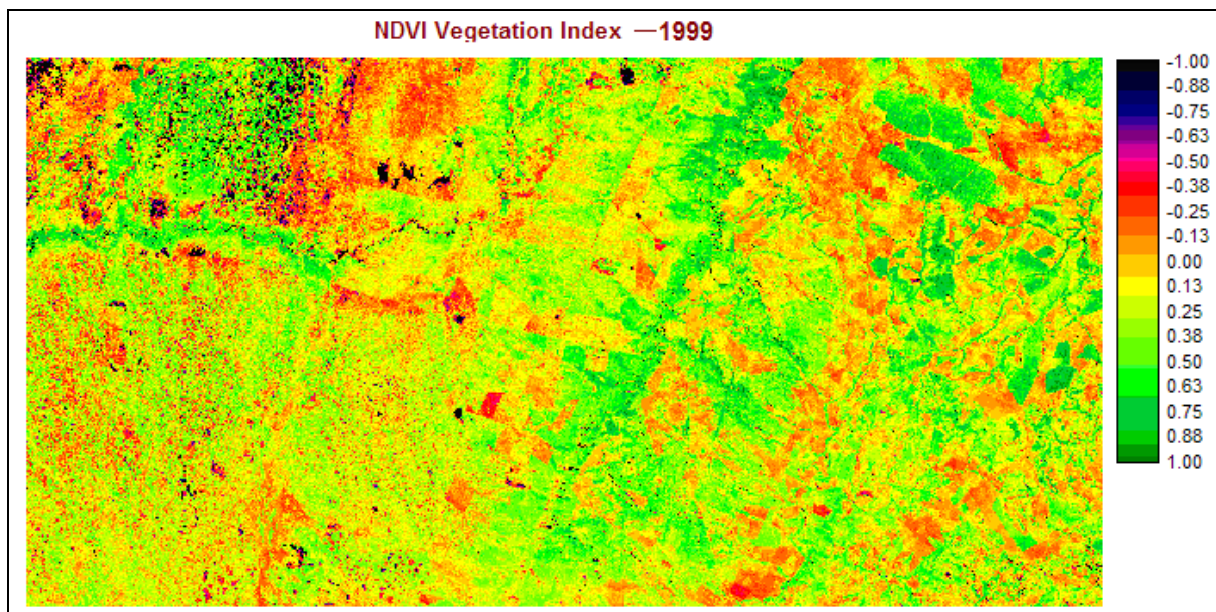
Em 1999, a cobertura vegetal natural da área correspondia a 67,90%, enquanto que o uso da terra por categorias com influência antrópica perfazia um total de 32,10% da área em estudo.



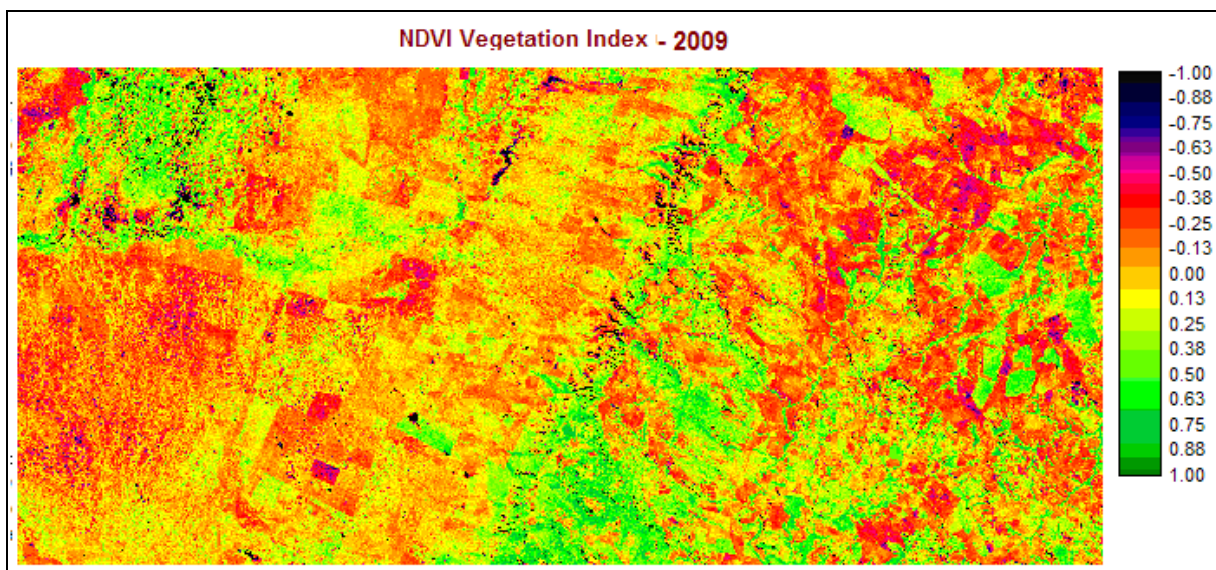
Já, no ano de 2009, a categoria de cobertura vegetal natural correspondia a 54,44 % e a área correspondente às categorias de uso antrópico somavam 45,56% da área estudada. A região do Pantanal, em especial nas áreas de planície inundável, pode ser considerada uma região preservada, já que a ocorrência de alagamento favorece a permanência da cobertura vegetal natural. Isso mostra que a 562,02 km<sup>2</sup> (13,45%) da vegetação natural foi suprimida pelo uso antrópico.

As áreas de Cerrado foram desmatadas cedendo lugar à ocupação por atividades de pecuária extensiva, já que o uso para a agricultura não é favorável devido às condições de solos, regime hídrico e relevo da região.

Dentre os vários índices de vegetação destaca-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) definido por Rouse et al. (1974), o qual é obtido a partir da razão entre a subtração e a soma das refletâncias das bandas da região do infravermelho próximo e do vermelho do espectro eletromagnético.



**Figura 4** – Índice de Vegetação em 1999



**Figura 5** – Índice de Vegetação em 2009

Como se pode observar, o IV possui uma variação entre -1 a +1 (quanto mais próximo de 1, maior a densidade de cobertura vegetal), o 0 representa valor aproximado para ausência de vegetação, ou seja, superfícies não vegetadas.

Os valores negativos indicam perda de vigor vegetativo. As categorias que perderam vigor vegetativo entre -1 a -0.75 e -0.75 a -0.50, sugerem tais valores em decorrência da pouca presença de vegetação nas áreas, sendo também as mais representativas no mapa de índice de vegetação de 2009.

Os valores que vão de -0.50 a -0.25 e -0.25 a 0 representam as áreas de pastagens. Os valores positivos representam aumento do Índice de Vegetação, ou seja, ganho de vigor vegetativo. As áreas que ganharam de 0 a 0.25 podem ser classificadas como as áreas de campos. A pouca variação desses valores se deve ao fato de não mostrarem alterações abruptas nos Índices de Vegetação. As áreas de 0.25 a +1 são aquelas com aumento de vigor vegetativo, e podem ser classificadas como as áreas de cerrado, cerradão e mata galeria.

No ano de 2009 como observado na Figura 5 ocorreu uma diminuição do vigor vegetação em relação ao ano de 1999 (Figura 4).

Com a construção de cartas temporais baseadas na interpretação das imagens do satélite TM/Landsat 5, identificamos a dinâmica do uso da terra onde a atividade antrópica vem ocupando uma maior área. Os resultados ainda nos evidenciaram a importância da utilização de imagens de satélites e aplicação do sistema de informações geográficas (SIG) no fornecimento dos dados para a identificação de uso da terra e monitoramento ambiental.

O processo de classificação supervisionada apresenta vantagens e desvantagens. As principais vantagens são: a) O analista tem maior controle sobre o processo (determina o número e o tipo de classes, as regiões de amostragem e o número de amostras). Esta característica é importante principalmente quando a classificação visa a um objetivo específico; b) a classificação supervisionada é demarcada pelas classes pré-definidas pelo analista, desta forma, não é necessário concatenar a imagem classificada com as classes de interesse; e c) o analista tem condições de identificar possíveis imprecisões graves pela análise das áreas de treinamento.

As principais desvantagens são: a) O analista impõe uma determinada estrutura de classificação aos dados, através da definição prévia das classes de informação. Estas classes podem não corresponder às classes reais existentes na cena imageada, ou não serem separáveis no espaço n-dimensional; e b) As áreas de treinamento selecionadas podem não apresentar todas as características das classes que representam. Esta característica pode ter muita influência, principalmente quando a área a ser classificada é grande, complexa ou inacessível (CAMPBELL, 1996).

## 6. Agradecimentos

Agradecimentos especiais ao Prof. Dr. Silvio Carlos Rodrigues da Universidade Federal de Uberlândia, a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mercedes Abid Mercante da UNIDERP/ANHANGUERA e ao Prof. Dr. Silvio Fávero da UNIDERP/ANHANGUERA – Professores Coordenadores do Projeto de Cooperação Acadêmica – PROCAD/CAPES que através de muito trabalho conseguiram realizar com muita seriedade e eficiência a missão de ensino proposta – Avaliação Sócio-Ambiental do Domínio dos Cerrados e Pantanal - atingindo os objetivos de despertar nos alunos a possibilidade de correlacionar o saber teórico a realidade vigente, na construção de um saber geográfico integrado; contextualizar as concepções teóricas sobre a gênese do Pantanal e as formas de organização espacial; estimular a capacidade de compreender os aspectos gerais da região correlacionando-os com a sociedade e com os problemas ambientais; desenvolver práticas interdisciplinares durante o trabalho de campo no Pantanal Sul Mato-grossense. Meus agradecimentos a CAPES pelo apoio financeiro.



## Referências

- CAMPBELL, J.B. **Introduction to remoting sensing**. New York: The Guilford Press, 1996. 622p.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi version 32**. Worcester : Clark University, 1993. 209p.
- MERCANTE M. A.; FEITAS, P. I. F. de. *Considerações Preliminares sobre a Gênese de Unidades de Paisagem na Borda Sudeste do Pantanal*. No prelo.
- MIRANDA, J. I. *Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.
- NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. 2 ed. São José dos Campos: Edgard Blücher, 1998. 308 p.
- OKA-FIORI, C.; FIORI, A. P. ; HASUI, Y. Dinâmica da ocupação do solo na bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 7, 2003. p. 19 – 31.
- out.
- PADOVANI *et al.* **Desmatamento do Pantanal Brasileiro para o ano 2000**. IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá – MS. 2004.
- PADOVANI,C.A.;CRUZ,M.L.L.;GUIEN PADOVANI,S.L.A. Desmatamento do Pantanal Brasileiro para o ano 2000.In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, IV, 2004, Corumbá. *Anais...* Corumbá, 2004.
- PLANO. (1997a). Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP).
- Programa Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - Subcomponente Pantanal. **Análise integrada e prognóstico da bacia do Alto Paraguai**. Brasília: MMA/SEMAM/PNMA, v.3, 370p.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation of natural vegetation**. Greenbelt: National Aeronautics and Space Administration, 1974, 371 p. (Nasa/GSFC TYPE III. Final Report).
- SILVA, J.S.V. e ABDON, M.M. (1998) **Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **33** (Número Especial): 1703-1711,
- VILA DA SILVA, J. S.; Abdon, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. especial, p. 1703-1711, 1998.



# **ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DAS BIBLIOTECAS DA UFSM, UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO**

*Analysis of infrastructure and spatial localization of the UFSM's libraries, using Geoprocessing tools.*

Manoela Sacchis Lopes<sup>1</sup>

Sílvio Domingues<sup>2</sup>

Michele Monguilhott<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria e do curso Técnico em Geoprocessamento do Colégio Politécnico de Santa Maria.

<sup>2</sup> Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria e Técnico em Geoprocessamento pelo Colégio Politécnico de Santa Maria.

<sup>3</sup> Professora assistente do Colégio Politécnico de Santa Maria.

## **RESUMO**

Esse trabalho apresenta resultados parciais de uma análise das oito bibliotecas setoriais e da biblioteca central da Universidade Federal de Santa Maria, através da utilização do geoprocessamento, visando à criação de um Sistema Geográfico de Informação (SGI). Da aplicação de um questionário resultou um banco de dados inicial que busca identificar as bibliotecas da UFSM, suas necessidades quanto à disponibilidade de acervos, acessibilidade para portadores de necessidades especiais e infraestrutura como a disponibilidade de consultas e catálogos online. Para identificação e estudo da localização geográfica das bibliotecas foi utilizada uma imagem do sensor GeoEye, georreferenciada no software ArcGIS 9.3, com a vetorização de todos os prédios que contenham bibliotecas setoriais buscando fornecer uma ferramenta de apoio ao planejamento estratégico para as bibliotecas existentes e as novas bibliotecas setoriais da instituição. Podemos dizer baseado no resultado das entrevistas realizadas nas bibliotecas setoriais e biblioteca central, que as bibliotecas da UFSM não possuem estrutura para atender toda a comunidade universitária.

Palavras chave: Bibliotecas - UFSM, Sistemas Geográficos de Informação, Infraestrutura

## **ABSTRACT**

This article presents the results of an analysis of the eight sector libraries and the central library of the Universidade Federal de Santa Maria, by using geoprocessing, with the creation of a Geographic Information System (GIS). Along with the database made with the questionnaires, it seems that the great part of UFSM's libraries have deficiency in the collection's acquisition process, inaccessibility to disabled, deaf and blind people and small space for study, but all libraries already have online searches and catalogs. For the identification and study of the spatial location of the libraries it was used a GeoEye's image, georeferenced in ArcGIS 9.3, with the vectorization of all buildings with sector libraries for strategic plans in favor of possible new libraries at the institution. We concluded that the UFSM's libraries do not have structure to serve the whole university's society and show needs in the collection and accessibility.

Keywords: Libraries – UFSM, Geographic Information System, Infrastructure.

## **1. INTRODUÇÃO**

A universidade pode ser considerada como uma instituição que tem como objetivo principal a disseminação do conhecimento e serve a sociedade em todas as suas estruturas, além

de contribuir para o seu desenvolvimento com a finalidade de formar profissionais qualificados. Através disso, entendemos que se trata de uma instituição necessária e eficaz, a qual tem como intuito desenvolver oportunidades e capacitações para a sociedade, atendendo as necessidades do processo de industrialização do país.

Para DEMO (1991) a universidade é uma organização complexa não só pela sua condição de instituição especializada, mas principalmente pelo fato de executar tarefas múltiplas, onde cada tarefa (relacionada com ensino, pesquisa e extensão) tem uma metodologia de trabalho que lhe é própria, diferente daquela desenvolvida pelas outras organizações.

Segundo SAVIANI (1979), a universidade “é uma instituição destinada à conservação, criação e transmissão da cultura.” A partir dessa definição podemos enfatizar a importância de um setor que prioriza a cultura, nesse trabalho analisada com grandes detalhes, e se bem estruturada, a transmite e conserva, ou seja, falamos das bibliotecas universitárias.

As bibliotecas universitárias servem como elementos para o desenvolvimento social do país, portanto é necessário que elas definam práticas de trabalho e métodos gerenciais que respondam, de maneira rápida e eficiente, tanto às demandas da sociedade como às características e necessidades específicas de sua clientela. A identificação e aplicação de indicadores de qualidade aos serviços e produtos das bibliotecas universitárias podem ajudar a atingir tal objetivo. Tradicionalmente, essas unidades de informação preocuparam-se com a melhoria da qualidade de seus produtos e serviços, aprimorando a organização física e estrutural do trabalho ou buscando um fluxo organizacional que atendesse os objetivos pretendidos. No entanto, essa iniciativa em direção à qualidade parecia basear-se mais na visão dos profissionais sobre os serviços do que na opinião daqueles para quem os serviços eram disponibilizados. (VERGUEIRO, CARVALHO 2000),

De maneira geral, as bibliotecas universitárias servem para disseminar conhecimentos, através de seus acervos, constituídos de livros, teses, trabalhos acadêmicos, folhetos, CDs, DVDs, partituras, livros em braile, livros falados, normas técnicas, etc. Juntamente a isso, para que ocorra a eficácia da distribuição e absorção de conhecimentos é necessária uma boa infraestrutura oferecida, caracterizando um bom espaço físico, uma quantidade de acervos suficiente para atender a demanda dos alunos, acessibilidade para deficientes visuais, auditivos e físicos, além de apresentar uma inovação tecnológica com a presença de computadores e acesso à internet.

Esse trabalho tem como objetivo analisar a estrutura das bibliotecas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) através da utilização do geoprocessamento, com a posterior criação de um Sistema geográfico de informação (SIG), representativo das bibliotecas setoriais e central.

Para SAQUET (2009), os sistemas geográficos de informação – SGI tem a capacidade de analisar relações taxonômicas e espaciais entre variáveis e localidades constantes da sua base atualizável de dados georreferenciados. Esses sistemas são valiosos para prestar serviços ao planejamento geoeconômico, para proteção ambiental e, em nível mais alto, para análise geopolítica. Através disso, apresenta como objetivo principal a produção de informação, ou seja, organização dos dados para planejamento estratégico de tomadores de decisão.

Segundo CÂMARA e QUEIROZ (2003) apud SAQUET (2009), o termo sistema geográfico de informação é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através da sua localização geográfica e espacial; oferecem a diferentes profissionais uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações sobre um determinado assunto estejam ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados geograficamente na superfície terrestre e referenciados a uma projeção cartográfica.

Nesse trabalho foi utilizada uma imagem do sensor GeoEye, disponível no Google Earth e adquirida no dia 29/07/2009. Utilizamos essa imagem georreferenciada da UFSM, na projeção UTM, Datum WGS 84 e resolução espacial de 1,65 m para o sensor multiespectral<sup>1</sup>. O banco de dados foi confeccionado através dos resultados da aplicação de questionários específicos para cada biblioteca setorial, usando para o gerenciamento e confecção do BD o software de geoprocessamento ArcGIS 9.3, os métodos de análise estão descritos na seção de materiais e métodos.

Pretende-se, através desse estudo saber se a quantidade do acervo disponível é suficiente para atender a comunidade acadêmica da UFSM, por centro localizado, em todas as oito bibliotecas setoriais e também na biblioteca central, tendo como principal verificação para essa avaliação, a opinião dos bibliotecários e estudantes entrevistados nesta primeira etapa da pesquisa. Juntamente a isso, foi analisada a acessibilidade para os portadores de necessidades especiais: deficientes visuais, físicos e auditivos em atendimento as exigências da Lei 10.098 de 19/12/2000. Outro fator ponderado para discutir sobre uma infraestrutura eficaz das bibliotecas da Universidade Federal de Santa Maria foi o número de pavimentos que elas possuem, a capacidade de renovação tecnológica com a presença de computadores, acesso a internet para pesquisa, números de funcionários e catálogos online. Além disso, através da análise espacial, indicaremos se a distribuição das bibliotecas na totalidade dos arredores da UFSM é estratégica e se as mesmas conseguem atender a comunidade universitária.

A Universidade Federal de Santa Maria apresenta oito bibliotecas setoriais, localizadas no Centro de Educação Física e Desportos, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Centro de Ciências Rurais, Centro de Artes e Letras, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Centro de Tecnologia, Colégio Industrial e Colégio Politécnico e todas foram analisadas e discutidas no presente trabalho.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Características gerais da área de estudo**

A região de estudo está localizada no município de Santa Maria, na Depressão Central, cujas coordenadas geográficas são 29°05'08"S 59°27'56"W e 29°31'25"S 54°05'42"W. A área da Universidade Federal de Santa Maria, que foi mais detalhadamente estudada é delimitada pelas coordenadas UTM 236316E/238566E e 6710184N/6707363N, que corresponde à imagem do sensor GeoEye, com sistema de referência WGS84, a qual foi disponibilizada no Google Earth no dia 29/07/2009.

### **2.2 Materiais**

A pesquisa fez o uso de material cartográfico, imagens de satélite, notebook, Software ArcGIS, descritos no quadro abaixo:

---

<sup>1</sup> Fonte: [HTTP://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/geoeye-1.html](http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/geoeye-1.html)

<b>Materiais</b>	<b>Uso</b>
<b>Notebook</b>	Notebook CCE Win, Processador Intel Celeron 900, Memória RAM de 2 GB DDR3, Disco rígido de 320 GB, Drive DVD-RW – Gravador de DVD/CD, Chipset Intel GL40, Gráfico Intel Graphic Media Accelerator X4500, Audio Intel High Definition, Rede 10/100 Mbps, Rede sem fio Wireless LAN 802.11 b/g, Leitor de cartão (SD, MS, MMC e MS-PRO), Sistema Operacional Windows XP Professional.
<b>Imagem GeoEye</b>	Na escala 1:50000, localizando-se na região central do Estado. A Imagem corresponde à carta topográfica na escala 1:50000, com articulação SH.22-V-C-4-2, elaborada pela DSG, constante no mapa índice regional como MIR- ou MI, localizada no região central do Rio Grande do Sul.
<b>Receptor GPS</b>	Modelo: Garmim Etrex Vista.
<b>Software ArcGIS</b>	Licenciado para uso do Colégio Politécnico da UFSM.
<b>Questionário</b>	Em anexo

**Quadro 1** – Materiais utilizados no decorrer do trabalho.

### 2.3 Metodologia

A metodologia empregada para a confecção do projeto foi dividida em conseqüência das atividades propostas: (a) Aquisição da imagem da UFSM, constituída das bibliotecas setoriais e bibliotecas centrais identificadas no Google Earth; (b) Georreferenciamento da imagem nas coordenadas UTM no software ArcGIS 9.3; (c) Vetorização em tela dos prédios das bibliotecas para localização espacial; (d) Confecção e aplicação de questionários para o trabalho de campo nas bibliotecas da UFSM e conseqüentemente para a formação do banco de dados geográfico e criação das tabelas de acervo; (e) Finalização do banco de dados no Software de geoprocessamento ArcGIS 9.3; (f) Coleta de pontos em campo com uso de receptor GPS para localização geográfica e registro de altitude dos locais avaliados.

Na primeira etapa foi avaliado o georreferenciamento da imagem a ser estudada, onde se pudesse ter na mesma, a distribuição geográfica de todas as bibliotecas setoriais e da biblioteca central do campus da UFSM referenciadas a superfície terrestre. Assim, foi adquirida a imagem do Google Earth do sensor GeoEye, software livre e gratuito.

Na etapa de georreferenciamento da imagem, o objetivo foi referenciá-la ao terreno por meio de sua localização geográfica, utilizando-se para tal, o sistema de coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*), as quais foram indicadas acima nas características gerais de estudo.

Após o georreferenciamento foram aplicados questionários aos bibliotecário(a)s e alguns usuários de todas as bibliotecas setoriais do campus da UFSM. As perguntas abrangeram dados quantitativos sobre o acervo, dados qualitativos sobre a biblioteca setorial, dentre eles: a existência de computadores, área exclusiva para estudos, wireless para acesso dos alunos, e a presença de acessibilidade para portadores de necessidades especiais. Também foi analisado o horário de atendimento, a presença de multimídia, o número de computadores disponíveis, e o número de funcionários.

Através do banco de dados completo das bibliotecas, podem-se realizar as localizações espaciais que as contém, dentre eles: Centro de Educação Física e Desportos, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Centro de Ciências Rurais, Centro de Artes e Letras, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Centro de Tecnologia, Colégio Industrial e Colégio Politécnico.

Como última etapa, para complementação do trabalho foram localizadas geograficamente as bibliotecas, com o uso do receptor GPS e informações de altitudes. Tal fato serviu para uma comparação com a precisão do georreferenciamento da imagem, e a análise das altitudes médias dos terrenos, os quais serão explicados nos resultados e discussões abaixo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Rodrigues (1993), Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltado para um objetivo específico. Esse conjunto possui como principal ferramenta o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para que o SIG cumpra suas finalidades, há a necessidade de representação das informações através da coleta de dados e definição de atributos.

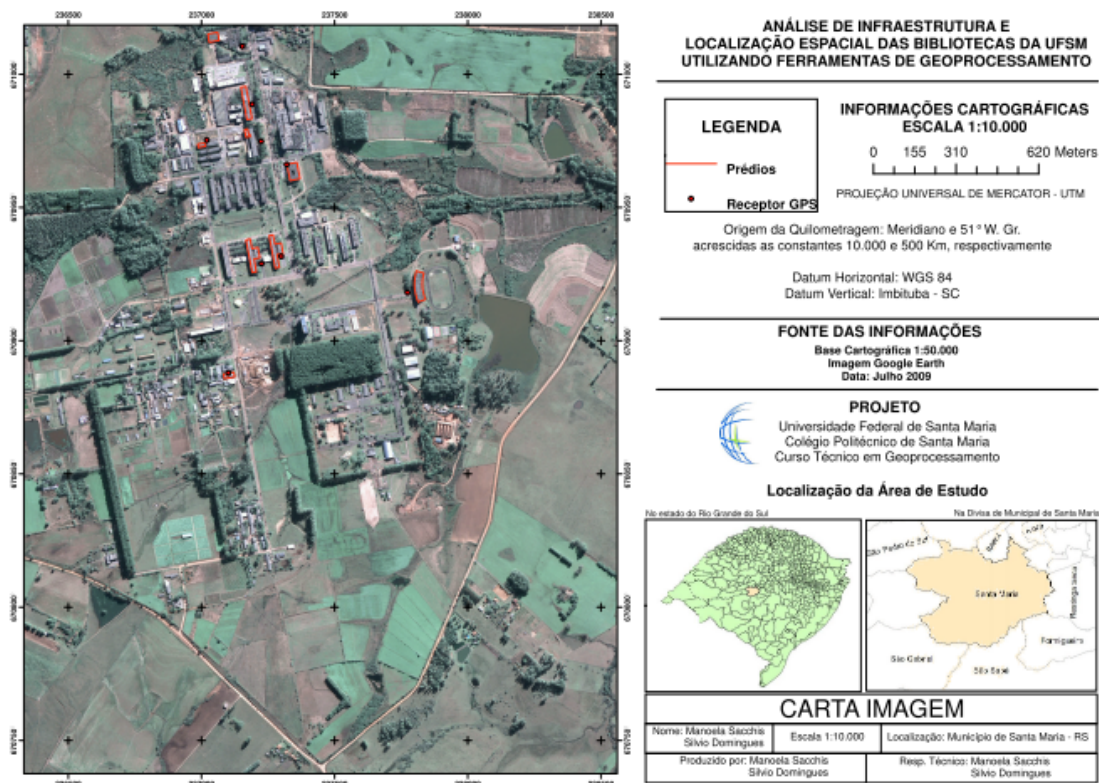


Fig. 1 – Mapa temático interativo com os dados das bibliotecas

A aquisição de dados em Geoprocessamento deve partir de uma definição clara dos parâmetros, indicadores e variáveis, que serão necessários ao projeto.

Neste trabalho os dados e a fixação dos parâmetros foram fixados de acordo com as necessidades verificadas nas entrevistas realizadas nas bibliotecas universitárias. Ao longo do estudo foi visto que há uma carência de manutenção de acervos, fiscalização de normativas informacionais quanto à exigência do MEC para avaliação das universidades, problemas de acesso e utilização dos serviços para os portadores de necessidades especiais em muitas bibliotecas, acesso à internet para pesquisa, além da infraestrutura ser inferior ao mínimo exigido pelo MEC em algumas situações.



FID	Shape	Id	Biblioteca	Num Predic	Acessibilidade	Entrada	Banheiro	Horário	Acervo Total	Multimídia	Num Func	Internet	Ponto
0	Polyline	0	Biblioteca Central	30	SIM	NAO	NAO	7:30 às 21:00	168403	SIM	0	SIM	CENTRAL
1	Polyline	0	Biblioteca Setorial do CCR	42	SIM	NAO	NAO	8:00 às 18:00	20583	SIM	7	SIM	CCR
2	Polyline	0	Biblioteca Setorial do CEFD	51	NAO	NAO	NAO	8:00 às 18:00	7005	SIM	4	SIM	CEFD
3	Polyline	0	Biblioteca Setorial do CE	16	SIM	NAO	NAO	8:00 às 20:45	5901	SIM	12	SIM	CE
4	Polyline	0	Biblioteca Setorial do CCNE	13	SIM	SIM	SIM	7:30 às 21:00	3405	SIM	9	SIM	CCNE
5	Polyline	0	Biblioteca Setorial do CT	7	SIM	NAO	NAO	8:00 às 18:00	13723	SIM	8	SIM	CT
6	Polyline	0	Biblioteca Setorial do Politécnico	70	SIM	NAO	NAO	8:00 às 18:00	~1500	SIM	2	SIM	TECNICO
7	Polyline	0	Biblioteca Setorial do CAL	40	SIM	NAO	NAO	9:00 às 17:00	8575	SIM	2	SIM	CAL
8	Polyline	0	Biblioteca Setorial do CTISM	5	SIM	NAO	NAO	8:00 às 21:20	4500	SIM	5	SIM	CTISM

**Tab. 2** – Banco de dados das bibliotecas setoriais e central da UFSM.

Através do geoprocessamento, e aplicação de ferramentas específicas foi possível inter-relacionar os resultados dos parâmetros analisados com os questionários em todas as bibliotecas, juntamente com as suas localizações geográficas na imagem georreferenciada no software ARCGIS 9.3 e suas coordenadas coletadas com o receptor GPS (Sistema Global de Navegação) indicadas na tabela 2 abaixo. Tal fato nos possibilita analisar os locais em que se encontram as bibliotecas setoriais atualmente, e propor para as novas bibliotecas da UFSM local adequado e que atenda a legislação vigente, pensando principalmente no acréscimo de usuários devido ao aumento do número de alunos na Universidade Federal de Santa Maria.

FID	Shape	INDICE	NOME	COMENTARIO	ICONE	ALTITUDE	DATA	ANGULO	DISPLAY	ZONA	NORTHING	EASTING	Ponto
0	Point	1	CTISM	06/08/2010	48	84,48096	6/8/2010	0	0	22J	6710104,084	237153,743	CTISM
1	Point	2	CAL	06/08/2010	48	102,26514	6/8/2010	0	0	22J	6709316,086	237299,644	CAL
2	Point	3	CT	06/08/2010	48	97,45862	6/8/2010	0	0	22J	6709886,795	237190,63	CT
3	Point	4	CEFD	06/08/2010	48	84,48096	6/8/2010	0	0	22J	6709180,117	237773,92	CEFD
4	Point	5	CCNE	06/08/2010	48	96,97803	6/8/2010	0	0	22J	6709747,29	237224,258	CCNE
5	Point	6	CCR	06/08/2010	48	102,26514	6/8/2010	0	0	22J	6709288,368	237225,661	CCR
6	Point	7	CE	06/08/2010	48	99,62158	6/8/2010	0	0	22J	6709751,862	237020,252	CE
7	Point	8	CENTRAL	06/08/2010	48	98,35426	6/8/2010	0	0	22J	6709660,3662	237320,2582	CENTRAL
8	Point	10	TECNICO	06/08/2010	48	93,42387	6/8/2010	0	0	22J	6708878,5364	237101,1494	TECNICO

**Tab. 3** – Coordenadas e altitudes coletadas com o receptor GPS das bibliotecas setoriais e central da UFSM.

#### 4. CONCLUSÃO

Podemos perceber que as bibliotecas encontram-se espacialmente bem distribuídas pelo campus, cada uma atendendo seu devido centro. A pesquisa de campo foi feita tendo como informação base o site das bibliotecas da UFSM, que estão cadastradas. Todas as outras bibliotecas e/ou salas de leitura, laboratórios de informática que possam vir a ter disponibilização de livros, revistas e jornais não foram contabilizadas.

Após computar o acervo como um número total onde se incluem livros, revistas, artigos, teses, CDs, mídias entre outros materiais disponibilizados nas bibliotecas da UFSM, verificou-se que, existe a necessidade de atualização e aquisição de novos volumes, porém devemos observar que devido à infraestrutura disponível para algumas bibliotecas o aumento do acervo e a circulação de usuários em geral ficam impossibilitados pelo espaço físico inadequado.

Quanto ao acesso a internet, as bibliotecas que não disponibilizam sinal de rede de internet sem fio, disponibilizam computadores para seus usuários pesquisarem materiais on-line e todas atendem a necessidade dos usuários para consultas no meio digital.

É importante ressaltarmos que somente algumas bibliotecas atendem a legislação vigente quanto à acessibilidade para portadores de necessidades especiais nos respectivos prédios de acesso as bibliotecas, e para as demais não foi verificada a acessibilidade na sua totalidade.

Considerando o número de funcionários, o total geral de pessoas prontas ao atendimento, sejam elas bolsistas e/ou estagiários além dos servidores e bibliotecários, o atendimento é



satisfatório e não existe espera para o atendimento, destaca-se ainda que a pesquisa seja facilitada através da consulta ao catálogo on-line.

Foi feito o levantamento de dados geográficos e análise espacial da distribuição das bibliotecas. O SIG não foi concluído, pois o banco de dados não está completo, ficam sugestões para que sejam levantados outros dados relevantes para pesquisas semelhantes e que sejam disponibilizados na forma de um sistema de informações geográficas. O resultado final foi um mapa temático interativo criado com a ajuda de diversas ferramentas do software ARCGIS 9.3 entre elas a ferramenta Publisher onde se pode disponibilizar esses dados através de meio digital para a universidade, como exemplo nas figuras abaixo. Durante a aplicação do questionário ficou evidente a falta de local adequado e espaço físico evidenciando que na questão de infraestrutura ainda existem dificuldades entre a aquisição e melhorias implantadas pela UFSM e a realidade das bibliotecas desta Universidade.

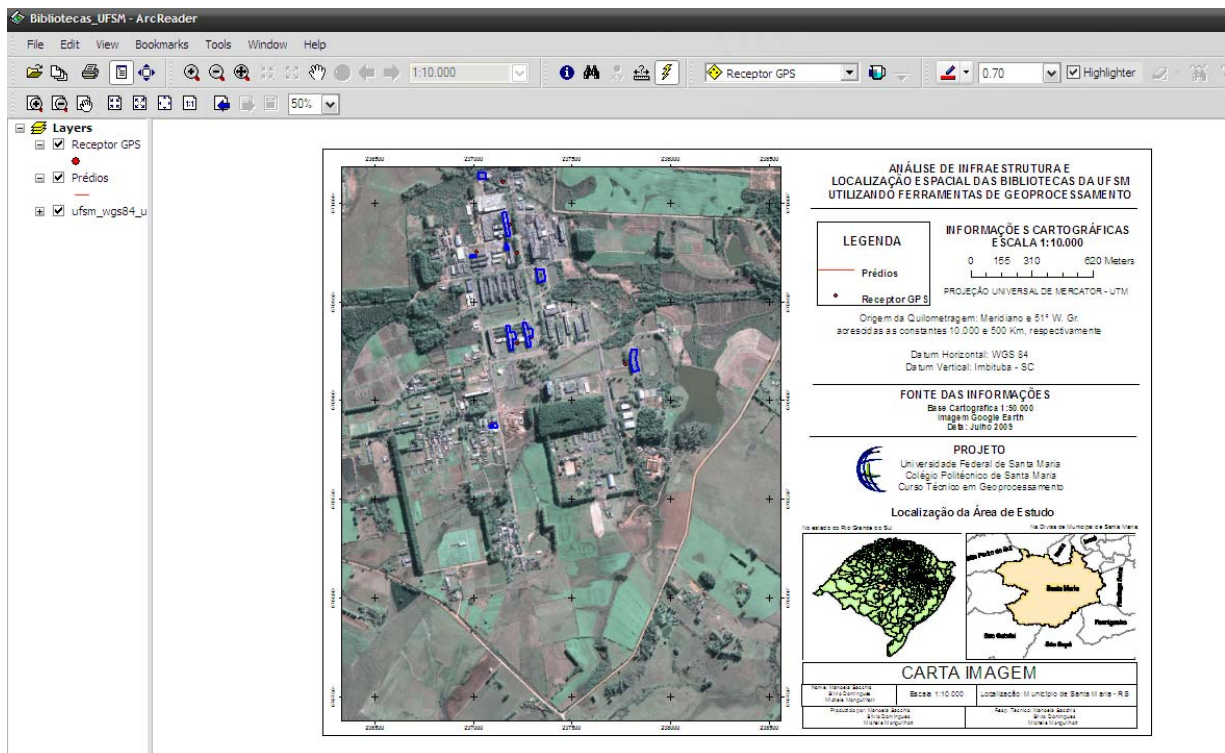


Fig.2 – Mapa interativo com a ferramenta hiperlink ativado

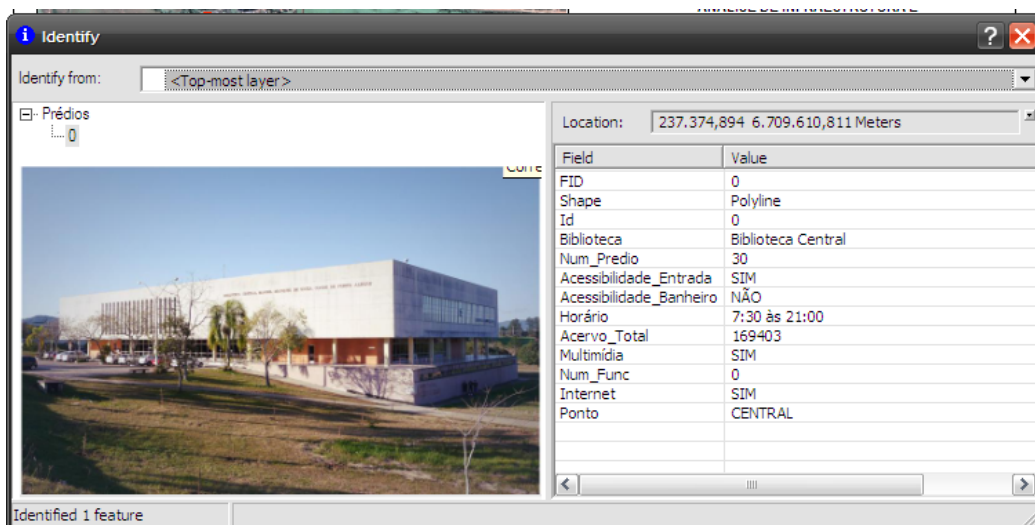


Fig.3 – Identify mostra os atributos da biblioteca Central

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEMO, Pedro. Qualidade e modernidade da educação superior: discutindo questões de qualidade, eficiência e pertinência. **Educação Brasileira**. Brasília, CRUB, v.13, n.27, 1991.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão do planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003.

RESENDE, A M. A universidade e a cultura brasileira. **Educação Brasileira**. Brasília, CRUB, v. 1 n.10 1983.

RODRIGUES, M. **Geoprocessamento: um retrato atual**. Revista Fator GIS. Curitiba, 1993

SAQUET, D. B. O uso do geoprocessamento no estudo ambiental da bacia hidrográfica do Rio Faca - São José D'Oeste. UFSM. Santa Maria, p. 182. 2009.

SIC. **Satellite Imaging Corporation**. Disponível em: <<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/geoeye-1.html>>. Acesso em: 02 ago. 2010.

VERGUEIRO, Waldomiro, CARVALHO, Telma de. **Indicadores de qualidade em bibliotecas universitárias brasileiras: o ponto de vista dos clientes**. Porto Alegre: CBBB, 2000.

**ANEXO**

**Questionário – Bibliotecas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)**  
Alunos: Manoela Sacchis e Silvio Domingues

• **BIBLIOTECAS UFSM**

SETOR:

PRÉDIO:

CURSOS ABRANGIDOS:

**Dados quantitativos sobre o Acervo**

LIVROS:

ARTIGOS e TCCs:

REVISTAS

**Dados qualitativos sobre a Biblioteca**

Possui computadores:

( ) Sim

( ) Não

Área exclusiva para estudos:

( ) Sim

( ) Não

Wireless para acesso de alunos, tanto na biblioteca quanto no prédio:

( ) Sim

( ) Não

Possui acessibilidade para deficientes físicos, visuais, auditivos:

( ) Sim

( ) Não

Quais?

O acervo consegue atender a demanda de todos os alunos do setor? A estrutura da biblioteca é eficaz ou existem necessidades urgentes? Quais?



## **ANÁLISE DA COBERTURA FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL - RS ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT TM**

*Analysis of forest cover of the municipality of São Gabriel - RS through Landsat TM images*

Maria Aparecida Possati dos Santos <sup>1</sup>

Bárbara Dani Machado Caetano <sup>1</sup>

Josielle Marta <sup>1</sup>

Marcos Correa Kemmerich <sup>1</sup>

Magdalen Julie Machado Caetano <sup>1</sup>

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Caroline Paim Benedetti <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus São Gabriel

Curso de Engenharia Florestal

Av. Antônio Trilha, 1847

CEP 97300-000 São Gabriel - RS, Brasil

[cida-possati@hotmail.com](mailto:cida-possati@hotmail.com); [josiellemarta@hotmail.com](mailto:josiellemarta@hotmail.com), [marcoscorreakegger@yahoo.com.br](mailto:marcoscorreakegger@yahoo.com.br),  
[mjuliegaucha@yahoo.com.br](mailto:mjuliegaucha@yahoo.com.br), [anabenedetti@unipampa.edu.br](mailto:anabenedetti@unipampa.edu.br)

### **RESUMO**

O objetivo do presente estudo é efetuar o mapeamento da cobertura florestal do município de São Gabriel-RS, usando imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, datadas de 1985 e 2009, no intuito de analisar as áreas de florestas nativas e plantadas. A metodologia consistiu nas seguintes etapas: download e importação de imagens orbitais, processamento digital de imagens, reconhecimento de padrões de uso e cobertura e classificação digital supervisionada. Como resultados, foram obtidos mapas temáticos que quantificam e ilustram a distribuição espacial da cobertura florestal nas duas datas. Através dos mesmos, foi possível verificar a expansão florestal, que pode ser associada ao abandono de áreas agrícolas e de pecuária nas últimas décadas; bem como influenciada pelas práticas de reflorestamento de espécies exóticas.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Classificação Digital, Imagens de Satélite.

### **ABSTRACT**

The aim of this study is to map the forest cover of São Gabriel-RS, using images of Landsat 5 TM, dated 1985 and 2009, to analyze the areas of natural and planted forests. The methodology consisted of the following steps: Download and import of satellite images, digital image processing, observation of patterns land use and land cover and digital classification. The results were thematic maps that quantify and illustrate the spatial distribution of forest cover in the two dates. On maps it was possible to verify the forest expansion, may be associated with abandonment of agricultural areas and livestock in recent decades, is also influenced by reforestation of exotic species.

Keywords: Geoprocessing, Digital Classification, Satellite Images.

## **1. INTRODUÇÃO**

Dentre as técnicas disponíveis para análise do ambiente (físico, biótico e antrópico), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) constituem uma importante ferramenta para a integração de informações sobre recursos naturais e a geração de mapas temáticos.

O mecanismo de um SIG é capaz de interpretar alterações que ocorrem na paisagem, tendo fundamental importância para conhecer e planejar de forma ordenada a ocupação territorial. Ações desse tipo têm sido recentemente favorecidas pelo uso do Geoprocessamento.

De acordo com Câmara & Medeiros (1998), o objetivo principal desta ciência é fornecer

ferramentas computacionais para que diferentes analistas determinem a evolução espacial e temporal de um fenômeno geográfico.

Um exemplo desses fenômenos constitui-se na evolução do uso e da cobertura de uma determinada porção da superfície terrestre.

Autores como Briassoulis (2000) e Turner et al., (1994) definem o termo “cobertura da terra” como sendo a caracterização dos estados físico, químico e biológico da superfície terrestre, como por exemplo, floresta, gramíneas, água, ou área construída. Já, o termo “uso da terra” refere-se aos propósitos humanos associados àquela determinada cobertura, por exemplo, pecuária, recreação, conservação, área residencial, etc.

Briassoulis (2000) ainda complementa que uma única classe de cobertura da terra, por exemplo, floresta, pode suportar múltiplos usos (extração madeireira, preservação de espécies, recreação), ao mesmo tempo em que um único sistema de uso pode incluir diversas coberturas (sistemas agropecuários que combinam áreas cultivadas, pastagens, áreas de reserva e áreas construídas).

No presente trabalho, a análise da cobertura da florestal do município de São Gabriel-RS, é motivada pela implantação de povoamentos florestais e a retomada do crescimento econômico da região da Metade Sul do estado nos últimos anos.

Esse tema passou a ter demasiada importância e repercussão estadual após o anúncio de novos investimentos no setor de celulose e papel, que prometeu dar início a um novo ciclo de desenvolvimento à região.

No ano de 2003, o Programa Estadual de Florestamento previa fomentar a atividade comercial de florestas em municípios da Metade Sul através da implantação de 40 mil hectares de maciços florestais (SANTOS et al., 2007).

São Gabriel é um município essencialmente agrário, de economia consolidada na pecuária extensiva e na lavoura orizícola. A agropecuária, no entanto, há tempos vem reduzindo sua taxa de expansão, a improdutividade dos latifúndios e a inexpressiva contribuição dos setores industriais, são responsáveis pelos baixos índices de desenvolvimento regional.

Dessa forma, o objetivo principal desse trabalho consiste em analisar a situação atual da cobertura florestal do município de São Gabriel-RS, mapeando áreas de florestas nativas e de implantação florestal, através de imagens orbitais de média resolução espacial.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Área de Estudo

O município de São Gabriel está inserido na mesorregião Metade Sul, Estado do Rio Grande do Sul, como mostra a **Figura 1**.

Situa-se entre as coordenadas geográficas de 30°46'42" e 29°53'28" de Latitude Sul e 54°52'50" e 53°52'01" de Longitude Oeste.

Sua extensão territorial é de 5.019,65 Km<sup>2</sup> e a população total compreende 59.337 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

Faz parte do bioma Pampa e da microrregião Campanha Central (IBGE, 2010), e dentre as principais características fisiográficas destacam-se:



**Fig.1:** Localização da área de estudo dentro no estado do Rio Grande do Sul.

Temperaturas máximas de 31° nos meses de dezembro e janeiro e mínimas em torno de 8° no mês de junho. Os meses mais chuvosos são junho e outubro, com precipitação pluviométrica em torno de 200 milímetros ao mês.

A geologia apresenta derrames basálticos, afloramentos areníticos e grandes aluviões nas planícies fluviais. O relevo é suave, de altitudes entre 60 e 120 metros, ultrapassando 300 metros em coxilhas.

A vegetação predominante é o campo, às vezes formando vassourais.

Dentre as características socioeconômicas, destacam-se as atividades agrícolas e de pecuária. Dados da prefeitura municipal estimam, na última safra, uma produção de 32.000 ha de soja, 30.000 ha de arroz e 3.000 ha de milho. A criação de gado de corte em sistema de pastoreio extensivo e a bovinocultura de leite totalizam 450.000 cabeças, a ovinocultura 130.000 cabeças.

Recentemente, os cultivos foram diversificados, desenvolveu-se a piscicultura, a apicultura, a fruticultura e o setor de agroindústria.

A cobertura florestal presente no município é constituída principalmente por matas nativas, ao longo dos cursos hídricos, chamadas matas de galeria; muitas vezes são uma vegetação pobre e por vezes, de aspecto arbustivo; estão nos pés dos tabuleiros e, esporadicamente, sob a forma de capões.

Com a volta de investimentos no setor florestal, as áreas de reflorestamento devem expandir-se no município, impulsionadas por três principais empresas em atividade na região, acompanhando a demanda por celulose e madeira no mercado internacional.

A execução da presente pesquisa compreendeu os seguintes processos metodológicos descritos a seguir:

## **2.2 Download e importação de imagens orbitais**

Para análise e mapeamento da cobertura florestal da área de estudo, optou-se pelo uso de imagens dos satélites Landsat.

Tal escolha justifica-se pela disponibilidade gratuita e freqüente, e pela resolução espacial de 30 metros, adequada para o estudo de recursos terrestres em âmbito municipal.

O download dos arquivos de imagens foi através do *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o qual disponibiliza produtos de toda a série de satélites Landsat.

A série teve origem na análise de dados multiespectrais adquiridos durante a missão Apolo 9 e nas observações fotográficas obtidas nos voos orbitais Mercury e Gemini (SILVA, 1995). O primeiro satélite foi colocado em órbita em 1972, com o nome de *Earth Resources Technological Satellite-1* (ERTS-1), obtendo um desempenho tão significativo que foi transformado na série Landsat a partir de 1975 (ROCHA, 2000).

Os satélites Landsat têm o mesmo período de revisita (16 dias), a mesma grade de referência (WRS) e a mesma área imageada (185 x 185 km por cena). A conservação destes parâmetros técnicos na série facilita a pesquisa de imagens e a perfeita integração para uso simultâneo em um projeto de mesma área, como por exemplo, em um estudo multitemporal.

Para o mapeamento histórico da cobertura florestal do município, foi analisada inicialmente a imagem Landsat TM de 14 de julho de 1985, ano que constitui o primeiro registro de dados disponíveis. Posteriormente, procedeu-se a análise da imagem Landsat TM de 30 de junho de 2009.

As duas datas compreenderam imagens do satélite Landsat 5, o qual está em operação atualmente. A órbita – ponto no sistema de referência (WRS) é 223-081, e as bandas espectrais processadas foram: 1, 2, 3, 4 e 5.

As imagens, originalmente disponíveis em formato *GeoTiff*, foram convertidas e registradas no aplicativo SPRING (Sistema para Processamento de Imagens Georreferenciadas), sendo geometricamente corrigidas com base nas cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército, abrangentes da área de estudo, as quais são: Umbu, Coxilha do Pau

Fincado, Dilermando de Aguiar, Sanga da Laranjeira, Azevedo Sodré, Tiarajú, Posto Queimado, Rio Vacacaí, Rosário do Sul, Estância do Meio, São Gabriel, Rufino Farias, Estância da Barra, Suspiro, Lagoa da Meia Lua, Arroio América e Coxilha do Tabuleiro, todas na escala 1:50.000.

### 2.3 Processamento digital de imagens

O processamento digital constitui-se na manipulação e análise de uma imagem por computador, de modo que a entrada e a saída do processo sejam também imagens (RECHIUTI, 1996). Seu objetivo, conforme INPE (2010), é melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista, e fornecer outros subsídios para sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos.

Nessa etapa, foram elaboradas as seguintes composições a partir das bandas espectrais, conforme recomenda INPE (2010):

**Bandas 3, 2 e 1:** imagens em cor natural, com boa penetração de água, realçando as correntes, a turbidez e os sedimentos. A vegetação aparece em tonalidades esverdeadas.

**Bandas 4, 3 e 2:** definem melhor os limites entre solo e água, ainda mantendo algum detalhe em águas profundas e mostrando as diferenças na vegetação, que aparece em tonalidades de vermelho.

**Bandas 5, 4 e 3:** mostram mais claramente os limites entre solo e água, com vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidades verde-rosa.

Sobre as três composições elaboradas, foi aplicada a técnica de contraste linear, usada para realce e melhor observação das feições de interesse (NOVO, 1998; JENSEN, 2009).

### 2.4 Reconhecimento de padrões de uso e cobertura

A análise das composições de imagens orbitais permitiu a identificação das formas de uso e cobertura da terra no município, entre elas: campo, várzeas, áreas agrícolas, florestas, barragens e afloramentos rochosos.

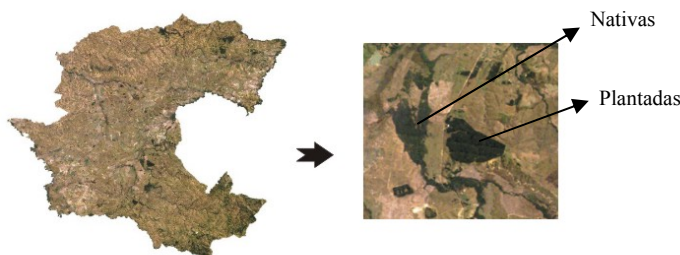
Sendo o principal interesse a cobertura florestal, esta foi discriminada nas composições de imagens (colorido normal, falsa-cor e infravermelho), em duas subclasses: “floresta nativa” e “floresta plantada”; as demais formas de uso e cobertura foram agrupadas em uma única classe denominada “outros usos”.

A **Figura 2** apresenta o padrão espectral da cobertura florestal nas diferentes composições RGB. A discriminação das subclasses foi feita segundo a observação visual das imagens, auxiliada pelas características definidas na chave de identificação, descrita na **Tabela 1**.

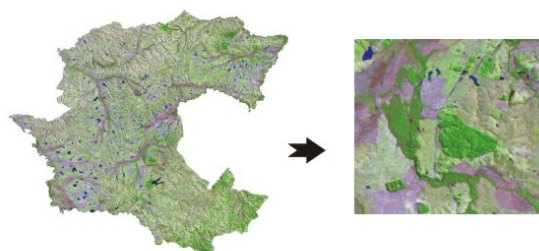
**Tab. 1** - Chave de identificação de florestas nas bandas espectrais 1, 2, 3, 4 e 5 do satélite Landsat 5 -TM.

Classe	Padrão R3G2B1	Padrão R5G4B3	Padrão R4G3B2	Textura	Formato
Nativa	Verde escuro	Verde escuro	Vermelho escuro	Rugosa	Irregular
Plantada	Verde claro	Verde claro	Vermelho claro	Lisa	Regular

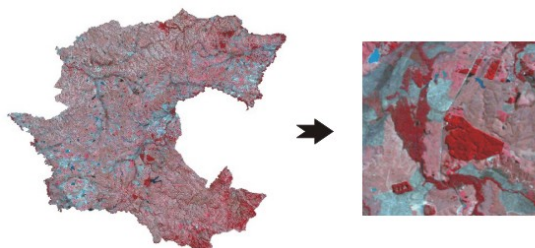




**Fig.2.a:** Composição sintética colorido normal: R3G2B1.



**Fig. 2.b:** Composição sintética falsa-cor: R5G4B3.



**Fig.2.c:** Composição sintética infravermelho: R4G4B2.

**Fig. 2:** Composições RGB do satélite Landsat no município de São Gabriel-RS, com destaque para a cobertura florestal, subclasse floresta nativa e subclasse floresta plantada.

## 2.5 Classificação digital

A classificação digital de imagens consiste no estabelecimento de um processo de decisão, no qual um grupo de *pixels* é definido como pertencente a uma determinada classe (VENTURIERI & SANTOS, 1998).

Essa técnica foi utilizada para, de acordo com o algoritmo *MaxVer* (*Máxima Verossimilhança*), agrupar *pixels* que apresentam maior probabilidade de pertencer a uma determinada classe, no presente, “florestas nativas” ou “florestas plantadas” ou “outros usos”.

No entanto, de acordo com o algoritmo utilizado, a classificação é dita supervisionada ou não-supervisionada, envolvendo duas fases distintas: o treinamento e a fase de classificação propriamente dita (MOREIRA, 2005).

Para MAZZA (2000), para que esta classificação seja precisa, é necessário um número razoavelmente elevado de *pixels* para cada conjunto de amostras de treinamento.

O procedimento adotado foi a classificação digital supervisionada, na qual foram identificadas áreas de treinamento representativas dos *pixels* das classes avaliadas.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Caracterização das florestas no município

As formações florestais discriminadas compreendem: 1) florestas nativas, as quais são

formações vegetais arbóreas primárias (vegetação pioneira) e também formações secundárias, encontradas muitas vezes ao longo de canais fluviais, nas encostas de morros e sob a forma de pequenos capões remanescentes. 2) florestas plantadas, com espécies exóticas para fins comerciais e industriais. Os gêneros mais comuns são *Eucalyptus*, especialmente para a produção de celulose e por vezes para a produção madeireira e em menor escala, os gêneros *Pinus* e *Acacia*.

### 3.2 Mapeamento temático da cobertura florestal

A classificação digital supervisionada das imagens Landsat de 1985 e 2009 possibilitou mapear a cobertura florestal nos respectivos períodos.

Na **Tabela 2** são apresentados os valores quantificados com relação às áreas de floresta nativa e floresta plantada, que compreendem tanto áreas de florestamento, ocupadas anteriormente pela vegetação original campo, como reflorestamento, nas duas datas analisadas.

**Tab. 2** - Quantificação da cobertura florestal no município de São Gabriel – RS nos anos de 1985 e 2009.

Classe Temática	Área em 1985 (Km <sup>2</sup> )	Área em 2009 (Km <sup>2</sup> )	Expansão (Km <sup>2</sup> )
Floresta nativa	406,45	426,21	19,76
Floresta plantada	11,9	23,07	11,98
<b>Área Total</b>	<b>418,35</b>	<b>449,28</b>	<b>30,93</b>

As amostras de treinamento, tomadas sobre as imagens, bem como os resultados da classificação digital supervisionada para as duas datas, foram avaliadas estatisticamente através do coeficiente *Kappa*.

Segundo Congalton & Green (1999) este coeficiente é baseado na diferença entre a concordância observada (diagonal principal da matriz de confusão com a concordância entre a classificação e os dados de referência) e a chance de concordância entre os dados de referência e uma classificação aleatória (produto entre as totais marginais da matriz de classificação), sendo seu valor calculado pela equação a seguir:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}},$$

em que:

$r$  = Número de classes;

$x_{ii}$  = Número de elementos classificados corretamente;

$x_{i+}$  = Total de elementos classificados para uma categoria  $i$ ;

$x_{+i}$  = Total de elementos de referência amostrados para uma categoria  $i$ ;

$N$  = Número total de amostras.

Com base na equação acima, e de acordo com os valores calculados na matriz de erros da classificação digital para as datas de 1985 e 2009 foram calculados os seguintes coeficientes *Kappa*:

$$K_{1985} = \frac{(22949 \times 22412) - 329741113}{(22949)^2 - 329741113} = 0,937$$

$$K_{2009} = \frac{(115144 \times 114887) - 12458910568}{(115144)^2 - 12458910568} = 0,961$$

Landis e Koch (1977) propõem uma escala de avaliação da qualidade da classificação digital pela análise do coeficiente *Kappa*, como descreve a **Tabela 3**.

**Tab. 3** - Qualidade da classificação segundo intervalos do coeficiente *Kappa*.

Valor <i>Kappa</i>	Qualidade da Classificação
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,0	Excelente

**Fonte:** Landis e Koch (1977).

Segundo os autores, os coeficientes *Kappa* calculados, indicam excelentes resultados para as classificações digitais supervisionadas de 1985 e 2009. Já os valores de desempenho geral, indicados na matriz de erros da classificação, foram respectivamente de 96,8% e 98,5%. Tais valores denotam, igualmente, boa qualidade aos resultados.

A **Figura 3** ilustra o mapeamento da cobertura florestal no município de São Gabriel, nos anos de 1985 (3.a) e 2009 (3.b).

É possível observar mudanças significativas tanto na distribuição espacial como na quantificação dessa classe, decorridas no intervalo de 24 anos.

#### 4. CONCLUSÕES

Quanto a metodologia adotada, os resultados obtidos indicam que as técnicas de processamento e classificação digital de imagens orbitais de média resolução espacial, como as do satélite Landsat, são adequadas para análise e mapeamento de classes de uso e cobertura da terra como, por exemplo, da cobertura florestal de um município.

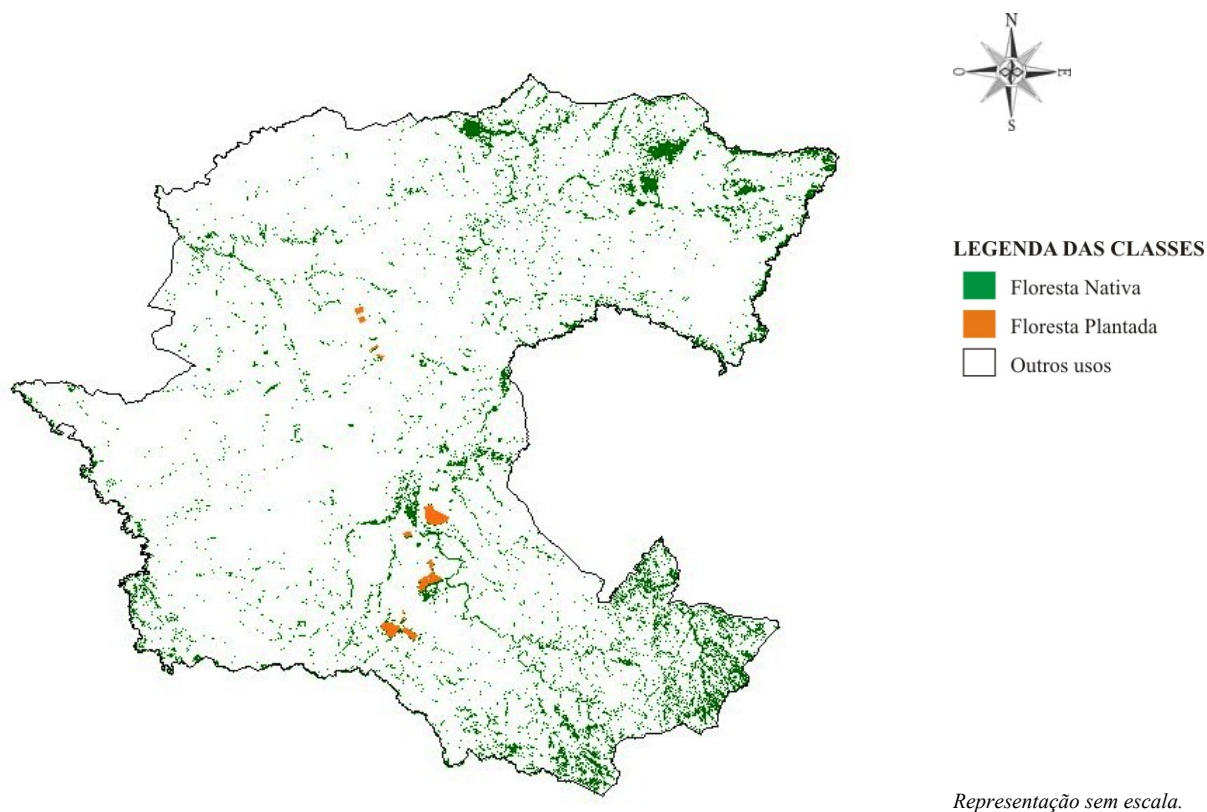
Limitações ao uso desse tipo de imagem são atribuídas em função da impossibilidade de discriminação das classes “floresta nativa” e “floresta plantada” em áreas inferiores a 30m x 30m, se considerada a resolução espacial do *pixel*.

O mapeamento temático da cobertura florestal permitiu verificar o acréscimo em área durante o período analisado, tanto para florestas nativas como para plantadas.

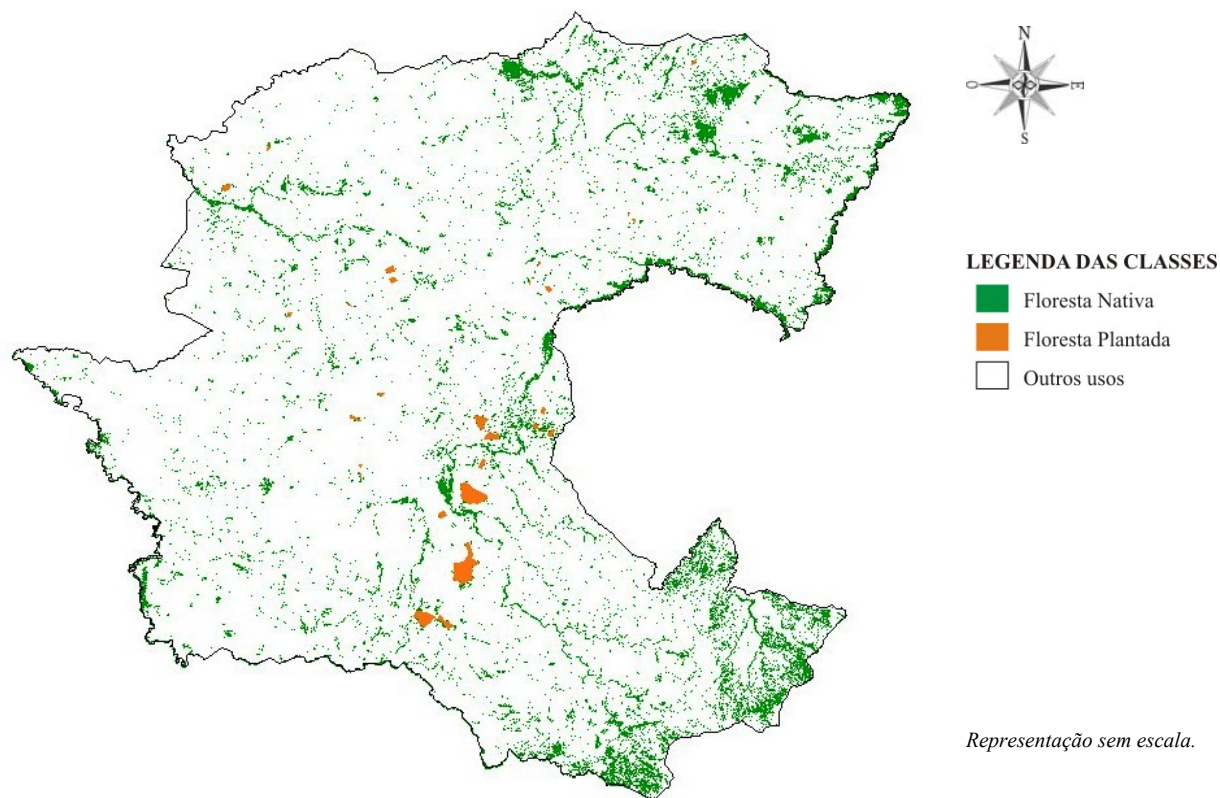
Tal expansão pode ser associada ao abandono de áreas agrícolas e de pecuária nas últimas décadas; bem como influenciada pela imposição da legislação florestal vigente.

Na busca de novas alternativas econômicas, produtores rurais intensificaram-se as práticas de reflorestamento em suas fazendas.

A aquisição de grandes extensões de terra por parte de empresas do setor, igualmente sugerem a continuidade da incorporação de plantios florestais no município.



**Fig. 3.a:** Cobertura florestal presente no município de São Gabriel-RS, mapeada através de imagens Landsat 5-TM de 14 de junho de 2009.



**Fig. 3.b:** Cobertura florestal presente no município de São Gabriel-RS, mapeada através de imagens Landsat 5-TM de 30 de junho de 2009.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIASSOULIS, H. **Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches**. 1.ed. Virginia: Regional Research Institute, West Virginia University, 2000.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. de. Princípios básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D. ; SANO E. E. (Org.). **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 3-11.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 136 p.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2010. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 22 jul. 2010.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009. 598p.
- LANDIS, J.R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**. New York, v. 33, n.1, p.159-174, 1977.
- MAZZA, C. A. S. **Distribuição espacial da bracinga na região metropolitana de Curitiba com imagens de satélite Landsat**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 23p. (Documentos, 44).
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2005. 307p.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 308p.
- RECHIUTI, L. V. **Processamento de Imagens Digitais**. São José dos Campos: INPE – CTA, 1996. 59p.
- ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000. 220p.
- SANTOS, O. I. B. et al. Perspectivas de desenvolvimento sustentável da Metade Sul do Rio Grande do Sul com base nos arranjos silvícolas emergentes e na produção de etanol a partir de celulose. In: Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 9, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ENGEMA, 2007. p. 1-17.
- SILVA, D. A. da. **Sistemas Sensores Orbitais**. São José dos Campos: INPE – CTA, 1995. 69 p.
- TURNER, B.L.; MEYER, W. B.; SKOLE, D. Global land-use/land cover change: Towards an integrate study. **Ambio**, Londres, v.23, n.1, p. 91-95, 1994.
- VENTURIERI, A.; SANTOS, J.R. dos. Técnicas de classificação de imagens para análise da cobertura vegetal. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Org.). **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 351-371.



# MAPA TEMÁTICO DAS BELEZAS NATURAIS DO MUNICÍPIO DE JAGUARI, RS

*Thematic map of natural beauty of the municipality of Jaguari, RS*

Bruno Zucuni Prina<sup>2</sup>

Angélica Cirolini<sup>3</sup>

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Colégio Politécnico da UFSM

Prédio 70 – Campus Universitário - Camobi

CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil

[brunozprina@gmail.com](mailto:brunozprina@gmail.com); [acirolini@gmail.com](mailto:acirolini@gmail.com)

## RESUMO

Ao analisar o cenário turístico nacional, nota-se que ele oferece diferentes perspectivas financeiras e que se encontra em fase de crescimento instantâneo. Além disso, nas cidades turísticas ocorre uma maior preservação ambiental e histórica. O município de Jaguari por ser conhecido como “A Cidade das Belezas Naturais”, possui grandes atrativos turísticos, tanto históricos como naturais. Para incentivar e facilitar o turismo nessa região, o presente trabalho objetiva elaborar um mapa temático turístico urbano do município de Jaguari. Assim, fez-se a coleta de dados com receptor de GPS Garmin que servirão de pontos de apoio na elaboração do mapa temático. As coordenadas obtidas foram importadas para o aplicativo GPS TrackMaker, posteriormente, transferidas ao software de geoprocessamento, ArcGIS, e por fim analisou-se todas informações para resultar no mapa temático. Desta forma, incentivará o turista a conhecer a cidade, pois ele possuirá meios muito mais acessíveis de conhecer a linda cidade de Jaguari.

Palavras-chave: Turismo – Mapa Temático – Geoprocessamento.

## ABSTRACT

In analyzing the national tourism scene, we observe that it offers different financial perspective and that is in growth phase instantaneous. Also, in tourist areas is a major environmental and historical preservation. The municipality of Jaguari to be known as "The City of Natural Beauty", has great tourist attractions, both historical and natural. To encourage and facilitate tourism in the region, this work aims to develop a thematic map of the urban tourist Jaguari. Thus, it was made to collect data with Garmin GPS receiver that will serve as points of support in preparing the thematic map. The coordinates obtained were imported into the application GPS trackmaker then transferred to GIS software, ArcGIS, and finally looked up all information to generate the thematic map. Thus, it will encourage tourists to visit the city because he possesses means much more accessible to meet the lovely city of Jaguari.

Keywords: Tourism - Thematic Map - Geoprocessing.

## 1. INTRODUÇÃO

O turismo apresenta um papel muito importante numa cidade, além de influir no maior fluxo de pessoas, também possui o intuito de preservar os aspectos naturais e históricos. Em muitas cidades brasileiras, nos últimos anos, o turismo apresentou a maior ascensão no setor terciário. Fica a critério dos gestores de cada cidade resguardar os atrativos turísticos (históricos e naturais), a fim de incentivar a vinda de turistas.

---

<sup>2</sup> Aluno do Técnico em Geoprocessamento

<sup>3</sup> Professora Mestre em Geografia



Este projeto possui o objetivo de elaborar um mapa temático turístico urbano do município de Jaguari, apresentando uma rota turística com a finalidade de proporcionar maior comodidade ao visitante que deseja usufruir das belezas naturais da cidade.

O município de Jaguari localiza-se no centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul, com coordenadas geográficas entre 29°29'51" de latitude Sul e 54°41'24" de Longitude Oeste e está a uma altitude média de 112 metros. O município é banhado pelo Rio Jaguari, afluente do Ibicuí, e é conhecida como “A Cidade das Belezas Naturais”, tem essa denominação devido seu povo ser hospitaleiro e preservar as diversas belezas naturais.

A economia jaguariense é baseada no setor primário, com destaques para a produção de fumo, arroz, soja, uva e cana-de-açúcar. Há, também, a produção de cachaça e vinho de excelente qualidade. No geral, Jaguari é uma cidade linda e aconchegante de se viver, pois a natureza enriquece o seu cenário turístico, e é esse um dos motivos que realça essa cidade no interior do estado do Rio Grande do Sul.

Em relação a sua história, essa terra teve como primeiros habitantes os índios Guaranis. Com a chegada dos imigrantes (poloneses, húngaros, brasileiros, russos, alemães, entre outros), no ano de 1877, o município foi desenvolvendo-se as margens do Rio Jaguari, e a imensa mata verde foi cada vez mais desbravadas e as terras divididas entre os povos que ali habitaram. Já no ano de 1920, em 16 de agosto, Jaguari passou a ser considerado um município, sendo constituído por quatro distritos: a Sede (que agrupa o centro urbano), Santo Izidro, Ijucapirama e Taquarichim, essa mesma constituição existe até hoje.

Por ser uma cidade com muita preservação natural e histórica, Jaguari é ideal para a prática do turismo. Abaixo estão descritos alguns lugares de visitação e que constam no mapa turístico do município.

Ao chegar à cidade, deparamo-nos com o Pórtico de entrada do município, é uma construção de muita beleza arquitetônica, conforme a Figura 1, e nos proporciona uma breve introdução ao que podemos encontrar “na linda Jaguari”.



**Fig. 1** – Pórtico de entrada ao município.

Fonte: [http://www.jaguari.rs.gov.br/?page\\_id=37](http://www.jaguari.rs.gov.br/?page_id=37)

O Balneário Fernando Schiling, por ser um lugar de grande preservação ambiental, como nos mostra na Figura 2, oferece aos turistas muita tranquilidade e momentos de prazer perante a natureza, dispondo de uma linda praia de água doce às margens do Rio Jaguari.



**Fig. 2** – Balneário Fernando Schiling, a praia de água doce do município.

Fonte: [http://www.jaguari.rs.gov.br/?page\\_id=37](http://www.jaguari.rs.gov.br/?page_id=37)

O CAPEJAR – Clube de Caça e Pesca do município de Jaguari – oferece durante todo ano diversos shows e bailes, além de que no verão é um lugar típico e agradável para a prática do camping e diversas outras atividades esportivas. Além disso, ele concede sua área ao Grito do



Nativismo Gaúcho e a Feira de Indústria e Comércio de Jaguari – FEICOAGRO. Está representado na Figura 3.



**Fig. 3** – Clube de Caça e Pesca de Jaguari, local que concede a área para o Grito do Nativismo Gaúcho e para a FEICOAGRO.

O Cerro do Obelisco (Figura 4) tem suas bases construídas no ano de 1923 em comemoração ao centenário da Independência do Brasil. Ao subir o morro, observam-se diversas imagens simbólicas da Via Sacra, na qual espalham-se durante a trilha. É privilégio de quem sobe até o topo do morro, uma vista muito bela da cidade e de toda região, sendo uma área de grande preservação.



**Fig. 4** – Obelisco, além de representar um atrativo religioso, proporciona uma vista linda de toda região.

Fonte: [http://www.jaguari.rs.gov.br/?page\\_id=37](http://www.jaguari.rs.gov.br/?page_id=37)

A Ponte Ferroviária passa sobre o Rio Jaguari, é um lugar muito preservado, conforme a Figura 5, foi construído a fim de facilitar o acesso das pessoas por ambas margens do rio.



**Fig. 5** – Ponte Ferroviária, sob o Rio Jaguari.

A Ponte Rodoviária, Júlio de Castilhos, na qual também passa sobre o Rio Jaguari, exibe um cenário muito bonito e preservado, como mostra a Figura 6, ela existe desde o ano de 1899, na qual foi inaugurada, a fim de facilitar o trânsito de pessoas nessa região.



**Fig. 6** – Ponte Rodoviária, essencial para os diferentes tipos de transporte perante as margens do Rio Jaguari.

O Museu Municipal está situado num prédio histórico, mostra-nos muitos objetos, costumes, e nos dá informações diversificadas do povo que ali habitava (Figura 7).



**Fig. 7** – Museu Municipal, local de muita cultura e tradição, e nos apresenta um pouco de toda história dessa região.

A Igreja Matriz é uma das mais belas igrejas da região, é um monumento histórico, muito bem preservado, conforme a figura 8, na qual foi construída a fim de evidenciar os costumes religiosos.



**Fig. 8** – Igreja Matriz, local que o povo católico renova sua fé, lugar também muito belo, e muito bem conservado.

Fonte: [http://www.jaguari.rs.gov.br/?page\\_id=37](http://www.jaguari.rs.gov.br/?page_id=37)

O Hotel Giardino Victória, situa-se no centro da cidade e pode ser uma alternativa básica para refeições e pernoites (Figura 9).



**Fig. 9** – Hotel Giardino Victória, pode ser um local para hospedagem, é de fácil acesso, pois está localizado no centro da cidade.

Fonte: [http://www.jaguari.rs.gov.br/?page\\_id=37](http://www.jaguari.rs.gov.br/?page_id=37)

Atualmente a cidade possui aproximadamente 12 mil habitantes, possui um clima temperado, com altas amplitudes térmicas durante o ano. A região conserva os traços históricos, principalmente da colonização italiana, na qual unindo ao seu relevo proporciona um cenário adequado para a prática do turismo, por essas e outras considerações que ela é conhecida como “A Cidade das Belezas Naturais”. Tudo isso se deve muito por possuir um povo hospitaleiro, na qual conserva de forma surpreendentemente essas riquezas naturais e com o turismo fortalecido, as riquezas naturais terão um porque de ali estarem e a cidade estará subordinada a um desenvolvimento proporcional ao incentivo do turismo.

### **1.1. Problema e Justificativa**

Como desenvolver um mapa temático, a fim de facilitar o turismo no município de Jaguari de forma georreferenciada?

Um mapa temático pode nos trazer inúmeras vantagens para a prática do turismo numa determinada região. Basta ser elaborado de forma simples, em que todos possam ter uma interpretação coerente sobre o assunto em questão. Toda cidade deveria ter um sistema de

turismo organizado, em que houvesse rotas a fim de fazer com que as pessoas pudessem ter acesso ao prazer de conhecer a cidade, seguindo um roteiro dos lugares considerados de maiores atrativos.

O mapa temático proporciona maior comodidade, uma vez que possui seus pontos turísticos georreferenciados e com opções de rotas pré-definidas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Turismo**

No Brasil, o turismo é a atividade do setor terciário que mais cresce. Ele é de suma importância a uma cidade e é tarefa de cada local valorizar as suas tradições e preservar o seu patrimônio (histórico e natural) não apenas para o bem da cidade, mas para o bem de todos.

Os principais motivos responsáveis pelo crescimento das atividades turísticas são: geração de renda e emprego, aumento das receitas estaduais e a elevação da renda per capita. Mais do que nunca o turismo pode ser denominado como uma atividade econômica muito significativa. Seus rumos e direções estão orientados para a obtenção de lucros, geração de riquezas e a satisfação dos consumidores que alimentam o sistema de produção/consumo.

O turismo é um fenômeno profundamente marcado pelo consumo e traz maior desenvolvimento econômico às cidades turísticas. Porém, se este não for bem planejado pode acarretar alguns problemas, ocasionados pelo déficit de receitas, por isso a importância de um turismo bem estruturado e organizado, aliado a um mapa temático de fácil interpretação, possibilita aos turistas um roteiro simplificado de todos os lugares que irão visitar estabelecendo comodidade a eles.

### **2.2. Definições Básicas de Mapa e Mapa Temático**

Na cartografia, os mapas têm características próprias que os classificam. Representam elementos selecionados de um determinado espaço geográfico, ainda, de forma reduzida, utilizando projeção cartográfica e uma simbologia.

A respeito dos mapas temáticos, estes por sua vez, ilustram um determinado tema, além da representação do terreno. A elaboração destes mapas consiste na criação de algumas etapas como a coleta de dados, análise, interpretação e representação das informações sobre um mapa base, extraído geralmente da carta topográfica. Mas, deve cumprir sua função, isto é, descrever como ocorre determinado fenômeno geográfico e utilizando-se de símbolos gráficos. São de grande relevância para o turismo, pois indicam claramente os atrativos de acordo com a sua localização na região. Assim, podem ser transformados em folders ou em materiais de divulgação, sendo adaptados as necessidades do turista.

Vislumbra-se que a criação de mapas temáticos ou guias locais de turismo são umas das primeiras iniciativas a serem feitas. Relevantes para o processo de desenvolvimento do turismo organizado e estruturado, devido a sua importância na organização de dados que facilitam e explicam ao visitante todas as características físicas e ambientais do local a ser visitado.

Além disso, os mapas também elucidam dúvidas e contextualizam na forma visual os caminhos a serem percorridos como estradas, atrativos, infra-estruturas e outras informações que o turista venha a utilizar e necessitar. Em geral mapas são representações geométricas da superfície curva para a superfície plana. Os elementos essenciais de um mapa são: escala, projeção cartográfica, símbolos ou convenções, título e orientação.

Ele é definido como um documento que transmite informações codificadas em forma de símbolos gráficos, representados por pontos, linhas e superfícies que estão definidos, tanto pela sua localização no espaço a respeito de um sistema de coordenadas, como por alguns de seus atributos espaciais, como nomes, classificação e cores. O IBGE (2010) acrescenta, a Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização.

O documento cartográfico é um instrumento muito eficiente, que tem a capacidade de representar em escala, com grau de exatidão requerido, informações geográficas quantitativas e temáticas, componentes necessárias ao planejamento.

### **2.3. Como elaborar um Mapa Temático?**

Um mapa temático deverá possuir informações qualitativas de certo fenômeno em questão, a fim de repassar ao intérprete uma boa análise da situação em foco.

Hoje em dia é fácil nos depararmos com mapas digitais, pois em pleno século XXI, século da era digital, existem muitas maneiras de obtermos esse tipo de mapa, visto que existem diversas ferramentas computacionais dispostas nos mais variados softwares.

Os mapas temáticos, na síntese, apresentam diversas situações do nosso dia-a-dia, entre elas: representações de temas físicos, econômicos e humanos que ocorrem em determinadas partes da superfície terrestre. Para que haja influência mútua entre o mapa e o usuário é importante ressaltar as informações que destacam um mapa perante um simples desenho qualquer. Na qual, podemos citar como elementos de maior importância a escala e a projeção cartográfica, seguidos das coordenadas, da legenda ou das convenções cartográficas e do título.

Deve-se escolher o sistema de projeção que melhor se encaixe com aquele lugar da superfície terrestre. Para se obter essa correspondência utilizam-se os sistemas de projeções cartográficas. Contribui Moura (1993), Projeções Cartográficas se caracterizam por serem uma necessidade imposta devido à impossibilidade de transformar uma superfície esferoidal como a Terra em um plano, não havendo rupturas, estiramentos, dobras e outras deformações imprevisíveis. Elas transferem a realidade curva para uma superfície plana. Os tipos de propriedades geométricas que caracterizam as projeções cartográficas, em suas relações entre a esfera (Terra) e um plano, que é o mapa, são: conformes (os ângulos são mantidos idênticos (na esfera e no plano) e as áreas são deformadas), equivalentes (quando as áreas apresentam-se idênticas e os ângulos deformados), afiláticas (quando as áreas e os ângulos apresentam-se deformados). A Terra é uma superfície curva, um elipsóide, com isso para repassar essas informações ao plano tem que haver um sistema de projeção que melhor se encaixe a uma determinada parte da superfície terrestre.

A escala indica, por sua vez, a relação existente entre a distância que separa dois pontos num mapa e a sua correspondente distância na realidade. Determina o nível de detalhe em função do espaço a ser mapeado. Destarte, a escala consiste num meio de focar objetos da realidade conforme as diversas ordens de grandeza, desde as que são medidas em milhares de quilômetros até as que não passam de alguns metros. A escala se encaixa da melhor forma em função do espaço a cobrir e seus detalhes a atingir, na qual sejam bem representadas, e quanto menor for à escala mais abstrata será a simbologia. Possui uma relação entre a verdade do terreno e a do mapa, uma relação de proporção, na qual, centímetros do papel representam metros ou quilômetros na imagem real. A Tabela 1 sintetiza a classificação das escalas em diferentes categorias e cada uma com sua respectiva finalidade. Elas podem ser divididas conforme a Tabela 1.

**Tab. 1** – Classificação das Escalas.

<b>Categoria</b>	<b>Escala</b>	<b>Finalidade do mapa</b>
Grande	1:50 / 1:100	Plantas arquitetônicas e de engenharia.
	1:500 a 1:20.000	Plantas urbanas e projetos de engenharia
Média	1:25000 a 1:250.000	Mapas topográficos
Pequena	Acima de 1:250.000	Mapas topográficos

São divididas entre escala gráfica (representação através de gráfico na qual se assemelha muito com uma régua), escala numérica (que é a representação mais comum de uma escala, ex.: 1/50000) e escala de equivalência (corresponde à mesma medida, mas em unidades diferentes, por exemplo: 4 centímetros corresponde a 700 metros). Em síntese, escala é a representação de todo objeto da superfície terrestre, que ao ser projetado em um mapa, por exemplo, obtém reduções proporcionais ao seu formato, área e perímetro.

Também, por meio de coordenadas geográficas (longitude e latitude) podemos obter informações diversas de qualquer lugar da Terra. Além das geográficas, existem também o sistema de coordenadas UTM, que nos dão coordenadas divididas em falso E e falso N. Esse tipo de coordenada repete-se 60 vezes, pelo razão da Terra ser constituída por 60 fusos diferentes. Desse modo a única forma de diferenciar cada lugar da Terra é especificando o fuso.

As convenções cartográficas abrangem alguns símbolos que de acordo com as exigências da técnica, do desenho e da reprodução fotográfica, representam os diferentes acidentes do terreno e objetos topográficos em geral.

Um mapa geralmente pode ser compreendido independentemente do [país](#) em que foi produzido. É uma linguagem visual dos mapas, possuindo diferentes símbolos e cores em diferentes tipos de mapas. Normalmente, o azul representa a hidrografia, o verde é a vegetação, o marrom é o relevo juntamente com os solos e o preto ou vermelho são as representações de acidentes artificiais, ferrovias e rodovias. Alguns símbolos podem ser representados por distintos componentes de qualificação, conforme a Tabela 4, apresentando formas, tamanhos, orientações, cores e granulações diferentes.

**Tab. 2** – Componentes de Qualificação

<b>Forma</b>	<b>Pontual</b>			
	l	o	D	
<b>Tamanho</b>	●	●	●	●
<b>Orientação</b>	←	→	↑	↓
<b>Cor</b>	●	●	●	●
<b>Granulação</b>	P	Q	R	O
	J	T	6	

Na legenda ocorre a tradução de todas as informações contidas no terreno, nas quais são classificadas de diferentes formas na superfície terrestre, além disso, ela nos ajuda a tirarmos conclusões das representações informadas no mapa. O IBGE (2010) conceitua legenda como uma lista explicativa das convenções gráficas adotadas na representação dos fenômenos representados no mapa. As legendas podem vir representadas por cores, hachuras, símbolos ou ícones de diversos tipos, ou utilizar combinações dessas várias representações.

O título é de muita importância, pois nos informa o tema central que é abordado. Sempre, quando possível, ele deve aparecer em destaque, com letras em tamanho maior e localizado na parte superior do mapa.

## **2.4. Cartografia e Fotointerpretação**

Cartografia significa ciência, técnica e arte de representar a superfície terrestre. Ela é uma ciência que disciplina a elaboração de mapas de toda a espécie. A Conferência Internacional da ICA/ACI de Budapest (1989) define Cartografia como sendo uma organização, apresentação, comunicação, e utilização da geoinformação nas formas visual, digital ou tátil que inclui todos os processos de preparação de dados, no emprego e estudo de todo e qualquer tipo de mapa.

Cartografia é uma arte de divulgar mapas, representa uma área geográfica transferida para uma superfície plana, ela é desenvolvida juntamente com a ajuda do Sensoriamento Remoto e a Fotogrametria. Duarte (2002) assim contribui, destacando Cartografia como um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, planos e outras formas de expressão, bem como sua utilização. Ainda Salichtchev (1973) salienta que cartografia é a ciência da representação e do estudo da distribuição espacial dos fenômenos naturais e sociais, suas relações e suas transformações ao longo do tempo, por meio de representação cartográfica – modelos icônicos – que reproduzem este ou aquele aspecto da realidade de forma gráfica e generalizada.

Temos também, a cartografia temática, que enfatiza um assunto particular no mapa, oferecendo símbolos quantitativos e qualitativos de uma base de dados de referência extraída de mapas topográficos, o seu assunto é analítico e explicativo, e tratam de diferentes dados além da simples representação do terreno. É o ramo da cartografia que se preocupa com a representação espacial de fenômenos geográficos. Conforme Salichtchev (1973), a Cartografia Temática apresenta-se como um instrumento de grande potencialidade na caracterização de valores e elementos na síntese de dados e na composição de perfis sobre os objetos analisados.

Já Fotointerpretação é a parte do geoprocessamento que extrai informações de aerofotogramas e fotografias aéreas a fim de obtermos mapas temáticos. Esta ciência examina fotografias aéreas, fazendo uma interpretação, analisando os aspectos quantitativos e por fim obter um mapa temático sobre a região de interesse. Segundo Strandberg (1975), fotointerpretação é o ato de examinar aerofotogramas com o propósito de identificar objetos e atribuir os seus significados.

## **2.5. Processo de Simplificação e Seleção**

O processo de simplificação e seleção é de suma importância para um mapa temático, pelo fato de não serem necessário termos nesse tipo de mapa todas as informações que possuímos na superfície terrestre, com isso há uma perda do conteúdo, pois partes são selecionadas e outras simplificadas. O objetivo geral deve-se de ser destacado no princípio, a fim de sabermos o que realmente é viável informar e com isso destacar o que realmente nos interessa. Para esse processo deve-se destacar o que realmente é de suma importância em conter no mapa, assim ele conterá e informará: a finalidade (saber quais são os objetivos que o mapa quer alcançar), o grau de detalhamento (saber o que realmente é necessário conter no mapa e adequar à escala mais correta para aquela representação), a disponibilidade financeira (ter ideia de que quanto maior for à escala do mapa, maior será o grau de detalhamento, e mais tempo será preciso para a conclusão do trabalho).

Além de tudo, esses dois processos exigem, de quem confeccionar o mapa, um bom senso para estabelecer as partes que devem ser simplificadas e as que devem ser selecionadas em conterem no mapa. Deve ter cuidado também, para que ele não fique poluído, ou seja, não contenha muitas informações desnecessárias, a fim de levar a uma interpretação de difícil escala ao cliente.

## 2.6. Receptor de GPS

O homem, por possuir um senso natural de orientação, desenvolveu ao longo do tempo, diferentes e refinados meios para saber onde está em qualquer ponto da Terra. Durante muito tempo, a humanidade utilizou-se de recursos naturais para se orientar, como o sol, as estrelas, acidentes topográficos, direção predominantes dos ventos, etc. Atualmente, uma das formas mais simples de se obter coordenadas de pontos de amostras é por meio de um receptor de GPS. Este determina, além da localização de um ponto qualquer, a velocidade e o tempo.

O receptor de GPS é um dispositivo de navegação que nos informa coordenadas em tempo real, ele foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos no ano de 1978. Ele está disposto em um sistema com 24 satélites que estão em volta da superfície terrestre, e em qualquer lugar que seja sempre deverá estar disposto no mínimo quatro satélites, que é o número mínimo para uma boa coleta de dados. O modelo Garmin destaca por possuir um formato de designer compacto e de fácil acesso, mas possui o defeito de ter uma má precisão, na qual nos proporciona um erro, em 90% do tempo, por cerca de 10 metros.

## 3. METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido com base no método indutivo, pela razão de ter sido obtido na cidade natal do autor, dessa forma foi voltado ao espaço local que é de seu conhecimento e assim facilitou o processo de coleta de dados. Passou-se por duas etapas para a finalização do trabalho. Primeiramente, foram utilizadas fontes primárias, na qual foram coletadas coordenadas em campo, a fim de obter informações necessárias para a confecção do trabalho. Por seguinte, usaram-se fontes secundárias, em que se pesquisou em diversos livros e sites, informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

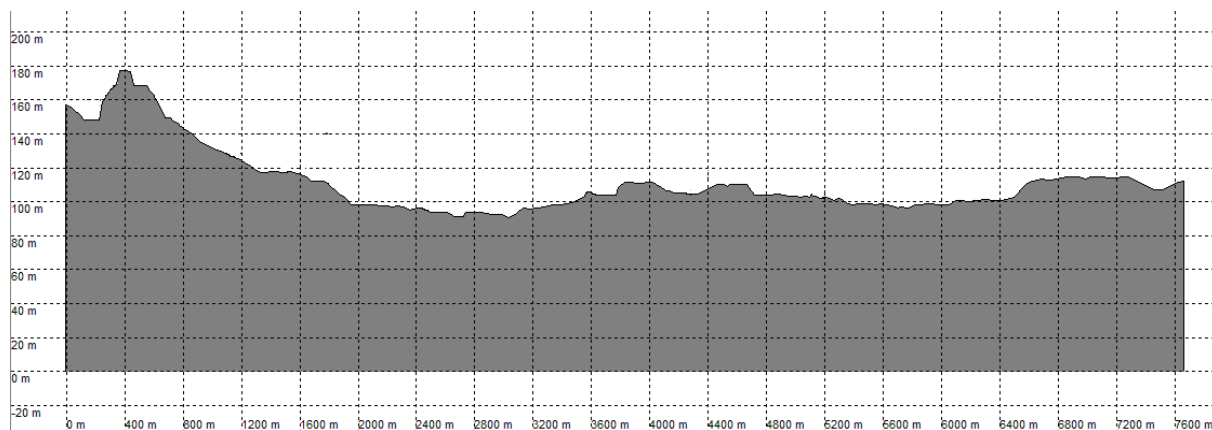
O princípio do trabalho é construir um mapa temático turístico urbano do município de Jaguari, evidenciando uma rota turística urbana, a fim de incentivar o turismo e proporcionar mais comodidade ao turista que quiser conhecer Jaguari. O mapa estará disposto no Pórtico de entrada da cidade, ficando cópias deste a disposição do público. Desta forma, o turismo nessa região estará organizado, propiciando um belo dia de lazer. Apresentando ao turista uma maior comodidade, logo, proporcionará as pessoas um maior interesse e desejo de conhecer as belezas naturais e históricas. Assim o município terá um aumento do ciclo de pessoas e o desenvolvimento estará intrínseco a essa questão.

Entre os aplicativos utilizados, está o GPS TrackMaker, na qual foram importadas as coordenadas do receptor de sinal GPS. Por conseguinte, empregou-se o ArcGis para o georreferenciamento da imagem de satélite, a importação dos dados editados no TrackMaker, e para assim elaborar o mapa temático turístico urbano.

Para a coleta dos pontos foi estabelecido um plano de referência para o receptor GPS Garmin. Configurou-se o datum para WGS 84 (que é o padrão mundial), o sistema de projeções ficou estabelecido UTM UPS, a distância, elevação e profundidade usou-se a configuração em metros. Logo, houve uma preparação da ordem dos pontos que iriam ser conhecidos e a forma como iria ser obtida a rota, qual seria a sequência mais adequada. Os pontos foram coletados com o receptor GPS Garmin, com obtenção de dados através da técnica de Posicionamento Absoluto, na qual é o padrão do receptor GPS Garmin, pois nesse tipo de aparelho não há formas para a correção do erro médio das coordenadas, tampouco, transferência ao Posicionamento Relativo. Com a ajuda de um receptor GPS, foram coletadas coordenadas dos pontos de interesse e realizado uma rota entre os pontos a serem conhecidos, posteriormente os pontos foram importados para o aplicativo GPS TrackMaker e as rotas e coordenadas foram sistematizadas no software ArcGIS. As coordenadas coletadas foram usadas como pontos de apoio para o georreferenciamento da imagem de satélite.

Os pontos foram importados juntamente do receptor GPS Garmin ao aplicativo GPS Trackmaker, e posteriormente analisados os dados coletados. A Tabela 3 apresenta as coordenadas que foram coletadas. Nota-se nesta tabela, que há uma grande diferença na altitude dos pontos (como pode ser visto também na Figura 10), com essa análise, conclui-se que o município possui um relevo bastante acidentado, sendo constituído por diversos morros e serros.

A análise dos dados relativo a altitude também está especificado na Figura 11, na qual consta uma vista prévia de como o relevo se apresenta nos lugares que foram coletadas coordenadas dos pontos turísticos do município.



**Fig. 10** – Perfil topográfico da rota turística, com altitude média de 112 metros.

**Tab. 3** – Tabela com coordenadas E, N e a altitude dos pontos turísticos do município de Jaguari.

Nome dos pontos	Coordenada E (m)	Coordenada N (m)	Altitude (m)
P1 – Pórtico	725148.908	6733467.846	108.273
P2 – CAPEJAR	724255.950	6734873.131	97.218
P3 – Ponte Rodoviária	724074.675	6734468.381	102.265
P4 – Ponte Ferroviária	724026.489	6733964.282	104.669
P5 – Museu	723802.465	6734423.420	105.389
P6 – Balneário Fernando Schiling	723999.455	6735087.667	91.210
P7 – Igreja Matriz	723861.165	6734540.613	113.561
P8 – Hotel Giardino Victória	723822.256	6734726.899	118.607
P9 – Obelisco	724056.316	6735596.686	176.767
P10 – Ponto de saída do município	723844.773	6735675.347	158.262

Logo após o processo de simplificação e seleção dos dados, foi analisada a orientação de cada ponto a partir de um ponto central estipulado. O Hotel Giardino Victória, pela localização mais ao centro das coordenadas obtidas, foi considerado o ponto central para darmos uma orientação dos demais pontos a serem observados, ele também foi escolhido, por estar localizado no centro da cidade de Jaguari, e por ser um ponto de fácil acesso.



**Tab. 4** – Análise da orientação dos dados coletados, com referência ao Hotel Giardino Victória.

<b>Pontos</b>	<b>Orientação</b>	<b>Distância em Linha Reta (m)</b>
Ponto de saída do município	Norte	950,603
Obelisco	Norte – Nordeste	901,714
Balneário Fernando Schiling	Norte – Nordeste	402,870
CAPEJAR	Nordeste	458,183
Ponte Rodoviária	Sudeste	361,682
Pórtico	Sudeste	1825,829
Ponte Ferroviária	Sudeste – Sul	789,613
Igreja Matriz	Sul	190,372
Museu	Sul	304,410

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com este trabalho e com o mapa temático turístico urbano, que o turista consiga meios mais cômodos e organizados para fruir de forma tranquila as belezas naturais e os pontos históricos do município. Assim, Jaguari terá índices de turismo ainda maiores e seu desenvolvimento tende a crescer, pois dessa forma, o turismo será uma forma forte de fonte de renda para o município.

#### 5. CONCLUSÃO

Em vista de todo trabalho que foi realizado, desde a coleta de pontos até a confecção do mapa, conclui-se que as cidades, que possuem o turismo em evidência, ao terem mapas temáticos a fim de facilitar o turista, proporcionarão melhorias tanto ao município como para as pessoas que ali visitarem. Dessa forma, esses seres humanos iriam sentir-se muito mais motivados para conhecer aquele local, pelo fato de trazê-los muito mais facilidade e comodidade, e toda cidade teria um desenvolvimento muito maior com o investimento no turismo, da mesma forma que acontece em muitas das cidades brasileiras que apresentam no turismo uma forte fonte econômica.

A coleta a campo foi muito positiva, pois permitiu o uso do receptor GPS Garmin numa situação real de trabalho, na qual se coletou pontos e foi estipulada a rota turística.

A leitura de diferentes livros, além de trazer informações essenciais ao trabalho, também proporcionou muito mais conhecimento da área de Geoprocessamento e do conhecimento de como elaborar um mapa temático.

A confecção do mapa temático, realizou-se no aplicativo ArcGis, no qual se georreferenciou o mapa, tendo como pontos de controle as coordenadas obtidas juntamente com o receptor de GPS Garmim. A escala, a legenda, as projeções foram obtidas através do conhecimento sobre Cartografia e da noção de como obter as informações através do aplicativo em questão.

No geral o trabalho foi muito vantajoso, pois possibilitou trazer a Jaguari uma forma de turismo mais facilitada, conquanto quem se desfruta ganhando é a própria cidade e os turistas, que possuirão meios muito mais cômodos para a prática do turismo. Fica a sugestão para as cidades confeccionarem seus mapas temáticos, a fim de trazerem a elas meios mais práticos que incentivem o turismo.

## BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, L. M.; RIGOLIN, T. **Geografia Geral e do Brasil**. 1º ed. São Paulo: Ática, 2009.

**Cartografia** [On-line] Disponível em:  
<<http://www.algosobre.com.br/geografia/cartografia.html>> Acesso em 10 jun.10.

CARVALHO, M. S.; de PINA, M. de F.; dos SANTOS S. M. **Conceitos Básicos de Sistema de Informação Geográfica e Cartografia Aplicadas à Saúde**, ed. Organização Panamericana da saúde – Representação no Brasil Ministério da Saúde – 2000.

**Convenções cartográficas** [On-line] Disponível em  
<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Conven%C3%A7%C3%B5es\\_cartogr%C3%A1ficas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Conven%C3%A7%C3%B5es_cartogr%C3%A1ficas)> Acesso em 14 jun.10.

da ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. de J. M. **Manual de Fotointerpretação**, 4ª Edição – Revisada e ampliada - Santa Maria 2009.

DUARTE, P. A. **Fundamentos da Cartografia**, 2º ed. Florianópolis: Revista ampliada, Ed. da UFSC, 2002.

**Igreja Matriz de Jaguari** [On-line] Disponível em  
<[http://www.riogrande.com.br/municipios/imagens/jaguari\\_igreja.jpg](http://www.riogrande.com.br/municipios/imagens/jaguari_igreja.jpg)> Acesso em 21 jun.10.

JOLY, F. **A Cartografia**, 8ª Edição – ed. Papirus.

MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**.

MOURA, A. C. M.; **O Papel da Cartografia nas Análises Urbanas, Tendências no Urbanismo Pós – Moderno**, Caderno de Arquitetura Urbana. n. 2, p.4173, 1993.

**Noções Básicas de Cartografia** [On-line] Disponível em  
<[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/introducao.html](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/introducao.html)> Acesso em 14 jun.10.

**Pórtico de Jaguari** [On-line] Disponível em  
<[http://www.riogrande.com.br/municipios/imagens/jaguari\\_portico.jpg](http://www.riogrande.com.br/municipios/imagens/jaguari_portico.jpg)> Acesso em 21 jun.10.

**Prefeitura Municipal de Jaguari, Pontos Turísticos** [On-line] Disponível em  
<[http://www.jaguari.rs.gov.br/?page\\_id=37](http://www.jaguari.rs.gov.br/?page_id=37)> Acesso em 11 jun.10.

Prefeitura Municipal de Jaguari; **Jaguari e seus aspectos históricos**, texto baseado na Enciclopédia dos Municípios Brasileiros, vol. XXXII~, org. por Jurandir Pires Ferreira, Rio de Janeiro, I 959. [On-line] Disponível em <[http://www.jaguari.rs.gov.br/?page\\_id=33](http://www.jaguari.rs.gov.br/?page_id=33)> Disponível em 11 jun.10 .

RAMOS, C. da S. **Visualização Cartográfica e Cartografia Multimídia – Conceitos e Tecnologias**, ed. UNESP.

RECH, C. M.; DE OLIVEIRA, K.; LOCH, R. E. **Orientações para Elaborar um Mapa Temático Turístico**. [On-line]. Disponível em:  
<<http://www2.ifes.com.br/webifes/revista/Files/ORIENTA%C7%D5ES%20PARA%20ELABORAR%20UM%20MAPA%20TEM%C1TIC.pdf>>. Acesso em 22 jun.10.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**, Oficina de Textos.

# ANÁLISE DE VARIÁVEIS GEOMORFOMÉTRICAS PARA A GERAÇÃO DE ATRIBUTOS TOPOGRÁFICOS UTILIZANDO O BANCO DE DADOS TOPODATA/SRTM (INPE).

*Geomorphometric analysis for the generation of topographic attributes using the Topodata / SRTM (INPE) database.*

Marcelo Alberto Rech<sup>1</sup>, Michele Monguilhott<sup>1</sup>, Alessandro Carvalho Miola<sup>1</sup>, Elódio Sebem<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM Colégio Politécnico da UFSM  
Prédio 70 – Campus Universitário – Camobi - CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil  
[marceloarech@yahoo.com.br](mailto:marceloarech@yahoo.com.br); [michelegads@gmail.com](mailto:michelegads@gmail.com) [engenheiroacm@gmail.com](mailto:engenheiroacm@gmail.com);  
[elodiosebem@gmail.com](mailto:elodiosebem@gmail.com)

## RESUMO

Com a iniciativa Topodata/SRTM (INPE) em 2008, a geração e as análises dos atributos topográficos, se têm alcançado resultados satisfatórios; mesmo que o pixel original seja de 90m, refinado por Krigagem para 30m, sugerindo então melhores feições angulares. Nesta pesquisa, os objetivos concentram-se em analisar as potencialidades das variáveis do Banco de Dados Topodata/SRTM na geração de atributos topográficos para fins da caracterização geomorfométrica local. A área de estudo está inserida na região oeste do RS, onde há processos de degradação ambiental. Utilizou-se software específico para a geração dos atributos topográficos. Como resultado, do processamento dos dados obteve-se, mapeamentos com temáticas quali-quantitativas das principais características geomorfométricas da superfície estudada. E ao final, concluiu-se a validade das análises e inferências feitas a partir do uso do Banco de dados Topodata/SRTM para modelagens de terreno.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto, Variáveis Geomorfométricas, Atributos Topográficos, MDE, Microbacia.

## ABSTRACT

With the initiative Topodata / SRTM (INPE) in 2008, the generation and analysis of topographic attributes, whether they have achieved satisfactory results; same as the original pixel size is 90m, the refinement of Kriging for 30m, then suggesting the best features angular. In this paper, the goal is the analysis of potential variables Topodata / SRTM Database in the generation of topographic attributes for the characterization geomorphometric site. The study area is part of the western region of the RS (Brazil), where there are processes of environmental degradation. We used specific software for the generation of topographic attributes. As a result, the data processing obtained, thematic mappings of qualitative and quantitative geomorphometric of the main features of the studied area. And in the end, it was concluded the validity of the analysis and inferences made from the use of Topodata / SRTM database for modeling of terrain.

**Key words:** Remote Sensing, Geomorphometric Variables, Topographic Attributes, DEM, Watershed.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem contribuído para a evolução do conhecimento específico nas áreas da Geomática. Atualmente, vive-se um momento de revolução neste campo de trabalho, um verdadeiro ‘boom mundial’. Dentre os itens que mais cooperam para isto estão, as inclusões de metodologias, técnicas e análises realizadas em ambiente computacional.

O uso de aplicativos específicos para SIG e as tecnologias advindas do sensoriamento remoto, demonstraram a necessidade de pesquisas nas áreas de extração dos parâmetros de Modelos Digitais de Elevação (MDE).

Dentre os Sistemas Ativos, os quais não necessitam da radiação solar para imagear e gerar o MDE, tem-se o Radar SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*); que tem suas aplicações amplificadas, nos estudos relativos à geomorfologia, constituição dos solos, estudos hidrológicos e vegetativos (pelo efeito dossel), além de áreas com ambientes delicados entre outras observações.

Em 2003, a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) disponibilizou na rede mundial de computadores os dados provindos do RADAR (*Radio Detection and Range*) interferométrico SRTM, referentes às variáveis geomorfológicas do terreno. Os dados continham imagens não editadas, com finalidades para o uso científico e de avaliação, somente. (PIRES, 2006).

Com essa situação, o usuário necessitava realizar o refinamento pela Krigagem, método capaz de acrescentar um significativo progresso no reconhecimento de feições da paisagem, e de retirar pixels nulos, com erros e artefatos lineares. Após isso o MDE passava por derivações, gerando as variáveis geomorfológicas, aplicando-se operações diferenciais na vizinhança com auxílio de janelas móveis, para cada pixel analisado. (VALERIANO, 2008).

Mas a Krigagem e a geração das variáveis geomorfológicas são processos que necessitam grandes conhecimentos do usuário, sendo que este poderia cometer erros, comprometendo a rotina computacional.

Para facilitar o manuseio dos dados obtidos pelo SRTM, em meados de 2007/2008, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) realizou estudos para aplicação da Krigagem, objetivando uma melhoria na qualidade dos dados em todo território nacional, dando origem à iniciativa do Banco de Dados (BD) Topodata/SRTM (INPE). Deve-se observar a resolução da imagem que originalmente tem 90 metros, transformando-a, com auxílio da geoestatística pelo método da Krigagem, para 30 metros.

O objetivo desta pesquisa é o de analisar as potencialidades das variáveis do Banco de Dados Topodata/SRTM (INPE, 2008) na geração de atributos topográficos para fins da caracterização geomorfológica local. Mais especificamente, optou-se pela geração de mapas quantificando os atributos de relevo: Hipsometria; Declividade e Delineamento de microbacias.

A justificativa da proposta do estudo é a de testar e analisar a fidedignidade do Banco de Dados Topodata/SRTM (INPE), disponibilizados de forma gratuita na internet. Destacando sua importância quanto ao grande volume de dados georreferenciados originados por krigagem com: cotas altimétricas e resolução espacial menos grosseira (30m), aplicáveis às análises ambientais; e pela facilidade no acesso e geração dos atributos topográficos.

## **1.2 Modelos digitais e representações de paisagens**

Fernandes (2004 *apud* Santos, Barros, Pinto 2009), diferencia MDT de MDE, pelo simples fato do primeiro conter dados somente de altimetria, ao passo que o segundo pode possuir outros dados além do atributo altimétrico, que possibilitam a geração automática de atributos de terrenos, por meio de algoritmos selecionados para cada objetivo. Outras características para a distinção dos modelos digitais são mostradas no Quadro 01:

### **1.2 O Radar SRTM – princípios e aplicações.**

O Radar SRTM, atualmente é um dos equipamentos que mais contribuíram para geração de MDE, obtendo imagens com a tecnologia SAR (*Synthetic Aperture Radar*), radar de abertura sintética. Para que os radares obtivessem imagens de alta resolução, com a mesma qualidade dos

sensores ópticos, a antena deveria ter abertura em torno de 8 km, para uma plataforma a 800 km de distância da Terra. (NOVO, 2008).

**Quadro 01** - Algumas características intrínsecas aos MDE e MDT.

MDE	MDT
Cálculos por meio de algoritmos;	Cálculos com grades regulares ou não;
Coordenadas nas quadriculas;	Coordenadas nos vértices e nós;
Imagem raster (com pixel);	Vetorial (sem pixel);
Sem limites definidos;	Têm limites definidos;
Representa a elevação;	Rugosidade do terreno;
Operações de sobreposição;	Operações topológicas;
Proporcional à área representada.	Proporcional à quantidade de informações.

Fonte: Adaptado de Lourenço, (2008).

Esse radar é interferométrico, pois gera uma imagem complexa denominada imagem interferométrica, a partir de outras duas imagens complexas, com suas amplitudes e fases. Na imagem gerada, cada pixel contém as informações sobre as diferenças de fases entre os pixels correspondentes nas duas imagens originais. A fase de cada pixel relaciona valores da elevação da superfície terrestre, o que permite que sejam produzidos modelos numéricos do terreno (MNT). (MURA, 2000 *apud* NOVO, 2008).

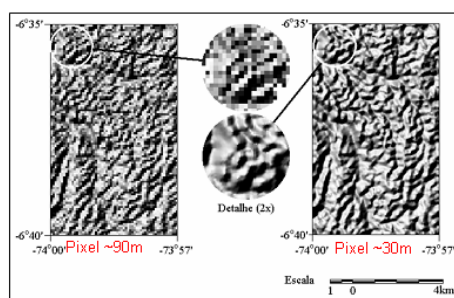
Os dados do SRTM estão disponíveis para *download* gratuito, no site do INPE ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)), que depois de obtê-los do *United States of Geological Survey* (USGS), disponibilizou-os após os ajustes necessários para a interpolação por geoestatística (INPE, 2009).

Segundo Valeriano (2008), a geração de dados através de MDE, devem representar objetos não topográficos (prédios, casas, árvores) sobre a superfície imageada. Relata-se “que os dados SRTM são sensíveis a estes efeitos, que por sua vez, podem afetar, ocasionalmente, o aproveitamento dos dados”. O ‘efeito dossel’ de algumas árvores de grande porte, também deve causar esse efeito, quando o mesmo estiver associado a dimensões territoriais de florestas.

A resolução de 90 m é considerada apropriada para análises de pequenas e médias escalas (1:100.000), mas é grosseira se solicitada a fornecer maiores detalhes do terreno. Uma alternativa a essa limitação é o processo de reamostragem do modelo SRTM. É importante destacar que a reamostragem não melhora o detalhamento do MDE, mas sugere superfícies com maiores coerências angulares, acrescentando um significativo progresso, a partir dos dados originais, para a declividade e orientação de vertentes. (VALERIANO, 2008).

Mesmo após a reamostragem dos pixels de 90m para 30m, não deve alcançar níveis altimétricos aceitáveis, acima das resoluções originais de 90m. Apenas melhora a percepção das feições relativas, mas não garante os parâmetros e os critérios planimétricos para posicionamentos com acurácia, nas mesmas escalas do detalhamento. (VALERIANO, 2008).

A figura 1 expõe este fato; onde se tem os recortes do SRTM e o pixel apresentado nas duas resoluções: (~90m) e (~30m), podemos observar que pixel de (~30m) representado no detalhe à direita é mais visível.



**Figura 1** - Original SRTM a esquerda, e o reamostrado por Krigagem a direita. Fonte: Adaptado de Valeriano (2004 *apud* Grohmann *et al.*, 2008).

Conforme os autores<sup>4</sup> citados por Steiner (2007), o erro vertical dos dados da elevação do Sensor SRTM, teoricamente tem precisão de  $\pm 16\text{m}$ . O erro absoluto nos dados para América do Norte é de 9m e para América do Sul de 6,2m. Aplicando-se a estatística gaussiana se tem 5,32 e 4,14, respectivamente.

### 1.3 Variáveis geomorfométricas locais

São obtidas segundo metodologia proposta por Valeriano (2008) destacando que as derivações em torno de cada ponto são analisadas através de janelas móveis. Além da altimetria, que é a derivação de ordem zero; tem-se ainda a declividade e a orientação de vertentes - derivadas de 1ª ordem; e as curvaturas vertical e horizontal, sendo derivadas de 2ª ordem.

Quando ordenadas, as variáveis geomorfométricas locais, também conhecidas como Planos de Informação resume-se nas apresentadas no quadro 2.

**Quadro 2** - Ordenação das variáveis geomorfométricas locais.

Variável origem	1ª Ordem	2ª Ordem	Resultantes da derivação de 2ª ordem
Altimetria	Declividade	Curvatura Horizontal	Canais de Drenagem e Divisores de água. Forma do Terreno.
	Orientação de Vertentes	Curvatura Vertical	

Fonte: Adaptado de Valeriano, 2008.

#### 1.3.1 Derivada de 2ª ordem - Delineamento de microbacias (DD)

Constitui-se na metodologia de realizar os delineamentos dos canais de drenagem (linhas de mínimo – cotas mais baixas) e divisores de água (pontos, linhas, polígonos de máximos – cotas mais altas), sendo também estas feições derivadas da forma das seções transversais dos terrenos. Este produto é também conhecido como ADD (Azimute, Divisores e Drenagens).

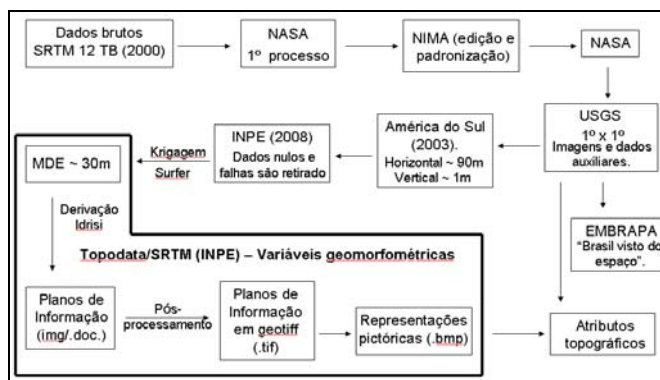
A mata ciliar indica as estruturas de drenagens, porém o efeito dossel abranda a metodologia do reconhecimento destas estruturas, efeito que é influenciado, pela altura das copas das árvores e pela simples dificuldade de se fazer inferências, nas drenagens. Canais de ordens menores são delineados também com auxílio dos dados SRTM, que podem ser mesclados ou adicionados aos dados de outros equipamentos ou outras fontes através de correções manuais posteriores ao processamento matricial. Etapa esta que será realizada na edição vetorial.

### 1.4 Planos de Informação

Para a montagem do conjunto Topodata/SRTM (INPE), os dados foram capturados (do USGS), retiradas às falhas (arquivos ASCII), passando por refinamento (no *Surfer 6.0*). Após isso, foram geradas as derivadas geomorfométricas (no *Idrisi*), formando o conjunto conhecido como Planos de Informação. A figura 2 abaixo mostra o fluxograma, que resume o processamento dos dados desde a produção do MDE pelo SRTM no espaço:

Desde a 1ª etapa, os elementos processados, foram separados em folhas com as devidas articulações e compatíveis na escala 1:250.000, ou seja, folhas com 1° de latitude por 1,5° de longitude.

<sup>4</sup> Van Zyl (2001), Rabus et al. (2003), Rodrigues et al.(2006) e Waltham (1995)



**Figura 2** - Fluxograma do processamento dos dados Topodata/SRTM. Fonte: Pires, (2006); Debiasi (2008); Valeriano, (2008); INPE, (2009).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 A área de estudo

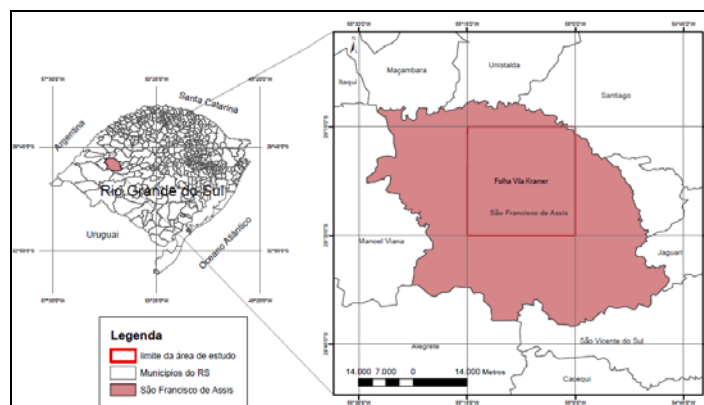
O local pesquisado localiza-se na área rural do Município de São Francisco de Assis, na região centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, a 480 km da capital Porto Alegre. A população do município foi estimada em 20.600 habitantes (IBGE, 2007). São Francisco de Assis tem sua economia baseada essencialmente na agricultura e pecuária.

O estudo se concentra nas localidades abrangidas pela carta topográfica de Vila Kramer folha SH 21-X-D-I-4, elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG), na escala 1:50.000, estando situado entre as coordenadas geográficas de longitude oeste  $-55^{\circ}00'$  e  $-55^{\circ}15'$ , e de latitude sul  $-29^{\circ}15'$  e  $-29^{\circ}30'$ .

A figura 4 destaca os limites municipais e a localização da folha SH 21-X-D-I-4. A área territorial do município e de 2.508,45 km<sup>2</sup>, representa 0,9 % da área do estado do Rio Grande do Sul.

A Fronteira Oeste do RS, em especial os municípios de Alegrete, Maçarambá Manuel Viana, São Francisco de Assis, Quaraí; enfrentam um grave problema ambiental: os processos de arenização, ocorrido nas áreas representadas por “campos de areia”. (SUERTEGARAY, 1987 *apud* TRENTIN *et al.*, 2009).

Nas Formações Botucatu e Guará, o alto conteúdo de quartzo, com poucos materiais ligantes e a cimentação de óxido ao redor dos grãos, tornam a rocha friável, suscetível a processos erosivos, formando ravinas, voçorocas nas áreas de nascentes, campos (baixas altitudes e nas áreas com declividades) e cursos médios das drenagens, onde se tem depósitos aluviais. (TRENTIN *et al.*, 2009).



**Figura 4** - Localização do Município onde está inserida a área de estudo. Fonte: IBGE (2007).

Conforme Nimer (1979 *apud* Auzani, 2006), o tipo climático é o “Mesotérmico Brando Super Úmido”, com invernos frios e verões quentes. As chuvas são bem distribuídas, sem estação seca definida, com índices pluviométricos variando entre 1.250 mm a 1.500 mm. O bioma presente é o Pampa, com áreas de transição. As altitudes variam das cotas abaixo de 100m até 420m. (TRENTIN *et al.*, 2009).

## 2.2 Materiais Utilizados

A pesquisa fez uso de material cartográfico, imagens de Radar, equipamentos e Softwares, que estão devidamente qualificados no quadro 3:

**Quadro 3** - Lista dos materiais utilizados na pesquisa.

<b>Materiais</b>	<b>Descrição</b>
<b>Carta topográfica</b>	Na escala 1:50.000, com articulação da folha SH.21-X-D-I-4 (DSG), Folha Vila Kramer. Adquirido em meio digital
<b>Imagem SRTM</b>	Na escala 1:250.000, folha 29_555 (INPE). Correspondente a carta topográfica na escala 1:250.000, com articulação SH.21-X-D (DSG), Folha Santiago . Material disponível no site do INPE <sup>5</sup> ;
<b>Software ArcGis</b>	Licenciado para uso do Colégio Politécnico da UFSM.

Fonte: Organizada pelo autor.

## 2.3 Processamento dos dados

Para a geração dos atributos topográficos foram usadas as seguintes variáveis geomorfométricas disponibilizadas pelo Topdata/INPE:

- **Hispomtria**, dados contidos no arquivo 29\_555ZN;
- **Declividade**, dados contidos no arquivo 29\_555SN;
- **Delineamento** de micro-bacias, dados contidos no arquivo 29\_555DD.

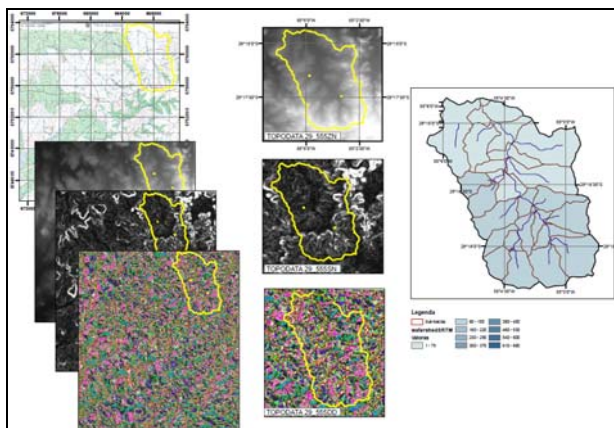
Durante o processamento dos dados (Figura 5), preferiu-se escolher uma microbacia, como unidade de análise. Porém o pré-processamento alcançou toda a carta topográfica. Com isso, na legenda estarão contidos os dados, de resultados que não estão à mostra no produto final (limitado a microbacia hidrográfica).

A partir da carta topográfica de Vila Kramer, gerou-se um MDT, por meio de rede irregular de triângulos (tin). A rede irregular realiza um cálculo que observa melhor as feições locais, em detrimento do uso de uma grade regular. Ajustes necessários podem ser feitos, pois uma tin mais densa tem capacidade de representar ainda melhor as características do terreno. (OLIVEIRA, [20--]).

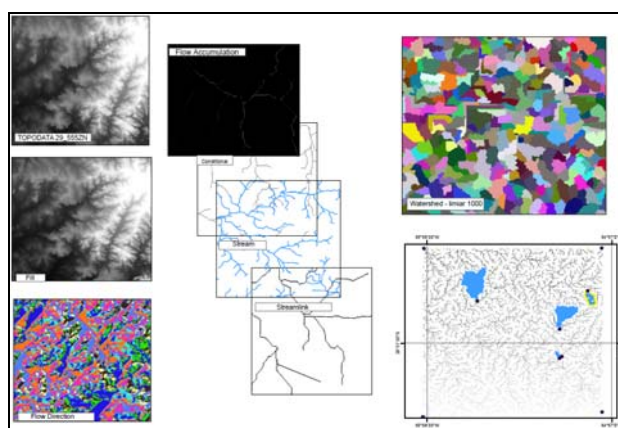
A variável geomorfométrica utilizada para o delineamento de micro-bacias estão contidos no arquivo topodata **DD** (divisores e talwegues). O processo de Delimitação de bacias hidrográficas (Figura 6) segue o roteiro descrito por Medeiros *et. al* (2009).

<sup>5</sup> Link: TOPODATA/SRTM (Valeriano, 2008), em meio digital.





**Figura 5** - Representação das etapas de processamento.



**Figura 6** - Etapas de processamento para delimitação de bacias hidrográficas.

Inicialmente realizou-se a extração das curvas de nível nos MDE's, com espaçamentos de 30m, usando as ferramentas do *ArcToolBox: Spatial Analyst Tools (Hidrology)* ou no *Arc Hydro tools*, seguindo a prática descrita:

- 1°. Aplicação da ferramenta “Fill sinks”, para retirada das depressões e refluxos;
- 2°. Cálculo da direção de fluxo com o “Flow direction”, e o algoritmo D8;
- 3°. Comando “Flow accumulation”, cada célula irá armazenar valores referentes à quantidade de células, que drenam a montante, o fluxo do recurso acumulado. Células com valores altos representam áreas à jusante, do contrário às bordas da bacia;
- 4°. Geração da rede de drenagem, com o “Conditional>con”, definindo um valor mínimo necessário de células (pixel) para formação de bacia hidrográfica. Usou-se os valores (limiares) de 900 e 1000 onde o arquivo criado deve ser transformado em shape (.shp), com a ferramenta “Stream to feature”;
- 5°. Para a delimitação automática da bacia com o “Watershed”, a partir do Stream, adiciona-se um ponto, exatamente no pixel exutório, do qual se deseja gerar a bacia, montante a este.

Após isso, foi possível calcular as extensões de cada drenagem, o cálculo das áreas e do perímetro nos diferentes modelos MDE e MDT realizando-se as devidas comparações e análises.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No mapa resultante (Figura 7) observa-se a hipsometria da microbacia em estudo. As maiores altitudes observam-se ao sul da microbacia onde é uma região de embasamento basáltico, conferindo a topografia local maiores altitudes. Já nas cores vermelhas e verdes

observadas ao Norte da microbacia tem-se rochas das Formações Botucatu e Guará, rochas mais friáveis e com perfis erosivos mais visíveis (TRENTIN *et al.*, 2006).

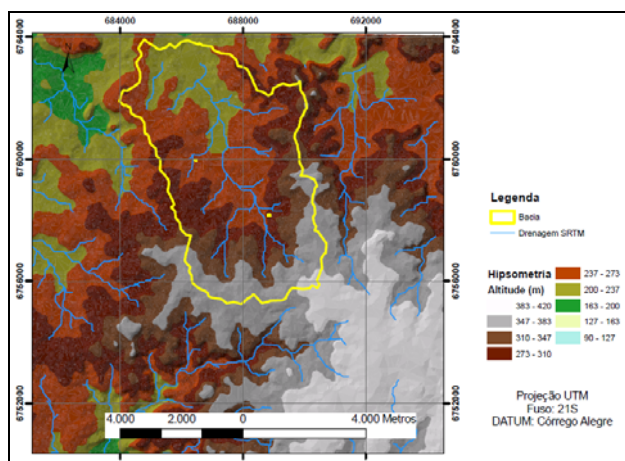


Figura 7 - Mapa Hipsométrico da área de estudo.

Na área de estudo as maiores declividades estão localizadas ao sul, e ao leste, onde as declividades estão acima de 17%. Segundo Trentin *et al.* (2006), que realizou um Mapeamento da Bacia do Rio Itu, no qual a área de estudo está inserida, a bacia apresenta áreas com declividades acima de 15%, representando a transição do rebordo do planalto, estando estas, associadas as vertentes e vales encaixados.

Terrenos com declividades de 15%, são áreas limitantes para a mecanização agrícola, sendo mais aproveitadas para o desenvolvimento da agropecuária neste local. Áreas que possuem valores compreendidos entre 8% e 20% são consideradas onduladas, e com certeza haverá perdas de solo, necessitando de um manejo adequado deste solo. (ARAÚJO, 2006).

A microbacia de estudo apresenta relevos de escarpas íngremes, colinas e morrotes de origem vulcânicas; em face disto, as feições terão como características depósitos de colúvio, tálus e linhas de escarpas, depressões que formam nascentes, vertentes com vegetação associados a blocos de rocha, ravinas arenosas, e voçorocas de pequeno a médio porte. Representa áreas com grandes transformações ambientais, por possuir litologias propensas à degradação e ao colapso do substrato do solo. (TRENTIN *et al.*, 2006).

Com vistas a esta situação, a figura 8, sinaliza além das classes de declividade, as áreas as quais cada uma ocupa na microbacia. Quando comparadas declividade e área ocupada (Figura 8), pode-se concluir que as litologias inferiores, com menores declividades, ocupam áreas maiores na microbacia, o que parece definir solo com menor permeabilidade, mas com maior índice de erosão superficial. Neste caso, alguns tipos de solos, requerem práticas agrícolas de manejo sustentáveis, em virtude principalmente do comprimento de rampa, com o qual a erosão hídrica adquire maior força mecânica. (VARNES, 1978).

Observa-se (Figura 9) a delimitação da microbacia de estudo. Também se tem a diferença entre o curso da drenagem com os limiares de 900 e de 1000. O uso da terra, drenagens com menores importâncias ou efeito dossel, são algumas das situações capazes de alterar a verdade do terreno local e que podem resultar em diferença de áreas e até em falsas drenagens. (VALERIANO, 2008).

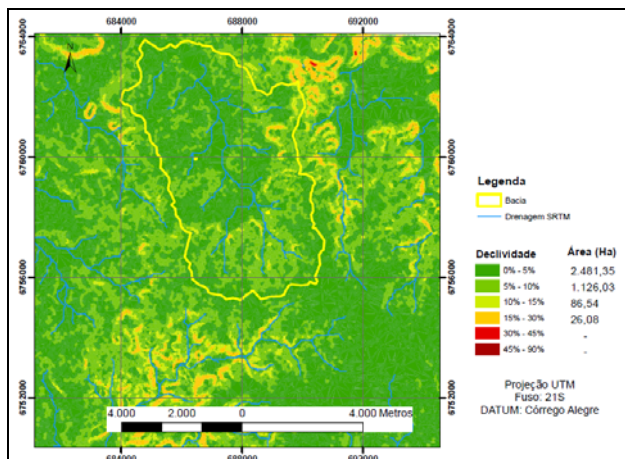


Figura 8 - Mapa da declividade da área de estudo.

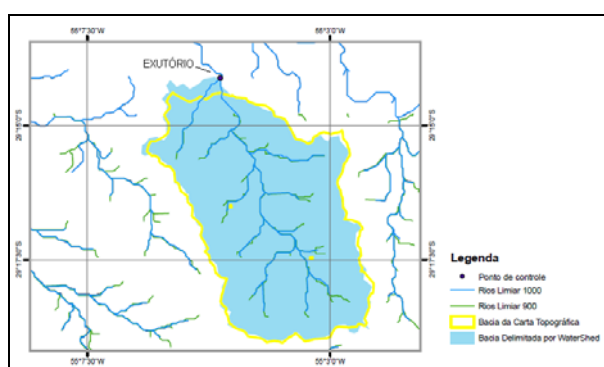


Figura 9 – Diferenças entre os limiares 900 x 1000, e as áreas do MDE x MDT.

Ao colocar um mínimo de células, na geração da rede de drenagem, com o comando “*conditional>con*”, que poderá chegar-se tanto mais próximo da nascente/montante no recurso hídrico estudado, quanto menor for o número digitado. Porém, aconselha-se iniciar o estudo com o limiar de 100, e assim verificando os possíveis resultados.

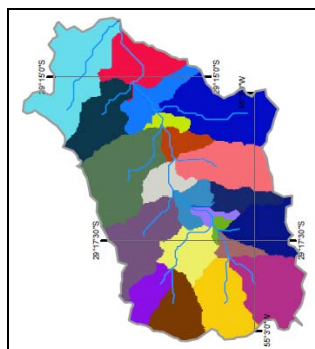


Figura 10 – Microbacia com suas sub-bacias, geradas a partir de dados do Topodata/SRTM.

O valor do limiar é que define o número de células necessárias na formação de um fluxo, delimitando então também a área das bacias. (Medeiros et. al., 2009). Deve-se considerar ainda, que o valor do limiar irá gerar drenagens em relação ao tamanho do pixel. Por exemplo, o pixel original do SRTM tem 90m, e área de 8.100m<sup>2</sup>. Sendo o valor limiar de 3, se terá uma bacia com 24.300m<sup>2</sup>. Mas na condição com pixel reamostrado em 30m, caso desta pesquisa, a área será de 900m<sup>2</sup>, e o valor limiar também de 3, então a bacia será de 2.700m<sup>2</sup>. (MEDEIROS et. al., 2009) (Figura 10).

Na comparação abaixo (quadro 4), o uso do limiar 900 gerou drenagens com extensões maiores, e nas delimitações de bacias, maior número de sub-bacias, consequentemente também

áreas menores em cada uma destas. O valor do limiar é que define o número de células necessárias na formação de um fluxo, delimitando então também a área das bacias. (MEDEIROS *et. al* 2009).

#### Quadro 4 - Área resultante da microbacia pelos MDE e MDT.

Variável	MDE	MDT
ÁREA (km <sup>2</sup> )	37,20	36,73
PERÍMETRO (km)	31,17	29,20

Fonte: Organizada pelo autor.

No quadro 5, se tem a relação das extensões das drenagens nos limiares de 1000 e de 900, e ordenação da drenagem:

#### Quadro 5 - Relação valor do limiar x ordenamento das drenagens da microbacia.

VALOR DO LIMIAR	HIERARQUIA DA DRENAGEM				
	1º Comprimento médio (km)	2º Comprimento médio (km)	3º Comprimento médio (km)	4º Comprimento médio (km)	5º Comprimento médio (km)
1000	3,10	-	-	-	8,13
900	3,35	-	-	-	10,16

Fonte: Organizada pelo autor.

Os canais (Fig. 11) de 1ª ordens mais extensos estão concentrados nas partes mais ao norte, já em áreas da formação Botucatu ou Guará. Consistindo assim, áreas com densidades menores de drenagens, e nestes canais tem-se somente uma vertente. (TRENTIN *et al.*, 2006)

O canal principal, na metodologia usada foi considerado como de 4ª ordem, enquanto a maior parte das nascentes que tivessem origem na formação Serra Geral. O mesmo canal foi considerado de 5ª ordem, quando já havia um número maior de vertentes com origens nas formações Botucatu e Guará. (TRENTIN *et al.*, 2006).

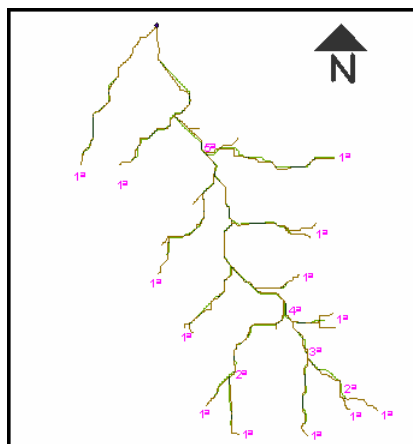


Figura 11 - Ordenamento das drenagens.

## 4. CONCLUSÃO

A partir da teoria, dos métodos e técnicas aplicados no processamento dos dados Topodata/SRTM (INPE), relatou-se algumas conclusões da realidade local:

- O grande potencial do Banco de Dados testado auxiliou na determinação de cotas altimétricas; áreas de maiores declividades, classificando-as, originando propostas de manejo diferenciado;
- A importância de parâmetros para a coleta de dados confiáveis, e o uso

de algoritmos específicos para cada rotina realizada. Os cálculos de cada rotina podem representar diferentes paisagens, com resultados diferentes entres as rotinas e os mapas apresentados;

- Geração de atributos topográficos a partir de variáveis geomorfométricas com ótima relação custo/benefícios, produzindo mapas de qualidade superior a tradicional;
- Capacidade operacional do Banco de Dados que junto a software's apropriados processam dados rapidamente, com baixos custo de mão-de-obra ou recursos humanos.
- Necessita apenas bons conhecimentos do usuário;
- A Krigagem sugere melhorias nas interpretações das feições locais;
- Fácil aplicação em SIG, “desenhando a paisagem” em 3D.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICAS

ARAÚJO, E. P. **Aplicação de dados SRTM à modelagem da erosão em microbacias por geoprocessamento**. 88 p. (INPE--TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2006. <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=17521711>. Acesso em Outubro/2009.

AUZANI, G. M.; SILVA, J. L. S.; CASSOL, R. **Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo da arenização em São Francisco de Assis, RS**. Rev. Geomática, v.1 nº 1 (2006). 67-76 pg. Programa de Pós-Graduação em Geomática. Centro de Ciências Rurais (CCR). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria (RS). Também disponível em: [www.ufsm.br/rgeomatica](http://www.ufsm.br/rgeomatica).

GROHMANN, C. H.; RICCOMINI, C.; STEINER, S.S. **Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia**. Rev. Geogr. Acadêmica v.2 n.2 (viii. 2008) 73-83. Instituto de Geociências – USP. São Paulo. Disponível em: <http://www.rga.ggf.br/index.php?journal=rga&page=article&op=viewPDFInterstitial&path%5B%5D=33&path%5B%5D=31>. Acessado em Maio/2010.

DEBIASI, P. **Ortoretificação de imagens CCD CBERS 2 através da transformação DLT**. 71 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFGRS. Porto Alegre. (RS) 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13763/000647878.pdf?sequence=1> Acesso em Outubro/2009.

LOURENÇO, R. W. **Material Didático. MODELOS Digitais de Terreno – MDT. (Slides)**. Data da disponibilização: outubro/2008. 46 p. Disponível em: [www.sorocaba.unesp.br/professor/robertow/arquivos/MDT\\_Aula\\_2.pdf](http://www.sorocaba.unesp.br/professor/robertow/arquivos/MDT_Aula_2.pdf). UNESP, São Paulo. SP. Acesso em Novembro de 2009.

MEDEIROS, L.C.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. **Avaliação de Modelos Digitais de Elevação para delimitação automática de bacias hidrográficas**. Revista Brasileira de Cartografia nº 61/02, 2009. Disponível em: [http://www.rbc.ufrj.br/\\_pdf\\_61\\_2009/61\\_02\\_6.pdf](http://www.rbc.ufrj.br/_pdf_61_2009/61_02_6.pdf). Acesso em Maio/ 2010.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3ª edição revista e ampliada. São Paulo: Blucher, 2008. 363 p.

OLIVEIRA, H. **Material Didático. Modelos Digitais de Terreno**. (Slides). [20--]. 25 p. Disponível em: [http://www.estig.ipbeja.pt/~hjmo/MDT/mdt\\_03.pdf](http://www.estig.ipbeja.pt/~hjmo/MDT/mdt_03.pdf). Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Portugal. Acesso em Maio/2010.



PIRES, R. B. **Uso de geotecnologia para o mapeamento do município de São Francisco de Assis-RS**. 116 p. Dissertação (Mestrado em Geomática). Centro Ciências Rurais (CCR). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria. (RS) 2006. Disponível em: [http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=634](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=634). Acesso em Novembro/2009.

RECH, M. A. **Análise de variáveis geomorfométricas para a geração de atributos topográficos utilizando o Bando de Dados Topodata/SRTM (INPE)**. 49f. Monografia (Técnico em Geoprocessamento) – Colégio Politécnico, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. RS/Brasil. 2010.

RODRIGUES, P. H. **Blog: Geoprocessamento.Net**. Acesso em Setembro/2009.

SANTOS, L. C. da S.; BARROS, R. S.; PINTO, P. F. DA S. **Comparação entre Cálculos de Área Considerando a Superfície dos Modelos Digitais de Elevação (MDE's) e a Superfície Projetada dos Mapeamentos Comuns**. In: XIII SBGFA -SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA (2009). Viçosa (MG). Disponível em [http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo1/055.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/055.pdf). Acesso em Setembro/2009.

STEINER, S. dos S. **Aquisição e processamento de dados morfométricos derivados do modelo digital de elevação SRTM**. 48 p. Dissertação (Mestrado em Geotectônica). USP - Instituto de Geociências (IGc), São Paulo(SP). 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-13082007-105223.pdf> Acesso em Outubro/2009.

TRENTIN, R. ROBAINA, L.E. de S. & SANTOS, L. J. C. **Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio Itu, oeste do Rio Grande do Sul, Brasil**. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. (2006). Goiânia (GO). Disponível em: [www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/3601/08-3601.pdf](http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/3601/08-3601.pdf) Acesso em Maio/2010.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. Márcio de Morisson Valeriano. - São José dos Campos: INPE, 2008. 44p; (INPE-0000-TDI/00). [http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia\\_enx.pdf](http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia_enx.pdf). Acesso em Setembro/2009.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P.C.G. **TOPODATA: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, (2009). Natal (RN). Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.14.21.06/doc/5499-5506.pdf> Acesso em Maio/2010.

VARNES, D.J. Slope movement types and processes. In: **Landslides Analysis and Control**. Washington, National Academy of Sciences. 1978. Disponível em: <http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/estabilidade.pdf>. Acesso em Julho/2010.

## **ESTUDO DE CASO: A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA GEOWEB NA COOPERATIVA CENTRAL OESTE CATARINENSE – AURORA**

*Case Study: The Establishment of a Cooperative Geoweb System in Central West of Santa Catarina – Aurora*

Bibiani da Rosa<sup>1</sup>

Rafaela Fraga de Andrades<sup>1</sup>

Luiz Patric Kayser<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Colégio Politécnico da UFSM

Prédio 70 – Campus Universitário - Camobi

CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil

[bibiani.darosa@gmail.com](mailto:bibiani.darosa@gmail.com); [rafa.fandrades@gmail.com](mailto:rafa.fandrades@gmail.com); [patric@smail.ufsm.br](mailto:patric@smail.ufsm.br)

### **RESUMO**

Este trabalho tem o intuito de mostrar a implantação de um sistema de informação geográfica (SIG) Web no gerenciamento da área avícola de uma agroindústria.

Palavras-Chave: SIG, Geoprocessamento, Banco de Dados Geográficos, Agroindústria

### **ABSTRACT**

This paper aims to show the implementation of a geographic information system (GIS) in managing the web area of a poultry agribusiness.

Key Words: GIS, Geoprocessing, Geographic Database, Agribusiness

## **1. INTRODUÇÃO**

Ao longo dos anos a tecnologia de sistemas de informação geográfica está evoluindo de maneira rápida, sendo principalmente motivado pelo interesse comercial. A falta de ferramentas específicas para a avaliação conjunta e comparativa nas empresas impede uma ação rápida de decisões, com isso o geoprocessamento entra para auxiliar as práticas de monitoramento e gerenciamento dessas empresas, através da análise espacial e gerenciamento de dados.

A geração, utilização e publicação de geoinformação tem sido de grande valia para diversas atividades humanas, pois a análise espacial de fenômenos geográficos é uma forte aliada nas ações de planejamento, gestão e superação de problemas.

No entanto, para se ter segurança na tomada de decisões partindo de uma geoinformação é necessário que se tenham qualidade e facilidade no acesso a dados geoespaciais, para efetuarem seu processamento e análise. O que obrigatoriamente envolve métodos e técnicas de gerenciamento de dados e informações com assistência tecnológica.

Atualmente é crescente a coleta de dados geográficos e a produção de geoinformações por setores públicos e privados para sua administração, planejamento urbano e rural e gestão ambiental. Contudo, na prática frente à demanda de uso, a gestão e disseminação eficiente e controlada destes dados e informações geográficas sob o foco da multifinalidade pouco se concretiza.

Este estudo de caso mostra a implantação de um sistema de geoprocessamento para gestão da produção avícola da empresa. Esta implantação iniciou-se no ano de 2004 através de um convênio entre a Universidade Federal de Santa Maria, na pessoa do Professor Enio Giotto e a Cooperativa Central Oeste Catarinense - Aurora. Este convênio tinha por objetivo a transferência de tecnologia de geoprocessamento entre universidade e a empresa, contribuindo assim para que a empresa melhorasse sua gestão avícola, tanto na parte sanitária, quanto administrativa.

A Cooperativa Central Oeste Catarinense - Aurora é um dos maiores conglomerados industriais do país possui 15 cooperativas filiadas, com mais de 70 mil produtores e cerca de 13 mil colaboradores. Em razão deste grande porte, tornou-se necessário o uso de geotecnologias para a gestão empresarial, tanto para fins de logística como para fins de planejamento.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Sistema de Informação Geográfica

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS - *Geographic Information System*) é um sistema que contém hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais, que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem. A arquitetura interna pode ser representada em uma visão mais abrangente, com base nos seguintes componentes: interface; entrada e integração de dados; funções de processamento; plotagem e visualização; banco de dados geográficos.

Em um sistema SIG a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. Esse é o nível mais próximo ao usuário. Outros dois níveis compreendem as funcionalidades de um SIG. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de entrada, processamento, visualização e saída de dados espaciais. No nível mais interno do sistema, um banco de dados geográficos lida com os dados espaciais e seus atributos. A Figura 1 indica o inter-relacionamento dos principais componentes ou subsistemas de um SIG.

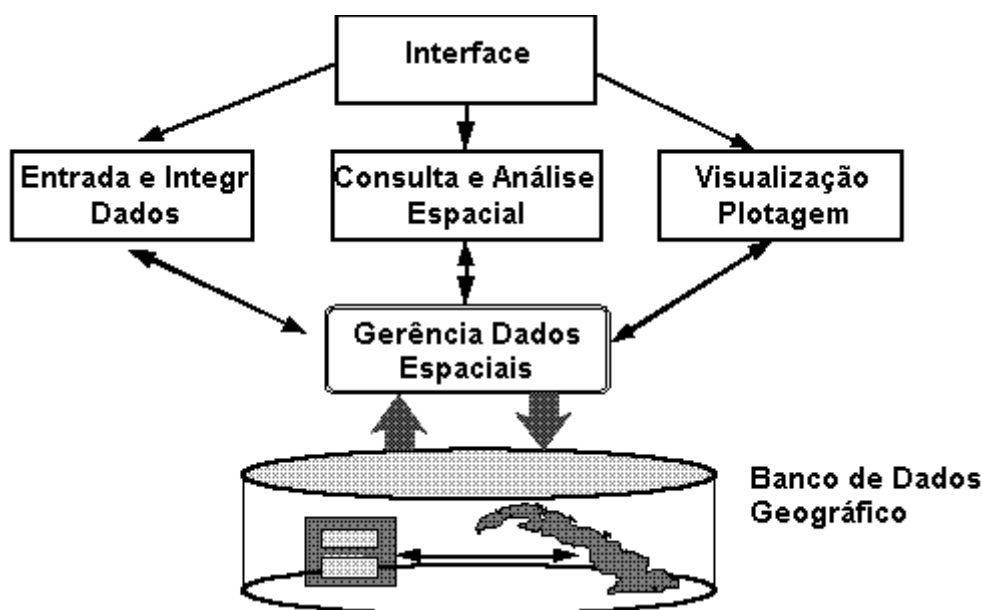


Figura 3- Arquitetura de Sistemas de Informação geográfica  
Fonte: Câmara (2004)

A constante evolução tecnológica, principalmente dos SIGs e da plataforma Web favorecem o processo de gestão geoinformacional, principalmente devido à capacidade de se adaptarem as mais diversas necessidades dos usuários em inúmeras aplicações. Constantemente são criados, aprimorados e moldados aplicativos geotecnológicos para explorar novas formas de atenção aos usuários incrementando produtividade e estimulando o uso da geoinformação. (HÜBNER E OLIVEIRA, 2008).

De acordo com Júnior e Alves (2006) os SIGs deixaram de serem apenas ferramentas ligadas a projetos para se tornarem gerenciadores de recursos informacionais corporativos. Dessa forma, os SIGs estão se tornando o centro de ambientes computacionais que abarcam grandes



quantidades de usuários, distribuídos em várias localidades, e acessando grandes volumes de dados. Estes sistemas de informação são chamados de SIGs Corporativos ou SIGs Distribuídos (sistemas cliente/servidor).

## 2.2 Banco de dados

Conforme Câmara (1995) um SGBD é um sistema de banco de dados que funciona independentemente do sistema aplicativo, armazenando os dados em arquivos no disco rígido e carregando-os em memória para sua manipulação. Este tipo de sistema tem assegurado três requisitos importantes na operação de dados: integridade – controle de acesso por vários usuários; eficiência – acesso e modificações de grande volume de dados; e persistência - manutenção de dados por longo tempo, independente dos aplicativos que dão acesso ao dado.

Dados geográficos são dados que descrevem fenômenos localizados espacialmente na superfície da terra. Possuem três características fundamentais: espaciais, que informam a posição geográfica do fenômeno e sua geometria; não-espaciais atributos que descrevem o fenômeno; e temporais que informam o tempo de validade dos dados geográficos e suas variações sobre o tempo (BORGES, 1997).

A maneira com que os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações. No entanto, para obter esta estruturação, é preciso que se realize a modelagem de dados, que é a atividade de especificar as necessidades de um conjunto de aplicações de forma a estruturar o armazenamento de dados corretamente. Com isto, os mesmos dados podem ser utilizados por aplicações diferentes, reduzindo espaço e esforço de programação.

Segundo Medeiros e Pires (2003), um modelo é uma abstração de fatos ou de entidades do mundo real. Um modelo de dados fornece as ferramentas e os formalismos necessários para descrever a organização lógica de um banco de dados, além de definir as operações de manipulação de dados.

Modelagem de Dados é a atividade de especificação das estruturas de dados e regras necessárias para suportar uma área de negócios específica, sendo a representação de um conjunto de requerimentos de informações do negócio.

## 2.3 Sistema de informação geográfica e a internet

Uma nova dimensão da divulgação de geoinformação também vem se estabelecendo com a interação SIG e Web, reduzindo a distância entre os geradores de geoinformação e os usuários em potencial, e é neste sentido que é proposto este trabalho, auxiliar na gestão de empresas do setor agroindustrial com ferramentas de geoprocessamento. Permitindo assim uma filtragem de dados, de maneira a produzir informações qualitativas e quantitativas instantâneas, que possibilitam a correta tomada de decisão na administração diária destas empresas.

O uso do Geoprocessamento tem se consolidando como ferramenta de apoio à tomada de decisão, tendo saído do meio acadêmico para alcançar o mercado rapidamente. Instituições do Governo e grandes empresas começaram a investir no uso de aplicativos disponíveis no mercado.

Ao passar dos anos o uso da internet já está consolidado e as grandes corporações passam a adotar o uso de intranet. O SIG, em busca de mais popularização (por demandas do próprio mercado), evolui e passa a fazer uso também do ambiente WEB. Os aplicativos são simples, com funcionalidades básicas de consulta a mapas e a bases alfanuméricas. Após o surgimento de sistemas como *Google Maps* e do *Google Earth*, as pessoas que até pouco tempo não tinham qualquer contato com ferramentas SIG, podem ter acesso a qualquer parte do planeta por meio de aplicações que misturam Imagens de Satélite, Modelos 3D e GPS, tendo apenas uma conexão à internet.

## 2.4 Integração SIG e WEB para gestão empresarial

Para Dangermond (2005) a integração entre SIG e Web permite replicar um banco de dados geográfico e sincronizar atualizações por meio da internet, permitindo diferentes organizações com diferentes localizações geográficas compartilhar e atualizar o mesmo banco de dados virtual, através de múltiplas cópias dos dados distribuídas. As atualizações podem ser automáticas ou definidas pelos usuários e o SIG mantém as replicas do banco de dados atualizadas sincronicamente. Este recurso SIG é fundamental para o sucesso de muitos ambientes informacionais corporativos ou distribuídos, pois possibilita não apenas colaboração, mas também coprodução e a noção de base de dados repositória central, com um número de participantes distribuídos regionalmente. O que evita maiores custos decorrentes de várias versões de um mesmo dado espalhado por vários setores, departamentos ou organizações, e facilita o acesso ao dado sempre atualizado para tomada de decisão.

Karnaukhova (2003) chama atenção para o fato de que quanto mais eficiente é a organização dos dados geográficos e mais aperfeiçoada é a metodologia de interpretação e os meios tecnológicos de processamento, mais confiável, produtiva e eficiente será a geoinformação gerada.

O tratamento das informações faz parte de toda atividade de negócio de uma empresa que oferece um produto ou serviço desde a concepção, planejamento e produção até a comercialização distribuição e suporte (MARTINS, 2001).

Barros (2004) o termo gestão da informação “significa o planejamento, a construção, a organização, a direção, o treinamento e o controle associados com a informação de qualquer natureza”. A expressão surgiu da crescente necessidade de administrar os aspectos humanos (pessoas, recursos financeiros, etc.) e tecnológicos (equipamentos, softwares, etc.) relacionados à informação. Segundo o autor o conteúdo teórico e operacional da gestão da informação é atualmente imprescindível para qualquer empresa ou organização que necessite produzir, localizar, coletar, testar, armazenar, distribuir e estimular o uso da informação.

Os benefícios de uma organização ao utilizar um SIG em seu nível operacional podem significar ganho de produtividade, redução ou eliminação de custo ou riscos e qualidade na execução das rotinas. Neste nível, o SIG pode ser aplicado na automatização das tarefas trabalhosas e rotineiras da organização, dando suporte ao planejamento, acompanhamento e racionalização do trabalho e proporcionando maior segurança, qualidade e agilidade no armazenamento de informações essenciais para execução de tarefas (FERRARI, 1997).

Em nível gerencial, a adoção de um SIG pode dar suporte às decisões pertinentes a gerência de uma organização, buscando a eficácia administrativa. Os benefícios no nível gerencial com a adoção de um SIG podem significar melhores informações ou mesmo novas informações e melhores decisões táticas relacionadas ao planejamento, gerenciamento e alocação de recursos.

Nas últimas décadas, o Brasil tem buscado se integrar à economia internacional. Nesse processo de modernização e crescimento através da internacionalização da economia, revela a força do agronegócio, além de sua já reconhecida importância na economia interna.

O agronegócio brasileiro tem sido desde o início do processo de modernização e industrialização da produção agropecuária do país, objeto de diversos estudos e debates.

Davis e Goldberg (1957) que analisaram o agronegócio de forma a incorporar qualquer tipo de empresa rural, reconhecendo que seria mais adequado analisar a economia nos moldes tradicionais, com setores isolados que fabricavam insumos, processavam os produtos e os comercializavam. Então, agronegócio foi definido como o conjunto de empresas que produzem insumos agrícolas, as propriedades rurais, as empresas de processamento e distribuição.

A agroindústria faz parte do agronegócio, sendo basicamente o setor que transforma ou processa matérias-primas agropecuárias em produtos elaborados, adicionando valor ao produto.

Juntamente com o setor de distribuição da produção para o consumidor final constitui o chamado agregado III ou jusante do agronegócio.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Aquisição dos dados

Os dados necessários para a espacialização tiveram duas origens: quando eram relativos a informações cadastrais dos produtores ou mesmo informações sobre a sua produção, os dados foram obtidos junto ao sistema SIGA (Sistema Integrado de Gestão Aurora) que nada mais é do que o ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa; o posicionamento da propriedade dos produtores (Latitude, Longitude e Altitude), foi coletado pelos técnicos responsáveis pela assistência técnica do produtor, através de um *Pocket PC* da marca HP e também de um GPS externo, também da marca HP, que se conectava com o *Pocket PC* através de uma interface *Bluetooth*. O georreferenciamento das estradas foi feito através do método cinemático utilizando um *Smartphone* da marca HP, com GPS interno, realizado por um profissional contratado apenas para este fim. Este georreferenciamento ainda está em andamento.

#### 3.2 Armazenamento dos dados

Para o armazenamento dos dados de cadastro dos produtores, georreferenciamento das propriedades, bem como resultados zootécnicos, foi utilizado o Microsoft Access, por ser um sistema cuja interface gráfica com usuário é simples e intuitiva, e também porque é um software leve e que pode ser utilizado em computadores de baixa performance. O georreferenciamento das estradas foi armazenado através de arquivos *Shape*, pois o componente que iria ser utilizada para a espacialização web lê este formato de arquivo, e também devido à grande difusão deste tipo de arquivo, já que muitos profissionais da área o utilizam.

#### 3.3 Desenvolvimento Web

##### 3.3.1 Plataforma de desenvolvimento

Para o desenvolvimento Web, foi utilizado o Microsoft Visual Studio 2005 (Figura 2) como um ambiente de desenvolvimento integrado à linguagem de programação ASPx. O Microsoft Visual Studio é um pacote de programas da Microsoft, para desenvolvimento de software, especialmente dedicado, ao *framework.NET* e às linguagens Visual Basic (VB), C , C++, C# (C Sharp) e J# (J Sharp).

O Visual Studio, junta ferramentas que auxiliam para facilitar a captura e análise de informações, o que significa a melhor tomada de decisões de negócios, ou seja, contém aplicativos mais seguros, gerenciáveis e confiáveis.

O Visual Studio se baseia em três pilares para proporcionar melhor experiência para os programadores: Melhorias na produtividade do desenvolvedor; Gerenciamento do ciclo de vida do aplicativo; e Utilização das mais recentes tecnologias.

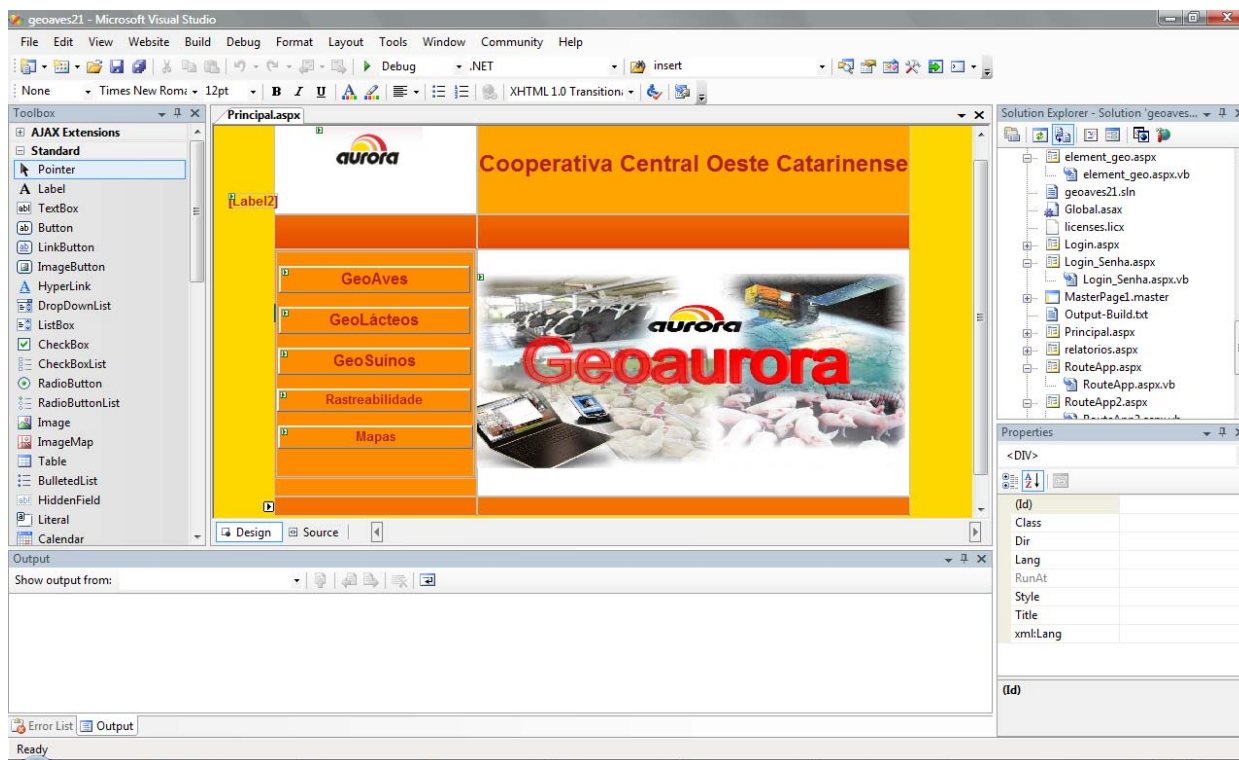


Figura 4 - Ambiente de Desenvolvimento Visual Studio .Net 2005

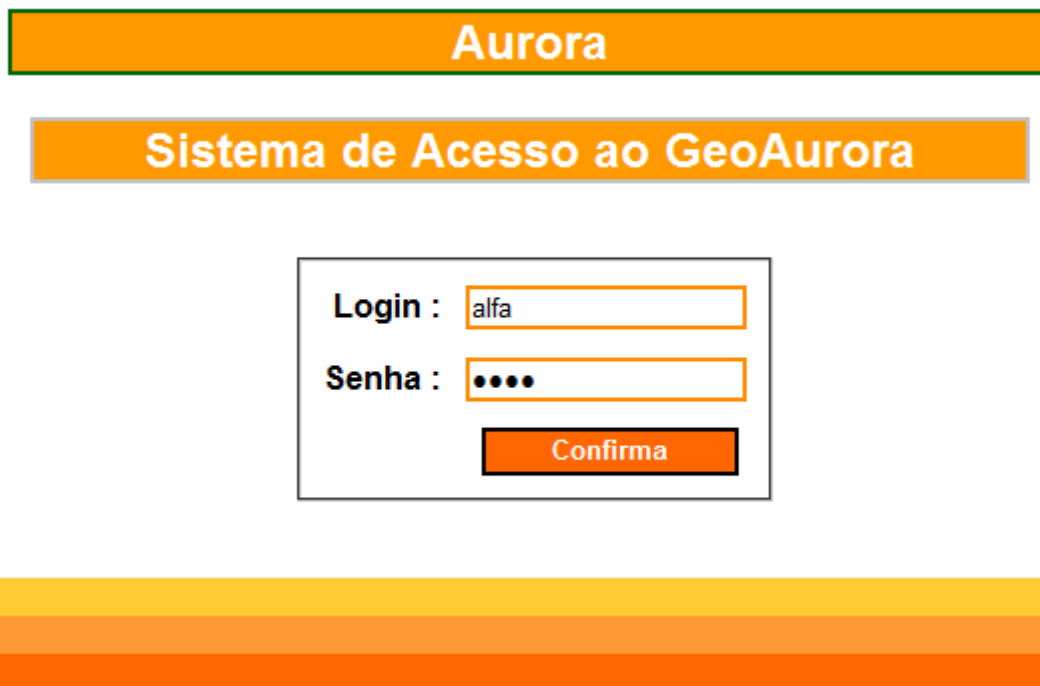
### 3.3.2 Servidor Web

O Microsoft IIS (*Internet Information Services*) foi utilizado como servidor web. Criado pela Microsoft para seus sistemas operacionais para servidores. Uma de suas características mais utilizadas é a geração de páginas HTML dinâmicas, que diferentemente de outros servidores web, usa tecnologia proprietária, o ASP (*Active Server Pages*).

### 3.3.3 Autenticação de Segurança

A autenticação do usuário no sistema é feita através de login e senha, sendo que há um perfil vinculado ao usuário que determina o acesso a determinados tipos de serviços, resultando dessa forma diferentes privilégios de uso do sistema.

No caso do sistema Aurora, há dois tipos de perfil de usuário. Se o usuário entrar com o login Aurora, poderia acessar dados de todas as cooperativas, caso entrasse com o login de alguma cooperativa, como a Alfa, por exemplo, acessaria apenas os dados daquela cooperativa, como mostra a Figura 3.



**Aurora**

**Sistema de Acesso ao GeoAurora**

Login :

Senha :

**Confirma**

Figura 5 - Tela de Autenticação de Login e Senha

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o sistema instalado no servidor Web, ele pode ser acessado tanto externamente quanto internamente a empresa. Para isto basta que se digite a URL (endereço eletrônico), após isto será mostrado uma tela limitando o acesso somente para quem tem login e senha, como mostrado na Figura 3.

Após a autenticação de login e senha é definido qual tipo de acesso o usuário terá, se terá acesso integral aos dados ou restrito. Com isto definido entra-se em uma tela inicial com os menus de acesso, conforme a Figura 4. Nesta tela as funções disponíveis são:

- Cadastro de Avicultores
- Relatórios
- Trajetos
- Mapas
- Web Training



Figura 6 - Tela inicial do Sistema GeoWeb Aurora

A função de Cadastro de Avicultores (Figura 5) faz a recuperação, junto à base de dados, das informações cadastrais do avicultor, trazendo para a tela CPF, Cooperativa ao qual o avicultor é filiado, Técnico responsável pelo atendimento deste produtor, localidade e município de residência, georreferência de um ponto central da propriedade (Latitude, Longitude) em graus decimais. Além destas informações são recuperados dados dos lotes de produção entregues a Cooperativa Central. Dentre estes dados podemos destacar: número do lote data de alojamento e abate total alojado, mortalidade, idade dos frangos quando do momento do abate, conversão alimentar, peso médio, sexo, linhagem e índice de eficiência.

Figura 7 - Função de Cadastro de Avicultores

Nos relatórios pode-se notar um sistema inteligente e dinâmico de filtros, no qual podemos selecionar município, localidade, técnico, filiada, como mostra a Figura 6. Ao escolhermos um filtro, os outros são reposicionados automaticamente, ou seja, se escolhermos um filtro com o município de Cunha Porã, o filtro de localidade trará somente as localidades existentes em Cunha Porã, o filtro de Técnico, somente os técnicos que atendem produtores no município de Cunha Porã e o filtro de Filiada, apenas as filiadas que possuem produtores em Cunha Porã.

Com os filtros escolhidos, o relatório é gerado contendo filiada, matrícula do produtor na empresa, nome do produtor, CPF, localidade, município, capacidade de produção, latitude, longitude e técnico que atende este produtor.

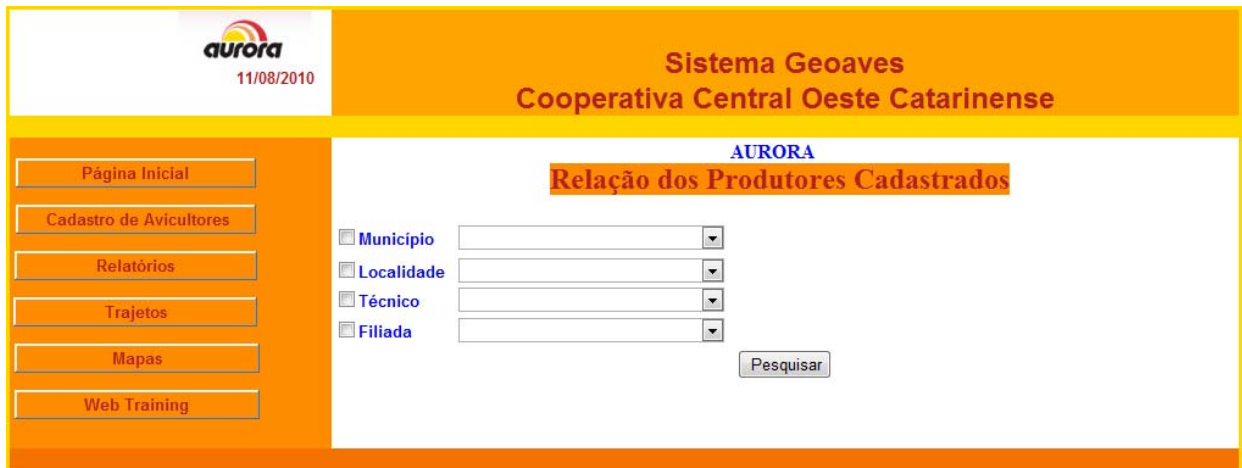


Figura 8 - Função Relatórios

Os mapas são, sem sombra de dúvidas, uma das funções mais importantes de uma solução GeoWeb. Nesta função pode-se ver, em cima de um *Shape File*, qualquer informação que julgarmos importante. No caso da Aurora, foi colocado para visualização basicamente duas informações: Avicultores e Unidades de Produção (Incubatórios, Frigoríficos e Fábricas de Ração). Para a plotagem dos produtores, tem-se a opção de usar vários filtros, como filiada, técnico e município. Tudo isto pode ser visualizado em *Shape Files* do Rio Grande do Sul e/ou Santa Catarina, com a opção de conter ou não a rede viária. Escolhidas as opções de visualização e plotagem, têm-se ferramentas para manipulação dos *Shape Files*, como por exemplo: Zoom, centralizar, e buscar informação de um ponto clicado. Esta função está mais bem explicitada na Figura 7.

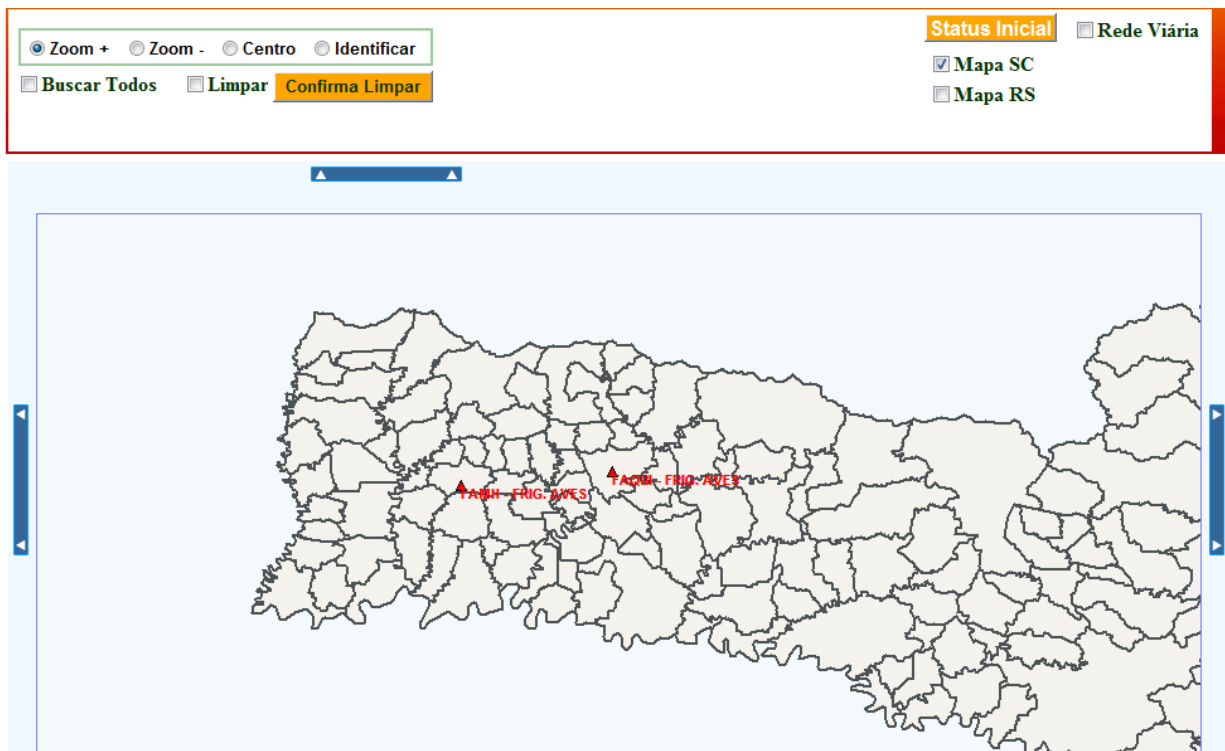


Figura 9 - Função Mapas

É a função de Roteirização a mais impressionante do sistema GeoWeb. Com ela pode-se escolher um ponto de partida, outro de chegada, podendo ser os mesmos, e escolher onde se deseja passar durante o trajeto. Pode-se escolher um roteiro mais curto ou um mais rápido, para



isto é necessário que o *Shape File* tenha a informação de velocidade máxima em cada estrada. A função irá calcular o melhor roteiro, seguindo a opção escolhida de mais curto ou mais rápido, informará o trajeto em tela e também em texto, e ainda mostrará qual a distância que será percorrida neste trajeto, como mostra a Figura 8

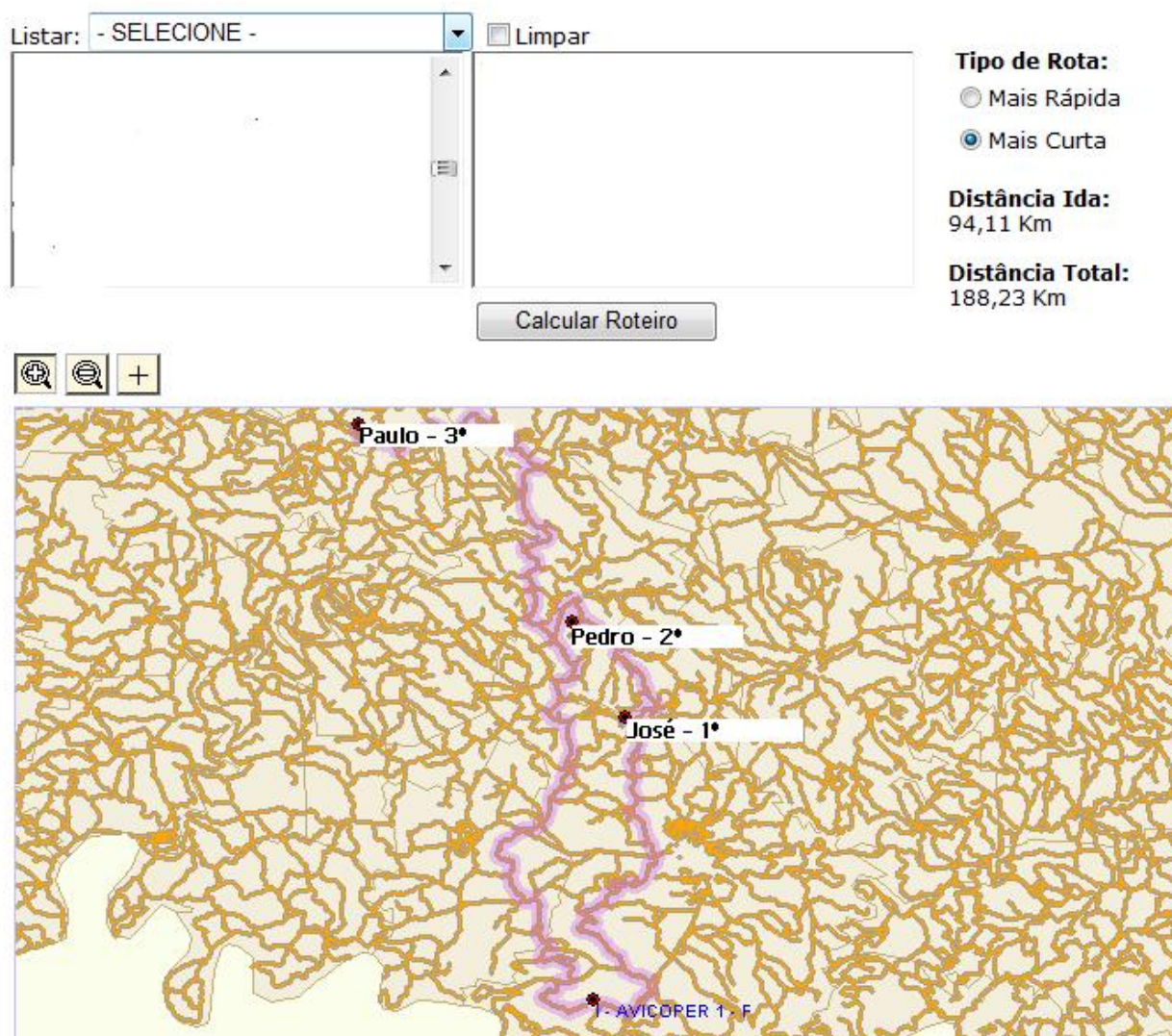


Figura 10 - Função Roteirização

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fica claro neste artigo que o uso da geotecnologia se faz necessário quando da gestão de médias e grandes empresas, pois é necessário aperfeiçoar a utilização de todos os recursos disponíveis. O geoprocessamento é uma ferramenta que pode ser usada tanto nas fases de planejamento quanto nas fases de produção.

Cabe salientar que até junho de 2009 o sistema ainda não estava operacional, rodando apenas internamente em caráter de teste.

Por fim o agradecimento á Cooperativa Central Oeste Catarinense pela oportunidade de realizarmos este trabalho, bem como também pela autorização a divulgá-lo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, J. A. A. Gerenciamento e uso da informação aplicada na área de segurança pública do Estado de Santa Catarina - um estudo de caso no CIASC. Dissertação (Mestrado em Engenharia



da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. 106 f.

BORGES, K. A. V. Modelagem de Dados Geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro. Dissertação de Mestrado. 1997

CAMARA, G., et al. Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas. Escola de Computação, UNICAMP, 1995.

CAMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. V. M. Introdução à ciência da Geoinformação. Brasília, Embrapa, 2004.

DANGERMOND, J. GIS Helping mange our world. In: ESRI. ARCNEWS. n. 3. vol. 27. Fall, 2005.

DAVIS, J.H.; GOLDBERG, R.A. A concept of agribusiness. Boston: Harvard Graduate School of Business Administration, 1957. 152p.

FERRARI, R. Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica. Curitiba: Sagres, 1997.

JÚNIOR, C. A. D.; ALVES, L. L. Infra-estrutura de dados espaciais: potencial para uso local. Revista Informática pública. Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 65-80, mai./set. 2006

KARNAUKHOVA, E. Proposta de cartografia geocológica aplicada ao planejamento territorial. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 514 f.

MARTINS, N.R.S. Influenza Aviária: Uma Revisão dos últimos dez anos. Revista de Ciência Avícola v.3,n.2, Campinas, maio - agosto 2001.

MEDEIROS, Cláudia B.; PIRES, Fátima. Bancos de Dados e Sistemas de Informações Geográficas. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2003.



## **PERFIL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE SANTIAGO-RS**

*Profile of environmental education in schools of the municipality of Santiago-RS*

Gessiana Raquel Castro de Souza<sup>1</sup>  
Angélica Rossana Castro de Souza<sup>1</sup>  
Rafael Camargo Ferraz<sup>1</sup>  
Mário Santos Nunes<sup>1</sup>  
Márcia Xavier Peiter<sup>1</sup>  
Adroaldo Dias Robaina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Colégio Politécnico da UFSM  
Prédio 42 – Campus Universitário - Camobi  
CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil  
gsouped@yahoo.com.br

### **RESUMO**

Atualmente muito se discute sobre educação ambiental, de tal forma que os cuidados com a ambiência devem ser de forma participativa e consciente. Com a presente pesquisa pretende-se conhecer e espacializar o perfil de docentes e discentes acerca do tema Educação Ambiental/Recursos Hídricos no município de Santiago. Os dados serão coletados junto às escolas públicas e particulares da área de estudo, sendo realizado questionário estruturado aos professores e atividades planejadas aos alunos. Foram aplicados, inicialmente, aos professores do município de Santiago e no distrito de Tupantuba, onde durante análise parcial dos dados, pode-se observar a preocupação com a qualidade da água, aos dejetos humanos, a preservação e proteção dos mananciais. Em ambos os casos, citaram que saídas a campo para a conscientização e reflexão não é uma prática pedagógica usada para formar uma consciência ambiental por ficar dispendioso e as verbas serem fixadas conforme planejamento antecipado, além dos educandos serem de baixa renda.

Palavras-Chave: Perfil, Educação Ambiental, Rural, Geoprocessamento, Percepções.

### **ABSTRACT**

Currently there is much discussion on environmental education, so that care must be with the ambience of a participatory and awareness. This paper seeks to know and spatializing profile of teachers and students on the theme Environmental Education / Water Resources in the city of Santiago. Data will be collected from the public and private schools of the study area, being held structured questionnaire to teachers and planned activities for students. Were initially applied to teachers in the city of Santiago and the District of Tupantuba, where for partial analysis of the data, we can see the concern with water quality, human waste, the preservation and protection of water sources. In both cases, citing that field trips to the awareness is not done with the students, is expensive because they are related to state schools and the sums were fixed as commitments in addition to being low-income students.

Keywords: Profile, Environmental Education, Rural, Geoprocessing, Perceptions.

## **1. INTRODUÇÃO**

A Educação Ambiental é um componente essencial no processo de formação, no intuito de contribuir para o desenvolvimento ativo da comunidade escolar, tornando assim o processo educativo relevante e realista. Estabelecer uma interdisciplinaridade aos cursos de formação

profissional com a finalidade de preservação do meio ambiente, através dos princípios da educação ambiental: sensibilização, compreensão, responsabilidade, competência e cidadania. A sensibilização no sentido de processo de alerta é o primeiro passo para alcançar o pensamento sistêmico, a compreensão dos componentes e dos mecanismos que regem os sistemas naturais, a competência para avaliar e agir efetivamente no sistema e os cidadãos participando ativamente para resgatar direitos e promover ética capaz de aliar ambiente e a sociedade.

Partindo do pressuposto de que as escolas não estejam preparadas para reconhecer em seu próprio ambiente os problemas ambientais, a educação ambiental como abordagem pedagógica recente nas escolas, possibilitaria aos educandos e educadores a tomada de consciência das situações que os rodeiam e que precisam de atitudes.

Segundo UNESCO (1975), a educação ambiental tem por finalidade, formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas com ele relacionados, uma população que tenha conhecimento, competências, estado de espírito, motivações e envolvimento que lhe permitam trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais, e para impedir que eles se repitam.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2010), a Educação Ambiental deve ser considerada como um processo de conscientização, onde o papel do corpo docente seria o de auxiliar na tomada de atitudes.

Na escola que o educando conhece e desenvolve suas habilidades e potencialidades, adotando posturas pessoais e construindo comportamentos sociais, construindo e participando de uma sociedade justa. Cabe ao educador a escolha de conteúdos ambientais interdisciplinares que contextualizados com a realidade da comunidade, possam auxiliar o educando e comunidade a perceber-se como agente transformador do mundo em que vive. Para tanto a temática Educação Ambiental deve ser planejada de forma que esteja presente em todos os níveis de ensino, sendo assegurada a presença do pensar na preservação do meio ambiente em todos os momentos e escolares.

A educação ambiental tem como objetivo, portanto, formar a consciência dos cidadãos e transformar-se em filosofia de vida de modo a levar a adoção de comportamentos ambientalmente adequados, investindo nos recursos e processos ecológicos do meio ambiente. A educação ambiental, deve necessariamente transformar-se em ação (PELICIONI, 1998).

Considerando a Educação Ambiental um elo afetivo com o meio ambiente, deve-se levar em consideração a afirmação de Tuan(1995) que difundiu o neologismo dos mapas mentais como novo paradigma metodológico para as leituras de representações sociais e espaciais. Assim, para Oliveira (2010), a consciência do passado é um elemento importante no amor pelo lugar, encarada como herança, um legado a ser preservado, algo que enraíza os sentimentos, uma memória que pode ser tanto individual quanto social e reaparece nas relações pessoais com a simbologia do espaço vivido. Traz em si representações significantes de leitura, pois o papel do educador na comunidade escolar pode transformar valores e atitudes tidas como verdadeiras.

Vasconcelos(2010), afirma que: “Embora o senso comum atribua ao campo o sentido de idéia oposta a de cidade, na verdade, o campo é apenas um espaço intermediário e idealizado entre a cidade uma arquitetura humana e o ambiente natural, ou seja, selvagem”. Mas já não é novidade que as idéias atuais de industrialização do mundo contemporâneo afetaram e interferiram ainda mais nos ecossistemas tanto no meio urbano quanto rural, tornando em alguns casos irreversíveis a degradação do ambiente urbano e rural.

Diante da realidade atual, torna-se fundamental o papel da educação como um elemento de formação de uma sociedade que conhece e respeita o meio ambiente em suas diferentes dimensões. Educando os futuros cidadãos de forma que repensem atitudes e costumes e venham agir de forma consciente, conhecendo, estudando-o e promovendo a preservação.

Segundo Silva (2003), “sistema é um conjunto de elementos entre os quais haja uma relação” e “informações correspondem à derivação da interpretação dos dados, os quais são representações simbólicas de certas características”(BENYON, 1990).

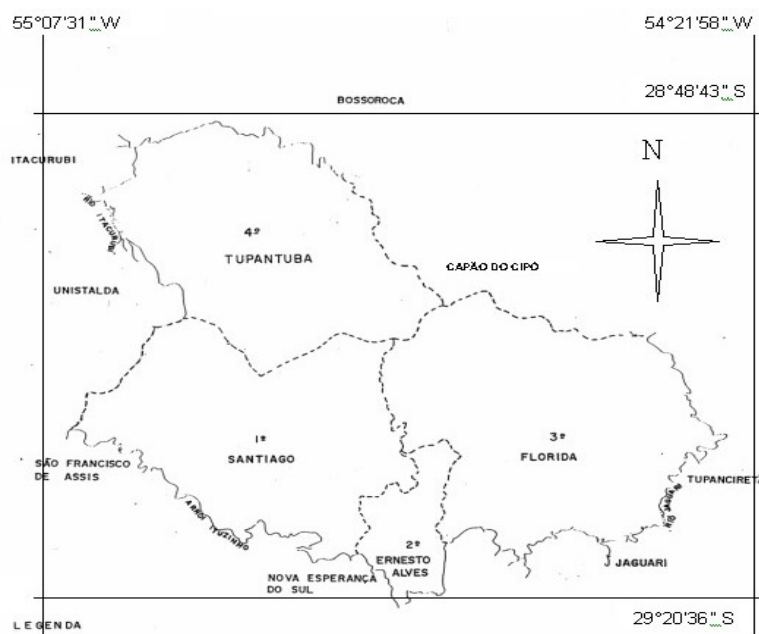
Muitas são as discussões no meio acadêmico sobre o conceito de sistema de informações geográficas, em termos de recursos naturais, os SIGs podem servir como ferramenta para o planejamento de áreas de lazer, proteção ambiental, e análise de impactos sobre o meio ambiente. Ferramenta ainda não acessível aos docentes e discentes de escolas públicas e privadas devido ao seu interesse ser específico das áreas exatas.

Tendo em vista a importância da educação ambiental e da formação dos professores, este trabalho tem por objetivo espacializar comparativamente o perfil de educadores e educandos acerca dos conceitos da educação ambiental e a percepção dos usos da água em escolas públicas, privadas e rurais do mundo contemporâneo no entorno do município de Santiago – RS e seus distritos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Santiago-RS, localizada 29°09'50" de latitude sul e 54°51'32" de longitude oeste e seus distritos. O município localiza-se na região centro-oeste do Estado e pertence a Microrregião Geográfica denominada Mesorregião Centro-Ocidental Riograndense, possuindo os distritos de Ernesto Alves, Florida e Tupantuba, conforme ilustrado na Figura 1.



Área: 2.411 km<sup>2</sup>

**Figura 1** – Localização de Santiago e seus distritos. Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Santiago- RS.

### 2.2 Coleta de dados

Os dados foram coletados junto aos professores e alunos de escolas públicas da área de estudo, sendo realizada com questionários estruturados aos docentes e mapas mentais de uma turma de quarto ano do ensino fundamental.

Bailly e Debarbieux (1995) afirmam que entre os campos mais recentes da geografia, “aquele que trata das representações espaciais é, sem dúvida, um dos mais originais, tendo como missão a integração das representações espaciais dos indivíduos e das sociedades na análise e na compreensão das práticas espaciais”. Sob esta reflexão o que no passado chamava-se *Geografia*

*da Percepção*, hoje é reconhecido como *Geografia das Representações*, pois mostra que pode-se atribuir importância a métodos que permitam fazer uso do mental para reconhecer objetos espaciais.

### 2.3 Análise e interpretação dos dados

Os resultados obtidos serão colocados numa planilha eletrônica e comparados com a bibliografia encontrada. A análise espacializada será desenvolvida a partir da criação de um banco de dados geográfico, realizado através do aplicativo ArcGis 9.3.

## 3 RESULTADOS

O presente projeto encontra-se em fase de coleta dos dados através de questionários encaminhados às escolas, onde serão aplicados com a intenção de gerar informações sobre a realidade da escola quanto à educação ambiental. Nessa primeira fase foram realizados os questionário com os professores das escolas da rede pública estadual sede do município de Santiago e do distrito de Tupantuba.

Com a análise parcial dos dados, pode-se observar que a prática pedagógica dos professores da escola urbana destinam-se a qualidade da água e aos dejetos humanos. Já nas escolas rurais, observou-se que os professores preocupam-se com a preservação e proteção dos mananciais de água, além de citarem exemplos, conforme figura 2.



**Figura 2** – Exemplo de poluição de mananciais na localidade de Tupantuba

Em ambos os casos, citaram que saídas a campo para a conscientização não é feito com os educandos, pois fica dispendioso por se tratarem de escolas estaduais e as verbas serem fixadas conforme empenhos, além dos educandos serem de baixa renda.

Após a análise das atividades propostas aos alunos, pode-se obter melhor conhecimento sobre a realidade de cada região, onde será possível espacializar os resultados e discutir possíveis metodologias e materiais didáticos a serem aplicados em sala de aula.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILLY, Antoine S.; DEBARBIEUX, Bernard. *Géographie et représentations spatiales*. In: BAILLY, Antoine S. (org.). **Les concepts de la géographie humaine**. 3ª edição. Paris: Masson, 1995, p.157-164.

BAILLY, Antoine S.; POCOCK, Douglas D.C. *L'humanisme em géographie*. In: BAILLY, Antoine S. (org.). **Les concepts de la géographie humaine**. 3a edição. Paris: Masson, 1995, p.165-171.

OLIVEIRA, N. A. S. **A educação ambiental e a percepção fenomenológica através de mapas mentais**. Rev. eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v.16, janeiro de 2006. ISSN1517-1256. Disponível em: <<http://www.remea.furg.br/edicoes/vol16/art03v16.pdf>> . Acesso em: 9 de mar.2010.

PELICIONI, Maria Cecília Focesi. **Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade**. *Saude soc.* [online]. 1998, vol.7, n.2, pp. 19-31. ISSN 0104-1290. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v7n2/03.pdf>>. Acesso em 19 mai.2010.

SILVA, Eliane Netto Medeiros da; SALGADO, Carla Maciel Salgado. **A Percepção Ambiental por Meio de Mapas Mentais – Metodologia Aplicada a Estudantes do Ensino Fundamental em São Gonçalo Referente ao Tema: Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo6/007.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo6/007.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2010.

TUAN, Yi-Fu. **Geografia humanística**. In: CHRISTOFOLETTI, Antônio (Org.) *Perspectivas da Geografia*. São Paulo, Difel, 1995.

VASCONCELLOS, Tânia. **Crianças em trilhas na natureza: jogos de percurso e reencantamento**. *Rev. Dep. Psicol., UFF* [online]. 2006, vol.18, n.2, pp. 143-162. ISSN 0104-8023. Disponível em :< <http://www.scielo.br/pdf/rdpsi/v18n2/v18n2a11.pdf>>. Acesso em 25 de mai. 2010.





## **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA PRAÇA CENTRAL, SANTIAGO/RS**

*Preliminary assessment of urban afforestation of central square, Santiago/RS*

Angélica Rossana Castro de Souza<sup>1</sup>  
Gessiana Raquel Castro de Souza<sup>1</sup>  
Leandro de Mello Pinto<sup>1</sup>  
Natalia Teixeira Schwab<sup>1</sup>  
Rafael Camargo Ferraz<sup>1</sup>  
Wagner Danton de B. Bilhalva<sup>1</sup>  
Marcia Xavier Peiter<sup>1</sup>  
Adroaldo Dias Robaina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Departamento de Ciências Rurais  
Prédio 42 – Campus Universitário - Camobi  
CEP 97105-900 Santa Maria - RS, Brasil

angelsoubio@gmail.com; rafacferraz@gmail.com; engleandropinto@gmail.com; danton.bb@ibest.com.br;  
natalia\_schwab@hotmail.com; gsoupsicoped@gmail.com; mpeiter@gmail.com; diasrobaina@gmail.com

### **RESUMO**

O presente trabalho apresenta os resultados preliminares obtidos no mapeamento das espécies arbóreas encontradas na praça Moisés Viana do município de Santiago, estado do Rio Grande do Sul. Primeiramente foi realizada a coleta de dados a campo com o levantamento pontual de todas as espécies arbóreas e arbustivas da área em questão. Posteriormente, realizou-se a experimentação relativa, através do banco de dados cadastral do município e fotografia aérea ortorretificada, os dados foram armazenados e tabulados com o auxílio do software Arc View 9.3 em um banco de dados georreferenciados. A última etapa compreende a relação final dos dados, elaboração e apresentação dos mapas finais. Foram mapeados 282 indivíduos arbóreas e arbustivos, com uma diversidade de 70 espécies. No entanto, este trabalho permitirá uma série de análises com questões espaciais, numerais e por espécie identificando como a área em estudo esta assistida, quais os índices de cobertura vegetal e área verde, entre outros parâmetros essenciais ao planejamento ambiental do município.

Palavras-chave: SIG, banco de dados, mapeamento de espécies arbóreas.

### **ABSTRACT**

This paper presents the preliminary results obtained in the mapping of species observed in the square Moisés Viana municipality of Santiago, Rio Grande do Sul was first conducted to collect data in the field with the lifting off of all tree and shrub species area in question. Subsequently, the trial was held on through the cadastral database of the municipality and orthorectified aerial photography, data were stored and tabulated with the help of ArcView 9.3 software on a database georrelacional. The last stage includes the final statement of the data, drafting and submission of final maps. 282 mapped tree and shrub individuals, with a diversity of 70 species. However, this will allow a series of analysis with spatial issues, identifying how the area assisted in this study, which the indices of vegetation and greenery, and other parameters essential to the environmental planning of the municipality.

Keywords: GIS, database, mapping tree species.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pode-se observar uma notável preocupação da população urbana com a arborização. A revolução industrial levou milhares de pessoas a migrarem para as metrópoles em busca de promessas empregatícias e com isso houve uma expansão populacional nas cidades, consequentemente causando derrubada de árvores para construção civil, tornando a sociedade desprovida de áreas verdes para lazer. Contudo, as praças foram arquitetadas com belos vegetais de ornamentação e para obter sombra, as calçadas que antes eram forradas por pedras, lajes e lajotas começaram a dividir espaço com algumas árvores de caráter ornamental.

Sabendo-se que o crescimento econômico é desejado por quase todas as sociedades humanas e que qualquer projeto desenvolvimentista provoca alterações ao meio ambiente; é imperativo que sejam fomentados pelos diversos atores públicos, econômicos e sociais a busca constante de instrumentos de planejamento e controle ambientais cada vez mais eficazes que possam acompanhar a velocidade das interferências antrópicas (GOMES, 2009).

Planejar a arborização é indispensável para o desenvolvimento urbano, para não trazer prejuízos para o meio ambiente. Considerando que a arborização é fator determinante da salubridade ambiental, por ter influência direta sobre o bem estar do homem, em virtude dos múltiplos benefícios que proporciona ao meio, em que além de contribuir à estabilização climática, embeleza pelo variado colorido que exhibe, fornece abrigo e alimento à fauna e proporciona sombra e lazer nas praças, parques e jardins, ruas e avenidas de nossas cidades (DANTAS & SOUZA, 2004).

Com o progresso da tecnologia, os estudos na área ambiental vêm utilizando importantes ferramentas de trabalho, como por exemplo, programas computacionais. Esses sistemas permitem a confecção de mapas em diferentes escalas e um melhor acompanhamento dos processos ambientais. Deste modo, os softwares específicos quando aplicados com eficiência, reduzem o tempo de análise, permitindo avaliar diversos aspectos.

A implantação de um sistema de geoinformação é um grande auxílio na administração urbana, são inúmeros os benefícios de um SIG, como a redução do custo operacional, a eliminação de coletas de dados redundantes, a integração de dados, a diminuição do tempo de acesso as informações, a possibilidade de análises mais rápidas, entre outras (MORATO & KAWAKUBO, 2007).

Segundo Câmara et al. (1996), o geoprocessamento constitui a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica, influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. Os SIGs, considerados ferramentas computacionais de geoprocessamento, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados, possibilitando ainda a produção de documentos cartográficos. Os SIGs armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados – localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados.

O geoprocessamento estabelece o uso automatizado de informação que de alguma forma está vinculada a um determinado lugar no espaço, seja por meio de um simples endereço ou por coordenadas. Vários sistemas compõem o geoprocessamento, dentre os quais o GIS é o sistema que reúne maior capacidade de processamento e análise de dados espaciais.

Atualmente a utilização do geoprocessamento é considerada um instrumento importante nas pesquisas que englobam as diversas áreas do conhecimento geográfico, auxiliando na compreensão e interpretação da espacialidade geográfica, principalmente nas áreas que envolvem o estudo do ambiente rural e urbano, apresentando grande eficiência para identificar, quantificar, analisar, avaliar e caracterizar as diversas variáveis relacionadas ao uso da terra, auxiliando na preposição de cenários futuros.

Deste modo, essa ferramenta em nível municipal tem um importante papel nos processos de revisão dos planos gerais de urbanismo e normas subsidiárias, como ferramenta para a seleção de zonas aptas para distintos usos e, principalmente na sistematização das informações espaciais aplicado às áreas urbanizadas.

Como indicador de qualidade ambiental as espécies arbóreas precisam ser consideradas conforme sua distribuição espacial para que o planejamento urbano e ambiental supra as necessidades das pessoas que habitam nas cidades atualmente e não apenas que sejam conduzidas à valorização e preservação da vegetação no meio urbano como uma espécie de compromisso com as futuras gerações.

A qualidade ambiental urbana é dependente de processos socioambientais e está vinculada à comodidade, em termos ecológicos, biológicos, econômicos, tipológicos, tecnológicos e estéticos, no ambiente urbano (CAPORUSSO & MATIAS, 2008). Acredita-se que um trabalho que aborde o tema sobre qualidade ambiental urbana deve prestar atenção com a qualidade e a distribuição espacial das áreas verdes, assim como, para as espécies arbóreas.

De acordo com Caporosso & Matias (2008), o mapeamento sistemático realizado com o aporte das geotecnologias, é um importante recurso para o entendimento da espacialidade dos componentes intra-urbanos. A espacialização dos tipos de uso da terra e dos valores de densidade demográfica permite o entendimento das formas de ocupação da terra urbana, e dos locais que carecem de infra-estrutura e investimentos. A localização das áreas verdes indica quais lugares estão sendo beneficiados por suas funções.

Levando em conta que muitos municípios não possuem nenhuma política de arborização, as cidades estão carentes de planejamento arbóreo e visualmente providas de poucas árvores, em especial nativas, a análise espacial nesta pesquisa é entendida como uma importante técnica para a compreensão do espaço geográfico, permitindo uma melhor representação e diagnóstico da arborização e pode contribuir na elaboração de políticas voltadas ao atendimento das necessidades da população e no planejamento e ordenamento do território.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Delineamento da área de estudo**

A pesquisa foi realizada na praça central Moisés Viana na cidade de Santiago, tendo como coordenadas geográficas: latitude - 29°11'30'' Sul; longitude - 54°53'08'' Oeste; e altitude média de 400 m, distante 473 Km de Porto Alegre, com aproximadamente 49.558 habitantes ([www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br)). O município localiza-se na região centro-oeste do Estado e pertence à Microrregião Geográfica denominada Mesorregião Centro-Occidental Riograndense, tendo como limite ao norte os municípios de Bossoroca e Itacurubi, ao sul São Francisco de Assis, Nova Esperança do Sul e Jaguari, a leste Jari e Capão do Cipó e a oeste Unistalda. O trabalho foi realizado no bairro centro da cidade, abrangendo espécies localizadas na praça central.

De acordo com a classificação climática de Köpen, o clima da região é caracterizado como Subtropical úmido do tipo Cfa, apresentando Temperatura média das máximas: 38°C; Temperatura média: 17,8°C; Temperatura média das mínimas: 3°C. A precipitação média anual gira entorno de 1.600 mm e a umidade relativa mantém-se na faixa de 75% a 80%.

A geologia do município de Santiago encontra-se litologicamente representadas em superfície pelas rochas que caracterizam o grupo São Bento da Bacia do Paraná. A formação Serra Geral representada por rochas efusivas continentais, basaltos, vitrófiros e granófiros de coloração fina, avermelhada a preta, ocasionalmente intermediados por lentes de arenitos intertrápicos (interderrames), eólicos de granulométrica fina a média, compactas, com coloração avermelhada e apresentando estratificação cruzada (LEMOS, 1973).

## 2.2 Coleta de dados a campo

A pesquisa foi realizada através do levantamento de fontes bibliográficas e eletrônicas com a leitura, revisão e análise de artigos, dissertações, teses e outros materiais referentes ao objeto de estudo, possibilitando um maior aprofundamento da temática para fomentar a discussão e a estrutura teórico-metodológica do trabalho sobre arborização urbana.

O desenvolvimento da pesquisa foi pautado na realização de visitas de campo, onde foi efetuado o inventário das espécies arbóreas com altura superior a 1,5 m.

Nas visitas a campo, a identificação das espécies e contabilização dos respectivos indivíduos arbóreas foi feita através de chaves taxonômicas e com auxílio de bibliografia específica: (i) BACKES, 2004; (ii) JOLY, 1998; (iii) LORENZI, 1998, 1999, 2003; (iv) REITZ, 1974; (v) SOBRAL et al, 2006. Das espécies não identificadas *in situ*, foram coletadas o máximo de estruturas presentes, como ramos, flores e sementes, com o auxílio de tesoura de poda. Essas amostras foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos transparentes, com capacidade de 5 litros, etiquetados, colocados em saco de 100 litros de cor preta, para evitar transpiração e conseqüentemente desidratação para posteriormente serem identificadas.

## 2.3 Análise dos dados

Os resultados obtidos foram processados em uma planilha eletrônica e comparados com a bibliografia encontrada. Nessas planilhas as espécies foram classificadas conforme sua origem (nativa e exótica).

## 2.4 Montagem de um SIG

Realizou-se a experimentação relativa, através do banco de dados cadastral do município e fotografia aérea ortorretificada, os dados foram armazenados e tabulados com o auxílio do software Arc View 9.3 em um banco de dados georreferenciados.

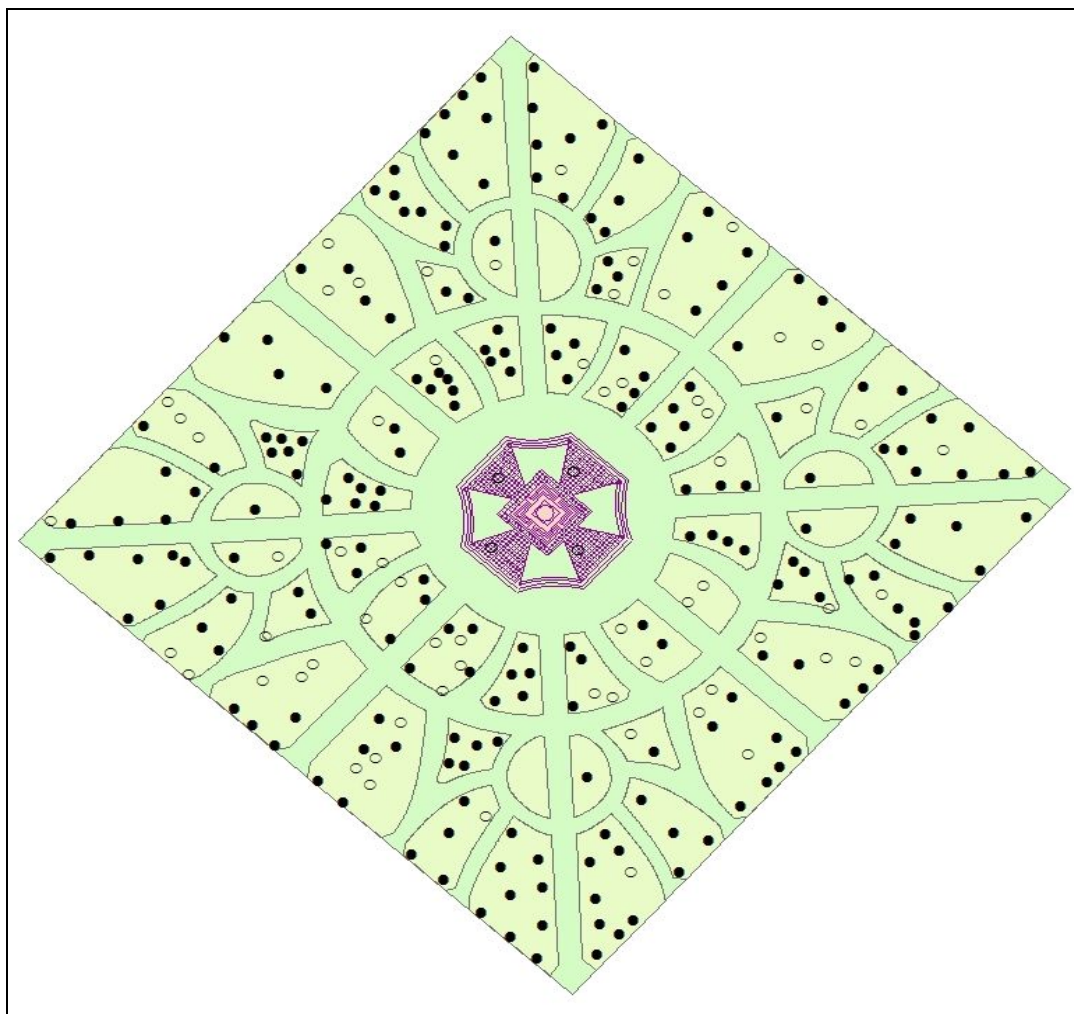
A montagem do SIG seguiu as seguintes etapas: obtenção de dados, tratamento da base cartográfica, tratamento da base alfanumérica, montagem do SIG, análise dos dados e geração de cartas temáticas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 1 é representada a planta baixa da praça Moisés Viana com o delineamento de seus canteiros e elementos arquitetônicos no centro da praça (monumento religioso no centro da imagem). Nos canteiros é apresentada a distribuição das espécies arbóreas nativas (pontos pretos) e espécies exóticas (pontos vazados).

Através do banco de dados de arborização urbana, obteve-se o relatório das espécies arbóreas e arbustivas. Dentre os 283 indivíduos mapeados foram encontrados uma diversidade de 43 espécies, das quais 44,2% são nativas e 55,8% são exóticas. No entanto, a maior parte das espécies encontradas é de origem exótica, assim como o número de indivíduos que se apresentam também em maior número (77,3%), principalmente representados por *Ligustrum lucidum* (103 indivíduos), em detrimento aos indivíduos nativos (22,7%). A espécie nativa com maior incidência é *Tabebuia avellanae* (14 indivíduos).

Esta situação denota um caráter negativo a arborização da praça no que diz respeito a preservação ambiental, já que a maioria dos autores recomenda que espécies nativas sejam utilizadas na arborização urbana, pois elas podem ser determinantes na conservação ambiental, atraindo aves que disseminarão suas sementes e promoverão o equilíbrio do meio ambiente (RUCHEL & LEITE, 2002; FILHO LIRA FILHO & MEDEIROS, 2006; MUNEROLI & MASCARÓ, 2010; DIEFENBACH & VIERO, 2010).



**Figura 1** - Espacialização dos indivíduos mapeados na praça Moisés Viana. Santa Maria, 2010.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise quanto a origem das espécies arbóreas alocadas na praça Moisés Viana, revelou a necessidade de um melhor planejamento da arborização urbana de modo com que este venha a contribuir para a preservação ambiental, além de outros aspectos que contribuem para a qualidade de vida da população urbana. Sugere-se uma revitalização para esse espaço para que no mesmo seja priorizada a implantação de espécies nativas.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores cultivadas no sul do Brasil: Guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas**. Porto Alegre: Paisagens do Sul, 2004.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.S.; MAGALHÃES, G.C.; MEDEIROS, C.B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Instituto de Computação - UNICAMP, 1996.

CAPORUSSO, D.; MATIAS, L. F. Áreas Verdes Urbanas: Avaliação e Proposta Conceitual. In: 1º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, VIII SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNESP- RIO CLARO, 2008, Rio Claro. Anais eletrônicos... Rio Claro: UNESP, 2008. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/simpgeo/71-87danubia.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Vol. 4, No. 2, 2004. ISSN 1519-5228. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/arborizaurbana.pdf>>. Acesso em: 17 de jun. 2010.

DIEFENBACH, S. S.; VIERO, V. C. Cidades sustentáveis: a importância da arborização urbana através do uso de espécies nativas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 2010, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: PUC, 2010. Disponível em: <<http://www.joaobn.com/chis/Artigos%20CHIS%202010/103-C.pdf>>. Acesso em 24 ago. 2010.

GOMES, F. T. M. C. **Proposta de SIG para auxiliar a gestão do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, Januária, Norte de Minas Gerais**. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais.

JOLY, A. B. Botânica: **Introdução a taxonomia vegetal**. 12ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1998.

LEMONS, R. C. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Boletim Técnico 030. Recife: 1973.

LIRA FILHO, J. A.; MEDEIROS, M. A. S. Impactos adversos na avifauna causados pelas atividades de arborização urbana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.6, n. , 375 – 390, 2006.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol 1. São Paulo: Editora Plantarum, 1998.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol 2. São Paulo: Editora Plantarum, 1998.

LORENZI, H. **Árvores exóticas no Brasil**. São Paulo: Editora Plantarum, 2003.

LORENZI, H; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 2ª ed. São Paulo: Plantarum, 1999.

MORATO, R. G; KAWAKUBO, F. S. Análise espacial da desigualdade ambiental na subprefeitura de Butantã, São Paulo - SP. **Revista brasileira de geografia médica e da saúde**, p.66-73, 2007.

MUNEROLI, C. C.; MASCARÓ, J. J. Arborização urbana: uso de espécies arbóreas nativas na captura do carbono atmosférico. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v.5, n.1, p.160-182, 2010.

REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense: Palmeiras**. Santa Catarina: Tipografia e Livraria Blumenauense S.A, 1974.

RUSCHEL, D.; LEITE, S. L. de C. Arborização urbana em uma área da cidade de Lageado, Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Pesquisa Sér. Bio.**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 1, p. 07-24, jan./jun. 2002.

VALASKI, S.; CARVALHO, J. A.; NUCCI, J. C. Árvores frutíferas na arborização de calçadas do bairro Santa Felicidade/PR e seus benefícios para a sociedade. **Geografia. Ensino & Pesquisa**, v. 12, p. 972-985, 2008.



## **ANÁLISE DA BACIA DO ARROIO PEDRINHO, DO MUNICÍPIO DE BENTO GONÇALVES - RS, EM RELAÇÃO ÀS CLASSES DE DECLIVIDADE.**

*Analysis of Basin Pedrinho of Arroyo, the city of Bento Gonçalves - RS, compared to the slope classes.*

Eliege Cassiele Buffon<sup>1</sup>  
Cristina Cippolat Limana<sup>1</sup>  
Leomar Valmorbida<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicas do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Geomática; Bolsista CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

[elibuffon@gmail.com](mailto:elibuffon@gmail.com); [cristina.limana@yahoo.com.br](mailto:cristina.limana@yahoo.com.br); [leomar.valmorbida@gmail.com](mailto:leomar.valmorbida@gmail.com)

### **RESUMO**

O presente artigo buscou elaborar uma análise da Bacia do Arroio Pedrinho, localizado no município de Bento Gonçalves - RS, utilizando-se de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, onde foram definidas as relação das classes de declividade, tendo assim como objetivo principal analisar a área da bacia hidrográfica através do mapa de declividade. Para confecção e análise das classes de declividade utilizou-se a metodologia proposta por De Biasi (1970), com o auxílio do software Spring 4.3.3 que possibilitou gerar mapas temáticos georeferenciados, que foram utilizados para análise das classes de declividade da bacia hidrográfica, além disso, foi utilizado o software Arc View 3.2 para localização do município de Bento Gonçalves dentro do estado do Rio Grande do Sul. Quanto aos resultados, nos leva a constatar que esta bacia apresenta-se bastante declivosa, apresentando algumas restrições quanto ao uso e ocupação do solo.

Palavras-Chaves: Mapa de Declividade, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Classes de Declividade.

### **ABSTRACT**

This article sought to prepare an analysis of the Basin Creek Pedrinho, located in the city of Bento Gonçalves - RS, using techniques of GIS and Remote Sensing, which defined the relationship of the slope, thus having as main objective to analyze the catchment area by map slope. For preparation and analysis of slope classes used the methodology proposed by De Biasi (1970), with the help of software that enabled Spring 4.3.3 generate georeferenced thematic maps, which were used for analysis of slope classes, the watershed Furthermore, we used the software Arc View 3.2 for location of Bento Goncalves in the state of Rio Grande do Sul Concerning the results, leads us to see that this basin is a rather steep, with some restrictions on the use and occupation soil.

Key Words: Slope Map, GIS, Remote Sensing, slope classes

## **1. INTRODUÇÃO**

O estudo apresenta uma análise das classes de declividade observada e estudada na bacia do Arroio Pedrinho, localizado no município de Bento Gonçalves - RS, correlacionando as informações de declividade da bacia hidrográfica com as respectivas classes de declividade e uso do solo conforme estabelecido por De Biasi (1970).

Este trabalho vem contribuir para análise da declividade, pois através dessa perspectiva adquire-se o domínio adequado com a finalidade de identificar o uso do solo da bacia

hidrográfica do Arroio Pedrinho, levando em conta as classes de declividade, além de contribuir para a ciência geografia com a localização do fato na superfície terrestre, a relação entre os fatos de ordem natural e as inter-relações entre os homens e o meio natural. Pode-se, também utilizar em estudos futuros para auxiliar no planejamento visando a melhor utilização da bacia do Arroio Pedrinho, pois, ao conhecer melhor as peculiares da região torna-se possível um melhor aproveitamento de suas potencialidades, respeitando as limitações impostas pela topologia local.

Com o objetivo de analisar a bacia hidrográfica do Arroio Pedrinho localizada no município de Bento Gonçalves - RS, através do mapa de declividade, gerado a partir de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Especificamente verificar as percentagens das classes de declividade da bacia hidrográfica do Arroio Pedrinho; e Correlacionar às percentagens de declividade encontrada na bacia, utilizando como parâmetro os limites das classes de declividade estudados e propostos por De Biasi (1970).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os avanços tecnológicos vêm auxiliando diversos trabalhos nas mais variadas áreas das ciências, o geoprocessamento e o sensoriamento remoto são prova disso, já que, são capazes de auxiliar no processamento de dados georreferenciados, possibilitando dessa forma, maior precisão das informações obtida.

Segundo Silva (2007 apud VIEIRA, 2009, p.16), “o geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltado à coleta e o tratamento de informações espaciais para um objetivo específico”.

Desde que foi introduzido no Brasil o geoprocessamento vem avançando nos conhecimentos e dominando essa técnica, atendendo as especificidades, o que vem ocasionando o desenvolvimento de softwares como o programa Spring.

Segundo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o programa SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) “é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) no estado-da-arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais”.

Com a utilização do software Spring, permite a elaboração de diversas análises, gerando vários tipos de mapas temáticos, utilizados nas mais diferentes atividades cotidianas por órgãos públicos ou privados, dentre estes mapas temáticos podemos destacar o mapa de declividade, que disponibilizam diversas informações referentes às classes de declividade, tornando-as úteis no planejamento de uso e ocupação nas bacias hidrográficas.

O mapa de declividade nos possibilita o entendimento da disposição do relevo e da declividade, e ao mesmo tempo nos fornece informações, que se tornam importantes para a compreensão da ocupação das encostas com diversos usos e ocupações do solo. Além disso, necessitam levar em conta os aspectos como: a história de ocupação, a geologia, o clima, a vegetação, entre outros que influenciam na área em estudo.

Contudo, o processo de ocupação das terras pelos imigrantes italianos na porção nordeste do estado Rio Grande do Sul, bem como, em outros locais do estado do Rio Grande do Sul, tiveram como característica a pequena propriedade, que corresponde a uma colônia de terras, girando em torno de 25 hectares.

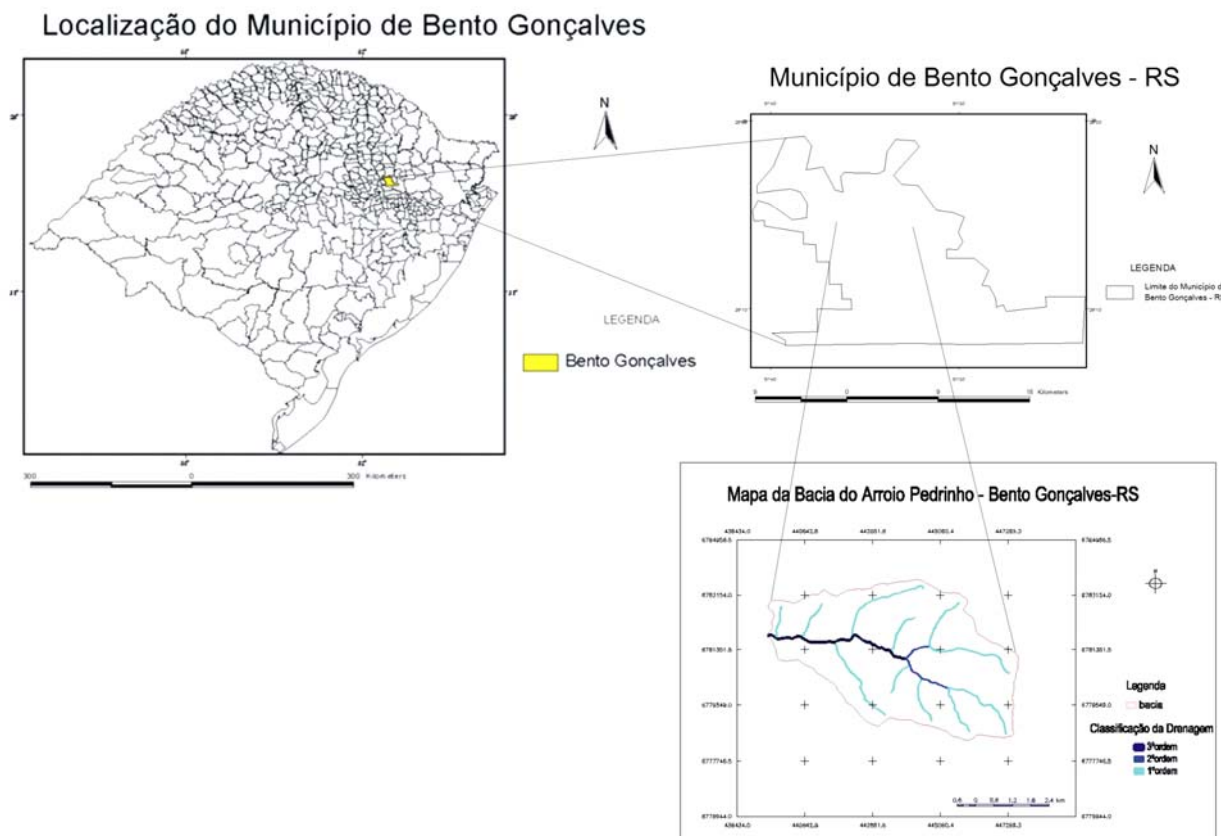
Segundo COSTA e MOREIRA (1986), expõe que, “estas colônias de pequenas propriedades eram estabelecidas em locais de floresta e em regiões declivosas, além de possuírem a característica de serem cultivadas as terras a través de agricultura familiar, os cultivos agrícolas corespondem a principal renda das famílias nelas instaladas”.

Quanto a localização geográfica, o município de Bento Gonçalves localiza-se no Planalto Meredional, no compartimento geomorfológico do Planalto da Bacia do Paraná apresentando assim rochas de origem vulcânica, que compõem a formação Serra Geral, com altitudes médias elevadas.



O município de Bento Gonçalves é influenciado por dois sistemas atmosféricos que se acentuam pelo efeito orográfico, o Sistema Polar Atlântico e o Sistema Tropical Atlântico.

A localização deste município e da bacia do Arroio Pedrinho corresponde a mesorregião Nordeste do estado Rio Grande do Sul, mais especificamente na microrregião de Caxias do Sul.



**Fig. 1** - Localização do município de Bento Gonçalves no estado do Rio Grande do Sul, e da Bacia hidrografia Arroio Pedrinho no município.

Fonte: IBGE/DSG Folha SH 22-V-D-II-2, MI – 2952/2, 1:50.000

Organizadores: LIMANA, C. C.; BUFFON, E. C. VALMORBIDA, L.

As curvas de nível possibilitam fazer uma análise do relevo, e também da declividade. Pode-se afirmar que quanto mais próximas às curvas de nível estiverem umas das outras, maior será a declividade apresentada na área, desse modo, os traçados das curvas de nível formam a base para o mapa e estudo de declividade. Observa-se a disposição das curvas de nível na bacia do Arroio Pedrinho, e em relação a rede de drenagem com as suas respectivas ordem de drenagem.

O mapa de declividade, também chamado de mapa clinográfico, segundo De Biasi (1992), fornece informações referente aos dados físicos da área mapeada, pois através deste podemos identificar diferentes configurações do relevo, no que se refere às inclinações das vertentes.

Este mapa torna-se um elemento indispensável nos levantamentos de uso e ocupação do solo, auxiliando na observação das áreas mal aproveitadas e degradadas, nas áreas sujeitas a mecanização, nas áreas mais propícias as atividades urbanas e nas áreas destinadas a conservação ambiental.

Segundo Hertz e De Biasi (1989), estabelece as classes de declividade conforme a aptidão de uso da terra, sugerindo cinco classes que foram também utilizadas neste trabalho:

<5% - Limite urbano – (industrial) utilizados internacionalmente, bem como, em trabalhos de planejamento urbano efetuados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado

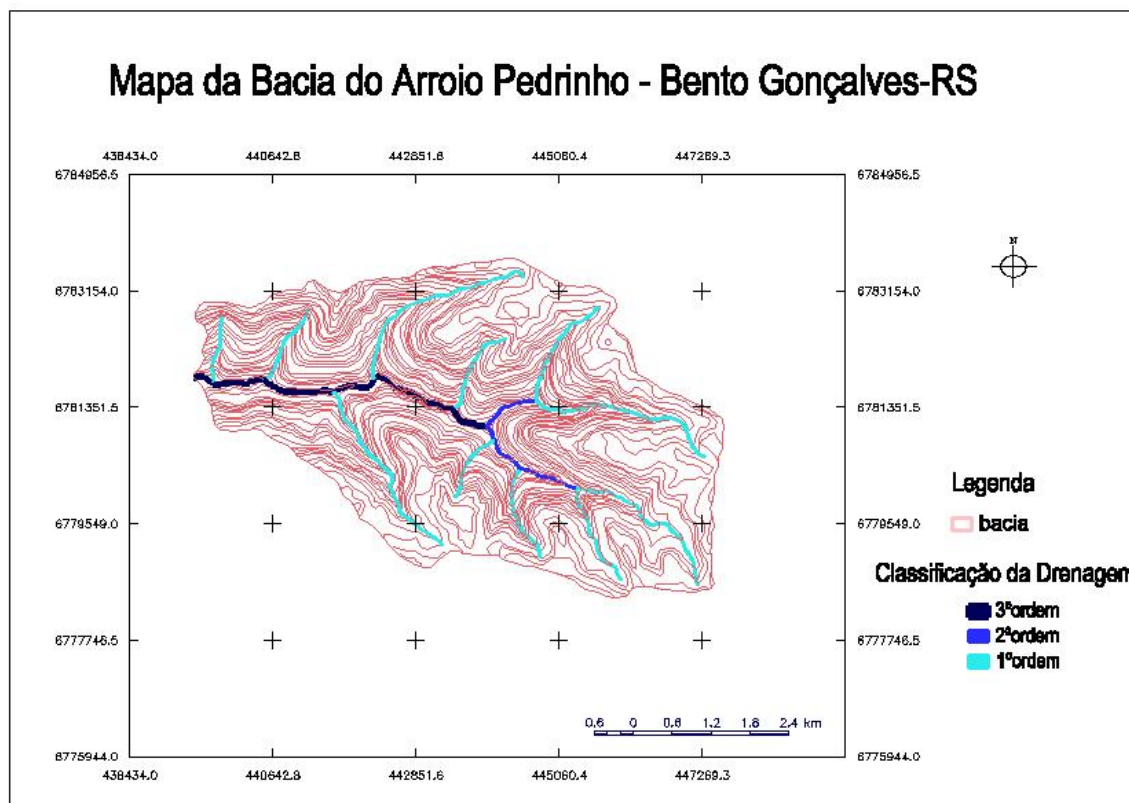
de São Paulo e pela Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A (EMPLASA) e quando muito próximos de cursos de água são sujeitos a alagamento e problemas de drenagem. (HERTZ E DE BIASI, 1989)

5 – 12 % - Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), pois alguns autores adotam as cifras de 10% e/ou 13%. A diferença é muito pequena, pois esta faixa define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura.

12 - 30% - O limite máximo de 30% é definido por Legislação Federal Lei 6766/79, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano que vai definir o limite máximo para a urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas, íngreme para se cultivar com a necessidade de curvas de nível com controle de erosão.

30 - 47% - O Código Florestal, Lei nº 4771/65 de 15/09/65 fixa o limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas.. Possuindo sérios problemas de erosão e deslizamentos, segundo Vieira (2009).

>47% - O artigo 10 do Código Florestal prevê que na faixa situada superior a 47% não é permitida a derrubada de árvores, apenas sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes. Segundo Silva (2007 apud VIEIRA, 2009, p.16)



**Fig 2 - Rede de drenagem e curvas de nível na bacia do Arroio Pedrinho**

Fonte: IBGE/DSG Folha SH 22-V-D-II-2, MI – 2952/2, 1:50.000

Organizadores: LIMANA, C. C.; BUFFON, E. C. VALMORBIDA, L.

Acima foram expostas as classes de declividade e uso do solo segundo De Biasi (1992 e 1970), além dessas, outras definições de classe de declividade, que não foram usadas no trabalho, pode-se salientar: entre elas FUCHS (1999 e 1986), por exemplo, definiu as classes de declividade de acordo com declividades críticas para determinados usos da terra:

- < 2% - Suscetível a enchentes e problemas de drenagem;
- 2 - 5% - Solo arável, suporta maquinário pesado;

5 - 10% - Propício á mecanização, estabelecimento de rodovias e áreas residenciais. Restringe a irrigação e o controle da erosão do solo já se torna necessária;

10 - 25% - Muito íngreme para cultivos necessitam cuidados especiais para controlar a erosão, susceptível a instalações urbanas exigindo infra-estrutura de alto custo;

>25% - Sérios problemas de erosão e de instabilidade de vertentes são áreas de preservação florestal.

Tendo como base estes dados, podemos ter noção da ocupação adequada do terreno, dos processos erosivos e das limitações e aptidões do uso do solo.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

Na a elaboração deste trabalho foi digitalizado um fragmento da carta topográfica desenvolvida pela DSG (Diretoria de Serviço Geográfico) do município de Bento Gonçalves - RS, Folha SH 22-V-D-II-2, MI – 2952/2, com escala de 1:50.000 e de Datum Horizontal: Córrego Alegre - Minas Gerais, além disso foi realizada uma revisão na literatura pertinente a está temática.

O mapa de declividade, além de outros mapas, foram desenvolvidos no software Spring 4.3.3, com a utilização dos aplicativos Impima, Spring e Scarta. O programa Spring é disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponibilizando versões cada vez mais aprimoradas e como maior quantidade de recursos.

No aplicativo Impima foram realizadas as conversões de formato da imagem “tif” para “grb”, compatível ao programa Spring e assim poder ser utilizada.

No aplicativo Spring ocorre todo o processo de georreferenciamento da imagem.

Inicialmente foi criado de um banco de dados onde os “dados” são armazenados dentro de um diretório e são ativados. Em seguida, passa-se a criar um projeto, que é um sub-diretório, nessa etapa são informados a projeção (sistemas, modelos da Terra), a zona referente a imagem, o Retângulo Envolvente - compreende parte do projeto, são informadas as coordenadas planas da imagem e o hemisfério geográfico.

No Modelo de Dados, são criadas as categorias, estas são associadas a um modelo, para após serem criados os Planos de Informações (PIs). Posteriormente a isso, ocorre o Registro da imagem para obter os pontos de controle e o georeferenciamento da mesma, nesta etapa são escolhidos os pontos e informado as coordenadas correspondentes na carta topográfica da área.

Após está etapa inicia-se a digitalização dos elementos, também chamada de vetorização, a partir das categorias e dos planos de informação que haviam sido criadas como a rede de drenagem, as curvas de nível, o limite da bacia entre outros.

Com a vetorização concluída, gera-se a grade triangular (TIN) e a grade retangular (RET). A grade é o resultado dos valores interpolados das amostras digitalizadas, a partir da grade retangular sendo possível realizar diversos fatiamentos.

Para confecção do mapa de declividade, consiste em gerar a grade que posteriormente origina o Modelo Numérico do Terreno (MNT) denominado declividade, após no painel de controle, ativa-se a categoria e o plano de informação que contém a grade retangular e desenha-se; em seguida, na barra de ferramentas seleciona-se MNT e após declividade, define-se a entrada como grade, a saída como declividade e a unidade como porcentagem.

Já definidos os parâmetros para geração do mapa de tema declividade termina-se um modelo de dados temático denominado de “Mapa de Declividade”, e são criadas as classes temáticas que, conforme De Biasi (1992) servem de suporte para a confecção do mapa de declividade dando um visual para as mesmas e respeitando uma ordem cronológica.

No processo de fatiamento ocorre à definição e a associação de fatias das classes, sendo está ultima realizada automaticamente pelo aplicativo, assim o mapa de declividade estará confeccionado.

Na sequência, para calcular a área de cada classe de declividade, selecionasse na barra de ferramentas em temático e em medida de classes, também no aplicativo Spring, para obter as percentagens de cada classe.

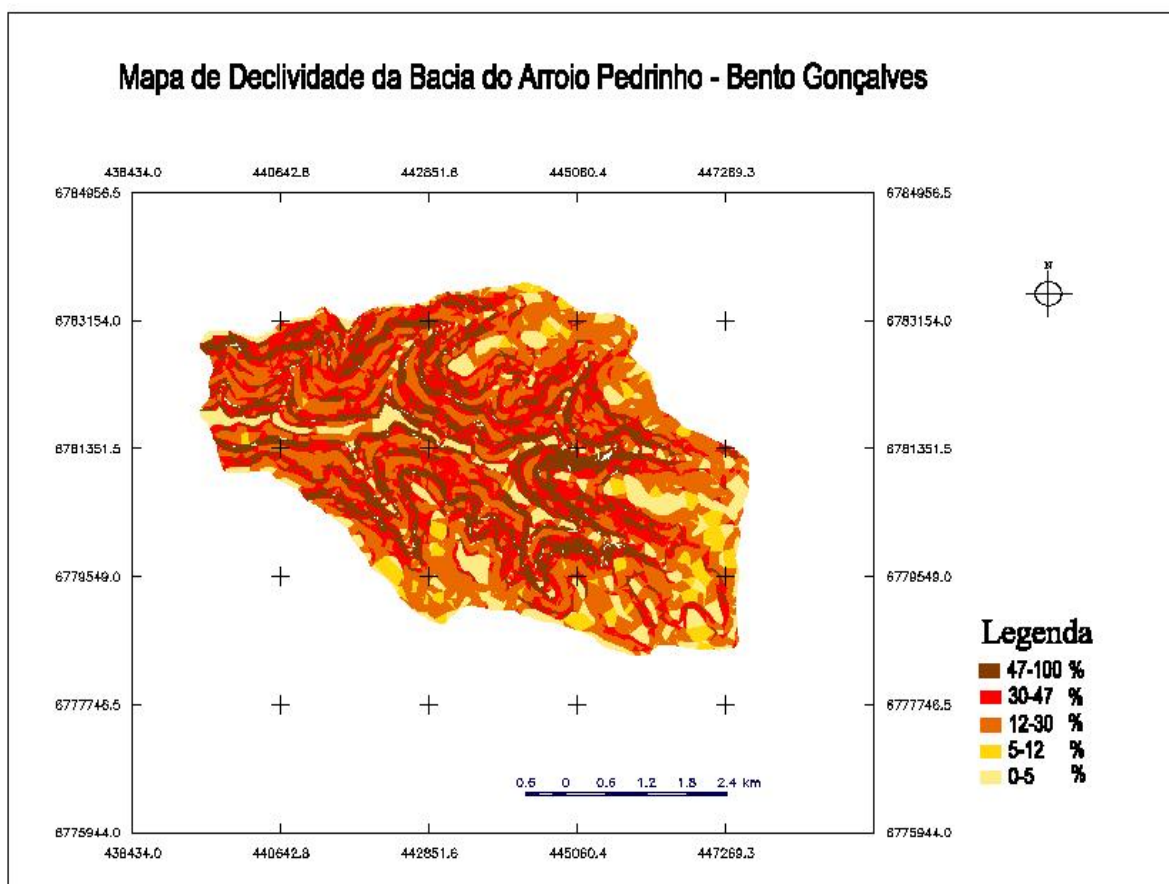
No aplicativo Scarta é realizada a edição do mapa de declividade, onde são incorporados os elementos cartográficos, como: legenda, direção (norte), coordenadas planas, título e escala. Elaborado o mapa, ele é exportado para análise.

Na elaboração do presente estudo e suas apresentações, além do software Spring 4.3.3, também foram utilizados os software Arc View 3.2, onde elaborou-se o mapa de localização do município de Bento Gonçalves no estado do Rio Grande do Sul e após o mapa do município de Bento Gonçalves, ainda o software MS Office Word onde foram possíveis a elaboração dos textos.

#### 4. RESULTADOS

Após os procedimentos descritos no capítulo “Material e Método” A passamos para análise da área em estudo, por meio da carta topográfica, observou-se que a mesma possui declividade acentuada devido às curvas de nível se encontrarem muito próximas uma das outras, com o auxílio do software Spring 4.3.3 foi elaborado o mapa de declividade, o qual norteou nossa análise conforme pode ser observado na **Figura 3**:

Com o auxílio das ferramentas de análise abarcados no software Spring 4.3.3, foram possível estabelecer e distinguir a declividade em cada classe e atribuir uma coloração diferente para cada uma das mesmas, destacando visualmente cada um dos eventos mencionados.



**Fig. 3** - Mapa de Declividade da Bacia do Arroio Pedrinho, conforme as Classes de Declividade estabelecidas por De Biasi (1970).

Fonte: IBGE/DSG Folha SH 22-V-D-II-2, MI – 2952/2, 1:50.000

Organizadores: LIMANA, C. C.; BUFFON, E. C. VALMORBIDA, L.

Analisando as áreas de cada classe de declividade da bacia, foram obtidas as seguintes percentagens, e apresentados os resultados na **Tabela 1**:

<b>Relação das Classes de Declividade com a Área da Bacia do Arroio Pedrinho</b>		
<b>Classes de Declividade</b>	<b>Área em hectares</b>	<b>Área em Percentagem</b>
< 5 %	336.66	11,88%
5 – 12%	147.22	5,19%
12 – 30 %	1040.69	36,71%
30 – 47 %	742.81	26,20%
> 47 %	567.25	20,02%
Total	2834.63 hectares	100%

**Tab. 1** - Percentagem das áreas das Classes de Declividade  
Organizadores: LIMANA, C. C.; BUFFON, E. C. VALMORBIDA, L.

A partir da análise da tabela, verificou-se que as áreas com classe de declividade menor de 5%, a percentagem obtida foi de 11,88% do total da bacia, constituindo a porção mais plana da área em estudo, como podemos observar na Figura 3 do mapa de declividade, estas áreas encontram-se próximas da rede de drenagem e nas regiões mais elevadas. Sendo assim, estes 11,88% encontrados compreendem o limite urbano industrial, propostos por De Biasi (1970).

Para as áreas entre 5 - 12 %, a percentagem do total da bacia é de 5,19%, como se pode verificar na Figura 3, esta classe é pouco representativa e compreende o limite propício a mecanização na bacia hidrográfica.

Nas áreas de declividade entre 12 - 30%, a percentagem em relação a área total é de 36,71%. Esta classe é a mais representativa da bacia, localizando-se majoritariamente, mais de 1/3 da mesma, compreendendo o limite máximo a instalação urbana.

As áreas que possuem 30 - 47% de declividade representam 28,20 % da bacia, possuindo a segunda maior percentagem de representação. Nestas áreas só é permitida a realização de corte raso respeitando o Código Florestal. Segundo Vieira (2009), essas áreas apresentam sérios problemas de erosão e instabilidade de vertente, pela forte inclinação que possui.

As áreas com declividade superior a 47% correspondem a 20,02% do total da bacia, sendo as áreas que possuem maior inclinação. Conforme o artigo 10 do Código Florestal, não é permitido a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toras, quando extraída racionalmente.

Verifica-se que grande parte da área da Bacia Hidrográfica do Arroio Pedrinho possui declividades acentuadas o que acaba impondo implicações ao uso desta bacia hidrográfica e ao mesmo tempo possibilita pensar em ações de planejamento para a mesma que diminua riscos e apresente soluções alternativas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou a Bacia do Arroio Pedrinho no município de Bento Gonçalves-RS, dando ênfase às classes de declividade propostas por De Biasi (1970). Através da análise dos resultados podemos verificar que grande parte da bacia encontra-se localizada em áreas bastante declivosas, onde 36% da bacia pertence à classe de declividade de 12 - 30% e mais de 46% da bacia, quase a metade da mesma, com declividade superior a 30%.

Assim, podemos constatar que esta bacia impõe algumas limitações quanto ao uso do solo que se faz desta. Muitas das limitações impostas quanto ao uso do solo não são seguidas, pelo fato dessa região declivosa predominar pelas pequenas propriedades rurais onde possuem um intenso uso do solo e pelo desconhecimento dos próprios proprietários acerca do assunto. Assim, o mapa de declividade torna-se um instrumento importante como forma de planejamento adequado para a ocupação correta do solo de acordo com as limitações impostas por cada classe de declividade.

## 6. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Código Florestal. Lei nº. 4771, 15 de Agosto de 1965. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm) (acessado em 5 de agosto de 2009).
- BRASIL. Código Florestal. Lei nº. 6766, 19 de Dezembro de 1979. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm) (acessado em 5 de agosto de 2009).
- CÂMARA, G.; AGUIAR, A.P. (eds.), *SPRING Programming Manual*. São José dos Campos, INPE, 1996a.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling** *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996b. In: INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php> (acessado em 10 de agosto de 2009).
- COSTA, R. H. da.; MOREIRA, I. A. G. **Espaço e Sociedade no Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1986.
- DE BIASI, M. A. **Carta Clinográfica: os Métodos de Representação e sua Confeção**. In: *Revista do Departamento de Geografia*. nº 6. FFLCH/USP. São Paulo. 1992. p. 45 - 60.
- DE BIASI, M. **Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização**. In: *Geomorfologia*. IGEOG-USP. São Paulo, 1970. v.21, p.2-13.
- FUCHS, R. H. B. **Avaliação do Uso da terra por classe de Declividade, sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim - RS**. 1986, 60f. Monografia (Curso de Especialização em Imagens Orbitais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.
- FUCHS, R.B. H. **Avaliação do uso da terra, por classe de declividade na sub-bacia do Rio Vacacai-Mirim – RS** Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria, 1986. (Monografia de Especialização).
- HERTZ, R; DE BIASI, M. **Crítérios e Legendas para macrozoneamento Costeiro**, Comissão Interministerial para os recursos do Mar - CIRM, Brasília, 1989.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php> (acessado em 10 de agosto de 2009).
- PEREIRA, R. S et al. **Geoprocessamento: aplicativo Spring 5.0**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2010.
- SILVA, R. M. da. **Introdução ao Geoprocessamento conceitos, técnicas e aplicações**. Nova Hamburgo: Feevale, 2007.
- VIEIRA, E. G. **A Distribuição Espacial do Uso da Terra em função da declividade, no município de Silveira Martins/RS**. 2009. 87f. Monografia (Especialização em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.