

Colégio Politécnico da UFSM
Área de Geoprocessamento

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

5ª Semana da Geomática

ISSN 2179-4243

Temática

Cadastro Técnico Multifinalitário
- Urbano e Rural -

19 a 21 de novembro de 2014
Santa Maria, RS – Brasil.

ANAIS

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

ISSN 2179-4243

5ª Semana da Geomática

Temática

**Cadastro Técnico Multifinalitário
- Urbano e Rural -**

19 a 21 de novembro de 2014.

Santa Maria, RS - Brasil

Responsabilidade pela edição dos Anais:

Prof. Dr. Elódio Sebem

Endereço:

Colégio Politécnico da UFSM
Cidade Universitária – Camobi
Prédio 70, Bloco F, Sala 212-C
Telefone: +55 55 3220 9419
FAX: +55 55 3220 8273

S741a	Semana de Geomática (5. : 2014 : Santa Maria, RS) Anais / 5ª Semana de Geomática, 19 a 21 de novembro de 2014 ; [editado por Elódio Sebem]. – Santa Maria : UFSM, Colégio Politécnico, 2014. 194 p. : il. ; 30 cm ISSN 2179-4243 “Temática: Cadastro técnico multifinalitário : urbano e rural” 1. Geomática – Eventos 2. Geoprocessamento - Eventos 3. Análise espacial - Eventos 4. Meio Ambiente – Eventos 5. Agricultura de precisão - Eventos I. Sebem, Elódio II. Título. CDU 528.7/.9
-------	--

Ficha catalográfica elaborada por Alenir Goularte - CRB-10/990

Biblioteca Central - UFSM

APRESENTAÇÃO

CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO - RURAL E URBANO

Com temática tão importante para os dias atuais, foi desenvolvida a 5ª Semana da Geomática entre os dias 19 a 21 de novembro de 2014, nas dependências do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria.

Teve-se a oportunidade de discutir no evento, as problemáticas do Cadastro Técnico Multifinalitário, Mapeamento e Ordenamento do território como aplicações práticas, didáticas e de incremento às geotecnologias tão propaladas e ainda em processo de desenvolvimento tecnológico e de uso ainda um tanto restrito aos ambientes das empresas e órgãos de pesquisa e ensino.

A produção bibliográfica encontra-se disponível nos Anais da 5ª Semana da Geomática com a apresentação de vinte e três artigos onde a abordagem das aplicações da Geomática estão distribuídos em diversos temas de excelente qualidade técnica e científica.

Desejamos boa leitura a todos.

Ana Caroline Paim Benedetti, Claire Delfini Viana Cardoso e Marinez da Silva
(Comissão Técnico-Científica)

Área de Geoprocessamento – Colégio Politécnico da UFSM

COORDENAÇÃO GERAL

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

COMISSÃO ORGANIZADORA

Prof. Dr. Alessandro Carvalho Miolla – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof^ª. Dr^a. Ana Caroline Paim Benedetti – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. Antoninho João Pegoraro – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof^ª. Dr^a. Claire Delfine Viana Cardoso – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. Diogo Belmont Lippert – Colégio Politécnico da UFSM.

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

Prof. Dr. Erni José Milani – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. Lúcio de Paula Amaral – Colégio Politécnico da UFSM.

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

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

Prof^ª. M. Sc. Marinêz da Silva – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. Valmir Viera – Colégio Politécnico da UFSM.

MEMBROS DO COMITÊ TÉCNICO-CIENTÍFICO

Prof^ª. Dr^a. Ana Caroline Paim Benedetti – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof^ª. Dr^a. Claire Delfine Viana Cardoso – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof^ª. M. Sc. Marinêz da Silva – Colégio Politécnico da UFSM.

REVISORES AD HOC

Prof. Dr. Alessandro Carvalho Miolla – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof^ª. Dr^a. Ana Caroline Paim Benedetti – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof^ª. Dr^a. Claire Delfine Viana Cardoso – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof. Dr. Diogo Belmont Lippert – Colégio Politécnico da UFSM.

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

Prof. Dr. Lúcio de Paula Amaral – Colégio Politécnico da UFSM.

Prof^ª. M. Sc. Marinêz da Silva – Colégio Politécnico da UFSM.

PROMOÇÃO

Colégio Politécnico da UFSM

APOIO

Universidade Federal de Santa Maria

Colégio Politécnico da UFSM

Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão

Curso de Tecnologia em Geoprocessamento

Curso Técnico em Geoprocessamento

Cooperativa dos Estudantes do Colégio Politécnico da UFSM

Projeto CR Campeiro 7

Curso Técnico em Paisagismo

Topocart

Skydrones

ProCampo Georreferenciamento

Planageo

Solução Visual

Morcelli Imóveis

A Mira

Imagem Distribuidor Oficial ESRI

SUMÁRIO

ANÁLISE DA INUNDAÇÃO URBANA: ESTUDO DE CASO PARA URUGUAIANA/RS, EM JULHO DE 2014.....	9
<i>Analysys of urban floods: study of case to Uruguaiiana/Brazil, in July of 2014</i>	
Jonatas Giovani da Silva Aimon, Bruno Zucuni Prina, Romario Trentin, Daniel Fernandes Gomes	
O USO DE UM SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE GEOPROCESSAMENTO.....	16
<i>The use of a smartphone as a tool of geoprocessing</i>	
Vinícios Lorencena Biluca, Daniel Fernandes Gomes, Alessandro Carvalho Miola	
ANÁLISE COMPARATIVO ENTRE CLASSIFICAÇÃO DIGITAL SUPERVISIONADA E NÃO-SUPERVISIONADA PARA MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA.....	24
<i>Comparative analysis between digital supervised and unsupervised classification for use and land cover mapping</i>	
Douglas Stefanello Facco, Angélica Cargnin de Souza, Amanda Suarez Bittencourt, Eliziele Nunes Paroli, Cristiane Rodrigues de Oliveira, Ana Caroline Paim Benedetti	
ESPACIALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS FEIÇÕES URBANAS DA CIDADE DE SANTA MARIA, RS.....	32
<i>Urban City Feature Three-Dimensional Spacialization of Santa Maria, RS</i>	
Juliane Hauenstein Gehm, Jéssica Hundertmarck Graciolli, Alessandro Carvalho Miola	
METODOLOGIA DE CADASTRO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO APLICADA NA EMPRESA SUL CAVA, NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA- RS.....	43
<i>Methodology of registration the sewage collection networks applied by Sul Cava Company, in Santa Maria, RS</i>	
Jéssica Hundertmarck Graciolli, Juliane Hauenstein Gehm, Leila Fernandes Posser, Valmir Vieira	
PRECISÃO DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS OBTIDAS COM RECEPTORES GNSS L1/L2 DE PONTOS SITUADOS SOB REDES ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO.....	51
<i>Planimetric coordinate accuracy obtained with GNSS L1/L2 receivers located in points under high voltage electrical lines</i>	
Fernando Luis Hillebrand, Gelson Lauro Dal' Forno	
ANÁLISE DAS DISTORÇÕES DO SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA UTM EM DIFERENTES POSIÇÕES DENTRO DO FUSO E ALTITUDES ELIPSODAIS.....	62
<i>Analysis of UTM cartographic projection system distortions in different positions in the spindle and ellipsoidal heights</i>	
Gabriel Schneider, Fernando Luis Hillebrand, Marco Ivan Rodrigues Sampaio e Gelson Lauro Dal' Forno	
NECESSIDADE DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NOS SOLOS DOS DEPARTAMENTOS DE MISIONES, ITAPUÁ E ALTO PARANÁ – PARAGUAI.....	69
<i>Limestone's Application Needs in Soils of Misiones, Itapuá and Alto Paraná Departments' - Paraguay</i>	
Roberto Willian John, Elódio Sebem, Enrique Oswin Hahn Villalba, Luis Ramiro Samaniego Montiel	
USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO SUL – RS.....	76
<i>The use of geotechnologies for urban evolution analysis of Nova Esperança do Sul – RS</i>	
Ana Paula Koeche, Oanita de Oliveira Braga	
ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA E USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ROSÁRIO DO SUL, RS.....	82
<i>Storm coverage and analysis of land in the city of Rosário do Sul – RS</i>	
Luís Antonio Duarte de Lacerda, Diogo Belmonte Lippert, Luiz Felipe Diaz de Carvalho	
USO DA GEOESTATÍSTICA APLICADA E ÁLGEBRA DE MAPAS NA PARCELA 1537 DO INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO DO RIO GRANDE DO SUL 2000.....	88
<i>Geostatistics use and applied Algebra Of Maps In The Portion Of Forest Inventory Continuous 1537 Rio Grande Do Sul 2000</i>	
Gabrieli Dalla Porta, Andréia Lemos Amorim, Elódio Sebem	

FUSÃO DAS MATRÍCULAS PARA EXERCER A PROPRIEDADE EM CONJUNTO SEM UNIFICAR OS TERRENOS.....	97
<i>Merger of Matriculations to Exercise the Properties Together Without Unify the Land</i>	
Leticia Silveira Marafon, Matheus Weigert, Luiz Inácio Rambo	
COMPARAÇÃO DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO TRADICIONAL E COM GNSS.....	105
<i>Comparison Of Traditional Topping Geometric And GNSS</i>	
Tiago José Matte, Wagner Danton de Bittencourt Bilhalva	
USO DE NDVI PARA DETECÇÃO DE TAQUARA MORTA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....	114
<i>Use of NDVI to detect dead bamboo in Araucaria forest</i>	
Natália Duarte Melos, Alison Wolfart, Gabrieli Dallaporta, Lúcio de Paula Amaral, Elódio Sebem, Luciano Farinha Watzlawick	
GEORREFERENCIAMENTO DOS SÍTIOS PALEOBOTÂNICOS DO ARENITO MATA, NO MUNICÍPIO DE MATA/RS.....	122
<i>Georeferencing paleobotanical sites of sandstone forest, in the city of Mata/RS</i>	
Attus Pereira Moreira, André Fontana Weber, LuryanDelevati Dorneles, Littieri Machado Lamb	
GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	129
<i>Geoprocessing Applied to Environmental Analysis of River Basin</i>	
Glauca Vieira Pires, Douglas Stefanello Facco, Cristiane Rodrigues de Oliveira, Claire Delfini Viana Cardoso, Ana Caroline Benedetti	
GEORREFERENCIAMENTO AUTOMÁTICO DE IMAGENS OBTIDAS PELO GOOGLE EARTH.....	138
<i>Georeferencing automatic images from Google Earth</i>	
Bruno Zucuni Prina, Romario Trentin, Elódio Sebem	
O ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES LIVRES PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	147
<i>The feasibility study of the use free software for Geographic Information Systems</i>	
Luiz Patric Kayser, Yesica Ramirez Flores	
PROPOSTA PARA CONSTRUÇÃO DE REFERENCIAL GEODÉSICO HOMOLOGADO NO COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM.....	153
<i>Proposition for the Construction of Homologued Geodesic Referencial in the Federal University of Santa Maria's Polytechnical School</i>	
Aécio Dambrowski dos Santos, João Quintilio Zanella, Lúcio de Paula Amaral, Elódio Sebem	
MUDANÇA NA DENOMINAÇÃO DO REGISTRO DE IMÓVEIS PARA REGISTRO DA PROPRIEDADE IMOBILIÁRIA.....	159
<i>Title change of immovable property registration to real estate registration</i>	
Camila Trombetta, Giulia Rafaela Lunelli, Luiz Inácio Rambo	
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO ARROIO DO MEIO SANTA MARIA – RS.....	167
<i>Morphometric characterization of watershed of Arroio do Meio Santa Maria – RS</i>	
Giancarlo Machado de Vargas, Janderlei Velasque Dal Osto, Jéssica Medianeira Xisto	
USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA CARACTERIZAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SAFS SILVIBANANEIROS NO RS – RESULTADOS PRELIMINARES.....	177
<i>Use of Geotechnologies for environmental services in SAFs silvibananeiros in RS – preliminary results</i>	
Alison Wolfart, Natália Duarte Melos, Gabrieli Dallaporta, Regiane Aparecida Ferreira, Cristiano Motter, André Luiz Rodrigues Gonçalves, Lúcio de Paula Amaral, Elódio Sebem	
USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O MONITORAMENTO DO MOSQUITO AEDES AEGYPTI NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA – RS.....	185
<i>Use of geographic information system for monitoring mosquito aedes aegypti the municipality of Santa Maria – RS</i>	
Matheus Plein Ziegler, Jonatas Giovani Silva Aimon, Lúcio de Paula Amaral	

ANÁLISE DA INUNDAÇÃO URBANA: ESTUDO DE CASO PARA URUGUAIANA/RS, EM JULHO DE 2014

Analysys of urban floods: study of case to Uruguaiiana/Brazil, in July of 2014

Jonatas Giovani da Silva Aimon¹, Bruno Zucuni Prina², Romario Trentin³, Daniel Fernandes Gomes¹

¹Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Colégio Politécnico da UFSM – Tecnologia em Geoprocessamento, jg.aimon@hotmail.com, e_d_y_e-caw@hotmail.com

²Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Geociências – Mestrando em Geografia, brunozprina@gmail.com

³Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Geociências – Professor do Curso de Bacharelado e Licenciatura em Geografia, romario.trentin@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de mapear a inundação ocorrida no mês de Julho de 2014 na cidade de Uruguaiiana utilizando imagens do Google Earth e técnicas de Classificação Digital de Imagens. A sistematização da classificação foi realizada no aplicativo ArcGIS 10.1®, a criação da matriz de confusão no software QGIS 2.4® e a validação no AVACIM. Após a análise dos dados da matriz de confusão, obteve-se um Índice Kappa de 48,40%, com uma Exatidão Global de 63,92%, valores pouco expressivos. Entretanto, para a variável denominada “Água”, objeto de estudo dessa pesquisa, alcançou-se 88,34% de exatidão, dessa forma é visto que a mancha de inundação foi caracterizada com grande qualidade. Conclui-se que a utilização de técnicas de classificação digital de imagens mostrou-se capazes de quantificar e analisar a mancha de inundação ocorrida no evento de Julho de 2014.

Palavras chaves: Inundações, Google Earth, Classificação Digital.

ABSTRACT

This work aims to map the flooding in July 2014 in the city of Uruguaiiana using Google Earth images and techniques Digital Image Classification. The systematization of the classification was done in ArcGIS 10.1® application, creating confusion matrix in QGIS 2.4® and software validation in AVACIM. After analyzing the data from the confusion matrix, we obtained a Kappa index of 48.40%, with a Global accuracy of 63.92%, little expressive values. However, for the variable "Water", the object of study of this research was achieved 88.34% accuracy, so it is seen that the stain flood was characterized with great quality. We conclude that the use of techniques of digital image classification proved to be able to quantify and analyze the stain of flooding in July 2014 event.

Keywords: Floods, Google Earth, Digital Classification.

1. INTRODUÇÃO

A caracterização e a análise de desastres ou eventos de origem natural (inundações, terremotos, deslizamentos, etc), são na maioria dos casos, impossibilitados pelo baixo número de fontes de informações que são disponibilizados por órgãos e entidades públicas. Pode-se citar como exemplo, a falta de atualização das informações (pluviométricos, fluviométricos) e a baixa densificação de pontos de observação, que acabam dificultando a modelagem de dados, ao utilizar métodos geoestatísticos.

Com o intuito de realizar a modelagem dos dados, em muitos casos a solução encontrada é a utilização de informações passadas, com séries de imagens históricas e registros de inundações, como por exemplo, marcas das inundações em construções.

Localizada no extremo Oeste do estado do Rio Grande do Sul, economicamente movida por sua cultura base orizícure e pecuária, Uruguaiiana contrasta o poder de seu desenvolvimento

econômico, com a fragilidade ambiental e o sofrimento de famílias carentes desabrigadas anualmente nos períodos de cheia do Rio Uruguai.

O município de Uruguaiana sofre, e vem sofrendo, com as inundações do seu principal recurso hídrico, o Rio Uruguai, necessitando de medidas de intervenção e planejamento, pois, segundo Costa (2009) as cheias são fenômenos naturais que não podem ser evitadas.

Porém, é necessário ressaltar que os municípios na sua maioria, negligenciam os potenciais riscos e vulnerabilidades nos seus projetos de planejamento. Conforme Jorge (2011) as políticas públicas para controle em áreas de risco são, geralmente, uma resposta aos grandes desastres e não uma forma de prevenção.

O objetivo principal deste trabalho é gerar conhecimento e informação sobre o último evento ocorrido no mês de Julho, que gerou grandes impactos a população, realizando, dessa forma, o mapeamento da mancha de inundação no município de Uruguaiana. É necessário ainda ressaltar, que, se medidas de prevenção contra as inundações no município de Uruguaiana não forem tomadas, haverá uma grande probabilidade de novos eventos acontecerem, pois, segundo as características levantadas no Inventário de Inundações, o município apresenta suscetibilidade “Muito Alta” a inundações (MENEZES, 2013).

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área da realização do presente estudo está localizada na zona urbana do município de Uruguaiana, no extremo oeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), entre as coordenadas geográficas de latitudes 29°42'44.82"S e 29°47'45.46"S, longitudes 57°8'57.73"O e 56°59'25.79"O, o município possui uma altitude média de 66 m, 125.435 habitantes (IBGE, 2010) e área de 5.715,763 km².

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), A Região Hidrográfica do Uruguai tem grande importância para o país em função das atividades agroindustriais desenvolvidas e pelo seu potencial hidrelétrico. O Rio Uruguai possui 2.200 quilômetros de extensão, se origina da confluência dos rios Pelotas e Canoas. O rio ainda divide os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, cerca de 3,9 milhões de pessoas vivem na parte brasileira da região hidrográfica do Uruguai, abrangendo um total de 384 municípios, dos quais destacam-se Erechim, Ijuí, Uruguaiana, Santana do Livramento e Bagé, no Rio Grande do Sul.

O clima da região, conforme classificação de Köppen (1931) é Subtropical - Cfa, com médias anuais de temperatura de 23,4 °C e pluviosidade média anual de 1.240 mm. Pastore et al (1986) acrescentam que o clima caracteriza-se por apresentar dupla estacionalidade, provocada por um período frio no inverno, alternado por um período subúmido e quente no verão. As chuvas são bem distribuídas durante todo o ano, não havendo longas estiagens.

2.2 Materiais

Foi utilizada uma imagem do *Google Earth*® abrangendo a área urbana do município de Uruguaiana - RS e parte do município de *Paso de los Libres* na Argentina, registrada na data de 07 de Julho de 2014, período de maior extensão da enchente no Rio Uruguai no mês, e nos últimos anos.

Para implementar as rotinas metodológicas, utilizaram-se os aplicativos ArcGIS 10.1® (para realizar a classificação digital), o QGIS 2.4® (para construir a matriz de confusão) e o AVACIM (PRINA, 2014) (para calcular e analisar a matriz de confusão).

2.3 Métodos

A imagem obtida no *Google Earth®*, foi georreferenciada sob o sistema de projeção *Universal Transversa de Mercator (UTM)*, fuso 21 J Sul e sistema de referência *SIRGAS 2000* no *software ArcGIS10.1®*.

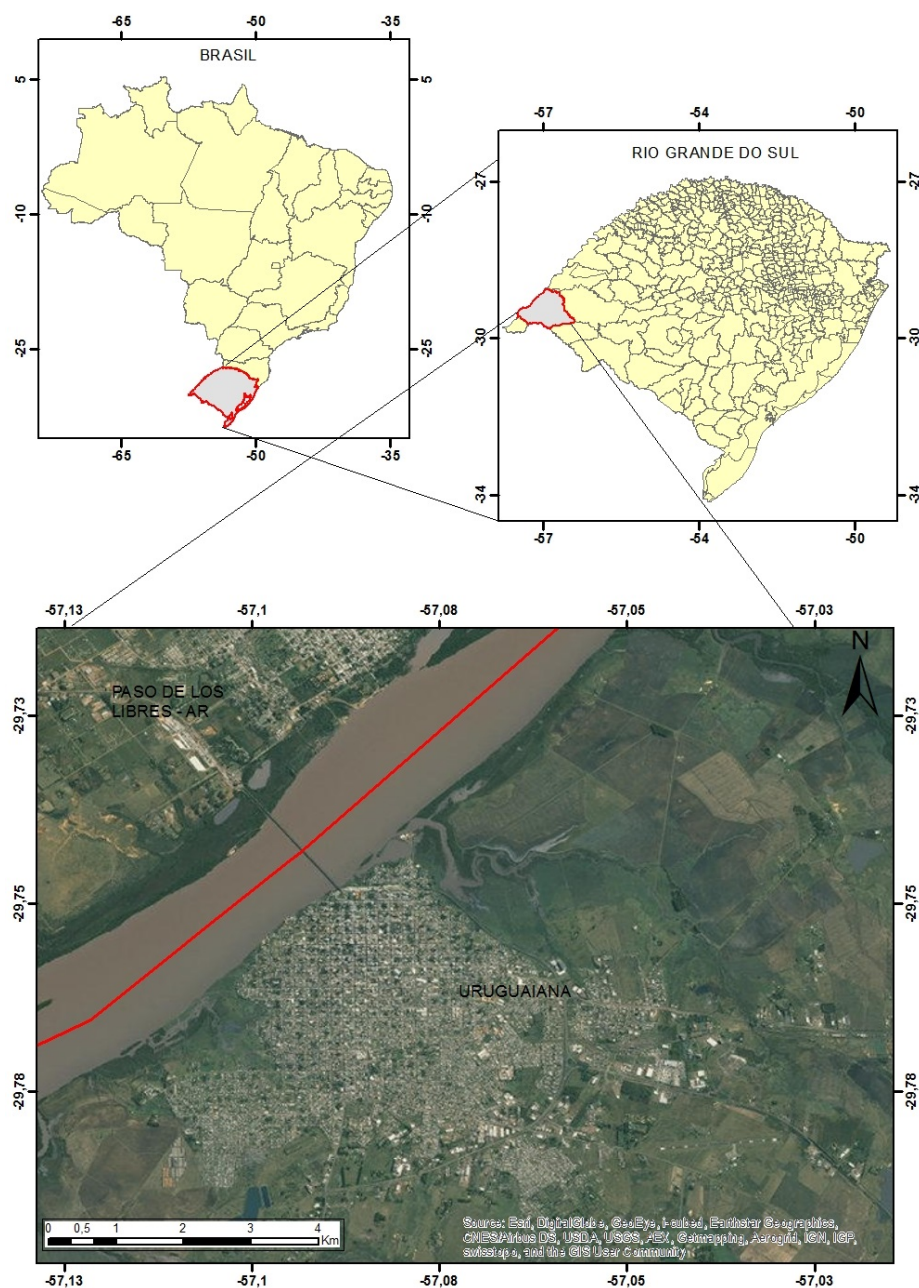


Fig.1 - Mapa área de estudo

Fonte: Elaborado por Jonatas Giovani Silva Amon.

Para a classificação, foi utilizado 134 amostras de polígonos de treinamento (29 Água, 29 Campo, 27 Solo Exposto, 23 Mancha Urbana, 26 Mata Nativa), distribuídas aleatoriamente. Como algoritmo classificador foi empregado o Máxima Verossimilhança (*MaxVer*). Posterior a isso, foi construída a matriz confusão, por meio do aplicativo *QGIS 2.4®*, e, por fim analisaram-se os dados, por meio do cálculo da matriz de confusão, com o aplicativo *AVACIM (PRINA, 2014)*.

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A metodologia utilizada na geração do mapeamento da cobertura por meio da integração das plataformas ArcGIS® e QGI®S obteve bons resultados, promovendo integração entre software proprietário e software livre, bem como com a utilização de um aplicativo educacional, o AVACIM (PRINA, 2014), quantificando a matriz de confusão. Dessa forma, foi possível uma boa identificação das classes de uso do solo (Figura 2) bem como a qualidade da classificação digital.

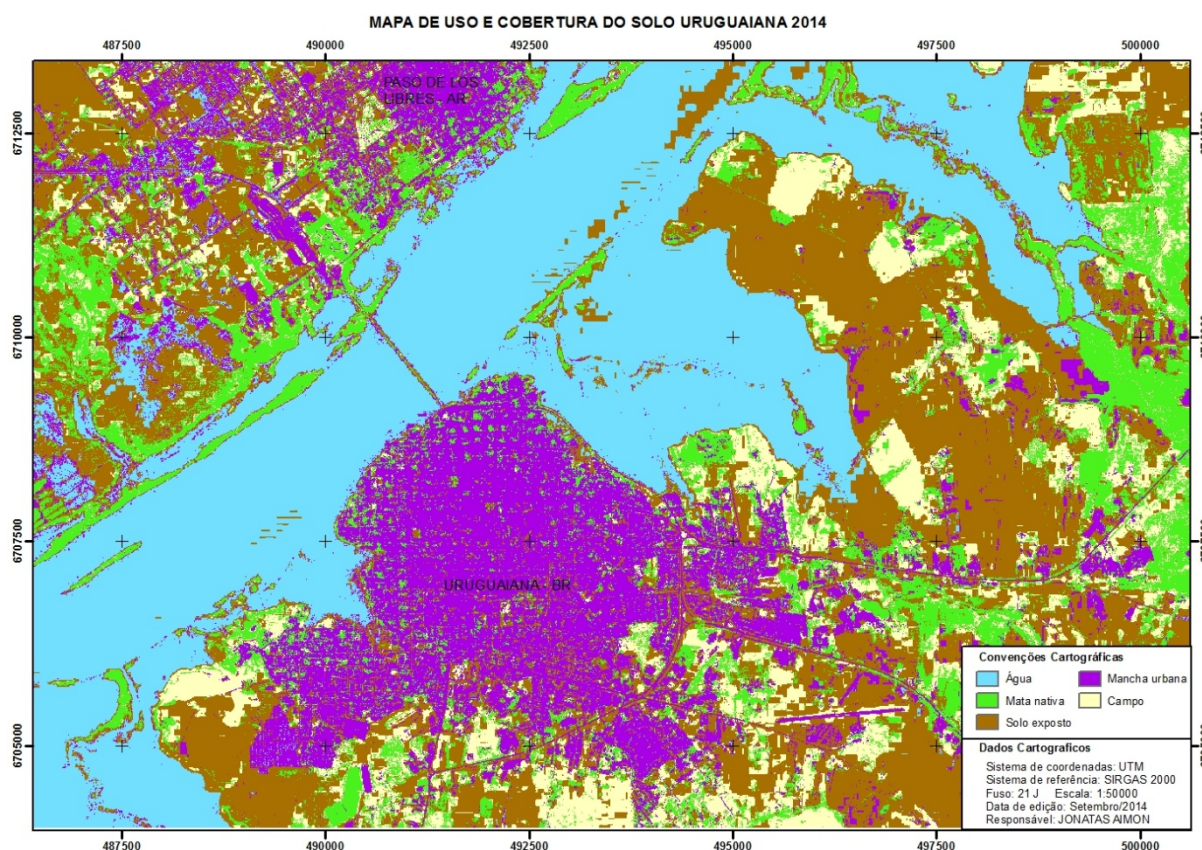


Fig.2 - Mapa de uso e cobertura do solo de Uruguaiana-2014.

Fonte: Elaborado por Jonatas Giovanni Silva Amon.

A partir da comparação entre os resultados obtidos pela classificação no ArcGIS 10.1®, Figura 2 e, a realidade do terreno, representada pelas amostras de treinamento vetorizadas, foi elaborada a matriz de confusão Tabela 1.

Ao aplicar o cálculo do Índice *Kappa*, que consiste em verificar a relação entre os pontos classificados corretamente, e o total de pontos das amostras, chegou-se a um percentual de 48,40% (0,4840).

Com base na matriz de confusão, verificou-se, ainda uma maior exatidão para classe Água (88,34%), apresentando um desempenho satisfatório, pois essa é a variável principal no estudo.

Embora o coeficiente *Kappa* seja muito utilizado na avaliação da exatidão de mapeamento, não existe uma fundamentação teórica para recomendar quais os níveis mínimos aceitáveis deste coeficiente em uma classificação. Entretanto, a **Tabela 2** apresenta níveis de desempenho da classificação para o valor de *Kappa* obtido, normalmente aceitos pela comunidade científica, tal padrão foi adquirido por meio da bibliografia de Fonseca (2000).

Realizando uma análise dos dados da matriz de confusão, principalmente na análise nos erros de inclusão e omissão, criou-se a **Figura 3**, a qual resume a referida análise. Na referida

imagem, é nítido que os menores valores são para a água, assim, é evidente, que apesar do Índice *Kappa* ter gerado um valor pouco expressivo para a classificação (fato que também poderá estar atrelado ao uso de uma imagem de satélite de alta resolução espacial) os erros estão com uma maior concentração nos demais usos do solo, e a água manteve-se com um alto grau de representação dos dados, ou seja, a mancha de inundação está muito bem representada.

Tab.1 - Matriz de confusão.

		<i>dados de referência</i>						
classificação		Água	Mata Nativa	Solo exposto	Mancha urbana	Campo	Somatório	Inclusão
	Água	44694	4614	5359	1120	474	56261	0,21
	Mata Nativa	3608	3610	1867	224	839	10148	0,64
	Solo exposto	1019	2395	11090	975	485	15964	0,31
	Mancha urbana	34	804	1695	6330	792	9655	0,34
	Campo	1237	4050	8057	237	4951	18532	0,73
	Somatório	50592	15473	28068	8886	7541		
		Omissão						
		0,12	0,77	0,60	0,29	0,34		
		<i>Extensão Global</i>	0,6392					
		<i>Concordância</i>	33257,94					
		<i>Índice Kappa</i>	0,4840					

Fonte: Elaborado por Bruno Zucuni Prina.

Tab 2 - Índice *Kappa* e o correspondente desempenho da classificação.

Índice Kappa	Desempenho
<0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Fonseca (2000).

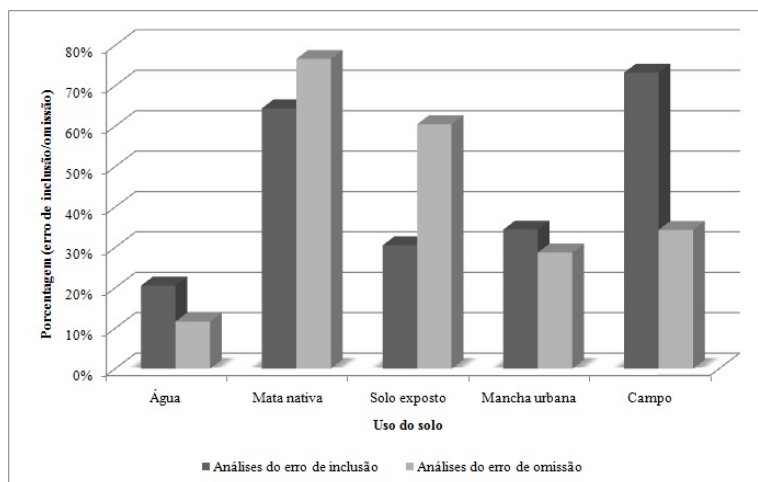


Fig.3 - Análise dos erros de inclusão e omissão.

Fonte: Elaborado por Bruno Zucuni Prina.

Diante do bom resultado alcançado, conclui-se que a integração dessas plataformas livres e gratuitas deve ser mais explorada em trabalhos futuros, a literatura retrata a dificuldade na identificação de padrões espectrais a medida que é melhorada a resolução espacial de sensores orbitais, sendo necessários empregados operadores lógicos como tamanho, padrão, textura.

Como produto final a classificação executada foi obtida a mancha de inundação no município de Uruguai na área urbano do município (**Figura 4**).

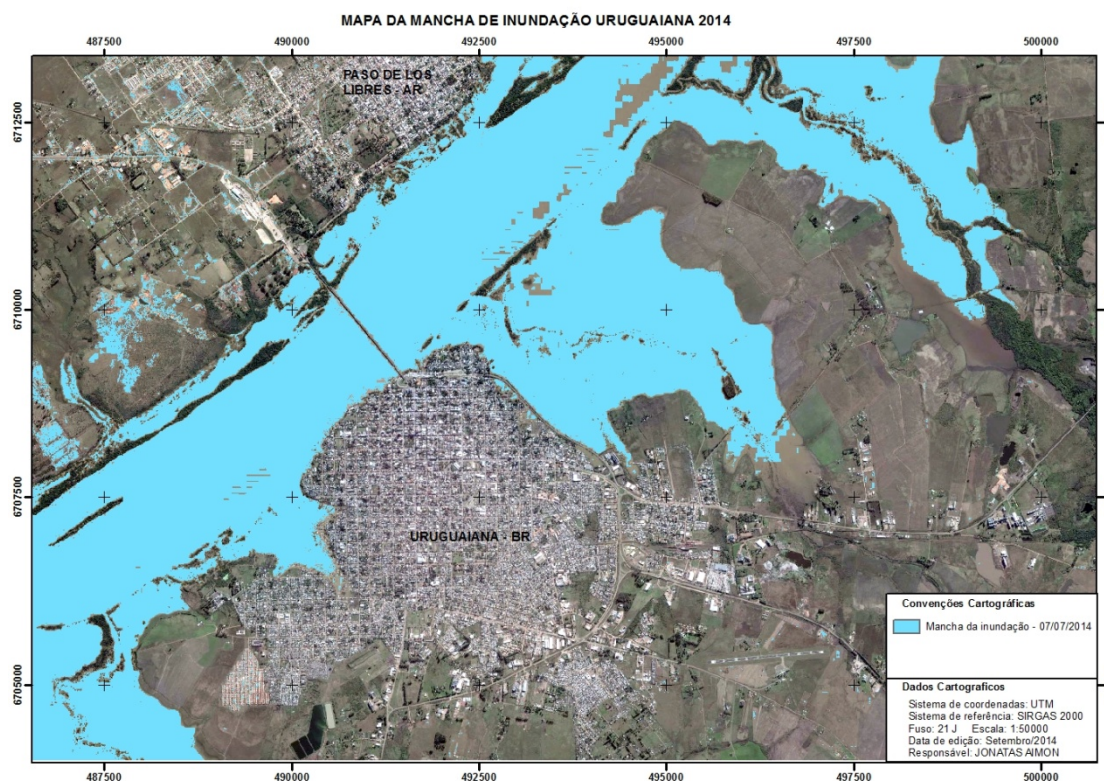


Fig.4 - Mapa da macha de inundação.

Fonte: Elaborado por Jonatas Giovanni Silva Amon.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do emprego de técnicas de classificação digital de imagens foi possível, estabelecer a mancha de inundação alcançada no último evento ocorrido no mês de Julho de 2014, atingindo-se o objetivo principal do trabalho.

As técnicas de Geoprocessamento e os conhecimentos empregados, foram de suma importância para a sistematização das etapas metodológicas envolvidas nesse trabalho.

Por fim, destaca-se a importância de maiores estudos, sobre a dinâmica fluvial do Rio Uruguai e seu período de cheias, com objetivo de promover o melhor planejamento nas áreas ribeirinhas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos ao segundo autor, e ao Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM) pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas - ANA. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso 08

Set.2014.

COSTA, F. S. **O risco de inundação na cidade de Amarante (Norte de Portugal): contributo metodológico para o seu estudo**. Territorium, v. 16, p. 19-111, 2009.

FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em 07 Set.2014.

JORGE, M. do. C. O. **Geomorfologia urbana: conceitos, metodologia e teorias**. In: GUERRA, A. J. T. (Org). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2011. p. 117-146.

KÖPPEN, William. **Climatologia**. México, Fundo de Cultura Econômica. 1931.

MENEZES, D. J.; SCCOTI, A. A. V. **Inventário de registro de inundações no estado do Rio Grande do Sul entre 1980 e 2010**. In.: ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. Desastres Naturais no Rio Grande do Sul. Santa Maria: UFSM, 2013. p. 163-182.

PASTORE, U. et al. **Levantamento dos recursos naturais**. Folhas SH. 22. Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI 22. Lagoa Mirim – Vegetação. IBGE. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. v. 33. p. 541-619.

PRINA, B. Z. **AVACIM - AVALIADOR DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS**. Aplicativo desenvolvido com uso da linguagem de programação Visual Basic, 2014.

PRINA, B. Z. ; TRENTIN, R. ; BENEDETTI, A. C. P. **AVACIM - AVALIADOR DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS**. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2014, Gramado/RS.

O USO DE UM SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE GEOPROCESSAMENTO

The use of a smartphone as a tool of geoprocessing

Vinícios Lorencena Biluca¹, Daniel Fernandes Gomes¹, Alessandro Carvalho Miola¹

vinicios_biluca@hotmail.com, e_d_y_e-caw@hotmail.com, engenheiroacm@gmail.com

¹Universidade Federal de Santa Maria – Av. Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria, RS

RESUMO

Produtos das revoluções tecnológicas protagonizadas pela ambição de grandes empresas como a *Apple*, *Samsung* e *Google*, os smartphones são ferramentas que ajudam a sociedade no seu dia a dia de inúmeras maneiras. Estes dispositivos possuem diversos recursos para diferentes fins, como fotografia, produtividade, compras online, educação, entretenimento, notícias, saúde, entre outros. Entretanto, essa tecnologia ainda não está sendo usada como uma ferramenta de âmbito profissional, porém, alguns aparelhos possuem características que os habilitam a serem utilizados nessa área. O presente trabalho almejou explorar o uso de um smartphone como ferramenta de Geoprocessamento. Sendo assim, foi realizado um levantamento de pontos de interesse usando um dispositivo móvel com receptor *GNSS* (*Sistema de Navegação Global por Satélite*) integrado. Os resultados obtidos foram satisfatórios, podendo serem usados para a elaboração de SIGs, dentre outras finalidades. E por fim, constatou-se que é grande o potencial de exploração de um dispositivo móvel como ferramenta de geoprocessamento.

Palavras-chave: GNSS, Android, Geoprocessamento.

ABSTRACT

Technological revolutions products supported by the ambition of large companies like Apple, Samsung and Google, smartphones are tools that daily help society in countless ways. These devices have different resources for different purposes, such as photography, productivity, online shopping, education, entertainment, news, health, and so forth. This technology is not being used as a tool of the professional context. However, some devices have features that enable them to be used for those purposes. This paper aimed to explore the use of a smartphone as a geoprocessing tool. A survey of points of interest using a mobile device with an integrated GNSS (Global Navigation Satellite System) receiver. In addition to collected information some conducted spatial analyzes were performed and cartographic products were generated.

Keywords: GNSS, Android, GIS

1. INTRODUÇÃO

Com o grande avanço tecnológico que existe desde o início dos anos 90, como a inserção da Internet, a propagação das redes de telecomunicação e também o aperfeiçoamento do marketing, da logística e do comércio, a sociedade possui uma gama enorme dos chamados *gadgets*, dispositivos eletroeletrônicos que facilitam e ajudam as pessoas nas suas tarefas diárias. Sem a necessidade de um conhecimento técnico, esses aparelhos são simples de manusear, proporcionando aos usuários uma melhor experiência de uso, consequentemente um melhor aproveitamento dos recursos que o dispositivo tem a oferecer.

Uma categoria destes *gadgets*, os smartphones e dispositivos móveis, recentemente ocasionou um baque no mercado tecnológico. No início dos lançamentos as empresas desenvolvedoras ansiavam por aparelhos capazes de executar qualquer aplicativo, que tivesse uma interface amigável e que agradasse os consumidores de uma forma geral. Sendo assim, a *Apple* lançou o *iPhone* com o sistema *iOS*, e este de fato possui todas as características

supracitadas, tornando-o um objeto desejável pelo público, porém, o alto custo e algumas limitações quanto o uso de produtos desenvolvidos por outras empresas tornou o dispositivo restrito a um público com um maior poder aquisitivo, sendo assim não alcançou os consumidores de uma forma plena. De forma contemporânea, a *Google* incorpora a pequena empresa *Android Inc.* e lança um sistema operacional de mesmo nome, um sistema baseado no *Linux*, *open-source* e de fácil aplicação para fabricantes de dispositivos móveis. Sendo assim, é inserida no mercado uma opção aos consumidores que se igualava ao desejado *iPhone*, contudo, mais viável economicamente e muito mais compatível com produtos de diversas empresas.

Uma das ferramentas mais usadas no Geoprocessamento, sem dúvidas é a tecnologia GNSS. Em 2007, a *Nokia* lançou o modelo N95, o primeiro dispositivo com GNSS integrado voltado para usuários comuns, desde então a maioria dos smartphones são dotados de receptores que permitem ao usuário saber a sua localização em tempo real. Esta tecnologia está em constante avanço, sendo que aparelhos recentemente lançados como o *Samsung Galaxy S5* suportam tanto a constelação de satélites *GPS* como a *GLONASS*. Porém, o uso desta ferramenta ainda limita-se às básicas funcionalidades de navegação, como a criação de rotas e pequenas funções para ciclistas e praticantes de vários esportes.

O presente trabalho teve por objetivo explorar as capacidades de um smartphone como ferramenta de Geoprocessamento. Utilizando o aparelho *Galaxy S3* da *Samsung*, foi feito através do aplicativo *C7 GeoPontos* desenvolvido pelo Laboratório de Geomática da UFSM, um mapeamento das estações ferroviárias metropolitanas da capital italiana, Roma. O levantamento baseou-se na coleta das coordenadas próximas às saídas de cada estação, e também informações quantitativas e qualitativas consideradas relevantes para o mapeamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O ser humano no decorrer da história sempre procurou saber onde estava e conhecer aquilo que estava ao seu redor. O Sol, o Mar e as Estrelas foram muito usadas por nossos antepassados como fontes de orientações para expedições exploratórias. Porém, as condições climáticas muitas vezes eram obstáculos que colocavam as expedições entre o sucesso e a falha (DOTTORI e NEGRAES, 1997).

Desde aquela época, houve um avanço drástico no conhecimento sobre a orientação. Usou-se da bússola, do astrolábio e até de sistemas baseados em ondas de rádio que permitiam navios se localizarem em relação a portos. Contudo, atualmente a tecnologia mais usada em termos de localizações geográficas sem dúvidas é o GNSS (Global Navigation Satellite System), um conjunto de sistemas compostos de constelações de satélites artificiais que permitem descobrir as coordenadas de um certo ponto no espaço em tempo real. Dois dos principais sistema de localização são o GPS (Global Satellite System) desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos EUA, na década de 70 e o GLONASS, desenvolvido pela antiga URSS (União Soviética), também na década de 70 (MONICO, 2008). Estes sistemas estão em constante avanço, proporcionando uma precisão submilimétrica em pontos geográficos.

Conforme (RÉQUIA, 2012), em pesquisa realizada, os smartphones dotados de receptores GNSS, como os modelos: *Samsung Galaxy SII*, *ZTE V9*, *HUAWEI IDEOS* e o *Samsung Galaxy Y* apresentam uma média de erro horizontal na ordem de 3,5 metros. A pesquisa baseou-se na comparação das coordenadas coletas por seis diferentes dispositivos móveis com as coordenadas conhecidas de marcos geodésicos implantados no Campus principal da UFSM. Foram coletadas simultaneamente em todos os aparelhos coordenadas em diferentes horários de um determinado dia. A tabela 1 mostra os dados obtidos na pesquisa.

Fazendo uma análise estatística dos dados tem-se que o dispositivo com menos confiabilidade na precisão ou seja, com o maior desvio padrão encontrado, é o receptor *B* e também que o dispositivo com maior confiabilidade na precisão, é o receptor *E*. Retirando as

amostras destes dois receptores da população em questão, faz com que a média total dos erros seja reduzida para 2,7 metros.

Tabela 1 – Erros médios horizontais em metros de cada receptor usado.

Receptores	Horários do Dia					Médias	S
	8h	10h	12h	14h	16h		
A	2,99	3,62	2,10	1,78	3,63	2,824	0,855
B	8,34	9,50	3,99	6,02	4,53	6,476	2,387
C	3,36	2,94	1,85	2,26	1,68	2,418	0,716
D	2,49	3,25	3,31	2,31	2,40	2,752	0,487
E	3,82	3,57	3,49	3,71	3,78	3,674	0,140
F	2,29	3,35	3,14	3,11	3,66	3,110	0,508
Média Total						3,542	

RÉQUIA(2012).

Com isso, pode-se afirmar que o uso de qualquer um dos seis smartphones utilizados na pesquisa apresentará uma precisão não satisfatória para levantamentos que exijam um nível de precisão elevado. Sendo assim, levando em consideração as limitações que os dispositivos móveis possuem, os mesmos podem ser usados em mapeamentos em que se necessita de uma referência espacial que não interfira na confiabilidade das informações, que é o caso do levantamento do presente trabalho.

Conforme (PINTO, 2012), a determinação da posição geográfica da maioria dos smartphones se dá entre a união dos dados provindos das constelações de satélites GNSS e também das informações das estações de telefonia celular. As informações provindas das estações permitem o descobrimento da localização do aparelho em alta velocidade. Esta tecnologia é chamada de aGPS e tem por característica receptores simples e pequenos.

Para o presente trabalho foi utilizado o modelo da Samsung, Galaxy S3. Levando em consideração que a área de estudo era uma região urbana, os riscos que o aparelho foi exposto foram bem menores. Pensando nisso, conforme a pesquisa realizada pelo site *tudocelular.com*, filiado a rede Record, existem smartphones destinados a condições extremas de trabalho, alguns dos mais resistentes aparelhos disponíveis no mercado são, o *Caterpillar B15*, o *Kyocera Torque* e o *Durrocomm Conquest*.

Esses dispositivos apresentam todas as características de um smartphone convencional, porém com o diferencial de serem extra resistentes, pois são produzidos com materiais que previnem contra danos devido à imersão em líquidos, vibrações, choques, temperaturas extremas, chuvas e até mesmo radiação solar. A figura 1 apresenta os modelos supracitados.

3 METODOLOGIA

Sendo assim, foi planejado um levantamento, levando em consideração os conceitos presentes na norma técnica 13133 da ABNT, de dados georreferenciados que resultaria em um conjunto de informações para posteriores análises.

Após o planejamento, foi realizado o levantamento seguindo um cronograma pré-estabelecido que foi elaborado levando em consideração variáveis como tempo e deslocamento. Nos seguintes tópicos serão abordadas as principais etapas do mapeamento descrevendo como foram feitas.



Fig. 1 - O Durocomm Conquest à esquerda, o Kyocera Torque ao centro e o Caterpillar B15 à direita.

3.1 Área de Estudo

A cidade de Roma, capital italiana, foi o local onde a coleta dos dados foi realizada. Nos mais de 38 quilômetros de linhas ferroviárias, foram coletados ao todo 51 pontos, que correspondem as estações em atividade. A cidade italiana tem uma população de 2.526.871 e uma área de 1.285 km², conforme dados aproximados disponíveis no site da prefeitura de Roma. Na figura 2 é possível ver uma imagem de satélite da cidade.

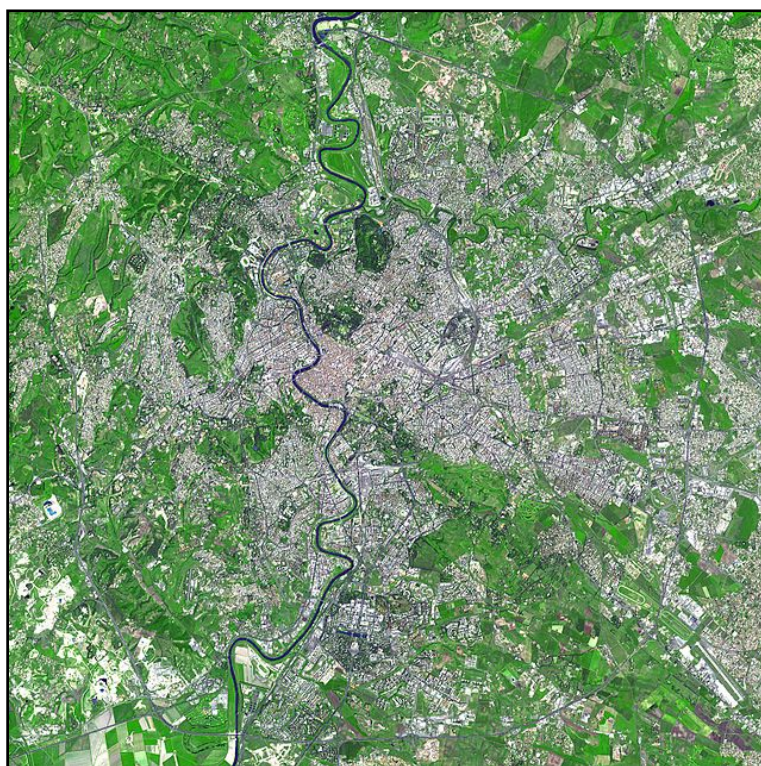


Fig. 2 – Imagem de satélite de Roma. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Roma>

3.2 Levantamento

Utilizando um mapa temático, conforme a figura 3, que representa as linhas metropolitanas ferroviárias da cidade, foi elaborado um planejamento para o mapeamento. Somaram-se ao todo 51 estações e estas são subdivididas em 3 linhas. Levando em consideração as variáveis, tempo e deslocamento foi elaborado um cronograma, conforme a tabela 2 a seguir.

O levantamento foi realizado em dois dias, estes divididos entre manhãs e tardes. Deliberadamente, foi estimado um valor de tempo que seria necessário para cada coleta de pontos e também o deslocamento entre as estações. Para cada ponto, foram necessários de 10 a 15 minutos. Tendo em vista que, o tempo médio de espera nas estações é de 7 minutos e que o tempo médio de deslocamento do trem entre as estações é de 4 minutos, conforme dados disponibilizados no site da ATAC (Agência de Transporte e Mobilidade do Município de Roma), foi possível ter uma estimativa total do tempo de levantamento. Totalizando em valor de tempo aproximado de 20 horas.

Tabela 2 – Cronograma do levantamento

<i>Linha</i>	<i>Nº Estações</i>	<i>Dia</i>	<i>Tempo</i>	
			<i>Manhã</i>	<i>Tarde</i>
B/B1	24 + 1*	Dia A	de Laurentina até Termini	de Castro Pretorio até Rebibbia + Linha B1
A1	26	Dia B	de Repubblica até Battistini	de Vittorio Emanuele até Anagnina

* Estação Principal Termini



Fig. 3 – Mapa temático das estações de metrô.

O meio de transporte utilizado para o mapeamento foi o próprio metrô, sendo que cada bilhete que dava direito a 3 passagens de roleta, custava o valor de 1,50 € (aproximadamente R\$ 4,70). O valor gasto para a realização do transporte foi de aproximadamente 25,50 € (R\$ 79,00).

3.3 Exportação e processamento dos dados

O aplicativo C7 GeoPontos permite ao usuário exportar os dados coletados em três tipos de arquivos diferentes, .kml (Arquivo nativo do software Google Earth), .geotxt (Arquivo nativo do software C7 Campeiro), .csv (Arquivo que organiza os dados separados por vírgulas, nativo no Office Excel). O presente trabalho buscou explorar a potencialidade dos arquivos exportados através do aplicativo, procurando gerar diversos produtos com bases nos dados georreferenciados.

Utilizando o Quantum GIS, um software gratuito e de código aberto, foram feitos alguns processamentos iniciais do arquivo .geotxt. Os dados foram convertidos em arquivos .shp

(Shapes) através das rotinas presentes no software. O sistema de referência dos dados originais é o WGS84 em coordenadas geodésicas, devido ao receptor GNSS do dispositivo. Sendo assim, foi necessário um processo de projeção de coordenadas geodésicas em coordenadas UTM. Sendo assim, os dados finais ficaram com o sistema referência WGS84 UTM Fuso 33 N.

Visando uma melhor gestão dos dados coletados, os arquivos foram organizados em uma estrutura de pastas, conforme a figura 4, que permite o fácil acesso às informações. Os demais arquivos foram formatados nos seus respectivos softwares nativos. Na figura 5 é possível visualizar o arquivo .kml carregado no Google Earth.

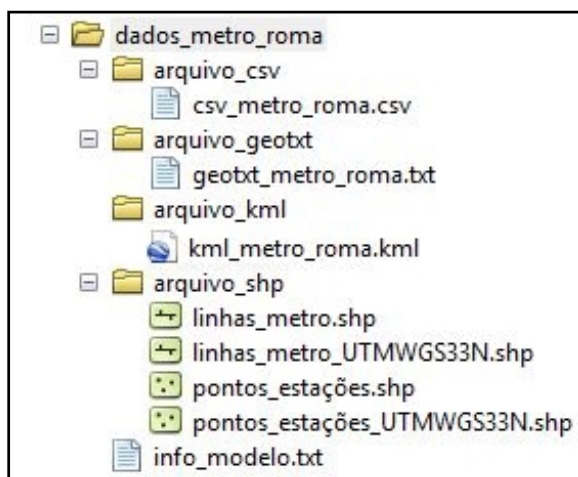


Fig. 4 – Estrutura de pastas para organização dos arquivos

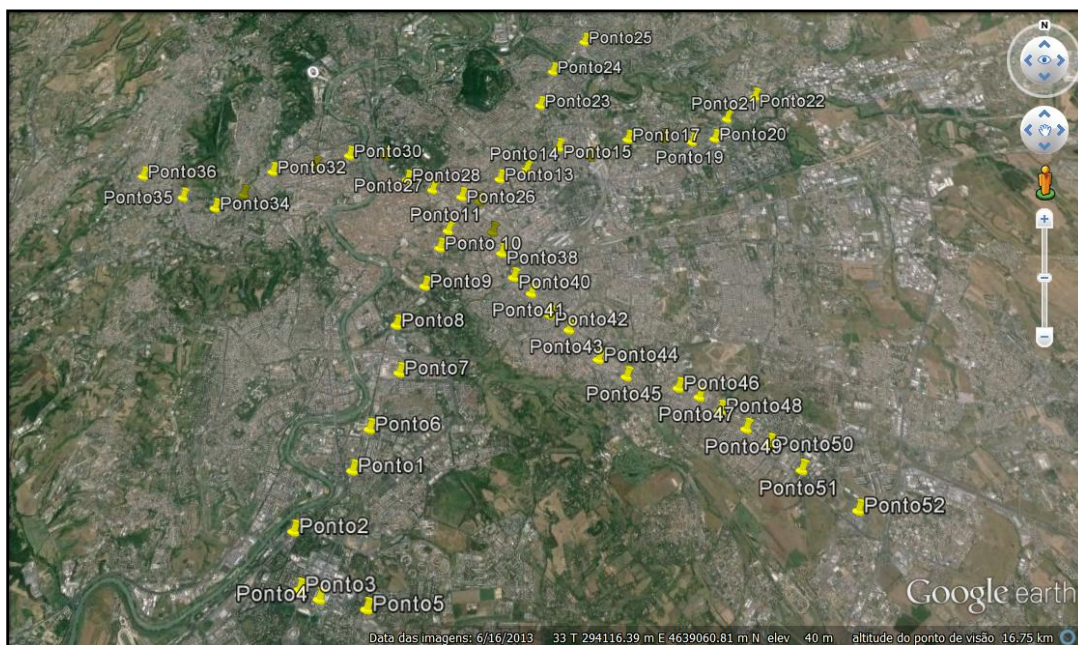


Fig. 5 – Arquivo .kml aberto no Google Earth

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento foi realizado sem problemas relevantes, em alguns pontos de coleta as coordenadas demoraram um maior tempo para o TTF (Tempo para Fixar) devido à presença de obstáculos como arranha céus e nuvens carregadas. O processo de download dos dados no computador de mesa foi rápido, pois bastou retirar o SDCard (Cartão de memória) do dispositivo móvel e inseri-lo no computador e os arquivos já estavam acessíveis para o uso.

4.1 Mapa temático

A partir dos dados georreferenciados e utilizando o software ArcMap foi possível elaborar um mapa temático com o objetivo de localizar os pontos de levantamento. É possível ver o mapa na figura 6.

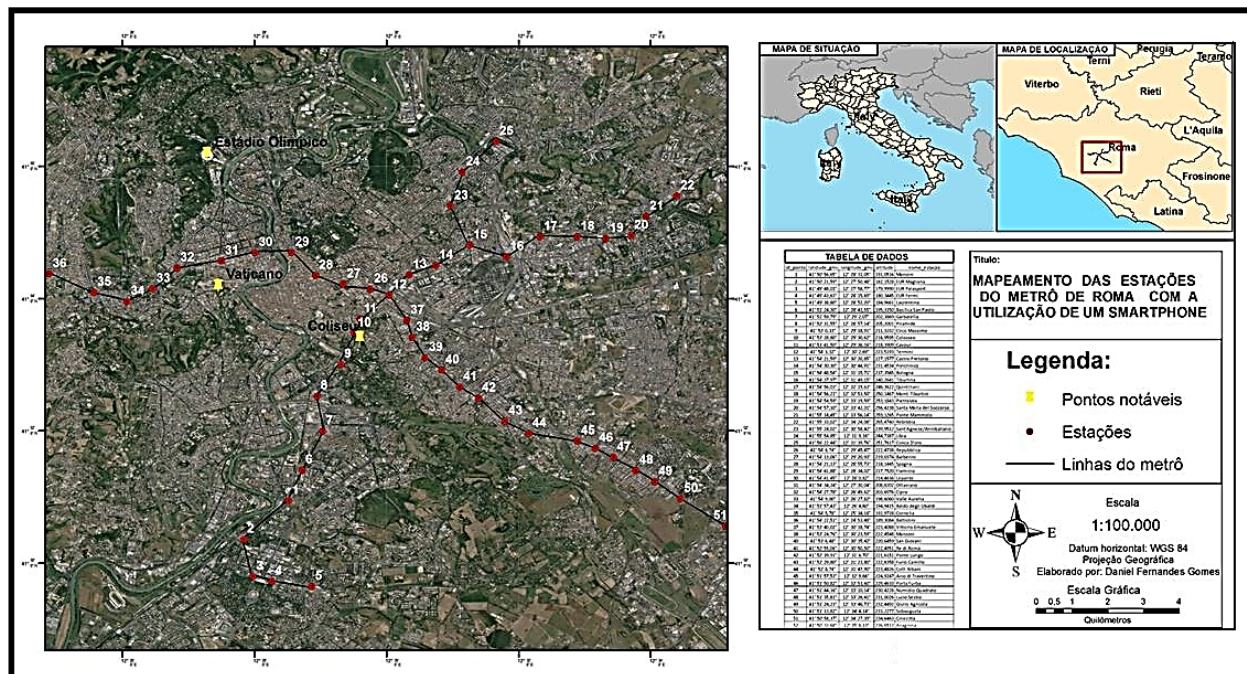


Fig. 6 – Mapa temático elaborado a partir dos dados coletados

4.2 Sistema de informação geográfica básico

Através do mecanismo Google Maps, foi possível elaborar um básico sistema de informação geográfico, o qual está ilustrado na figura 7, que permite ao usuário a visualização da localização das estações e também ferramentas de medição e criação de rotas.

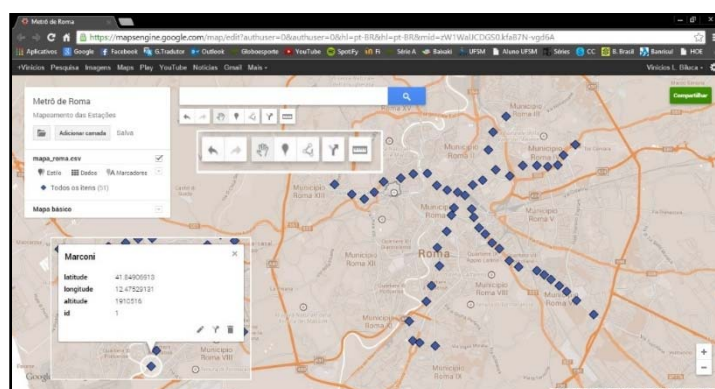


Fig. 7 – SIG gerado no Google Maps

5. CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou conceitos e metodologias da utilização de um smartphone para o levantamento de coordenadas de pontos de interesse. Este por sua vez, baseou-se no mapeamento das estações de metrô da cidade de Roma na Itália. Utilizaram-se técnicas de Geoprocessamento

em um dispositivo móvel para a coleta de coordenadas e informações qualitativas da área de estudo, além da utilização de softwares para a organização e processamento dos dados.

Espera-se que num futuro próximo este tipo de aplicação receba maior atenção dentro da Cartografia e no próprio Geoprocessamento, devido à popularização de dispositivos móveis, porém devemos conscientizar os usuários das limitações das precisões desses dispositivos, que para alguns tipos de mapeamentos não poderão ser utilizados.

Foi visto que, existe uma fácil acessibilidade à maioria dos dispositivos móveis baseados no sistema operacional Android, pois a compra de um aparelho deste tipo não requer um poder financeiro muito elevado. Com isso, são encontradas as limitações supracitadas, porém, existem no mercado opções de smartphones que podem agradar empresas e profissionais que visam um trabalho com uma melhor precisão. Alguns aparelhos possuem receptores GNSS que permitem ao usuário descobrir uma localização com um nível de exatidão submétrico e também é possível encontrar dispositivos muito resistentes, indicados para levantamentos que apresentam situações adversas.

Os resultados obtidos com o uso de um smartphone como ferramenta de Geoprocessamento mostraram-se satisfatórios para a construção de um SIG entre outras aplicações. O número de possibilidades a serem exploradas com o uso de um dispositivo móvel é muito grande, sendo assim, foram alcançados os objetivos propostos por este trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13133 Execução de levantamento topográfico**. 04/1994.

ATAC, Azienda per la mobilità. **Previsioni di arrivo alla fermata**. Disponível em: <http://www.atac.roma.it/>

DOTTORI, M.; NEGRAES, R. **GPS: Global Positioning System**. São Paulo: Fittipaldi, 1997.
MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS - Descrição, Fundamentos E Aplicações**, 2ª ed, 2008

PINTO, F. S. et al. **A realidade aumentada em smartphones na exploração de informações estatísticas e cartográficas**. Bol. Ciênc. Geod., sec.Artigos, Curitiba, v. 18, no 2, p. 282-301, abr-jun, 2012.

RÉQUIA, G. H. **Comparação de seis receptores gps para coleta de dados**. Anais da 4ª Semana da Geomática, 12/2012, Santa Maria, RS.

ROMA CAPITALE. **Open data comune di roma**. Disponível em: <http://dati.comune.roma.it/>
Acesso: 04, Out. 2014.

TUDOCELULAR DO BRASIL MÍDIA INTERATIVA LTDA. - R7 Tecnologia e Ciência. **Conheça 3 dos smartphones mais resistentes do mercado**. Postado em 28, Fevereiro de 2014. Disponível em: <http://www.tudocelular.com/curiosidade/noticias/n33432/celulares-mais-resistentes-do-mercado.html>. Acesso em: 04, Out. 2014.

ANÁLISE COMPARATIVO ENTRE CLASSIFICAÇÃO DIGITAL SUPERVISIONADA E NÃO-SUPERVISIONADA PARA MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA

Comparative analysis between digital supervised and unsupervised classification for use and land cover mapping.

Douglas Stefanello Facco¹, Angélica Cargnin de Souza¹, Amanda Suarez Bittencourt¹, Eliziéle Nunes Paroli¹, Cristiane Rodrigues de Oliveira¹, Ana Caroline Paim Benedetti¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria Av. Roraima nº 1000 CEP: 97105-900 Bairro Camobi – RS, Brasil, douglas.s.facco@hotmail.com, angelica.cargnindesouza@gmail.com, amandasuarez00@gmail.com, paroli.eliziele@gmail.com, cris_oliveira@ymail.com, anacaroline@politecnico.ufsm.br

RESUMO

O objetivo deste estudo consiste em analisar métodos de classificação supervisionada e não supervisionada no mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Nova Palma, Rio Grande do Sul. Foram processadas imagens Landsat 8, de 17 de outubro de 2013 em um banco de dados espaciais criado no programa SPRING. Inicialmente foram elaboradas composições de imagens pela técnica de realce por contraste linear e posteriormente aplicados os algoritmos classificadores, os quais foram comparados por meio do coeficiente *Kappa* para os métodos supervisionados e ainda em termos de área resultante para ambos os métodos. Observou-se que os classificadores supervisionados demonstraram excelentes coeficientes *Kappa*, 0,96 e 0,91 para Maxver e Distância Euclidiana respectivamente. Dentre os classificadores não supervisionados, o Isoseg demonstrou resultados mais adequados quando comparado ao K-médias. Conclui-se que dentre os métodos analisados o classificador de Maxver foi aquele que produziu resultados mais condizentes com a paisagem do município.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, SPRING, Nova Palma.

ABSTRACT

The objective of this study is to examine methods of supervised and unsupervised classification in land use and cover mapping in the municipality of Nova Palma, Rio Grande do Sul. Landsat 8 images of October 17, 2013 were processed in a spatial database created in SPRING software. Initially, RGB compositions were created and enhanced by linear contrast technique and posteriorly, classifiers algorithms were applied. The efficiency of the classifications was measured by the *Kappa* coefficient method for the supervised approaches, and in terms of resulting areas for both. The results indicated that the supervised classifier demonstrated excellent *Kappa* coefficients, 0.96 and 0.91 for Maxver and Euclidean distance, respectively. Among the unsupervised classifiers, Isoseg demonstrated more adequate results when compared with K-means. To summarize, among the methods evaluated, the classifier Maxver was the one that produced more consistent results with the landscape of the municipality.

Keywords: Remote Sensing, SPRING, Nova Palma.

1. INTRODUÇÃO

A extração de informações das imagens requer o estabelecimento de métodos apropriados para a análise dos elementos que compõem a paisagem. Para uma correta classificação de uso e cobertura da terra utilizando imagens de satélite tem-se muitos classificadores disponíveis, e um dos problemas encontrados pelo analista, é decidir qual é o melhor método classificador. O Sensoriamento Remoto pode ser definido como sendo a ciência e a arte de obter informações acerca de um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados coletadas por um

equipamento, que não entra em contato direto com o objeto, área ou fenômeno que está sendo estudado (CREPANI, 1983). O termo “Sensoriamento Remoto” está comumente restrito aos métodos que empregam energia eletromagnética, tal como luz, ondas termais de rádio, como o meio de detectar e mensurar características dos alvos, excluindo, portanto, os levantamentos eletromagnéticos ou gravitacionais, que medem valores de campo tal como a radiação eletromagnética (SABINS Jr., 1987).

A classificação digital é considerada uma técnica de PDI (processos digitais de imagem) visa o reconhecimento automático de objetos, em função de determinado critério de decisão, agrupando em classe ou temas, os objetos que apresentam alguma similaridade espectral (FLORENZANO, 2011). 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 e SANTOS, 1998).

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). Segundo NOVO (1998), na classificação supervisionada, agrupa-se os padrões de imagens semelhantes em classes de uso da terra, o classificador orienta sua busca de classes a partir de amostras de treinamento feitas anteriormente com as classes de interesse da cena. Existem diversos métodos nos quais os pixels podem ser comparados com os pixels do conjunto de treinamento. Meneses (2012), diz que a classificação não supervisionada requer pouca ou nenhuma participação do analista no processo de classificação da imagem. Uma situação é quando desejamos fazer uma possível classe de alvos que podem ter na imagem. É responsabilidade do analista, depois da classificação, associar um significado às classes resultantes. O resultado da classificação é útil somente se as classes podem se interpretadas apropriadamente. O produto final é uma imagem classificada, representando um mapa temático (SCHOWENGERDT, 1983).

O objetivo deste estudo consiste em analisar métodos de classificação supervisionada (Máxima Verossimilhança e Mínima Distância Euclidiana) e não supervisionada (K-médias e Isoseg) sobre imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI para o mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, gerando informações representativas da paisagem, e comparando as funcionalidades dos classificadores.

2. MATERIAL E METODOLOGIA

2.1 Descrição geral da área de estudo

O município de Nova Palma localiza-se entre as coordenadas geográficas de 53°13'45'' e 53°31'32'' de longitude Oeste e 29°32'15'' e 29°20'19'' de latitude Sul (Figura 1). Situa-se entre a transição geomorfológica da Depressão Central e do Planalto Meridional, ou seja, está situada no Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul, que faz limite com a Serra do Sudeste, ao sul, com a Campanha a oeste, com o litoral, ao leste, e a Serra Geral, ao norte. Quanto à vegetação, Nova Palma possui campos com capões e mata nativa em grande proporção, que faz parte do Bioma da Mata Atlântica. Essa mata revela uma formação exuberante, com grande diversidade de espécies. Dentre as denominações mais comuns de vegetações nos campos, além das gramíneas presentes, encontram-se os capões e as restingas, que podem estar compostos por Avoeiras e Maria mole, entre outras espécies. Nas matas inexploradas encontram-se árvores como o Cedro, Canjerana, Louro, Figueira, Camboatá, Mamica de Cadela etc. Os capões, muitas vezes, são utilizados pelo gado para se proteger das intempéries (dias frios de inverno ou no verão) ou para a alimentação dos galhos mais baixos em época de falta de pasto no campo (FERRARI, 2008).

A hidrografia do Rio Grande do Sul tradicionalmente se divide em três grandes bacias: a do Uruguai, a do litoral e a do Guaíba. O rio mais importante do Estado encontra-se na bacia do

Guaíba, sendo ele o rio Jacuí, que faz divisa do município de Nova Palma com municípios vizinhos Agudo e Ibarama. O rio Jacuí se destaca pela sua grande potencialidade hidrelétrica, possuindo várias usinas, dentre elas a Usina de Dona Francisca (quinta usina desse rio) situada no município de Nova Palma, com capacidade para produzir energia suficiente para abastecer uma cidade de 350 mil habitantes. Hoje se tornando um dos cartões postais da cidade, juntamente com o Balneário Nova Palma e cascatas das Pedras Brancas (FERRARI, 2008).

O clima da cidade de Nova Palma de acordo com a classificação de Kopen é do tipo Cfa, (clima temperado úmido com verão quente) caracterizado pela ocorrência de chuvas todos os meses do ano, por possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22° e a do mês mais frio superior a -3°C (MORENO, 1961).

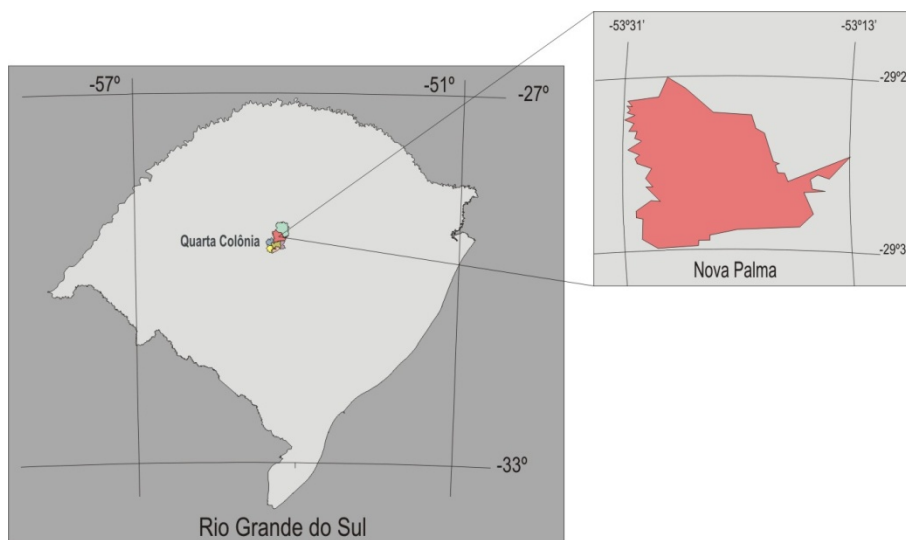


Fig. 1 - Mapa de localização do município de Nova Palma na região da Quarta Colônia, Rio Grande do Sul.

2.2 Download e importação de imagens orbitais

Para análise e mapeamento das classes de uso e cobertura da terra, optou-se pela imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, tal escolha justifica-se pela disponibilidade gratuita e frequente e pela resolução espacial de 30 metros, adequada para o estudo de recursos terrestres em âmbito municipal. O download das imagens foi através do site da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Lançado no dia 11 de fevereiro de 2013, o Landsat 8 é o futuro dos satélites Landsat. Ele está a recolher dados e imagens para serem usados na agricultura, ciência e governo, fornecendo dados de alta resolução de dados multiespectrais da superfície da Terra (NASA, 2013). Os satélites Landsat têm o mesmo período de revisita (16 dias), a mesma grade de referência (WRS) e a conservação destes parâmetros técnicos facilita a pesquisa de imagens e a perfeita integração para uso simultâneo em um projeto de mesma área.

Para o mapeamento do município, foram analisadas cenas de 17 de outubro de 2013, a órbita-ponto no sistema de referência (WRS) é 223-081, e as bandas espectrais processadas foram: 2, 3, 4, 5, 6, e 7. A imagem, originalmente disponível em formato GeoTiff, foi convertida e importada no aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciadas), sendo posteriormente submetida às técnicas de processamento digital descritas a seguir.

2.3 Realce por contraste

Por processamento digital de imagens (PDI) entende-se como a análise e a manipulação de imagens por computador, cuja finalidade é identificar e extrair informações da imagem e transformar a imagem de tal modo que a informação seja mais facilmente discernível por um

analista humano (CRÓSTA, 1992). Constitui-se na elaboração e análise de uma imagem por computador, de modo que a entrada e a saída do processo sejam também imagens (RECHIUTI, 1996). Pelo processamento digital de imagens aplicou-se técnicas para manipular as imagens, com o objetivo de corrigir distorções ou extrair informações.

Como etapa prévia à classificação digital foi aplicada a técnica de realce por contraste linear, ou ampliação histogrâmica de contraste, usada para realce e melhor observação das feições de interesse (NOVO, 1998; JENSEN, 2009), além de melhor diferenciação nos padrões de uso e cobertura da terra presentes no município de Nova Palma. A análise visual das composições espectrais R4G3B2, R5G4B3 e R6G5B4 do sensor OLI, propiciou a identificação das seguintes classes: campo, floresta, solo exposto, agricultura, água e ainda sombra, que estava presente na imagem, provavelmente devido ao momento de captura da imagem, relevo acidentado e ao ângulo de incidência do sensor. A Figura 2 apresenta o padrão espectral das classes temáticas nas composições RGB. A discriminação foi feita segundo a observação visual das imagens, auxiliada pelas características definidas na chave de identificação descrita.

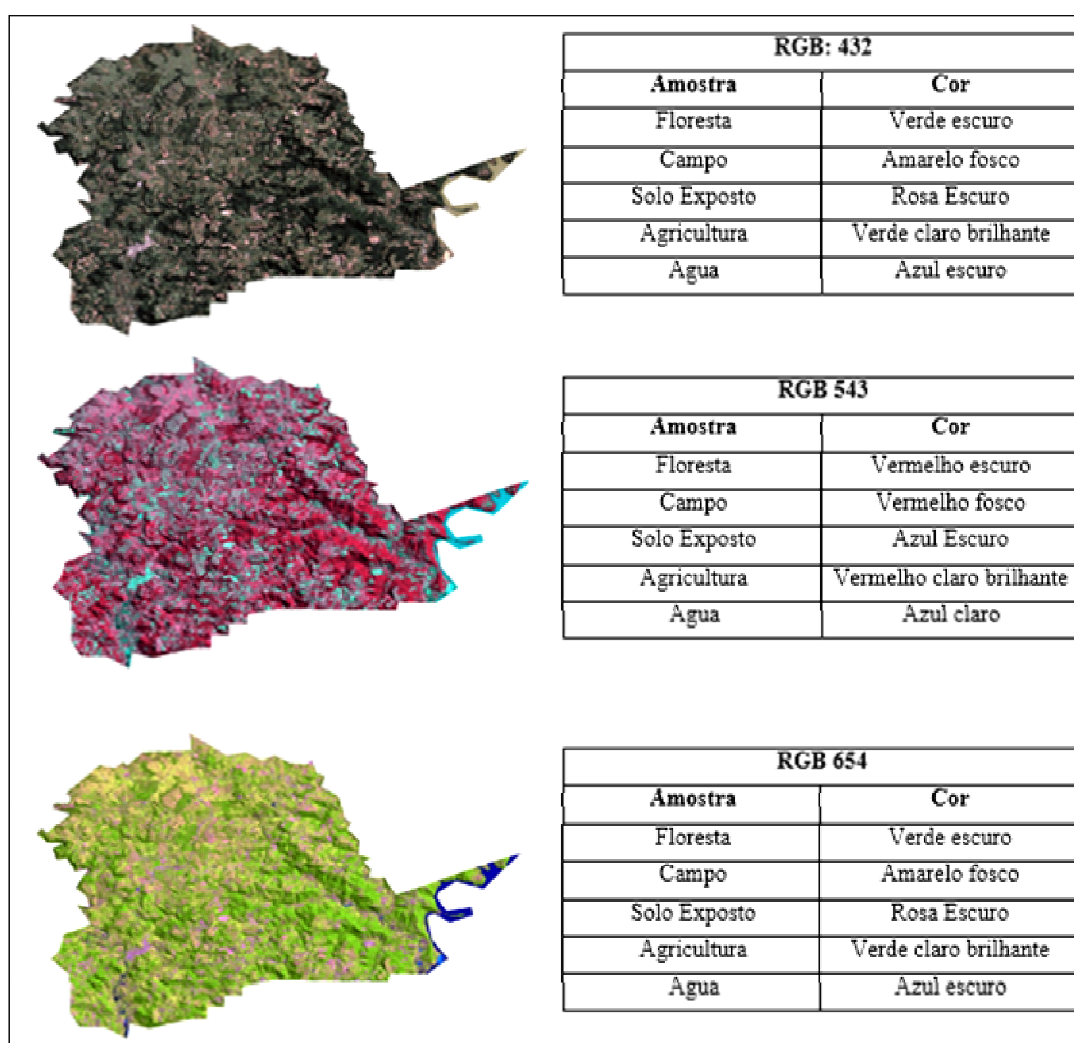


Fig. 2 - Chave de interpretação analisada nas imagens Landsat 8, combinações 432, 543 e 654.

2.4 Classificação não supervisionada

As técnicas de classificação não supervisionada foram aplicadas utilizando-se os algoritmos classificadores discriminados abaixo

2.4.1 K-médias

A classificação K-médias assume que um número de agrupamento é conhecido a priori, fixando um número de agrupamentos. O objetivo do K-médias é minimizar a variabilidade interna do agrupamento que é dimensional pela função soma das distâncias ao quadrado (erros) entre cada pixel e o centro ao qual é alocado (MENESES E ALMEIDA, 2012). Sua aplicação foi realizada sobre as bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do sensor OLI e a interação com o usuário restringiu-se em definir o número de agrupamentos interesse (6): floresta, agricultura, campo, solo exposto, água e sombra.

2.4.2 Isoseg

Isoseg é um algoritmo de agrupamento de dados (não supervisionado) aplicado sobre conjuntos de regiões que foram caracterizados por seus atributos estatísticos (média e matriz de covariância). Trata-se de uma técnica de classificação que procura agrupar regiões a partir de uma medida de similaridade entre elas. Essa medida é dada pela distância de Mahalanobis, calculada entre a classe e as regiões candidatas. O método tem três fases: definição do limiar de aceitação, detecção das classes e competição as classes (MENESES E ALMEIDA, 2012). Para a aplicação do Isoseg foi realizada a fase prévia de segmentação sobre as bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5 e 7 adotando-se valores de 30 para similaridade e 20 (pixels) para área.

2.5 Classificação supervisionada

A classificação supervisionada envolveu a fase prévia de treinamento, na qual foram coletadas n amostras poligonais para as diferentes classes de uso e cobertura da terra identificadas nas composições RGB. Posteriormente foram aplicados os algoritmos classificadores descritos a seguir.

2.5.1 Algoritmo Maxver

O método da máxima verossimilhança considera a ponderação das distâncias entre as médias através de parâmetros estatísticos, exige um número bastante elevado de pixels para cada conjunto de treinamento, permitindo uma base segura para o tratamento estatístico (CRÓSTA, 1992). O algoritmo Maxver é o método de classificação supervisionada mais comum e foi usado para agrupar pixels que apresentam maior probabilidade de pertencer a uma determinada classe de uso e cobertura da terra, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe e computando a probabilidade estatística de um pixel desconhecido pertencer à ela ou não.

2.5.2 Distância Euclidiana

O algoritmo Distância Euclidiana que calcula a distância do pixel em relação à média das classes mais próximas, isso é, à classe que apresenta menor distância euclidiana. A vantagem desse método é que os pixels encontram uma média à qual estarão mais próximos, e assim não existirá pixel não classificado. As áreas de treinamento definem regiões no espaço de dados n -dimensional. Cada uma das regiões pode ser representada por um ponto, denominado centróide. O processo de classificação baseia-se na projeção de cada pixel neste espaço n -dimensional e no cálculo da distância n -dimensional entre ele e os centróides. O pixel será classificado na classe que corresponder à menor distância calculada (MENESES e ALMEIDA, 2012).

2.6 Validação das amostras

A confiabilidade das amostras da classificação digital supervisionada foi avaliada a partir da matriz de confusão das aéreas de treinamento, aplicando-se a fórmula do coeficiente Kappa, o qual é considerado um ótimo teste estatístico na análise de confiança da classificação supervisionada. A confiabilidade da matriz de confusão depende da amostragem, registro e conhecimento, sendo importante que a amostra de treinamento seja bem homogênea e representativa da classe de interesse (CONGALTON e GREEN, 1999). Esse coeficiente é sensível às variações de erros de omissão e inclusão (COHEN, 1960) e sua grande vantagem é que para o seu cálculo não se incluem somente os elementos da diagonal principal e sim todos os elementos da matriz de erro (MOREIRA, 2001). Landis e Koch (1977) apresentam os valores do coeficiente Kappa variando de 0 a 1 e suas respectivas concordâncias na tabela 1.

Tab. 1 – Qualidade da classificação associada aos valores do índice Kappa

Índice Kappa	Concordância
< 0	Sem concordância
0,00 a 0,19	Pobre
0,20 a 0,39	Fraca
0,40 a 0,59	Moderada
0,60 a 0,79	Forte
0,80 a 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos pela aplicação dos diferentes métodos de classificação digital compreenderam mapas temáticos de uso e cobertura da terra do município de Nova Palma, referentes a outubro de 2013. A potencialidade dos algoritmos classificadores, supervisionados ou não, foi comparada pela análise da distribuição espacial e da quantificação das classes adotadas no mapeamento temático. Na tabela 2 estão relacionadas às áreas (em Km²) determinadas pelos algoritmos supervisionados (Maxver e Distância Euclidiana) e não supervisionados (K-médias e Isoseg).

Tab. 2 - Áreas (km²) quantificadas pela classificação digital das imagens Landsat 8, sensor OLI de 17 de outubro de 2013.

Classe	Áreas quantificadas em Km² por classificador			
	Maxver	Distância Euclidiana	K-médias	Isoseg
Água	3,62	4,38	28,23	4,43
Agricultura	13,12	4,54	-	4,33
Campo	83,63	93,95	194,87	35,87
Floresta	122,47	123,82	71,83	157,78
Solo Exposto	135,14	119,90	67,33	136,32
Sombra	4,28	15,69	-	23,53
Total	362,2	362,2	362,2	362,2

Ao empregar a classificação não supervisionada observou-se uma grande incongruência entre as áreas resultantes para as classes. O classificador K-médias não conseguiu separar adequadamente as seis de classes de interesse, permitindo a individualização de apenas quatro dessas classes (água, campo, floresta e solo exposto). A sombra foi agrupada junto da água e a

agricultura foi redistribuída entre as classes floresta e campo, reproduzindo um mapa de apenas quatro classes temáticas (Figura 3a). O classificador Isepeg demonstrou resultados satisfatórios, agrupando regiões a partir da similaridade entre elas, concebendo um mapa com as seis classes propostas e próximas da realidade (Figura 3b).

Para os classificadores supervisionados foi usado o coeficiente Kappa para avaliar as amostras de treinamento, para o classificador Maxver obteve-se o valor de 0,95956; já para o classificador Distância Euclidiana obteve-se um Kappa de 0,91118. As classes apresentaram resultados semelhantes quanto à sua área, exceto a classe agricultura que apresentou uma área significativamente maior na classificação Maxver (Figura 3c). A agricultura pode ter sido superestimada em função de o algoritmo Maxver ponderar as distâncias entre médias dos níveis de cinza das classes, podendo ter agregado valores próximos ao campo.

Apesar de o classificador Distância Euclidiana ter apresentado o coeficiente Kappa inferior ao Maxver gerou bons resultados em relação à realidade da área de estudo. As principais disparidades encontradas entre os dois classificadores residem nas classes agricultura e sombra (Figura 3d).

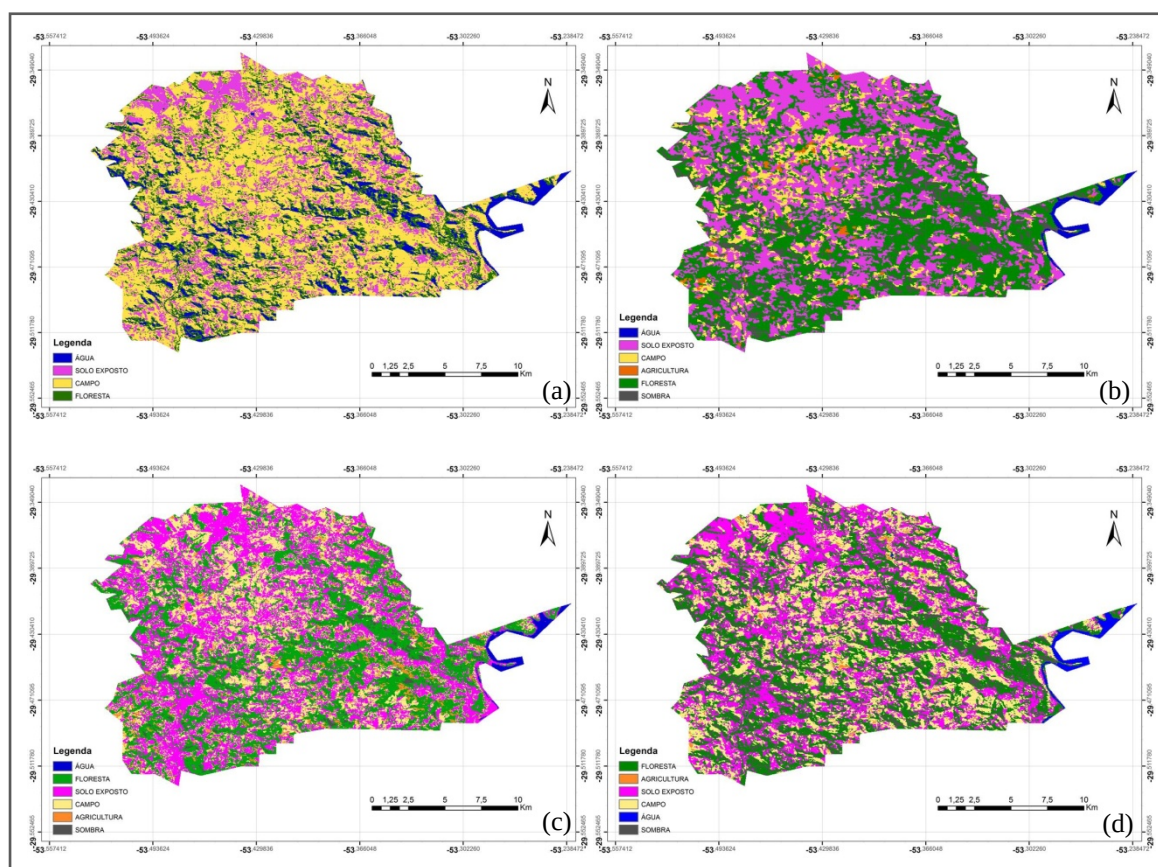


Fig. 3 - Mapas de uso e cobertura da terra do município de Nova Palma, RS, obtidos a partir dos classificadores K-médias (a), Isepeg (b), Maxver (c) e Distância Euclidiana (d).

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, os dois métodos de classificação digital supervisionada apresentaram valores de coeficiente Kappa que satisfazem a análise de uso e cobertura da terra, embora o classificador Maxver tenha demonstrado índices melhores do que o classificador Mínima Distância. Dentre os métodos não supervisionados, o Isepeg apresentou resultados melhores em relação ao K-médias, que não produziu mapas condizentes com a realidade. O Isepeg se comparado com Maxver é inferior ao mesmo, o que não justifica sua aplicação para uma classificação definitiva, embora o seu processamento seja menos oneroso por

não requerer a fase de treinamento. Sendo assim, o método supervisionado Maxver foi considerado o mais adequado para o mapeamento da paisagem do município de Nova Palma pois demonstrou melhores resultados quando comparados com a realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CREPANI, E. **Princípios básicos de sensoriamento remoto**. São José dos Campos; CNPQ/INPE. 1983. 45 p.

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 139 p.

FERRARI, R. **Modelagem Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra da Quarta Colônia, RS**. 2008. 130f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

JENSEN, J. **Sensoriamento Remoto do Ambiente - Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São Paulo: Parêntese, 2009.

LANDIS, J.; KOCH, G. **The measurement of observer agreement for categorical data**, Washington, USA. Biometrics, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de **Introdução ao Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB, 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. São José dos campos-SP: INPE, 2001

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2005. 307p.

NASA, **Landsat 8 Mission Atualizações**. Disponível em: <http://www.nasa.gov/mission_pages/landsat/main/#.VBJ-IldVr>. Acesso em 12. Set. 2014.

NOVO, E. M. L, **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.

SABINS Jr, F. F. **Remote Seensing: principles and interpretations**. San Francisco: W. H. Freeman, 1987. 449 p.

SCHOWENGERDT, Robert A. **Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing**. New York: Academic Press, 1983.

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.

ESPACIALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS FEIÇÕES URBANAS DA CIDADE DE SANTA MARIA, RS.

Urban City Feature Three-Dimensional Spacialization of Santa Maria, RS

Juliane Hauenstein Gehm¹, Jéssica Hundertmarck Graciolli², Alessandro Carvalho Miola³

¹UFSM, Rua das Andorinhas, 237, 97185000, Itaara – RS, Brasil, julianegehm@yahoo.com.br

²UFSM, Rua Passo da Ferreira, 7200, 97170000, Santa Maria – RS, Brasil, jessicahunder@gmail.com

³UFSM, Avenida Roraima, 1000, Prédio 70, Bloco F, sala 321-B, campus – UFSM,
alessandro@politecnico.ufsm.br

RESUMO

Este trabalho visou conhecer Santa Maria digitalmente através da terceira dimensão utilizando uma nova ferramenta para realização de diversificados estudos/análises que visavam à colaboração no Planejamento Estratégico da cidade de Santa Maria. Para o desenvolvimento dessas ações delimitou-se como área geográfica o Primeiro Distrito (sede) deste município. As atividades abordadas no decorrer do processo de elaboração deste foram do tipo pesquisa-ação, ou seja, metodologicamente foram utilizadas observações e ações na busca pela resolução dos paradigmas presentes na instituição de forma participativa. Pode-se concluir que o estudo e posterior utilização desta nova ferramenta possibilitaram melhor entendimento da distribuição das feições no município de Santa Maria, ocasionando maior eficiência e agilidade na tomada de decisões para o Planejamento Municipal.

Palavras-chave: Santa Maria; Espacialização tridimensional; InfraWorks™

ABSTRACT

This work aimed to know Santa Maria digitally through the third dimension using a new tool for diverse studies/analyzes that were aimed at collaboration in Strategic Planning of the city of Santa Maria. For the development of these actions delineated as geographical area the First District (headquarters) of this municipality. The activities addressed in the course of the process of drawing up this were of type action research, i.e. methodologically were used comments and actions on seeking the resolution of paradigms present in the institution in a participative way. It can be concluded that the study and subsequent use of this new tool enabled a better understanding of the distribution of features in the municipality of Santa Maria, resulting in greater efficiency and agility in decision making for the Municipal Planning.

Keywords: Santa Maria. Three-dimensional Spacialization. InfraWorks™

1. INTRODUÇÃO

Os projetos de infraestrutura carregam cada vez mais consigo a expectativa de interatividade e visualização pelas partes interessadas no projeto. Conforme a Empresa Autodesk (2014) e Colucci (2014), o InfraWorks™ é uma solução criada com o intuito de auxiliar os usuários a gerar visualizações de modelos tridimensionais de projetos de infraestrutura, permitindo acelerar a tomada de decisões com facilidade a partir da análise de diversos cenários de um mesmo projeto. O Infraworks faz a integração de arquivos BIM (Modelagem de Informação da Construção) e GIS (Sistema de Informação Geográfica), cria modelos de realidade existente, faz avaliação de alternativas de projeto e a comunicação de propostas. Outro ponto forte do Autodesk InfraWorks é que este software possibilita a integração com outras ferramentas muito utilizadas em projetos de infraestrutura, como por exemplo, o AutoCAD Civil 3D, o AutoCAD Map 3D e o Revit, fazendo com que várias etapas de projetos de infraestrutura possam ser desenvolvidas, analisadas e apresentadas com extrema facilidade.

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG), conforme Câmara, et al. (2004), 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 de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica.

Para Marino (2012), as etapas da modelagem, referentes a abstração do mundo real e a definição do modelo conceitual, formam a base para a coleta dos dados. O mundo real é muito complexo para ser modelado em sua integridade. Uma vez escolhida a área de aplicação, deve-se selecionar as feições relevantes e capturar as informações acerca de suas localizações e características, pois somente as áreas de interesse específico devem ser selecionadas para inclusão em uma determinada aplicação em SIG.

Modelos urbanos são representações do ambiente da cidade, onde através da captura de uma determinada realidade, o fenômeno urbano pode ser reproduzido, controlado e explorado. De acordo com Martin, et al. (1975), a ciência da modelagem urbana tem apresentados significativos avanços nas últimas décadas, principalmente a partir do desenvolvimento e popularização dos sistemas computacionais.

Conforme Polidori (2004), uma possibilidade de incluir modelagem gráfica avançada em modelos urbanos pode ser representada pelos trabalhos de simulação de crescimento, que embora tenham experimentado avanços descritivos, teóricos e preditivos, normalmente apresentam representações espaciais abstratas, as quais poderiam avançar em representações mais realistas de realidade, utilizando recursos de computação gráfica.

Todos os objetos geográficos tem na verdade uma terceira dimensão, sendo que a representação em mapas leva a uma perda de informações e dificuldade de apreensão da realidade. Neste sentido, segundo Pereira, et al. (2009), a adoção de representações tridimensionais digitais permitidas pelos Sistemas de Informação Geográfica e por tecnologias de Computação Gráfica permitem novas formas de visualização e representação das informações espaciais. Este caminho tem sido perseguido por Sistemas de Informação Geográfica 3D, os quais visam o cruzamento de diversos planos de informação, expressos na forma de cartografia, animações, visualização de modelos 3D, imagens, entre outros.

A representação cartográfica tridimensional é uma tendência, visto que há tecnologia viável para realizar a coleta de dados, assim como há hardware e software para o armazenamento, geração e interação com os modelos tridimensionais. Tecnologias como o laser scanner e a fotogrametria digital proporcionam a obtenção rápida e fácil de dados tridimensionais, aumentando o volume de dados disponíveis em proporções que não eram possíveis anteriormente. O software desenvolvido para gerar modelos tridimensionais torna possível a representação detalhada do relevo e dos objetos e feições da superfície terrestre. (FOSSE, CENTENO e SLUTER, 2009)

As novas tecnologias disponíveis atualmente, através de softwares sofisticados, segundo Barros et al. (2009) são capazes de representar a realidade num plano virtual com a máxima veemência possível e ainda com o auxílio de imagens de satélite e de radar, algumas delas disponíveis gratuitamente via internet, tem contribuído para pesquisas em inúmeras áreas como no âmbito da Geografia, Geomorfologia e do Planejamento Urbano.

Atualmente, conforme Martínez (2004), para a ciência do planejamento urbano, a visualização em 3D possibilitada pelos avanços das tecnologias CAD, por si só, não são suficientes como ferramenta de auxílio ao processo de planejamento, pois se limita a finalidade representativa e visual. A operacionalização de um modelo desta natureza, que articule as possibilidades representativas do CAD à alta possibilidade de processamento dos SIG 3D,

possibilitaria ao planejador e ao usuário do ambiente da cidade “ter uma visão real do meio ambiente, tanto em situações passadas, presentes, como futuras”.

Com o Autodesk® InfraWorks™, pode-se criar modelos 3D convincentes de lugares reais e esboçar propostas de melhorias que são realistas e interativas. Conforme a Empresa Autodesk(2014) e Colucci (2014), a partir do aplicativo Infracworks™, também é possível ter uma visão em Três Dimensões das redes de água, esgoto, drenagem, fundações, para a execução de obras de infraestrutura ou engenharia, onde se toma conhecimento de possíveis impactos destes empreendimentos.

Algumas das possibilidades de estudo do Software Infracworks™ são: estudo de sombra; medição ponto a ponto; medição da distância do caminho; localizador de faixa; estatística do terreno; seleção por raio; buffer de hidrografia; perfil topográfico; análise de visibilidade de estradas; monitoramento de trabalhos; mapeamentos Temáticos: mapa de áreas de água, mapa de elevação do terreno, mapa de aspecto do terreno e mapa de inclinação do terreno; exportação de terrenos para outros Softwares.

A elaboração da Modelagem Tridimensional da área urbana do município de Santa Maria objetiva servir como base para a demarcação dos tipos de trabalhos diários no Setor de Planejamento, assim como: Conhecer Santa Maria digitalmente através da Terceira Dimensão; Realizar estudos de Impacto de Vizinhança, devido à análise de sombreamento; Tornar-se uma nova ferramenta para a tomada de decisão no Planejamento Municipal; Fazer a união de arquivos com Informação Georreferenciada e Arquitetônicos para Projetos de Infraestrutura em Santa Maria.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudos

A área de estudo foi o Município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. A divisão territorial atual da cidade é constituída de 10 distritos: Sede Municipal – 1º Distrito; São Valentim – 2º Distrito; Pains – 3º Distrito; Arroio Grande – 4º Distrito; Arroio do Só – 5º Distrito; Passo do Verde – 6º Distrito; Boca do Monte – 7º Distrito; Palma – 8º Distrito; Santa Flora – 9º Distrito; Santo Antônio – 10º Distrito.

2.2 Materiais

Para a confecção deste trabalho foram utilizados alguns materiais antes de iniciar a modelagem tridimensional no Infracworks™.

A partir das curvas de nível, produto do voo aerofotogramétrico, o Software ArcGIS® - ferramenta “Create TIN” e “TIN to Raster” do ArcToolbox foi utilizado para confeccionar o modelo numérico do terreno.

Posteriormente, iniciou-se a modelagem tridimensional no aplicativo Infracworks™.

2.3 Métodos

O intuito inicial deste trabalho era elaborar a modelagem do terreno na zona histórica do município, mas foi optado abranger a área urbana da cidade, pois não possuíamos todas as edificações da área histórica.

A partir disso, começou-se a elaboração do Modelo Numérico do Terreno. O primeiro passo foi fazer a Rede Triangular Irregular, confeccionado através das curvas de nível da área urbana, obtidas dos produtos do voo aerofotogramétrico. Essa etapa do trabalho foi realizada no Software ArcGIS®, usando a ferramenta “Create TIN” do ArcToolbox.

De acordo com Silva (2012), uma Rede Triangular Irregular - TIN consiste em um modelo digital criado a partir de curvas de nível e/ou ponto cotado aonde ocorre a interpolação dos valores de altitude por meio da criação de triângulos entre uma linha e outra e cria um modelo matemático com valores de altitude. Representa o espaço a partir de um conjunto de triângulos com tamanhos variados.

Para criar o MNT, propriamente dito, foi preciso converter o arquivo TIN, anteriormente criado, para um arquivo Raster, através da Ferramenta “TIN to Raster” do ArcToolbox do Software ArcGIS®.

Conforme Felgueiras e Câmara (2001), um MNT é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. Alguns exemplos dos usos de MNT são: armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos; análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens; elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio e análise de geomorfologia e erodibilidade; apresentação tridimensional.

Posteriormente, começou-se a utilizar o software Infraworks™, versão gratuita de avaliação. Os arquivos utilizados foram, em maioria, obtidos dos produtos do Levantamento Aerofotogramétrico, realizado no ano de 2013 em Santa Maria.

Ao abrir o programa, abre-se um novo arquivo e um novo modelo irá aparecer, então é preciso fazer as configurações, definindo o Sistema de Coordenadas como Sirgas 2000, UTM, fuso 22J (22S) e também o padrão de unidade como métrico.

Após realizar a configuração do arquivo, começou-se a inserir os arquivos que irão compor o modelo, seguindo a seguinte sequência: Modelo Numérico do Terreno; Imagem de chão – imagem aérea do voo aerofotogramétrico; Hidrografia – linha e polígono; Vegetação – árvores; Pontos de interesse – postes de energia elétrica; Eixos viários; Ferrovia; Pista da Base Aérea; Edificações; Edificações da Zona Histórica.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No primeiro momento, foi obtido um “TIN”, que serviria como base para a confecção de um Raster, contendo os dados de elevação do Modelo Numérico do Terreno, confeccionado no Software ArcGIS®. Os dados de altitude foram interpolados através das curvas de nível. A cota mais alta foi de 374,463 metros e a mais baixa foi 60 metros.

Na sequência, após a inserção de todos os *shapefiles* utilizados, obteve-se o modelo tridimensional completo da cidade, com dados georreferenciados de hidrografia, vegetação, postes de energia elétrica, eixos viários, ferrovia, pista da Base Aérea e algumas edificações da cidade; Edificações da Zona Histórica, conforme figura 1.

Posteriormente, começaram as análises propriamente ditas, voltadas para tomadas de decisões mais precisas no Planejamento Municipal de Santa Maria.

A análise do estudo de sombra foi feita em diferentes horários do dia, sendo que para exemplificação foi escolhida a data de 21 de Junho de 2014, em diferentes horários, ver Figura 2. Essa data marca o Solstício de Inverno no Hemisfério Sul, que acontece graças aos movimentos de rotação e translação do Planeta Terra, e devido isso, a luz solar é distribuída de forma desigual entre os hemisférios norte e sul. O solstício de Inverno significa que a luz do sol não incide com tanto fulgor no hemisfério em questão, ou seja, o dia 21 de Junho é a data em que o hemisfério sul recebe a menor incidência solar do ano.

Esta análise possibilitou ao IPLAN analisar de forma mais complexa o efeito do sombreamento das edificações nos lotes e edificações da área urbana no Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV). O EIV está previsto na Lei nº 10.257 de 2001 e tornou-se um instrumento de gestão territorial quando sua elaboração passou a ser obrigatório para todos os municípios brasileiros.



Figura 1 - Modelo tridimensional de Santa Maria com todos os elementos adicionados
Fonte: Da autora (2014)

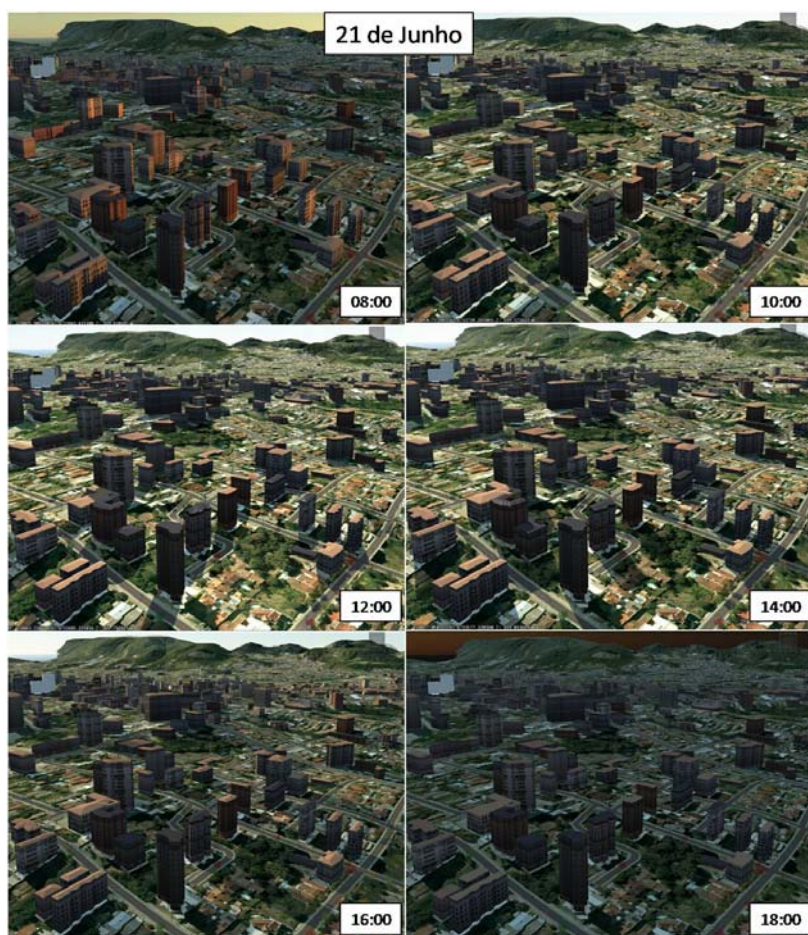


Figura 2 - Estudo de sombras de novas edificações
Fonte: Da autora (2014)

As Áreas de Preservação Permanente (APP) nas margens de rios foram identificadas através da ferramenta buffer da hidrografia. De acordo com o Código Florestal atual Lei nº 12.651/2012, as principais medidas utilizadas em Santa Maria são: Rios até 10 metros de largura - APP de 30 metros; Nascentes e rios com largura entre 10 e 50 metros - APP de 50 metros; Rios com largura entre 50 e 200 metros - APP de 100 metros.

Porém, para seguir esta legislação precisa-se de três tipos de *shapefiles* de hidrografia, uma representando cada um dos itens acima citado. Para a realização deste trabalho não se tinha esta classificação, toda hidrografia estava unida, ou seja, com a mesma largura. Por isso, definiu-se que todos os rios possuíam menos de 10 metros de largura, então, o buffer foi de 30 metros, conforme vemos na Figura 3.

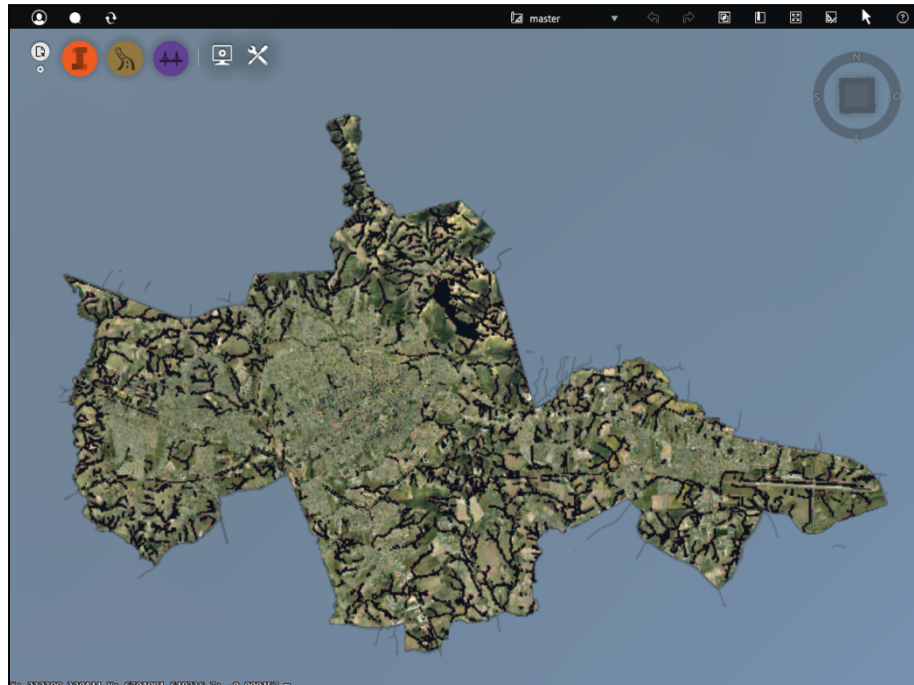


Figura 3 - Mapa de Áreas de Preservação Permanente (APP)
Fonte: Da autora (2014)

O perfil topográfico do terreno é um corte vertical, utilizado para graficar os dados de altitude de um lugar de interesse. Neste caso, foi feito o perfil do morro que sediará o Parque dos Morros em Santa Maria, na direção de sudeste para noroeste, ver Figura 4.

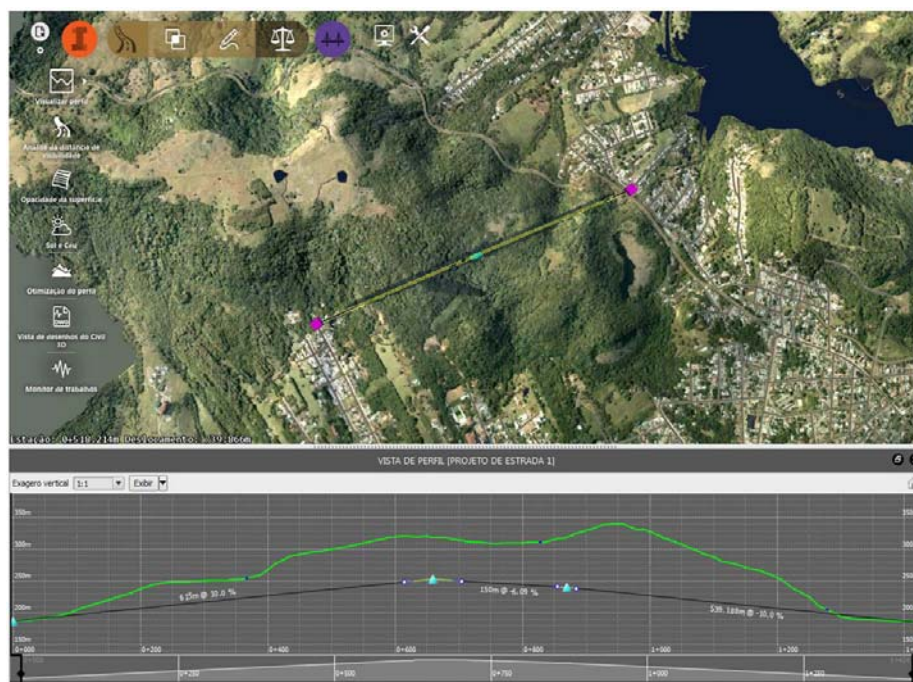


Figura 4 - Perfil Topográfico

Fonte: Da autora (2014)

Durante a elaboração deste trabalho foram realizados diversos mapeamentos, como: mapa de áreas de água, mapa de aspecto do terreno, elevação e inclinação do terreno. Esses mapeamentos foram simulações e tiveram o objetivo de se tornar ferramentas de apoio ao processo de planejamento, gestão e tomada de decisão estratégica. A seguir uma breve descrição de cada um dos mapeamentos realizados.

O tema escolhido mostra as áreas de água do modelo, onde estão contidos os reservatórios, açudes e arroios da área urbana do Município. De maneira geral, serviu para destacar a localização de todas as áreas de água existentes na área urbana da cidade de Santa Maria, ver Figura 5.

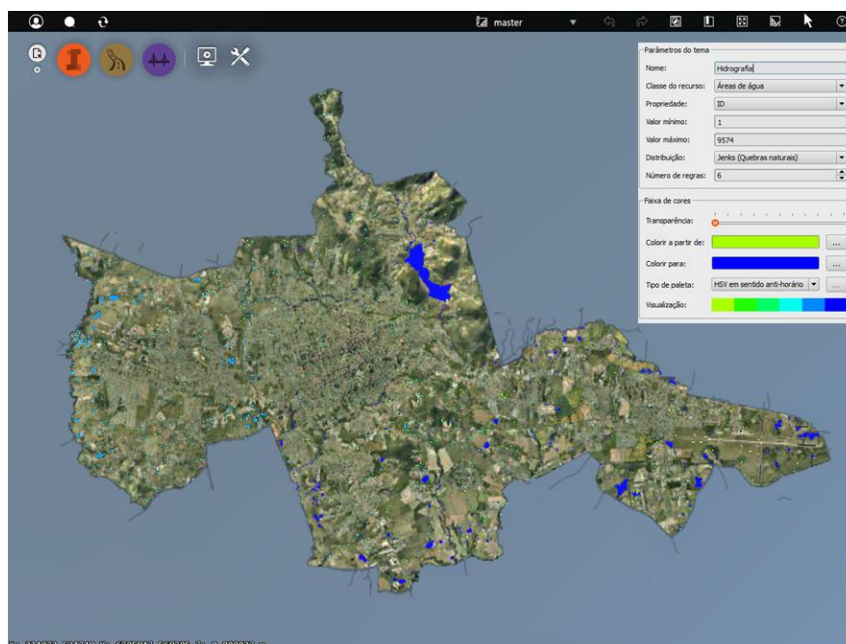


Figura 5 - Mapa de áreas de água

Fonte: Da autora (2014)

O aspecto é o azimute (ângulo horizontal) da projeção da direção determinada pela declividade; corresponde a uma linha perpendicular às curvas de nível, medida em graus. O mapa de aspecto (orientação das vertentes) é classificado em graus anti-horário em setores que são distribuídos em seis direções preferenciais de fluxo a partir do zero no Norte Geográfico, Figura 6.

O mapa de elevação do terreno, também denominado de Mapa Hipsométrico representa a altitude do terreno em relação ao nível do mar na escala métrica. Isto possibilita conhecer as áreas mais elevadas da cidade, Figura 7.

A declividade é a relação entre o valor do desnível de altura entre dois pontos no relevo e o valor da distância horizontal entre esses pontos, ou seja, é a medida de inclinação do relevo. Pode ser expressa, geralmente, em graus, porcentagem ou tangente do ângulo de inclinação. Possibilita conhecer as áreas mais declivosas da cidade, Figura 8.

4. CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho podemos concluir que os objetivos propostos foram atingidos, pois a partir de então, Santa Maria pode ser explorada digitalmente na terceira dimensão. Os estudos de impacto de vizinhança, usado através da análise de sombreado de novas edificações tornou-se uma nova ferramenta para a tomada de decisão no Planejamento

Municipal. A união de arquivos georreferenciados e arquitetônicos tornou este modelo muito próximo da realidade.

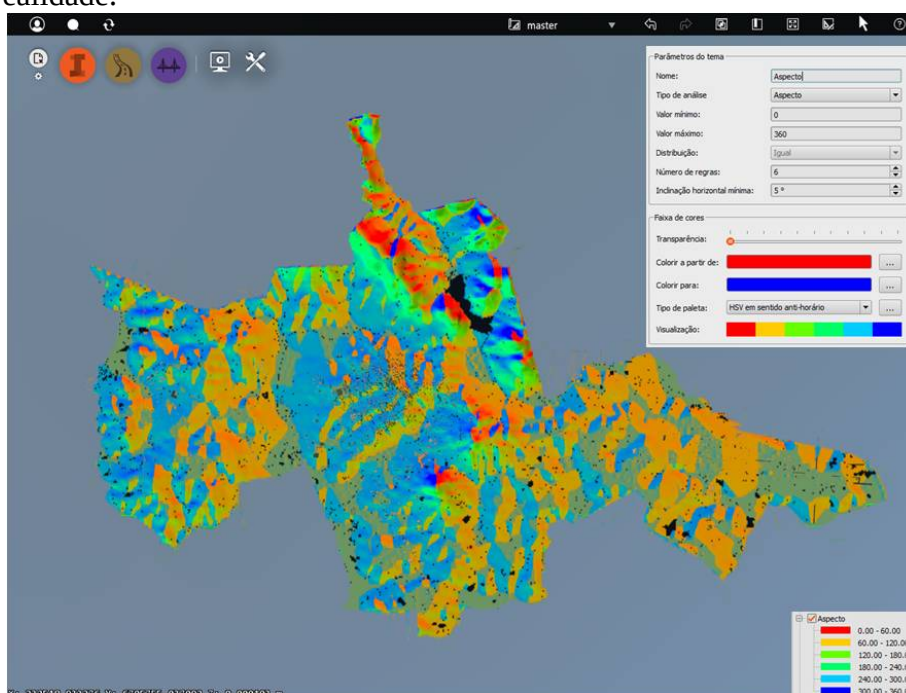


Figura 6 - Mapa de Aspecto do Terreno
Fonte: Da autora (2014)

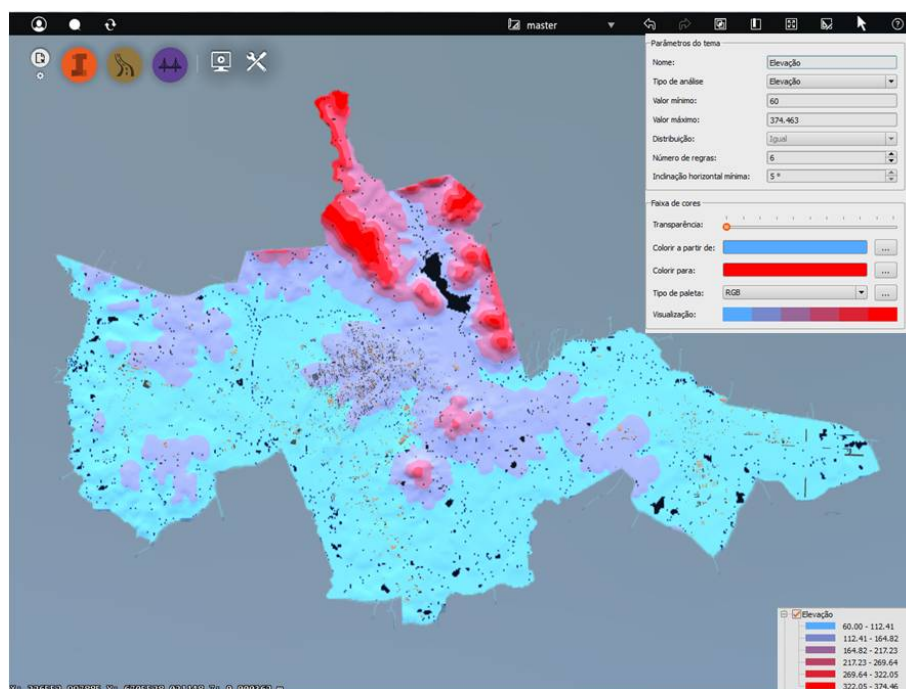


Figura 7 - Mapa de Elevação
Fonte: Da autora (2014)

Gerar modelos tridimensionais torna possível a representação detalhada do relevo e dos objetos e feições da superfície terrestre. Ao unir a representatividade dos arquivos CAD à alta possibilidade de processamento dos Sistemas de Informação Geográfica na terceira dimensão, possibilita ao planejador e ao cidadão ter uma visão real do ambiente, tanto no passado, como presente e futuro.

É preciso saber que os avanços tecnológicos auxiliam muito na ciência do Planejamento Urbano, mas por si só não são suficientes, pois se limitam a representatividade e visual.

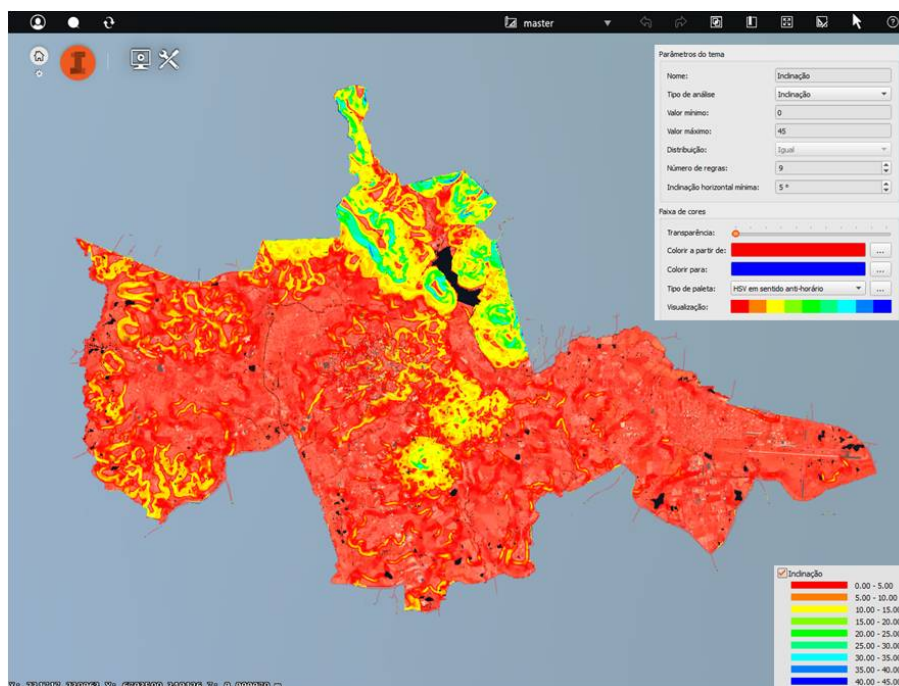


Figura 8 - Mapa de inclinação

Fonte: Da autora (2014)

Diante disso, concluímos que o Software Autodesk® InfraWorks™ auxilia os usuários a gerar visualizações de modelos tridimensionais de projetos de infraestrutura, permitindo acelerar e facilitar a tomada de decisões a partir da análise de diversos cenários de um mesmo projeto. Além disso, a integração de arquivos BIM e GIS, torna os modelos mais realísticos, convencendo visualmente o usuário e o planejador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, N. A., Aguilar, A. M., Morais, E. M., Pereira, R. C. M., Fonseca, V. R., **Planejamento governamental para municípios: plano plurianual, lei de diretrizes orçamentárias e lei orçamentária anual**. São Paulo: Atlas, 2005.

Antunes, A. F. B. Iniciando o Geoprocessamento. Material Didático. UFPR, 2001. Disponível em <<http://people.ufpr.br/~felipe/sig.pdf>>. Acesso em 28 de Agosto de 2014.

Assad, E. D., Sano, E. E. **Sistema de Informações Geográficas aplicado à agricultura**. EMBRAPA. 2ª Ed, p.20. Brasília, 1998.

Barros, M. V. F., Polidoro, M., Takeda, M. M. G. **Geração de modelos tridimensionais através de dados do Shuttle Radar Topography Mission para subsídios no planejamento urbano e estudos geomorfológicos**. VIII Encontro Nacional da Anpege. Curitiba, 2009

Câmara, G., Barbosa, C. C. F., Davis, C., Fonseca, F. **Conceitos Básicos em Geoprocessamento**. Fundamentos de Geoprocessamento. GIS Brasil 99 - V Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina. Salvador, 1999

Câmara, G., Monteiro, A. M., Medeiros, J. S. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2004.

Colucci, R. **Autodesk infraworks 2014: acelere projetos de infraestrutura e simplifique a tomada de decisões.** CAD Guru, 2014. Disponível em: <<http://cad.cursosguru.com.br/novidades/autodesk-infraworks-2014-acelere-projetos-de-infraestrutura-e-simplifique-a-tomada-de-decisoes/>>. Acessado em: 27 de Agosto de 2014

Correia, M. B. F. **A comunicação de dados estatísticos por intermédio de infográficos: uma abordagem ergonômica.** Dissertação de Mestrado. Volume I. PUC-RJ. Rio de Janeiro, 2009

Felgueiras, C., A., Câmara, G. **Modelagem Numérica de Terreno.** Introdução à Ciência da Geoinformação. INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>>. Acessado em: 28 de Julho de 2014.

Fosse, J. M., Centeno, J. A. S., Sluter, C. R. **Estudo da simbologia como elemento da linguagem cartográfica para representação tridimensional.** Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, v. 15, no 3, p.313-332. Curitiba, 2009.

Gonzalez, M., Rebufello, P. **Introduccion a los Sistemas de Informacion Geografica.** Universidad de la Republica Oriental Del Uruguay. Uruguai, 2013. Disponível em: <<http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/sig/clases/Tin311001.PDF>>. Acessado em: 28 de Julho de 2014.

IBGE. Cidades. **Informações completas. Santa Maria.** Santa Maria, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431690&search=rio-grande-do-sul|santa-maria|infograficos:-informacoes-completas>>. Acessado em: 21 de Julho de 2014.

INPE. **Modelagem Digital de Terreno. Manuais – Tutorias de Geoprocessamento.** Software SPRING, 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/modelagem.html>>. Acessado em: 30 de Julho de 2014.

Jiménez, A. M, et al. **Sistemas y análisis de La información geográfica.** Manual de autoaprendizaje com ArcGIS. 2 ed. Alfaomega Grupo Editor, S.A de C,V. México, 2008.

Júnior, R. M. C. **Fundamentos de Geoprocessamento.** Universidade Federal do Espírito Santo. Laboratório de Topografia e Cartografia. Material Didático. Espírito Santo, 2012.

Marino, T. B. **Representação de Dados Espaciais – Raster x Vetor x TIN.** Instituto de Agronomia da UFRRJ. Departamento de Geociências. Geoprocessamento. Material Didático. Rio de Janeiro, 2012

Martin, L.; March, L.; Echenique, M. **La estructura del espacio urbano.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1975.

MARTÍNEZ, J. A. Potencialidades del GIS 3D y los Modelos Urbanos Interactivos. Rosario, Argentina, 2004.

Pereira, G. C., Davis, C. A., Rocha, M. C. F. **Establishing a sub-national SDI in Bahia state (Brazil) - its limits and possibilities.** In: Krek; Rumor; Zlatanova; Fendel. (Org.). Urban and Regional Data Management. 1 ed. Londres: Taylor & Francis Group, 2009, v. 1, p. 151-158.

Polidori, M. C., Granero, J. C. SACI – **Simulador do Ambiente da Cidade®** (software). Componente da Tese de Doutorado em Ecologia de Maurício Couto Polidori. Porto Alegre: UFRGS – PPGECCO, 2004.

Rezende, D. A., **Planejamento Estratégico Municipal: Projeto de Planejamento e de Política Pública de um Município Brasileiro**. Paraná, 2009.

Rezende, D. A., Castor, B. V. J. **Planejamento estratégico municipal: empreendedorismo participativo nas cidades, prefeituras e organizações públicas**. 2.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

Silva, V. C. B. Criar TIN no ArcGIS e sobrepor Imagem ao TIN no ArcScene. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://andersonmedeiros.com/arcgis-fazer-tin-sobrepor-imagem-arcscene/>>. Acessado em: 28 de Julho de 2014.

Tenório, B., Seixas, A. **Delimitação e reconstrução tridimensional de bacias hidrográficas a partir de curvas de nível**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2008

Valentim, M. L. P. **Inteligência Competitiva em Organizações: dado, informação e conhecimento**. Revista de Ciência da Informação - v.3 n.4. Agosto, 2002

METODOLOGIA DE CADASTRO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO APLICADA NA EMPRESA SUL CAVA, NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA- RS

Methodology of registration the sewage collection networks applied by Sul Cava Company, in Santa Maria, RS

Jéssica Hundertmarck Graciolli¹, Juliane Hauenstein Gehm², Leila Fernandes Posser³, Valmir Vieira⁴

¹UFSM, Rua Passo da Ferreira, 7200, 97170000, Santa Maria – RS, Brasil, jessicahunder@gmail.com

²UFSM, Rua das Andorinhas, 237, 97185000, Itaara – RS, Brasil, julianegehm@yahoo.com.br

³UFSM, Rua Riachuelo, S/nº, 97050010, Santa Maria – RS, Brasil, leilapfernandes@hotmail.com

⁴UFSM, Avenida Roraima, 1000, Prédio 70, Bloco F, sala 211B, campus – UFSM, valviera@yahoo.com.br

RESUMO

O trabalho disserta sobre utilização de ferramentas de Geoprocessamento para metodologia de Cadastro de redes coletoras, realizado na empresa Sul Cava Construções e Comércio, no município de Santa Maria – RS. Os objetivos desenvolvidos foram o de gerenciar o Cadastro de redes de esgoto; integrar dados do Cadastro a outras bases de dados; disponibilizar estrutura para gerar novas bases de dados (rede de água, coleta de resíduos sólidos) e agilizar a busca de informações. O Cadastro Técnico Multifinalitário – CTM é visto como uma forma de apoiar e planejar a execução de ações futuras que interfiram na rede de esgoto local, assim como trabalhar em operações de manutenção dos sistemas que visem melhorar a qualidade de atendimento aos munícipes. O CTM aplicado no cadastramento de redes coletoras de esgoto é de fundamental importância atualmente, pois torna o processo de controle e manipulação da rede ou a construção de novas unidades locais mais ágil, confiável e seguro.

Palavras-chave: Cadastro Técnico Multifinalitário. Redes de Esgoto. Santa Maria.

ABSTRACT

This paper shall examine the utilization of GIS tools in the methodology of collection net cadaster, conducted in the *Sul Cava Construções e Comércio* enterprise, in Santa Maria – RS. The objectives were to manage the register of sewers; integrate data from the cadaster and other databases; provide structure to generate new databases (water supply, solid waste collection); and accelerate the search for information. The Multipurpose Technical Cadaster – MTC, seems to be a way of support and plan the execution of future actions which could interfere in the local sewers net, as well as work in systems maintenance operations, in order to improve the service provided to residents. The MTC applied in the cadaster of sewers has critical importance nowadays, because of its capacity of speed up, and turn more secure and reliable the process of control and manage of the net or building of new local units.

Keywords: Geoprocessing. Multipurpose Technical Cadastre. Sewer Networks.

1. ELABORAÇÃO DE CADASTRO DE REDES DE ESGOTO

O objetivo principal deste trabalho é descrever a metodologia de Cadastro Técnico empregada pela Empresa Sul Cava Construções e Comércio para o cadastramento de redes coletoras de esgotos, no município de Santa Maria – RS, objetivando-se especificamente gerenciar o cadastro de redes de esgoto; integrar dados do cadastro a outras bases de dados; disponibilizar estrutura para gerar novas bases de dados (rede de água, coleta de resíduos sólidos) e agilizar a busca de informações.

Uma rede de esgoto pode ser definida como sendo um conjunto de obras e instalações destinadas à coleta rápida e segura dos esgotos sanitários, ao transporte, tratamento e disposição

adequada do esgoto tratado. A construção de uma rede de esgoto traz vários benefícios, tanto para a sociedade como para o meio ambiente, entre eles pode-se citar: a conservação dos recursos naturais; melhorias das condições sanitárias locais; eliminação de focos de contaminação e poluição; eliminação de problemas visuais desagradáveis; redução das doenças ocasionadas pela água contaminada, redução dos recursos aplicados no tratamento de água para abastecimento, e diminuição dos custos no tratamento de doenças.

Assim, a população favorecida com o esgotamento sanitário adequado, resulta numa melhor qualidade de vida se comparada à população não beneficiada. Geralmente a população não beneficiada é aquela que se encontra nas áreas mais pobres e menos assistidas com projetos de esgoto sanitário, ficando a mercê das contaminações e respectivas doenças.

Para auxiliar na implantação e operação do esgotamento sanitário, surge como ferramenta auxiliar importante: o Cadastro Técnico. O Cadastro Técnico tem como objetivo a organização das informações em plantas, obtidas através dos levantamentos em campo, de todas as estruturas e dispositivos que compõem os sistemas de rede de coleta de esgoto, permitindo a rápida identificação das características de cada rede de esgoto implantada. Assim, a execução do Cadastro Técnico das redes de esgoto permite de maneira simples e rápida, a localização física de tubos, poços de visitas, sifões, entre outros. No entanto, é necessária a atualização regular deste cadastro para a redução do tempo gasto nos serviços de manutenção e a segurança das informações cadastrais.

O Cadastro Técnico destaca-se na operação e gestão dos serviços, uma vez que: funciona como apoio no planejamento e execução de todas as atividades comerciais, de operação e manutenção dos sistemas; melhora a qualidade de atendimento aos clientes; permite a correta aplicação das tarefas; proporciona subsídio na gestão e planos de melhorias e de equilíbrio financeiro e permite a identificação de melhorias com fins sociais e ambientais.

2. CADASTRO TÉCNICO COMO METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO, CONTROLE E OTIMIZAÇÃO DE SERVIÇOS

Atualmente, percebe-se um acentuado crescimento urbano, o que conseqüentemente, demanda maior planejamento e gestão. Quando não há um planejamento adequado das ações a serem tomadas por parte dos agentes públicos, diversos problemas de âmbito social e ambiental surgem, podendo também gerar posteriormente dificuldades no setor econômico. Quanto à questão de domínio ambiental, um dos principais problemas é a precariedade de saneamento ambiental principalmente em relação ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), sistema este composto pelas infraestruturas, instalações e atividades de coleta, transporte e disposição dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento no meio ambiente ou em um sistema de tratamento.

No município de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul a questão de serviços de esgoto ainda é heterogêneo, isto é, a cidade apresenta diversificados índices de esgotamento sanitário em seus bairros transparecendo uma descontinuidade na distribuição desses serviços. Pensando na melhoria de qualidade de vida aos munícipes, a empresa CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento), prestadora de serviços na Região iniciou a instalação do Sistema de Esgoto.

Neste contexto, o Cadastro Técnico Multifinalitário é uma ferramenta essencial para a tomada de decisões, ao planejamento estratégico e na gestão territorial do local, cumprindo a complexa missão de atender aos objetivos das políticas públicas, tanto municipais e estaduais, quanto federais. Ele vem evoluindo de maneira a facilitar o controle das redes de esgoto, sendo assim, o Cadastro sofre transformações gradativas ao longo do tempo, num processo contínuo de aperfeiçoamento, onde a necessidade de automatização tornou-se presente. Conforme Garcia (2014), o Cadastro trata de um sistema de informações direcionado para a gestão urbana municipal. Dedicar-se ao monitoramento da dinâmica urbana entendida a partir de um sistema de

objetos espaciais e se volta mais para a compreensão de relacionamentos e processos do que para quantificação e mensuração.

Assim, a elaboração de Cadastro que utilize ferramentas de Geoprocessamento para a elaboração e gerenciamento das informações das redes de esgoto, possibilita alcançar metas críticas como a diminuição do tempo de resposta para determinada ação, uso efetivo de pessoal, satisfação dos clientes internos e externos, acesso a dados distribuídos para auxiliar em tomadas de decisões eficientes e diminuição de esforços econômicos. Segundo Blachut (1974), o CTM possui três funções: Fiscal, que se refere à identificação dos bens imóveis e de seus proprietários com a finalidade de regulamentar o recolhimento de impostos; Jurídica, que se refere à determinação dos direitos de propriedade; Planejamento, que está deslocando-se rapidamente para o ponto central das operações cadastrais, e como resultado disso o cadastro está adquirindo características multifinalitárias.

A principal característica de um Cadastro Técnico Multifinalitário – CTM é o suporte para o conhecimento do território, através da informatização de um banco de dados públicos sobre as propriedades municipais, permitindo visualização de forma gráfica e organizando-os em um sistema cartográfico preciso e de qualidade, possibilitando o desenvolvimento dos diversos processos econômicos, jurídicos e técnicos envolvidos na dinâmica das cidades. (PEREIRA, 2009).

A gestão adequada do território, conforme Pereira (2009) contribui para um desenvolvimento sustentável, equilibrado e integrado, o que por sua vez é o resultado de um planejamento urbano participativo e integrador social.

3. CADASTRO DE REDE DE ESGOTO

Para melhor entendimento do local abrangido neste estudo, assim como os materiais e métodos utilizados foram então estruturados itens separadamente, sendo eles respectivamente: Área de Estudo, Materiais e Métodos.

3.1 Área em Estudo

Este trabalho vem sendo desenvolvido no Distrito Sede do Município de Santa Maria (figura 1) através da Empresa Sul Cava Construções e Comércio estando este situado no estado do Rio Grande do Sul. O território santamariense é dividido em dez distritos, sendo eles: Sede, São Valentim, Pains, Arroio Grande, Arroio do Só, Passo do Verde, Boca do Monte, Palma, Santa Flora e Santo Antônio. Possuindo uma área territorial de 1.796,60km² conforme Leis Municipais 042/2016 e 043/2006 e uma população residente estimada de 261.031 habitantes, se caracteriza como o 5º município com maior número populacional no RS, segundo IBGE 2010.

A coleta e tratamento do esgoto sanitário no município de Santa Maria são de responsabilidade da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), conforme Contrato de Concessão de Serviços firmado com a Prefeitura Municipal de Santa Maria. Lei Municipal nº 3.987/96 de 25 de julho de 1996, com prazo de vigência de vinte anos.

3.2 Materiais Utilizados no decorrer do processo

Para a realização deste cadastro foi necessário a utilização de alguns softwares e equipamentos, descritos nas seções a seguir.

3.2.1 Softwares

3.2.1.1 Auto CAD civil 3D: É um software utilizado na área de engenharia civil oferecendo diversificadas opções de ferramentas de modelagem de informações do setor de construção, possibilitando maior eficiência e rapidez ao profissional que manipula o projeto.

3.2.1.2 Excel e Bloco de Notas: O software Excel possibilitou a tabulação das coordenadas (x,y,z) e dos códigos identificadores dos pontos, para posterior geração de formatos TXT para que então os arquivos brutos pudessem vir a serem utilizados no programada de computação gráfica, isto é, o Auto CAD Civil 3D.

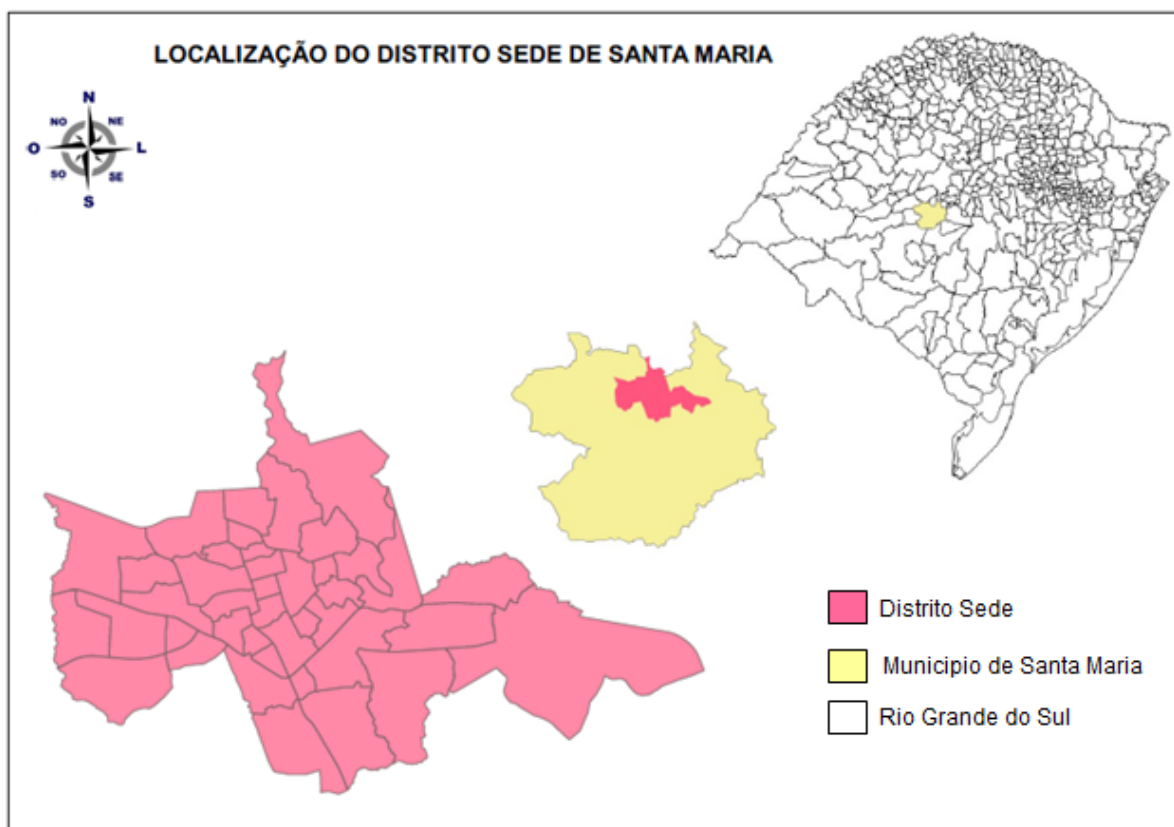


Fig. 1 - Localização do Distrito Sede de Santa Maria no estado do RS

Fonte: Da autora

3.2.1.3 MapGEO 2010: Segundo IBGE, com o uso cada vez maior do GPS para o posicionamento principalmente na obtenção de altitudes, agregado às novas informações geodésicas e modelos disponíveis recentemente, identificou-se a necessidade de atualização do modelo de ondulações geoidais, possibilitando aos usuários de GPS converter as altitudes geométricas (referidas ao elipsóide) em ortométricas (referidas ao nível médio do mar) com uma melhor confiabilidade. É com este objetivo que o MAPGEO2010, assim como os modelos anteriores (MAPGEO92, MAPGEO2004), foi concebido e produzido conjuntamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da Coordenação de Geodésia (CGED), e pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. O modelo MAPGEO2010 foi calculado com uma resolução de 5' de arco, e o Sistema de Interpolação de Ondulações Geoidais foi atualizado. Através deste sistema, os usuários podem obter a ondulação geoidal em um ponto ou conjunto de pontos, cujas coordenadas refiram-se tanto a SIRGAS2000 quanto a SAD69.

3.2.2 Equipamentos

Dentre os equipamentos utilizados para desenvolver a parte de campo do processo de cadastro, foi utilizado o receptor GNSS GRX1 RTK da SOKKIA o qual apresenta excelente desenvoltura e rendimento, assim como a utilização de trenas para coleta de profundidades de Postos de Visitas. Já na etapa de processamento de dados coletados foram utilizados computadores, calculadoras e demais utensílios.

3.3 Métodos

Primeiramente foi necessário revisar a Planta inicial do Projeto de Execução (figura 2), visando aperfeiçoar o processo de busca pelas estruturas in loco, traçando metas de cadastro para cada período.

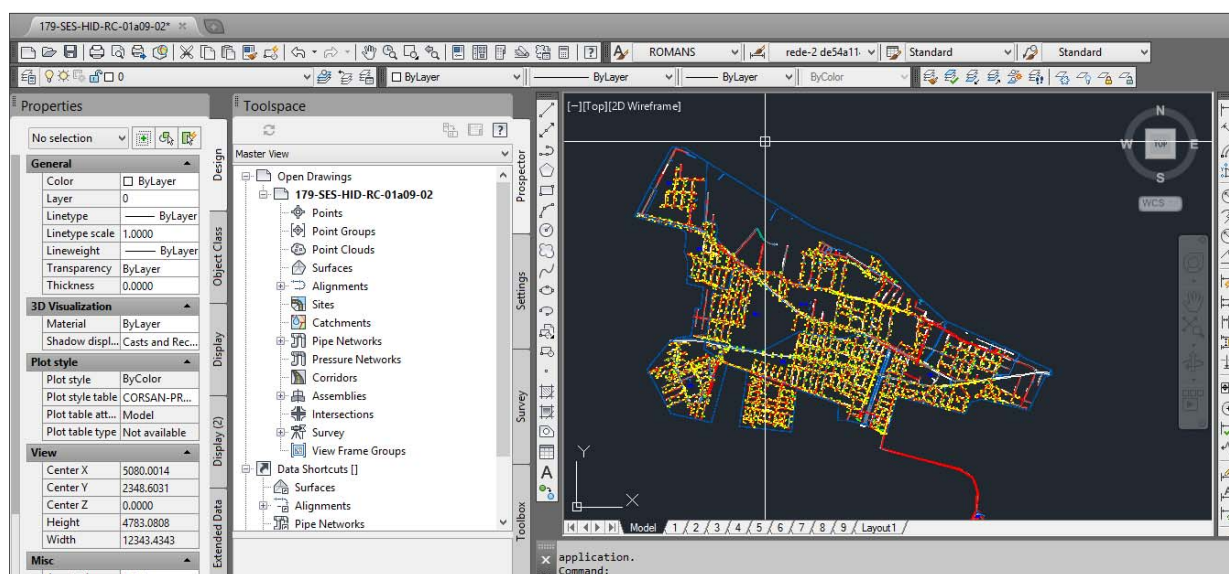


Fig. 2 - Captura de Tela do Software Auto CAD Civil 3D com o Projeto de Execução de Obras em Camobi – SM
Fonte: Da autora

Na sequencia, vai-se a campo para coleta de coordenadas precisas (x,y) e variável (z:altitude) dos pontos com estruturas PV¹ e IT (Terminal de Inspeção). Neste mesmo período todas as estruturas PV são abertas para que sejam coletadas as profundidades de cada uma, assim como se registram as quedas que chegam até esta. Nesta visita é elaborada uma planilha de campo, conforme figura 3, que posteriormente irá auxiliar no trabalho elaborado no Escritório.

A partir de então foi feito o processamento de dados coletados e posteriori elaboração do desenho da rede a ser cadastrada, traçando a base da bacia em questão, que são os pontos de PVS, ITS, RAMAIS e meios- fios. A partir da finalização desta etapa, faz-se a superfície do terreno, traçando alinhamentos e lançando a tubulação, para que em um momento a posteriori sejam adequadas às profundidades das estruturas, quedas de trechos e adequação de tubos, conforme figura 4. Após são lançados os perfis de cada alinhamento.

¹ Os Postos de Visita são estruturas que através de abertura existente em sua parte superior, permite a manutenção do sistema, compreendendo atividades de inspeção, conservação, reparos, desobstrução e limpeza dos condutos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	LEVANTAMENTO DE PROFUNDIDADE DOS POÇOS DE VISITA										
2	OBRA						DATA				
3	POÇO DE VISITA	PROFUNDIDADE	QUEDA PV/PV	PROF.	EXPURGO	CHEGADA ELE	CHEG. RAMAL				
4											
5											
6											

Fig. 3 - Captura de tela do Software Excel com a Planilha modelo de Levantamento de estruturas PV.

Fonte: Da autora

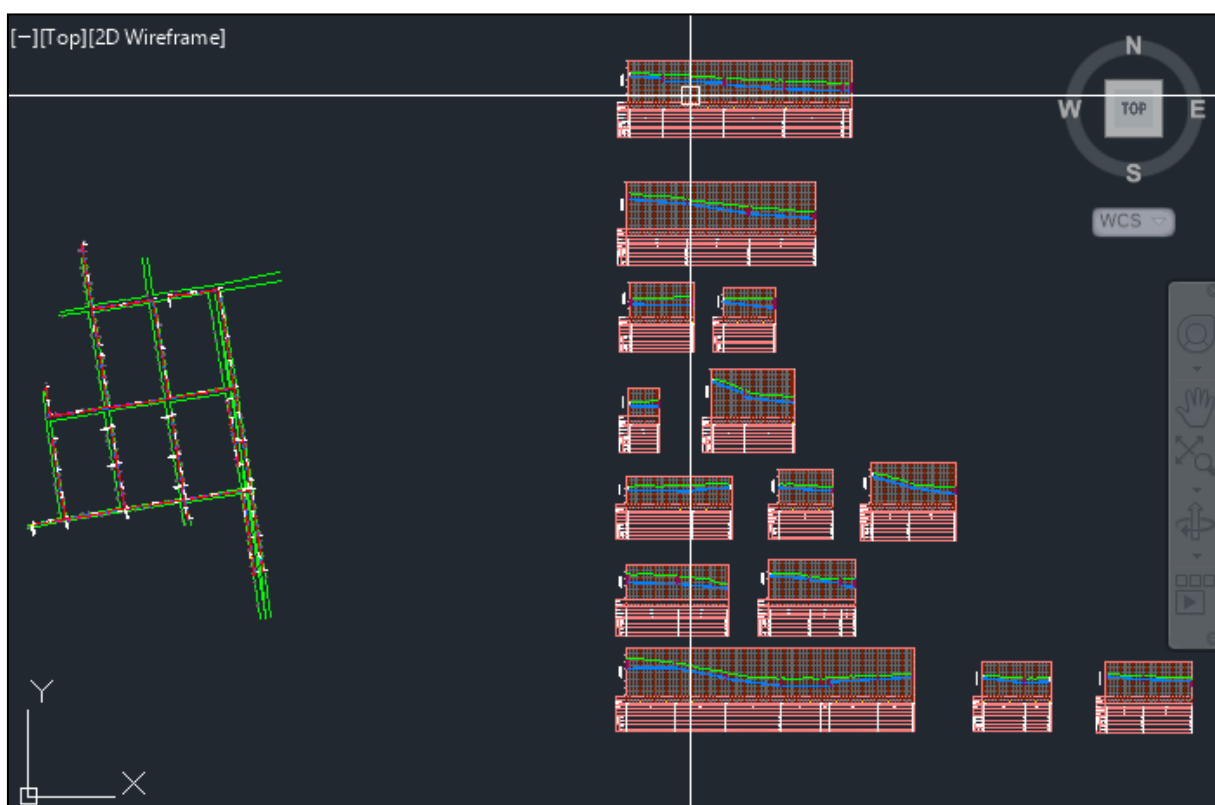


Fig. 4 - Captura de tela de Parte da Bacia Hidrográfica do Bairro Camobi- SM em fase de cadastro.

Fonte: Da autora

Posteriormente, os dados são tabulados no Software Excel, contendo os dados do AutoCAD em uma planilha (figura 5), que visa explicar a real situação da obra executada de maneira simples e que também seja ágil pra quando for elaborada a conferência dos serviços prestados. Estes dados tabulados, assim como plantas do serviço cadastrado, figura 6, são entregues à empresa contratante do serviço e fica também no acervo de arquivos da empresa.

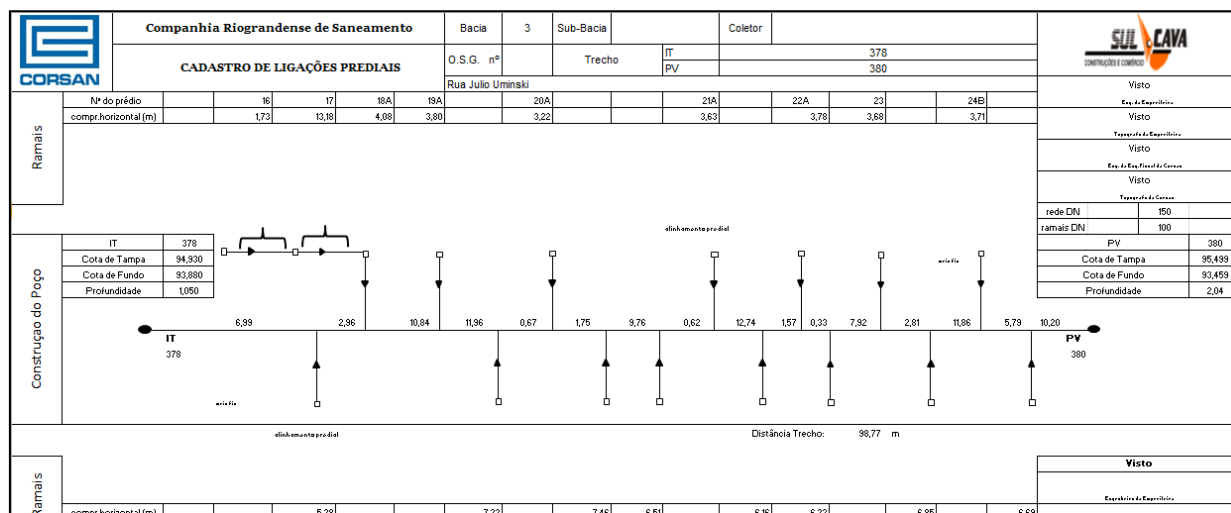


Fig. 5 – Captura de tela da Planilha de Tabulação dos dados de cadastro
Fonte: Da autora

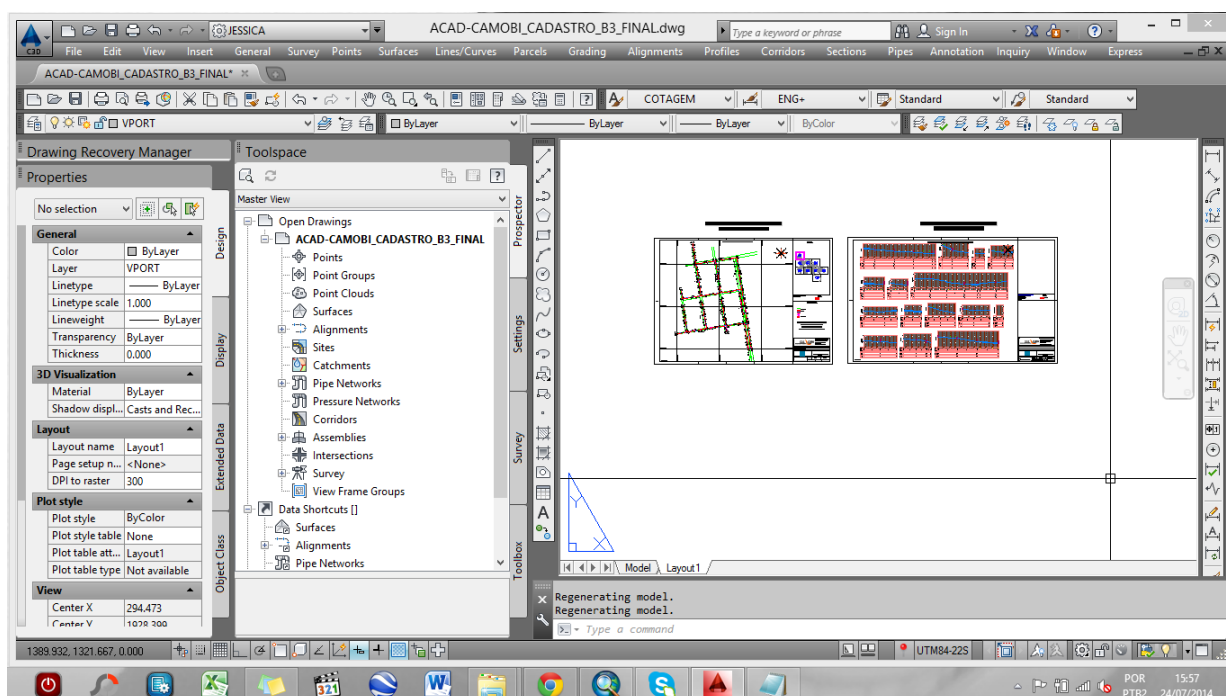


Fig. 6 - Captura de Tela do ambiente Layout com as plantas prontas para serem impressas. Uma delas contendo a planta baixa e a outra os perfis de cada alinhamento
Fonte: Da autora

A elaboração do cadastro das redes coletoras de esgoto foi e é muito importante para que seja possível conhecer a estrutura existente em determinados locais, assim como para que seja viável projetar melhorias para as regiões beneficiadas e também realizar as manutenções preventivas. Para isto foram utilizadas essas diversas etapas de elaboração explanadas anteriormente, que consistiram basicamente em estudos sobre o local a ser cadastrado, idas a campo para coleta de dados e criação dos projetos em escritório, fases estas que exigem demasiada atenção, tempo e dedicação dos manipuladores de equipamentos e dados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização deste trabalho, pode-se concluir que o Cadastro Técnico Multifinalitário aplicado no cadastramento de redes coletoras de esgoto foi de fundamental

importância, pois a partir dele foi possível elaborar o projeto de construção do esgotamento sanitário com maior segurança e precisão, bem como, tornar o processo de estudos futuros em áreas que já foram construídas estruturas de redes de esgotos mais ágil, preciso, seguro e confiável. Por outro lado, a metodologia utilizada na empresa é bastante concisa, aplicando teorias e práticas de Geoprocessamento visando à elaboração do Cadastro de forma adequada às suas necessidades, para que a empresa contratante possa vir utilizar tais dados em momentos de necessidades em reparação da obra, possa ter maior eficiência e economia de tempo e recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACHUT, Theodor J.: **Cadastre as a Basis of General Land Inventory of the Country in Cadastre: Various functions Characteristics, Techniques and Planning of a Land Records System**. Ottawa: National Research Council, 1974.

Esgotamento sanitário: operação e manutenção de redes coletoras de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008.78 p.

Garcia, R. C. **Cadastro Técnico Multifinalitário e os Desafios das Prefeituras**. SIG cidades – SIG aplicado ao ordenamento territorial. Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, RJ (2014).

LOCH, C. **Cadastro Técnico Multifinalitário: Instrumento de Política Fiscal e Urbana in Curso de Cadastro Técnico Multifinalitário**. Brasília - DF: Ministério das Cidades, 2004.

Pereira, C. C. **A importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para elaboração de planos diretores**. Florianópolis, SC (2009).

ROSSINI, C. C. **A segregação na distribuição dos equipamentos de infra-estrutura urbana, na cidade de Santa Maria/RS**. 2005.135f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102734/222659.pdf?sequence=1>> Acesso em: Jul/2014.

PRECISÃO DE COORDENADAS PLANIMÉTRICAS OBTIDAS COM RECEPTORES GNSS L1/L2 DE PONTOS SITUADOS SOB REDES ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO

Planimetric coordinate accuracy obtained with GNSS L1/L2 receivers located in points under high voltage electrical lines

Fernando Luis Hillebrand¹ e Gelson Lauro Dal' Forno²

¹Programa de Pós-Graduação em Geomática - UFSM, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, **email fernandoluis@topographia.com.br**

²Programa de Pós-Graduação em Geomática - UFSM, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, **email gelsmrs@hotmail.com**

RESUMO

O propósito deste trabalho foi investigar e mensurar a possibilidade de haver multicaminhamento pelo efeito corona gerado em linhas elétricas de alta tensão na recepção de sinais GNSS. Foi implantada uma série de onze pontos transversais ao alinhamento longitudinal da linha de transmissão e realizadas avaliações da interferência no posicionamento pelo método relativo com o receptor GNSS portadora L1/L2 Topcon modelo Hiper. Ao realizar o cálculo das discrepâncias entre as coordenadas foi necessário realizar a transformação das coordenadas geodésicas obtidas pelos receptores GNSS para o Sistema Topográfico Local para a compatibilização dos sistemas. Realizando os cálculos concluiu-se que para os métodos de levantamento e os equipamentos geodésicos utilizados neste experimento, em uma linha de transmissão de 69 kV, as discrepâncias constatadas ficaram dentro do desvios-padrões de 17,10 mm admitido ao equipamento receptor GNSS portadora L1/L2, a nível de confiança de 95%.

Palavras-chave: Receptores GNSS, Rede elétrica, Efeito corona.

ABSTRACT

The purpose of this work was investigate and measure the possibility to exist multipath caused by the corona noise generated in high voltage electric lines receiving GNSS signals. A serie was located with eleven transversal points to the longitudinal ranging of the transmission line and valuations was realized about the interferences on positioning by the relative method with the GNSS receiver L1/L2 Topcon Hiper model. Calculating the variances among the coordinates was necessary transform the geodesic coordinates obtained at GNSS receivers to the Local Topographic System, to make the systems compatible. Calculating was possible conclude that to the raising method and the geodesic equipment used in this experiment, in a 69 kV transmission line, the found discrepancies were in the standard deviation of 17,10 mm admitted to equipment GNSS receiver L1/L2, in a 95% confidence level.

Keywords: GNSS receivers, Electric lines, Corona noise.

1. INTRODUÇÃO

O princípio básico para se obter o posicionamento pelo GNSS (*Global Navigation Satellite System*) é a medida das distâncias entre o receptor e, no mínimo, quatro satélites, através do emprego das ondas eletromagnéticas transmitidas, sendo esta informação obtida essencialmente pelo intervalo de tempo da propagação do sinal. Conhecendo as coordenadas dos satélites, em um sistema de referência apropriado, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário no mesmo sistema de referência (Monico, 2008).

As observações GNSS, tal como outras variáveis envolvidas nos processos de medidas, estão sujeitas a enganos, erros aleatórios, sistemáticos (Monico, 2008). A origem do erro pode ser classificada em três grupos, nomeados como: erros relacionados ao satélite, erros

relacionados ao meio de propagação do sinal e erros relacionados ao receptor (Hofmann-Wellenhof et al., 2001).

Durante o percurso da onda eletromagnética entre o satélite e o receptor podem ocorrer interferências no sinal ocasionando consequentemente erros de posicionamento. As fontes de erros poderão ser originadas pelo satélite, na propagação do sinal e no receptor. Dentre estas fontes de erro está o multicaminhamento que pode ser associado a duas fontes, podendo ser classificado como erro relacionado à propagação de sinal e erro relacionado a estação que consiste em algumas distorções, na realidade, efeitos geodinâmicos que devem ser corrigidos. (Monico, 2008). Neste trabalho será classificado como erro relacionado ao receptor, conforme Hofmann-Wellenhof et al. (2001).

Sousa (2005) relata que, no instante da transmissão e recepção dos sinais dos satélites GNSS podem ocorrer interferências, não intencionais, no percurso o que vem a gerar erros sistêmicos. Dentre essas fontes passíveis de causarem erros no posicionamento de pontos, uma, em especial e, talvez a menos estudada, tem sido motivo de preocupação por parte dos profissionais da área. Trata-se da possível interferência do efeito corona, causado pelas linhas de transmissão de energia e que, por gerarem um amplo espectro de frequência poderia afetar a recepção dos sinais de satélites.

Para Wan & Ibrahim (2010) a radiação eletromagnética emitida pelas linhas de transmissão de alta tensão seria a causa mais provável de alguma inconsistência com o método de posicionamento por GNSS. Essa interferência poderia chegar ao receptor GNSS através de alguns elementos do receptor ativo como uma antena. Os efeitos que o ruído elétrico exerce no sistema GNSS serão dependentes do circuito usado. O ruído elétrico poderia causar erros tanto em cada um, como em ambos, medição do tempo do sinal e a fase do sinal. O ruído elétrico se manifestará na forma de um campo elétrico e de um campo magnético em volta dos fios de alta tensão.

Os mesmos autores relatam ainda que a radiação eletromagnética emitida pelas linhas de transmissão de alta tensão seria uma causa provável de alguma inconsistência com o método de posicionamento por GNSS. O ruído elétrico poderia causar erros tanto na medição do tempo do sinal quanto na fase.

No *Earth Observation Magazine* (1995), a *Nov Atel Communications Limited* afirmou que “As linhas de energia afetam primariamente a sessão de RF (*Radiofrequência*) de cada receptor GNSS e como cada fabricante tem diferentes métodos de proteção para tentar minimizar as interferências externas, cada receptor irá reagir diferentemente no ambiente”. Essa preocupação é oficialmente relatada no item 4.3.3. - Erros devido à escolha do ponto, do manual sobre procedimentos para mensurações, elaborado pelo *Department of Transportation of State New Jersey* (2012).

O presente estudo tem como objetivo principal mensurar, avaliar e discutir o erro de posicionamento planimétrico gerado pela interferência do efeito corona, gerado pelo campo eletromagnético das redes elétricas de alta tensão, nos levantamentos geodésicos que utilizam a recepção de sinais através de receptores GNSS das portadoras L1/L2 no modo relativo estático e pós-processado. Como objetivo secundário, quantificar o possível erro de posicionamento planimétrico gerado pela interferência do efeito corona no receptor GNSS L1/L2 sob diferentes sessões de rastreio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As mensurações foram realizadas em uma área localizada às margens da Estrada Municipal Eduardo Duarte, Bairro Tomazetti, na zona urbana do Município de Santa Maria/RS no dia 23 de Julho de 2011.

Na avaliação do possível erro no posicionamento planimétrico quando se empregam receptores GNSS sob redes de alta tensão, foram implantados 11 pontos sob a rede de

transmissão elétrica. Esses pontos estão distribuídos perpendicularmente ao eixo longitudinal da linha, com equidistância de 5,00 m entre eles, cobrindo uma distância de 25,00 m para cada lado do eixo da rede.

Depois de implantados os pontos, foi necessária a determinação das coordenadas planimétricas sem que houvesse a possibilidade da interferência do campo eletromagnético. Para isto foram implantados quatro marcos de apoio imediato situados a uma distância mínima de 110,00 m objetivando que a possibilidade de interferência das torres e dos condutores fosse a mínima possível. Foi realizado o levantamento geodésico dos marcos e, apoiada neles, implantou-se uma poligonal topográfica que serviu de apoio à determinação, por irradiação, das coordenadas planimétricas dos pontos situados sob a rede elétrica.

Posteriormente, os onze pontos foram rastreados com um receptor GNSS portadora L1/L2. As coordenadas geodésicas, assim obtidas, foram transformadas em coordenadas topográficas e, posteriormente, comparadas com as coordenadas planimétricas oriundas da poligonal topográfica. Essa comparação permitiu verificar a discrepância existente entre as duas metodologias empregadas. A figura 1 apresenta um croqui da localização da rede elétrica, dos pontos e dos marcos de apoio da poligonal topográfica.

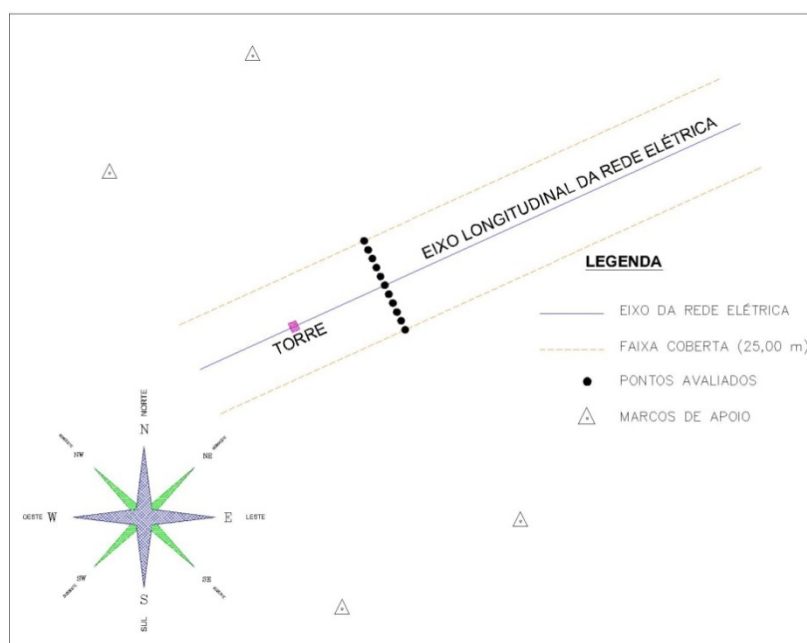


Fig. 1 - Croqui de localização da rede elétrica, pontos e marcos de apoio.

A rede elétrica utilizada nas avaliações experimentais está sob concessão da empresa AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A. A linha apresenta uma tensão nominal de 69 KV, frequência de 60 Hz.

Nos levantamentos geodésicos utilizou-se o posicionamento no modo relativo estático convencional. Os pontos localizados sob a rede elétrica foram coletados com um receptor GNSS de dupla frequência modelo Hiper da marca comercial Topcon com precisão horizontal de 3 mm + 0,5 ppm e a vertical de 5 mm + 0,5 ppm.

No levantamento topográfico foi utilizado a estação total Leica modelo TPS 805, com as características de apresentar, para medição angular no método absoluto contínuo, a resolução de 1" e desvio-padrão de 5" e, para a medição de distâncias com prisma o desvio-padrão é de 2 mm + 2 ppm no programa de medição EDM (*Electronic Distance Meter*).

Na mensuração do campo eletromagnético dos pontos sob a rede elétrica foi utilizado o medidor de campo eletromagnético modelo EM-8000, fabricado pela ICEL-Manaus. O equipamento mede o campo eletromagnético de três eixos (X, Y, Z).

2.1 Levantamento topográfico dos pontos

Com a finalidade de obter as coordenadas planimétricas dos pontos, o levantamento topográfico seguiu as seções 5 e 6 da NBR 13.133 – Execução de Levantamento Topográfico que tratam sobre as condições gerais e específicas dos levantamentos. Inicialmente, foram implantados marcos de concreto para dar apoio à partida e à chegada da poligonal topográfica enquadrada.

Para o cálculo das coordenadas geodésicas dos marcos de apoio foram utilizados dois receptores GNSS, especificações descritas anteriormente, simultaneamente, sendo o primeiro rastreamento nos marcos de apoio de partida da poligonal e o segundo rastreamento nos marcos de apoio de chegada. Para o ajustamento geodésico, foi considerada como base a estação SMAR, pertencente à RBMC. O processamento e ajustamento das coordenadas geodésicas foi realizado pelo software Topcon Tools V. 7.1. Após isto aplicaram-se translações e rotações ao sistema cartesiano ortogonal tridimensional para transformá-lo em um sistema de coordenadas terrestre geodésico local através do software Transgeolocal v. 2.0.

Para o ajustamento da poligonal topográfica enquadrada foi empregado o ajustamento pelo MMQ (Método dos Mínimos Quadrados), sendo utilizado o software TopoEVN 6.6.0.7 da empresa Métrica Tecnologia.

Partindo dos vértices da poligonal topográfica enquadrada, foi realizado a locação de 11 pontos situados sob a rede elétrica. Esses pontos estão representados na figura 2.

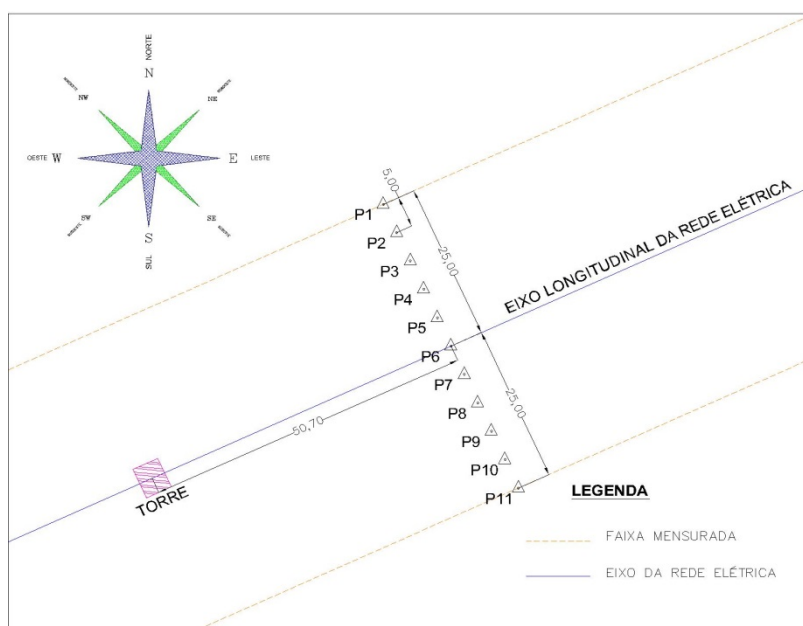


Fig. 2 - Croqui de detalhamento dos pontos implantados abaixo da rede elétrica.

2.2 Levantamento geodésico dos pontos

Visando avaliar a interferência nos sinais GNSS portadora L1/L2, fixou-se uma antena receptora a 1,50 metros de altura e foram levantados os 11 pontos que constituem a amostra. Com o software comercial Topcon Tools V. 7.1., foi realizado o processamento e o ajustamento geodésico dos pontos com o nível de confiança de 68,27%. Este nível foi estabelecido seguindo uma distribuição normal e o desvio padrão fornece uma informação adicional acerca da forma como as observações se distribuem em torno da média, cerca de 68,27% das observações estão contidas no intervalo definido por média ± 1 desvio padrão.

A partir dos dados coletados nos pontos realizaram-se seis simulações de tempos de observação para analisar a apresentação de solução fixa e a possível influência do tempo de

rastreio na compensação da provável influência do campo eletromagnético. Os tempos de rastreio realizados foram: 1, 5, 15, 30, 45 e 60 min de tempo de rastreio de sinal.

2.3 Transformação dos sistemas

Como as coordenadas dos pontos obtidos pelo levantamento topográfico estão em sistema diferente das obtidas pelo levantamento geodésico, não há a possibilidade da análise estatística. Assim, após o levantamento e o processamento geodésico dos pontos pelos receptores apresentados, foi realizada a transformação dos dados que estão em sistema geodésico de coordenadas cartesiano tridimensional para o sistema topográfico local terrestre através do software Transgeolocal v. 2.0. Este software utiliza como fundamentação matemática a transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas topográficas locais, por rotações e translações, na mesma escala.

2.4 Avaliação e análise estatística do erro de posicionamento planimétrico

Para realizar uma comparação adimensional das variáveis envolvidas, foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) e o índice de concordância (c). Para analisar a possibilidade de tendência das coordenadas E e N realizou-se a análise estatística Teste t de Student. As análises estatísticas foram realizadas entre as coordenadas oriundas da poligonal topográfica utilizada para o transporte de coordenadas geodésicas e o levantamento geodésico obtido com diferentes sessões de rastreio por receptor GNSS portadora L1/L2.

Conforme Costa Neto e Oliveira (2002) o coeficiente de correlação linear de Pearson tem a importante propriedade de ser adimensional e de variar entre -1 e +1. No caso de $r = -1$ tem-se um caso de correlação linear negativa perfeita e se $r = +1$ a correlação é linear positiva perfeita. Esse coeficiente permite avaliar o grau de associação entre os valores observados e os valores estimados, sendo representado pela expressão:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e}) (o_i - \bar{o})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2}} \quad (1)$$

r : coeficiente de correlação linear de Pearson;

e_i : i -ésima coordenada proveniente do levantamento geodésico com receptor GNSS portadora L1/L2 (m);

$\bar{e}$: média das coordenadas provenientes do levantamento geodésico com receptor GNSS portadora L1/L2 (m);

o_i : i -ésima coordenada proveniente do levantamento topográfico (m);

$\bar{o}$: média das coordenadas provenientes do levantamento topográfico (m).

Segundo Willmont (1981) o índice de concordância idealiza a amplitude dos erros entre o modelo proposto (valores estimados) e o observado. Este índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, menor a amplitude dos erros. Isto permite avaliar o grau de exatidão entre as variáveis envolvidas. O modelo é representado pela expressão:

$$c = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - o_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|e_i - \bar{o}| + |o_i - \bar{o}|)^2} \quad (2)$$

c : índice de concordância.

A análise de tendência foi realizada utilizando o Teste t de Student. Segundo Galo et al. (2001) apud Soares et al. (2007) as discrepâncias das médias amostrais obtidas em cada uma das

n coordenadas planimétricas, a certo nível de significância $(1 - \alpha)$ e com um grau de liberdade $(n - 1)$, admite-se a não existência de tendência nas direções cartesianas quando o valor calculado $t_{n-1, \alpha/2}$ for inferior ao valor limite $t_{n-1, \alpha/2}$ obtido por meio de tabela, para que os dados estejam livres de erros sistemáticos nas coordenadas E e N. O Teste t de Student é calculado obedecendo as seguintes hipóteses e fórmulas:

Hipótese para a coordenada E:

Se H_0 se $\Delta E = 0$, então a coordenada E não é tendencioso;

Se H_1 se $\Delta E \neq 0$, então a coordenada E é tendencioso.

Hipótese para a coordenada N:

Se H_0 se $\Delta N = 0$, então a coordenada N não é tendencioso;

Se H_1 se $\Delta N \neq 0$, então a coordenada N é tendencioso.

$$|t_{\text{calculado coord E}}| = \frac{\overline{\Delta E} \sqrt{n}}{\sigma_E} \quad (3)$$

$|t_{\text{calculado coord E}}|$: t calculado para o Teste t de Student a coordenada E;

$\overline{\Delta E}$: média das discrepâncias para a coordenada E (m);

n : número de observações;

σ_E : desvio-padrão para a discrepância da coordenada E (m).

$$|t_{\text{calculado coord N}}| = \frac{\overline{\Delta N} \sqrt{n}}{\sigma_N} \quad (4)$$

$|t_{\text{calculado coord N}}|$: t calculado para o Teste t de Student a coordenada N;

$\overline{\Delta N}$: média das discrepâncias para a coordenada N (m);

σ_N : desvio-padrão para a discrepância da coordenada N (m).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Quantificação do campo elétrico gerado pela rede elétrica

Foi mensurado o campo elétrico gerado pelas linhas de transmissão e gerou-se um gráfico ilustrativo do comportamento do campo elétrico, figura 3.

Para verificar a amplitude gerada pelo efeito corona transversalmente ao alinhamento da linha de transmissão, utilizou-se o eixo cartesiano Z. Observa-se que no ponto 6 (eixo da rede) temos um campo eletromagnético mínimo e conforme afasta-se, ocorre um acréscimo exponencial chegando ao máximo nos pontos 4 e 8 (10 metros distante do eixo) e na sequência ocorre o declínio chegando novamente em valores mínimos nos pontos 1 e 11 (25 metros distante do eixo).

3.2 Cálculos dos erros de posicionamento nas coordenadas mensuradas com receptor GNSS portadora L1/L2

As coordenadas dos pontos situados sob a rede elétrica e suas discrepâncias, mensuradas pelos levantamentos topográfico e geodésico, são apresentadas nas tabelas de 1 a 5. As médias e desvios-padrões apresentados a seguir foram calculados com os valores das discrepâncias, sendo apresentado resultados somente de 5 pontos escolhidos em função do gráfico do comportamento elétrico transversal a linha de transmissão de energia, utilizando como critério os pontos em que observou-se mudança de comportamento do campo eletromagnético gerado pela linha de transmissão.

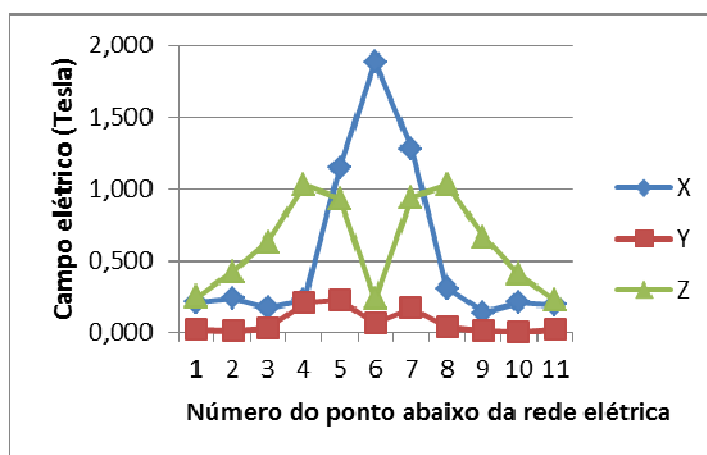


Fig. 3 - Campo elétrico mensurado nos pontos localizados abaixo da rede elétrica nos eixos cartesianos X, Y e Z.

Tab. 1 - Discrepância entre as coordenadas topográficas e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL para o ponto 1.

Sessão (min)	Levantamento Topográfico		Levantamento geodésico		Discrepâncias		
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔEN (m)
1	1129,274	965,458	1129,265	965,457	0,009	0,001	0,009
5	1129,274	965,458	1129,267	965,466	0,007	-0,008	0,011
15	1129,274	965,458	1129,266	965,462	0,008	-0,004	0,009
30	1129,274	965,458	1129,266	965,461	0,008	-0,003	0,009
45	1129,274	965,458	1129,267	965,460	0,007	-0,002	0,007
60	1129,274	965,458	1129,266	965,460	0,008	-0,002	0,008
Média	---	---	---	---	0,008	-0,003	0,009
σ	---	---	---	---	0,001	0,003	0,001

Tab. 2 - Discrepância entre as coordenadas topográficas e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL para o ponto 4.

Sessão (min)	Levantamento Topográfico		Levantamento geodésico		Discrepâncias		
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔEN (m)
1	1135,525	951,831	1135,513	951,895	0,012	-0,064	0,065
5	1135,525	951,831	1135,511	951,791	0,014	0,040	0,042
15	1135,525	951,831	1135,528	951,762	-0,003	0,069	0,069
30	1135,525	951,831	1135,518	951,833	0,007	-0,002	0,007
45	1135,525	951,831	1135,524	951,846	0,001	-0,015	0,015
60	1135,525	951,831	1135,522	951,835	0,003	-0,004	0,005
Média	---	---	---	---	0,006	0,004	0,034
σ	---	---	---	---	0,007	0,046	0,029

Tab. 3 - Discrepância entre as coordenadas topográficas e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL para o ponto 6.

Sessão (min)	Levantamento Topográfico		Levantamento geodésico		Discrepâncias		
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔEN (m)
1	1139,692	942,740	1139,690	942,739	0,002	0,001	0,002
5	1139,692	942,740	1139,655	942,708	0,037	0,032	0,049
15	1139,692	942,740	1139,687	942,749	0,005	-0,009	0,010
30	1139,692	942,740	1139,685	942,730	0,007	0,010	0,012
45	1139,692	942,740	1139,693	942,744	-0,001	-0,004	0,004
60	1139,692	942,740	1139,690	942,738	0,002	0,002	0,003
Média	---	---	---	---	0,009	0,005	0,013
σ	---	---	---	---	0,014	0,015	0,018

Tab. 4 - Discrepância entre as coordenadas topográficas e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL para o ponto 8.

Sessão (min)	Levantamento Topográfico		Levantamento geodésico		Discrepâncias		
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔEN (m)
1	1143,860	933,647	1143,838	933,623	0,022	0,024	0,033
5	1143,860	933,647	1143,866	933,650	-0,006	-0,003	0,007
15	1143,860	933,647	1143,841	933,617	0,019	0,030	0,036
30	1143,860	933,647	1143,858	933,649	0,002	-0,002	0,003
45	1143,860	933,647	1143,861	933,644	-0,001	0,003	0,003
60	1143,860	933,647	1143,862	933,654	-0,002	-0,007	0,007
Média	---	---	---	---	0,006	0,008	0,015
σ	---	---	---	---	0,012	0,016	0,015

Tab. 5 - Discrepância entre as coordenadas topográficas e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL para o ponto 11.

Sessão (min)	Levantamento Topográfico		Levantamento geodésico		Discrepâncias		
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔEN (m)
1	1150,117	920,002	1150,118	920,026	-0,001	-0,024	0,024
5	1150,117	920,002	1150,123	919,989	-0,006	0,013	0,014
15	1150,117	920,002	1150,111	920,004	0,006	-0,002	0,006
30	1150,117	920,002	1150,116	920,005	0,001	-0,003	0,003
45	1150,117	920,002	1150,119	920,004	-0,002	-0,002	0,003
60	1150,117	920,002	1150,118	920,011	-0,001	-0,009	0,009
Média	---	---	---	---	-0,001	-0,005	0,010
σ	---	---	---	---	0,004	0,012	0,008

Sabe-se que a precisão horizontal do receptor GNSS portadora L1/L2 utilizado, consiste em um desvio-padrão linear de 3 mm + 0,5 ppm. Logo para os 11 pontos avaliados o erro linear

admitido em um nível de confiança de 68,27% é de 6,84 mm e para um nível de confiança de 95% seria de 17,10 mm.

Tab. 6 - Distribuição numérica e percentagem das discrepâncias ΔEN sob diferentes sessões de rastreamento aos níveis de confiança 68,75% e 95%.

Sessões de rastreamento (min)	Nível de confiança			
	$\alpha = 68,75\%$		$\alpha = 95\%$	
	n*	%	n*	%
1	3	27,27	7	63,63
5	4	36,36	7	63,63
15	2	18,18	7	63,63
30	6	54,54	9	81,81
45	6	54,54	9	81,81
60	7	63,63	11	100,00

* quantidades de discrepâncias dentro do nível de confiança

3.3 Tratamentos estatísticos dos resultados nas coordenadas mensuradas com receptor GNSS portadora L1/L2

Para obter uma avaliação adimensional referente ao grau de associação entre as variáveis envolvidas, foi empregado o coeficiente de correlação de Pearson (r) para as coordenadas E e N entre as diferentes sessões de rastreamento. Nessa análise o r apresentou valor +1 para as coordenadas E e N para todas as sessões de rastreamento (1 min, 5 min, 15 min, 30 min, 45 min e 60 min) em todos os pontos. Isso significa que há uma perfeita correlação linear positiva entre as amostras.

Outra avaliação adimensional realizada refere-se ao grau de exatidão entre as variáveis envolvidas. Ela está relacionada aos valores estimados e observados através do índice de concordância (c) para as coordenadas E e N, entre as diferentes sessões de rastreamento. Neste cálculo o c apresentou valor +1 em todos os períodos de rastreamento para as coordenadas E e N. Isto significa que há uma mínima amplitude dos erros entre os dados propostos e os observados.

Para análise estatística de tendência que auxilia na verificação de ocorrência de erros sistemáticos nos resultados obtidos, foi aplicado o Teste t de Student.

Tab. 7 - Discrepâncias entre as coordenadas topográficas e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL do receptor GNSS portadora L1/L2 em diferentes sessões de rastreamento para os 11 pontos.

Sessão de rastreamento (min)	Discrepâncias (m) em relação à média		Discrepâncias (m) em relação ao desvio-padrão	
	ΔE	ΔN	ΔE	ΔN
1	0,009	-0,001	0,020	0,040
5	-0,007	0,002	0,028	0,027
15	0,005	0,009	0,007	0,024
30	0,006	-0,005	0,005	0,019
45	0,002	-0,006	0,005	0,011
60	0,002	-0,004	0,004	0,003

Com os dados da tabela 7 realizou-se o Teste t de Student ao nível de significância ($\alpha/2$) com $\alpha = 10\%$ e com 11 amostras e 1 grau de liberdade. Caso o $|t_{\text{calculado}}|$ seja menor ou igual que t_{tabelado} , aceita-se a hipótese H_0 , ou seja, não há presença de tendência a erros sistemáticos. As tabelas 8 e 9 apresentam os resultados das análises estatísticas:

Tab. 8 - Resultado do Teste t de Student para as coordenadas topográficas t e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL para os 11 pontos, ao nível de 90% de probabilidade.

Sessões de rastreio (min)	t calculado	t tabelado	Rejeição/aceitação da hipótese H_0
1	1,494	1,812	Aceita
5	0,788	1,812	Aceita
15	2,204	1,812	Rejeita
30	3,780	1,812	Rejeita
45	1,364	1,812	Aceita
60	1,923	1,812	Rejeita

Tab. 9 - Resultado do Teste t de Student para as coordenadas topográficas u e as coordenadas geodésicas transformadas ao STL para os 11 pontos, ao nível de 90% de probabilidade.

Sessões de rastreio (min)	t calculado	t tabelado	Rejeição/aceitação da hipótese H_0
1	0,061	1,812	Aceita
5	0,236	1,812	Aceita
15	1,232	1,812	Aceita
30	0,805	1,812	Aceita
45	1,934	1,812	Rejeita
60	3,627	1,812	Rejeita

Como o que realmente interessa é saber se a resultante possui erro sistemático (EN) é possível concluir que só podem ser aceitas como isentas de tendência ao erro sistemático às observações feitas com um minuto e com cinco minutos de tempo de rastreio.

Como era de se esperar, a presença de tendências nos resultados é inerente ao sistema GNSS. Esta afirmação é abordada por Alsaman (2001) que mostra um contraponto analisando se as linhas de energia de alta tensão de 380 kV causariam distúrbios aos dados GNSS observados e, consequentemente nos resultados do posicionamento. Logo, concluiu que não haveria risco de interferência do sinal para o posicionamento relativo estático.

Além disso, é possível inferir dos resultados dos testes que, quanto menor o tempo de rastreio, menor é o número de amostras e maior é a dispersão dos valores em torno da coordenada do ponto tomada como verdadeira. Assim, as discrepâncias provenientes dos erros aleatórios são maiores do que as produzidas pelos erros sistemáticos, o que acarreta uma “camuflagem” dos mesmos.

Já, quando do emprego de um tempo maior de rastreio, têm-se erros aleatórios pequenos o que permite a constatação de tendências produzidas pelos erros sistemáticos.

Assim, analisando os resultados estatísticos obtidos, descritos anteriormente, verifica-se que não ocorrem erros sistemáticos significativos, superiores aos inerentes ao sistema GNSS, devido ao multicaminhamento dos sinais GNSS e a influência eletromagnética sob redes elétricas de alta tensão (69 kV).

4. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos, as principais conclusões são:

- i) A metodologia empregada permite a verificação da influência do efeito corona, gerado em redes elétricas de alta tensão, na exatidão das coordenadas planimétricas de pontos situados sobre elas, quando obtidas com receptor GNSS portadora L1/L2;
- ii) Quando do emprego da metodologia e, para o equipamento usado, não se detecta influência significativa na exatidão das coordenadas desses pontos devido ao efeito corona ou de

qualquer efeito eletromagnético gerados em redes elétricas de alta tensão de 69 kV, quando se considera a característica do equipamento e a sua precisão nominal fornecida pelo fabricante;

iii)O aumento do tempo da sessão de rastreamento para o receptor GNSS portadora L1/L2, neste caso, não mostra um comportamento coerente com o sugerido e esperado de melhoria da precisão do posicionamento planimétrico, o que recomenda sempre uma análise do RMS das observações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSALMAN, A. S. A. **Effects of electric power lines on the accuracy of GPS positioning.** Survey Review, 2001.

COSTA NETO, PEDRO LUIZ DE OLIVEIRA. **Estatística.** 3ª edição, São Paulo: Editora Blücher, 2002, 266 p.

Department of Transportation of State New Jersey, **Survey Manual: Chapter 4 – GPS Surveys**, Disponível em: <<http://www.state.nj.us/transportation/eng/documents/survey/Chapter4.shtm>>, State of New Jersey, 2002-2012. Acesso em: 07 de junho de 2012.

GALO, M; DAL POZ, A. P; FERREIRA, F.M. **Uso de feições no controle de qualidade em cartografia.** Anais do XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre, RS, 2001, p 7-12. **GPS Questions and Answers.** Earth Observation Magazine. Outubro de 1995. 4(10): 55. Disponível em: <http://www.eomonline.com/Common/Archives/1995oct/95oct_gps.html>. Acesso em: 01 de dezembro de 2011.

HOFMANN-WELLENHOF, B. **Global positioning system: theory and practice.** New York: Springer-Verlag Wien, 2001, 382 p.

MONICO, JOÃO FRANCISCO GALERA. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações.** 2. ed., São Paulo: Ed. UNESP, 2008.

SOARES, SALOMÃO; BERRÊDO, ROBERTO COELHO DE; ATAÍDE, AGNALDO MORAIS; FERREIRA, IGOR LACERDA. **Avaliação de mapas urbanos produzidos a partir de imagens orbitais de alta resolução.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, SC, 2007, INPE, p. 679-685.

SOUSA, CARLOS R. M. DE. **GPS: Uma análise do sistema e de potenciais fontes de interferência.** 2005. 90p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, 2005.

WAN, AZIZ; IBRAHIM, FATAH. **Assessing the Performance of MyRTKnet: Observations beneath High Voltage Power Lines.** Department of Geomatic Engineering, Faculty of Geoinformation Science & Engineering, University Technology Malaysia, Malaysia, 2010. Disponível em: <http://mapasia.org/2010/proceeding/pdf/PN-109_d.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2011.

WILLMONT, C. J.: On the validation of models. **Physical Geography.** V. 2, N. 2, p. 184 – 194, 1981.

ANÁLISE DAS DISTORÇÕES DO SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA UTM EM DIFERENTES POSIÇÕES DENTRO DO FUSO E ALTITUDES ELIPSODAIS

*Analysis of UTM cartographic projection system distortions in different positions
in the spindle and ellipsoidal heights*

Gabriel Schneider¹, Fernando Luis Hillebrand², Marco Ivan Rodrigues Sampaio³ e Gelson Lauro Dal' Forno⁴

¹Graduação em Agronomia - UFSM, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, **email gabriel@topographia.com.br**

²Programa de Pós-Graduação em Geomática - UFSM, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, **email fernandoluis@topographia.com.br**

³Programa de Pós-Graduação em Geomática - UFSM, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, **email sammarco18@hotmail.com**

⁴Programa de Pós-Graduação em Geomática - UFSM, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, **email gelsmrs@hotmail.com**

RESUMO

Nas mensurações em que o elipsóide é projetado sobre um plano de projeção, esta sofre distorções nas distâncias, ângulos e consequentemente nas áreas. Uma destas deformações é representada pelo fator de redução “fr” que reproduz uma distorção da distância horizontal, única e exclusivamente em função da altitude elipsoidal. Outra deformação é quando projetamos o elipsóide sobre um plano de projeção e a partir disto obtemos o fator de escala “k” que influencia na projeção das distâncias elipsoidais para as distâncias cartográficas. Neste trabalho analisamos as distorções causadas pelo fator “k” que varia conforme sua posição dentro do fuso, ou seja, depende da latitude, da longitude, do meridiano central e do k_0 de cada projeção e também analisamos as distorções causadas em função do “fr” que varia em função da altitude média elipsoidal da medição. Em todas as situações ocorreram variações nas distorções de áreas que variaram em reduções na ordem de 0,0886% e ampliações em 0,1369% no comparativo entre as áreas cartográficas UTM e o plano topográfico local sob diferentes altitudes.

Palavras-chave: Fator de escala “k”; Fator de redução “fr”; Distorção.

ABSTRACT

In measurements that the ellipsoid is projected on a projection plane, it suffer distance and angles distortions and consequently, areas distortions. One of these deformations is represented by the “fr” reduction factor that reproduce a horizontal distance distortion, solely in function of ellipsoidal height. Another deformation is when we project the ellipsoid on a projection plane and from this we obtain the scale factor “k” that influences the ellipsoidal distances projection to the cartographic distances. In this task was analyzed the distortions caused by the “k” factor that changes according its position in the spindle, which is depends of latitude, longitude, central meridian and k_0 of each projection, and also was analyzed the distortions caused in terms of “fr” that varies in function of ellipsoidal average height of the measurement. In all cases there were variations in areas distortions that changes in reductions in order of 0,0886% and extension in 0,1369% in comparison between the UTM cartographic areas and the topographic local plane from different heights.

Keywords: “k” scale factor, “fr” reduction factor, distortion.

1. INTRODUÇÃO

Com a intensificação da utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) como ferramenta para regularização e organização fundiária, ocorre uma necessidade crescente das

mensurações serem georreferenciados a um sistema de referenciamento global e a partir das coordenadas obtidas, serem projetados para um sistema cartográfico.

O decreto-lei nº 243/1967 estabelece que o Sistema Cartográfico Nacional é o UTM (Universal Transversa de Mercator). Já no Manual Técnico de Posicionamento: Georreferenciamento de Imóveis Rurais publicado pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) estabelece que as coordenadas deverão estar referenciadas dentro de um sistema cartesiano geocêntrico e a partir disto poderão ser convertidas para o sistema de projeção cartográfica UTM. Porém, na elaboração das peças técnicas (plantas e memoriais descritivos) as distâncias e áreas deverão ser efetuados dentro do PTL (Plano Topográfico Local).

A representação da superfície geométrica da Terra, denominado de elipsóide, sobre uma superfície plana ocasionará deformações e distorções nos ângulos, distâncias e áreas. No sistema UTM o cilindro de projeção envolvente é secante e dentro de cada fuso teremos distâncias que, partindo do elipsóide, sofrerão reduções ou ampliações na projeção sobre o cilindro UTM (França e Uhlmann, 2007). Estas alterações podem ser representadas a partir do fator de escala “k” que estabelece uma relação entre distância UTM e a distância elipsoidal, apresentado na figura 1. Este fator de escala é variável conforme o afastamento em relação ao meridiano central. Desta forma distâncias medidas no elipsóide para serem projetadas necessariamente deverão serem multiplicados pelo fator de escala “k” daquela determinada região (Corrêa, 2012).

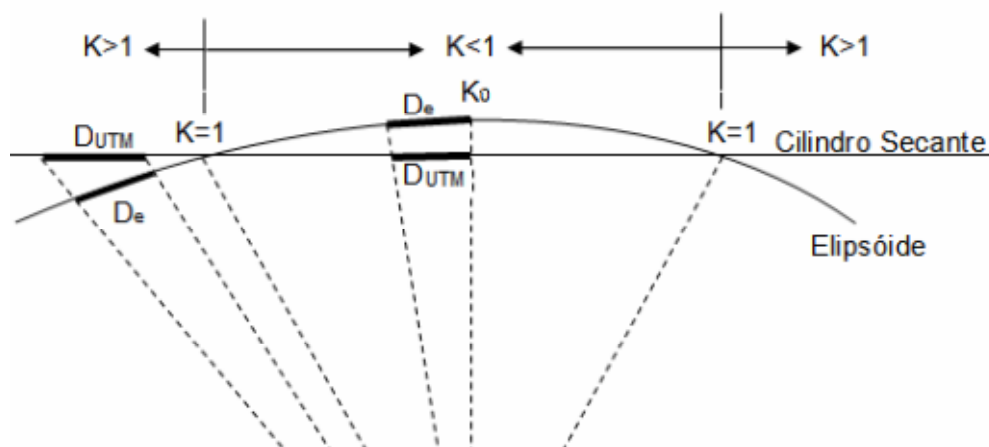


Fig. 1 - Fator de escala “k”.

Fonte: França e Uhlmann (2007).

Ocorre também, por muitas vezes, que o elipsóide está distante da superfície terrestre onde é realizada a medição. França e Uhlmann (2007) esclarecem que no momento em que se realiza a conversão da distância do plano topográfico horizontal para o elipsóide é necessário usar um fator de redução “fr” sendo variável ainda em função da altitude média elipsoidal da mensuração.

O objetivo principal deste trabalho é avaliar o impacto das distorções no resultado final, ou seja, no cálculo de áreas. Esta deformação causada pelo fator “k” será averiguada em quatro posições críticas dentro do fuso e as distorções causadas pelo fator “fr” provenientes da variação de altitudes elipsoidais, será avaliado as encontradas no Rio Grande do Sul.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada a construção de polígonos onde foi definido, em cada caso, um ponto central e em volta desse ponto, construiu-se um quadrado de lado equivalente a 54 minutos. Esse valor de lado garante poligonais perfeitamente adequadas ao PTL, ou seja, com lados inferiores a

100 km. Cada poligonal é constituída de quatro (4) pontos.

Estes polígonos foram criados em regiões específicas do fuso onde ocorrem as maiores deformações. Foi gerado um polígono junto ao bordo do fuso 22S ($k_0 > 1$), um polígono em uma das duas linhas de secância (linhas paralelas ao meridiano central) ($k_0 = 1$), um polígono abrangendo o meridiano central (51°) ($k_0 < 1$) e por último um polígono extrapolando os limites do fuso 22S, apresentados na figura 2.

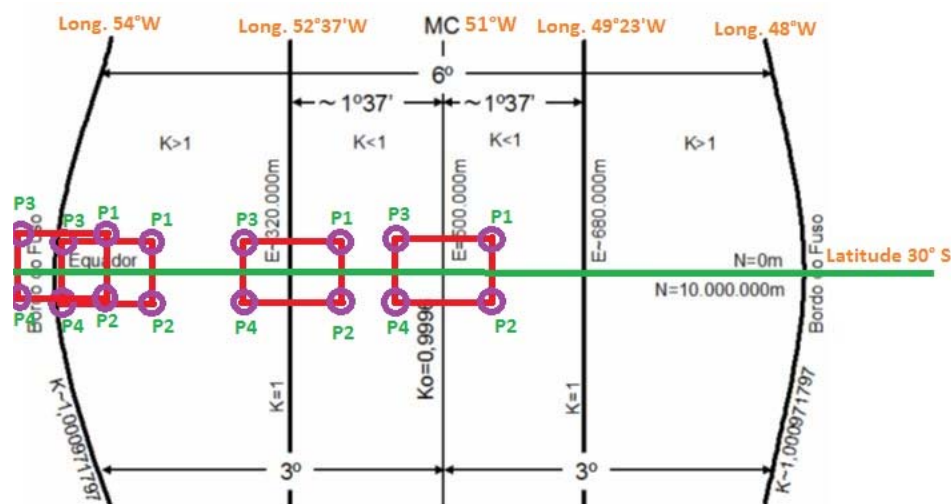


Fig. 2 - Definição das poligonais no fuso 22S.

Fonte: o autor.

Assim, as tabelas 1 a 4 delimitam as coordenadas geodésicas dos vértices das poligonais utilizadas para os cálculos.

Tab. 1 – Coordenadas geodésicas dos pontos da poligonal localizada no centro do fuso 22S, no entorno do meridiano central (ponto de origem Long. $51^\circ00'00''$ W)

Pontos	Latitude	Longitude
1	$29^\circ33'00''$ S	$50^\circ33'00''$ W
2	$30^\circ27'00''$ S	$50^\circ33'00''$ W
3	$29^\circ33'00''$ S	$51^\circ27'00''$ W
4	$30^\circ27'00''$ S	$51^\circ27'00''$ W

Tab. 2 – Coordenadas geodésicas dos pontos da poligonal localizada na linha de secância que se situa a Oeste do meridiano central do fuso 22 S (ponto de origem Long. $52^\circ37'00''$ W)

Pontos	Latitude	Longitude
1	$29^\circ33'00''$ S	$52^\circ10'00''$ W
2	$30^\circ27'00''$ S	$52^\circ10'00''$ W
3	$29^\circ33'00''$ S	$53^\circ04'00''$ W
4	$30^\circ27'00''$ S	$53^\circ04'00''$ W

Tab. 3 – Coordenadas geodésicas dos pontos da poligonal localizada no bordo Oeste do fuso 22S (ponto de origem Long. $53^\circ33'00''$ W)

Pontos	Latitude	Longitude
1	$29^\circ33'00''$ S	$53^\circ06'00''$ W
2	$30^\circ27'00''$ S	$53^\circ06'00''$ W
3	$29^\circ33'00''$ S	$54^\circ00'00''$ W
4	$30^\circ27'00''$ S	$54^\circ00'00''$ W

Tab. 4 – Coordenadas geodésicas dos pontos da poligonal localizada no bordo Oeste do fuso 22S e que extrapola o mesmo (ponto de origem Long. 54°00'00"W)

Pontos	Latitude	Longitude
1	29°33'00"S	53°33'00"W
2	30°27'00"S	53°33'00"W
3	29°33'00"S	54°27'00"W
4	30°27'00"S	54°27'00"W

Em sequência, as coordenadas geodésicas das poligonais foram transformadas em coordenadas planas no sistema de projeção cartográfica UTM. Para haver um comparativo na mensuração das deformações, as coordenadas geodésicas também foram transformadas para o PTL utilizando diferentes altitudes elipsoidais para os pontos. As altitudes elipsoidais empregadas foram: 0, 100, 200, 300, 400, 500 e 600 metros. Assim, cada poligonal foi transformada 7 vezes, alterando-se apenas a altitude dos pontos. A transformação utilizou a metodologia da matriz de rotação e translação proposta por Dal' Forno et al. (2010) e também adotada no Manual Técnico de Posicionamento: Georreferenciamento de Imóveis Rurais publicado pelo INCRA.

Na posse destes dados, foram realizados os cálculos de áreas que constituem as poligonais através da aplicação da fórmula de Gauss. O formulário foi aplicado individualmente para cada poligonal.

3. RESULTADOS E DICUSSÃO

As discrepâncias entre as áreas calculadas no sistema de coordenadas UTM e o sistema de coordenadas no PTL as diferentes altitudes médias elipsoidais estão apresentadas nas tabelas 5 a 12:

Tab. 5 – Cálculo das áreas da poligonal situada no centro do fuso 22S (ponto de origem Long. 51°00'00"W).

Sistema de Coordenadas	Áreas (m²)	Áreas (ha)
Sistema de Coordenadas UTM	8.656.533.067,394	865.653,307
PTL (Altitude elipsoidal 0 metro)	8.662.570.462,575	866.257,046
PTL (Altitude elipsoidal 100 metros)	8.662.842.513,362	866.284,251
PTL (Altitude elipsoidal 200 metros)	8.663.114.618,472	866.311,462
PTL (Altitude elipsoidal 300 metros)	8.663.386.721,026	866.338,672
PTL (Altitude elipsoidal 400 metros)	8.663.658.884,398	866.365,888
PTL (Altitude elipsoidal 500 metros)	8.663.930.952,276	866.393,095
PTL (Altitude elipsoidal 600 metros)	8.664.203.117,703	866.420,312

Tab. 6 – Cálculo das áreas da poligonal situada na linha de secância que se situa a Oeste do meridiano central do fuso 22S (ponto de origem Long. 52°37'00"W)

Sistema de Coordenadas	Áreas (m²)	Áreas (ha)
Sistema de Coordenadas UTM	8.661.729.718,954	866.172,972
PTL (Altitude elipsoidal 0 metro)	8.662.570.462,575	866.257,046
PTL (Altitude elipsoidal 100 metros)	8.662.842.513,362	866.284,251
PTL (Altitude elipsoidal 200 metros)	8.663.114.618,472	866.311,462
PTL (Altitude elipsoidal 300 metros)	8.663.386.721,026	866.338,672
PTL (Altitude elipsoidal 400 metros)	8.663.658.884,398	866.365,888
PTL (Altitude elipsoidal 500 metros)	8.663.930.952,276	866.393,095
PTL (Altitude elipsoidal 600 metros)	8.664.203.117,703	866.420,312

Tab. 7 – Cálculo das áreas da poligonal situada no bordo Oeste do fuso 22S (ponto de origem Long. 53°33'00"W)

Sistema de Coordenadas	Áreas (m ²)	Áreas (ha)
Sistema de Coordenadas UTM	8.669.468.428,551	866.946,843
PTL (Altitude elipsoidal 0 metro)	8.662.570.462,575	866.257,046
PTL (Altitude elipsoidal 100 metros)	8.662.842.513,362	866.284,251
PTL (Altitude elipsoidal 200 metros)	8.663.114.618,472	866.311,462
PTL (Altitude elipsoidal 300 metros)	8.663.386.721,026	866.338,672
PTL (Altitude elipsoidal 400 metros)	8.663.658.884,398	866.365,888
PTL (Altitude elipsoidal 500 metros)	8.663.930.952,276	866.393,095
PTL (Altitude elipsoidal 600 metros)	8.664.203.117,703	866.420,312

Tab. 8 – Cálculo das áreas da poligonal situada no bordo Oeste do fuso 22S e que extrapola o mesmo (ponto de origem Long. 54°00'00"W)

Sistema de Coordenadas	Áreas (m ²)	Áreas (ha)
Sistema de Coordenadas UTM	8.674.442.391,697	867.444,239
PTL (Altitude elipsoidal 0 metro)	8.662.570.462,575	866.257,046
PTL (Altitude elipsoidal 100 metros)	8.662.842.513,362	866.284,251
PTL (Altitude elipsoidal 200 metros)	8.663.114.618,472	866.311,462
PTL (Altitude elipsoidal 300 metros)	8.663.386.721,026	866.338,672
PTL (Altitude elipsoidal 400 metros)	8.663.658.884,398	866.365,888
PTL (Altitude elipsoidal 500 metros)	8.663.930.952,276	866.393,095
PTL (Altitude elipsoidal 600 metros)	8.664.203.117,703	866.420,312

Tab. 9 – Diferenças entre as áreas encontradas nos diferentes sistemas de coordenadas e altitudes da poligonal situada no centro do fuso 22S (ponto de origem Long. 51°00'00"W)

Sistemas de coordenadas	Diferenças de área (m ²)	Porcentagem (%)
UTM - Local (Altitude 0)	-6.037.395,181	-0,0697
UTM - Local (Altitude 100)	-6.309.445,969	-0,0728
UTM - Local (Altitude 200)	-6.581.551,079	-0,0760
UTM - Local (Altitude 300)	-6.853.653,632	-0,0791
UTM - Local (Altitude 400)	-7.125.817,005	-0,0823
UTM - Local (Altitude 500)	-7.397.884,882	-0,0854
UTM - Local (Altitude 600)	-7.670.050,310	-0,0886

Tab. 10 – Diferenças entre as áreas encontradas nos diferentes sistemas de coordenadas e altitudes da poligonal situada na linha de secância que se situa a Oeste do meridiano central do fuso 22S (ponto de origem Long. 52°37'00"W)

Sistemas de coordenadas	Diferenças de área (m ²)	Porcentagem (%)
UTM - Local (Altitude 0)	-840.743,621	-0,0097
UTM - Local (Altitude 100)	-1.112.794,408	-0,0128
UTM - Local (Altitude 200)	-1.384.899,518	-0,0160
UTM - Local (Altitude 300)	-1.657.002,072	-0,0191
UTM - Local (Altitude 400)	-1.929.165,444	-0,0223
UTM - Local (Altitude 500)	-2.201.233,322	-0,0254
UTM - Local (Altitude 600)	-2.473.398,749	-0,0286

Analisando os resultados obtidos nas tabelas apresentadas acima e comparando os resultados entre elas, constata-se:

i. Nas tabelas 5 e 9 verifica-se que quanto mais perto do centro de um fuso (meridiano central) estiverem os pontos de uma poligonal maior será a diferença entre a área encontrada no

sistema de coordenadas UTM e o sistema plano topográfico local, pois no meridiano central o fator de escala é igual a 0,9996 ($k=0,9996$), e isto significa que as medidas no sistema plano topográfico local para ser transformada para o sistema UTM devem ser multiplicadas pelo fator de escala “k”. Entre as duas linhas de secância de um fuso é uma região de redução, ou seja, a área no plano topográfico local é maior do que a área no sistema UTM. Assim pode-se dizer que nesta dada região os levantamentos que usam coordenadas no sistema UTM descrevem uma área menor do que a realidade do local, e quanto maior a altitude em que se encontra este levantamento maior é esta diferença;

Tab. 11 – Diferenças entre as áreas encontradas nos diferentes sistemas de coordenadas e altitudes da poligonal situada no bordo Oeste do fuso 22S (ponto de origem Long. 53°33'00"W)

Sistemas de coordenadas	Diferenças de área (m ²)	Porcentagem (%)
UTM - Local (Altitude 0)	6.897.965,976	0,0796
UTM - Local (Altitude 100)	6.625.915,189	0,0764
UTM - Local (Altitude 200)	6.353.810,079	0,0733
UTM - Local (Altitude 300)	6.081.707,525	0,0702
UTM - Local (Altitude 400)	5.809.544,153	0,0670
UTM - Local (Altitude 500)	5.537.476,275	0,0639
UTM - Local (Altitude 600)	5.265.310,848	0,0607

Tab. 12 – Diferenças entre as áreas encontradas nos diferentes sistemas de coordenadas e altitudes da poligonal situada no bordo Oeste do fuso 22S e que extrapola o mesmo (ponto de origem Long. 54°00'00"W)

Sistemas de coordenadas	Diferenças de área (m ²)	Porcentagem (%)
UTM - Local (Altitude 0)	11.871.929,122	0,1369
UTM - Local (Altitude 100)	11.599.878,334	0,1337
UTM - Local (Altitude 200)	11.327.773,225	0,1306
UTM - Local (Altitude 300)	11.055.670,671	0,1275
UTM - Local (Altitude 400)	10.783.507,299	0,1243
UTM - Local (Altitude 500)	10.511.439,421	0,1212
UTM - Local (Altitude 600)	10.239.273,994	0,1180

ii. Quanto mais perto das linhas de secância de um fuso, estiverem os pontos de um polígono menor será a diferença entre a área encontrada no sistema de coordenadas UTM e o sistema plano topográfico local, pois nas linhas de secância o fator de escala “k” é igual a 1 ($k=1$), conforme observado nas tabelas 6 e 10;

iii. A situação demonstrada nas tabelas 7 e 11 representam que quanto mais perto dos bordos de um fuso estiverem os pontos de um polígono maior será a diferença entre a área encontrada no sistema de coordenadas UTM e o sistema plano topográfico local, pois no meridiano central o fator de escala é igual a 1,000971797 ($k=1,000971797$), e isto significa que as medidas no sistema plano topográfico local para ser transformadas para o sistema UTM devem ser multiplicadas pelo fator de escala “k”. Entre a linha de secância e o bordo do fuso é uma região de ampliação, ou seja, a área no plano topográfico local é menor do que a área no sistema UTM. Assim pode-se dizer que nesta dada região os levantamentos que usam coordenadas no sistema UTM descrevem uma área maior do que a realidade do local, e quanto maior a altitude em que se encontra este levantamento menor é esta diferença;

iv. Para os polígonos que extrapolam um fuso deve ser respeitado o limite máximo de 30', pois caso contrário às distorções serão elevadas podendo esta constatação ser verificado nas tabelas 8 e 12;

v. Como já mencionado anteriormente neste trabalho, entre a linha de secância e o bordo do fuso é uma região de ampliação, ou seja, a área no plano topográfico local é menor do que a

área no sistema UTM. Nas tabelas 8 e 12 que avaliam o polígono que extrapolou o fuso, foi encontrada a maior diferença entre as áreas nos diferentes sistemas de coordenadas e altitudes. Assim pode-se dizer que levantamentos que extrapolam um fuso e que usam coordenadas no sistema UTM descrevem uma área muito maior do que a realidade do local, e conforme aumenta a altitude em que se encontra este levantamento diminui esta diferença.

4. CONCLUSÕES

Pelas análises das discrepâncias apresentadas nas áreas das poligonais, conclui-se e recomenda-se um cuidado rigoroso na utilização de coordenadas do sistema de projeção UTM para a mensuração de áreas já que, dependendo da localização da área dentro do fuso, poderá haver reduções ou ampliações de distâncias e consequentemente nas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORREIA, I. C. S. **Topografia Aplicada à Engenharia Civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Departamento de Geodésia. Porto Alegre, RS, ed. 13, 2012.

DAL'FORNO, G.L.; AGUIRRE, A.J.; HILLEBRAND, F.L.; GREGORIO, F.V. Transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico local pelos métodos da norma NBR 14166:1998 e o de rotações e translações. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife, 2010.

FRANÇA, R. M.; UHLMANN, W. W.; **Análise de Sistemas de Projeção Cartográfica em Rodovias de Santa Catarina**. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, SC, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Manual Técnico de Posicionamento: Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. Brasília, DF, ed. 1, 2013, 37 p.

NECESSIDADE DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NOS SOLOS DOS DEPARTAMENTOS DE MISIONES, ITAPUÁ E ALTO PARANÁ – PARAGUAI

Limestone's Application Needs in Soils of Misiones, Itapuá and Alto Paraná Departments' - Paraguay

Roberto Willian John¹, Elódio Sebem², Enrique Oswin Hahn Villalba¹, Luis Ramiro Samaniego Montiel¹

¹Sustentap S.R.L Agricultura de Precisión, Santa Rita, Alto Paraná, Paraguai, beto_john@hotmail.com

²Colégio Politécnico da UFSM, Cidade Universitária, Prédio 70, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, elodiosebem@politecnico.ufsm.br

RESUMO

A Agricultura de Precisão (AP) é considerada ferramenta importante para manejo da agricultura moderna e as recomendações de fertilização apoiadas na tecnologia têm como principal finalidade facilitar e auxiliar na tomada de decisão nos processos de aplicação de fertilizantes. O objetivo deste trabalho foi a determinação dos níveis de potencial hidrogeniônico (pH) no solo, de três Departamentos da Região Oriental do Paraguai, mostrando a sua variabilidade e estimativa da necessidade de aplicação de calcário agrícola para a região estudada. Classificaram-se 11.130 amostras de solo pertencentes à empresa "Sustentap Agricultura de Precisão", em cinco classes de pH (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto). Das amostras que compõem o estudo, as principais limitações de pH se apresentaram no Departamento de Misiones, com 98,63% das amostras com níveis baixos ou muito baixos, e no Departamento de Alto Paraná, com um total de 83,71% das amostras abaixo do nível médio. Referente à aplicação de calcário agrícola, para elevação do pH a níveis ideais (70% de saturação de bases), a necessidade média foi de 1,68; 1,71 e 1,56 Mg ha⁻¹ para os Departamentos de Misiones, Alto Paraná e Itapuá, respectivamente. Portanto, a quantidade total do insumo necessária é de 808.111,12 Mg para o Departamento de Itapuá, 1.739.391,28 Mg para o Departamento de Alto Paraná e para o Departamento de Misiones 366.498,68 Mg.

Palavras-chave: Fertilidade do Solo, pH, Insumo Agrícola, Agricultura de Precisão.

ABSTRACT

The Precision Agriculture (PA) is considered an important tool for management of modern agriculture and fertilization recommendations supported technology mainly aim to facilitate and assist in the decision making processes of fertilizer application. The goal of this study was to determine the levels of hydrogen potential (pH) in soil, in three Departments of the Eastern Region of Paraguay, showing its variability and the estimation of the need for application of agricultural limestone for the studied region. Were classified 11,130 soil samples belonging to "Sustentap Precision Agriculture" company at five pH classes (very low, low, medium, high and very high). The samples that comprise the study, the major pH limitations performed in the Department of Misiones, with 98.63% of the samples with low or very low and the Department Alto Paraná a total of 83.71% of the samples below medium level. Regarding the application of agricultural limestone to increase the pH to optimum levels (70% base saturation) the need was 1.68, 1.71 and 1.56 Mg ha⁻¹ for the Departments of Misiones, Alto Paraná and Itapuá, respectively. Therefore, the total amount of input required is 808,111.12 Mg to the Department of Itapuá, 1,739,391.28 Mg to the Department of Alto Paraná and to the Department of Missions 366,498.68 Mg.

Keywords: Soil fertility, pH, Agricultural Input, Precision Agriculture.

1. INTRODUÇÃO

A acidez é um processo natural que se verifica em solos derivados de basaltos, granitos e outros materiais de origem, e constitui uma das principais características dos solos em países tropicais e subtropicais. A acidez no solo pode ser de dois tipos: a ativa ou atual, causada por íons de hidrogênio; e a potencial ou de reserva causada por $\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$ (JORGE, 1969).

A acidez no solo afeta significativamente suas características químicas, físicas e biológicas, bem como a nutrição das plantas. A concentração de íons de H^+ presente na solução dos solos tropicais naturais (sem a interferência humana) é alta, e os valores de pH situam-se na faixa de pH 4,0 a 5,0. A presença de H^+ não constitui transtorno para as plantas. Entretanto, em valores de pH inferior a 5,5, aparecerá o Al Trocável, o qual causará sérios danos as plantas cultivadas não adaptadas a solos ácidos, tais como soja, milho, cevada, fumo, citrus, dentre outras (REICHERT, et al. 2009).

Conforme Malavolta (1976), um solo ácido é aquele que se encontra com pH inferior a seis. Abaixo deste limite, problemas podem afetar o desenvolvimento normal da maioria dos cultivos, limitando seu crescimento e a consequente solubilização de elementos tóxicos, tais como alumínio, ferro e o manganês.

Lopez et al. (1996) relatam que na Região Oriental do Paraguai, o nível de pH varia de 3,5 a 8,6 devido a grande variedade de tipos de solos, onde há o predomínio de solos ácidos, uma vez que 4.765.000 ha são suscetíveis a acidificação pelas condições atuais de uso. Segundo Derpsch e Florentín (2000), um dos fatores que condiciona a disponibilidade de nutrientes no solo é o pH (acidez ativa), porque aqueles solos fortemente ácidos ($\text{pH} < 5,0$) apresentam baixos níveis de macro e micronutrientes.

O uso de calcário é uma prática de manejo de solo cuja função principal é a redução da acidez, devido a neutralização do alumínio intercambiável, o que minimiza o efeito tóxico de alguns elementos, e favorece a disponibilidade de nutrientes. A aplicação pode ser realizada a lanço ou nos sulcos com implementos manuais a tração animal ou mecânica (FATECHA, 1999).

González (1995) relata que a calagem corrige o pH do solo, disponibiliza cálcio, principalmente, e magnésio, em menor proporção, como nutrientes para as plantas. No entanto, não possui elementos primários (nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre), nem elementos secundários (como por exemplo níquel, molibdênio, cobre ou zinco). Portanto, o calcário agrícola não é considerado fertilizante químico, mas está ligado intimamente ao mesmo, porque modifica o pH do solo, o qual condiciona a disponibilidade de nutrientes.

O objetivo deste trabalho foi quantificar a necessidade de calcário agrícola dolomítico na Região Oriental do Paraguai pelo estudo dos resultados de 11.130 análises de solo realizados pela empresa "Sustentap Agricultura de Precisão".

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Região Oriental do Paraguai situa-se entre os paralelos $22^{\circ} 05'$ e $27^{\circ} 30'$ de latitude sul e os meridianos $54^{\circ} 15'$ e $58^{\circ} 38'$ de longitude oeste (Figura 1). Limita-se ao norte e a leste com Brasil, a oeste com a região Ocidental da República do Paraguai e ao sul com a Argentina. Está dividida em 14 departamentos (estados), com 214 distritos (cidades) e sua topografia é ondulada, contendo mais de 98% da população do país (TESSATA e ARCA, 1990).

O clima da região é tropical e subtropical, governado por massas de ar tropical e polar, com verões muito quentes e chuvosos e invernos com temperaturas baixas e menos chuvosas. A temperatura média anual é de 18°C e a máxima média anual de 28°C . As precipitações apresentam variabilidade estacional, sendo mínimas nos meses de julho e agosto e, máximas entre os meses de outubro a março, com uma média de precipitações anuais de 1.700 mm (ABATE, 2000).

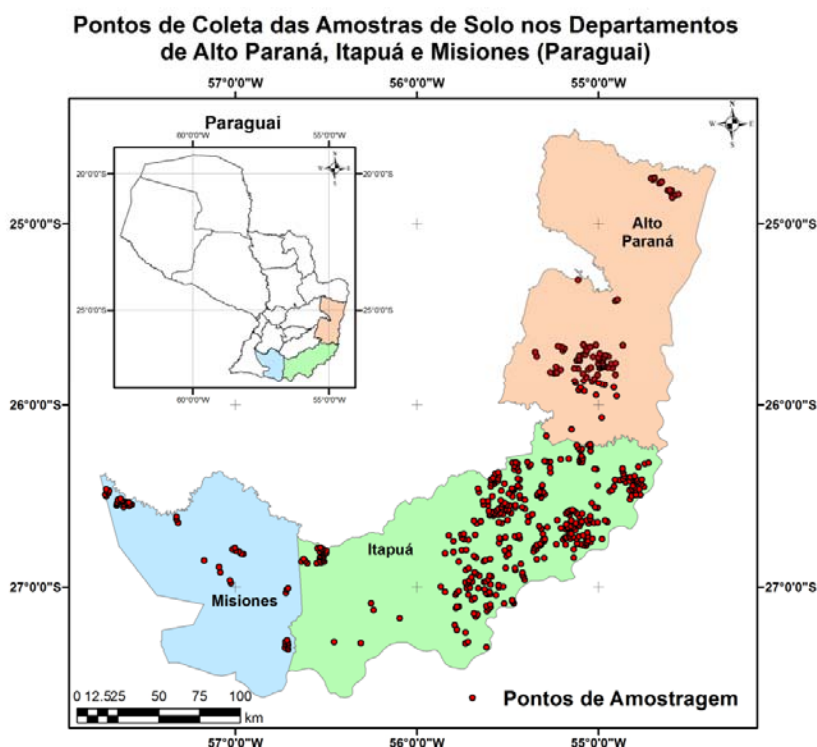


Fig. 1 - Distribuição dos pontos amostrados nos Departamentos de Misiones, Itapuá e Alto Paraná. (Fonte: Autores)

Os três Departamentos objetos do estudo, Misiones, Itapuá e Alto Paraná, possuem, respectivamente, 893.700, 1.602.000 e 1.413.000 ha de área total. Deste montante, a área cultivada corresponde a 99.417 ha em Misiones, 645.729 ha em Itapuá e 877.343 ha em Alto Paraná (MAG/D.C.E.A., 2008). Na figura 1 foi disposta a distribuição dos pontos de coleta de amostras de solo, compreendendo uma área de 1.668 ha para Misiones, 13.401 ha para Itapuá e 3.557 ha para Alto Paraná. Estes números indicam que aproximadamente 1,15% da área cultivada dos três Departamentos foi considerada neste trabalho.

Gerou-se uma base de dados com os resultados de análises para fins de fertilidade de solos do período pertencente ao ano agrícola de 2011-2012, com 11.130 observações. Os dados analíticos de matéria orgânica, fósforo disponível, potássio e pH (acidez ativa) foram obtidos dos arquivos da Sustenlab S.A, empresa pertencente a Sustentap S.R.L Consultoria de Precisão. Esta base de dados foi utilizada para a classificação do nível de fertilidade e acidez ativa (pH) dos solos na Região Oriental do Paraguai – Departamentos de Misiones, Itapuá e Alto Paraná, assim como para a obtenção da necessidade de calcário agrícola dos mesmos.

2.1. Níveis de pH na camada superficial do solo

Para a classificação dos níveis de pH na camada superficial dos solos da região Oriental do Paraguai – Departamentos de Misiones, Itapuá e Alto Paraná foi utilizada a metodologia adotada para atender os associados da Cooperativa Colônias Unidas (CUBILLA et al., 2012), cujas classes apresentam-se na Tabela 1.

2.2 Necessidade de calcário agrícola

A necessidade de calcário agrícola foi determinada utilizando-se o Método da Saturação de Bases (Equação 1). Este é um dos métodos mais utilizados no Paraguai para determinar a quantidade de calcário agrícola a ser aplicado (MALAVOLTA, 1983), por ser considerado o

método que melhor se ajusta a partir da tipificação dos solos encontrados no Paraguai (Tabela 2). Os níveis de Saturação de Bases que se pretendeu alcançar foram de 70% para todos os Departamentos.

Tabela 1 Valores utilizados para a classificação de níveis de pH na camada superficial do solo.

Parâmetro	Classe de pH				
	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
	< 4,5	4,51 - 5,4	5,41 - 6,0	6,01 - 7,0	> 7,01

Fonte: Cubilla et al. (2012)

$$\text{Mg ha}^{-1} \text{ CaCO}_3 = \frac{\text{CTC}(\text{V}_2 - \text{V}_1)}{100} \quad (1)$$

onde: CTC - capacidade de troca catiônica;

V2 - saturação desejada;

V1 - saturação da análise de solo.

Tabela 2 Valores dos parâmetros utilizados para a classificação de níveis de Saturação e Bases para aplicação de calcário agrícola.

Parâmetro	Classe de Saturação de Bases				
	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Saturação de Bases (%)	< 50	50,01 - 55	55,01 - 60	60,01 - 65	> 65

Fonte: Cubilla et al. (2012)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 3 apresenta a classificação das amostras de solo nas cinco classes de pH para os Departamentos da área de estudos.

Tabela 3 Classificação do pH da camada superficial do solo das amostras na área de estudos.

Departamento	Número de Amostras por Classe de pH					Total
	M. Baixa	Baixa	Média	Alta	M. Alta	
Misiones	154	421	8	0	0	583
Itapúa	5	586	3827	3807	88	8313
Alto Paraná	27	858	1012	336	1	2234

Fonte: Autores.

Os resultados da classificação dos níveis de pH para o Departamento de Misiones pode ser considerado baixo, pois 98,63% das amostras analisadas, apresentaram níveis baixo ou muito baixo.

O pH pode-se considerar com níveis adequados para o Departamento de Itapúa, pois os índices médio, alto e muito alto concentram 92,6% das amostras analisadas e somente 7,11% das amostras com níveis baixo ou muito baixo.

Já para o Departamento de Alto Paraná o pH pode-se considerar com níveis adequados para aproximadamente 530.000ha, pois os índices médio, alto e muito alto concentram 60,39% das amostras analisadas e 39,61% das amostras apresentaram níveis baixo ou muito baixo, o que corresponde a aproximadamente 347.000ha.

A partir da classificação das amostras de solo nos diversos extratos de fertilidade calcularam-se as necessidades de calcário agrícola. Na Tabela 4 encontram-se os resultados de necessidade de calcário agrícola para os níveis de saturação de bases para o Departamento de

Misiones. Já na Figura 2, podemos observar o total de amostras por nível de saturação de bases para o mesmo Departamento.

Tabela 4 Necessidade de calcário agrícola para os níveis de Saturação de Base no Departamento de Misiones.

Parâmetro	Necessidade de calcário agrícola				
	<50	50,01 - 55	55,01 - 60	60,01 - 65	65 <
Média CTC (cmol _c /dm ³)	10,70	11,10	11,70	11,80	0,00
Média Saturação de Bases (%)	34,89	52,34	56,57	60,62	0,00
Necessidade de Calcário Agrícola Mg/ha	3,76	1,96	1,57	1,11	0,00
Média Departamental Mg/ha	1,68				

(Fonte: Autores)

Do total de análises consideradas para o estudo no Departamento de Misiones, as que necessitam aplicação de calcário agrícola por saturação de bases muito baixo (<50%) são 96,23%, sendo a necessidade de calcário agrícola para este nível de 3,76 Mg ha⁻¹. Para o nível baixo (50,01 – 55 %), um total de 2,92%, a necessidade de calcário agrícola é de 1,96 Mg ha⁻¹; para o nível médio (55,01 – 60 %), um total de 0,34% e a necessidade está em 1,57 Mg ha⁻¹; para o nível alto (60,01 - 65 %) um total de 0,51%, a necessidade de calcário agrícola ficou em 1,11 Mg ha⁻¹ e para o nível muito alto (>65,01%) não foi encontrado nível de saturação de bases no departamento de Misiones. A média do departamento de aplicação de calcário agrícola ficou em 1,68 Mg ha⁻¹.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados da necessidade de calcário agrícola para os níveis de saturação de bases do Departamento de Itapúa, e na Figura 2, o total de amostras por nível de saturação de bases.

Tabela 5. Necessidade de calcário agrícola do solo para os níveis de saturação de bases do Departamento de Itapúa.

Parâmetro	Necessidade de Calcário Agrícola com base na saturação de bases				
	<50	50,01 - 55	55,01 - 60	60,01 - 65	65 <
Média C.T.C (cmol _c /dm ³)	12,00	12,68	12,96	13,57	16,00
Média Saturação de Bases (%)	39,98	57,63	57,63	62,57	72,98
Necessidade de Calcário Agrícola Mg/ha	3,60	1,57	1,60	1,01	-0,48
Média Departamental Mg/ha	1,56				

(Fonte: Autores)

Do total de análises consideradas para o estudo, as que necessitam aplicação de calcário agrícola por saturação de bases no nível muito baixo (<50%) são 19,96%, com necessidade de calcário agrícola de 3,60 Mg ha⁻¹; para o nível baixo (50,01 – 55%), um total de 10,68% das amostras, com necessidade de calcário agrícola de 1,57 Mg ha⁻¹; para o nível médio (55,01 – 60%), um total de 13,39% das amostras e a necessidade ficou em 1,60 Mg ha⁻¹; para o nível alto (60,01 - 65%), um total de 14,95% das amostras, com necessidade de calcário agrícola de 1,01 Mg ha⁻¹ e para o nível muito alto (>65,01%), um total de 41,02% das amostras sendo que para este nível, não se considera necessidade de calcário agrícola. A média do Departamento de Itapúa para aplicação de calcário agrícola ficou em 1,56 Mg ha⁻¹.

Na Tabela 6 se encontram os resultados de necessidade de calcário agrícola para os níveis de saturação de bases do Departamento de Alto Paraná, e na Figura 2 encontram-se o total de amostras por nível de saturação de bases. Do total de análises consideradas para o estudo, as que necessitam aplicação de calcário agrícola por saturação de bases no nível muito baixo (<50%) são 24,93% das amostras, com necessidade de calcário agrícola de 3,82 Mg ha⁻¹; para o nível baixo (50,01 – 55%), um total de 23,19% das amostras, com necessidade de calcário agrícola de 2,18 Mg ha⁻¹; para o nível médio (55,01 – 60%), um total de 12,67% das amostras, com necessidade de 1,56 Mg ha⁻¹; para o nível Alto (60,01 - 65%), um total de 13,47% das amostras, com necessidade de calcário agrícola de 1,01 Mg ha⁻¹; para o nível muito alto (>65,01%) um total de 39,17% das amostras, onde não é considerada a necessidade de calcário agrícola. A média para o Departamento de Alto Paraná de aplicação de calcário agrícola ficou em 1,71 Mg ha⁻¹.

Tabela 6. Necessidade de calcário agrícola do solo para os níveis de saturação de bases no Departamento de Alto Paraná.

Parâmetro	Necessidade de Calcário Agrícola com base na saturação de bases				
	<50	50,01 - 55	55,01 - 60	60,01 - 65	65 <
Média C.T.C (cmol _c /dm ³)	11,77	12,5	12,74	13,51	14,84
Média Saturação de Bases (%)	37,51	52,59	57,75	62,53	73,06
Necessidade de Calcário Agrícola Mg/ha	3,82	2,18	1,56	1,01	-0,45
Média Departamental Mg/ha	1,71				

(Fonte: Autores)

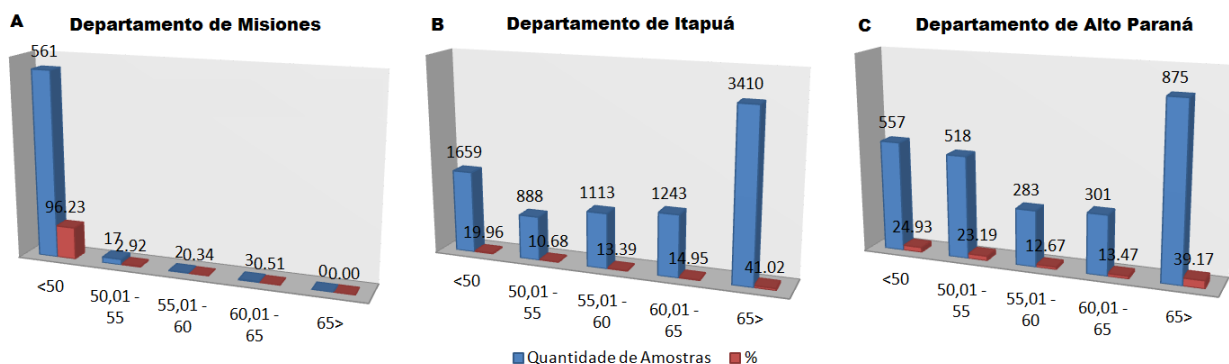


Fig. 2 - Total de amostras por nível de saturação de bases nos departamentos de Misiones (A), Itapuá (B) e Alto Paraná (C).
(Fonte: Autores)

Considerando a área de agricultura de cada departamento e a necessidade média de calcário agrícola para cada classe de saturação de bases utilizada neste trabalho a quantidade total do insumo necessária é de 808.111,12 Mg para o Departamento de Itapuá, 1.739.391,28 Mg para o Departamento de Alto Paraná e para o Departamento de Misiones 366.498,68 Mg.

4. CONCLUSÕES

Considerando o parâmetro químico pH do solo, para a determinação da necessidade de calcário agrícola, as principais limitações encontradas foram nos solos dos Departamentos de Misiones e Alto Paraná. Observa-se que os solos do Departamento de Misiones possuem baixos

níveis de pH, pois 98,63% das amostras analisadas, apresentaram níveis baixo ou muito baixo, obtendo-se uma necessidade de aplicação de calcário de até 3,76 Mg ha⁻¹.

Para o Departamento de Itapúa, observou-se que os níveis de pH, em 90,9% das amostras, foram classificados como médio, alto ou muito alto, refletindo assim em uma diminuição na média da aplicação de calcário agrícola, que ficou entre 0,00 Mg ha⁻¹ a 3,60 Mg ha⁻¹.

Os resultados para o departamento de Alto Paraná indicam um pH considerado limitante em 39,61% das amostras com níveis baixo ou muito baixo, produzindo um valor de aplicação de calcário maior do que os demais Departamentos estudados, variando de 0,00 Mg ha⁻¹ a 3,82 Mg ha⁻¹, em aproximadamente 347.000ha.

Conclui-se que os Departamentos de Misiones e Alto Paraná foram os que apresentaram a maior necessidade média de aplicação de calcário agrícola, respectivamente, 1,68 e 1,71 Mg ha⁻¹, enquanto que o Departamento de Itapúa demanda uma necessidade média de 1,56 Mg ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABATE, J. **La Situación Ambiental del Paraguay**. Asunción, PY. 2000. Disponível em: <www.paraguaysp.com.py/htm >. Acesso em: 19 janeiro 2014.

CUBILLA, M. A., et al. **Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el sistema de siembra directa en el Paraguay**. Asunción, Paraguay: CAPECO, 2012. 88p.

DERPSCH, R.; FLORENTÍN, M. La Mucuna y otras plantas de abono verde para pequeñas propiedades. **Miscelánea**. 2000. N° 22. 44p.

FATECHA, A. **Guía para la fertilización de cultivos anuales y perennes de la Región Oriental del Paraguay**. Caacupé: MAG/SSEA/DIA. 1999. 23p.

GONZALEZ, E. **Cal Agrícola: Requerimientos, Técnicas de Aplicación, Suelos y Aspectos Agronómicos**. Geo Consultores. Asunción, PY. 1995. 300p.

REICHERT, J. M. et al. **Solos Florestais**. 2009. Disponível em: <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Disciplinas/SolosFlorestais/Apostila_Teorica%20SF.pdf>. Acesso em: 20 Abril 2014.

JORGE, J. **Solo: Manejo y Adubação**. Editora da USP: São Paulo, 1969. 225p.

LOPEZ, O. et al. **Fertilidad de Suelos de la Región Oriental del Paraguay. I. Acidez y Necesidad de Encalado**. FCA/UNA. San Lorenzo: PY, 1996. 35p.

MAG/D.C.E.A. (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuárias). **Censo Agropecuario Nacional**. San Lorenzo, PY. 2008. 105p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1976. 560p.

MALAVOLTA, E. **Seminário sobre Correctivos Agrícolas**. Fundação Cargill. Campinas: Editorial Viera. 1983. 375p.

TESSADA, M.; ARCA, M. **El Paraguay: Su pasado, su presente y su futuro**. Asunción, PY: F.V.D. 1990. 197p.

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO SUL – RS

The use of geotechnologies for urban evolution analysis of Nova Esperança do Sul – RS

Ana Paula Koeche¹, Oanita de Oliveira Braga²

¹UFSM, Santa Maria, 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, anapaulakoeche@outlook.com

²UFSM, Santa Maria, 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, braga.braga@live.com

RESUMO

O presente estudo faz uso de técnicas de Geoprocessamento, as geotecnologias, principalmente dos instrumentos e técnicas que compõe os Sistemas de Informação Geográfica para o mapeamento e análise da evolução da mancha urbana no município de Nova Esperança do Sul – RS. Para a sua realização utilizou-se o software ArcGIS 10, por meio do qual foram confeccionados o mapa de localização e os dois croquis relativos à área urbana do município nos anos de 1978 e 2013 baseados, consecutivamente, na carta topográfica do exército e no GoogleEarth. Observou-se, através da análise dos croquis, uma significativa evolução na área urbana, explicada pelo crescimento do setor terciário no município.

Palavras-chave: Geotecnologias, Nova Esperança do Sul, Evolução Urbana.

ABSTRACT

This study makes use of Geoprocessing techniques, a geotechnologies, mainly tools and techniques that composes the Geographic Information Systems for mapping and analysis of the evolution of urban sprawl in Nova Esperanca Sul - RS. For its realization, was used the software ArcGIS 10, wherewith were made the location map and the two sketches on the urban area in the years 1978 and 2013 based, sequentially, on topographic maps and GoogleEarth. It was observed by analyzing the sketch, a significant evolution in urban area, explained by the growth of the tertiary sector in the city.

Keywords: Geotechnologies, Nova Esperança do Sul, Urban Evolution.

1. INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno mundial, de efeitos, amplitudes e abrangências diferentes de acordo com as especificidades do espaço geográfico. A análise desse processo demonstra que cada localidade se desenvolve seguindo critérios como gênese de povoamento, recursos naturais e a oferta de capital/trabalho. A urbanização como processo, e a cidade, forma concretizada deste processo, marcam tão profundamente a civilização contemporânea, que é muitas vezes difícil pensar que em algum período da história as cidades não existiram, ou tiveram um papel insignificante (SPOSITO, 1996).

O processo de urbanização ocorre de forma desordenada, na maioria das vezes, fator decorrente do crescimento populacional concentrado nas áreas urbanas. Esse crescimento geralmente não está em equilíbrio com a oferta de infraestrutura, fazendo com que a cidade cresça para áreas além daquelas planejadas ou até mesmo para áreas inadequadas para uso urbano.

Segundo Santos (1988), a população urbana representava apenas 1,7% do total nos inícios do século XIX; em 1950, tal percentual era de 21 %, percentagem que passa para 25% em 1960, 37,4% em 1970 e cerca de 41,5% em 1980. Hoje, 54% da população mundial vive em áreas urbanas, uma proporção que deve chegar a 66% em 2050.

O objetivo deste trabalho foi analisar a evolução da mancha urbana do município de Nova Esperança do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, com o auxílio de geotecnologias,

principalmente dos instrumentos e técnicas que compõe os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

O município de Nova Esperança do Sul – RS tem como população residente 4671 habitantes e uma área de 190,969 km² conforme os dados da malha municipal fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo pertencente à mesorregião Centro Ocidental Rio-grandense e a microrregião de Santa Maria.

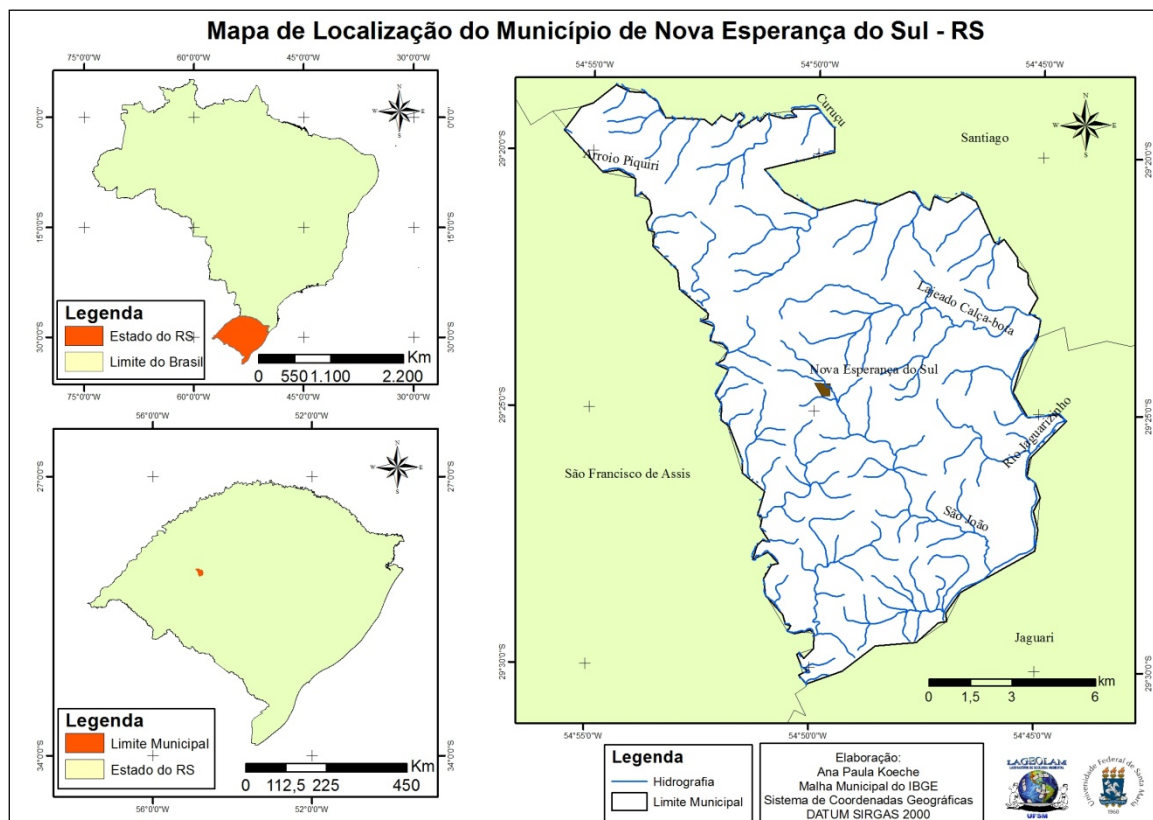


Fig. 9 - Mapa de Localização do Município

A área total de Nova Esperança do Sul é de 190,969 km², sendo sua porção urbana correspondente a apenas 1,909 km², mas que agrega 77,05% da população total residente. O município dispõe de aproximadamente 170 Km de estradas principais, secundárias e terciárias, todas elas cascalhadas, de boa qualidade, com manutenção periódica, bem como, tem 10 km de estrada pavimentada com asfalto, que dá acesso a sede do município, permitindo assim, um bom acesso para execução dos trabalhos pertinentes as atividades exploradas nas propriedades e o escoamento da produção, da indústria, comércio e prestação de serviços.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Cadastro Técnico representa um vasto campo de atuação profissional abrangendo desde tecnologias para medições ao nível do imóvel, o mapeamento temático, seja fundiário, uso do solo, geologia, planialtimétrico, solo, rede viária, rede elétrica; a legislação que rege a ocupação territorial e finalmente a economia que se pode extrair da terra. O Cadastro Técnico para ser multifinalitário, deve atender ao maior número de usuários possíveis, o que exige que se crie produtos complexos, e tecnologias que os tornem acessíveis para qualquer profissional que necessite de informações ao nível de propriedade. Atualmente estão surgindo cada vez mais técnicas novas que permitem otimizar os custos para se gerar informações físico - espaciais, envolvendo banco de dados gráficos e alfanuméricos. Esta redução de custos compreende todo o espectro desde as medições de campo até os recursos da informática para gerar dados

secundários derivados daquelas medições de campo. Como a gestão territorial exige o conhecimento do espaço de interesse com a sua devida análise temporal, novamente percebe-se a necessidade do conhecimento cartográfico da área de interesse. Considerando este exposto fica claro que se torna difícil falar em gestão territorial sem ter as medições confiáveis daquele espaço em análise, passíveis de correlações no decorrer do tempo confrontando os temas de interesse e as mudanças a nível pontuais.

Lane e Richards (1998), entre outros, afirmam que é impossível administrar um país, estado ou município sem o conhecimento exato e fiel dos recursos naturais e econômicos disponíveis, o que é condição mínima indispensável para se chegar a gestão ambiental.

O Cadastro Técnico Multifinalitário através da análise e correlação de diferentes mapas temáticos, permite o estabelecimento ou a geração de mapas de aptidão do solo, seja para a ocupação do solo para fins agrícolas ou para fins urbanos. Este campo do conhecimento praticamente não é conhecido no Brasil, mesmo que seja antigo em outros países, com exceção, segundo Gandaras, Montero e Falero (1996), na pesquisa agrícola. Segundo Gonzales et al (1999), nas pesquisas voltadas a problemática urbana, a maioria dos pesquisadores julgam que a aptidão do solo é um termo aplicável apenas no setor rural, especialmente ligado à questão do plantio de grãos. É preciso esclarecer que a aptidão do solo urbano trata exatamente da definição das zonas urbanas, elemento básico que deveria ser analisado na discussão de um plano diretor urbano.

O Cadastro além das funções fiscais e legal serve como base de dados para o planejamento: chamado de multifinalitário (baseando-se em tecnologias de Geoprocessamento). O Geoprocessamento vem contribuindo para o entendimento das representações computacionais do espaço. As representações do sistema cadastral são: Cartografia, Mapa ou planta de referência cadastral, Plantas de loteamentos e plantas de quadra, Imagens de satélite, Ortofotocartas e fotografias aéreas.

O Cadastro Urbano é o instrumento básico da política de desenvolvimento e planejamento da expansão urbana do município, assim como é parte importante de um Plano Diretor. O cadastro é base para um planejamento urbano e principalmente para utilização de técnicas de geoprocessamento e sistema de informações geográficas.

3. METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa utilizou-se o software ArcGIS 10, por meio do qual foram confeccionados dois croquis da área urbana do Município de Nova Esperança do Sul. Para o primeiro croqui foi utilizada a Carta Topográfica do Exército 1:50000 de Nova Esperança, Folha SH.21-X-D-II-3. Para o segundo croqui foi utilizado o GoogleEarth, com imagens atualizadas em 2013 da área urbana do município.

As demais malhas digitais foram obtidas através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo mapeamento realizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A Carta Topográfica foi obtida através do site de Cartografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os materiais cartográficos foram dimensionados para a mesma base cartográfica: a Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) e o Datum SIRGAS 2000.

A área urbana foi vetorizada aonde se identificava uma intensa cobertura urbana contínua. A opção por essa orientação deve-se ao fato de serem considerados como área urbana os espaços realmente utilizados para as funções urbanas (TRENTIN, 2008).

Os dados aqui descritos foram obtidos através do site do IBGE e diretamente por meio de visitação da EMATER e da Prefeitura Municipal. Os gráficos foram confeccionados no Microsoft Office Excel 2010.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse trabalho demonstrou que a mancha urbana de Nova Esperança do Sul apresentou um crescimento especialmente nos setores Norte e Oeste. A Figura 2 mostra a mancha urbana do município relativa ao ano de 1978. Essa figura foi montada a partir das cartas topográficas do exército e georreferenciadas por meio de coordenadas UTM através do software ArcGIS 10. O perímetro da área urbana foi obtido junto à UFRGS, demonstrando que a base para sua vetorização foram as cartas topográficas, justificando a importância de verificar se realmente os dados estão atualizados, principalmente os mais dinâmicos como as áreas urbanas municipais.

A Figura 4 refere-se às imagens obtidas pelo Google Earth e também georreferenciadas com base nas coordenadas UTM usando o ArcGIS 10, referentes ao ano de 2013.

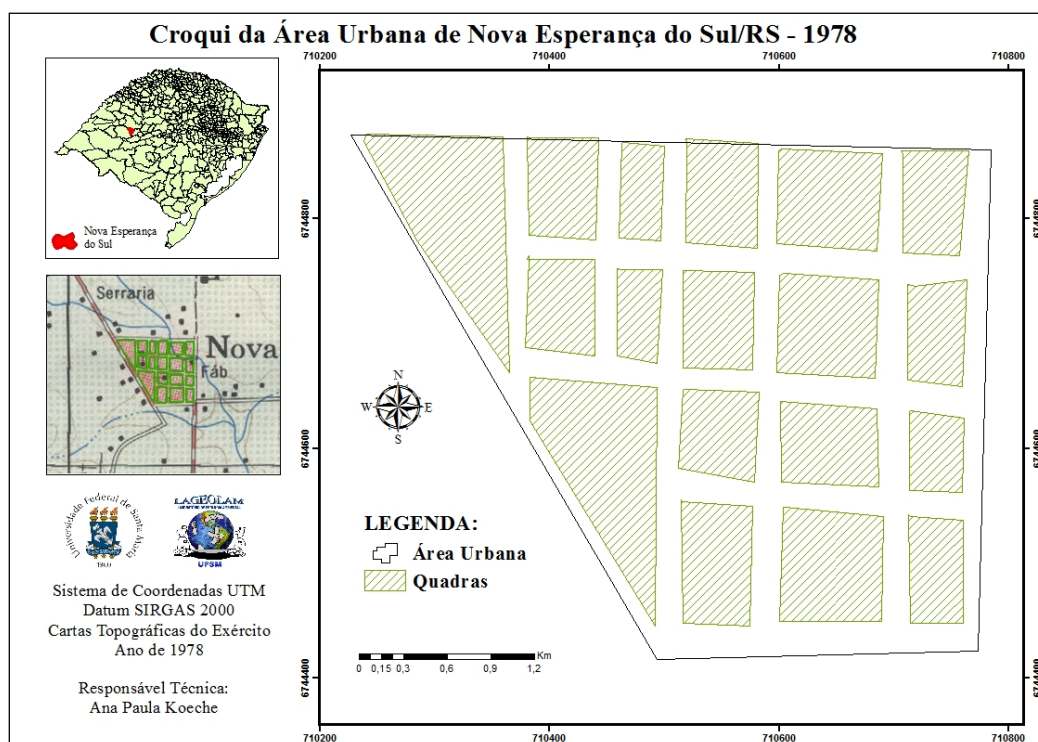


Fig. 2 - Croqui da Área Urbana de 1978

A população do município é constituída principalmente pela Etnia Italiana. Atualmente, do total de 4671 habitantes, 2306 são homens e 2365 mulheres. 3599 habitantes ou 77,05% da população vive no meio urbano e 1072 habitantes ou 22,95% da população vive no meio rural, sendo, portanto, considerada uma cidade urbanizada, pois a maior parte da sua população habita o meio urbano.

Logo após a emancipação do município de Nova Esperança do Sul, mais da metade da população (51,02%), viviam no meio rural, atualmente, com o crescimento do setor industrial na cidade, principalmente no setor coureiro calçadista, esta situação se inverteu, sendo atualmente apenas 22,95% da população vive no meio rural. Um dado de grande importância refere-se a saída dos jovens do meio rural, os remanescentes do campo estão com a idade média bastante avançada, preocupando assim quanto a sucessão das propriedades no futuro.

O PIB (Produto Interno Bruto) do município de Nova Esperança do Sul apresenta-se com uma estimativa de R\$ 65953,00 o que gera um PIB per capita de aproximadamente R\$ 12996,00 (dados de 2012).

Quanto ao perfil econômico do município, o maior percentual se encontra no setor terciário, principalmente devido a indústria de curtume – coureiro calçadista – localizado na sua área urbana. Na sua grande porção rural predomina a agricultura e a pecuária familiar e patronal,

no qual 36,49% das propriedades do município são de 20 a 50 hectares. As propriedades superiores a 100 hectares perfazem apenas 7,62% do município.

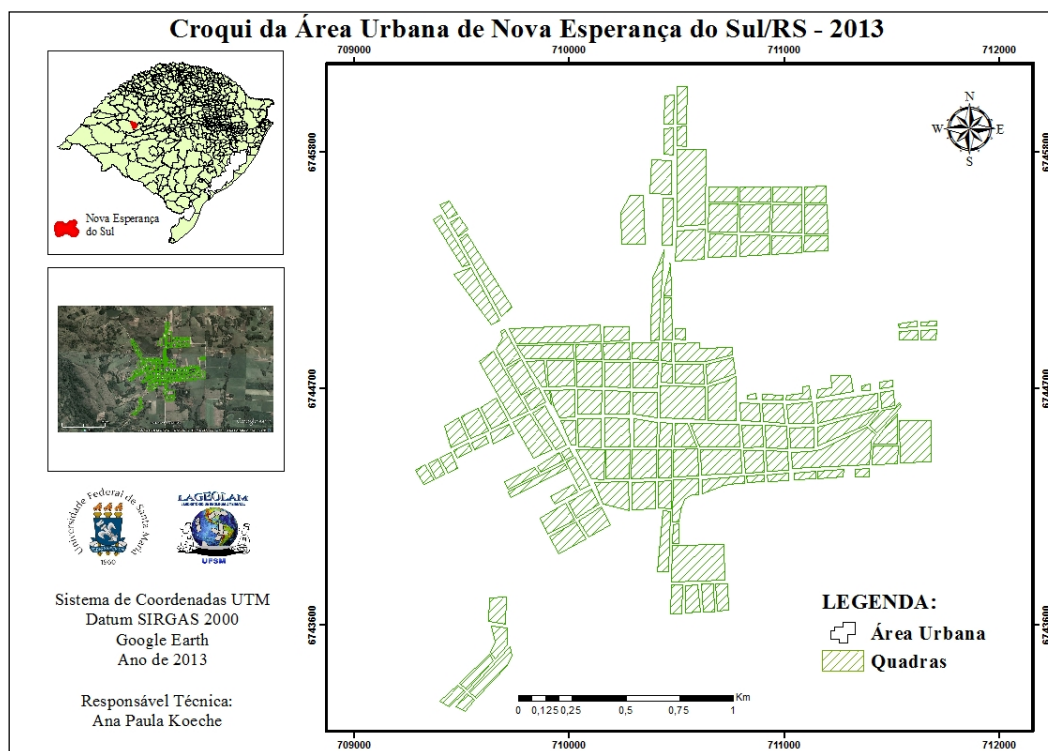


Fig. 3 - Croqui da Área Urbana de 2013

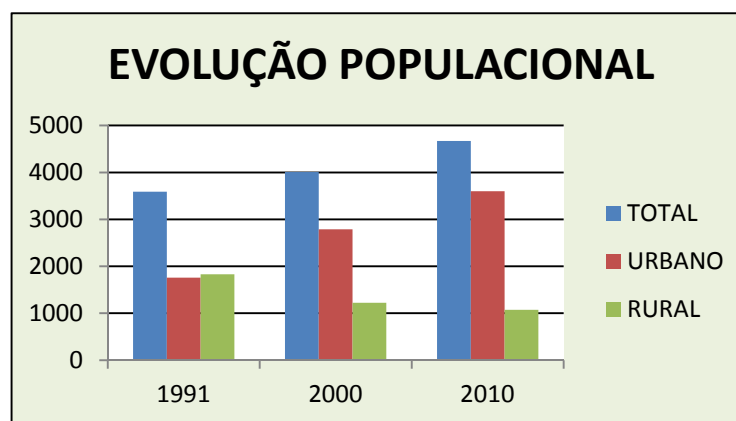


Fig. 4 - Gráfico da Evolução Populacional

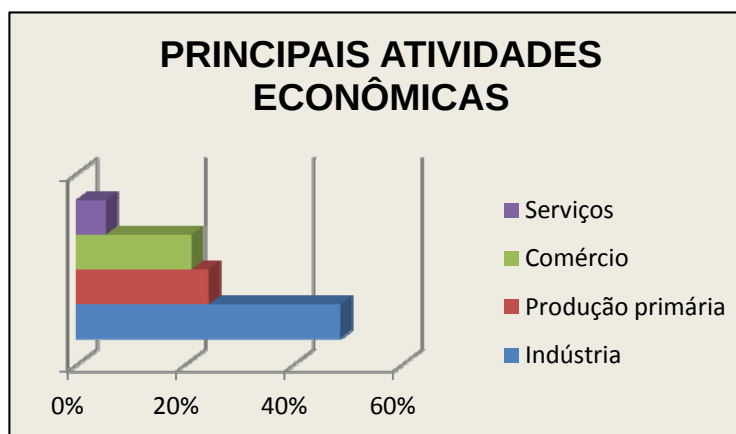


Fig. 5 - Gráfico das Atividades Econômicas

O aumento populacional na área urbana e, conseqüentemente, da própria área urbana de Nova Esperança do Sul pode ser explicado pelo aumento do setor terciário, causado pela indústria de curtume na cidade, sendo ele ainda o setor que mais gera renda para o município.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nova Esperança do Sul é um município pequeno e relativamente novo, sua área urbana corresponde a menos de um por cento da área total municipal e nela vivem cerca de 77% da população total, isso se deve principalmente a atividade coureiro-calçadista instalada na cidade.

O município está buscando desenvolvimento, que poderia ser encontrado através do turismo das suas paisagens naturais, tanto das belas cachoeiras quanto da Gruta Nossa Senhora de Fátima. Poderia desenvolver também um turismo histórico-cultural pela Casa de Pedra da Família Ferrari e pela Igreja de Pedra São Caetano.

Com o conhecimento técnico e prático e a utilização racional dos métodos modernos, que as ciências de gerenciamento físico espacial, somadas as novas tecnologias geodésicas que garantem a qualidade da locação dos dados, pode-se garantir resultados eficientes e com uma rapidez jamais vista no passado (Casas, 1989).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul. **Estudo de Situação**. Nova Esperança do Sul: EMATER, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE @Cidades**. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431303&search=rio-grande-do-sul|nova-esperanca-do-sul>>. Acesso em: 15 maio 2014.

LANE, S.N.; RICHARDS, K.S. **Landform Monitoring Modelling and Analys**. New York, John Wiley & Sons. 1998.

CASAS, F.S. **Cadastro de rústica**. Madrid. Editorial Agrícola Espanhola. 1989.

GANDARAS, J.L.A.; MONTERO, A.C.; FALERO, J.E. **Optimizacion en la asignacion espacial de usos del suelo**. Madrid. Ministério de Agricultura. 1996.

GONZALES, L.M. et al. **La practica del planeamiento urbanistico**. Madrid, Sintesis. 1999.

LOCH, Carlos: Cadastro Técnico Multifinalitário: Instrumento de Política Fiscal e Urbana *in* **Curso de Cadastro Técnico Multifinalitário** Brasília - DF: Ministério das Cidades, 2004.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1988.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e Urbanização**. 5ª ed. SP, Contexto, 1996. P. 58 - Série: Repensando a Geografia.

TRENTIN, G. A. **Expansão urbano-industrial do município de Americana, SP: geotecnologias aplicadas à análise temporal e simulação de cenários** – Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/ceurb/basededados/legislacao%20urbana%20bd.htm>>. Página 26. Acesso em 16 de julho de 2014.

ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA E USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ROSÁRIO DO SUL, RS

Storm coverage and analysis of land in the city of Rosário do Sul – RS

Luís Antonio Duarte de Lacerda¹, Diogo Belmonte Lippert², Luiz Felipe Diaz de Carvalho³

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, l.antoniolacerda@gmail.com

²Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, diogolippert@gmail.com

³Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, felipe@politecnico.ufsm.br

RESUMO

A pesquisa tem como objetivo analisar imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 para verificar alterações na cobertura e uso da terra no município de Rosário do Sul, Rio Grande do Sul entre os anos de 2007 e 2014. A observação visual das imagens, após a aplicação da técnica de contraste linear, possibilitou identificar as seguintes classes temáticas: floresta (nativa e plantada), lâmina d'água, campo, agricultura e solo exposto. A realização da classificação digital das cenas permitiu confirmar algumas expansões nas classes campo e agricultura, menos expressiva na última data?. Áreas com solo exposto sofreram reduções, como também áreas ocupadas por florestas. O propósito do trabalho foi alcançado adequadamente, embora atrelado às limitações de imagens de média resolução espacial, uma vez que foi possível mensurar a evolução das classes temáticas identificadas na área de estudo.

Palavras-chave: Classificação digital. Sensor OLI e TM. Dinâmica de cobertura e uso da terra.

ABSTRACT

The research aims to analyze images from the Landsat 5 and Landsat 8 for changes in cover and land use in the municipality of *Rosário do Sul, Rio Grande do Sul* in 2007 and 2014. Visual observation of images after the application of the technique of linear contrast, allowed to identify the following thematic categories: forest (natural and planted), water depth, field, agriculture and bare soil. After the digital classification of scenes was possible to confirm some expansions in classes and field agriculture, less pronounced in the latter. Areas with exposed soil suffered reductions, as well as areas occupied by forests. The purpose of the work was properly achieved, although tied to the limitations of the medium spatial resolution images, since it was possible to measure the evolution of thematic classes identified in the study area.

Keywords: Digital classification. Sensor OLI and TM. Dynamic cover and land use.

1. INTRODUÇÃO

Localizada na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul, a cidade de Rosário do Sul faz parte do bioma Pampa que se estende pelo Uruguai, Argentina e Brasil. Conforme Behr (2010), o Pampa é o único bioma restrito a somente um Estado brasileiro, com cerca de 700 mil km², esse bioma é caracterizado por grandes áreas cobertas por campos, associados às matas ciliares e banhados, e também possui uma das maiores regiões de campos temperados do mundo, ocupando uma área total de 4.369,657 km².

O município que é conhecido pela Praia das Areias Brancas, possui uma vegetação com predomínio de gramíneas na composição florística dos campos, embora aconteça um agrupamento de vegetação arbórea cercada por campinas, que é uma formação vegetal típica do Rio Grande do Sul e as matas emolduram a paisagem (MARCHIORI, 2004; HASS, 2008).

A cidade é composta por uma mancha urbana referente à ocupação de 39.751 habitantes, ao longo dos anos percebe-se que vem sofrendo alterações, crescimento e expansão direcional (IBGE 2010). A principal fonte econômica do município se dá pela agropecuária, pecuaristas de bovinos e ovinos, e a agricultura representada por plantios de arroz e a soja, que vem expandindo

sua ocupação nos últimos anos. Outra cultura atualmente desenvolvida é a silvicultura, para abastecimento da indústria de papel e celulose, e madeira serrada, que por incentivos do estado do RS, vieram a se instalar no município em meados de 2004. Outra fonte econômica da cidade é o extrativismo mineral que conta com três empresas cadastradas para a extração e comércio de areia.

A falta de planejamento do uso da terra tem promovido diversos impactos na paisagem ao longo dos anos. A cobertura florestal nativa presente nos diferentes biomas foi sendo fragmentada, cedendo espaço para as culturas agrícolas, pastagens e para a expansão urbana (MARTINS, 2001). Desse modo, o levantamento do uso e cobertura da terra é importante para analisar a expansão urbana e rural, para um melhor planejamento e organização de ocupação de uma determinada área. Briassoulis (1999) define 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.

Em consequência de nos últimos anos, com a entrada de novas culturas agrícolas, e diante da mudança cultural regional, que basicamente era a da pecuária, onde os campos predominavam na paisagem, agora plantações de soja e eucaliptos passam a fazer parte da paisagem. Diante disso, existe uma necessidade de monitorar e representar dados geograficamente referenciados do território, e que esses venham a subsidiar a análise das atividades humanas nas mudanças da cobertura e uso da terra.

Para tal, produtos de Sensoriamento Remoto vinculados a ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) tornam-se importantes aliados para o planejamento da exploração racional do município. Para Lillesand e Kiefer (1994, p. 1) “Sensoriamento Remoto é a ciência e arte de obter informação acerca de um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados adquiridos por um dispositivo que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação”.

Quanto ao uso de produtos de Sensoriamento Remoto para o mapeamento de fenômenos dinâmicos, Baca (2002) diz que a classificação multitemporal de imagens torna possível analisar a dinâmica da paisagem e o modo como cada um de seus elementos interage em tal processo. Complementa ainda que talvez os dados mais fundamentais surjam de observações do estado de uma paisagem em dois períodos de tempo, por exemplo, através de mapas de cobertura da terra de imagens de satélite classificadas, obtidas para duas datas separadas de dez anos, observando-se que algumas das celas mudam de classe naquele intervalo de tempo. A classificação digital de imagens é definida por Venturiere e Santos (1998) como o estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe.

O objetivo deste estudo é elaborar dois mapas temáticos, referentes aos anos de 2007 e 2014, para avaliar a dinâmica das classes de cobertura e uso da terra no município de Rosário do Sul, Rio Grande do Sul durante esse período.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O município de Rosário do Sul está localizado na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul, também conhecida como região da Campanha. A altitude aproximada é de 132 m acima do nível do mar. O clima é temperado subtropical úmido com verões quentes e invernos frios, a precipitação média anual é de 1.300 a 1.690mm e a temperatura média no verão é de 36°C e no inverno de -3°C (MORENO, 1961). Segundo dados disponibilizados pelo censo do IBGE realizado em 2010 a densidade demográfica é de 9,09 hab./km², a área urbana ocupa aproximadamente 12 km² da cidade, na beira do Rio Santa Maria, sendo dividida em 33 bairros.

2.2 Materiais

Foram utilizadas imagens digitais do sensor *Thematic Mapper* (TM) do satélite Landsat 5, órbitas 223 e 224, ponto 81 de ambas, de fevereiro de 2007 e imagens digitais do sensor *Operational Land Imager* (OLI) do satélite Landsat 8, órbitas 223 e 224, ponto 81 de ambas, de março de 2014. As imagens TM foram obtidas gratuitamente pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2014) e as imagens OLI pelo site da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA, 2014). O download do *shapefile* contendo o limite territorial do município, na escala 1:250.000, foi obtido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e posteriormente editado para adequação à escala 1:50.000.

2.3 Processamento das imagens digitais

O desenvolvimento das atividades foi realizado no aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) versão 5.2.6, disponibilizado pelo INPE (INPE, 2014). Nesse SIG foi construído um banco de dados espaciais adotando-se o sistema de coordenadas geográficas e o referencial geodésico SIRGAS 2000.

Na identificação das classes temáticas foram utilizadas as composições falsa-cor RGB (*Red, Green, Blue*), bandas espectrais 543 e 432 do sensor TM e as bandas espectrais 543 e 654 do sensor OLI. O contraste aplicado à transformação dos níveis digitais das imagens originais foi pela função linear.

Para a elaboração dos mapas temáticos foi utilizada a técnica de classificação digital, a qual exige uma etapa auxiliar para categorização ou rotulação dos valores dos níveis de cinza, utilizando-se algoritmos estatísticos de programas computacionais para o reconhecimento de padrões espectrais. De acordo com o algoritmo utilizado neste procedimento, a classificação é dita supervisionada ou não-supervisionada, envolvendo duas fases distintas: o treinamento e a fase de classificação propriamente dita (MOREIRA, 2011).

A tomada das amostras durante o treinamento supervisionado foi feita pelo método de aquisição retangular, no qual foram coletadas 10 amostras referentes a cada classe (floresta, lâmina d'água, solo exposto, campo e agricultura), totalizando em torno de 2.500 pixels por classe. A floresta compreendeu formações arbóreas nativas e florestas plantadas, a classe lâmina d'água foi composta por rios, barragens, açudes, entre outros corpos hídricos; a classe solo exposto consistiu em áreas agrícolas em processo de preparo e plantio ou colheita, afloramentos rochosos, areais e ainda a mancha urbana do município; o campo compreendeu formações com cobertura vegetal nativa rasteira ou herbácea e a agricultura refere-se as áreas agrícolas em estágio vegetativo na data de tomada da imagem.

Posteriormente foi aplicado o algoritmo classificador pixel a pixel de máxima verossimilhança – Maxver, com limiar de aceitação 99.9%. O classificador Maxver considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos, assumindo que todas as bandas tem distribuição normal (MENESES e ALMEIDA, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

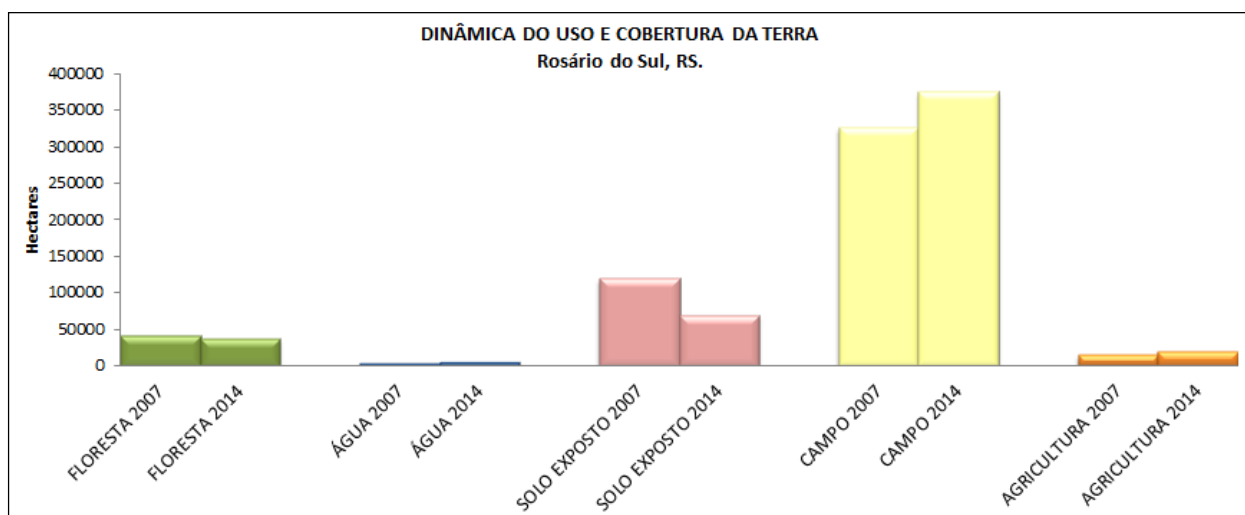
Através da metodologia empregada no trabalho foram obtidos os mapas temáticos de cobertura e uso da terra para os anos de 2007 e 2014 (**Figura 1**) e com os dados gerados neste mapeamento foi possível gerar a **Tabela 1** que apresenta a área total de ocupação das classes nas duas datas.

Tab. 1 – Área em hectares das classes de cobertura e uso da terra no município de Rosário do Sul – RS, em fevereiro de 2007 e março de 2014.

ANO	Floresta	Agricultura	Solo Exposto	Campo	Água
2007	41.745,78	15.501,51	119.716,92	326.508,5	4.359,24
2014	37.170,36	20.760,12	69.361,29	374.896,8	5.305,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

A classe floresta, que representa formações florestais em estágio primário e secundários de desenvolvimento, obteve uma redução de 4.575,42 hectares no período de sete anos, a observação dos mapas demonstra que esses espaços foram ocupados pelo solo exposto e pelo campo. Diante desses resultados, para área florestal, pode-se levar em consideração a colheita de florestas plantadas, redução de vegetação arbórea nativa, e sua substituição pelas outras classes, essa relação pode ser em função do preparo da implantação de novas florestas, e também em consequência da resolução espacial das imagens, que pode ocorrer de florestas em estado inicial de desenvolvimento venham a se confundir até mesmo com a classe campo. A **Figura 1** ilustra um gráfico da evolução das classes de cobertura e uso da terra no município de Rosário do Sul durante o período de análise.

**Fig 1** – Evolução das classes de uso e cobertura da terra do município de Rosário do Sul – RS em fevereiro de 2007 e março de 2014.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A classe solo exposto também foi reduzida no fim do período analisado, sendo suprimida principalmente pelas áreas de campo. Isso pode ser explicado por nessa época já ter ocorrido na maior parte das propriedades rurais a colheita de culturas como a do arroz e da soja no mês de março. Ainda deve-se levar em conta que, áreas usadas para agricultura, ao final de seus ciclos, podem ser também usadas por plantios de pastagens. Talvez ainda faz-se necessário o processo de reambulação nessas áreas, para confirmação da ocupação das referidas classes, pois pode também ocorrer erros na interpretação das imagens, e assim áreas de campo confundidas com áreas de agricultura que estejam com baixa densidade foliar.

Os campos, formações abertas de vegetação herbácea e rasteira características do bioma Pampa, apresentam-se como a classe predominante, e em um período de sete anos ocorreu um aumento de 48.388,3 hectares (Tabela 1). Áreas ocupadas por plantios agrícolas também foram expandidas, no entanto áreas com solo exposto que estão em preparo de plantio diminuíram.

As lâminas d'água também apresentaram aumento em área e isso pode estar relacionado às fortes precipitações que ocorrem na região no início do verão. Percebe-se também, um aumento no número de barragens (**Figura 2**), outro fator que pode ter contribuído, trata-se dos

incentivos por parte governo em campanhas de prevenção contra estiagens.

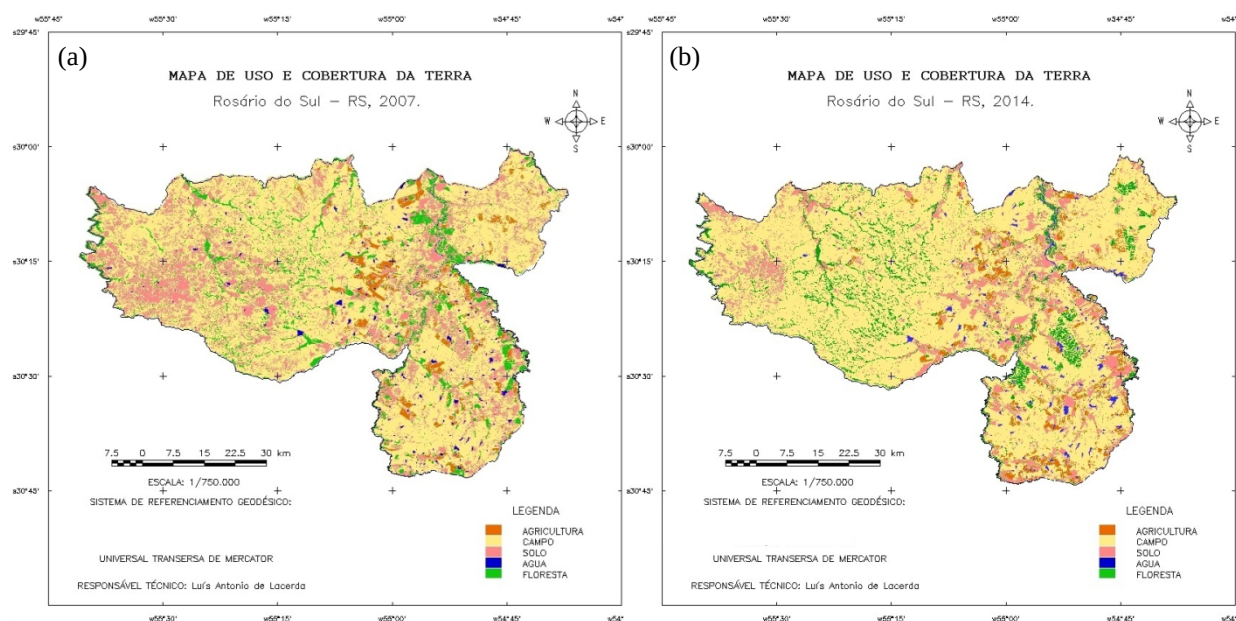


Fig. 2 – Mapas temáticos de uso e cobertura da terra do município de Rosário do Sul – RS em fevereiro de 2007 (a) e março de 2014 (b).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao observar os mapas de cobertura e uso da terra (**Figura 2**), distinguem-se visivelmente, áreas onde em 2007 apresentavam solo exposto, ao oeste, em 2014 essas mesmas áreas são ocupadas por campos. Também percebe-se que em parte do centro em direção ao oeste, o terreno possui irregularidades, e nessas áreas, onde o solo exposto predominava, ou até mesmo afloramentos rochosos, agora são as florestas e campos que predominam. Por mais que as florestas tenham diminuído em número de hectares (**Tabela1**), o que pode ter sido ocasionado por colheitas de florestas plantadas, regiões do município apresentam visível acréscimo em regiões ciliares e de relevo acidentado.

4 CONCLUSÃO

A metodologia adotada permitiu analisar as mudanças na paisagem de Rosário do Sul nos últimos sete anos. A disponibilidade gratuita de imagens atualizadas como as do satélite Landsat 8 e sua compatibilidade com os demais sensores da série é muito importante para o monitoramento da dinâmica da cobertura e uso da terra em territórios municipais. O propósito do trabalho foi alcançado adequadamente, embora atrelado às limitações de imagens de média resolução espacial (30 metros), uma vez que foi possível mensurar a evolução das classes temáticas identificadas na área de estudo. Para mapear adequadamente fenômenos como dinâmica urbana, expansão ou redução dos areais, que são expressivos no município, sugere-se a elaboração de mapeamentos com uso de imagens de alta resolução espacial associadas a levantamentos de campo, e também realizar um número maior de observações, e em menor espaço de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACA, M. J. F. Dinâmica da Paisagem: métodos analíticos, modelos de classificação e simulação prognóstica, sob a ótica geoecológica. 2002. 204p. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

BEHR, V. M. Pampa Gaúcho. “Série Ecossistemas Brasileiros: natureza – história – cultura”. São Paulo: E. 1

BRIASSOULIS, H. **Analysis of Land Use Change:** Theoretical and Modeling Approaches. In: Regional Research Institute. West Virginia University, 1999. Disponível em: <<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>>. Acesso em: 23 set. 2014.

HAAS, M. J. Dilemas Contemporâneos no Espaço Rural, um Estudo de caso do Município de Rosário do Sul. Universidade Federal de Santa Maria, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/655.pdf>>. Acesso 15 set. 2014.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley e Sons Inc., 1994.

MARCHIORI, J. N., C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Porto Alegre: EST, 2004. 110 p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Mata Ciliar**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 146p.

MENESES, P. R; ALMEIDA, T. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Universidade Federal de Brasília. Brasília – DF, 2012

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: Ed. UFV, 2011. 422 p.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura – RS, 1961. 42p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE- ICAMBIO, 2010. p 236

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.br>>. Acesso em: 9 de out. 2014

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: < <http://www.inpe.br>>. Acesso em: 10 de jun. 2014

VENTURIERE, A.; SANTOS, J. R. 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.

USO DA GEOESTATÍSTICA APLICADA E ÁLGEBRA DE MAPAS NA PARCELA 1537 DO INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO DO RIO GRANDE DO SUL 2000

Geostatistics use and applied Algebra Of Maps In The Portion Of Forest Inventory Continuous 1537 Rio Grande Do Sul 2000

Gabrieli Dalla Porta¹, Andréia Lemos Amorim², Elódio Sebem³

^{1,2}Acadêmica do curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento, Tecnóloga em Geoprocessamento Colégio Politécnico da UFSM. Bolsistas do projeto de extensão GeoExtensão e do projeto de pesquisa GeoRemoto;

gabrielidallaporta@gmail.com¹, andreialamorim@hotmail.com²

³Professor dos cursos de nível técnico e superior em Geoprocessamento, Colégio Politécnico da UFSM, **elodiosebem@politecnico.ufsm.br³**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi quantificar a distribuição espacial das espécies *Blepharocalyxsalicifolius* (Kunth) O. Berg, *Eugenia psidiiflora* O. Berge *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs, através das técnicas de geoestatísticas e o uso da álgebra de mapas na parcela permanente 1537 do Inventário Florestal Contínuo 2000, localizada na cidade de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul. As técnicas de geoestatísticas aplicadas na área de estudos, com a utilização da krigagem indicativa aliada a álgebra de mapas, demonstraram eficazes, visto que, foi possível verificar a variabilidade espacial das espécies em estudo e quantificar as associações existentes entre elas.

Palabras-chave: Florestas Nativas, Variabilidade Espacial, Silvicultura de Precisão

ABSTRACT

The objective of this study was to quantify the spatial distribution of species *Blepharocalyxsalicifolius* (Kunth) O. Berg, *Eugenia psidiiflora* O. Berge *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs, through the techniques of geostatistics and the use of map algebra in the plot permanent number 1537 the Continuous Forest Inventory 2000, in the city of São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. The geostatistical techniques applied in the study area, with the use of indicative kriging combined with map algebra, demonstrated effective, since it was possible to verify the spatial variability of the species under study and quantify the associations between them.

Keywords: Native Forests, Spatial Variability, Precision Forestry

1. INTRODUÇÃO

A história da humanidade baseia-se na utilização incansável de recursos naturais, principalmente das florestas, para o desenvolvimento da sociedade. Para Costa e Silva (2004), a relação homem-natureza é contemporânea à própria natureza humana, e o homem, como sujeito de uma ação dita social, vem, ao longo de sua própria evolução, proporcionando interferências crescentes nos vários ecossistemas existentes sobre a superfície do planeta. A utilização de um banco de dados para armazenar as informações geradas constitui uma poderosa ferramenta para auxiliar o planejamento e gerenciamento das atividades florestais (FRASSON; MADRUGA, 1999).

1.1 Inventário Florestal Contínuo

O Inventário Florestal do Rio Grande do Sul se caracteriza por ser uma área estimada de florestas de 49.329,27km² (4.932.927ha). Florestas estas que integramos estágios iniciais, médios

e avançados de sucessão, o que representa 17,44% da superfície do estado. O IFC determinou a cobertura florestal nativa e plantada no Estado por Carta Topográfica em escala 1:250.000, detalhando a sua espacialização. Classificando-as por categoria de tamanho, de função e de propriedade, calculando o estoque total e disponível, bem como a sua qualidade, crescimento anual e periódico, produção, tipo de manejo aplicado, tratamentos silviculturais necessários para os próximos cinco anos, intensidade de cortes e ocorrência de danos (por incêndios, pragas, doenças, doenças, poluição, ventos...) (MADRUGA, 2004). Os dados são referentes ao IFC realizado no ano 2000, mais especificamente a parcela 1537. A utilização destes dados se dá pelo fato de que segundo Mello(2004) o inventário florestal tem por objetivo aplicar e avaliar métodos de amostragem que gerem resultados mais precisos. Com a evolução da tecnologia e a constante pressão dos órgãos ambientais, os inventários tornaram-se muito mais complexos e informativos. Neste novo enfoque, os inventários que na maioria dos casos eram utilizados para determinação do volume de madeira existente na floresta, passaram a serem utilizados para determinação de outros aspectos, tais como, além da determinação do volume total, volume comercial, registram-se o estágio sucessional da floresta, a avaliação da regeneração natural das espécies, e outras peculiaridades inerentes ao objetivo do inventário florestal (UFSC, 2005).

1.2 Silvicultura de precisão

Análises da diversidade das espécies são estudos rotineiros para caracterização de formações florestais nativas (AMARAL, 2013). A unidade florestal é tratada geograficamente ponto a ponto, ou seja, a área total é dividida em frações de unidades diferenciadas pelo índice de qualidade de sítio, dentre outras variáveis, sendo cada fração estabelecida referente a cada ponto. Fenômenos naturais apresentam frequentemente certa estruturação na variação entre vizinhos, e desta forma pode-se dizer que as variações não são aleatórias, e apresentam algum grau de dependência espacial (GUIMARÃES, 2004). A coleta e análise destes dados geoespaciais viabilizam intervenções localizadas na floresta, com acurácia e precisão adequadas (BRANDELERO et al., 2007), onde chamamos de silvicultura de precisão em que é utilizada a geoestatística.

1.3 Geoestatística

Foi desenvolvida a partir dos trabalhos de Krige no ano de 1951 com dados de concentração de ouro, nos quais concluiu que apenas a informação fornecida pela variância seria insuficiente para explicar o fenômeno em estudo, sendo necessário considerar a distância entre as observações. Esta é definida, segundo Pires (2011), como um conjunto de técnicas estatísticas utilizadas para analisar e estimar valores de uma variável que são distribuídos (e fisicamente correlacionados) no espaço ou tempo. Ela difere da denominada estatística clássica na forma de avaliar a variação dos dados (SILVA, 2013). Para Reichardt (1985), a estatística clássica e a geoestatística completam-se. Uma não exclui a outra, e perguntas não respondidas por uma muitas vezes podem ser respondidas pela outra. As duas funções utilizadas com maior intensidade na análise geoestatística para a determinação da dependência espacial ou temporal de variáveis são as funções de autocorrelação e a função variância, que gera o semivariograma (SILVA, 2013).

1.4 Krigagem Indicativa

Para tanto, dentre tantas aplicações de krigagem, optamos pela indicativa que utiliza a técnica de Krigagem Ordinária ou de Krigagem Simples dos dados transformados por meio de uma função não linear binária composta por 0 e 1 (ALMEIDA, 2013). A krigagem indicativa consiste na relação das estruturas de continuidade de valores extremos de uma dada variável

quantificável através dos semivariogramas da indicativa para qualquer valor de corte (SILVA, 2013), e produz um mapa de probabilidade de ocorrência da variável em estudo. Pode-se, porém também fazer estimativas baseadas em valores que se situem abaixo ou acima de um determinado nível de corte (*cutoff*). Esse procedimento, estabelecido para vários níveis de corte de uma distribuição acumulada, conduzirá a uma estimativa de vários valores dessa distribuição em um determinado local, cuja função poderá ser ajustada (LANDIM 2003). Um conjunto amostral por indicação $I(x = x_a)$ para um valor de corte z_k é gerado através da codificação aplicada a um conjunto de dados $Z(x = x_a)$ segundo a equação (LANDIM e STURARO, 2002):

$$I(x; z_k) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \leq z_k \\ 0, & \text{se } x > z_k \end{cases}$$

O processo de codificação por indicação é aplicado para todo conjunto amostral, considerando, por exemplo, o valor de corte z , onde $k = 1, 2, \dots, k$. A frequência acumulada de valores observados, por exemplo, abaixo do nível de corte pode ser expressa pela equação abaixo, conforme Landim e Sturaro (2002):

$$F(z_k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(z_k)$$

De modo idêntico, ainda Segundo os mesmos autores, a proporção de valores abaixo do nível de corte pode também ser considerada como a média ponderada dos indicadores, no caso, situados na vizinhança da local avaliado segundo:

$$F(z_k) = \sum_{i=1}^n \lambda_i I(z_k)$$

Onde λ_i são os pesos, cuja soma deve ser 1 pela condição de não viés; I o indicador e z_k o nível de corte.

1.5 Álgebra de mapas

O tema “álgebra de mapas” foi popularizado a partir do livro “Geographic Information System and Cartographic Modeling” (TOMLIN, 1990). Esta foi a primeira abordagem em que se buscou explorar de uma maneira formal as propriedades dos dados representados em SIG, usualmente representados por mapas (CORDEIRO, 2007). Os elementos da álgebra de mapas descrita consistem de mapas que associam a cada local de uma dada área de estudo um valor quantitativo (escalar, ordinal, cardinal ou intervalar) ou qualitativo (nominal). Dito de outra forma, o modelo de dados adotado consiste desses tipos de dados, ficando o significado das operações a eles aplicadas ao encargo do modelador. O procedimento analítico envolve o processamento cíclico de mapas digitais (semelhante à resolução de parênteses de uma equação) usando de operações de processamento espacial. Desse modo, uma sequência lógica, coerente para o desempenho de uma determinada análise cartográfica, envolve a recuperação de um ou mais mapas da base de dados, processamento e o seu armazenamento para processamento subsequente (SOARES FILHO, 2000).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi quantificar espécies florestais em suas proporções dentro da parcela em estudo, através das geotecnologias utilizadas.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área de estudo é uma parcela permanente, de floresta nativa, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista (FOM), localizada em São Francisco de Paula, com coordenadas 29,2523 lat., 50,2323 long., na região nordeste Rio-Grandense. O clima é subtropical úmido (Cfa), conforme a classificação climática de Köppen-Geiger. Os solos presentes nesta área são: Cambissolo Bruno Húmico álico. São solos minerais, não hidromorfos, com elevado acúmulo de matéria orgânica. São solos típicos de altitude e ocupam uma porção muito extensa e homogênea do Planalto dos Campos Gerais. (PROSINOS, 2014)

As parcelas permanentes são formadas de um conglomerado com 100 subunidades de 100 m² (10 x 10 m), em 10 faixas de 10 x 100 m, com uma área total de 10.000 m² (SEBEM, 2000).

As espécies quantificadas foram escolhidas de acordo com o número maior de espécies existentes na parcela, como foi o caso *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg, *Eugenia psidiiflora* O. Berge e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs.

2.1 Software utilizado

Durante todo o processo foi utilizado o software Arcgis®10.

2.2 Semivariograma

Com este primeiro processo é o ajuste do semivariograma que é dado por :

$$\lambda(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

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 .

2.3 Krigagem Indicativa

Para o processo da krigagem indicativa foi adicionado o shape de cada espécie contendo suas respectivas coordenadas centrais e número de indivíduos. Foi utilizado a ferramenta geostatistical analyst, opção krigingem data field selecionou – se o número de indivíduos, krigagem indicativa e foi ajustado o semivariograma: número de lags, lagsize, tipo de semivariograma, major range, efeito pepita. Foram criadas tabelas com os parâmetros ajustados, mostrados posteriormente nos resultados. Então obtivemos a variabilidade espacial de cada espécie. Logo, em propriedades, simbologia e classificamos em: (0 – 25 %, 25- 50 %, 50 – 75 %, 75 – 100%).

2.4 Álgebra de mapas

Posteriormente exportamos dados para raster e reclassificamos cada espécie como: a) *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg adicionamos novos valores (1, 2, 3, 4), b) *Eugenia psidiiflora* O. Berg (60, 70, 80, 90) e c) *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs (100, 200, 300, 400). Realizamos álgebra de mapas através da soma algébrica das classes acima das espécies sendo, a com b, b com c e c com a.

3. RESULTADOS

Os procedimentos executados foram todos especificados, começando por valores dos parâmetros da geoestatística, seguidos dos valores, da estatística descritiva, além dos semivariogramas de cada espécie, com suas representações da krigagem, assim como a demonstração das associações das classificações, demonstrando mais especificamente nas seguintes tabelas, para se obter a idéia dos valores de existência em cada área, realizando várias combinações possíveis, para se obter a percepção de ocupação das espécies na parcela em estudo.

Tabela 1: Tabela com os componentes do semivariograma.

Espécie	Modelo	A(m)	Co+ C	Co
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Exponencial	0,36	0,21	0,031
<i>Eugenia psidiiflora</i>	Exponencial	0,25	0,21	0,020
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Exponencial	0,21	0,22	0,030

Tabela 2: Tabela com valores da estatística descritiva.

Espécie	Modelo	Média	Erro médio	Raiz Quadrada
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Exponencial	0,007	0,45	0,40
<i>Eugenia psidiiflora</i>	Exponencial	0,007	0,49	0,52
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Exponencial	0,008	0,40	0,38

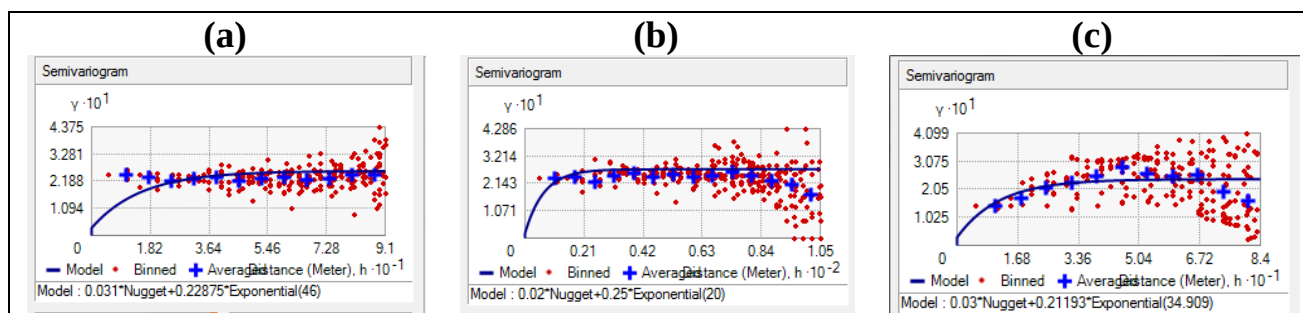


Figura 1: Semivariogramas das três espécies mais abundantes da parcela: (a) *Blepharocalyx salicifolius*, (b) *Eugenia psidiiflora* e (c) *Sebastiania commersoniana*.

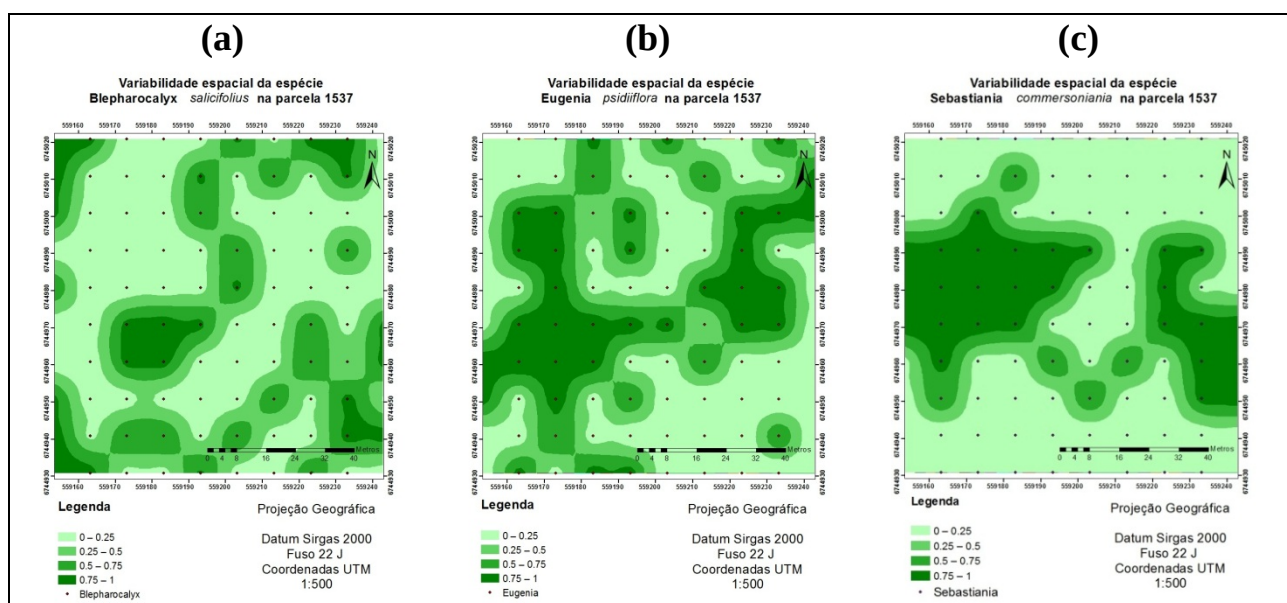
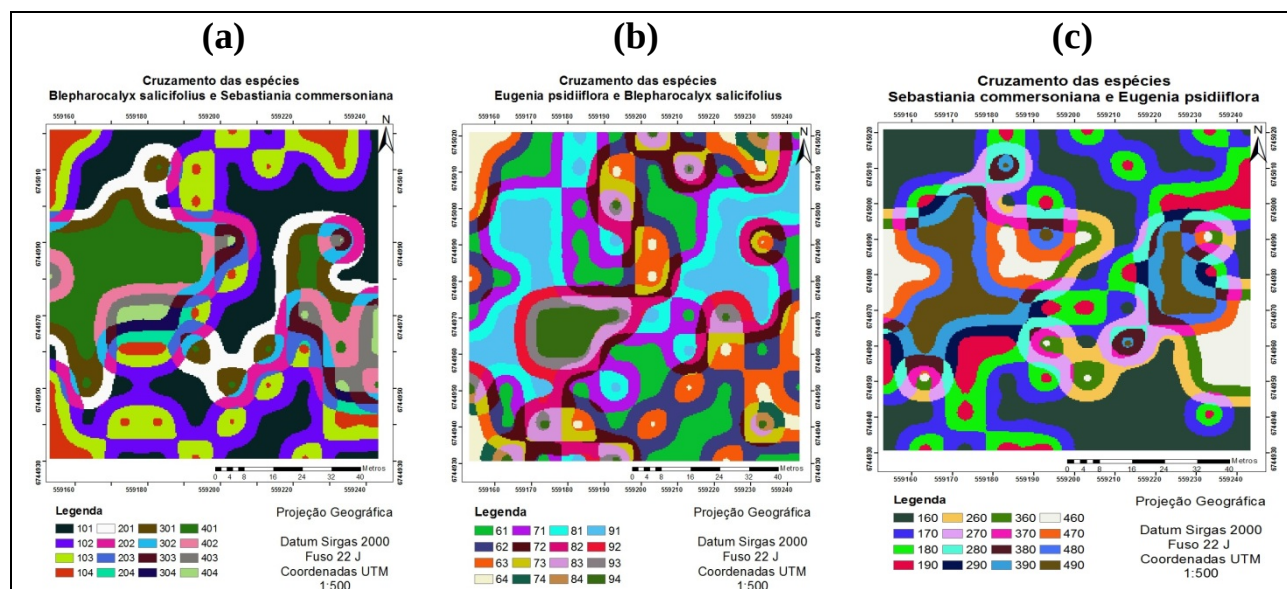


Figura2: Resultados de cada espécie após a krigagem: (a) *Blepharocalyx salicifolius*, (b) *Eugenia psidiiflora* e (c) *Sebastiania commersoniana*.

Tabela 3: Tabela com os valores e probabilidades de ocorrência de cada espécie.

Probabilidade de ocorrência (%)	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	<i>Eugenia psidiiflora</i>	<i>Sebastiania commersoniana</i>
0-25	1	60	100
25-50	2	70	200
50-75	3	80	300
75-100	4	90	400

**Figura3:** Resultados finais do cruzamento das informações. (a) *Blepharocalyx salicifolius* X *Sebastiania commersoniana*, (b) *Eugenia psidiiflora* X *Blepharocalyx salicifolius* e (c) *Sebastiania commersoniana* X *Eugenia psidiiflora*.**Tabela 4:** Álgebra de mapas das espécies *Sebastiania commersoniana* (A) X *Blepharocalyx salicifolius* (B).

Associações	Prob. de Ocorrência		Área (m) ²	Área (%)
	A	B		
101	< 25%	< 25%	1474,46	18,06
102	< 25%	25 - 50%	1284,21	15,73
103	< 25%	50 - 75%	1016,97	12,46
104	< 25%	> 75%	375,06	4,59
201	25 - 50%	< 25%	586,57	7,18
202	25 - 50%	25 - 50%	409,41	5,01
203	25 - 50%	50 - 75%	232,24	2,84
204	25 - 50%	> 75%	86,57	1,06
301	50 - 75%	< 25%	529,80	6,49
302	50 - 75%	25 - 50%	250,61	3,07
303	50 - 75%	50 - 75%	196,08	2,40
304	50 - 75%	> 75%	77,89	0,95
401	> 75%	< 25%	923,66	11,31
402	> 75%	25 - 50%	382,19	4,68
403	> 75%	50 - 75%	245,98	3,01
404	> 75%	> 75%	93,18	1,14
Total	-	-	8164,93	100,00

Após ter ajustado os valores dos semivariogramas, percebemos que as três espécies apresentaram inicialmente valores de efeito pepita baixos na tabela 2 para bons desempenhos da curvatura de anisotropia. Por isso notou-se que mesmo estes valores sendo baixos, pode haver uma continuidade espacial nas três espécies, que é o que mostrou-se na fig.1. Sendo que na tabela 1, podemos perceber claramente os resultados numéricos expressivos deste procedimento, como os valores de efeito pepita, alcance e patamar.

Tabela 5: Álgebra de mapas das espécies *Eugenia psidiiflora* (A) x *Blepharocalix salicifolius* (B).

Associações	Prob. de Ocorrência		Área (m) ²	Área (%)
	A	B		
61	< 25%	< 25%	953,98	11,68
62	< 25%	25 - 50%	900,20	11,03
63	< 25%	50 - 75%	726,27	8,90
64	< 25%	> 75%	237,29	2,91
71	25 - 50%	< 25%	839,41	10,28
72	25 - 50%	25 - 50%	757,77	9,28
73	25 - 50%	50 - 75%	389,57	4,77
74	25 - 50%	> 75%	82,17	1,01
81	50 - 75%	< 25%	830,08	10,17
82	50 - 75%	25 - 50%	478,35	5,86
83	50 - 75%	50 - 75%	395,79	4,85
84	50 - 75%	> 75%	49,766	0,61
91	> 75%	< 25%	891,00	10,91
92	> 75%	25 - 50%	190,12	2,33
93	> 75%	50 - 75%	179,62	2,20
94	> 75%	> 75%	263,47	3,23
Total	-	-	8164,93	100,00

Tabela 6: Álgebra de mapas das espécies *Eugenia psidiiflora* (A) x *Sebastiania commersoniana* (B).

Associações	Prob. de Ocorrência		Área (m) ²	Área (%)
	A	B		
160	< 25%	< 25%	1793,40	21,97
170	< 25%	25 - 50%	1110,60	13,60
180	< 25%	50 - 75%	824,90	10,10
190	< 25%	> 75%	421,71	5,16
260	25 - 50%	< 25%	320,11	3,92
270	25 - 50%	25 - 50%	445,43	5,46
280	25 - 50%	50 - 75%	344,21	4,22
290	25 - 50%	> 75%	205,02	2,51
360	50 - 75%	< 25%	245,20	3,00
370	50 - 75%	25 - 50%	199,32	2,44
380	50 - 75%	50 - 75%	298,33	3,65
390	50 - 75%	> 75%	311,55	3,82
460	> 75%	< 25%	459,04	5,62
470	> 75%	25 - 50%	313,50	3,84
480	> 75%	50 - 75%	286,54	3,51
490	> 75%	> 75%	585,92	7,18
Total	-	-	8164,93	100,00

Na figura 2, a espécie *Eugenia* teve uma boa contribuição menos expressiva na área da espécie com pontos mais esparsos. O que diferentemente acontece com a terceira espécie, *Sebastiania*, em que seu mapa apresentou na área uma alta concentração na área. A figura 3 demonstra a representação da associação das variáveis, percebendo-se que após o processo de sobreposição dos mapas, com a combinação dos valores, em que a espécie *Blepharocalyx* (1, 2, 3, 4) e *Sebastiania* (100, 200, 300, 400), apresentaram valores na combinação, com a ocupação da área comum em torno de 18,06%, já as outras combinações, ficaram bem abaixo. Já no segundo processo de ocupação comum, notou-se que a espécie *Eugenia psidiiflora* e *Sebastiania commersoniana* (100, 200, 300, 400), o resultado procedeu em torno de 11,68%, na combinação, o que corresponde novamente entre 0-25%, e assim na última tabela, em que as espécies *Eugenia psidiiflora* e *Sebastiania commersoniana*, continuaram em torno dos 25% de maior procedência dentro da parcela, em torno de 21,97%

5. CONCLUSÃO

As técnicas de geoestatísticas aplicadas na parcela 1537 do IFC, com a opção de utilizar a krigagem indicativa aliada a álgebra de mapas, demonstraram eficazes, visto que, foi possível verificar a variabilidade espacial das espécies em estudo e quantificar as associações feitas entre elas, mesmo com representações de pequenos valores, porém, para um melhor ajuste foi necessário agregar estes aos processos. Porém, conclui-se que há necessidade de maiores avanços nos estudos sobre geoestatística com suas aplicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.F.F. et al. Análise geoestatística dos níveis de suficiência de Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e a acidêz/alcalinidade na presença da altitude, que interferem no cultivo de café: Um estudo feito por meio de mapas de Krigagem Indicativa. Revista Matemática e Estatística em Foco, 2013. Uberlândia. **Anais...**Uberlândia: UFU, 2013.

AMARAL, L.P. et al. Uso de geoestatística no estudo do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener em Floresta Ombrófila Mista. **ScientiaForestalis**, Piracicaba, v.42, n.97, p. 83-93, 2013.

AMARAL, L.P. **Geoestatística aplicada ao manejo florestal experimental em Floresta Ombrófila Mista**. 90p. 2014. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

BRANDELERO, C. et al. **Silvicultura de precisão: mapeamento, inventário e geoestatística**. Geomática, v. 2, n. 1, p. 15-25, 2007.

CORDEIRO, J.P; BARBOSA, C.C. F; CÂMARA, G. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. INPE: São Paulo, 2007. Disponível: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/3opera.pdf>. Acesso em 28 de julho de 2014.

FRASSON, A.R; MADRUGA, P.R. de A. Uso de técnicas de Geoprocessamento no Planejamento Municipal: Estudo de caso – Município de Espumoso, RS. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE-SUL, 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999. 327p.

GUIMARÃES, EC. **Geoestatística Básica e Aplicada**. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2004.

INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO(IFC). Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. Disponível em < <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>>. Acesso em 05 nov. 2014.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. Rio Claro: Editora Unesp, 2003. 253p.

LANDIM, P.M.B.; STURARO, J.R. **Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos**. Rio Claro: UNESP/Departamento de Geologia Aplicada, IGCE. 2002. 20p.

MADRUGA, P.R.A. **Uso de Geoprocessamento no Inventário Florestal do Rio Grande do Sul: uma abordagem crítica**. In: Aplicações de geotecnologias na Engenharia Florestal. Curitiba: 2004.

MELLO, J.M. **Geoestatística Aplicada ao Inventário Florestal**. 103p. 2004. Tese (Doutorado em Recursos Florestais)-Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2004.

PIRES, C.A.F. **Geoestatística**: caderno técnico. Departamento de Geociências. CCNE Série Naturais e Exatas UFSM. Santa Maria.2011. 184p.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 486p.

SEBEM, E. **Desenvolvimento e aplicabilidade de uma base de dados relacional para o Inventário Florestal Contínuo do RS**. 2000. 124f. Dissertação (Mestrado Pós-Graduação em Engenharia Agrícola- Sensoriamento Remoto). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS.

SOARES FILHO, B. S.. **Modelagem de dados espaciais**. Departamento de cartografia. Pampulha: INPE, 2000.

STURARO, J. R.; LANDIM, P. M. B. & RIEDEL, P. S. O emprego da técnica geoestatística da krigagem indicativa em Geotecnia Ambiental. **Revista Solos e Rochas**, São Paulo,v.23, n.3, 2000.

SILVA, A. F.; MORAES, D. A. C.; ZIMBACK, C. R. L; LANDIM, P. M. B. Aplicação da Geoestatística em Ciências Agrárias. Parte I. Universidade Estadual Paulista: Botucatu, SP.2004.

TOMLIN, D. Geographic Information Systems and Cartographic Modeling.In:CORDEIRO, J.P; BARBOSA, C.C. F; CÂMARA, G. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. INPE:SãoPaulo,2007.Disponível:<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/3opera.pdf>. Acesso em 28 de julho de 2014.

MANTOVANI, A.; REIS, A.; ANJOS, A.; SIMINSKI A.; FANTINI, A. C.; PUCHALSKI A. P.; QUEIROZ ,M. H.; REIS, M. S.; CONTE, R. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais. **Amostragem, caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense e manejo do palmito (euterpe edulis) em regime de rendimento sustentável**. Florianópolis, 2005.

FUSÃO DAS MATRÍCULAS PARA EXERCER A PROPRIEDADE EM CONJUNTO SEM UNIFICAR OS TERRENOS

Merger of Matriculations to Exercise the Properties Together Without Unify the Land

Leticia Silveira Marafon¹, Matheus Weigert², Luiz Inácio Rambo³

¹ Técnica em Agrimensura / UTFPR – Campus Pato Branco; CEP 85503-390. Pato Branco, PR, Brasil.

leticia_marafon@hotmail.com

² Técnico em Agrimensura / UTFPR – Campus Pato Branco; CEP 85503-390. Pato Branco, PR, Brasil.

Matheus.weigert@hotmail.com

³Departamento de Agrimensura, UTFPR – Campus Pato Branco. Via do Conhecimento, km 1; Cep 85803-390. Pato Branco, PR, Brasil.

inacio@utfpr.edu.br

RESUMO

Na análise dos diferentes procedimentos praticados pelas repartições públicas, pesquisadores tem concluído que os órgãos públicos estariam adotando conceitos distintos para o termo imóvel, o que estaria gerando incompatibilidades entre as instituições. Seguindo nessa linha, a partir dos anos 2000 surgiram publicações conceituando parcela como a parte de território que tem um regime jurídico único, procurando-se definir que o imóvel seria composto por uma ou por várias dessas parcelas. Por outro lado, há trabalhos partindo da premissa de que os órgãos cadastrais e registrais devem considerar que o imóvel territorial é formado pela correspondente parcela, sendo que sobre esta pode-se construir edificações que, sendo internas ao perímetro urbano, transformam-se em imóveis edilícios. Nesta linha, certos procedimentos cadastrais e/ou registrais resultam de equivocadas interpretações à legislação pertinente. Estudando-se um desses procedimentos, este trabalho analisa a possibilidade de fusão das matrículas, para o proprietário que deseja exercer a propriedade sobre o conjunto de seus imóveis contíguos, concluindo-se que não é necessário unificar esses terrenos. Nesse caso haverá mais de um imóvel na mesma matrícula. Sem a existência de vários terrenos contíguos na mesma matrícula, haveria burocracia, atrapalhando a publicação dos registros e averbações sobre grupos de imóveis.

Palavras-chave: Registro de Imóveis, Cadastro, Direito imobiliário, Parcela territorial, Imóveis confrontantes.

ABSTRACT

In analyzing the different procedures performed by public agencies, researchers have concluded that public bodies were adopting different concepts for the term realty, which would generate incompatibilities among institutions. Following this line, from the 2000s publications have emerged conceptualizing parcel as part of a territory that has a single legal system, attempting to set the realty would consist of one or several of these parcels. On the other hand there are works on the premise that the registral and cadastral bodies should consider the territorial realty is formed by the corresponding parcel, on which buildings can be constructed and if located in the city limits, they become realties built. In this line, certain cadastral and/or registral procedures result from misinterpretations of pertinent legislation. Studying is one of those procedures, this study examines the possibility of merging the matriculations for the owner who wishes to exercise the estate on the set of their adjoining realties, concluding that it is not necessary to unify these lands. In this case there will be more than one realty in the same matriculation. Without the existence of several contiguous land in the same matriculation, there would have bureaucracy, hindering the publication of registrations and annotation for groups of realties.

Keywords: Property Register, Cadastre, Immovable law, Territorial parcel, Bordering real estates.

1. INTRODUÇÃO

Na existência de imóveis contíguos, alguns proprietários precisam fundir as respectivas matrículas dos vários imóveis em uma só, de modo a reuni-los no cartório de Registro da Propriedade (denominação adequada para o cartório do Registro de Imóveis).

A necessidade de se juntar os imóveis na mesma matrícula ocorre quando o proprietário de imóveis contíguos deseja exercer seus direitos de propriedade em conjunto, como se seus imóveis fossem (mas na realidade não são) um só.

No caso do proprietário exercer seus direitos sobre os imóveis em conjunto, torna-se mais prático que a descrição de cada um desses imóveis constem em uma única matrícula, para viabilizar publicações sobre a propriedade conjunta desses imóveis.

O exercício da propriedade conjunta sobre mais de um imóvel contíguo e pertencente ao mesmo proprietário é um fato corriqueiro e ocorre, por exemplo, quando alguém dá o conjunto de seus imóveis em garantia de dívida.

Outro exemplo de propriedade conjunta ocorre quando um proprietário de imóveis rurais resolve efetuar neles a plantação com uma só cultura contínua, utilizando na realidade seus imóveis em conjunto, como se fossem uma só propriedade.

Também ocorre o exercício da propriedade em conjunto quando um dono possui uma única matrícula contendo um prédio englobando diversos apartamentos de sua propriedade.

O problema é que alguns cartórios não aceitam efetuar a fusão das matrículas de imóveis contíguos, exigindo a unificação dos lotes, o que equivale a considerar, de modo equivocado, que a propriedade exercida sobre um conjunto de apartamentos formaria um só imóvel.

A questão aparentemente não merece tanta importância, considerando que para a sociedade não haveria grandes consequências se o proprietário da terra obterá ou não a fusão de matrícula pretendida para a propriedade de seus imóveis contíguos.

No entanto, a situação se torna problemática para os proprietários de loteamentos, pois com base na justificativa de impossibilidade em constar mais de um imóvel na mesma matrícula, a maioria dos cartórios, ao registrarem loteamentos, abrem imediatamente uma matrícula nova para cada futuro lote resultante.

A abertura antecipada das matrículas dos futuros lotes já por ocasião do registro do empreendimento no cartório tem provocado grandes problemas posteriores, quando for necessário publicar direitos sobre parte e/ou totalidade dos novos lotes.

Caso as matrículas dos futuros lotes estiverem abertas, quaisquer publicações relativas a gleba em parcelamento precisará ser efetuada em cada uma das matrículas abertas antecipadamente.

A necessidade de publicações em múltiplas matrículas pode atrapalhar o lançamento dos empreendimentos de loteamentos no mercado imobiliário, por burocratizar os procedimentos, emperrando a tramitação da documentação, ao criar serviços e custos inúteis e desnecessários.

Enquanto os procedimentos para regularização e execução de um loteamento não estiverem concluídos e os lotes ainda não foram materializados, mediante completa implantação da infraestrutura do loteamento, as publicações devem ser efetuadas na matrícula da gleba do loteamento. Inclusive:

O registro de eventual título aquisitivo de lote garante de imediato o direito sobre a fração ideal de terreno, ficando a propriedade em comunhão, com prioridade sobre os registros posteriores na aquisição do lote (RAMBO, 2000, p. 60).

Após registrar o empreendimento do loteamento na matrícula da gleba, o registrador só deve abrir as matrículas individuais quando ocorrer o primeiro registro de cada lote, por ocasião da respectiva alienação após a infraestrutura do loteamento estar concluída.

Caso ocorra a abertura antecipada das matrículas individuais, haverá problemas burocráticos presentes dentro e fora do Registro de Imóveis.

Desse modo, quaisquer publicações eventualmente necessárias sobre o conjunto dos lotes criados, não mais poderiam ser realizadas diretamente na matrícula da gleba, obrigando os interessados a solicitarem e o cartorário a realizar múltiplas publicações, uma para cada um dos lotes nas matrículas individualizadas antecipadamente, antes mesmo dos lotes projetados realmente existirem.

Ao abrir antecipadamente todas as matrículas individuais, qualquer averbação pertinente ao conjunto dos lotes deverá constar em todas as matrículas novas, as quais foram criadas antecipadamente.

A abertura antecipada das matrículas dos futuros lotes causa um gasto desnecessário aos que estão interessados em efetuar eventuais averbações, além de aumentar desnecessariamente o trabalho do registrador, causando alguns transtornos burocráticos.

Como exemplo de alguns problemas que estão presentes dentro do Registro de Imóveis, pode-se citar o caso da revogação do usufruto sobre a gleba.

Se o loteamento for registrado e as matrículas de cada lote forem abertas antes de ser revogado o usufruto, ao invés da revogação ser normalmente efetuada na matrícula da gleba antes de se alienar lotes, será preciso anotar a baixa do usufruto em cada uma das matrículas novas.

Caso o registro do loteamento seja efetuado sem que se faça a abertura antecipada das matrículas dos futuros lotes, não seriam necessárias publicações múltiplas para cancelamento do usufruto, bastando a devida publicação de cancelamento do usufruto na matrícula da gleba.

Alguns cartórios, ao receberem os pedidos para fusão de matrículas, alegam que em cada matrícula só pode haver um imóvel escriturado, exigindo que se faça a unificação dos lotes, para o que seria necessário descrever o contorno conjunto dos imóveis vinculados, o que resultaria em um único imóvel.

Este trabalho tem por objetivo constatar se há cartórios que abrem imediatamente as matrículas individuais de futuros terrenos decorrentes de loteamentos aprovados e registrados, embora possam ainda não ter sido completamente implantados.

Este estudo visa ainda constatar se há cartórios que não atendem o pedido do proprietário de imóveis contíguos que pretenda a fusão das respectivas matrículas, para tratar das suas propriedades em conjunto.

Analisa ainda a validade jurídica e as consequências de cartórios negarem a fusão das matrículas de imóveis contíguos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi basicamente bibliográfica, envolvendo como estudo de caso um processo extrajudicial desenvolvido com base na legislação, doutrina e jurisprudência, em cujos autos Tatto *et al* (2011) questionam seus direitos condominiais de manterem em uma só matrícula imóveis contíguos decorrentes do loteamento que fizeram sobre uma gleba que possuíam em sociedade.

O estudo de caso é o processo extrajudicial de dúvida sob nº 3051-13.2011 com Protocolo Oficial nº 223/11 de 04.03.2011, que tramitou administrativamente na Corregedoria Permanente da Vara da Família e Anexos da Comarca de Pato Branco-PR, através do qual os proprietários questionaram em Tatto *et al* (2011) a exigência do 2º ofício do Registro de Imóveis local, sobre a suposta necessidade registral da unificação de terrenos contíguos para obtenção da fusão das matrículas de seus terrenos.

2.1. Fusão de Matrículas

Antes da criação da Lei 6.015 (BRASIL, 1973), o Decreto 4857/1939 não previa a matrícula dos imóveis. Após a criação dessa legislação, a matrícula de cada imóvel será aberta por ocasião do primeiro registro a ser feito na vigência da nova norma.

Mas a regra de que cada imóvel terá matrícula própria tem previsão de exceção e, ao permitir a coexistência de mais de um imóvel na mesma matrícula, a legislação previu a necessidade da abertura de uma nova matrícula quando há a fusão das matrículas de imóveis contíguos:

*Art. 234 - Quando dois ou mais imóveis contíguos pertencentes ao mesmo proprietário, constarem de **matrículas** autônomas, pode ele requerer a fusão destas em uma só, **de novo número**, encerrando-se as primitivas (BRASIL, 1973).*

Na fusão de matrículas, os imóveis confrontantes e pertencentes ao mesmo proprietário são apresentados todos em uma nova matrícula, em cujo documento se descreve separadamente cada um dos imóveis sobre os quais o dono pretende exercer sua propriedade em conjunto.

Swensson (1991) afirma que a fusão deve ser das matrículas, e não dos imóveis.

Para se obter a fusão das matrículas, é preciso que os respectivos imóveis sejam pertencentes ao mesmo proprietário, e que as áreas sejam contíguas.

A contiguidade dos imóveis deve ser ratificada pela confrontação das descrições contidas nas matrículas a serem fundidas.

Carvalho (1998) e Ceneviva (1997) debatem esta questão defendendo que para haver a fusão das matrículas não é necessária a unificação dos terrenos relativos, mas esse entendimento nem sempre predomina na prática cartorial do país.

Swensson (1991), porém, já apresenta a jurisprudência com tendência dominante no entendimento de que para ocorrer a fusão das matrículas não é necessária a unificação dos terrenos correspondentes, os quais voltarão a ter matrículas próprias na medida em que forem alienados individualmente.

Segundo Brasil (1973), a lei 6.015 autoriza também a unificação de imóveis na mesma matrícula em dois outros casos especificados:

*Art. 235 - Podem, ainda, ser unificados, com **abertura de matrícula única**:*

I - dois ou mais imóveis constantes de transcrições anteriores a esta Lei, à margem das quais será averbada a abertura da matrícula que os unificar;

II - dois ou mais imóveis, registrados por ambos os sistemas, caso em que, nas transcrições, será feita a averbação prevista no item anterior, e as matrículas serão encerradas na forma do artigo anterior.

*Parágrafo único. Os imóveis de que trata este artigo, bem como os oriundos de desmembramentos, partilha e glebas destacadas de maior porção, serão **desdobrados** em novas **matrículas**, juntamente com os ônus que sobre eles existirem, sempre que ocorrer a transferência de uma ou mais unidades, procedendo-se, em seguida, ao que estipula o item II do art. 233.*

As unificações de que trata o Art. 235 da Lei n. 6.015/1973 referem-se a unificação das publicações do cartório, envolvendo imóveis anteriormente distribuídos em duas ou mais transcrições, bem como em uma ou mais transcrições e em uma ou mais matrículas. Nesse caso, cada um dos imóveis envolvidos deve ser descrito separadamente na matrícula que fundiu as transcrições (art. 235, I) ou que fundiu uma ou mais transcrições com o conteúdo de outra(s) matrícula(s) (art. 235, II).

Apresentando-se mais de um imóvel na mesma matrícula será natural que cada um deles possa ser alienado em separado:

Art. 233 - A matrícula será cancelada: (...)

II - quando em virtude de alienações parciais, o imóvel for inteiramente transferido a outros proprietários;

Como dito anteriormente, a fusão deve ser das matrículas e não dos imóveis, somente podendo ser realizada quando as matrículas que serão fundidas tiverem por objeto, imóveis contíguos e pertencentes ao mesmo proprietário, sempre que este esteja disposto a exercer simultaneamente seus direitos de propriedade sobre os imóveis em conjunto.

2.2. Unificação de Imóveis

Segundo Rambo (2005, p. 33-34), os imóveis podem sofrer transformações, incluindo a transformação de um imóvel (gleba) em frações ideais correspondentes às futuras unidades autônomas (lotes) autorizadas ou aprovadas pelo Município. Em decorrência da aprovação do projeto de loteamento, segue-se o Alvará autorizando a realização do empreendimento e, enfim, vem a certificação de que o empreendimento encontra-se completamente implantado e pronto para ser entregue aos adquirentes.

As ocorrências de fato são aquelas existentes na realidade, envolvendo mudanças realizadas no próprio imóvel, tais como o deslocamento da divisa dos imóveis, a alteração de limites devida ao parcelamento do solo e a construção incorporando ao solo as edificações ou suas ampliações (RAMBO et al, 2006, p. 2)

A Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei n. 6.766/1.979, art. 2º, § 4º), considera que lote é o terreno servido de infraestrutura básica, concluindo-se que somente após o loteamento ter sido implantado é que os lotes passam a ter existência jurídica como imóveis independentes da gleba que lhes deu origem (BRASIL, 1979).

No caso da unificação de dois imóveis territoriais, por exemplo, as áreas de dois terrenos serão unificadas mediante a aprovação (Prefeitura Municipal) de um projeto de unificação elaborado por um profissional legalmente habilitado, o que transforma os dois imóveis originais em um só, englobando-os.

Quando se publica em cartório a unificação de dois terrenos, encerram-se as respectivas matrículas e abre-se uma matrícula nova descrevendo o terreno resultante da unificação. Desse modo, na nova matrícula aparece um imóvel maior, que engloba as áreas que pertenciam aos dois imóveis que foram unificados, ao serem transformados em um pela unificação, de modo que a descrição do novo imóvel aparece na nova matrícula mediante limites e confrontações que englobam as áreas que foram unificadas.

Segundo Ferreira (2007), a unificação de dois lotes vinculados a matrículas distintas e pertencentes a um só proprietário é publicada em cartório através de averbação da unificação nas matrículas de origem, cancelando-as, e mediante abertura de nova matrícula, **sem necessidade de nenhum registro**, já que não há ato registrável.

No pedido de unificação de terrenos, os cartórios exigem a apresentação de mapas e memoriais aprovados pela prefeitura do respectivo município, acompanhado pelas ART's – Anotações de Responsabilidade Técnica – (Instrumentos através dos quais o profissional registra as atividades técnicas comprometidas através de contratos escritos ou verbais) registradas perante o órgão competente (CREA, 2013).

Em Tatto *et al* (2011) constata-se que o cartório do Registro de Imóveis da Comarca de Pato Branco abriu em 14 de outubro de 2010 uma matrícula para cada um dos lotes projetados, já por ocasião do registro do empreendimento e antes mesmo dos lotes serem implantados na realidade.

Posteriormente, na necessidade da publicação de uma alteração sobre a propriedade conjunta dos imóveis (revogação do usufruto publicado na matrícula da gleba loteada) e para evitar uma anotação repetitiva em cada uma das matrículas novas e que foram abertas antecipadamente, o registrador encontrou um jeito estranho para “resolver o problema”:

Anotou em 11 de novembro de 2010 a baixa do usufruto na matrícula 12.482 da gleba, mesmo após esta estar encerrada por já estarem abertas as matrículas dos lotes decorrentes do loteamento.

Outra prova da confusão que a abertura antecipada das matrículas dos lotes está causando, é que o registrador, vendo que não poderia continuar efetuando averbações na matrícula da gleba, pois ela já estava encerrada pela abertura antecipada das matrículas dos futuros lotes, teve de averbar em todas as matrículas dos lotes que um dos sócios da gleba já estava casado. Foram mais de cem averbações, uma para cada futuro lote.

Pouco tempo depois, ocorreram novas averbações para constar que um outro sócio do loteamento também já estava casado.

Mais um problema jurídico que foi criado indevidamente, é que a gleba era de vários sócios, e estes resolveram dissolver a sociedade mediante o parcelamento da gleba, mas a abertura antecipada das matrículas dos futuros lotes frustrou a pretensão daqueles que eram condôminos na gleba que deu origem ao loteamento.

O loteamento resultaria em dezenas de lotes para cada sócio, conforme eles haviam combinado. O fato da abertura antecipada das matrículas de cada futuro lote transformou a sociedade de um loteamento na sociedade de cada um dos futuros lotes, de modo que se um dos sócios do loteamento quisesse ficar sozinho com um dos lotes, deveria comprar de todos os outros sócios suas partes no lote desejado.

Alguns registradores parecem esquecer-se de algo que é fundamental na sociedade: “É preciso restabelecer na consciência dos administradores o conceito, às vezes esquecido, de que SERVIÇO PÚBLICO significa SERVIR AO PÚBLICO” (BELTRÃO, 1984, p. 127).

Deve-se procurar meios legais para a defesa do interesse público, protegendo-se a parte mais fraca nas relações contratuais, em vez de se criar procedimentos que burocratizam as atividades e que entram o desenvolvimento do mercado imobiliário.

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como foi visto, a legislação permite que imóveis contíguos e pertencentes ao mesmo proprietário sejam descritos em uma única matrícula.

O problema ocorre porque nem todos os cartórios aceitam realizar a fusão das matrículas, ao alegarem que seria proibido constar mais de um imóvel na mesma matrícula.

A negação de se autorizar a fusão de matrículas atrapalha os interesses de quem pretende exercer e publicar seu poder de propriedade conjunta sobre dois ou mais imóveis de maneira mais prática, numa única matrícula.

No pedido de fusão de matrículas, há cartórios que alegam a necessidade de se fazer a unificação dos imóveis, sendo que por lei, há a possibilidade de mais de um imóvel estar indicado na mesma matrícula.

O único requisito legal e necessário para a fusão das matrículas é que os imóveis sejam confinantes e pertençam ao(s) mesmo(s) proprietário(s).

Outro fato peculiar acontece quando os proprietários resolvem dissolver a sociedade mediante loteamento de uma gleba que eles possuem, ou seja, em um condomínio tradicional. Enquanto não ocorrer o término do registro do loteamento no cartório, os donos dessa gleba não podem fazer a distribuição dos futuros terrenos entre si, e com isso efetuar uma escritura pública de divisão de terrenos, pois é contra a lei alienar ou comprometer uma alienação dos terrenos que estão vinculados a loteamentos que ainda não foram registrados de fato.

Quando o loteamento está registrado, mas já existe uma matrícula para cada futuro lote pertencente ao empreendimento, o Município, o Tabelionato e o cartório do Registro da Propriedade só podem realizar a documentação necessária para efetuar a distribuição dos lotes entre os sócios do loteamento se isto for tratado levando em consideração que todos os sócios são donos de cada um dos lotes.

Assim, precisaria haver compra e venda entre os donos para que cada um possa ficar proprietário dos lotes a que tem direito na divisão da sociedade original.

O correto para esta situação, é registrar o loteamento, deixar os futuros lotes juntos na matrícula da gleba, averbar a eventual baixa de usufruto e de outros atos conjuntos na gleba, abrindo as matrículas dos lotes somente no momento em que ocorrerem as respectivas alienações (vendas).

Se inicialmente todos os lotes da gleba loteada permanecessem na matrícula geral da mesma, e aguardassem as alienações para se efetuar a abertura das matrículas correspondentes, os sócios da gleba que está loteada fariam com facilidade uma escritura pública e um único registro, efetuando a distribuição dos terrenos entre si.

Assim, todos os lotes pertencentes a um dos ex-sócios podem ser descritos em uma única matrícula nova, de modo que haja uma só matrícula para cada proprietário, englobando todos os lotes pertencentes a este.

Desse modo, cada proprietário terá o direito de dar aos seus lotes o destino que lhe entender conveniente, sem depender de oferecer a preferência de aquisição aos outros proprietários, o que facilita a venda e a compra destes lotes.

4. CONCLUSÃO

Embora alguns cartórios discordem, a legislação prevê casos em que pode haver mais de um imóvel numa mesma matrícula.

É o caso de imóveis contíguos e pertencentes ao mesmo proprietário, o qual tem o direito de solicitar e de obter a fusão das matrículas correspondentes, passando a exercer a propriedade sobre o conjunto de seus imóveis.

Uma pessoa pode possuir registrado em seu nome a propriedade de um prédio cujos apartamentos estejam publicados em conjunto em uma só matrícula. O mesmo ocorre se houver uma matrícula constando um loteamento cuja propriedade esteja em seu nome. Isso tem sido comum nas últimas décadas.

Em todos os casos, cada futuro apartamento e cada futuro lote constituirá um imóvel isolado, o qual terá matrícula própria por ocasião da respectiva alienação.

Caso o registrador desrespeitar esses princípios, estará entretendo o fluxo do tráfico imobiliário e gerando uma burocracia que multiplica desnecessariamente os atos registrários e os gastos dos administrados vinculados à publicação de direitos devidamente incidentes sobre a propriedade conjunta dos imóveis envolvidos.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa e Estudos em Geomática – GEPG/UTFPR do Campus Pato Branco, por instigar o debate e os estudos em mais este tema.

REFERÊNCIAS

BELTRÃO, Hélio. Descentralização e liberdade. 2a ed. Rio de Janeiro : Record, 1984. 173 p.

BRASIL. **Lei Nº 6.015, de 31 de Dezembro de 1973**. Dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 27 set. 2013.

_____. **Lei Nº 6.766, de 19 de Dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_3/leis/l6766.htm>. Acesso em: 28 set. 2013.

CARVALHO, Afrânio de. **Registro de Imóveis:** comentários ao sistema de registro em face da Lei n. 6.015, de 1973, com alterações da Lei n. 6.216, de 1975, Lei n. 8.009, de 29.03.1990, e Lei n. 8.935, de 18.11.1994. 4. ed. ver. e atual. Rio de Janeiro : Forense, 1998. 511 p.

CENEVIVA, Walter. **Lei dos Registros Públicos Comentada.** 12. ed. Atualizada até 15 de julho de 1997. São Paulo : Saraiva, 1997.

Crea SC. **Anotação de Responsabilidade Técnica – ART.** Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=guia-manuais-formularios-detalle&id=26>>. Acesso em: 27 set. 2013.

FERREIRA, S. Alexandre. **Abertura de matrícula no Cartório de Registro Geral Imobiliário.** 2007. Disponível em: <<http://jus.uol.com.br/revista/texto/10549/abertura-de-matricula-no-cartorio-de-registro-geral-imobiliario>>. Acesso em 11 jun. 2011.

RAMBO, Luiz Inácio. **Retificação administrativa de limites, confrontações e áreas de terrenos urbanos junto ao Registro de Imóveis, a partir de dados do Cadastro Imobiliário Urbano.** Carlos Loch (Orient.). 2000. 175 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Área de Concentração em Cadastro Técnico Multifinalitário, UFSC, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/78895>>. Acesso em 04 mar. 2013.

_____. **Uma proposta para conexão do Registro de Imóveis ao Cadastro Imobiliário Urbano.** Carlos Loch (Orient.). 2005. 220 p. Tese (Doutor em Engenharia Civil) - Área de Concentração em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial, UFSC, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88311>>. Acesso em 04 mar. 2013.

RAMBO, Jacir Antônio *et al.* **Transformação de imóveis e atualização de matrículas nas incorporações imobiliárias não registradas.** In: GT Cadastro e Lab FSG. CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 7º.; ENCONTRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO PARA OS PAÍSES DO MERCOSUL, 5º.; ENCONTRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO PARA OS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA, 2º., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Lab. FSG./ UFSC, 2006. 1 CD – ROM.

SWENSSON, Walter Cruz. **Manual de Registro de Imóveis.** São Paulo : Saraiva, 1991.

TATTO, Wilson *et al.* **Processo administrativo nº 3051-13.2011 com Protocolo Oficial nº 223/11 de 04.03.2011, solicita suscitação de dúvida visando obter no 2º ofício do Registro de Imóveis a fusão das matrículas de nove lotes confrontantes e pertencentes aos mesmos proprietários.** Pato Branco: Corregedoria Permanente da Vara da Família e Anexos, 2011. (Processo Administrativo).

COMPARAÇÃO DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO TRADICIONAL E COM GNSS

Comparison Of Traditional Topping Geometric And GNSS

Tiago José Matte¹, Wagner Danton De Bittencourt Bilhalva²

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI, Rua Universidade das Missões, 98802-740, Santo Ângelo –Rio Grande do Sul, Brasil, tiagojk2007@yahoo.com.br

²Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI, Rua Universidade das Missões, 98802-740, Santo Ângelo –Rio Grande do Sul, Brasil, wdanton@santoangelo.uri.br

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar a descrição do levantamento de dados de campo, realizado nas dependências do Campus da URI – Santo Ângelo, disciplina de Geotecnologias Aplicadas do curso de Engenharia Civil. Com o intuito de comparar os resultados obtidos dos levantados com receptores GNSS e nível de precisão, juntamente com a transformação das coordenadas geodésicas do levantamento GNSS para o Sistema Geodésico Local (SGL), também denominado de topografia local. As transformações para SGL foram realizadas com o auxílio do software Transgeolocal, para tornar os levantamentos geometricamente semelhantes, minimizando distorções cartográficas. Os resultados obtidos foram satisfatórios sendo considerados de precisão alta de acordo com a classificação contida na NBR 13133.

Palavras-chave: Nivelamento Geométrico; GNSS; Sistema Geodésico Local.

ABSTRACT

This paper aims to present a description of survey field data, held on the premises of the campus of URI - San Angelo, discipline Geotechnology of Applied Civil Engineering course. In order to compare the results obtained with the raised level GNSS receivers and precision along with the transformation of the GNSS survey Geodetic coordinates for Local Geodetic System (SGL), also called the local topography. The transformations for SGL were carried out with the aid of Transgeolocal software to make geometrically similar surveys, cartographic minimizing distortions. The results were considered satisfactory with high precision according to the classification contained in NBR 13133 .

Keywords: Geometric leveling, GNSS, Local Geodetic System .

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar a descrição do levantamento de dados de campo, realizado nas dependências do Campus da URI – Santo Ângelo, disciplina de Geotecnologias Aplicadas do curso de Engenharia Civil. Com o intuito de comparar os resultados obtidos dos levantados com receptores GNSS e nível de precisão, verificando também se ambos os métodos atendem os padrões de precisão estabelecidos pela NBR 13133, juntamente com a transformação das coordenadas geodésicas do levantamento GNSS para o Sistema Geodésico Local (SGL), também denominado de topografia local. As transformações para SGL foram realizados com o auxílio do software Transgeolocal, versão 2.0 (DAL' FORNO et al., 2009), para tornar os levantamentos geometricamente semelhantes, minimizando distorções cartográficas.

2. NIVELAMENTO GEOMÉTRICO COMPOSTO

De acordo com McCormac 2011, nivelamento geométrico é o método mais comum de nivelamento. As distâncias verticais são medidas em relação à linha horizontal, e estes valores são usados para calcular as diferenças de níveis entre vários pontos. Compõe-se de um instrumento chamado de nível de luneta ou simplesmente nível é utilizado para fixar a linha de visada da luneta. Esta linha de visada é tida como uma linha horizontal em relação a qual são medidas as distâncias verticais (MCCORMAC, 2011, P.90-91).

Segundo a NBR 13133, nivelamento geométrico nada mais é do que determinar a diferença de nível entre dois pontos por meio de leituras horizontais com o auxílio de níveis de precisão e miras verticalizadas sobre os referidos pontos.

2.1 Ponto de Mudança (PM)

Um ponto de mudança (PM) é um ponto temporário cuja cota é determinada durante o processo de nivelamento. Pode ser qualquer ponto conveniente no terreno, mas é normalmente aconselhável usar um ponto prontamente identificável tal como uma pedra, um piquete fincado no chão, ou um marco na pavimentação, de modo que a mira possa ser removida e recolocada na mesma posição quantas vezes for necessário. É essencial que objetos sólidos sejam usados para pontos de mudança. Nunca deve ser selecionado um ponto em solo fofo, molhado, ou grama, que cedem ou afundam sob o peso da mira. No caso em que objetos naturais não estão disponíveis, um pino de metal ou um piquete de madeira podem ser usados se fincados firmemente no chão. O procedimento normal é usar o ponto mais alto do objeto como o ponto de mudança (MCCORMAC, 2011, P.105).

2.2 Visade de Ré (VR)

A visada de ré (VR) é uma visada para uma mira instalada sobre um ponto de cota conhecida (RN ou PM) para determinar a altura do instrumento (AI). As visadas de ré frequentemente são chamadas de visadas positivas porque elas normalmente são adicionadas às cotas dos pontos visados com o objetivo de determinar a altura do instrumento (MCCORMAC, 2011, P.105).

2.3 Visada de Vante (VV)

Uma visada de vante (VV) consiste em determinar a cota de qualquer ponto. A visada de vante frequentemente é chamada de visada negativa porque elas são subtraídas de AI (Altura do Instrumento) para obter as cotas dos pontos. Note que para qualquer posição do instrumento onde AI é conhecido, qualquer quantidade de visadas de vante pode ser tomado para obter as cotas de outros pontos na área. As únicas limitações ao número de visadas são o comprimento da mira e a ampliação da luneta do instrumento. Normalmente, não se pode visar a mira em ponto cuja cota seja maior que AI. Existem algumas exceções, tal como quando se deseja determinar a cota do lado inferior de uma ponte ou o topo de um poço de mina ou túnel. Para tais casos, a mira é invertida e mantida segura contra o ponto cuja cota se procura. Sendo assim, as visadas de ré são negativas e as visadas de vante são positivas (MCCORMAC, 2011, P.105).

3. PADRÕES DE PRECISÃO DOS LEVANTAMENTOS SEGUNDO MCCORMAC 2011

Precisão são valores que expressam o grau de aderência das observações entre si.

3.1 Levantamentos de Primeira Ordem

Os levantamentos de primeira ordem são feitos para a rede nacional de controle primário, levantamentos de áreas metropolitanas e estudos científicos (em geral, são levantamentos muito precisos para uso de defesa militar, projetos de engenharia sofisticados, represas, túneis e estudos regionais dos movimentos da crosta terrestre (MCCORMAC, 2011, P.88).

3.2 Levantamentos de Segunda Ordem

Os levantamentos de segunda ordem são relativamente menos precisos que os de primeira ordem. Eles são usados para densificar a rede nacional, assim como para subsidiar o controle em áreas metropolitanas. Podem ser utilizados para controle ao longo das costas, grandes projetos de construção, rodovias interestaduais, revitalizações urbanas, pequenos reservatórios de água e monitoramento do movimento da crosta terrestre (MCCORMAC, 2011, P.88).

3.3 Levantamentos de Terceira Ordem

Os levantamentos de terceira ordem são feitos relativamente de forma menos precisa que os de segunda. Geralmente são levantamentos de controle geralmente referidos à rede nacional. Normalmente são utilizados para levantamentos de controle local, pequenos projetos de engenharia, mapas topográficos de pequena escala e levantamentos de limites (MCCORMAC, 2011, P.88).

4. CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE ACORDO COM A NBR 13.133

Os níveis são classificados segundo desvio-padrão de 1 km de duplo nivelamento, conforme a **Tabela 1**.

Tab. 1 – Precisão de acordo com NBR 13133

CLASSES DE NÍVEIS	DESVIO-PADRÃO
1 – precisão baixa	$> \pm 10\text{mm/km}$
2 – precisão média	$\leq \pm 10\text{mm/km}$
3 – precisão alta	$\leq \pm 3\text{mm/km}$
4 – precisão muito alta	$\leq \pm 1\text{mm/km}$

Fonte: NBR 13133.

Em nivelamento geométrico realizado com nível de classe 3, a tolerância de fechamento da planilha é determinada por $12 \text{ mm}\sqrt{k}$. Para nivelamento executado com nível de classe 2, a tolerância é determinada por $20 \text{ mm}\sqrt{k}$.

5. LEVANTAMENTO COM GNSS

Na concepção de Monico, o princípio básico de navegação pelo GPS consiste na medida de distâncias entre o usuário e quatro satélites. Conhecendo as coordenadas dos satélites em um sistema de referência apropriado, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário no mesmo sistema de referência dos satélites. Do ponto de vista geométrico apenas três distâncias, desde que não pertencessem ao mesmo plano, seriam suficientes. Nesse caso, o problema se reduziria à solução de um sistema de três equações com três incógnitas. A quarta medida é necessária por causa do não-sincronismo entre os relógios dos satélites e o do usuário, que adiciona uma incógnita ao problema (MONICO, 2007, P.31-33). A evolução dos sistemas de posicionamento por satélites passou a contar com o sistema GLONASS que é de propriedade

Russa. Hoje em dia a concomitância de operação do sistema GPS com o GLONASS tem a denominação de GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Tornando os levantamentos por posicionamento geodésico de satélite, com maior número de informação de posicionamento, consequentemente mais precisos.

6. SISTEMA TOPOGRÁFICO LOCAL DE ACORDO COM A NBR 14.166

Sistema de projeção, no plano geodésico tem relação, das posições relativas de pontos de um levantamento topográfico com origem em um ponto de coordenadas geodésicas conhecidas, onde todos os ângulos e distâncias de sua determinação são representados, em verdadeira grandeza, sobre o plano tangente à superfície de referência (elipsoide de referência) do sistema geodésico adotado. (NBR 14166/1998).

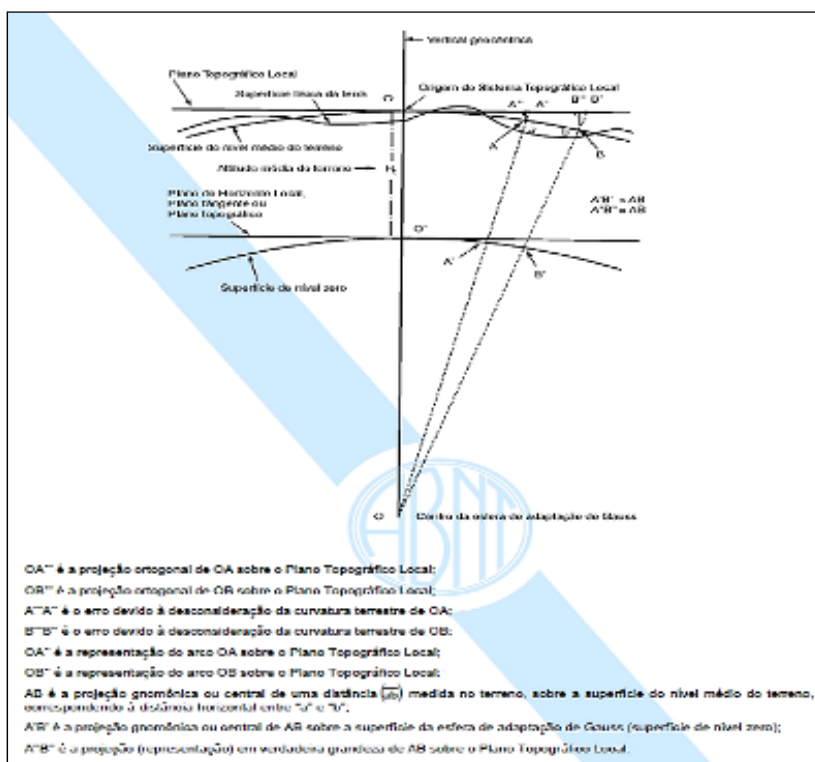


Fig. 1 – Representação Sistema Geodésico Local (SGL).

Fonte: NBR 14166

7. ONDULAÇÃO GEOIDAL

Segundo o IGBE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 1828, C.F. Gauss introduziu um modelo aperfeiçoado da figura da terra, mas o termo geoide foi criado em 1873 por J.F. Listing. O geoide é limitado por uma superfície equipotencial do campo de gravidade da Terra que coincide com o nível médio não perturbado dos mares. Em cada ponto o vetor gravidade será perpendicular à superfície. Pode-se imaginar a superfície geoidal prolongada através dos continentes. Ela tem um formato ondulatório levemente irregular que acompanha as variações da estrutura de distribuição de massa da Terra. Essa ondulação é suave e fica em torno $\pm 30\text{m}$, sendo o valor máximo de $\pm 100\text{m}$, em relação ao elipsoide de referência. Para converter a altitude elipsoidal (h), obtida através de GPS, em altitude ortométrica (H), utiliza-se a equação:

$$H = h - \Delta N$$

Onde ΔN é a altura (ou ondulação) geoidal fornecida pelo programa, dentro da convenção que considera o geóide acima do elipsóide, se a altura geoidal tiver valor positivo e abaixo em caso contrário.

8. POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO RÁPIDO

Um levantamento é considerado relativo estático rápido quando o tempo de ocupação de cada ponto não ultrapassa 20 minutos, podendo ser receptores de simples (L1) ou de dupla frequência (L1 e L2). Um receptor permanece posicionado em um determinado ponto base e outro é deslocado nos demais pontos a serem rastreados, não havendo necessidade de permanecer ligado durante o deslocamento. O tempo de rastreio em cada ponto pode variar de 5 a 20 minutos (MONICO, 2007, P.339).

9. MATERIAIS E MÉTODOS

9.1 Materiais

Para realizar o presente trabalho foram utilizados dois receptores geodésicos L1/L2 HiPer Lite + TOPCON com precisão no modo estático de: Horizontal= 3mm + 0,5 partes por milhão (x comprimento da linha de base); Vertical= 5mm + 0,5 partes por milhão (x comprimento da linha de base).

Utilizou-se também um nível Wild NK2 com desvio padrão de $\pm 0,008$ mm por km em duplo nivelamento.

O levantamento foi realizado no modo relativo estático-rápido o qual consiste em um tempo de rastreio inferior a 20 minutos.

9.2 Métodos

Instalou-se o receptor BASE sobre o marco próximo ao prédio 11 da universidade. Para evitar danos aos receptores GNSS, primeiramente é necessário conectar a antena, na figura 1a pode-se verificar a antena instalada e o receptor nivelado com o auxílio de uma base nivelante. Depois de nivelado, ligou-se o receptor na tecla *Power* e verificou-se o número de satélites que estavam disponíveis no momento e constatou-se que havia no mínimo 6 sinais de satélite GPS e 4 sinais GLONASS. Em seguida foi pressionado o botão FN o qual abre o arquivo de base.

A figura 1b e 1c apresentam o receptor móvel aprumado e ocupando os pontos sobre os piquetes.

Posteriormente deslocou-se até a local do levantamento, identificou a área de trabalho onde se implantou piquetes de 20 em 20 metros ao longo do meio fio, na área destacada na figura 3.

Após instalado o receptor GNSS Rover sobre o bastão de fibra de carbono, ligou-se o Rover no botão *Power*, para cada piquete foi aberto um arquivo no botão FN e estabeleceu-se um tempo de 5 minutos e novamente pressionou-se o botão FN para fechar o arquivo, repetindo o procedimento para os demais pontos. Foi necessário ainda medir a altura do piquete para posteriores cálculos de nível.

Ao término do levantamento nos piquetes, retornou-se à base para fechar o arquivo anteriormente aberto.

Para o processamento dos mesmos utilizou-se dois softwares, Topcon Tools v.8.2.3 e Transgeolocal.

O arquivo do receptor base foi importado no Topcon Tools para poder converter em um arquivo *Receiver Independent Exchange Format* - RINEX. Depois de convertido o arquivo, foi encaminhado o arquivo de observação (.O) para o IBGE o qual processa as informações de

posicionamento do ponto conforme os parâmetros do Elipsóide SIRGAS2000 e retorna um arquivo PDF contendo os valores de Sigma e a altura Geométrica e separação Geoidal. Dados esses que servirão para realizar o ajustamento do ponto base no Topcon Tools. Os pontos foram processados e ajustados levando em consideração as precisões e soluções (fixo e flutuante).

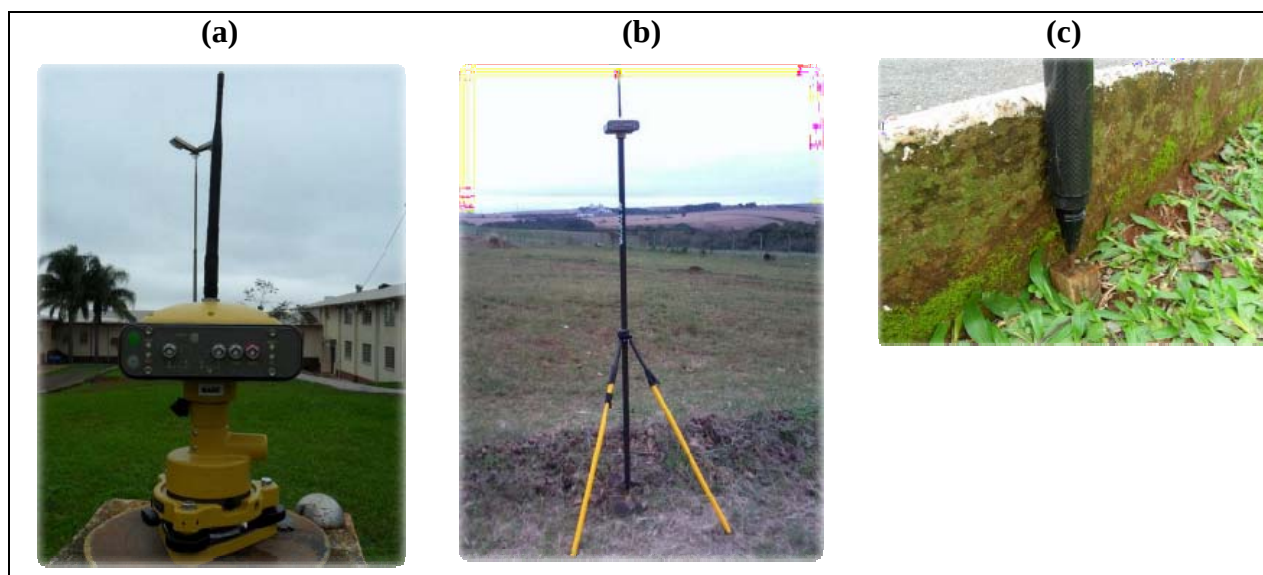


Fig. 2 – Receptor GNSS Base (a), Móvel (b) e Piquete (c).

Fonte: Autor.



Fig. 3 - Área do Levantamento, detalhes dos piquetes, URI – Santo Ângelo.

Fonte: Autor.

Finalizando a parte de processamento de dados, realizou-se um *Report* com coordenadas cartesianas e um *Export* de um arquivo em DWG com coordenadas UTM (SIRGAS 2000).

Com as coordenadas cartesianas criou-se um arquivo de texto XYZ.txt para ser importado no software Transgeolocal. No Transgeolocal importou-se o arquivo XYZ.txt para poder converter as coordenadas geodésicas em topográfica local. O Transgeolocal gera um arquivo em Excel com as devidas coordenadas locais, estas serão importadas no AutoCAD, para isso é necessário criar um novo arquivo no bloco de notas com extensão (.scr) com as devidas configurações.

As coordenadas locais foram inseridas no mesmo ambiente georreferenciadas em UTM, onde se adotou o ponto P1 em UTM e o mesmo ponto do Sistema Geodésico Local, considerando a cota “Z” inicial de ambos sistemas iguais com valores, 277,098m, juntamente com a mesma posição e azimute. Assim com as origens iguais podem-se avaliar as discrepâncias entre o sistema local realizado com nivelamento geométrico clássico com o nivelamento GNSS.

10. LEVANTAMENTO COM NÍVEL DE PRECISÃO

Na figura 4 pode-se identificar o nível Wild NK2 utilizado no levantamento altimétrico.



Fig. 4 – Nível de precisão Wild NK2.

Fonte: Autor.

Na sequência, realizou-se os trabalhos de nivelamento geométrico. Inicialmente instalou-se o nível sobre o tripé. Posicionou-se a régua no primeiro ponto o qual foi estabelecido como cota 277,098m, realizou-se a primeira leitura de Ré. Leu-se até o último ponto de visada possível, sendo necessário trocar o equipamento de lugar para a continuidade do trabalho. Sendo realizados os mesmos procedimentos para as demais visadas.

Com os dados levantados através do nivelamento, pôde-se desenvolver uma tabela de comparação entre as altitudes dos dois métodos utilizados.

11. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 2 podemos observar o valor da altitude ortométrica fornecida pelo levantamento GNSS, assim como a altitude calcula por meio do levantamento realizado pelo método tradicional com nível de precisão. Bem como a variação de altitude entre um piquete e outro, como por exemplo, a variação entre o primeiro piquete e o segundo que é de 1,69m para o levantamento realizado com GNSS.

Tab. 2 – Precisão de acordo com NBR 13133.

Piquete	Cota GNSS (m)	Cota Nível (m)	Diferença de Nível /GNSS (m)	Diferença de Nível / Nível de Precisão (m)	Variação (m)
P1/origem	277,098	277,098			
P2	275,408	275,391	1,69	1,707	0,017
P3	274,002	273,981	1,406	1,41	0,004
P4	272,701	272,637	1,301	1,344	0,043
P5	271,103	271,089	1,598	1,548	-0,05
P6	269,78	269,716	1,323	1,373	0,05
P7	265,247	265,174	1,581	1,688	0,107
P8	262,101	262,002	1,49	1,581	0,091
P9	260,792	260,736	1,309	1,266	-0,043
P10	259,652	259,584	1,14	1,152	0,012
P11	258,976	258,914	0,676	0,67	-0,006
P12	258,602	258,537	0,374	0,377	0,003
P13	258,434	258,369	0,168	0,168	0
P14	258,361	258,273	0,073	0,096	0,023
P15	258,756	258,554	-0,174	-0,045	0,129
P16	258,725	258,524	0,031	0,03	-0,001
P17	258,757	258,524	-0,032	0	0,032
P18	259,438	259,237	-0,681	-0,713	-0,032
P19	260,576	260,391	-1,138	-1,154	-0,016
P20	261,765	261,587	-1,189	-1,196	-0,007
P21	263,015	262,803	-1,25	-1,216	0,034
P22	264,063	263,896	-1,048	-1,093	-0,045

Tab. 3 – Desvio Padrão

Desvio padrão - GNSS	Desvio padrão – Nível de Precisão
1,033 mm/km	1,034 mm/km

12. CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível analisar o uso de dois tipos de nivelamentos, um por meio de levantamento tradicional com nível de precisão e outro com o auxílio de receptores GNSS. Foi escolhido o terreno pertencente à URI-Santo Ângelo por ser uma área de fácil acesso e com uma boa declividade.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois de acordo com a NBR 13133 o levantamento de ambos os métodos pode ser considerado de precisão alta, ou seja, o desvio padrão para o levantamento realizado com receptores GNSS atingiu o valor de 1,033 mm/km, e o desvio padrão para o levantamento com nível de precisão atingiu 1,034 mm/km. Ambos menores que 3mm/km apresentado pela NBR como sendo padrão para nivelamento de precisão alta. Destaca-se ainda que a transformação das coordenadas geodésicas para o Sistema Geodésico Local não alterou a altitude ortométrica dos pontos, permanecendo a elevação original do levantamento GNSS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR14166: Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT. NBR13133: Execução de Levantamento Topográfico. Rio de Janeiro, 1994.

CASACA, J. M. 2007, **Topografia Geral**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

GEOCIÊNCIAS. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm> Acesso em: 07. Set. 2014

GEOCIÊNCIAS. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/oquee_geoide.shtm> Acesso em: 07. Set. 2014

GEOCIÊNCIAS. Disponível em: <Http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html> Acesso em: 07. Set. 2014

MONICO, J. F. 2007, **Posicionamento pelo GNSS**, Descrição, fundamentos e aplicações. 2 ed. São Paulo: UNESP, 2008.

MCCORMAC, J. 2011, **Topografia**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

USO DE NDVI PARA DETECÇÃO DE TAQUARA MORTA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.

Use of NDVI to detect dead bamboo in Araucaria forest.

Natália Duarte Melos¹, Alison Wolfart², Gabrieli Dallaporta³, Lúcio de Paula Amaral⁴, Elódio Sebem⁵, Luciano Farinha Watzlawick⁶

^{1,2,3} Acadêmicos do curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento, Colégio Politécnico da UFSM. Bolsistas do projeto de extensão GeoExtensão e do projeto de pesquisa GeoRemoto;

melosnatalia@gmail.com¹, wolfart.alison@gmail.com², gabrieli.dp@bol.com.br³

^{4,5} Professores dos cursos de nível técnico e superior em Geoprocessamento, Colégio Politécnico da UFSM, lpamaralengflorestal@gmail.com⁴, elodiosebem@politecnico.ufsm.br⁵

⁶ Professor do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro – Oeste, UNICENTRO. farinha@unicentro.br

RESUMO

O presente trabalho descreve o uso do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para detecção de mortalidade de taquara em fragmento florestal. O objetivo proposto foi utilizar o NDVI para identificação de taquara morta em um fragmento de FOM. Foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat para estudo de duas épocas, 1984 e 2013, e dados sobre intensidade de ocorrência de taquaras, observados a campo em 45 unidades amostrais visitadas em 2009 no local de estudo, Reserva Paisagem Araucária “Papagaio-do-Peito-Roxo”, General Carneiro-PR. Foi utilizada a equação de NDVI e estatística paramétrica para os resultados organizado em classes para as duas épocas de análise. Os resultados obtidos apresentaram homogeneidade de variâncias e normalidade para os dados analisados. Foram observadas diferenças significativas para as classes de NDVI em 1984, onde havia, provavelmente, mais árvores em pé, clareiras menores e presença de taquara viva, de acordo com o histórico da área em questão, o que resultou em valores mais elevados, variando de 0,42 a 0,62, em relação à época de 2013. Nesta última, observaram-se médias de 0,22 a 0,38, momento em que a taquara encontrava-se morta e acamada sobre o solo, demonstrada pela amplitude dos valores médios das classes, ou seja, maior reflectância. O objetivo proposto foi alcançado com a metodologia aplicada, e a partir deste estudo será possível analisar as épocas decorrentes entre 1984 e 2013 com maior veracidade, uma vez que foi detectado mudança no comportamento espectral da vegetação nestas épocas de análise.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Floresta com distúrbio. Floresta com Araucária.

ABSTRACT

This paper describes the use of the index of normalized difference vegetation index (NDVI) to detect mortality in bamboo forest fragment. The proposed objective was to use the NDVI to identify dead bamboo in a fragment of FOM. Two Landsat satellite images to study two seasons, 1984 and 2013, and data on intensity of occurrence of bamboo, observed in the field in 45 sampling units visited in 2009 at the study site, Araucaria Landscape Reserve "were used Puffin Chest -Roxo" Baran-PR. The equation of NDVI and statistical parametric results for organized classes for two periods of analysis was used. The results showed homogeneity of variance and normality for the data analyzed. Significant to the NDVI classes in 1984, where there was probably more trees standing, smaller clearings and presence of live bamboo differences were observed, according to the history of the area, which resulted in higher values, ranging from 0.42 to 0.62 with respect to this latter time of 2013, there were 0.22 to 0.38 medium, at which the cane is found dead-ground and layered over demonstrated by the amplitude of the mean values of the classes, that is, higher reflectance. The objective was that by lifting with the methodology applied, and from this study will be possible to analyze the resulting times between 1984 and

2013 with greater accuracy, since it was detected change in spectral behavior of vegetation in these times of analysis.

Keywords: Remote Sensing. With forest disturbance. Araucaria Forest.

1. INTRODUÇÃO

O uso de geotecnologias vem crescendo largamente no monitoramento de recursos naturais, ainda mais quando se trata de planejamento e gestão de áreas florestais (SANTOS et al., 2012). O Sensoriamento Remoto, segundo Meneses e Almeida (2012), é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres. Essa dada ciência contribui significativamente para obtenção de dados atualizados e informações úteis da área ambiental. O sensor é qualificado pela sua capacidade de obter medidas detalhadas da energia eletromagnética, e é considerado ideal dependendo do tipo de aplicação, então deverá ser escolhido com cautela. As características dos sensores estão relacionadas com a resolução espacial, temporal, espectral e radiométrica (MORAES, 2002).

A resolução espacial é a capacidade de o sensor distinguir objetos, ela indica o tamanho do menor elemento da superfície individualizado pelo sensor. A resolução espectral refere-se à largura espectral em que o sensor opera, portanto, ela define o intervalo espectral no qual são realizadas as medidas, quando maior for o número de medidas em um determinado intervalo de comprimento de onda melhor será a resolução espectral da coleta. A resolução radiométrica define a eficiência do sistema em detectar pequenos sinais, ou seja, refere-se à maior ou menor capacidade do sistema sensor em detectar e registrar diferenças na energia refletida e/ou emitida pelos elementos que compõem a cena. Já a resolução temporal do sensor está relacionada com a repetitividade que o sistema pode adquirir informações sobre o objeto (MOREIRA, 2005).

As imagens dos satélites Landsat são largamente aplicadas em estudos florestais. O Landsat 5, por exemplo, possui resolução espacial de 30 m e temporal de 16 dias, opera nas regiões do visível, infravermelho próximo, médio e termal. O alcance de comprimento de onda fica entre 0,45 a 12,50 μm . Já o Landsat 8 possui resolução espacial de 30 m nas bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, e 9; as bandas termais 10 e 11 possuem uma resolução de 100 metros; e a banda 8 (pancromática) possuem uma resolução de 15 metros, também possui resolução temporal de 16 dias. O alcance de comprimento de onda fica entre 0,43 a 12,51 μm (NASA, 2013).

A gestão e planejamento dos recursos naturais, além da análise da degradação ambiental e outras finalidades têm como importante mecanismo de estudo a análise da densidade da cobertura vegetal e sua espacialidade (MELO, 2008). Neste contexto, o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), torna-se meio indispensável para a compreensão dos processos de degradação, pois retrata a realidade da cobertura vegetal da superfície terrestre, além de contribuir para trabalhos de planejamento ambiental.

Um dos principais problemas nos fragmentos florestais, após sua exploração e abandono, é a ocupação das clareiras por espécies indesejáveis como, por exemplo, as taquaras e/ou bambus (*Merostachys multiramea* Hackel; *Chusquea* sp), que inibem a regeneração de espécies arbóreas na Floresta Ombrófila Mista - FOM (SANQUETTA, 2007), sendo sua ocorrência uma das formas de evidenciar o distúrbio de origem antrópica nas florestas nativas (FRANCO, 2008; AMARAL et al., 2013a). Estas espécies podem interferir no estabelecimento e na sobrevivência dos elementos arbóreos e de outras espécies vegetais que deveriam ocupar as clareiras nas florestas (GUILHERME, 1999). Na região Sul do Brasil, quanto à ocorrência de taquaras, há predomínio nas formações de espécies do gênero *Merostachys*, bem representado pela espécie *M. multiramea*, que ocupa vastas áreas no Planalto Sul-Brasileiro (SMITH et al., 1981). Ainda segundo o autor, esta planta é subereta de 10 a 15 m de altura, com colmos de 3 a 4 cm de diâmetro, entrenós de 30 a 50 cm de comprimento, tendo em cada nó fascículos de muitos ramos, agrupados de forma densa e muito característica. Conforme Sanquetta (2007) e Rossoto (2007) o

seu controle é necessário para promover a regeneração da floresta. Porém, isso exige que meios para mensurar o seu grau de ocupação na floresta sejam desenvolvidos.

O objetivo deste trabalho foi utilizar o NDVI para detectar a mortalidade de taquaras em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista – FOM.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A área de estudo foi um fragmento de FOM (IBGE, 2012), em General Carneiro, Sudoeste do Paraná (**Figura 1**). O fragmento possui 1.153 ha (92% da área total), constituindo a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Reserva Paisagem Araucária: papagaio-do-peito-roxo, propriedade pertencente à ONG Preservação, com área total de 1.254,92 ha. A sede da reserva está 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 climática de Köppen, tendo os verões frescos e os invernos com ocorrência de severas geadas, não apresentando 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), com altitude variando de 1.200 a 1.300 m. O substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da formação Serra Geral (EMBRAPA/IAPAR, 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, segundo a classificação descrita em (EMBRAPA, 1999).

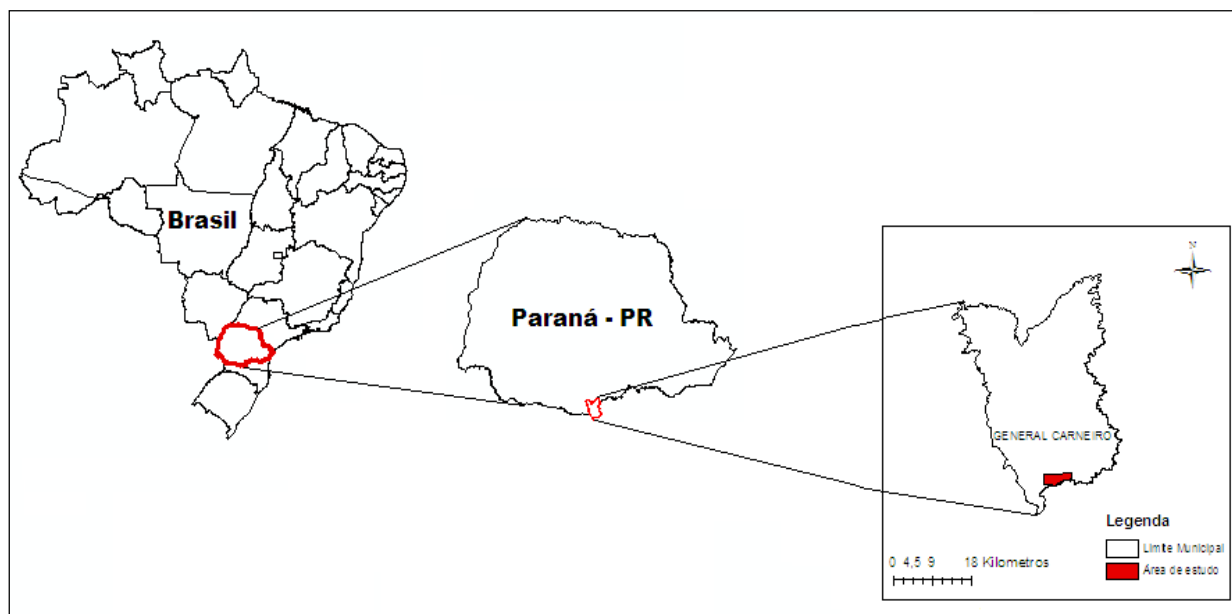


Fig. 10: Localização geral do fragmento da FOM em estudo (Fuso 22 J, Datum WGS84)

Fonte: Produzido pelos autores.

2.2 Materiais

Foi utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, duas imagens dos satélites Landsat disponibilizadas pela *National Aeronautics and Space Administration* – (NASA), georreferenciadas no Datum WGS84 (*World Geodetic System From 1984*) com sistema de coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*). Uma imagem do satélite Landsat 5 TM adquirida em 22/09/1984 e uma imagem do satélite Landsat 8 adquirida em 05/08/2013. Utilizou-se também 45 unidades amostrais (ua) de 500 m² (10 x 50 m), do inventário florestal

realizado em 2007 descritas em Amaral et al. (2010; 2013a, b). Os softwares utilizados foram o ERDAS IMAGINE 2013®, Arcgis Desktop 10.1®, Microsoft Excel 2010® e Assistat®.

2.3 Métodos

As ua foram distribuídas regularmente de forma sistemática, com espaçamento entre 400 e 600 metros (**Figura 2**), localizadas com GPS de navegação com precisão posicional na ordem de 15 m.

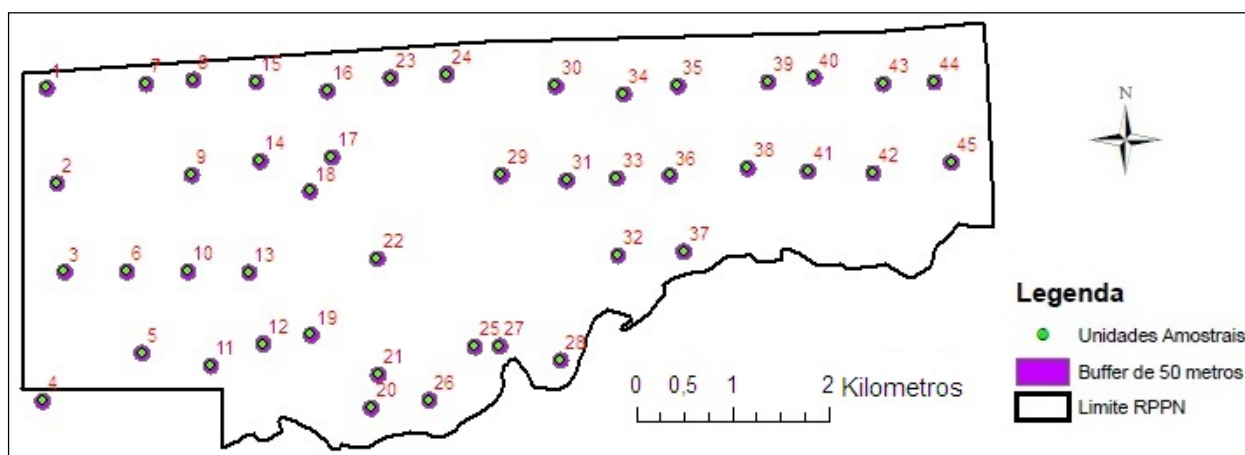


Fig. 11: Espacialização das unidades amostrais na RPPN da Reserva Paisagem Araucária (Fuso 22J, Datum WGS84).

Fonte: Produzido pelos autores.

O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) é um índice utilizado principalmente em estudos de cunho ambiental, permitindo realizar análises em diversas escalas sobre a cobertura vegetal de uma determinada região. É uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas de sensores dos satélites, portanto, nada mais é do que o resultado da diferença entre a reflectância no infravermelho próximo e a reflectância do vermelho, dividida pela soma das duas reflectâncias. Essa equação gera um índice que poderá variar de -1 a 1. Dessa forma, Jensen (1996) descreve para o cálculo do NDVI a seguinte equação:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

onde: **NDVI** é o índice de vegetação por diferença normalizada; **NIR** é a reflectância no comprimento de onda que corresponde ao infravermelho próximo; **R** é a reflectância no comprimento de onda que corresponde ao vermelho.

O cálculo do índice foi realizado no ERDAS IMAGINE 2013®, logo então, foi possível realizar o processo de estatística zonal pelo comando *Estatística Zonal como Tabela* do ArcToolBox no ArcGIS Desktop 10.1®, tendo como controle um buffer de 50 metros a partir das coordenadas das ua instaladas. Foram geradas tabelas com os resultados de cada cena, sendo estas exportadas para arquivo de texto (.txt) e inseridas ao Microsoft Excel 2010®, onde foram agrupados em classes, conforme o cálculo de Sturges (K) (FALCO, 2008):

$$K = 1 + 3,3.log(n)$$

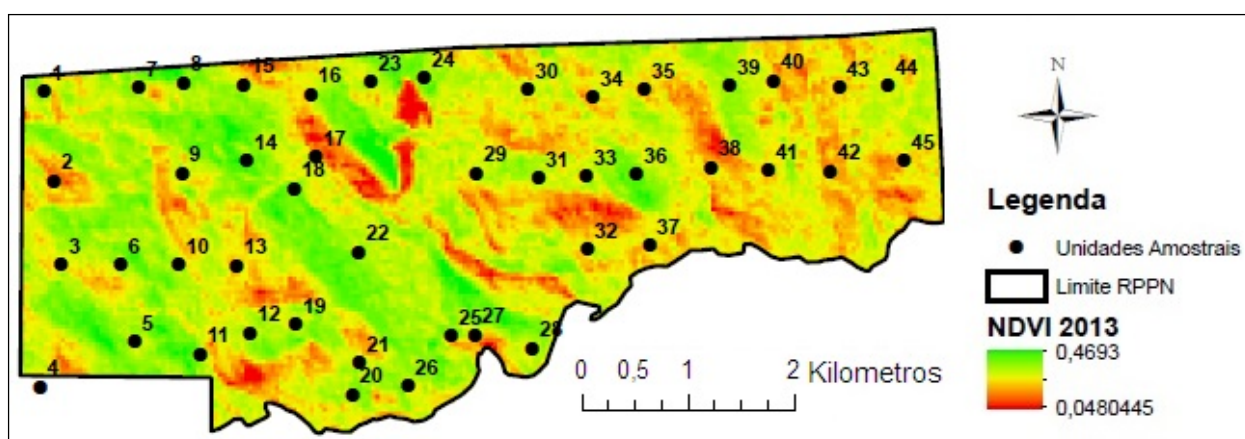
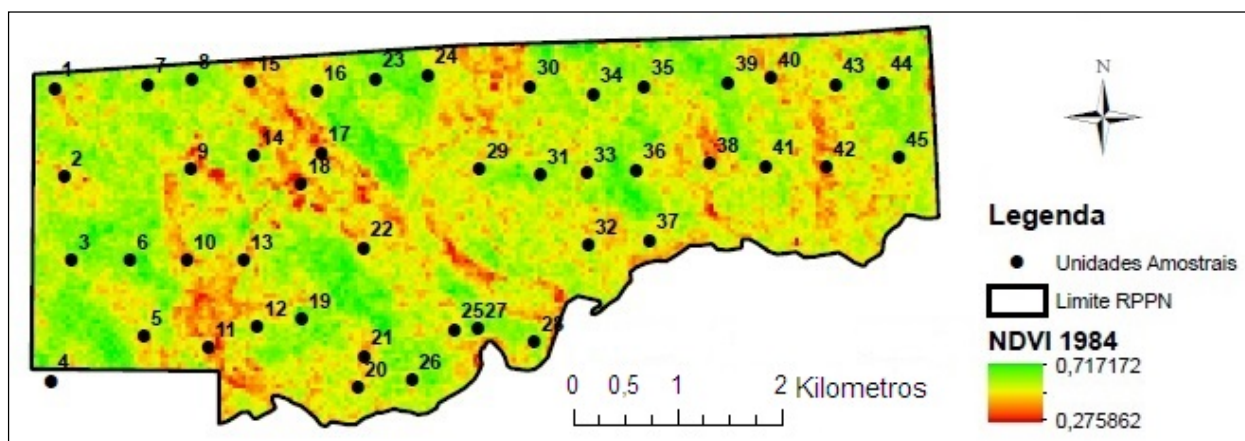
onde **n** = número total de observações.

Foram realizadas análises estatísticas paramétricas por ANOVA (Análise de Variâncias), compreendendo teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett, teste de normalidade de

Kolmogorov-Smirnov, e comparação de médias de Tukey entre classes nas respectivas épocas de análise de NDVI, realizados no software Assistat®.

3. RESULTADOS

As figuras abaixo (**Figura 3 e Figura 4**) ilustram o NDVI obtido para as épocas de 1984 e 2013, a partir das quais os dados foram obtidos.



Obteve-se para o NDVI da época de 1984 no teste de Bartlett, homogeneidade de variância ($\chi^2 = 5,32 < \chi^2$ critico, $p_{0,05} = 12,59$), e o teste de Kolmogorov-Smirnov (D) identificou normalidade nos mesmos ($D = 0,1272 < D$ critico, $p_{>0,05} = 0,1311$). A ANOVA demonstrou que as classes de NDVI foram diferentes ($F = 247,45 > F$ critico, $p_{<0,01} = 3,3198$). Resultado semelhante também foi obtido para o NDVI da época de 2013, no qual o teste de Bartlett apontou que os dados possuem homogeneidade de variância ($\chi^2 = 4,85 < \chi^2$ critico, $p_{0,05} = 12,59$), e o teste de Kolmogorov-Smirnov (D) mostrou que os mesmos apresentaram normalidade ($D = 0,1192 < D$ critico, $p_{>0,10} = 0,1311$). A ANOVA também apontou que as classes de NDVI foram diferentes ($F = 403,75 > F$ critico, $p_{<0,01} = 3,3198$). As médias de NDVI para as duas épocas estão apresentadas na **Tabela 1**.

Tab. 1: Valores médios de NDVI por classes para as épocas de análise.

Classe	Li	Ls	N_ua	Média	Classe	Li	Ls	N_ua	Média
1984					2013				
1	0,42	0,45	2	0,43g	1	0,21	0,23	5	0,22g
2	0,45	0,48	2	0,46f	2	0,23	0,26	8	0,24f
3	0,48	0,51	7	0,50e	3	0,26	0,29	5	0,27e
4	0,51	0,53	4	0,51d	4	0,29	0,31	13	0,30d
5	0,53	0,56	13	0,55c	5	0,31	0,34	6	0,31c
6	0,56	0,59	7	0,57b	6	0,34	0,37	5	0,34b
7	0,59	0,62	10	0,60a	7	0,37	0,39	3	0,38a
Média				0,54a					0,29b

Legenda: Li = Limite inferior; Ls = Limite superior; N_ua = Número de unidades amostrais; Letras diferentes = diferença de médias – Teste de tukey (p0,05).

Comparando o NDVI para as imagens de 1984 e 2013, observou-se que os dados apresentaram homogeneidade de variâncias e normalidade. Na Anova o teste F de 679,09 ($p < 0,001$) foi maior que o F crítico de 6,93. A primeira época apresentou o maior valor médio para as 45 unidades amostrais avaliadas (0,54a), sendo superior estatisticamente em relação à segunda (0,29b), conforme o teste de Tukey ($p0,05$) – diferença mínima significativa de 0,02; CV% 11,13.

4. DISCUSSÃO

Foi possível observar diferenças significativas nos valores de NDVI obtidos para as épocas de 1984, teoricamente quando a floresta continha mais árvores em pé, clareiras menores e presença de taquara viva, baseando no histórico de exploração madeireira descrito em Amaral (2010). Essa situação, de maior presença de vegetação verde, provavelmente, tenha contribuído para obter valores mais elevados de NDVI (0,42 a 0,62) em relação a época de 2013, onde foi possível observar menores valores deste índice, porém com uma maior amplitude (0,22 a 0,38), retratando o momento em que a taquara encontrava-se morta e acamada sobre o solo, expondo um grande número de clareiras, visíveis na imagem do Google Earth para o ano de 2013. Este comportamento foi similar ao observado por Carvalho (2010), que relacionou os menores valores de NDVI para a taquara morta, em estudo realizado na Floresta Amazônica no Acre.

No trabalho realizado por Rosoto et al. (2007), é possível verificar a incidência de taquara (*M. multiramea*) em área de FOM, de forma similar a que ocorreu na área de estudo conforme o relato de Amaral et al. (2013a, b). Os primeiros autores ainda descrevem o rápido crescimento da taquara, mediante a presença de luminosidade, e a ocorrência de competição desta espécie com mudas de araucária (*Araucaria angustifolia*) e imbuia (*Ocotea porosa*). Franco (2008) também observou a incidência de *M. multiramea* em FOM no Parque Estadual do Turvo, no Rio Grande do Sul.

A ocupação de clareira por espécies Bambusoideae pode se dar a partir de aberturas parciais do dossel, como queda de árvores ou galhos pela ação do vento (GRISCOM e ASHTON, 2003). A idade e o tamanho das clareiras também podem causar influência para maior ou menor ocorrência de taquara na floresta (LIMA, 2005). Já Franco (2008), correlaciona, numa Floresta Estacional, a presença de touceiras de *M. multiramea* com locais onde o solo apresentou maior teor de argila, baixo pH e saturação por bases, e altos teores de Alumínio.

No entanto, uma das principais causas para a intensa ocorrência de taquaras é o alto grau de antropização das áreas florestais, seja pela fragmentação da paisagem ou pela exploração das principais espécies comerciais na FOM (Biscaia et al., Vigolo et al., 2005; AMARAL et al., 2013a, b).

5. CONCLUSÃO

Os objetivos proposto pelo trabalho foram alcançados, uma vez que foram observados menores valores de NDVI para a época de 2013, onde a taquara estava morta e acamada sobre o solo. Mesmo havendo dificuldade de encontrar bibliografia especializada para embasamento teórico em relação a esta constatação, foi possível utilizar o NDVI para detecção de taquara morta na floresta. A partir deste estudo, será possível analisar com maior veracidade as épocas decorrentes entre 1984 e 2013, para analisar a dinâmica da ocorrência de taquara na floresta em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. P. **Geoestatística na caracterização do solo e da vegetação em Floresta Ombrófila Mista**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Guarapuava, 2010.

AMARAL, L. P. et al. Análise da distribuição especial de biomassa e carbono arbóreo acima do solo em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Ambiência**, v.6, edição especial, p.103-114, 2010.

AMARAL, L. P. et al. Influência da floresta alterada na distribuição espacial de três espécies da Floresta Ombrófila Mista avaliada pela geoestatística. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 491-501, 2013a.

AMARAL, L. P. et al. Variabilidade espacial do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener em Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Florestalis**, v.41, n.97, p.83-93, 2013b.

BISCAIA, A. G. et al. Impacto do controle mecânico de taquaras sobre a regeneração de araucária e espécies associadas. 13 ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPR – CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2005. 88 p. **Anais do ...** UFPR, Curitiba, 2005. Disponível em: <www.prppg.ufpr.br/sites/default/files/documentos/ic/evinci/anteriores/13agrarias.pdf>. Acesso em 20 out 2014.

CARVALHO, A. L. **Ciclo de vida de populações de bambu (*Guadua* sp.), no tempo e no espaço, no sudoeste da Amazônia**. Dissertação (mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Programa de Pós - Graduação em Ciências de Floresta Tropicais. Manaus, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – EMBRAPA/IAPAR. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina, 1984. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FALCO, J. G. **Estatística aplicada**. EdUFMT/UFPR, Cuiabá/Curitiba, 2008, 92 p.

FRANCO, A. M. S. **Estrutura, diversidade e aspectos ecológicos do componente arbustivo e arbóreo de uma Floresta Estacional, Parque Estadual do Turvo, Sul do Brasil**. 2008. 82 p. Tese (Doutorado em Ciências: Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GRISCOM, B. W.; ASHTON, P. M. S. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in southeastern Peru. **Forest Ecology and Management**, v. 175, p. 445-454, 2003.

GUILHERME, F. A. G. **Efeitos do regime de inundação e de bambus na dinâmica da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua no sul de Minas Gerais**. 1999. 73 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Ambiental) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2012. 275p.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996.

MELO, E. T. **Diagnóstico Físico Conservacionista da Microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos – Crateús/CE**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília: Brasília, 2002. 276p.

MORAES E. C. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: São José dos Campos, 2002. 23p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. ed., UFV: Viçosa, 2005, 320 p.

NASA, *National Aeronautics and Space Administration*. **Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World**. 2013. Disponível em: <http://ldcm.gsfc.nasa.gov/mission_details.html>. Acesso em 14 jul. 2014.

PARANÁ, Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Floresta. **Atlas do Estado do Paraná**. Curitiba, 1987, 73p.

SANTOS, A. R. **Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais**. Alegre: CAUFES, 2012, 249 p.

VIGOLO, D. Z. et al. Correlações entre o meio físico e a influência de taquaras (Bambusoideae) em uma Floresta de Araucária. 13 ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPR – CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2005. 88 p. **Anais do ...** UFPR, Curitiba, 2005. Disponível em: <www.prppg.ufpr.br/sites/default/files/documentos/ic/evinci/anteriores/13agrarias.pdf>. Acesso em 20 out 2014.

GEORREFERENCIAMENTO DOS SÍTIOS PALEOBOTÂNICOS DO ARENITO MATA, NO MUNICÍPIO DE MATA/RS.

Georeferencing paleobotanical sites of sandstone forest, in the city of Mata/RS.

Attus Pereira Moreira¹, André Fontana Weber¹, LuryanDelevati Dorneles¹, Littieri Machado Lamb¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus de Santiago. Avenida Batista Bonotto Sobrinho 773, CEP 97700-000 Santiago, Rio Grande do Sul, Brasil.

attus@urisantiago.br; afontanaweber@hotmail.com; lurydd@live.com; littiylamb@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho foi apresentado, e aprovado, como projeto de pesquisa à Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Santiago/RS. Os Sítios Paleobotânicos do município de Mata possuem um grande potencial turístico, visto que são patrimônios arqueológicos e paleontológicos, porque contêm materiais fossilizados e inscrições rupestres. Este potencial enriquece a cidade e poderá desenvolvê-la na área de turismo; e, também, como importante pólo científico. Encontrar a rota segura para atingir estes sítios torna-se uma tarefa difícil, em função de não haver uma localização exata destas reservas, mesmo sendo elas protegidas pela legislação ambiental vigente. O principal objetivo é localizar, georreferenciar, mapear e descrever, através de registros fotográficos e levantamentos geodésicos com a tecnologia GPS, todas as áreas que abrigam madeiras fósseis, para facilitar a localização das mesmas, pelos turistas e pesquisadores, além de servir, futuramente, como base para projetos de gestão do turismo, pela administração pública municipal. Com o auxílio de um GPS portátil far-se-ão observações preliminares para se verificar obstruções naturais nos sinais transmitidos pela constelação GPS. Não havendo obstrução dos sinais inicia-se o rastreamento dos pontos com receptores GPS Leica GS/15. Tais pontos servirão de base de apoio aos levantamentos, através da materialização como Pontos Precisos (PPP), os quais terão suas coordenadas corrigidas e ajustadas servindo de referência, no rastreamento dos vértices delimitadores das áreas de afloramentos. Os pontos rastreados e geoprocessados serão utilizados na execução dos mapas temáticos. Espera-se que a comunidade científica seja a principal favorecida pela acessibilidade aos locais de afloramentos, utilizando-se de um GPS, ao inserir a coordenada de referência, o sistema de orientação irá indicar a rota desejada.

Palavras-chave: georreferenciamento, Sítios Paleobotânicos, turismo.

ABSTRACT

This work was presented and approved as research project the Regional Integrated University of High Uruguay and Missions - URI Campus de Santiago/ RS. The palaeobotanical sites in the municipality of Mata have great tourism potential, as are archaeological and palaeontological heritage, because they contain fossilized material inscriptions. This potential enriches the city and can develop tourism; and also as an important scientific center. Find a safe route to reach these sites becomes a difficult task, mainly because there is no one exact location of these reserves, even though they were protected by environmental laws. The main objective is to locate, georeferencing, map and describe, using photographic records and geodetic survey with GPS technology, all areas that harbor fossil woods, to facilitate their location, by tourists and researchers and to serve in the future as a basis for management of tourism projects, the municipal government. With the aid of a portable GPS will be far-preliminary observations to verify natural obstructions in the signals transmitted by the GPS constellation. With no signs of obstruction begins tracing the points with GPS receivers Leica GS / 15. These points serve as a basis to support surveys, by pursuing such Accurate Points (PPP), which will have its coordinates corrected and adjusted serving as reference, the trace of the delimiters in the areas of outcrops vertices. Screened and geoprocessed points will be used in the implementation of the

thematic maps. It is hoped that the scientific community is the main favored by accessibility to local outcrops, using a GPS, enter the coordinates of the reference, the guidance system will indicate the desired route.

Keywords: georeferencing, paleobotanical sites, tourism.

1 INTRODUÇÃO

O município de Mata localiza-se no Rio Grande do Sul, Brasil, possuindo uma área de 311.883 Km², com uma população de 5.198 habitantes (IBGE, 2014). Localizado na região central do estado, nas proximidades de Santa Maria e a principal via de acesso ao município é a BR 287 e RS 532. Possui limites geográficos com Toropi, São Pedro do Sul, São Vicente e Jaguari (HAHN, 2007). A economia do município baseia-se no setor primário, como a cultura do fumo, arroz, soja, milho e feijão, juntamente com a atividade pecuária, tanto de corte como de leite, movimentam o PIB municipal (MORAES; BEZZI, 2009). Também se desenvolvem atividades de beneficiamento de grãos, laticínios, alambiques, fabricação de vestuário, móveis, esquadrias e comércios (HAHN, 2007), além da atividade turística.

As florestas petrificadas afloradas no município de Mata, Rio Grande do Sul, formam uma importante reserva Paleobotânica da América do Sul, trazendo turistas e pesquisadores de todo o mundo, para apreciar e estudar os fósseis (HAHN, 2007). A busca por estes locais caracteriza uma forma de turismo, capaz de movimentar o comércio e a economia local. Porém há uma dificuldade em encontrar a localização precisa dos Sítios Paleobotânicos (SOMMER,; SCHERER, 2000). Esta dificuldade decorre em virtude de não haver um mapeamento adequado dessas áreas, tornando-se um impedimento para muitos turistas que visitam o município para encontrar estas áreas. Contudo, este mapeamento pode ser realizado com o emprego da tecnologia GPS.

O presente projeto tem como objetivo localizar e descrever através de registros fotográficos sobre mapas georreferenciados as áreas que abrigam jazidas de madeiras fósseis no município de Mata de forma que se obtenha uma ferramenta de localização das mesmas para turistas e pesquisadores além de servir, futuramente, como base para projetos de gestão do turismo, pela administração pública.

Inicialmente será instalado na sede do município um ponto geodésico de precisão obedecendo a NBR 13133 e a NBR 14166, utilizadas pelo INCRA e IBGE para garantir a qualidade dos resultados obtidos nos levantamentos. Em seguida serão levantados com GPS RTK, descritos, fotografados e locados nos mapas os principais jazimentos de madeira fóssil. Finalmente os mapas confeccionados serão encaminhados para a prefeitura municipal de Mata/RS, secretaria estadual de turismo e ministério do turismo, para empresas de turismo e sites de universidades. Espera-se que as empresas e setores relacionados ao turismo juntamente com a comunidade científica sejam favorecidos com a acessibilidade aos locais de afloramentos, utilizando-se de um simples GPS de navegação, ao inserir a coordenada de referência, o sistema de orientação irá indicar a rota desejada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterizações dos fósseis

Os caules silicificados do Mesozóico do Estado do Rio Grande do Sul ocorrem dispersos, em uma faixa leste-oeste de 200 km, na depressão central (BOLZON; SILVA; MACHADO, 2004), concentrados no arenito Mata (SOMMER; SCHERER, 2000). O arenito, que se caracteriza pela presença de corpos aglomerados de arenitos estratificados e conglomerados intraformacionais, maciços, finos e selecionados, formados no Triássico; que caracteriza hoje, a geologia do município de Mata (RUBERT; SCHULTZ, 2004). Estas áreas guardam fontes de

riqueza geológica e biológica. Os patrimônios paleontológicos registram os acontecimentos ao longo da história evolutiva do planeta. Eles são como arquivos que guardam informações permitindo reconstruir uma história que retrocede milhões de anos (PALHARES; Junior; HORNS, 2012).

Estudos realizados sobre o processo de fossilização destacam uma variabilidade na preservação do tecido lenhoso, sendo a sílica o principal elemento responsável pela mineralização dos tecidos de condução de seiva bruta (xilema) das coníferas (BOLZON; SILVA; MACHADO, 2004). As figuras 1 e 2, apresentam áreas com afloramentos fósseis, os quais apresentam um grande potencial turístico.



Fig. 1: Praça Martimiano Eggres da Silva
Fonte: FONTANA, 2014.



Fig.2: Praça Central
Fonte: FONTANA, 2014.

Este potencial turístico passa necessariamente pelo conhecimento inicial, pelo reconhecimento, catalogação e o estudo do potencial de aproveitamento dos espaços. E estes locais somente estarão no mercado quando geram renda e dependem das relações sociais e da globalização (ARAÚJO, 2000).

O município de Mata contempla com uma bela paisagem que pode ser apreciada pelos visitantes, sendo o Jardim Paleobotânico, museus, desenhos e inscrições rupestres, grutas, cascatas, igrejas, escadarias, praças e casas de madeira petrificadas. Também possui trilhas, pontes, um balneário e eventos culturais que promovem a atividade turística do mesmo (HAHN, 2007). A importância destes locais e o potencial destes junto à comunidade local relacionam com a história e também com necessidade de ampliar as possibilidades para modificar a realidade que se encontram (PIPPI, 2004).

2.2 Posicionamento por Satélites

A busca pela localização do homem e sua curiosidade em descobrir o espaço e o meio onde vive favoreceu às grandes navegações. A criação e o aperfeiçoamento dos equipamentos modernos de navegação, utilizados, atualmente, tiveram lugar através de pesquisas para desenvolver a arte da guerra. O Sistema GPS foi desenvolvido, inicialmente pela Marinha Americana para orientação da Frota dos Estados Unidos da América do Norte, que ocupavam todos os mares e necessitavam de deslocamentos rápidos e seguros. Somente a evolução desta técnica é que possibilitou aos civis, no caso, os países amigos, utilizarem os dados dos satélites da Constelação GPS para fins pacíficos, sem objetivos militares. Somente em 2002 é que o Congresso Americano, através da interferência do seu então vice-presidente, Al Gore, é que os sinais da constelação foram liberados para todos os usuários, independente de serem amigos ou não amigos. A disponibilidade dos sinais está se mantendo até nossos dias, mas no momento em que os Estados Unidos decidirem embargar os sinais ou colocar um perturbador nos relógios dos satélites da constelação, que são em número de 24 ativos, a precisão, até então sub-métrica, passará para um erro da ordem de 400m (MONICO, 2007). As posições levantadas com a utilização da tecnologia GPS e disponibilizadas, inclusive nas redes sociais, serão provenientes da alta qualidade dos receptores existentes no mercado, dos padrões dos relógios, tanto dos satélites, quanto dos próprios receptores e dos tipos de antenas (SEGANTINE, 2005).

A disponibilização dos sinais permitiu o surgimento do Sistema RTK, o qual se baseia na transmissão instantânea de dados de correções dos sinais de satélites, do receptor instalado no vértice de referência aos receptores que percorrem os vértices de interesse. Desta forma, proporciona o conhecimento instantâneo (tempo real) de coordenadas precisas dos vértices levantados, utiliza-se a fase da portadora, visando melhorar, de forma considerável, a qualidade dos resultados. Possui uma precisão milimétrica. É um dos métodos de posicionamento mais avançados no momento. Para que esse conceito seja realizado na prática, é necessário que os dados coletados na estação de referência sejam enviados para a estação móvel, através de um rádio de comunicação e um link de rádio (MONICO, 2007).

Com a precisão sub-métrica obtida através de equipamentos de última geração é possível chegar-se ao padrão de precisão exigido pelos organismos internacionais e o presente trabalho passará a ser uma referência mundial.

2.3 Georreferenciamento

O georreferenciamento consiste na correta descrição do imóvel, através do levantamento das coordenadas dos vértices limites, que fornecerão o perímetro e as confrontações, os quais deverão ser sempre, amarrados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Sendo regulamentado pela associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a qual, através da norma NBR 13133, estabelece os procedimentos básicos para a execução de levantamentos topográficos. Este serviço deve ser executado por profissional habilitado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), conforme Resolução 218, do Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (CONFEA), de 29 de junho de 1.973.

De acordo com Brum (2001), o serviço completo inicia-se com a análise dos registros do imóvel, reconhecimento dos limites, a monumentação e codificação dos vértices, segundo os padrões da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR), levantamento de campo, processamento dos dados, montagem de relatório técnico, criação de novas matrículas com averbação do georreferenciamento junto ao setor de cadastro urbano da prefeitura municipal, no caso de levantamentos cadastrais municipais georreferenciados.

A implantação de Redes de Referência Cadastral Municipais, com o advento da tecnologia GPS, tem facilitado e simplificado as operações geodésicas necessárias à correta execução dos serviços de georreferenciamento de alta precisão, destinadas à amarração cadastral, tanto na área urbana quanto rural (BRUM, 2001).

Quando a área a ser levantada se encontra distante de pontos de referência, os quais fazem parte de uma rede geodésica de alta precisão, é necessário fazer-se a implantação de um ponto preciso (PPP), que consiste na monumentação e rastreamento, de acordo com as Normas do IBGE.

Neste método de posicionamento necessita-se apenas de um receptor GPS. Este método tem sido muito empregado na navegação de baixa precisão e levantamentos expeditos. Para o georreferenciamento de imóveis rurais o posicionamento por ponto preciso (PPP) é um dos principais métodos recomendados pelo INCRA, podendo ser adotado para o caso em pauta, pois as coordenadas dos vértices de interesse são determinadas de forma absoluta, portanto, dispensa o uso de receptor instalado sobre um vértice de coordenadas conhecidas (MONICO, 2007), simplificando os trabalhos de rastreamento.

Para os levantamentos necessários ao mapeamento proposto no presente projeto, que apresenta alternativas de pesquisa e extensão da URI Santiago, recomenda-se a implantação de marcos de referência, amarrados entre si, para facilitar a articulação e o encadeamento dos mapas gerados, os quais poderão ser acessados, posteriormente, pelos interessados.

2.4 Geoprocessamento

Geoprocessamento são conjuntos de tecnologias, às quais permitem a manipulação, análise, simulação e a visualização de dados georreferenciados através de softwares, os quais substituíram a sobreposição de mapas traçados em lâminas transparentes ou em papel vegetal (FITZ, 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O georreferenciamento, através da tecnologia GPS, possibilitará a localização precisa das áreas de afloramentos descritas pelos profissionais da Geologia e da Biologia, causando uma grande repercussão. Para o desenvolvimento do trabalho será utilizado. Inicialmente serão feitas observações, com GPS de mão, portáteis, com funcionamento simples, para que possamos observar obstruções naturais aos sinais transmitidos pela constelação, que é de 24 satélites ativos. Se considerarmos a constelação do sistema GLONAS (Russo), teremos mais 24 satélites, que irão colaborar com a precisão dos dados obtidos. Não havendo obstrução dos sinais, passaremos para o rastreamento dos pontos que servirão de base de apoio aos levantamentos das glebas, ditos Pontos Precisos (PPP), conforme Normas do IBGE, em vigor.

Executado o rastreamento dos pontos de apoio, tais dados deverão ser remetidos, via internet, para o IBGE, que dispõe de um software específico para o processamento, fornecendo as coordenadas corrigidas, dentro das precisões compatíveis com os trabalhos de cartografia e Geoprocessamento.

De posse das coordenadas ajustadas dos pontos de referência passar-se-á ao rastreamento dos vértices delimitadores de cada gleba, onde ocorrem os afloramentos de fósseis silicificados, para a execução do mapeamento georreferenciado, com os dados de campo levantados utilizando-se

receptores GPS Leica GS/15, com dupla frequência e capacidade para captar informações dos satélites da constelação GPS e GLONASS.

Todos os equipamentos necessários para os levantamentos de campo pertencem ao Laboratório de Topografia e Geodésia da URI Santiago, adquiridos através de projetos externos, com verbas da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado. Os cálculos serão executados com um programa computacional, o Geo Office, para a confecção dos mapas temáticos, posteriormente divulgados. Este trabalho de pesquisa, além de ser de grande interesse à comunidade científica, também irá alavancar, tanto a própria pesquisa quanto a extensão na URI. Os desenhos serão executados pelo AutoCad. O domínio da tecnologia e os equipamentos de última geração do Laboratório de Topografia e Geodésia permitem colocar a Universidade entre as mais bem aparelhadas do Estado.

4 RESULTADOS ESPERADOS

A elaboração dos mapas georreferenciados, no Sistema Cartográfico Brasileiro, elaborados com a tecnologia GPS, facilitará a localização dos fósseis, tanto pelos turistas, quanto pelos pesquisadores, bem como por professores e alunos de escolas públicas ou privadas; e, ainda, por universidades em geral. Os Sítios Paleontológicos poderão ser localizados através de mapas, que poderão ser disponibilizados em vários pontos, com informações turísticas da cidade, permitindo a visita por qualquer pessoa, facilitando seu deslocamento, com maior eficiência, até os pontos onde há a ocorrência dos fósseis do Triássico. Posteriormente, será disponibilizado os dados georreferenciados, tanto no site da Prefeitura Municipal de Mata quanto em sites de órgãos e empresas relacionados ao turismo, oferecidos aos usuários, sem custos e com precisões definidas por exigências internacionais. Desta forma o turista poderá vir a desfrutar da beleza dos Sítios Paleobotânicos, traçando uma rota de visita pelos pontos turísticos de Mata, ao inserir a coordenada de referência no GPS portátil. Dessa forma poderá aproveitar o tempo para o lazer e para a pesquisa, além de permanecer no município, gerando renda para o comércio local, auxiliando na divulgação do potencial turístico, visando o pleno desenvolvimento municipal.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho está em fase inicial de implantação e envolve alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Agronomia da URI Santiago, que estão familiarizados com a tecnologia GPS e equipamentos de última geração na área de levantamentos geodésicos e georreferenciamento. Como os trabalhos de campo estão ainda sendo executados, não estão disponibilizados os resultados esperados pelo objetivo do projeto de pesquisa, mas a oportunidade de divulgação nesta 5ª Semana de Geomática do Colégio Politécnico da UFSM – Santa Maria, de 19 a 20 de novembro de 2014, pretende transformar este artigo em um meio de divulgação das pesquisas, às quais se institucionalizaram na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, a URI, especificamente no Campus de Santiago, visam à qualificação tanto dos egressos da Agronomia quanto da Arquitetura e Urbanismo. A extensão nas Universidades Comunitárias permite colocar a URI Santiago entre as grandes Universidades brasileiras, no que se refere a área de Cadastro Multifinalitário, tanto Rural quanto Urbano e, também, em Georreferenciamento e Certificação de Imóveis Rurais. Através desta divulgação, a URI Santiago se congratula e agradece aos organizadores deste tão importante evento para a Geomática na UFSM, sob o patrocínio do Colégio Politécnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. M. M. Potencialidades Turísticas: considerações preliminares acerca da pesquisa, do ensino e do estudo. In: **7º Encontro Nacional de Turismo com Base Local, 2003**, Ilhéus. 7º Encontro Nacional de Turismo com Base Local. Ilhéus: Editus - editora da UESC, 2003.

BOLZON, R. T.; SILVA J, L, S.; MACHADO, L, G. Fossilização de lenhos do mesozóico do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, jul/ago. 2004, p.103-110.

BRUM, C, F, B. **Rede de pontos GPS para referência cadastral do município de Santiago – RS**. 2001. 194 f. (Dissertação) Mestrado em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

HAHN, M, T. **Análise da potencialidade do turismo no município de Mata- RS como instrumento de sustentabilidade ambiental e econômica: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. **Cidades: Mata**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=431210&search=rio-grande-do-sul|mata|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 13 de abril de 2014.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística: **Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)**. 2014. Disponível em: <<http://www.ppp.ibge.gov.br/ppp.htm>>. Acessado em 05 de novembro de 2014.

INCRA. **3ª edição Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais**. Agosto de 2013.

MONICO, João Francisco Galera, **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 2ed – Editora UNESP, São Paulo, 2008.

MORAES, F. D.; BEZZI, M. L. **A organização do espaço agrário de Mata/ RS: a cadeia produtiva da pecuária**. In: Simpósio de Pós-Graduação em Geografia- SIMPGEO. Geografia: Ensino & Pesquisa, Santa Maria, v. 13 n. 2, 2009, p. 21-32.

Norma ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR13133 – execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994. 35p.

PALHARES, J. M.; Junior, A. B. B.; HORNS, K. L. **Geologia e Geomorfologia do espaço recreativo do Rio São Jorge como subsídio para a implantação de práticas de ensino**. Revista Geonorte, edição especial, v 2, nº 4, 2012, p. 487-497.

RUBERT, R. R.; SCHULTZ, C, L. **Um novo horizonte de correlação para o Triássico Superior do rio Grande do sul**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SEGANTINE, Paulo César Lima. **GPS: sistema de posicionamento global**. São Carlos SP EESQ/USPU – 2005.

SOMMER, M. G.; SCHERER, C. M. S. Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata (Mata e São Pedro do Sul), RS. Uma das mais importantes “florestas petrificadas” do planeta. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, In: **Ministério de Minas e Energia. (Org.). Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. 1ed. Brasília: Shobbenhaus, 2000, v. 1, p. 3-10.

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Geoprocessing Applied to Environmental Analysis of River Basin

Glaucia Vieira Pires¹, Douglas Stefanello Facco¹, Cristiane Rodrigues de Oliveira¹, Claire Delfini Viana Cardoso¹, Ana Caroline Benedetti¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 97105-340, Santa Maria – RS, Brasil,
glaucia.vpires@gmail.com; douglas.s.facco@hotmail.com; cris_oliveira@ymail.com; cdvcardoso@gmail.com;
anacaroline@politecnico.ufsm.br

RESUMO

O artigo apresenta uma análise ambiental da sub-bacia do Arroio Taquarembó, localizada ao norte no município de Santiago no Rio Grande do Sul, realizada a partir de imagens obtidas por Sensoriamento Remoto e dados cartográficos. Objetivou-se a realização de uma análise comparativa da ação antrópica na sub-bacia do Arroio Taquarembó através de uma série temporal de imagens orbitais referente aos anos de 1986, 1999 e 2014, assim como o mapeamento das classes de declividade, do relevo e das Áreas de Preservação Permanente (APPs), utilizando os softwares ArcGIS 10.1 e Spring 5.2.6. Como resultados obteve-se os mapas clinográfico, hipsométrico e das APPs no entorno dos rios e nascentes, juntamente com composições RGB em falsa cor. Foi possível analisar e quantificar as variáveis ambientais do Arroio Taquarembó, a evolução das áreas de cultivo e solo exposto, e consequentemente, a diminuição das áreas com vegetação no ano de 2014 em relação às datas anteriores. Desta forma, conclui-se que o Geoprocessamento apresenta-se como uma importante ferramenta para análise ambiental, sendo capaz de representar a realidade e auxiliar na tomada de decisões.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, processamento digital de imagens, Arroio Taquarembó.

ABSTRACT

The article presents an analysis of the environmental Taquarembó Arroio sub-basin, located north of Santiago in the municipality in Rio Grande do Sul, with the aid of GIS techniques performed from images obtained by remote sensing and cartographic data. The objective is to conduct a comparative analysis of human action on the Arroio Taquarembó subbasin through a time series of satellite images for the years 1986, 1999 and 2014 as well as the identification of classes of slope, relief and Permanent Preservation Areas (PPAs), using ArcGIS 10.1 and Spring 5.2.6 software. As results we obtained maps of slope, the hypsometry and APPs in the vicinity of rivers and springs, along with compositions RGB false color generated by digital image processing and application enhancement by linear contrast. From these results it was possible to analyze and quantify the environmental variables Taquarembó Arroio as well as the evolution of cultivated areas and bare soil, and consequently the decrease in vegetated areas in 2014 compared to previous hand. Thus, the GIS presents itself as an important tool for environmental analysis, being able to represent reality and assist in decision making.

Keywords: remote sensing, digital image processing, Arroio Taquarembó.

1. INSTRUÇÃO

Os recursos hídricos podem ser considerados de vital importância para a manutenção da vida como um todo, devido a isso, nos últimos anos passaram a ser alvo de discussões mundiais em busca de uma melhor gestão dos mesmos, que se tornam cada vez mais escassos em determinados locais.

O principal fator da degradação das bacias hidrográficas são as ações antrópicas que estão

diretamente ligadas a problemas ambientais, como: diminuição da matéria orgânica, compactação, impermeabilização, salinização, desabamento de terras, desmatamento, queimadas, contaminação, erosão e desertificação, dentre outras questões que têm contribuído para o desaparecimento de rios e lagos, afetando profundamente o ecossistema (ARAÚJO et al., 2009).

Para garantir a preservação da vida nesses meios, a legislação florestal dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, prevê o manejo sustentável: administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema. Busca favorecer, entre outros, a recuperação de bacias hidrográficas, a conservação de grandes áreas protegidas e a conservação ou recuperação de ecossistemas (BRASIL, 2012).

A agricultura apesar de ser a base da economia brasileira é a principal atividade que contribui para os problemas ambientais nas bacias hidrográficas, devido ao emprego de técnicas inadequadas e quando desenvolvidas em regiões de grande fragilidade ambiental, como o entorno das nascentes, cursos d'água e no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, consideradas como Áreas de Preservação Permanente (APPs) conforme Brasil (2012), e que devem permanecer cobertas por vegetação original.

Segundo Costa et al. (1996), no intuito de proteger o meio ambiente e manter a sua composição natural, de maneira a impedir qualquer tipo de alteração proporcionada por ações antrópicas, se torna indispensável à delimitação das APPs em uma bacia hidrográfica.

Além da existência de políticas públicas em prol da preservação ambiental das bacias hidrográficas se torna indispensável à fiscalização e aquisição de informações confiáveis, pertinentes à tomada de decisão a respeito do manejo sustentável, nesse sentido, as geotecnologias vêm evoluindo de forma significativa nos últimos anos.

De acordo com Medeiros (2012) o Geoprocessamento é um ramo da área do conhecimento que engloba o total conjunto de técnicas ligadas à informação espacial, quer seja no tocante a coleta, armazenamento, tratamento e análise, bem como uso integrado desses dados geográficos. Estas técnicas ou tecnologias são chamadas de Geotecnologias.

Para Moura (2003) o Geoprocessamento se resume no armazenamento e análises de dados, o qual deve ser compreendido no sentido amplo devido a ser um produto de um contexto científico que norteia o modo de compreensão da realidade. Esta análise complexa do Geoprocessamento deve possibilitar que os dados se transformem em informações.

Tanto Silva e Zaidan (2004) como Moura (2003), evidenciam a grande amplitude da análise ambiental realizada pelo Geoprocessamento, bem como os benefícios de sua aplicação nos espaços territoriais. Além disso, fica claro que a capacidade de obter informações qualitativas através de cruzamentos de variáveis, que visam dar suporte a tomada de decisões.

Com base nessas considerações, realizou-se uma análise ambiental da sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquarembó, localizado no município de Santiago-RS, com o auxílio de técnicas de Geoprocessamento, imagens obtidas por Sensoriamento Remoto e dados cartográficos.

Objetivou-se a realização de uma análise comparativa da ação antrópica na sub-bacia do Arroio Taquarembó a partir de uma série temporal de imagens orbitais, assim como a identificação das classes de declividade, do relevo e das APPs. Como objetivos específicos têm-se a delimitação da sub-bacia, obtenção e adequação da base cartográfica, geração de mapas de declividade, hipsometria e de APPs, juntamente com a aplicação de técnicas de processamento digital de imagens e de realce por contraste linear para gerar composições falsa cor com imagens dos sensores Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*) e do Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*).

2. METODOLOGIA

No centro oeste do Rio Grande do Sul está localizado o município de Santiago, que integra a região centro-ocidental Rio-grandense, Microrregião Homogênea 17 – Santiago IBGE (1990); que abrange a região geomorfológica denominada Planalto das Missões. A área específica de estudo está localizada ao norte no município de Santiago, conforme **figura 1**, onde se encontra a sub-bacia do Arroio Taquarembó, situada entre as coordenadas 28°28'30" e 29°08'0" de latitude Sul e 54°47'0" e 55°03'30" de longitude Oeste, perfazendo um total de 38.506,87 ha; o Arroio Taquarembó é afluente do rio Camaquã, que por sua vez é tributário do rio Uruguai, pertencendo à Bacia Platina.

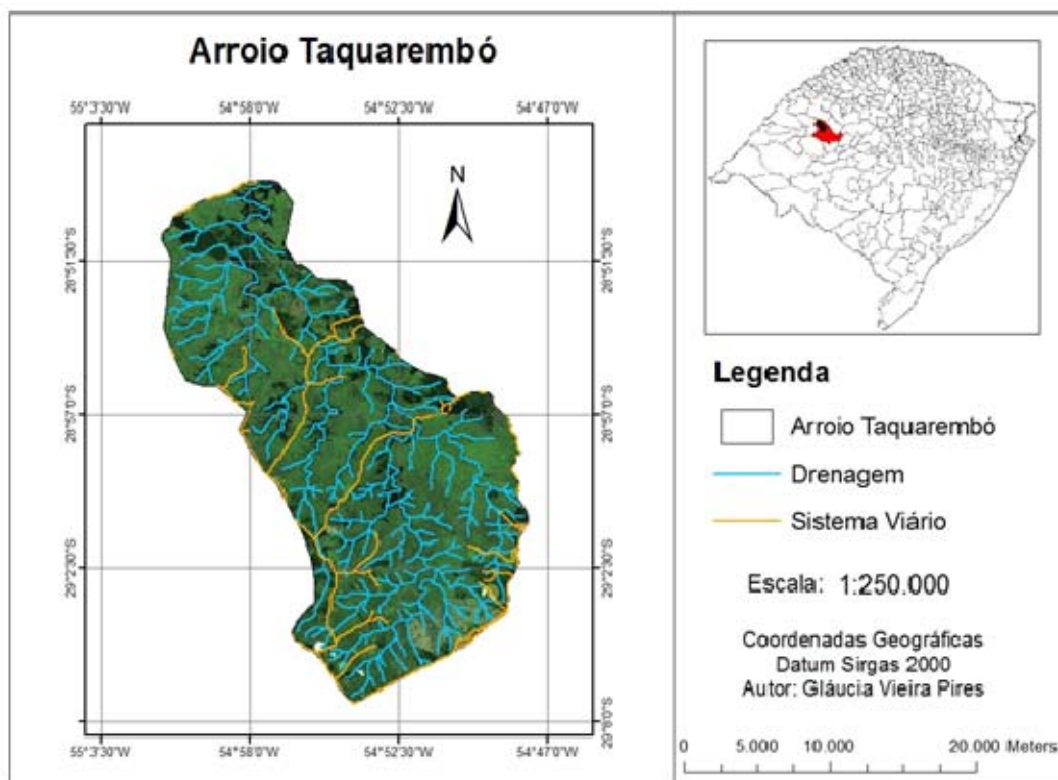


Fig. 1 – Mapa da localização da sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquarembó, Santiago, Rio Grande do Sul.

Os dados cartográficos para elaboração do trabalho foram adquiridos através da base de dados espaciais de Hasenack e Weber (2010), com exceção dos limites municipais que foram obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ambos foram adaptados no software ArcGis 10.1.

A delimitação da área de estudos foi realizada no software ArcGIS a partir de vetorização sobre as imagens Landsat TM e Landsat OLI disponibilizadas, respectivamente, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelo United States Geological Survey (USGS), gratuitamente.

A partir dos vetores relativos à hidrografia, adquiridos juntamente com a base cartográfica, foi gerado no ArcGis o mapa das APPs no entorno dos rios e das nascentes utilizando a ferramenta de contorno buffer, com 50 m de área protegida ao redor das nascentes, 30 m para os cursos d'água que apresentaram largura inferior a 10 metros e 50 m para os que apresentaram largura superior a 10 m, conforme disposto no Art. 4º do Código Florestal (12.651/12).

Foram adotadas curvas de nível da base cartográfica com 20 m e intervalo entre as isolinhas para gerar o modelo digital do terreno TIN (*Triangulated Irregular Network*), utilizado

para criar o mapa hipsométrico e o mapa crinográfico para representação das declividades, que foi classificado conforme De Biasi (1992), ambos os procedimentos foram realizados no ArGIS.

Foram analisadas e comparadas imagens do mês de abril 1986 e dezembro de 1999 do Landsat 5, sensor TM, órbita 223, ponto 080, para a composição de bandas RGB (5, 4, 3) e do mês de janeiro de 2014 do Landsat 8, sensor OLI, órbita 223, ponto 080, na composição de bandas RGB (6, 5, 4), ambas com resolução espacial de 30 m no terreno, escolhidas conforme disponibilidade e ausência de nuvens sobre a área de estudo.

Para a aplicação de técnicas de processamento digital das imagens e realce por contraste linear, que segundo Novo (2010) permite que seja alterado o histograma para que diferentes feições sejam realçadas conforme a necessidade do usuário, com intuito de obter composições coloridas (falsa cor), foi utilizado o software livre Spring 5.2.6 desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os resultados obtidos tem-se o mapa das classes declividade (**figura 2**), agrupadas conforme a classificação proposta por De Biasi (1992) e a tabela 1 contendo a descrição das classes e a respectiva área total.

Tab. 1 – Descrição das classes de declividade do solo conforme De Biasi (1992) e sua área total da sub-bacia do Arroio Taquarembó, Santiago, Rio Grande do Sul.

Classes de Declividade	Classe (%)	Área (ha)
1 - Terras cultiváveis com problemas simples de conservação do solo, sem maiores problemas de erosão.	< 5	25.641,57
2 - Compreende o limite máximo para emprego de mecanização agrícola; declividades moderadas.	5 – 12	11.346,48
3 - Permite apenas o uso de equipamentos de tração animal ou tratores esteira devido à inclinação das vertentes.	12 – 30	1.467,05
4 - Compreende o limite máximo para o corte da vegetação; segundo o código florestal, a partir de tal declividade, só será permitida a exploração se sustentada por coberturas florestais.	30 – 47	43,89
5 - Na faixa situada entre 47 e 100% de declividade, não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toros em regime de utilização racional.	> 47	7,88

Na **figura 2** observa-se que na sub-bacia predominam as classes de declividade de 0 a 5% e de 5 a 12%, ocupando respectivamente, cerca de 66,6% e 29,5% da área total, onde encontram-se as parcelas do terreno propícias ao cultivo agrícola. Em algumas áreas localizadas entre as classes declividades 12 a 30%, aproximadamente 3,8% da área, devido à inclinação das vertentes não é permitido o uso de maquinário pesado para o cultivo.

Cerca de 0,1% da sub-bacia, entre as declividades 30 e 47%, apresentam o limite máximo para o corte raso da vegetação. A classe de declividade $\geq 47\%$, encontra-se em menor proporção na sub-bacia, ocupando 0,02% da área, onde não é mais permitida a retirada da cobertura vegetal original.

O mapa hipsométrico (**figura 3**) da sub-bacia foi subdividido em cinco classes, entre 120 a 420 metros de altitude, com intervalos de 60 metros entre ambas. Observando o mapa contata-se uma acentuada variação altimétrica e uma menor altitude no curso d'água de maior vazão da bacia.

A **tabela 2** é composta pela quantificação individual das classes hipsométricas e seu percentual de ocupação em relação à área total da sub-bacia.

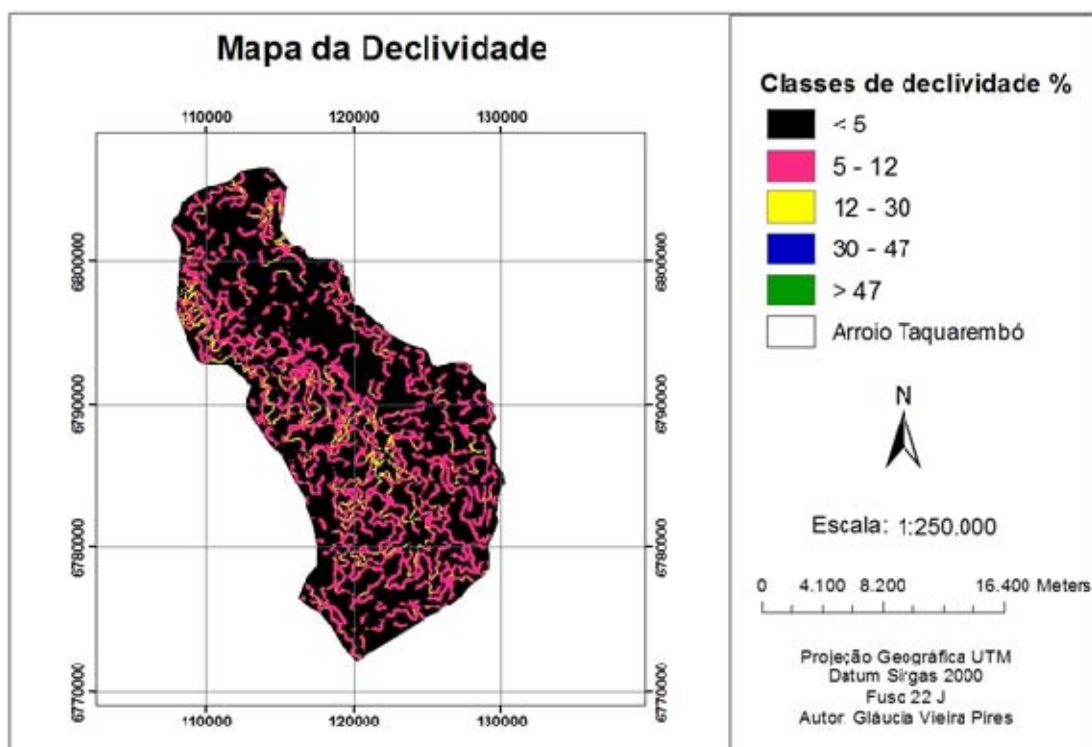


Fig. 2 – Mapa das classes de declividade da sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquarembó, Santiago, Rio Grande do Sul.

Tab. 2 – Quantificação das classes hipsométricas da sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquarembó, Santiago, Rio Grande do Sul.

Classes	Área (ha)	Percentual da Área (%)
120 - 180	5342,98	13,9
180 - 240	10496,64	27,3
240 - 300	10834,05	28,1
300 - 360	9578,99	24,9
360 - 420	2254,21	5,9

Observa-se no mapa hipsométrico (**figura 3**) que as maiores altitudes encontram-se localizadas ao norte da sub-bacia, as menores altitudes ao sul, e no centro as altitudes intermediárias e com maior predominância.

Conforme o mapa de APPs dos rios e nascentes (**figura 4**), as APPs representadas ocupam uma área de 2.456,07 ha, cerca de 6,4% da área da sub-bacia do Arroio Taquarembó, correspondente ao entorno das nascentes e dos cursos d'água. Esse mapa foi sobreposto a uma composição RGB (bandas espectrais 5, 4 e 3) de janeiro de 2014, onde as áreas com cultivo aparecem em vermelho claro brilhante, a floresta no entorno do rio em vermelho escuro, solo exposto com menos humidade em verde claro, o solo exposto com maior humidade em verde escuro e em tons rosados a pastagem.

Pode-se observar que ao norte, leste, sudeste, centro sul e sudoeste do Arroio Taquarembó existem APP que estão sendo utilizadas para o plantio irregular, estas áreas foram circulares em amarelo para facilitar a análise visual.

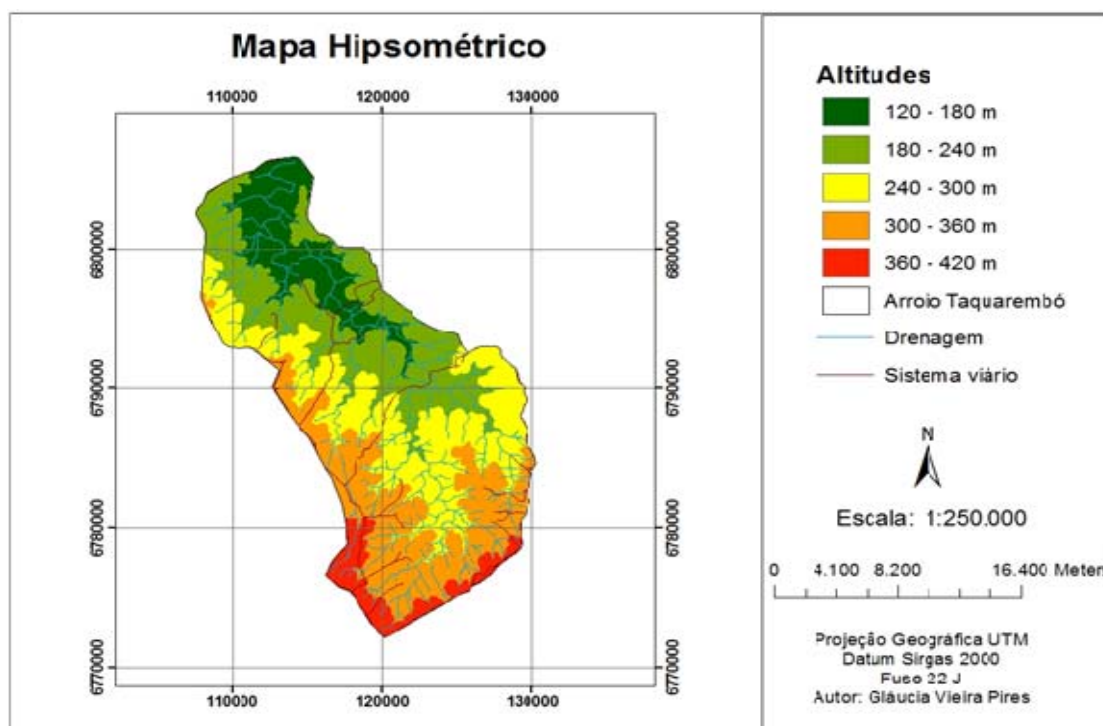


Fig. 3 – Mapa hipsométrico da sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquarembó, Santiago, Rio Grande do Sul.

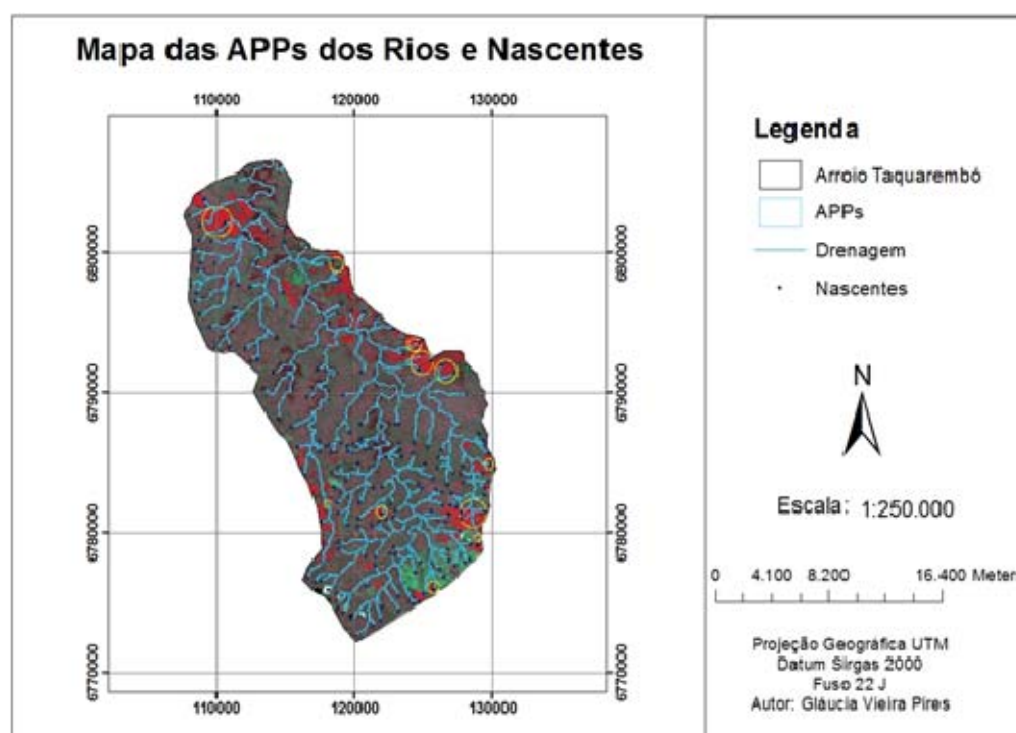


Fig. 4 – Mapa das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no entorno das nascentes e rios da sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquarembó, Santiago, Rio Grande do Sul.

Analisando as imagens multitemporais pode-se observar no ano de 2014 (**figura 5**), que os talhões em verde claro representam áreas de cultivo agrícola, em tonalidade verde escuro e com textura rugosa, apresenta-se a floresta localizada no entorno dos cursos d'água, em magenta e roxo apresenta-se o solo exposto e em verde claro o solo pobre em vegetação.

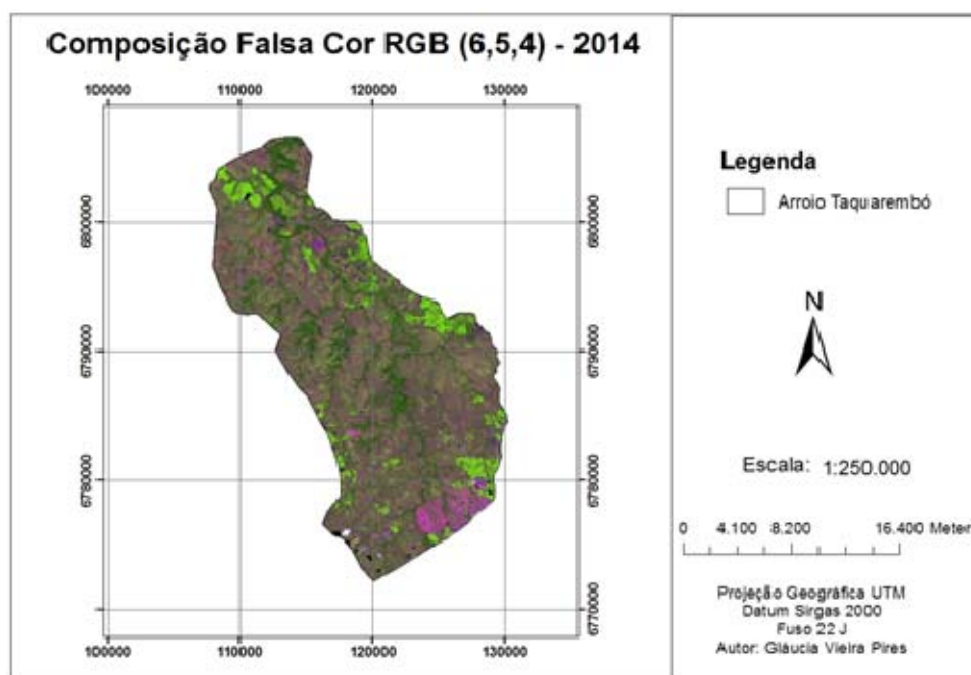


Fig. 5 – Composição falsa cor RGB (bandas espectrais 6, 5 e 4) do sensor OLI, de 09/01/2014.

Na imagem de 1999 (**figura 6**), abaixo, observam-se pequenos pontos em verde claro correspondente às áreas de pastagem, em verde escuro encontra-se a floresta, na cor verde brilhante encontram-se pequenos pontos de cultivo, em roxo e magenta o solo exposto.

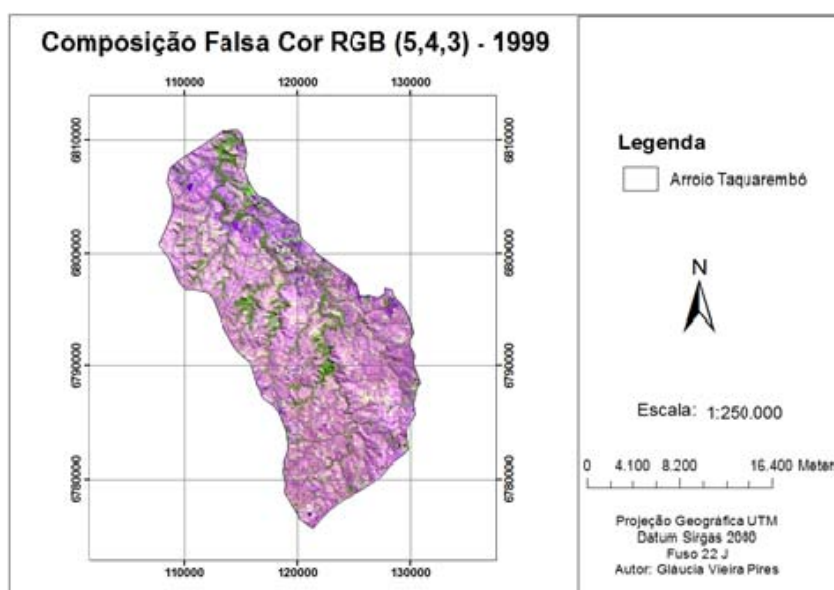


Fig. 6 – Composição falsa cor RGB (bandas espectrais 5, 4 e 3) do sensor TM, data 24/12/1999.

Em 1986 (**figura 7**) o campo apresenta-se em maior proporção em relação às outras dadas, a floresta manteve-se visualmente sem grandes alterações, o cultivo demonstrou menor representatividade que nos outros anos, o solo exposto aumentou em relação e o ano de 2014 e diminuiu em comparação com o ano de 1999.

Os alvos em azul escuro encontrados em ambas as imagens correspondem aos corpos d'água.

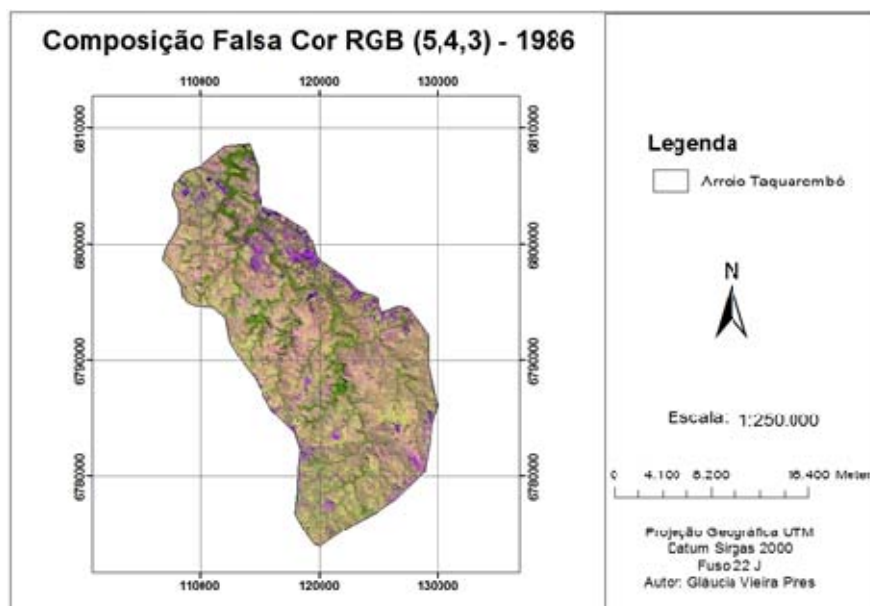


Fig 7 – Composição falsa cor RGB (bandas espectrais 5, 4 e 3) do sensor TM, data 28/04/1986.

4. CONCLUSÕES

As técnicas de Geoprocessamento aplicadas demonstraram ser eficientes para a concretização dos objetivos propostos, sendo possível gerar, analisar e quantificar as APPs, as classes de declividade e relevo da sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquarembó.

Na comparação das imagens multitemporais observa-se, a princípio, uma evolução nas áreas de cultivo agrícola e de solo exposto e a diminuição das áreas de campo o ano de 2014 em relação às datas anteriores. No entanto, como as imagens foram adquiridas de diferentes épocas do ano, o solo exposto encontrado pode representar áreas de pousio agrícola, utilizado para cultivos em outros períodos do ano.

Recomenda-se para trabalhos futuros que as imagens sejam adquiridas da mesma época do ano, o que não foi possível nessa pesquisa devido à existência de nuvens sobre a área de estudo, e preferencialmente, antes das colheitas, para que os resultados obtidos sejam mais próximos da realidade.

Com base nos estudos realizados, ressalta-se a importância do uso de Geoprocessamento como ferramenta de análise ambiental, sendo capaz de representar a realidade com grande coerência e produzir informações que visam dar suporte a tomada de decisões em prol da conservação das bacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. E; SANTOS, M. J; DUARTE, S. M; OLIVEIRA, E. M. **Impactos ambientais em bacias hidrográficas** – caso da bacia do rio Paraíba. TECNO-LÓGICA, Revista do Dep. de Química e Física, Dep. de Engenharias, Arquitetura e Ciências Agrárias da UNISC, Santa Cruz do Sul, Dez. 2009.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código florestal**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 03 mai. 2014.

COSTA, T.C. e C. da; SOUZA, M.G. de; BRITES, R.S. **Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG)**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1996, Salvador. p.121-127, 1996

DE BIASE, M. A **Carta Clinográfica**: Os métodos de representação e sua confecção. São Paulo: Instituto de Geografia/ USP, p. 45-53, 1992.

HASENACK, H.; Weber, E. (org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul** - escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências: **malha digital**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 22 fev. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de imagens**. São José dos Campos, 2011. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>. Acesso em 18 nov. 2013.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Landsat 8 OLI/TIRS: **Conjunto de dados**. USA, 2014. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 03 mai. 2014.

MEDEIROS, A. M. L. (e-book) **Artigos sobre conceitos em geoprocessamento**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://andersonmedeiros.com/e-book-sobre-conceitos-em-geoprocessamento>>. Acesso em: 03 mai. 2014.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. Da autora, v. 2, 2005.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São José dos Campos: Ed. Blucher, v. 4, 2011.

SILVA, J. X; ZAIDAN R. T. (Organizadores) – **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações** – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

GEORREFERENCIAMENTO AUTOMÁTICO DE IMAGENS OBTIDAS PELO GOOGLE EARTH

Georeferencing automatic images from Google Earth

Bruno Zucuni Prina¹, Romario Trentin², Elódio Sebem³

¹ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/RS, Mestrando em Geografia, brunozprina@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/RS, Professor do Curso de Geografia, romario.trentin@gmail.com

³ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/RS, Profº do Curso de Geoprocessamento,
elodiosebem@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma metodologia para realizar, de forma ágil, o georreferenciamento de imagens, por meio da criação de um aplicativo, o qual foi denominado de “RapGeo”. Assim, foram utilizadas imagens do *Google Earth* como informações primárias para obtenção dos dados. E, com o uso do aplicativo *Microsoft Visual Basic 6.0* foram desenvolvidos os algoritmos necessários para sistematização do aplicativo RapGeo. Dessa forma, foi realizado o georreferenciamento de três imagens, e os resultados (as imagens georreferenciadas) foram analisadas novamente no *Google Earth* (por meio da geração de arquivos KML no aplicativo *ArcGIS® 10.1*), verificando, assim, as discrepâncias. A utilização do RapGeo é de fato interessante, visto a agilidade no processo. Ressalta-se que a qualidade do georreferenciamento repassa pela qualidade dos dados de entrada obtidos (no *Google Earth*), sendo este processamento de fundamental responsabilidade do usuário.

Palavras-chave: RapGeo, base cartográfica, *Visual Basic*.

ABSTRACT

This paper, has the objective of develop a methodology to perform, rapidly, the georeferencing of images, through the creation of an application, named “RapGeo”. Like this, are used Google Earth images as primary information to obtain the data. And, using application Microsoft Visual Basic 6.0 were developed the algorithms needed to systematize RapGeo application. Thus, was performed the georeferencing of three images, and results (georeferenced images) analyzed again in Google Earth (through the generation of KML files in application ArcGIS® 10.1) checking, like this, discrepancies. The use the RapGeo is in fact interesting, generating agility in the process. We highlight the quality of the georeferencing is connected the quality of the input data obtained (Google Earth) being this processing fundamental responsibility of the user.

Keywords: RapGeo, cartographic database, Visual Basic.

1. INTRODUÇÃO

A consistência para qualquer trabalho acadêmico que utilize a produção de mapas, ou a modelagem deles é a construção de uma base cartográfica confiável, para que assim possa ser desenvolvido os posteriores mapeamentos. Para sistematização e organização dessa etapa, faz-se necessário o georreferenciamento (com a utilização de pontos homólogos) da imagem, seja ela qual for, como, por exemplo, imagens de satélites ou cartas topográficas. Essa etapa, em muitos trabalhos, é primordial, sendo necessário haver uma precisão e acurácia entre os pontos homólogos coletados (obtidos, por exemplo, com uso do *Global Navigation Satellite System - GNSS*) com os análogos à base cartográfica.

Salienta-se, que a análise da acurácia de um georreferenciamento é feito por meio da análise de um relatório que tenha como informações, por exemplo, os pontos utilizados para realizar o georreferenciamento e o erro médio quadrático dos pontos (RMS). Lira (2008, p. 15) conceitua o erro médio quadrático como podendo ser “[...] expresso em uma forma que evidencie

as duas componentes da variabilidade dos dados, ou seja, a variância do estimador (para a precisão) e o vício do estimador (para a acurácia)”.

A importância de realizar o georreferenciamento de imagens de satélite está restritamente correlacionada à evolução do sensoriamento remoto, uma ferramenta essencial para a obtenção de informações sem realizar o contato físico com os objetos de estudo. Nessa linha, Zanardi et al. (2005b) destacam que o sensoriamento remoto é uma ciência de extrema importância para realização de análises: dos recursos naturais e do meio ambiente, pois as mesmas perpassam por mudanças contínuas, já que estão sujeitas as atividades humanas e a evolução natural.

No que tange essa proposta, esse trabalho visa construir um aplicativo, com utilização da linguagem de programação *Visual Basic*, a fim de realizar o georreferenciamento de imagens de satélite (do *Google Earth*, por exemplo). Desta forma, esse trabalho visa realizar um georreferenciamento com uma metodologia fácil, ágil e precisa. O aplicativo desenvolvido foi nomeado de RapGeo, sendo uma sigla de “Rápido Georreferenciamento”.

Entre as técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) pode-se citar o georreferenciamento de imagens, sendo uma aplicação presente em vários trabalhos, como, por exemplo, no de Zanardi et al (2005a), em que é avaliado o georreferenciamento de imagens CBERS-1. Com esse foco, é necessário diferenciar “três formas de georreferenciamento”.

O primeiro refere-se ao próprio georreferenciamento, o qual consta na atribuição de coordenadas bidimensionais (X e Y ou E e N, para o caso de coordenadas *Universal Transversa de Mercator* - UTM). Contribui Roque et al. (2006, p. 89) conceituando que o georreferenciamento de imagens persiste em “[...] tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência”. Os mesmos autores ainda destacam que o referido “[...] processo inicia-se com a obtenção das coordenadas (pertencentes ao sistema no qual se planeja georreferenciar) de pontos da imagem ou do mapa a serem georreferenciados, conhecidos como Pontos de Controle” (ROQUE et al., 2006, p. 89).

A segunda forma é perante a utilização de coordenadas tridimensionais (X, Y e Z ou E, N e altitude), processo conhecido como ortorretificação de imagens. Santos et al. (2011) enfatizam que a ortorretificação possui como objetivo principal a eliminação dos efeitos de deslocamento da imagem. No que tange essa ideia, os autores, ainda ressaltam que “durante a ortorretificação, a geometria de uma imagem não retificada transforma-se de um feixe cônico de raios em uma geometria de raios paralelos e ortogonais ao solo” (SANTOS et al., 2011, p. 7644). Como resultado final desse processo, Santos et al. (2011) destacam a geração de uma ortoimagem, a qual é uma imagem com correções planimétricas.

A última forma é denominada registro de imagem. Essa é realizada em estudos, principalmente, em multitemporais. O foco dessa técnica é realizar um primeiro georreferenciamento em uma imagem e as sucessivas realizar apenas o registro, ou seja, a atribuição manual da localização daquela referida cena. Marcelino, Formaggio e D’Álge (2003) caracterizam o registro de imagens como um procedimento de aplicação de um modelo polinomial a fim de realizar um refinamento geométrico da imagem. Os autores ainda fazem uso do trabalho de D’Álge (1997) a fim de evidenciar que a análise é realizada no espaço bidimensional, por meio da correlação entre as coordenadas da imagem (dispostas em linhas e colunas) juntamente com as coordenadas planas referenciadas a uma projeção cartográfica.

Portanto, salienta-se que o problema desse trabalho está contido na resolução da seguinte questão: “como proceder de uma rotina de georreferenciamento de imagens de satélites (*Google Earth*) de maneira rápida, prática e precisa?”.

Justifica-se, desse modo, entender que perante a realização do georreferenciamento de imagens, de maneira rápida e prática é possível ganhar agilidade no processo de construção de uma base cartográfica, sendo útil para várias etapas de um trabalho acadêmico, e, ainda, sem perder qualidade quanto a acurácia geométrica posicional da base cartográfica.

O objetivo geral do trabalho é o de construir uma metodologia para realizar o georreferenciamento de imagens. Especificamente tem-se o objetivo de:

- Construir um aplicativo de georreferenciamento de imagens com uso da linguagem de programação Visual Basic;
- Realizar um teste com imagens oriundas do Google Earth.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Antes de segmentar os procedimentos metodológicos envolvidos nesse trabalho, há de citar os aplicativos os quais foram utilizados.

Para obtenção das imagens foi necessário o uso do aplicativo *Google Earth*, sendo de grande importância para a coleta de informações primárias para a realização dos procedimentos metodológicos. Porém deve-se salientar que para a referida etapa, realizaram-se *Print Screen* da tela do computador em uso, visando, desta forma, não violar as políticas de privacidade da empresa *Google®*. Dessa forma, o estudo foi baseado na análise de três imagens (obtidas pelo *Google Earth*), referenciadas no município de Santa Maria/RS, mais precisamente no bairro Camobi, conforme representado na **Figura 1**.

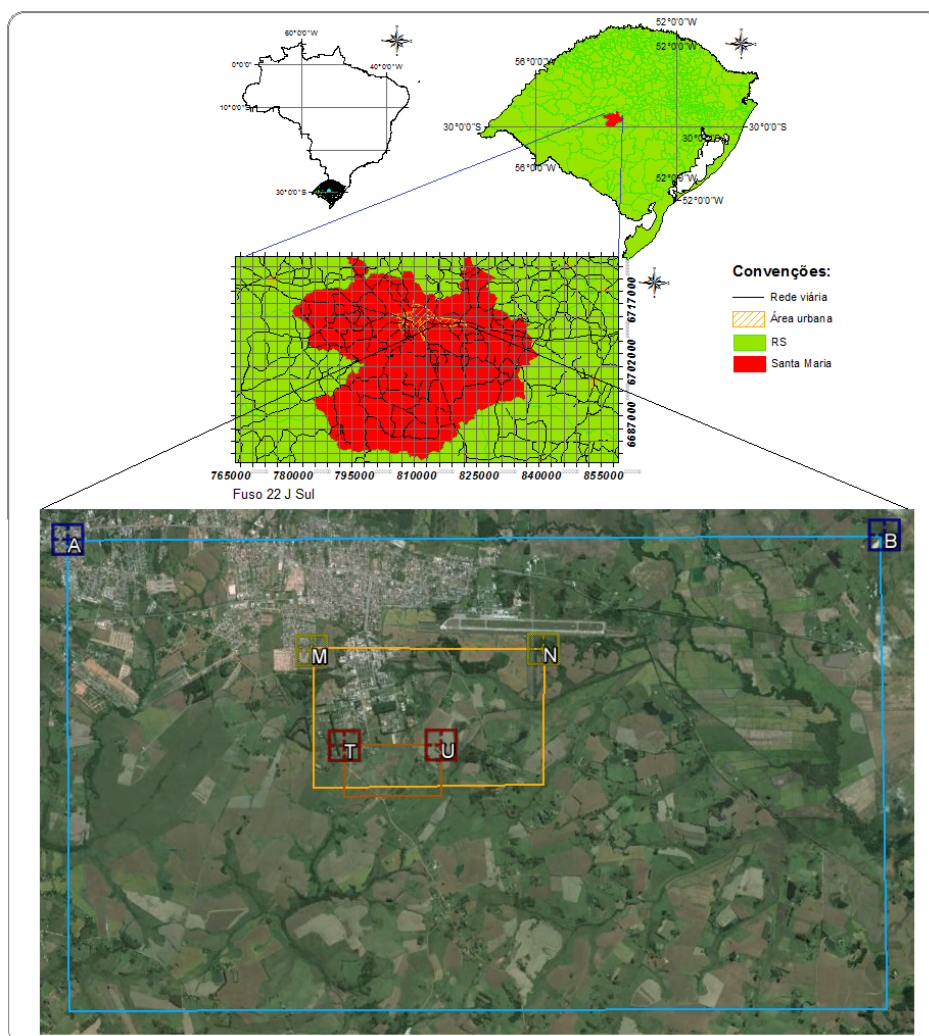


Fig. 1 – Disposição espacial das imagens analisadas – Santa Maria/RS.

Ainda, deve-se destacar a grande importância do aplicativo *Microsoft Visual Basic 6.0*, pois, com o mesmo, foi possível desenvolver os algoritmos necessários para sistematização do aplicativo RapGeo.

2.2 Métodos

Salienta-se, que a base da construção desse trabalho, foi obtida nas aulas do Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento da UFSM, na disciplina de Gestão de Informações Georreferenciadas, ministrada pelo Professor Elódio Sebem. Assim, com a problemática de agilizar o processo de georreferenciamento, construiu-se o aplicativo em questão, denominado como RapGeo.

A fim de identificar os procedimentos teórico-práticos implementados nesse trabalho, os mesmos, a seguir, estarão endereçados cronologicamente.

Dessa forma, inicialmente, destacar-se-á a organização dos algoritmos para desenvolvimento do aplicativo RapGeo, na qual foi utilizado a linguagem de programação *Visual Basic*, juntamente com o aplicativo *Microsoft Visual Basic 6.0*.

3. OBTENÇÃO DOS DADOS

A etapa inicial dessa metodologia ocorre por meio da realização da coleta de dados primários, do *Google Earth*, ou seja, salvar a imagem e realizar um tratamento (recorte) na imagem.

Destaca-se, que a coleta de informações é necessária para inserção dos dados de entrada ao aplicativo RapGeo, assim sendo, é necessário o usuário definir a abrangência da cena a ser salva e definir um ponto, que será o canto superior esquerdo da imagem final (o usuário deverá salvar a coordenada, em UTM, desse ponto para inserir no RapGeo posteriormente) (**Figura 2a**), juntamente com o canto superior direito (**Figura 2b**). Um fato de muita importância, que deve ser evidenciado, é que o usuário, deverá obter os pontos extremos com a mesma coordenada UTM Norte ou Sul (N ou S) (**Figura 2** – retângulo vermelho).



Fig. 2 - Metodologia para obtenção de informações primárias.



Fig. 3 - Procedimentos para correção da imagem nativa do *Google Earth* para inserção no RapGeo: (a) imagem base do *Google Earth*, (b) imagem que deverá ser salva.

Com a realização do processo anterior, nota-se que a imagem deverá ser reajustada, antes de ser salva. Tal fato deverá ser feito pelo fato da influência das distorções presentes nas coordenadas UTM. Esse processo, de re-orientação da imagem para o norte, está caracterizado, inclusive na metodologia de Lima, Vieira e Soares (2011, p. 7231) os quais destacam que “é necessário que o usuário aplique uma rotação para tornar a imagem orientada para o Norte”. Assim, a imagem original terá a disposição espacial conforme enfatizado na **Figura 3a**, porém, a imagem final, a ser salva, deverá ser levemente rotacionada, a fim de deixar a linha que liga os pontos extremos da imagem em uma posição o mais próxima da horizontal possível (**Figura 3b**).

Posterior ao processo descrito acima, de obtenção dos dados primários, o usuário deverá salvar a imagem, realizando um *Print Screen* da tela e das coordenadas (obtidas em UTM).

O último passo dessa etapa é a realização do tratamento da imagem, na qual consta no recorte da imagem para a área útil, conforme exemplificado na **Figura 4**. Sobreleva-se que o usuário precisa realizar o recorte da imagem entre os pontos extremos da imagem (canto superior esquerdo ao direito).

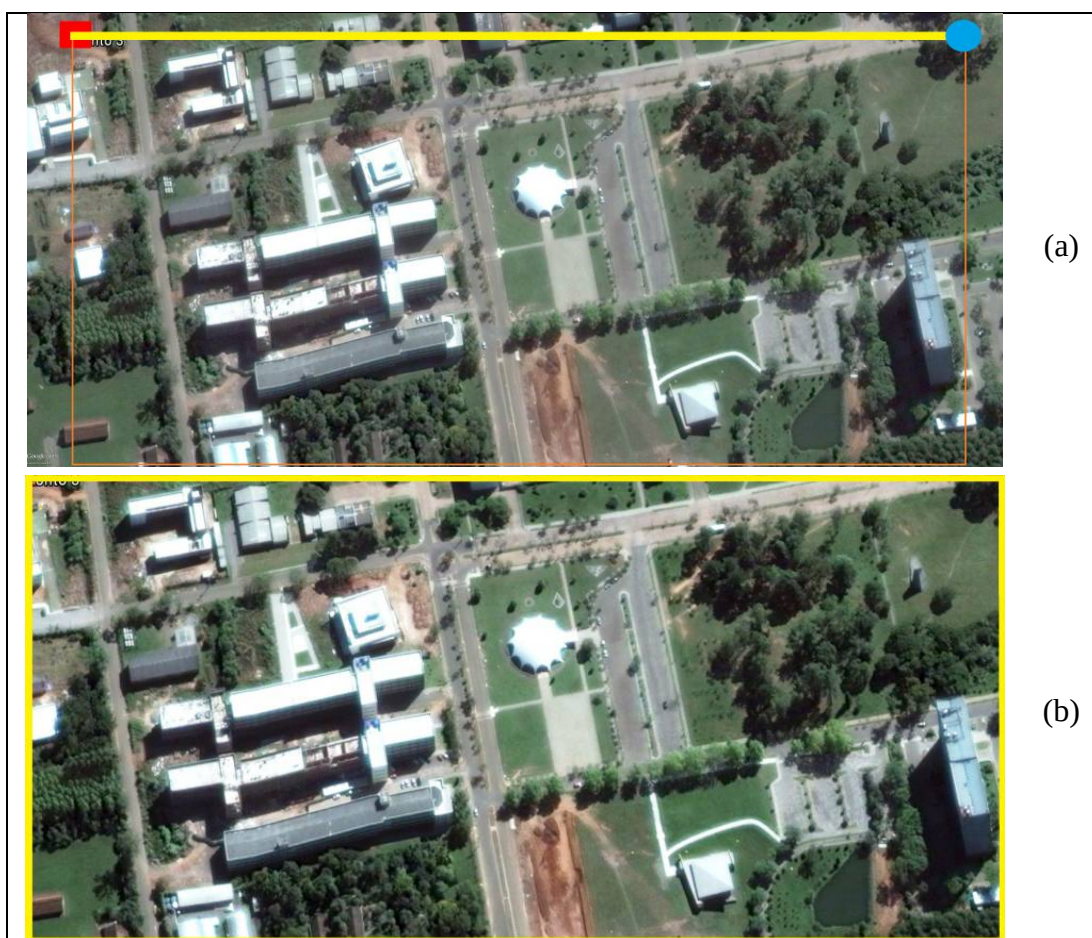


Fig. 4 - Imagem original (a) versus Imagem final: com a edição do usuário (b).

4. RapGeo

Os algoritmos do aplicativo RapGeo, foram organizados na entrada dos dados, processamento e a saída, sendo um aplicativo desenvolvido com a linguagem de programação *Visual Basic* no aplicativo *Microsoft Visual Basic 6.0*.

A entrada dos dados foi organizada a fim do usuário inserir as coordenadas da imagem em UTM, obtidas anteriormente, das extremidades da imagem: superior esquerda e superior direita, e a imagem de entrada.

O processamento foi planejado para o desenvolvimento de um arquivo compatível ao formato da imagem de entrada para que assim a imagem, ao ser aberta em algum aplicativo de geoprocessamento (por exemplo, no ArcGIS®), esteja devidamente georreferenciada.

Como saída há uma imagem georreferenciada, porém adianta-se que a qualidade do georreferenciamento é compatível a precisão da forma como os dados de entrada foram obtidos (rotação e recorte). Assim, é criado um arquivo com o mesmo nome da imagem de entrada, com uma extensão compatível à extensão da imagem de entrada.

Após analisado como trabalha o aplicativo RapGeo, optou-se em realizar 3 simulações de georreferenciamento, com três escala distintas das imagens (conforme já evidenciado na **Figura 1**), com a finalidade de analisar a precisão de cada georreferenciamento, posteriormente, analisar-se-á os dados.

5. RESULTADOS

Inicialmente apresentar-se-á o aplicativo RapGeo. A **Figura 5** expõe o aplicativo RapGeo de maneira gradual, mostrando as telas específicas do aplicativo.



Fig. 5 - Visão do aplicativo RapGeo: tela de entrada (a); inserção dos dados e escolha da imagem (b); Visualização da imagem, juntamente com as informações para salvar o arquivo de georreferência (c).

Após implementada a rotina metodológica (já evidenciada anteriormente) nas três imagens analisadas nesse trabalho, avaliou-se a acurácia do georreferenciamento. Assim, criaram-se arquivos *Keyhole Markup Language* (KML) no ArcGIS®, por meio da ferramenta “*Layer To KML*” na caixa de ferramenta denominada “*Conversion Tools*”, e posteriormente os dados foram analisados no *Google Earth*. Assim, as imagens obtidas pelo *Google Earth*, “voltam” ao próprio aplicativo a fim de analisar se houveram discrepâncias significativas. Dessa forma, a **Figura 6** apresenta os resultados para as três imagens. Para auxiliar a análise das discrepâncias, o KML gerado (nativa do georreferenciamento no RapGeo) apresenta uma imagem com tons de cinza, diferenciando da imagem base do *Google Earth* (em tons coloridos).

Deve-se salientar, que conforme já evidenciado, a qualidade do georreferenciamento, passa-se pela qualidade na obtenção das informações nativas. Porém, sobleva-se que, se o usuário realizar a coleta correta das coordenadas e realizar o recorte preciso da imagem, o resultado final mostrar-se-á altamente acurado e preciso, conforme evidenciado na **Figura 6**.



Fig. 6 - Correlação das imagens georreferenciadas com o RapGeo com as imagens bases do *Google Earth*: análise em três diferentes escalas (a), (b) e (c).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se de extrema importância ao trabalho os algoritmos envolventes para a sistematização do aplicativo RapGeo, pois com o mesmo foi possível implantar o sistema de georreferenciamento semi-automático (com imagens do *Google Earth*), agilizando esse processo. A utilização da linguagem de programação *Visual Basic* mostrou-se inteiramente operacional para o desenvolvimento do aplicativo RapGeo.

Os testes realizados com as imagens do *Google Earth* apresentaram resultados altamente precisos e acurados (conforme evidenciado na análise visual nos arquivos KML). Ainda, destaca-se, que a metodologia é ágil, e ao mesmo tempo, não há perda da qualidade do georreferenciamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, A. B.; VIEIRA, A. M.; SOARES, C. B. S. S. **Utilização de imagens ALOS/PRISM nível L1B2R para extração de MDE em área Urbana de Manaus/AM.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7230-7238. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A2L252>>. Acesso em: 27 set. 2014.

LIRA, S. A. **Efeitos do erro amostral nas estimativas dos parâmetros do modelo fatorial ortogonal.** Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de “Doutora em Ciências” no Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, dos Setores de Tecnologia e de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

MARCELINO, E. V.; FORMAGGIO, A. R.; D’ALGE, J. C. L. **A influência do datum planimétrico no registro de imagens.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11. (SBSR), 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos Campos: INPE, 2003. p. 333-340. CD-ROM. ISBN 85-17-00017-X. (INPE-16143-PRE/10746). Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.18.00.49>>. Acesso em: 27 set. 2014.

ROQUE, C. G.; OLIVEIRA, I. C. de; FIGUEIREDO, P. P.; BRUM, E. V. P.; CAMARGO, M. F. **Georreferenciamento.** Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.4, n.1, p.87-102, 2006.

SANTOS, T. B.; ALBUQUERQUE, P. C. G.; OLIVEIRA, C. G.; VALERIANO, D. M. **Ortorretificação e análise da qualidade geométrica de imagens HRC CBERS 2B para uma região montanhosa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 2740-2747. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A4DAES>>. Acesso em: 27 set. 2014.

ZANARDI, R. P.; ROLIM, S. B. A.; BIELENKI JÚNIOR, C.; ALMEIDA, C. A. M. **Análise de processamento e georreferenciamento em imagens do satélite CBERS-1.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005 (a), Goiânia. Anais... São

José dos Campos: INPE, 2005. p. 1149-1156. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.08.14.14>>. Acesso em: 27 set. 2014.

ZANARDI, R. P.; ROLIM, S. B. A.; BIELENKI JÚNIOR, C.; ALMEIDA, C. A. M. de. **Avaliação de Desempenho no Georreferenciamento de Imagens do Sensor HR CCD (*High Resolution Charge-Coupled Device*) do Satélite CBERS-1**. Pesquisas em Geociências, 32 (2): 81 - 87, 2005 (b). INSS 1807 -9806. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, RS - Brasil.

O ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES LIVRES PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

The feasibility study of the use free software for Geographic Information Systems

Luiz Patric Kayser¹, Yesica Ramirez Flores¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima nº 1000, CEP - 97105-900, Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil, patric@politecnico.ufsm.br; yeyiramiflo@hotmail.com

RESUMO

Trabalhos realizados nas instituições de ensino sejam elas públicas ou privadas, na grande maioria das vezes tem como base softwares com custo elevado, deixando alunos e educadores impossibilitados e com acesso restrito ao uso destes, precisando buscar nas instituições a licença dos mesmos para a realização de diferentes trabalhos. Com base nesses fatos o presente trabalho teve como foco principal buscar bases de softwares livres que pudessem proporcionar os mesmos resultados de softwares proprietários, viabilizando a implantação do uso de softwares livres na área de Geoprocessamento. Com o estudo e análise dos dados gerados o software livre apresentou alguns erros de instalação, e projeção assim como diferenças chamando a atenção principalmente no produto final disponibilizando um layout precário. Embora o pouco tempo de desenvolvimento, a versão utilizada contém praticamente todas as ferramentas que o software proprietário possui, mas no momento ainda não é viável para a implantação.

Palavras chave: Sistemas de Informação Geográfica, Software Livre, Geoprocessamento.

ABSTRACT

Work carried out in educational institutions whether public or private, in most cases has the software with high cost base, leaving students and educators with access restricted and unable to use these, the institutions need to seek leave of them to perform different works. Com on these facts the present study focused primarily on seeking bases of free software that could provide the same results as proprietary software, enabling the deployment of the use of free software in the field of GIS. With the study and analysis of data generated free software presented some installation errors, and projection as well as drawing attention primarily differences in the final product by providing a poor layout. Although little development time, the version used contain virtually all software tools that the owner has, but at the time and still not viable for deployment.

Keywords: Geographic Information Systems, Free Software GIS, Geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente muitas decisões tomadas têm como alicerce a geoinformação, capaz de projetar dados espacialmente referenciados através do computador. Esse fato acaba beneficiando diversas empresas e instituições de ensino, que visam aprender a adquirir tais dados para capacitar funcionários e estudantes.

A tecnologia de informação geográfica, cada vez mais, consegue viabilizar dados que antes eram difíceis de serem obtidos ou cujos custos de obtenção eram muito elevados. Com acesso às linhas de comunicação que a internet disponibiliza, na grande maioria das vezes de forma gratuita, é possível validar trabalhos que possuem como alvo a área de ensino que trabalha com a geoinformação.

A busca por projetos cada vez mais detalhados, com maior qualidade e em curtos prazos vem fazendo com que a utilização de ferramentas computacionais de desenho seja mais empregada no mercado atual. As opções de softwares livres para área de Geoprocessamento ainda não são muito utilizadas já que os softwares proprietários dominam o mercado (SOUZA, 2006).

Os softwares livres têm como característica respeitar as quatro “liberdades” definidas pela Free Software Foundation, devido a isso eles são denominados como sendo de código aberto ou Open Source (criado pela OSI, Open Source Initiative) (ROTHWELL, 2008).

Trabalhos realizados nas instituições de ensino sejam elas públicas ou privadas, na grande maioria das vezes tem como base softwares com custo elevado, deixando alunos e educadores impossibilitados e com acesso restrito ao uso destes, precisando buscar sempre nas instituições a licença dos mesmos para a realização de diferentes trabalhos ou projetos.

2. OBJETIVO

Analisar softwares livres, que consigam alcançar os mesmos resultados dos softwares pagos para a realização de trabalhos na área do Geoprocessamento, divulgando ao meio acadêmico sua forma de obtenção, suas potencialidades e de que maneira podem ser utilizados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Estação de trabalho para Fotogrametria com as seguintes características: Processador Intel Xeon W3550 3.06 GHz/ 8 MB/4.08 GT, Placa de vídeo NVIDIA Quadro 5.000 (2,5GB DDR5), memória RAM DDR3 de 8GB 1333MHz ECC, Disco Rígido de 2TB SATA 3GB/s 7.2 RPM 64M 3.5, Gravador DVD-RW, 6 portas USB 2.0 conectores PS2 para teclado e mouse, 2 portas LAN 10/100/1000 Gigabit ethernet, Windows 7 Professional 64bits.

Softwares: ArcGis e QGis

O seguinte trabalho foi desenvolvido no colégio Politécnico, no setor de geoprocessamento, onde são utilizados softwares na área de sistema de informação geográfica para a obtenção de dados espaciais.

Primeiramente, iniciou-se através de revisão bibliográfica sobre o uso de softwares livres na área de Geoprocessamento, bem como o elenco de alguns softwares julgados pertinentes. Os softwares escolhidos através da etapa anterior para a pesquisa foram ArcGis 10.2 (proprietário) e o QuantumGis 2.0.1 (livre). As variáveis para a comparação entre os softwares livres e proprietário foram: velocidade de instalação, ferramentas (Isolinhas, Slope, Relevo e Modelo Digital, Strahler Order), layout dos mapas gerados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a pesquisa de softwares se realizou uma revisão bibliográfica para ter conhecimento do que já foi publicado e o que já foi feito em relação à viabilidade da utilização dos softwares livres na área de Geoprocessamento. Pouco se foi feito e publicado, já que os materiais encontrados e analisados visam a relatar os resultados de cada um dos softwares livres ou proprietários, e não a comparação direta entre eles. Não há nenhum material que compare e estude os softwares livres com tal pretensão de igualá-los aos softwares proprietários.

Após esta primeira etapa, passamos para a escolha dos softwares a serem comparados. Os softwares escolhidos foram o QGis versão 2.0.1 (software livre) e o ArcGis versão 10.2 (software proprietário). Os dois softwares são muito utilizados na área de Geoprocessamento, o QGis é o mais utilizado nas empresas da área, e o ArcGis é um software renomado e com um valor de licença bastante elevado.

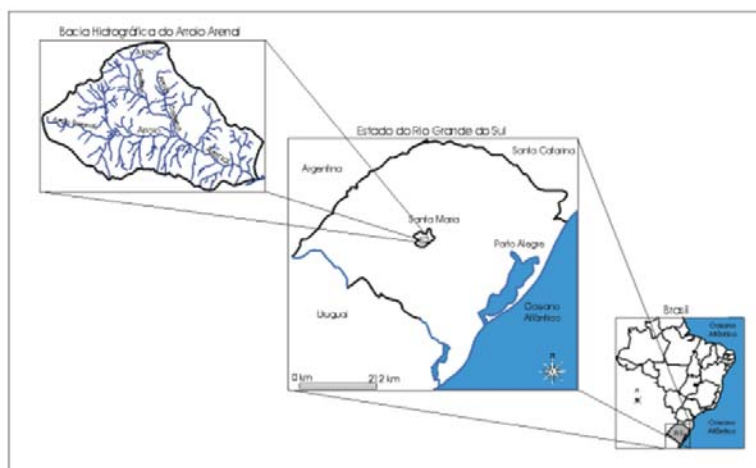
Na tabela 1 são demonstrados os tempos de instalação dos softwares escolhidos para a pesquisa.

Verifica-se que o tempo de instalação do software livre é superior ao proprietário, em 27 minutos. Fato este primordial em tempos que necessitamos das informações com praticabilidade sendo esta uma ferramenta essencial para profissionais que lidam com informação espacial.

Tab. 1 - Tempo de instalação dos softwares.

Software	Tempo de Instalação	Disponível para Download
ArcGis 10.2 (Proprietário)	20 min	Não, Código Fechado, Necessita de uma Licença.
QGis 2.0.1 (Livre)	47 min	Sim, Código Aberto. Disponível em: http://qgisbrasil.org/

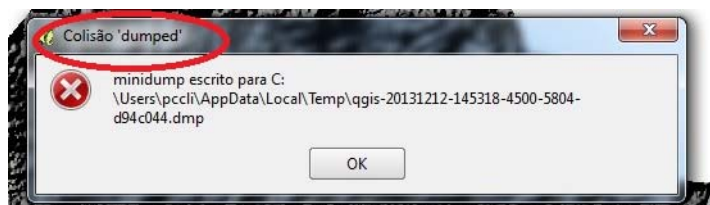
A área escolhida para a realização do estudo e comparação entre os softwares livres e proprietários foi a Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal, localizada na Região Central do Rio Grande do Sul, como mostra a **Figura 1**.

**Fig. 1** - Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal no Município de Santa Maria,RS.

Fonte: UFRGS (2013).

Todos os dados utilizados (hidrografia, sistema viário, mancha urbana, curvas de nível, etc) para a obtenção dos resultados, foram obtidos do banco de dados disponibilizados pelo Laboratório de Ecologia da UFRGS (2013), pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2013), pela EMBRAPA, e TOPODATA, foi feito o download dos mesmos e importados para os respectivos softwares.

Ao importar esses dados para o software livre verifica-se que o mesmo apresentou um erro, o qual não disponibilizava a visualização dos dados de formato shp, (**Figura 2**).

**Fig. 2** - Erro apresentado pelo software QGIS durante a importação dos dados.

Fonte: QGIS

Os arquivos (shp, dwg, dbf, shx, Grid, Tiff, etc.) eram gerados rapidamente, e não houve nenhum tipo de travamento ou paralisação do software proprietário.

O software livre apresentou certa demora e muitas vezes encerramento do software em plena execução das ferramentas, assim como erros de projeção e perda de dados dos arquivos utilizados como entrada para as execuções das mesmas. Alguns erros notificados pelo QGIS.

Ao executar a ferramenta “Mosaico” que une duas cenas, o software livre apresentou certa dificuldade e demora, onde o “shape” resultante foi projetado sobre a área, a qual corresponde, assim foi constatado que o software livre apresenta alguns itens que devem ser melhorados. Como mostra a **Figura 3**.

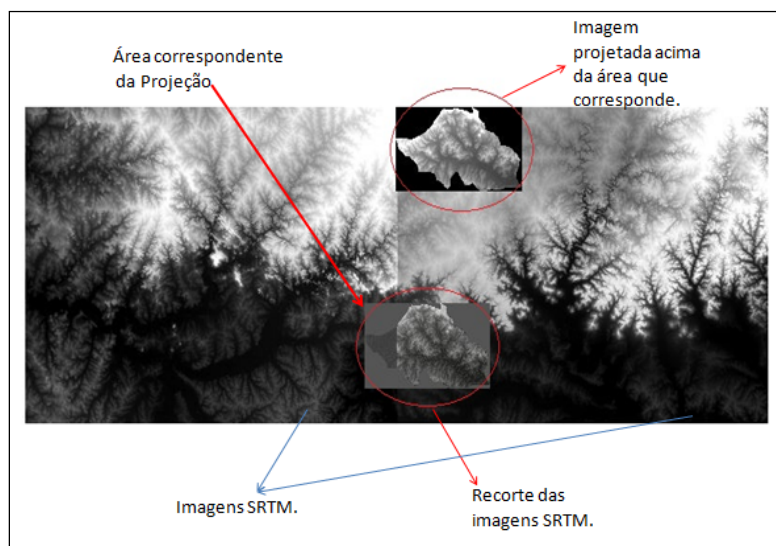


Fig. 3 - Explicações da Projeção Obtida.

Fonte: Da autora

O software não une duas imagens recortadas, primeiramente deve executar-se o “Mosaico” para as cenas inteiras selecionadas e logo selecionar a área escolhida e fazer o “Clip” da mesma e só depois fazer a projeção.

A ferramenta “Strahler Order”, “pelo qual o canal de menor ordem é aquele que se origina da nascente até a primeira confluência e o canal de maior ordem é aquele que alcança o exutório da bacia, ou seja, ordena a magnitude de acumulação dos fluxos” (MIOLA e FERNANDES, 2013). O software apresentou muita demora e no final acusou um erro, demonstrado na **Figura 4**.

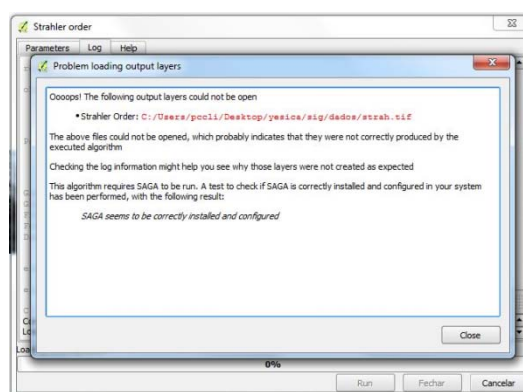


Fig. 4 - Erro “Strahler Order”.

Fonte: QGis

No mesmo estudo foram feitas delimitações de áreas e de dados correspondentes à Bacia do Arroio Arenal, também foi utilizada a ferramenta “Clip”, já que a mesma recorta a área selecionada.

Com a utilização da ferramenta isolinha (**Figura 6**), o resultado gerado pelos softwares difere em layout, o software livre é apresentado em escala de cinza e não há informações de legenda, já no software proprietário a escala e a cores, e na legenda do mesmo consta a declividade do terreno especificando as cores correspondentes de cada linha. Quando sobrepostos estes resultados verificamos que o software livre e o software proprietário diferem já que o primeiro gerou menos isolinhas do que o segundo.

Já na ferramenta de Declividade (Slope) os dois softwares apresentaram as mesmas características, ferramenta com o mesmo nome, e uma paralisação de alguns segundos para a

geração dos dados, os quais foram bem diferentes, o software proprietário gerou um resultado mais detalhado onde a gama de cores utilizada é mais variada que no software livre, este gerou um resultado semelhante ao software proprietário onde também utiliza uma escala de cores, como mostra a **Figura 7**.

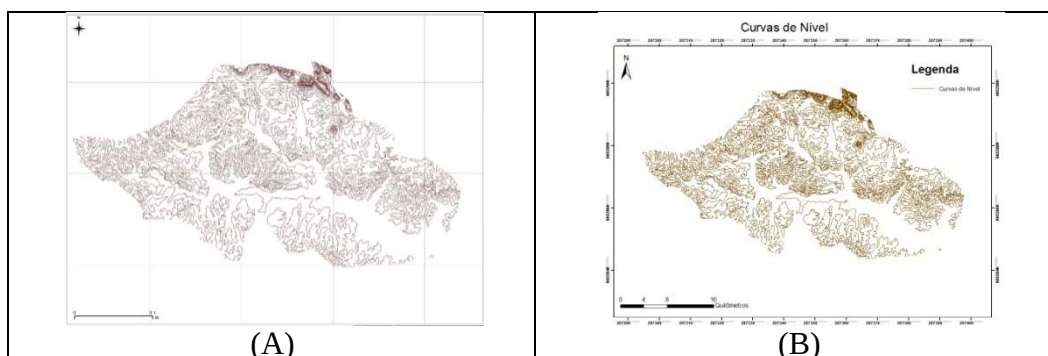


Fig. 5 - Curvas de Nível: Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal (A) software livre, (B) software proprietário.

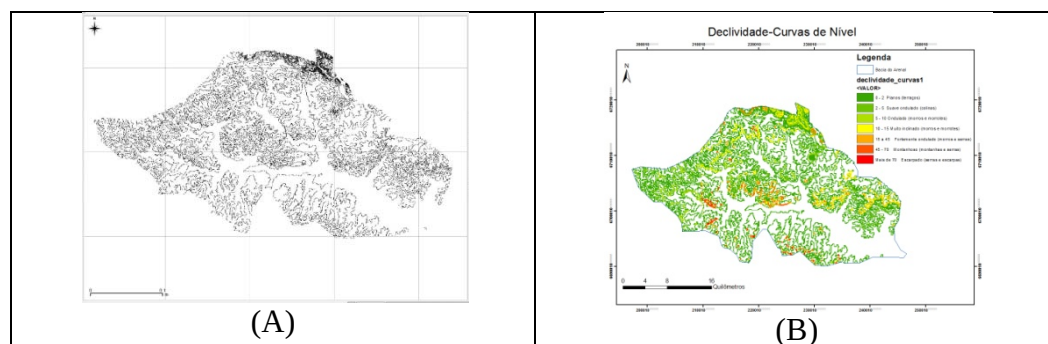


Fig. 6- Isolinhas: Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal (A) software livre, (B) software proprietário.

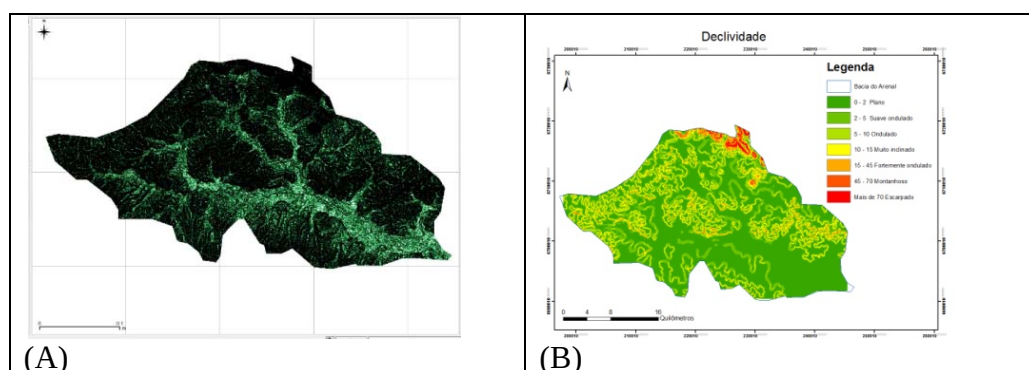


Fig. 7 - Declividade: Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal (A) software livre, (B) software proprietário.

Na utilização da ferramenta de Geração de relevo e modelo digital de elevação os softwares executaram com certa dificuldade as mesmas, já que os dois encerraram e reiniciaram a tela, demorando alguns minutos para gerar os dados. Embora o software proprietário tenha apresentado melhores resultados na criação do MDE, o software livre gerou resultados semelhantes, no entanto, em escala de cinza, como demonstra a **Figura 8**.

Na ferramenta de geração da orientação de vertentes (Strahler Order) da área escolhida o software proprietário gerou agilmente os dados, já o software livre não gerou, dando um erro no algoritmo, dificultando assim a comparação dos resultados **Figura 9**.

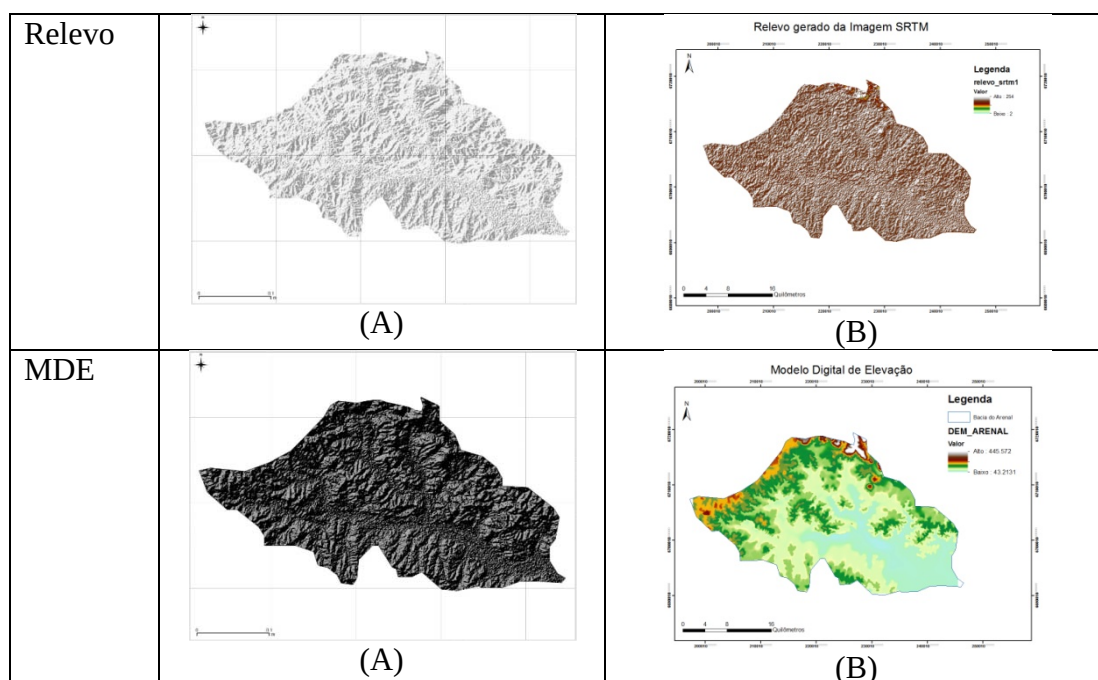


Fig. 8- Relevo e MDE: Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal

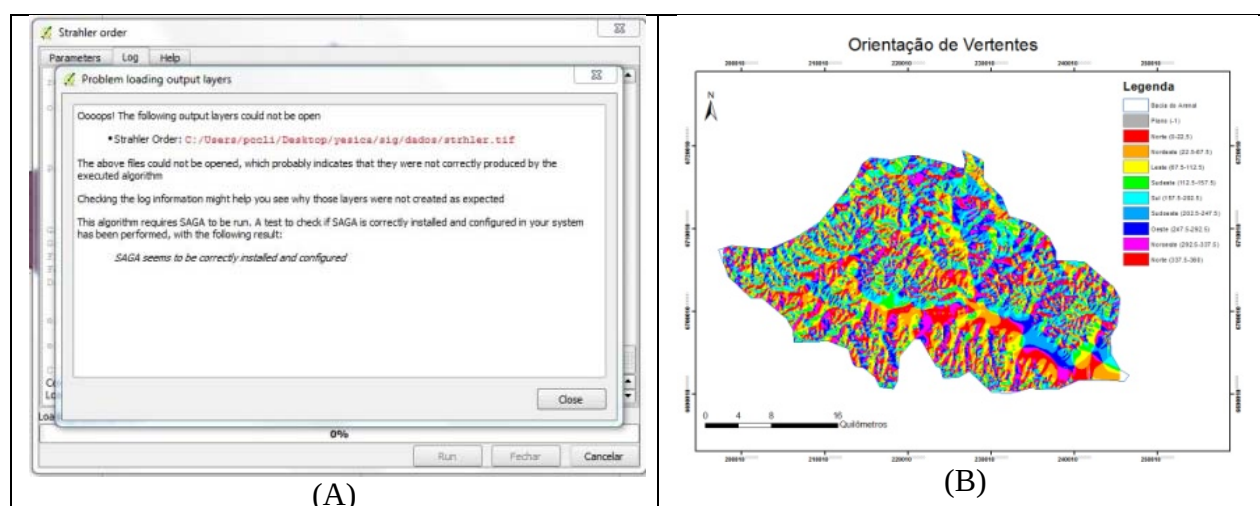


Fig. 9 - Orientação de Vertentes: Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal.

Na Figura 10, verifica-se os tempos para a obtenção dos resultados. Com a conclusão das atividades e obtenção de todos os dados e mapas gerados, verifica-se que o tempo utilizado para a obtenção destes em cada software difere bastante. O tempo no software proprietário foi duas vezes menor que o tempo utilizado pelo software livre.

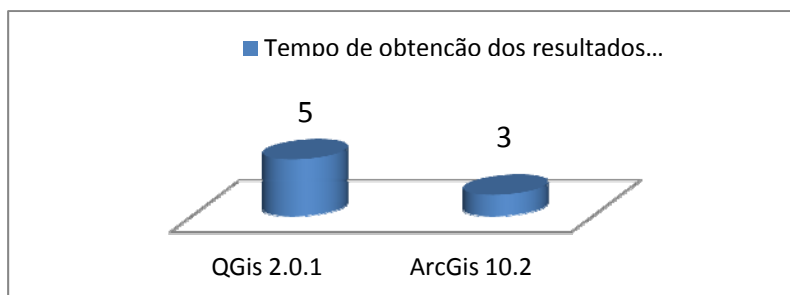


Fig. 10 - Tempo de obtenção dos resultados em semanas

5. CONCLUSÃO

Quanto às ferramentas de softwares, há uma curva de aprendizado que varia muito, de acordo com o usuário e com suas necessidades.

Ferramentas de análise espacial possuem muitas funções, o conhecimento de seu funcionamento e da dinâmica de determinadas situações apresentadas pelos softwares acarreta a obtenção de um resultado trabalhoso e demorado, embora confiável.

A implantação de softwares livres na área de Geoprocessamento, no momento ainda não é viável, embora este se assemelhe ao software proprietário, apresentou alguns erros de instalação, e projeção assim como diferenças chamando a atenção principalmente no produto final disponibilizando um layout precário. Embora o pouco tempo de desenvolvimento, a versão utilizada neste trabalho contém praticamente todas as ferramentas que o software proprietário possui. Não podendo descartar o tempo que está disponível no mercado, já que o software proprietário está sendo desenvolvido há uns 30 anos, e a cada ano é atualizado o sistema de tecnologia, fazendo assim uma versão cada vez mais completa e ágil no seu funcionamento. Já o software livre está sendo desenvolvido há aproximadamente 12 anos, portanto há melhorias a fazer e acredita-se que em pouco tempo ele será tão bom quanto o software proprietário.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional das Águas (ANA) – Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em 05 de Outubro de 2013.

EMBRAPA – **Brasil em Relevo** – Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>. Acesso em 10 de Outubro de 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Disponível em: www.ibge.gov.br/. Acesso em 05 de Outubro de 2013.

MIOLA, A. C., FERNANDES, N. S. (2013). **Geoprocessamento aplicado no mapeamento de áreas com risco de inundação em Santa Maria-RS**. Publicado em: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1332.pdf>. Acesso em 30 de Novembro 2013.

ROTHWELL, R. Artigo: **Creating wealth with free software**. 2008. Disponível em: http://www.freesoftwaremagazine.com/articles/creating_wealth_free_software. Acesso em 08 de Outubro de 2013.

SOUZA. **Importância Do Ensino De Ferramentas De Cad No Desempenho Dos Acadêmicos Perante As Disciplinas Do Curso De Graduação De Engenharia Civil Da Ufsc**. Publicado em Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.

PROPOSTA PARA CONSTRUÇÃO DE REFERENCIAL GEODÉSICO HOMOLOGADO NO COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM

*Proposition for the Construction of Homologued Geodesic Referencial in the
Federal University of Santa Maria's Polytechnical School*

Aécio Dambrowski dos Santos¹, João Quintilio Zanella², Lúcio de Paula Amaral³, Elódio Sebem⁴

Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, CEP 97000-000, Santa Maria – RS, Brasil.

¹aeciodambrowski@gmail.com; ²joaoqz@gmail.com; ³lpamaralengflorestal@gmail.com;

⁴elodiosebem@politecnico.ufsm.br

RESUMO

Algumas técnicas de posicionamento por satélites GNSS (*Global Navigation Satellite System*) necessitam de referências geodésicas como as do Sistema Geodésico Brasileiro, ou derivadas deste. Instituições de ensino, pesquisa e extensão que usam posicionamento GNSS, podem abrigar tais estruturas e disponibilizar dados para demais usuários. Estas devem ser materializadas e permitir o estacionamento de receptores e/ou antenas GNSS, mediante alguns aspectos, como o local da instalação, que deve ser livre de obstruções e a forma de fixação dos rastreadores, dentre outras características, que permitam sua homologação pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O objetivo deste trabalho foi propor a instalação de um marco geodésico no Colégio Politécnico da UFSM. O local indicado é o topo do Prédio Bloco F, por permitir livre recepção de sinais GNSS e o acesso ser via escada interna. Foi também desenvolvido um protótipo em aço inox, para fixação de receptores e/ou antenas GNSS a ser instalado em pilar ou viga de concreto. Conclui-se que a proposta apresentada é exequível e atende os requisitos para ser homologada.

Palavras-chave: Referencial geodésico, Posicionamento relativo, GNSS.

ABSTRACT

Some technics of satellite positioning (GNSS) need geodesic references, as those from the Brazilian Geodesic System (*Sistema Geodésico Brasileiro*), or those derived from it. Teaching, research and extension institutions that use GNSS positioning can lodge such structures and make the data available for other users. These must be materialized and allow the stationing of GNSS receptors and/or antennas through some aspects, like the installation site, which permit its homologation by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*). The objective of this work was to propose the installation of a geodesic mark in the Federal University of Santa Maria's Polytechnic School (*Escola Politécnica da Universidade Federal de Santa Maria*). The site indicated is the roof of the Polytechnic School's Block F Building (*Prédio Bloco F*), for it allows free reception of GNSS signals and access through an internal staircase. A prototype of stainless steel was also developed for the fixation of GNSS receptors and/or antennas to be installed in concrete columns or beams. It was concluded that the proposition presented is feasible and meets the requisites in order to be homologued.

Keywords: Geodetic reference, Relative positioning, GNSS.

1. INTRODUÇÃO

O posicionamento relativo é atualmente um dos métodos mais utilizados em trabalhos que envolvem posicionamento através do GNSS. Este método baseia-se no uso de dois ou mais receptores, os quais rastreiam sinais de satélites ao mesmo tempo, de modo a realizar rastreamento sincronizado dos sinais GNSS e estabelecer linhas de base, uma vez que se tem um receptor posicionado sobre um ponto de coordenadas conhecidas e outros que ocupam os vértices de interesse. Para obter um bom resultado no posicionamento o comprimento da linha de base está

diretamente relacionado com o tempo de ocupação nos pontos entre os receptores envolvidos nesse processo (GEMAEL e ANDRADE, 2004; MONICO; IBGE, 2008).

Os marcos geodésicos são estruturas construídas que materializam coordenadas em um determinado ponto, são referenciais utilizados para trabalhos que exigem posicionamento com precisão. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o responsável pela densificação da rede planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Adotando os critérios técnicos determinados pelo IBGE, outros órgãos e instituições podem solicitar a homologação de marcos geodésicos junto ao SGB.

A operacionalização da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), que atualmente disponibiliza dados de rastreamento GNSS em dezenas de estações implantadas por todo território nacional, desempenha a função de ponto de coordenadas conhecidas para o serviço de homologação de marcos do IBGE (VAZ, SILVA E RIBEIRO, 2012).

O Colégio Politécnico da UFSM oferece cursos de formação em Geoprocessamento, nos níveis Técnico e Tecnólogo. Oferece também Pós-Graduação Stricto Sensu, com o curso de Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão, que faz parte do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão. Tais cursos abordam, ministram conteúdos e fazem uso do posicionamento por satélites artificiais, para fins de ensino, pesquisa e extensão universitária, dentre outros.

Desta forma, conforme aumentam a gama de utilizações e a necessidade de suporte para os trabalhos que fazem uso do GNSS, deve se ter um referencial conhecido para ser usado nas distintas técnicas de posicionamento. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta para implantação de um referencial geodésico, visando à homologação pela Coordenação de Geodésia do IBGE.

2. METODOLOGIA

O local de interesse para implantação da referência é o Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, localizado em Santa Maria/RS. A materialização da referência deve ser em formato de marco de concreto, pilar, ou dispositivo de centragem forçada (IBGE, 2007). A área escolhida para implantar o referencial geodésico não deve conter obstruções que possam vir a interferir na recepção dos sinais GNSS (IBGE, 2007; MONICO, 2008). Logo, é importante a escolha de um local onde o crescimento de árvores ou a provável edificação no entorno não venham a prejudicar a disponibilidade de sinal.

Em ambiente digital de Desenho Auxiliado por Computador (CAD) foi construído um protótipo de dispositivo de centragem forçada, em formato circular, com diâmetro externo de 165 milímetros e altura de 35 mm (**Figura 1**).

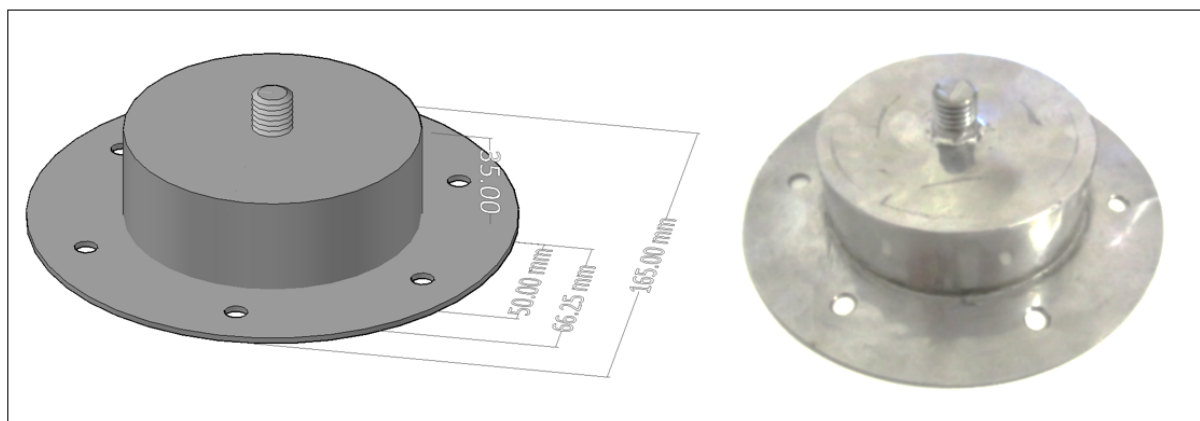


Fig. 1 - Protótipo do dispositivo de centragem forçada dimensionado em CAD.

Na parte central do dispositivo tem-se um nível elevado, com 100 mm de diâmetro contendo um encaixe de rosca 5/8" para encaixe direto de antenas GNSS ou fixação de base nivelante com prumo ótico. A peça possui seis furos de oito milímetros de diâmetro, distribuídos em um ângulo de 60° na sua aba para serem utilizados no momento da fixação (chumbagem). Foi utilizado aço inox para sua fabricação, por este ser um material de alta resistência à oxidação atmosférica. As partes distintas foram unidas por serviços de torno e solda em uma metalúrgica.

No momento da implantação da peça de metal, pode-se optar por chumbar o dispositivo, que servirá de suporte para receptor e/ou antena, sobre uma viga de concreto no topo de um edifício. Para executar a instalação avalia-se a necessidade de alguns materiais e ferramentas:

- Furadeira elétrica com broca de 8mm para concreto;
- Chumbadores de metal para viga de concreto do tipo Parabolt;
- Dispositivo de Nível de Bolha;
- Espátula, massa plástica (uma lata) e tinta para acabamento.

3. RESULTADOS ESPERADOS

3.1 Local previamente selecionado

O Bloco F do Colégio Politécnico aparentemente oferece as condições necessárias para abrigar uma referência geodésica, o prédio foi construído com três pavimentos e tem estrutura para suportar a implantação de um dispositivo no topo com acesso por escada interna. O local de instalação (**Figura 2**) é elevado acima dos elementos dispostos na superfície, assim evita-se a ocorrência de multicaminhamento dos sinais GNSS durante a recepção (GEMAEL E ANDRADE, 2004; MONICO, 2008; IBGE, 2013).

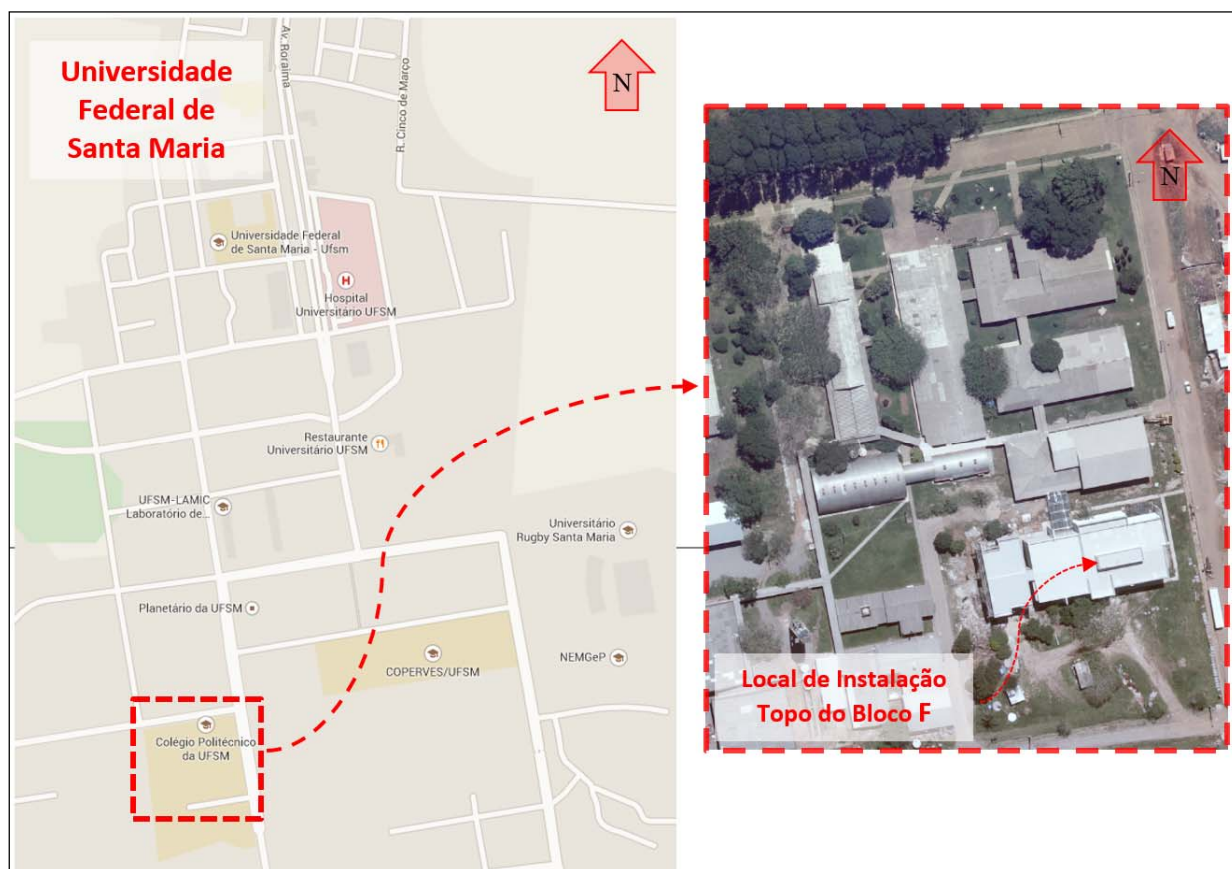


Fig. 2 - Localização do Colégio Politécnico da UFSM com destaque para o Bloco F.
Fonte: Adaptado de Google Maps, 2014.

3.2 Dispositivo de Centragem Forçada

A **Figura 3** apresenta o aspecto final do protótipo em inox com uma antena GNSS posicionada sobre ele como forma de teste do encaixe de rosca 5/8". Após a instalação e chumbagem, a parte da aba da peça será preenchida de massa plástica, protegendo os chumbadores de metal, deixando o referencial geodésico em formato de tronco de cone.

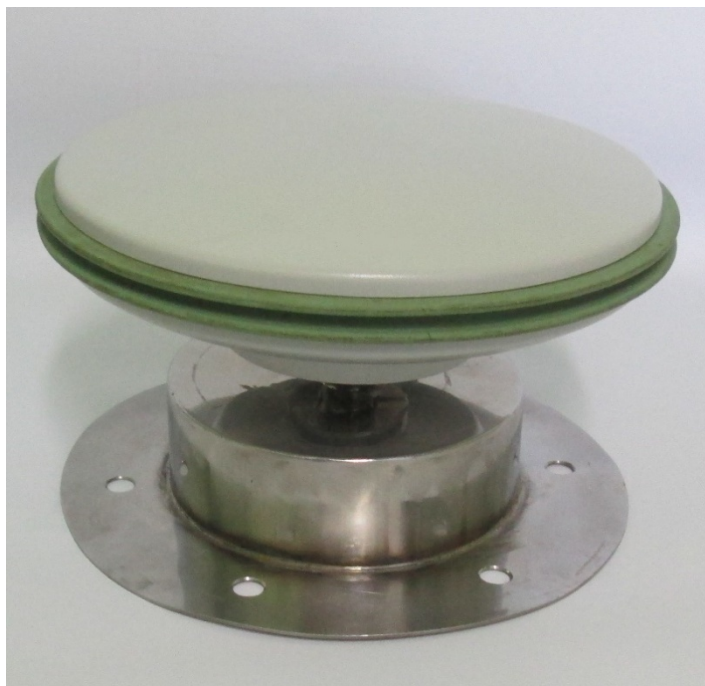


Fig. 3 – Dispositivo de centragem forçada construído

3.3 Discussões

Segundo Rodrigues (1989), os referenciais geodésicos são o elo entre o SGB e os seus usuários, executores de trabalhos de Geodésia no Brasil. Mesmo com a dinâmica do avanço da tecnologia GNSS, referenciais ainda são necessários para efetuar técnicas de posicionamento com precisão.

A instalação sobre o topo de um prédio traz algumas vantagens em relação a um marco construído na superfície do terreno. Por exemplo, pode-se deixar instalado um receptor GNSS, sem a necessidade de uma pessoa para vigiar o equipamento estacionado na referência. O horizonte amplo e sem obstruções proporciona adequada recepção de sinais GNSS. No caso da utilização de tecnologia RTK (*Real Time Kinematic*) por rádio, a altura da posição da antena de rádio forneceria uma maior cobertura do sinal (PACIFIC CREST, 2013).

Ainda, visando uma futura instalação de estação de monitoramento contínuo GNSS compatíveis com o sistema RBMC no referencial geodésico homologado, a instalação do dispositivo de centragem forçada no topo do Bloco F atenderia perfeitamente a exigência de comprimento máximo de 30,00 metros de cabo entre antena e receptor GNSS (IBGE, 2013).

4. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi alcançado, ao apresentar uma proposta exequível para implantação de um dispositivo de centragem forçada à ser instalado no topo do Bloco F no Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, contendo características que permitam a homologação da futura referência pela Coordenação de Geodésia do IBGE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEMAEL, C.; ANDRADE, J. B. **Geodésia celeste**. Editora UFPR, Curitiba, 2004, 389p.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-29.7226851,-53.7167468,831m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em 25 de Agosto de 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições – Março de 2007**. Diretoria de Geociências – Coordenação de Geodésia. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/homologacao_de_marcos.pdf> Acesso em 05 de Agosto de 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recomendações Para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS – abril de 2008**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/recom_gps_internet.pdf> Acesso em 05 de Agosto de 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Orientações para Instalação de Estações de Monitoramento Contínuo GNSS Compatíveis com a RBMC – 2ª Edição, 2013**. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/mtg10.pdf>> Acesso em 05 de Agosto de 2014.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: descrições, fundamento e aplicações. 2 ed., Editora UNESP, São Paulo, 2008, 476p.

PACIFIC CREST. ADL Vantage/ADL Vantage Pro User Guide – 2013. <http://www.pacificcrest.com/library/User_Guide_ADL_VantagePro.pdf> Acesso em 13 de Setembro de 2014.

RODRIGUES, A. C. **Marcos Geodésicos do IBGE**. In: Encontro de Engenheiros Cartógrafos do Nordeste, 5. 1989, Aracaju. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/artigos/1989_Marcos_Geodesicos_do_IBGE.zip> Acesso em 02 de Setembro de 2014.

VAZ, J. A.; SILVA, A. L.; RIBEIRO, G. P. Estudos das Etapas e Critérios para Homologação de Marcos Geodésicos SAT. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 4. 2012, Recife. **Anais...** Recife: CTG/UFPE, 2012. p. 002 – 009.

MUDANÇA NA DENOMINAÇÃO DO REGISTRO DE IMÓVEIS PARA REGISTRO DA PROPRIEDADE IMOBILIÁRIA

Title change of immovable property registration to real estate registration

Camila Trombetta¹, Giulia Rafaela Lunelli¹, Luiz Inácio Rambo²

¹UTFPR – Campus Pato Branco – Curso Técnico em Agrimensura CEP 85503-390 Pato Branco - PR.
camitrombetta@hotmail.com; giulia.lunelli@hotmail.com

²UTFPR – Campus Pato Branco – Departamento Acadêmico de Agrimensura CEP 85503-390 Pato Branco PR.
inacio@utfpr.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi pesquisar, analisar e avaliar o uso dos conceitos “propriedade” e “imóvel”, na literatura e na legislação atual, assim como demonstrar suas diferenças e o modo como tem sido confundidos. Assim, observa-se que registro e cadastro parecem sinônimos, mas registro diz respeito às atividades cartoriais e cadastro é a atividade ligada aos órgãos de mapeamento de imóveis. Esses problemas inicialmente podem parecer simples, mas englobam diversos fatores, como a grilagem de terras ainda existente nos dias atuais. Por fim, o trabalho conclui que a denominação de Registro de Imóveis deve ser alterada no cartório de registro para Registro da Propriedade Imobiliária.

Palavras-Chave: Imóvel, Propriedade, Cadastro, Registro.

ABSTRACT

The goal of this work was to research, analyze and evaluate the use of the concepts ‘property’ and ‘realty’, on the literature and in the present legislation, as well as prove their differences and the way as they have been confused. This way, we can observe that registry and cadastre look like equal, but registry means the activities of the notary's office and cadastre is the activity connected with the institutes of realty mapping. This problems seems to be very simple, but they have so many factors, like the act of taking lands with fake deed, that steel exist in this days. That's why the work conclude that the denomination of Realty's Registry should be changed on the notary's office to Property Realty's Registry.

Keywords: Realty, Property, Cadastre, Registry.

1 INTRODUÇÃO

O primeiro a ocupar o solo exerceu o domínio, se tornou dono. A ocupação foi uma forma aquisitiva da propriedade de bens imóveis. Sendo o solo um bem imóvel por determinação legal e por natureza.

Porém, os conceitos de ‘imóvel’ e de ‘propriedade’ tem sido confundidos na doutrina, mas ocorre um equívoco ao se referir ao ‘imóvel’ como se fosse ‘propriedade’.

Os procedimentos dos cartórios de registro no Brasil tornam-se prejudiciais ao sistema envolvido, quando são orientados por princípios elaborados com base em enunciados específicos das normas, tais como determinados artigos da Lei. Tais procedimentos causam confusão porque nossa legislação é extensa e sofreu influências de diferentes povos e, assim, a legislação ainda não está completamente entendida (RAMBO, 2000, p. 67).

A confusão também existe na denominação do cartório de registro, o que provoca dificuldades na discriminação das atividades cadastrais e registrais. Esse problema está presente na doutrina internacional, gerando problemas globais.

O problema é antigo e crônico porque pessoas ligadas aos cartórios e à área jurídica costumam se referir aos cartórios de registro com denominações inadequadas, cujos termos dão a entender que os cartórios registrais executariam atividades privativas dos órgãos cadastrais:

Registro Imobiliário, Registro do Imóvel, Registro Legal, Registro de Terras e Registro de Imóveis. Inclusive, este último termo foi adotado na Legislação Brasileira (Art. 2º da Lei 6.015/1973) como sendo a denominação oficial dos cartórios de Registro.

O fato das denominações atribuídas aos Cartórios de Registro darem a entender que estes publicam os imóveis é um problema grave, porque encobre e embaraça procedimentos defendidos por uma doutrina registral equivocada que tenta atribuir ao cartório de Registro as atividades técnicas que competem aos órgãos cadastrais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O objeto de estudo é a discriminação de conceitos entre os termos Imóvel e Propriedade, investigados na doutrina e na legislação permanente, com vistas a se analisar sobre a denominação corretamente adequada para o cartório de Registro Público dos direitos sobre os imóveis. A pesquisa envolve a investigação de diversos conceitos, conforme abordado a seguir.

2.1 Confusão na Denominação e Atribuições do Cadastro e do Cartório de Registro

Lawrance (1984, p. 408) afirma que o emprego do termo “registro legal” identifica o registro das transações fundiárias, e ainda que são aceitos apenas dois sistemas de registro das transações fundiárias. “No primeiro caso, considerado bem antigo, o objetivo do registro é o próprio contrato. (...) No segundo caso, o objeto do registro é a propriedade propriamente dita”. “O próprio registro faz prova do direito dominial e sua correção é normalmente garantida pelo próprio Estado”.

O Simpósio Internacional de Experiência Fundiária (1984) foi um evento realizado na cidade de Salvador e, na qualidade de um dos mais importantes acontecimentos da área, teve a participação de notáveis autoridades fundiárias, as quais esclareceram que há uma confusão global nas denominações e atribuições do Cadastro e do Registro, conforme relatado nos parágrafos a seguir e devidamente acompanhados pelas respectivas análises parciais resultantes desta pesquisa.

Segundo Lawrance (1984, p. 409), a expressão “registro de terras” é usada como “registro legal” para significar tanto o registro legal quanto o de escritura, uma vez que a terra seria o objeto do registro de uma escritura. Na verdade, a terra é o objeto do negócio; A escritura dispõe sobre transferência de direitos reais (sobre o imóvel); O objeto do registro é o título, cuja publicação caracteriza a aquisição da propriedade pelo adquirente.

Segundo Lawrance (1984, p. 410), a maior parte dos países europeus em 1858 tinham cadastros elaborados com fins fiscais. Esses países mudaram com certa rapidez do sistema de registro de contratos para o de registro de terras. Os demais países mantiveram o sistema de registro de contratos por acreditarem que a maneira para a obtenção dos dados cadastrais não era confiável para garantir o registro de escrituras. Na verdade, o uso do termo “registro de terras” é novamente equivocado, já que a publicação de imóveis é de competência exclusiva do Cadastro.

Quanto à questão sobre a confiabilidade do processo empregado no sistema de Registro de Terras, Lawrance (1984, p. 410) afirma que “se, por um lado, as áreas podem ser definidas por meio de uma descrição verbal”, e isso sem a necessidade de haver auxílio de qualquer outro estudo, “por outro lado, as propriedades podem ser definidas pela localização dos marcos, cuja posição é dada pelos mais altos padrões de precisão”. Na verdade, a propriedade é um direito real (sobre o imóvel), gerando domínio exercido no imóvel, sendo que os limites deste é que podem ser definidos pela localização dos marcos.

Assim, de acordo com Moreno (1984, p. 419) “a falta de registros cadastrais tem sido a principal razão, ou a mais frequente desculpa para protelar ou evitar a reforma agrária em alguns países”.

Ainda segundo Moreno (1984, p. 422) deve-se considerar também outra questão no processo de registro da terra, “a da adjudicação dos direitos de propriedade à terra. Afinal, a finalidade principal do levantamento cadastral e do registro é a de documentar corretamente e garantir os direitos de propriedade dos cidadãos sobre a terra”. Aqui novamente é inadequado o emprego do termo Registro “da Terra”, já que o tema abordado refere-se aos direitos (Propriedade). Já a finalidade do Cadastro é publicar o imóvel para fins fiscais e de planejamento. A garantia da Propriedade é atribuição do Registro, apesar de no Cadastro constar o nome dos contribuintes, que é uma necessidade básica da tributação, cuja informação não pode ser dispensada.

2.2 Cartórios tentam incorporar as Atividades Cadastrais

Segundo Rambo e Rambo (2013, p. 48) existe um problema muito antigo no Brasil: Há falta de cartografia cadastral de parcelas territoriais, “a tal ponto que a propriedade sobre imóveis (direitos reais) foi legalizada em cartórios com direitos bem definidos sobre imóveis geralmente mal caracterizados”. Os mesmos autores informam que a doutrina tradicional tem afirmado que “Cadastro sempre foi vinculado ao mapeamento contínuo de todas as parcelas territoriais de uma determinada região”.

Essa falta de cadastramento territorial dificulta e impede o planejamento para o desenvolvimento do país, pois é extremamente difícil ocorrer um bom entendimento das informações dos dados a serem analisados (BALATA, 1984, p.449). Por outro lado, essa falta de cartografia territorial tem facilitado a disseminação da grilagem de terras em todo o país ao longo de diversas décadas, cujo crime organizado institucionalizou-se num processo que parece não ter mais fim.

Os títulos de terra tiveram origem legal, sendo emitidos pelo governo, assim como houve origem na legalização de posses já existentes. Porém, muitas posses surgiram a partir da grilagem de terras, sendo essas legalizadas através de títulos fraudulentos formados com a complacência ou cumplicidade do Registro, e deixando a propriedade aparentemente no domínio particular (RAMBO, 2005, p. 92).

Segundo Rambo (2005, p. 92) “grilagem é o sistema utilizado para se apossar ou tornar-se dono aparente de terras alheias mediante falsos títulos”. Esses falsos títulos costumam ser elaborados e/ou publicados nos cartórios pois, de outro modo, não teriam efeitos.

Para o crime organizado manter a prática da grilagem de terras em nosso país, interessa aos grileiros que o Cadastro não consiga implantar uma cartografia com a continuidade de todos os imóveis, já citando seus respectivos donos. A existência dessa cartografia de imediato deixaria os documentos grilados sem sustentação, pela evidente inconsistência desses documentos com os imóveis e seus respectivos proprietários descritos no Cadastro. Para manterem o Cadastro desorganizado e sem cartografia, interessa aos grileiros confundirem as funções do Cadastro e do Registro, numa tentativa deste incorporar também as funções cadastrais, centralizando as informações, o que costuma facilitar a atuação do crime organizado:

Com o tempo algumas doutrinas equivocadas são aceitas, aplicadas e assimiladas indistintamente na sociedade, impregnando-se de tal modo que em um importantíssimo evento internacional (Simpósio Internacional de Experiência Fundiária, 1984 em Salvador), especialistas tiveram enormes dificuldades para encontrarem conceitos que pudessem evitar a confusão existente entre os termos Registro e Cadastro (Observação nossa) (RAMBO e RAMBO, 2013, p.48).

A Lei dos Registros Públicos obrigou que na matrícula conste o nº da inscrição do imóvel no Cadastro, recusando as propostas publicadas em Carvalho (1998, p. vii-viii, 395-407 e 475-

479), cujo autor tentou em 1947 e em 1969 a implantação do Cadastro Urbano e Rural como sendo um setor do Cartório de Registro, a título de alternativa para superar a quase inexistência, no Brasil, de Cadastros naquela época. Carvalho (1998, p. 407) previu que “Oxalá se possa saudar em breve o advento, senão do cadastro, pelo menos da cópia da planta na folha da matrícula do imóvel.”

Há décadas Carvalho (1998) não abandona sua ideia de desenvolver paulatinamente um novo Cadastro interno ao Registro. Sua proposta tem agradado ao setor registral, por conter incentivos ao incremento do tráfico imobiliário (p. 378 e 454-455), além de prever que o cadastro seria fornecido “sem ônus para o registrador (p. 436)”.

Com a instituição da matrícula no Brasil, a ideia do Registro adquirir o controle da base cadastral ficou derrotada na legislação. Porém, essa ideia parece vir conquistando cada vez mais os interesses ligados aos Cartórios, e nessa prática registral a sociedade tem enfrentado dificuldades para obter o ingresso de informações cadastrais no Cartório de Registro (RAMBO, 2005, p. 100).

Nalini (1996, p. 18) demonstrou ser relativa a proposta de Maria Helena Diniz (Sistema de registros de imóveis. São Paulo : Saraiva, 1992. p. 47), segundo a qual o aperfeiçoamento e a complementação das matrículas de todos os imóveis particulares formaria um completo cadastro geral da propriedade imobiliária no Brasil. Numa tentativa de reorganizar o sistema registral urbano, esse autor destaca a possibilidade de integrar ou não o Cadastro ao Registro.

Para evitar a grilagem em imóveis rurais, Rambo (2005, p. 94) recomenda que a UMC – Unidade Municipal de Cadastramento de cada Prefeitura Municipal promova a realização imediata de uma cartografia contínua e de baixa precisão (escala pequena), formando um cadastro com qualidade inferior e provisória. Essa cartografia deve ser repassada ao INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária em lugar do Cadastro Declaratório que a UMC tem sistematicamente repassado, a esse órgão, apenas com dados literais e sem qualquer amarração cartográfica. A seguir e na medida da necessidade, a prefeitura providenciará uma vistoria local e uma análise cartográfica de cada planta de medição apresentada com as coordenadas georreferenciadas dos imóveis (Lei 10.267/2001), considerando assim o conjunto cartográfico de imóveis previamente cadastrados com qualidade inferior. Caso isso não for exigido nas Normas, poderá introduzir-se no Registro um novo grupo de grilagens de títulos organizados por coordenadas georreferenciadas, mas que podem se sobrepor aos registros anteriores.

Pode-se perceber a insistência de o Registro tentar controlar as atividades privativas do Cadastro, conforme constatado na Lei nº. 10.267/2001, a qual determinou que o Registro de Imóveis deveria avisar mensalmente ao INCRA sobre as modificações decorrentes dos parcelamentos e das retificações de áreas que supostamente seriam “realizadas” nas matrículas (RAMBO, 2005, p. 101-102).

2.3 Discriminação entre Cadastro e Registro

No dicionário Aurélio (FERREIRA, 2000, p. 117), temos que:

Cadastro: 1. registro público dos bens imóveis de um território; 2. registro que bancos ou empresas mantêm de seus clientes, em especial de sua situação financeira.

Provavelmente a interdependência entre o Cadastro e o Registro, segundo Lawrence (1984, p. 407), é o motivo que teria provocado o emprego do termo “cadastro” abrangendo tanto o processo de cadastro quanto o da escrituração das transcrições imobiliárias. Assim, esse autor afirma que o emprego desse termo pode confundir até os mais experientes no assunto.

Entretanto, segundo Lawrence (1984, p. 405), apesar da confusão na utilização dos dois termos, as expressões “cadastro” e “registro” tem significado universalmente aceito, entendendo-se internacionalmente que registro refere-se às atividades cartoriais, enquanto cadastro é a atividade ligada aos órgãos do mapeamento de imóveis.

Conforme Lawrance (1984, p. 407) “a diferença entre cadastro e o correspondente registro é destacada pelo fato de que diferentes entidades são, via de regra, responsáveis por cada um”. Desse modo, o Cadastro é realizado na Prefeitura Municipal ou no INCRA, enquanto o Registro é realizado no cartório.

2.4 Discriminação entre Imóvel e Propriedade

2.4.1 Imóvel

Segundo o dicionário Aurélio: “Imóvel: 1.Sem movimento; parado. 2.Bem que não é móvel, como terras, casas, etc. 3.Edifício, casa” (FERREIRA, 2000, p.374).

De acordo com o art. 79 do atual Código Civil, “São bens imóveis o solo e tudo quanto se lhe incorporar naturalmente ou artificialmente (BRASIL, 2004, p. 212).

2.4.2 Propriedade

Segundo o dicionário Aurélio: “Propriedade: (...) Jur. Direito de usar, gozar e dispor de bens” (FERREIRA, 2000, p. 562). Como verbetes afins, o mesmo autor define “Proprietário: que ou o que tem a propriedade de algo”.

De acordo com os arts. 1.225 a 1.228 do atual Código Civil, a propriedade é um direito real sobre coisas móveis ou imóveis (BRASIL, 2004, p. 356).

2.4.3 Análise dos Termos

Tem-se como os principais atributos da propriedade: exclusividade, perpetuidade e elasticidade. A exclusividade diz que a mesma coisa não pode pertencer com exclusividade e simultaneamente a duas ou mais pessoas, pois o direito do proprietário proíbe que terceiros exerçam qualquer senhorio sobre a coisa. A perpetuidade é irrevogável, sendo que a propriedade tem duração ilimitada, subsistindo independente do exercício de seu titular, e é transmitida por direito hereditário aos sucessores. Eventualmente a propriedade sofre contrações, caso alguns dos poderes de usar, gozar, dispor e reivindicar sejam destacados do proprietário para a formação de direitos reais em coisa alheia. A elasticidade ocorre porque todas as contrações da propriedade serão sempre transitórias e anormais, de modo que, após certo tempo, cessam e os direitos desmembrados são reunificados, com o titular reassumindo o domínio pleno (ROSENVALD, 2003, p. 21- 25).

Meirelles (1979, p. 1) afirma que o “direito de propriedade é o que afeta diretamente as coisas corpóreas – móveis ou imóveis – subordinando-as à vontade do homem.” Diz também “que o direito de propriedade é real, no sentido de que incide imediatamente sobre a coisa e a segue em todas as suas mutações.”

Segundo o Código Civil (BRASIL, 2004, p. 356, Art. 1.228), “O proprietário tem a faculdade de usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem quer que injustamente a possua ou detenha.”

De acordo com Rosenvald (2003, p.18-19-20) “o Direito de Gozar consiste na exploração econômica da coisa”. Por exemplo, “ao alugar o imóvel, o proprietário receberá alugueis pelo fato da privação do poder de atuação sobre o bem.” O Direito de Dispor “entende-se como dispor a faculdade que tem o proprietário de alterar a própria substancia da coisa”, sendo essa disposição material ou jurídica. O Direito de Reivindicar representa “a faculdade de excluir terceiros de indevida ingerência sobre a coisa, permitindo que o proprietário mantenha a sua dominação sobre o bem, realizando verdadeiramente a almejada atuação socioeconômica”.

Assim, o imóvel é um bem real, como por exemplo, o terreno. Enquanto a propriedade é um objeto de direito, como os direitos que o dono tem sobre o terreno.

2.5 Denominação e competência do Cartório de Registro

De acordo com a Lei n. 6.015/1973 (Art. 167), “No Registro de Imóveis, além da matrícula, serão feitos:

I - O registro;

II - A averbação.”

O artigo 221 determina: “Somente são admitidos a registro:

I - escrituras públicas, inclusive as lavradas em consulados brasileiros;

II - escritos particulares autorizado em lei, assinados pelas partes e testemunhas, com as firmas reconhecidas, dispensado o reconhecimento quando se tratar de atos praticados por entidades vinculadas ao Sistema Financeiro de Habitação;

III - atos autênticos de países estrangeiros, com força de instrumento público, legalizados e traduzidos na forma da lei, e registrados no Cartório de Registro de Títulos e Documento, assim como sentenças proferidas por tribunais estrangeiros após homologação pelo Supremo Tribunal Federal;

IV – cartas de sentença, formais de partilha, certidões e mandatos extraídos de autos de processo.”

O registro de imóveis, porém, não se limita a dar publicidade aos atos jurídicos referentes às mudanças da propriedade. A constituição, transferência e modificações dos direitos reais, em geral, devem refletir-se no registro, a fim de que ele dê, na medida do possível, exatas informações a respeito do estado dos bens de raiz e suas alterações, assim como direitos reais que os ampliam ou destroem (BEVILÁQUA, 1956, p. 300).

A Lei n. 8.935, de 18 de Novembro de 1994, dispõe sobre serviços notariais e de registro, determina no seu Artigo 1º que “serviços notariais e de registro são os de organização técnica e administrativa destinados a garantir a publicidade, autenticidade, segurança e eficácia dos demais atos jurídicos” (BRASIL, 1999, p. 621).

Compete ao registro de imóveis o registro e a averbação dos títulos que digam respeito a direitos reais sobre imóveis reconhecidos em lei, para sua efetivação, assim como para sua validade em relação a terceiros. Servindo para dar autenticidade, segurança e eficácia aos títulos ou atos jurídicos dos imóveis a que correspondem. Por isso, devido ao fato de que o Registro não tem por finalidade publicar imóveis, cada imóvel tem Matrícula própria - e não registro (RAMBO, 2000, p. 64).

A fotocópia da Matrícula em inteiro teor, emitida e carimbada pelo Registro de Imóveis, certifica as características escrituradas que identificam o imóvel, demonstrando ainda sua história, através de sucessivos registros e averbações:

Assim, será possível saber quais foram os proprietários do imóvel, quantas vezes o imóvel foi hipotecado etc. Todos os registros relativos ao imóvel estão em um único documento, que é a folha da matrícula (SILVA, 1999, p. 18).

Marafon, Weigert e Rambo (2011, p. 1) já citam que a designação apropriada para o cartório do Registro de Imóveis seria Registro da Propriedade, conforme se menciona na seguinte frase:

Na existência de imóveis contíguos, alguns proprietários precisam fundir as respectivas matrículas dos vários imóveis em uma só, de modo a

reuni-los no cartório de Registro da Propriedade (denominação adequada para o cartório do Registro de Imóveis).

De acordo com Rambo (2000, p. 1) a legislação agrária nacional garante os direitos de propriedade sobre as terras no país, “graças ao sistema de registro e averbação dos títulos diretamente na ficha individual da Matrícula de cada imóvel”.

A certidão do registro imobiliário (sinônimo de certidão do Cadastro Imobiliário) citada no artigo 225 da Lei dos Registros Públicos deve ser emitida pela prefeitura municipal, cujo o Cadastro Imobiliário é o verdadeiro registro público urbano responsável pelos imóveis, onde registram-se os fatos. O Registro de Imóveis na verdade é o Registro público de direitos sobre os Imóveis, onde registram-se apenas os atos, por determinação da Lei dos Registros Públicos (Art. 1º). Os dados do imóvel no Registro de Imóveis não representam o registro público desse imóvel, mas apenas uma escrituração para indicar a qual imóvel se refere os direitos registrados e modificados por averbações na Matrícula, conforme determina a Lei dos Registros Públicos (Art. 176, II, 3 e Art. 231, I) (RAMBO, 2000, p. 3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tem sido fácil confundir as pessoas de que o Registro de Imóveis de fato registra os imóveis, visto que “Imóvel” e “Propriedade” são considerados sinônimos por leigos.

Nota-se que é de extrema importância a utilização adequada do termo “Registro da Propriedade Imobiliária”, pois a confusão gerada por termos inadequados afeta o entendimento das atribuições do Registro, confundindo as funções do Registro e do Cadastro, o que tem atrapalhado o bom desenvolvimento do mercado imobiliário.

Como foi visto, o atual Registro de Imóveis não registra o imóvel, já que cabe ao INCRA – no caso dos imóveis rurais – ou à Prefeitura Municipal – no caso dos imóveis urbanos – publicar os imóveis. Assim, o Registro de Imóveis vigente no Brasil registra os direitos sobre os imóveis, que é o equivalente a propriedade sobre imóveis, sendo a denominação “Registro da Propriedade Imobiliária” a mais correta para a denominação desse cartório.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1 Conclusão

Quanto às atribuições do Cadastro e do Registro, compete ao Cadastro a publicação dos imóveis e a emissão da certidão imobiliária, enquanto ao Registro cabe registrar os direitos sobre os imóveis. Assim, a denominação correta do cartório não é Registro de Imóveis, pois essa denominação deve ser alterada para Registro da Propriedade Imobiliária, a fim de que o nome fique compatível com as verdadeiras atribuições que competem ao Cartório de Registro.

4.2 Recomendações

Dessa forma, sugere-se que seja efetivada uma alteração na legislação brasileira, para esclarecer as funções do Cartório de Registro, visando eliminar a confusão na denominação e interpretação dos conceitos ‘propriedade’ e ‘imóvel’, propondo assim a devida alteração na denominação desse cartório, especialmente nas Leis 4.591/1964, 6.015/1973, 6.739/1979, 6.766/1979 e 8.935/1994, a fim de esclarecer definitivamente essa questão.

REFERÊNCIAS

- BALATA, Kenard da Silva. Cadastro e Registro de Terras no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EXPERIÊNCIA FUNDIÁRIA, 1984, Salvador. **Anais...** Brasília : INCRA, 1984. 614 p. p. 441-470.
- BEVILÁQUA, Clóvis. **Direito das coisas**. v. 2. 4ª ed. Rio de Janeiro : Forense, 1956.
- BRASIL. **Código civil**. Organizador: Antônio Luiz Meirelles Teixeira; Coordenadora: Dulce Eugênia de Oliveira. 5. ed. São Paulo : Rideel, 1999. 847 p. (Coleções de leis Rideel. Série Compacta).
- BRASIL. **Constituição Federal, Código Civil (2002/1916), Código de Processo Civil, Código Penal, Código de Processo penal**: legislação complementar fundamental. 3ª ed. Barueri : Manole, 2004.
- CARVALHO, Afrânio de. Registro de Imóveis: comentários ao sistema de registro em face da Lei n. 6.015, de 1973, com alterações da Lei n. 8.009, de 29.03.1990, e Lei n. 8.935, de 18.11.1994. 4. ed. ver. e atual. Rio de Janeiro : Forense, 1998. 511 p.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Mini Aurélio: O minidicionário da língua portuguesa**. 4ª Ed. São Paulo : Nova Fronteira, 2000.
- LAWRANCE, Jeremy. **Cadastro e Registro de Terras**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EXPERIÊNCIA FUNDIÁRIA, 1984, Salvador. **Anais...** Brasília : INCRA, 1984. 614 p. p.401-416.
- MARAFON, Letícia; WEIGERT, Matheus; RAMBO, Luiz Inácio. **Exigência Registral da Unificação dos Terrenos para Atender o Pedido da Fusão de Matrículas**. Trabalho de Conclusão do Curso Técnico em Agrimensura. Pato Branco : UTFPR, 2011.
- MEIRELES, Hely Lopes. **Direito de construir**. 3. ed. São Paulo : Revista dos Tribunais, 1979. 530 p.
- MORENO, Rafael. **Cadastro e Registro de Terras**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EXPERIÊNCIA FUNDIÁRIA, 1984, Salvador. **Anais...** Brasília : INCRA, 1984. 614 p. p.417-425.
- NALINI, José Renato. A matrícula e o Cadastro no Registro imobiliário. Revista de Direito Imobiliário/IRIB, São Paulo : RT, n. 37, p. 17-26, jan./abr. 1996. 273 p.
- RAMBO, Jacir Antônio; RAMBO, Luiz Inácio. Implantação do Cadastro Territorial Multifinalitário no Brasil. **Revista Brasileira de Geomática**, Pato Branco : UTFPR-PB, V. 1, n. 01, p. 48-57, jan./jun. 2013. 57. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/RBGeo/article/viewFile/1619/pdf>>. Acesso em: 20 de novembro de 2013.
- RAMBO, Luiz Inácio. **Retificação administrativa de limites, confrontações e áreas de terrenos urbanos junto ao Registro de Imóveis, a partir de dados do Cadastro Imobiliário Urbano**. Carlos Loch (Orient.). 2000. 175 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Área

de Concentração em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial, UFSC, Florianópolis, 2000.

RAMBO, Luiz Inácio. **Uma Proposta para Conexão do Registro de Imóveis ao Cadastro Imobiliário Urbano**. Carlos Loch (Orient.). José Isaac Pilati (Co-Orient.). 2005 Tese (Doutor em Engenharia Civil) – Área de Concentração em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial, UFSC, Florianópolis, 2005.

ROSENVALD, Nelson. **Direitos Reais**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Impetus, 2003.

SILVA, Bruno Mattos e. **Compra de imóveis**: aspectos jurídicos, cautelas devidas e análise de riscos. São Paulo : Atlas, 1999.189 p.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EXPERIÊNCIA FUNDIÁRIA, 1984, Salvador.
Anais... Brasília: INCRA, 1984. 614 p.

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO ARROIO DO MEIO SANTA MARIA – RS

Morphometric characterization of watershed of Arroio do Meio Santa Maria – RS

Giancarlo Machado de Vargas¹, Janderlei Velasque Dal Osto¹, Jéssica Medianeira Xisto¹

¹Universidade Federal de Santa Maria Av. Roraima nº 1000, CEP: 97105-900 Santa Maria – RS, Brasil,
gmv_87@msn.com; janderleijunior@gmail.com; jessicaxisto07@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar as características morfométricas da microbacia hidrográfica do Arroio do Meio localizado no Município de Santa Maria – RS. Para a realização da caracterização morfométrica desta bacia foram necessárias a delimitação da área, do perímetro e do comprimento axial da bacia com o auxílio do software ArcMap 10.1; calculados os índices de forma da bacia, traduzidos nos valores de coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf) e índice de circularidade (Ic). Além destes valores, foram calculados também, densidade de drenagem (Dd) e ordem dos cursos d'água. Observa-se que, com base no fator de forma, a bacia terá tendência mediana a enchentes. Com base no coeficiente de compacidade, a bacia apresentará alta tendência a grandes enchentes. Como a primeira expressa uma tendência a enchentes (não diz respeito à grandeza desta enchente) e o segundo expressa a dimensão da cheia, os índices são complementares e indica que bacia do Arroio do Meio apresenta tendência mediana a enchentes e se estas ocorrerem poderá ser de grande vulto afetando as comunidades que vivem na área da bacia.

Palavras-chave: Microbacia, Morfométricas, Índices.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the morphometric characteristics of basin of Arroio do Meio located in the municipality of Santa Maria – RS. For the attainment of morphometric characterization of this basin were required the demarcation of area, perimeter and the axial length of the basin with the aid of the ArcMap software 10.1; calculated indices of shape of the basin, translated on the values of compactness coefficient (Kc), form factor (Kf) and index of circularity (CI). In addition to these values, were calculated also, drainage density (Dd) and order of the watercourses. It is observed that, based on the form factor, the basin will have median trend the floods. Based on the coefficient of compactness, the basin will present high tendency to large floods. As the first expresses a tendency to flooding (does not concern the greatness of this flood) and the second expresses the full dimension, the indexes are complementary and indicates that the basin of Arroio do Meio presents median trend the floods and if these occur may be major affecting communities living in the area of the basin.

Keywords: Watershed, Morphometric, Indexes.

1. INTRODUÇÃO

O estudo se justifica para entender o comportamento do Arroio do Meio e de sua microbacia e, o motivo desta isolar a comunidade de Três Barras em períodos de chuva. No desenvolvimento de estudos ambientais é fundamental a análise das características morfométricas de bacias hidrográficas. De acordo com (TONELLO et al. 2006), as características físicas e bióticas de uma bacia exercem importante papel nos processos do ciclo hidrológico influenciando, dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial. Atualmente, a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é feita com a integração de informações de relevo em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Este procedimento pode ser

realizado de modo manual ou automático (CARDOSO et al., 2006). As informações de relevo são representadas por uma estrutura numérica de dados correspondente à distribuição espacial da altitude e da superfície do terreno, denominada modelo digital de elevação (MDE). Esses modelos são obtidos, hoje, por meio da interpolação de curvas de nível extraídas de uma carta topográfica ou através de imagens de sensores remotos.

Através dos dados morfométricos de uma bacia hidrográfica, são obtidas informações que auxiliarão na compreensão nos estudos hidrológicos e no entendimento dos impactos. O presente estudo teve como objetivo a caracterização da morfometria da microbacia do Arroio do Meio, a partir de alguns parâmetros físicos, como: coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, altitude, ordem e densidade de drenagem. Neste contexto, a análise morfométrica corresponde a um conjunto de procedimentos que caracterizam aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, servindo como indicadores relacionados à forma, ao arranjo estrutural e a interação entre as vertentes e a rede de canais fluviais de uma bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1999).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada constou inicialmente no levantamento bibliográfico relacionado à análise morfométrica de bacias hidrográficas. O estudo foi realizado no Arroio do Meio que se localiza no município de Santa Maria, RS. A classificação climática para a região, segundo Köppen, é o subtropical úmido, Cfa, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (PEREIRA et al., 2002).

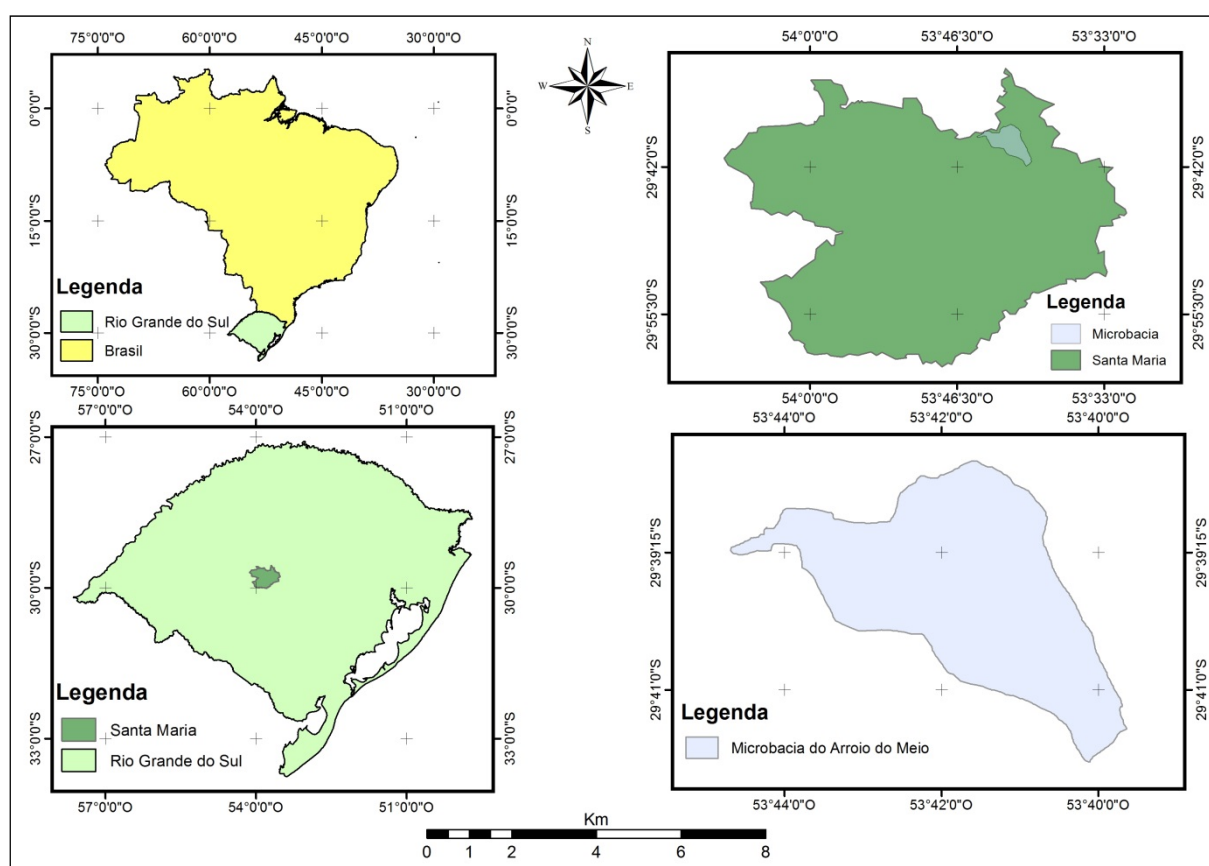


Fig. 1 - Mapa de Localização da Microbacia do Arroio do Meio - RS

Fonte: Giancarlo Machado de Vargas, 2014.

Cabe salientar que a microbacia estudada está inserida numa área de transição entre o planalto meridional e a depressão periférica do estado do Rio Grande do Sul, o que resulta numa gradiente altimétrica considerável.

Para a confecção do mapa de altitude foram utilizadas imagens da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) liderada pela Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica

(NASA, na sigla em inglês), também conhecida como Agência Espacial Americana. A missão SRTM teve como objetivo fazer o mapeamento topográfico de todo o planeta que ocorreu durante 11 dias do mês de fevereiro de 2000. Os dados SRTM para o mundo todo, com resolução espacial de 90 metros está disponível para download gratuito no sítio da NASA. Como parte do projeto “Brasil em Relevo” a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) disponibiliza em seu sítio na internet as imagens SRTM para todo o Brasil, divididas por estado, prontas para uso no formato GeoTIFF e Datum WGS1984.

Para a realização da caracterização morfométrica desta bacia, foram necessárias as delimitações de atributos básicos, a saber: áreas, perímetros, comprimentos axiais. A partir destes atributos foram calculados os índices de forma das bacias, traduzidos nos valores de coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf) e índice de circularidade (Ic). Além destes valores, foram calculados também para cada bacia os índices de declividade, altitude, densidade de drenagem (Dd) e ordem dos cursos d’água. Utilizou-se o software ArcMap 10.1.

Tornou-se necessário, a hierarquização de drenagem, realizada por meio dos métodos propostos por (Strahler, 1953). A partir desta classificação inicial foi possível a análise de índices morfométricos para a bacia hidrográfica. A hierarquia fluvial consiste no processo de estabelecer a classificação de determinado curso d’água no conjunto total de uma bacia hidrográfica, no qual se encontra. Esta hierarquização é realizada com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

2.1 Coeficiente de compacidade (Kc)

O Coeficiente de compacidade (Kc) que é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia, foi calculado a partir da equação:

$$Kc = 0,28 * P/\sqrt{A} \quad (1)$$

1,00 – 1,25 = bacia com alta propensão a grandes enchentes

1,25 – 1,50 = bacia com tendência mediana a grandes enchentes

> 1,50 = bacia com menor propensão a grandes enchentes

Em que Kc é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro em km e A é a área da bacia em km². Esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia independente do seu tamanho, assim quanto mais irregular ela for, maior será o coeficiente de compacidade, ou seja, quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia e será mais sujeita a enchentes (VILLELA & MATTOS, 1975).

2.2 Fator de forma (Kf)

O Fator de forma (Kf) é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). Ele foi calculado a partir da equação:

$$Kf = A/Lx^2 \quad (2)$$

1,00 – 0,75.: sujeito a enchentes

0,75 – 0,50.: tendência mediana

< 0,50.: menor tendência a enchentes

Em que Kf é o fator de forma, A é a área da bacia em km² e Lx é o comprimento axial da bacia em km. Uma bacia com fator de forma baixo indica que a mesma é menos sujeita a enchentes que outra, de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior (VILLELA & MATTOS, 1975).

2.3 Índice de circularidade (Ic)

O Índice de Circularidade é outro parâmetro utilizado. Ele tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna-se alongada. Ele foi calculado pela equação:

$$Ic = 12,57 * A/P^2 \quad (3)$$

Em que Ic é o índice de circularidade, A é a área em km² e P é o perímetro em km (TONELLO, 2005).

2.4 Densidade de drenagem (Dd)

Baseado no ordenamento dos canais também foi calculado a densidade de drenagem que é o resultado da divisão entre o comprimento total dos cursos d'água pela área da bacia. Esse índice pode variar de 0,5 km.km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km.km² ou mais em bacias bem drenadas (VILLELA & MATTOS, 1975). A Densidade de Drenagem é dada pela fórmula:

$$Dd = Lt/A \quad (4)$$

Onde Dd = densidade de drenagem; Lt = comprimento total dos canais (km); A = área da bacia (km²).

2.5 Densidade hidrográfica (Dh)

Densidade hidrográfica é levantar o número de canais e/ou de segmentos de rios presente na área (Km²) de uma bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1970).

$$Dh = \text{números de cursos}/A \quad (5)$$

Sendo: “A” - área de drenagem (km²).

Para esse estudo utilizou-se a classificação de (STRAHLER 1957) onde os menores canais sem tributários são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem e assim sucessivamente.

2.6 Índice de sinuosidade (Is)

É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (ALVES; CASTRO, 2003).

$$Is = L/Dv \quad (6)$$

Sendo: I_s = Índice de sinuosidade; L = Comprimento do canal principal e D_v = Distancia vetorial do canal principal. Valores próximos a 1 indicam um canal próximo ao retilíneo com possibilidade de elevado controle estrutural ou alta energia, enquanto valores acima de 2 indicam baixa energia, sendo os valores intermediários relativos a formas transicionais entre canais retilíneos e sinuosos (ALVES e CASTRO, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da bacia feita através das imagens SRTM resultou na confecção dos mapas de hipsometria, declividade e orientação de vertente; respectivamente com gráficos de distribuição das classes, que foram utilizadas no estudo das características morfológicas e fisiográficas da microbacia.

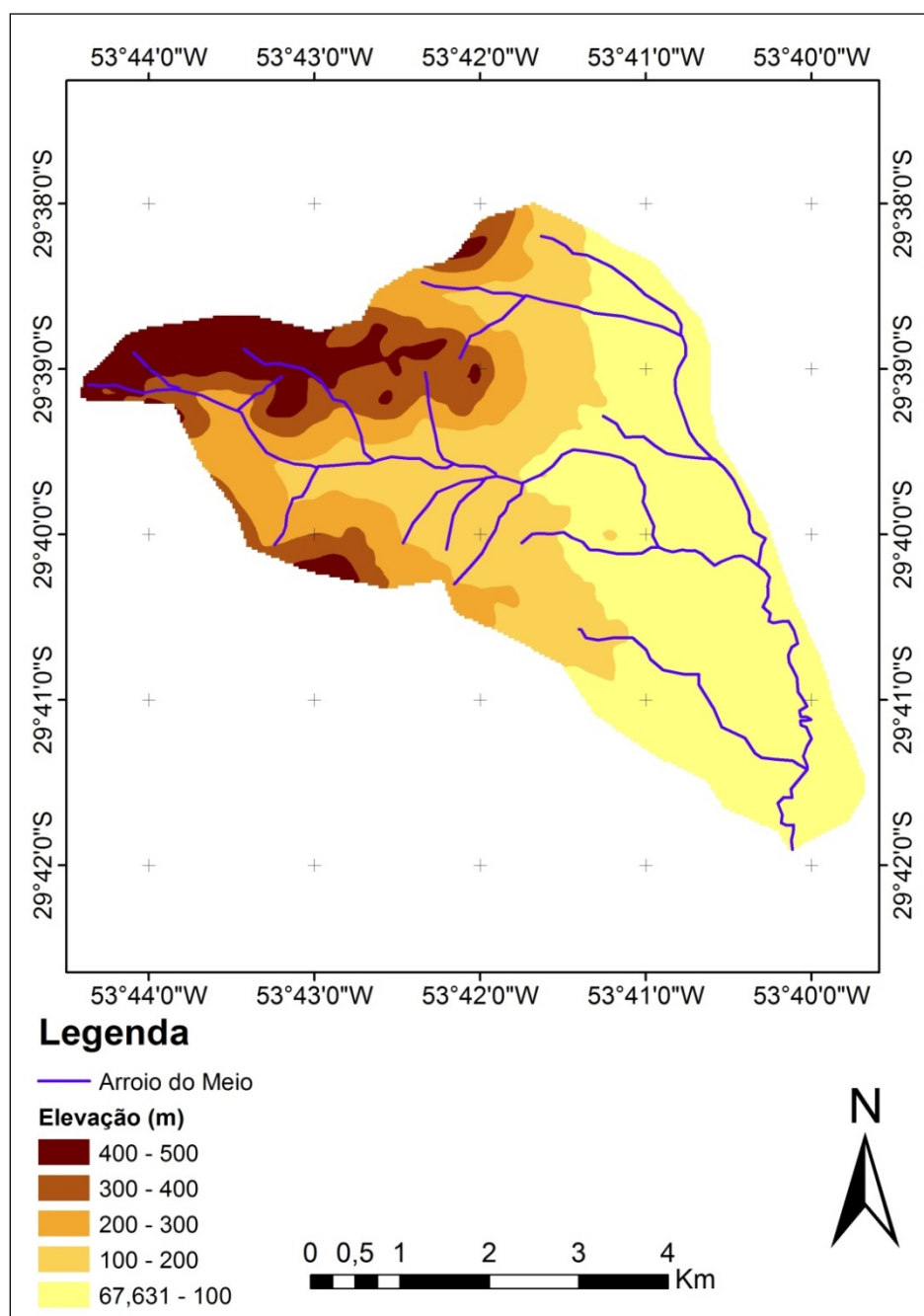


Fig. 2 - Mapa Hipsométrico da Microbacia do Arroio do Meio – RS.
Fonte: Giancarlo Machado de Vargas, 2014.

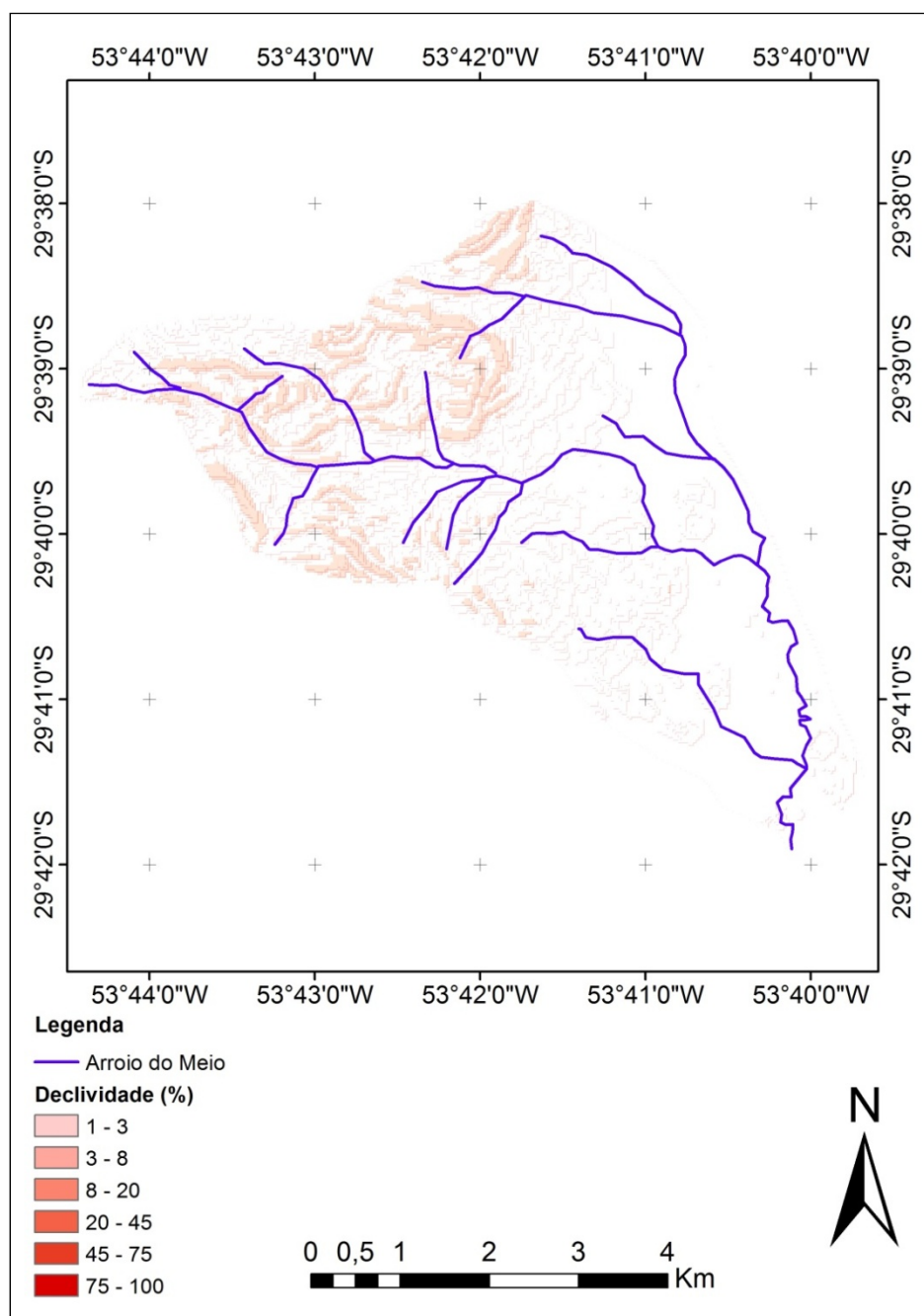


Fig. 3 - Mapa de Declividade da Microbacia do Arroio do Meio – RS.

Fonte: Giancarlo Machado de Vargas, 2014.

Os resultados das características fisiográficas da microbacia Arroio do Meio estão apresentados na Tabela 1, a seguir.

Observa-se que, com base no fator de forma, a bacia terá tendência mediana a enchentes. Com base no coeficiente de compacidade, a bacia apresentará alta tendência a grandes enchentes. Como a primeira expressa uma tendência a enchentes (não diz respeito à grandeza desta enchente) e o segundo expressa a dimensão da cheia, os índices são complementares.

O padrão de drenagem foi o dendrítico, de acordo com (CHRISTOFOLETTI 1974) este tipo critério geométrico deriva da integração entre clima e geologia em regiões de litologia homogênea. A ordem da microbacia do Arroio do Meio apresenta-se de terceira ordem, o que reflete em um pequeno grau de ramificação.

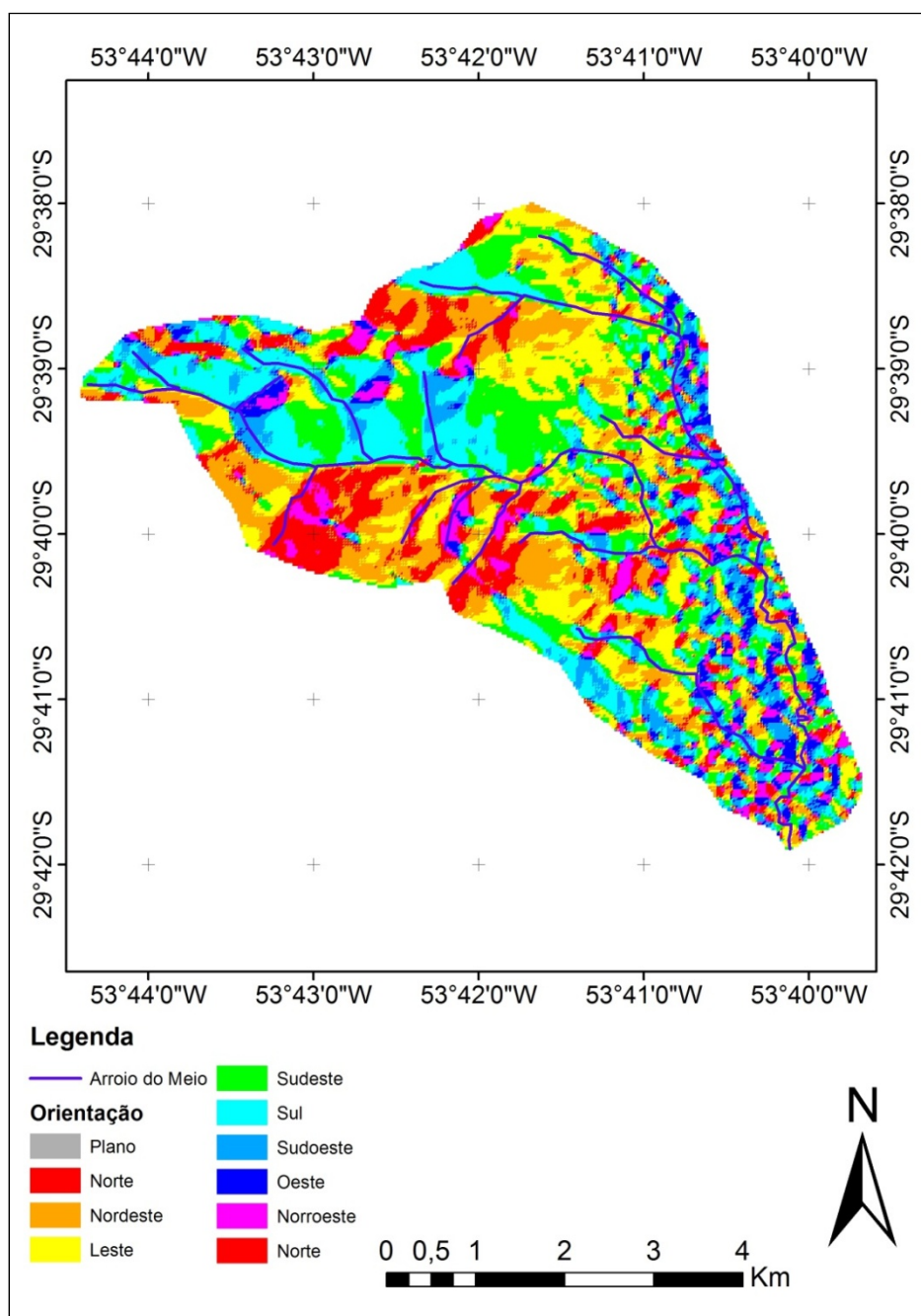


Fig. 4 - Mapa de Orientação de Vertente da Microbacia do Arroio do Meio – RS.

Fonte: Giancarlo Machado de Vargas, 2014.

A densidade de drenagem foi de 1,376 km/km². Para (CHRISTOFOLETTI 1969) valores menores que 7,5 km/km² estão em situação de baixa drenagem, valores superiores a 7,5 e 10,0 km/km² apresentam média densidade de drenagem. Valores acima de 10 km/km² apresentam alta densidade de drenagem, a microbacia do Arroio do Meio pode ser enquadrada como mediamente drenada. A densidade de hidrografia foi de 0,58 canais/km², neste caso considerada baixa (TEODORO et al., 2007), menos de um canal por quilômetro quadrado.

A altitude variou entre 69 m altitude mínima e 465 m altitude máxima e amplitude altimétrica de 396 m. A bacia apresentou um padrão de drenagem dendrítico com um ordenamento de 3ª ordem.

O índice de circularidade indica que uma bacia mais alongada (com índice abaixo de 0,51) favorece o escoamento e, se estiver acima de 0,51, a bacia é mais circular e tem escoamento reduzido e alta probabilidade de cheias. Além dessa relação com a velocidade do

fluxo de água, esse parâmetro representa a transmissividade do escoamento superficial concentrado, isto é, se o tempo de concentração da bacia é lento ou rápido, a bacia estudada apresenta um índice de 0,581 e isso justifica as cheias que a bacia apresenta em períodos de chuva.

Tabela 1 - Características Fisiográficas do Arroio do Meio, Santa Maria, RS.

Parâmetros Morfométricos	Valores e Unidades
Área de Drenagem (A)	25,592 km ²
Perímetro (P)	23,530 km
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,39
Fator de Forma (F)	0,330
Índice de Circularidade (IC)	0,581
Padrão de Drenagem	Dendrítico
Altitude Mínima	69 m
Altitude Máxima	465 m
Amplitude Altimétrica	396 m
Comprimento Total dos Canais (Lt)	35,015 Km
Comprimento do Canal Principal (Lp)	12,105 Km
Ordem da Bacia	3ª Ordem
Densidade de Drenagem (Dd)	1,36 Km/Km ²
Densidade de Hidrografia (Dh)	0,58 Canais/Km ²
Índice de Sinuosidade (Is)	1,42

Fonte: Giancarlo Machado de Vargas, 2014.

4. CONCLUSÃO

Com relação à caracterização morfométrica da microbacia analisada, pode-se concluir que:

1. A densidade de drenagem da microbacia foi de 1,36 Km/Km², considerado um sistema de baixa drenagem, e com uma drenagem pouco ramificada;
2. A bacia do Arroio do Meio apresenta tendência mediana a enchentes e se estas ocorrerem poderá ser de grande vulto;
3. A amplitude altimétrica apresentada de 396 metros é explicada porque as nascentes do Arroio do Meio se localizam no rebordo do planalto e a foz se localiza na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.M.P., CASTRO, P.T.A. Influência das feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 117-124, 2003.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Rev. Geomorfol**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas**. Rio Claro: Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, 1970. 375f. (Tese de Livre Docência).

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP. 1974.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**, 2ª edição, Editora Edgard Blucher, São Paulo 188 p. 1980

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicação prática**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

STRAHLER, A.N. 1953, Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography, **Geological Society of America Bulletin** v. 63, p. 1117-1142.

TEODORO, V. L. I. ; TEXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, 2007.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.859-857, 2006.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. 1975, **Hidrologia Aplicada**. Editora Mc Graw Hill, São Paulo 245p.

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA CARACTERIZAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SAFS SILVIBANANEIROS NO RS – RESULTADOS PRELIMINARES

Use of Geotechnologies for environmental services in SAFs silvibananeiros in RS – preliminary results

Alison Wolfart¹, Natália Duarte Melos², Gabrieli Dallaporta³, Regiane Aparecida Ferreira⁴, Cristiano Motter⁵, André Luiz Rodrigues Gonçalves⁶, Lúcio de Paula Amaral⁷, Elódio Sebem⁸

^{1,2,3}Acadêmicos do curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento, Colégio Politécnico da UFSM. Bolsistas do projeto de extensão GeoExtensão e do projeto de pesquisa GeoRemoto; **wolfart.alison@gmail.com¹**, **melosnatalia@gmail.com²**, **gabrieli.dp@bol.com.br³**

⁴Pós-graduanda do curso de Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão, Colégio Politécnico da UFSM, **regianeferreira220@hotmail.com⁴**

^{5,6}Técnicos do Centro Ecológico-Litoral Norte, Dom Pedro de Alcântara, RS, Brasil, **motter.cristiano@gmail.com⁵**, **andrelzg@gmail.com⁶**

^{7,8}Professores dos cursos de nível técnico e superior em Geoprocessamento, Colégio Politécnico da UFSM, **lpamaralengflorestal@gmail.com⁷**, **elodiosebem@politecnico.ufsm.br⁸**

RESUMO

O presente trabalho versa sobre uso de geotecnologias na caracterização de serviços ambientais em sistemas agroflorestais (SAFs). O objetivo foi de selecionar áreas de SAFs que possuam densidade e distribuição espacial de árvores que permitam o uso de funções de Kernel e/ou interpolação por geoestatística. São apresentados resultados parciais referentes à primeira parte dos objetivos. Foram utilizados dados georreferenciados das áreas de SAFs da região de Torres-RS, cedidos pelo Centro Ecológico. Os mesmos foram editados e depois inseridos em Sistema de Informação Geográfica (SIG), que dispunha de imagens de variadas resoluções espaciais em sua base de mapas. Foram calculadas as áreas de SAFs e vetorizadas as árvores presentes nas mesmas. Com a metodologia empregada foi possível selecionar três áreas com potencial para atender o objetivo do trabalho. A partir dos resultados apresentados, um novo inventário florestal será realizado nestes SAFs na sequência deste trabalho.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Agroflorestas, Serviços Socioeconômicos.

ABSTRACT

The present paper reports on the use of geotechnologies in the characterization of environmental services in agroforestry systems (SAFs). The objective was to select areas of SAFs have density and spatial distribution of trees that allow the use of functions of Kernel and/or interpolation by geostatistics. Are presented partial results for the first part of the objectives. Were used georeferenced data of areas of SAFs the region of Torres-RS, transferred by Eco-Center. They were edited and then inserted into geographic information system (GIS), which had images of varying spatial resolutions in their maps. Were calculated the areas of agroforestry and vector trees on the same. The methodology employed was possible select three areas with the potential to meet the objective of the study. From the results presented, a new forest inventory will be carried out in these agroforestry as a result of this work.

Keywords: Geoprocessing, Agroforestry, Socioeconomic Services.

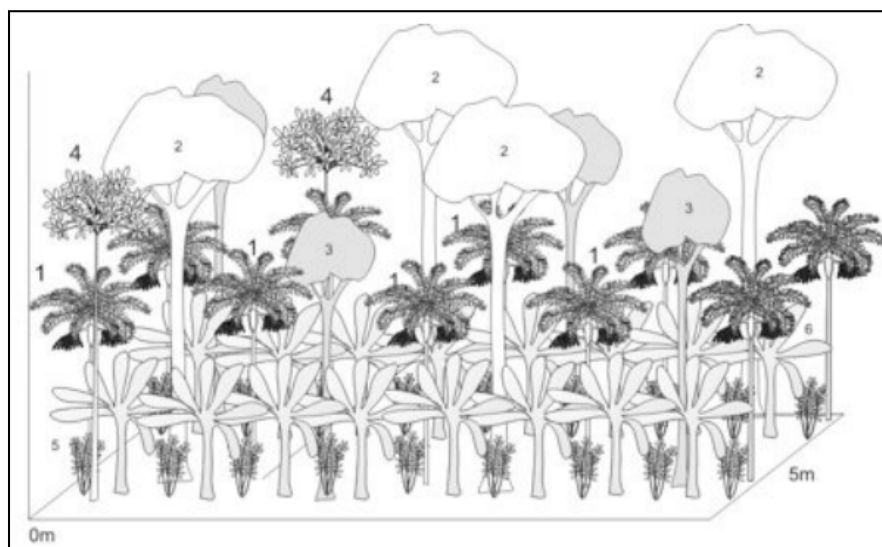
1. INTRODUÇÃO

As geotecnologias tem um uso marcante na área da Engenharia Florestal e recursos florestais, como demonstrado no trabalho de Santos et al. (2012), mas ainda existem ramos destas área que necessitam do apoio das geotecnologias para implementar um visão conjunta de inúmeras pequenas áreas distribuídas no espaço, mas que possuem potencial de manutenção da

paisagem, como os sistemas agroflorestais (SAFs). Neste cenário, as geotecnologias poderiam auxiliar nas questões da dinâmica de seleção de novas áreas implantação de SAFs, no entendimento e mensuração de serviços ambientais, na gestão e manejo das áreas já existentes, dentre outras aplicações.

Os SAFs são sistemas inteligentes e diversificados que produzem alimentos, madeiras, entre outros produtos, que podem aumentar a renda do agricultor reduzindo a pressão sobre as florestas nativas, ajudando a conservar e proteger o solo, água, biodiversidade, a fixar carbono, entre outros benefícios considerados como serviços ambientais (da SILVA, 2010; NUNES e VIVAN, 2011). Silva (2013) define SAFs com um conjunto de técnicas que combinam intencionalmente, em uma mesma unidade de área, espécies florestais (árvores, palmeiras, bambuzeiros) e cultivos agrícolas, com ou sem a presença de animais, para ofertar bens e serviços em bases sustentáveis a partir das interações estabelecidas. Os SAFs são um dos componentes do manejo da paisagem diretamente ligado à implementação de corredores ecológicos e ao desenvolvimento sustentável (SCHROTH et al., 2004).

Os SAFs da região de Torres no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, são resultantes da conversão de plantios convencionais de banana (*Musa sp.*) em cultivos arborizados e manejados de forma agroecológica, conhecidos como silvibananeiros. Num cenário de agricultura familiar organizada em grupos de produção, assistidos e orientados pelo Centro Ecológico, localizado em Dom Pedro de Alcântara-RS, os SAFs se difundiram na década de 1990, por diversos municípios desta região, com uma proposta de produção agroecológica de alimentos, baseada em princípios de preservação do meio ambiente, segurança alimentar e responsabilidade social. Os sistemas silvibananeiros são constituídos pela implantação e/ou conversão de bananeais convencionais em bananeais agroflorestais (**Figura 1**). São consórcios variados de bananeiras, palmito juçara (*Euterpe edulis* Martius), árvores nativas, frutíferas, e uma diversificada variedade de plantas não arbóreas nativas e exóticas, manejadas sob a óptica da agricultura ecológica (VIVAN, 2010).



Legenda: 1 = *Euterpe edulis*; 2 = *Colubrina glandulosa*; 3 = *Cordia trichotoma*; 4 = *Cecropia pachystachia*; 5 = *Hibiscus sp.*; 6 = *Musa sp.*

Fig. 1 - Esquema de SAF silvibananeiro com idade entre 10 e 15 anos, para as condições do Litoral Norte do RS.

Fonte: VIVAN (2010)

Os serviços ambientais (SA) são os processos e condições através dos quais os ecossistemas sustentam a vida humana. Hoje, há uma distinção de conceitos, quando os benefícios são gerados por um ecossistema natural (floresta) temos os serviços ecossistêmicos, e quando os benefícios são ocasionados por ações do homem, como a recuperação de áreas degradadas, o adensamento e/ou enriquecimento de florestas alteradas, ou a adoção de sistemas

produtivos como os SAFs, tem-se os serviços ambientais (SINISGALLI, 2012), passíveis de mensuração e mapeamento para sua caracterização. Atualmente existem diversos projetos, programas que versam sobre o pagamento de SA em diversas modalidades, que tem como característica comum a localização, o mapeamento e a quantificação de tais benefícios para a sociedade. O próprio Colégio Politécnico da UFSM possui iniciativas referentes ao assunto, mediante o projeto de extensão denominado GeoExtensão v. 1.0 - Geotecnologias aplicadas a extensão agroflorestal, que versa sobre a capacitação e o treinamento de pessoal para uso de geotecnologias aplicadas na caracterização de SAFs na região de Torres-RS, o qual vem contribuindo para o desenvolvimento do presente trabalho.

As geotecnologias podem permitir a execução destes trabalhos, mediante o uso de dados georreferenciados, uso de imagens obtidas pelo sensoriamento remoto, dentre outras fontes, que podem ser combinados em sistemas de informações geográficas (SIG). Um dos trabalhos mais impactantes sobre o uso de geotecnologias para caracterizar SA em SAFs é o desenvolvido por Bolf et al. (2012). Neste trabalho os autores correlacionaram variáveis espectrais e o estoque de carbono de biomassa aérea no complexo de SAFs da região de Tomé-Açu no Pará, sendo que as melhores correlações foram obtidas pelos índices de vegetação de razão simples e de diferença normalizada, em SAFs jovens, e pelos índices de vegetação complexos, em SAFs mais antigos.

Porém, são poucos os trabalhos que utilizam esta abordagem para mapear SAFs, devido as dificuldades relativas às pequenas áreas que estes ocupam dispersas na paisagem e também devido a dificuldade de diferenciá-los de outras formas de vegetação (MAZZA et al., 2000), a exemplo de capoeira e áreas em repouso, dentre outras. Outro possível limitante seria a dificuldade de distinguir as árvores contidas nos SAFs em relação aos demais elementos dos mesmos, a exemplo do que já foi descrito na literatura quanto à identificação e vetorização das mesmas em imagens que retratam outros usos da terra (LIMA NETO et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi selecionar SAFs que possuam maior densidade de árvores distribuídas o mais regularmente possível na área, resultado parcial descrito neste trabalho, de tal forma que propicie o uso de funções de Kernel e/ou interpolação por geoestatística para mapear variáveis relativas a serviços ambientais, sendo esta segunda parte ainda não desenvolvida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo abrange diversas áreas de SAFs silvibananeiros localizados na região de Torres, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, nos municípios de Três Cachoeiras, Morrinhos do Sul, Dom Pedro de Alcântara e Mampituba (**Figura 2**). A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa - FOD (IBGE, 2012). O clima é do tipo *Cfa*, subtropical úmido com verão quente, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 19°C, e médias mensais variando entre 15,3 e 24,5 °C. A precipitação média anual fica em torno de 1700 mm (EMBRAPA, 2011). Os solos dessa região são predominantemente da classe dos Argissolos, em locais bem drenados, e Gleissolos nos locais mal drenados (STRECK et al., 2008).

2.2 Metodologia

Foi utilizado um banco de dados georreferenciados cedido pelo Centro Ecológico, referente a um inventário realizado, entre os anos de 2010 a 2013, nas áreas de SAFs descritas. Foram coletados dados em unidades amostrais de 700 m², cujo ponto central foi georreferenciado com GPS de navegação 66 CSX da marca Garmin®. Também foram mapeados os perímetros das respectivas áreas com o mesmo equipamento (AMARAL et al., 2013). Nas parcelas foram obtidas informações sobre diversidade de espécies arbóreas, número de árvores, estoque de biomassa arbórea acima do solo e carbono estocado na mesma.

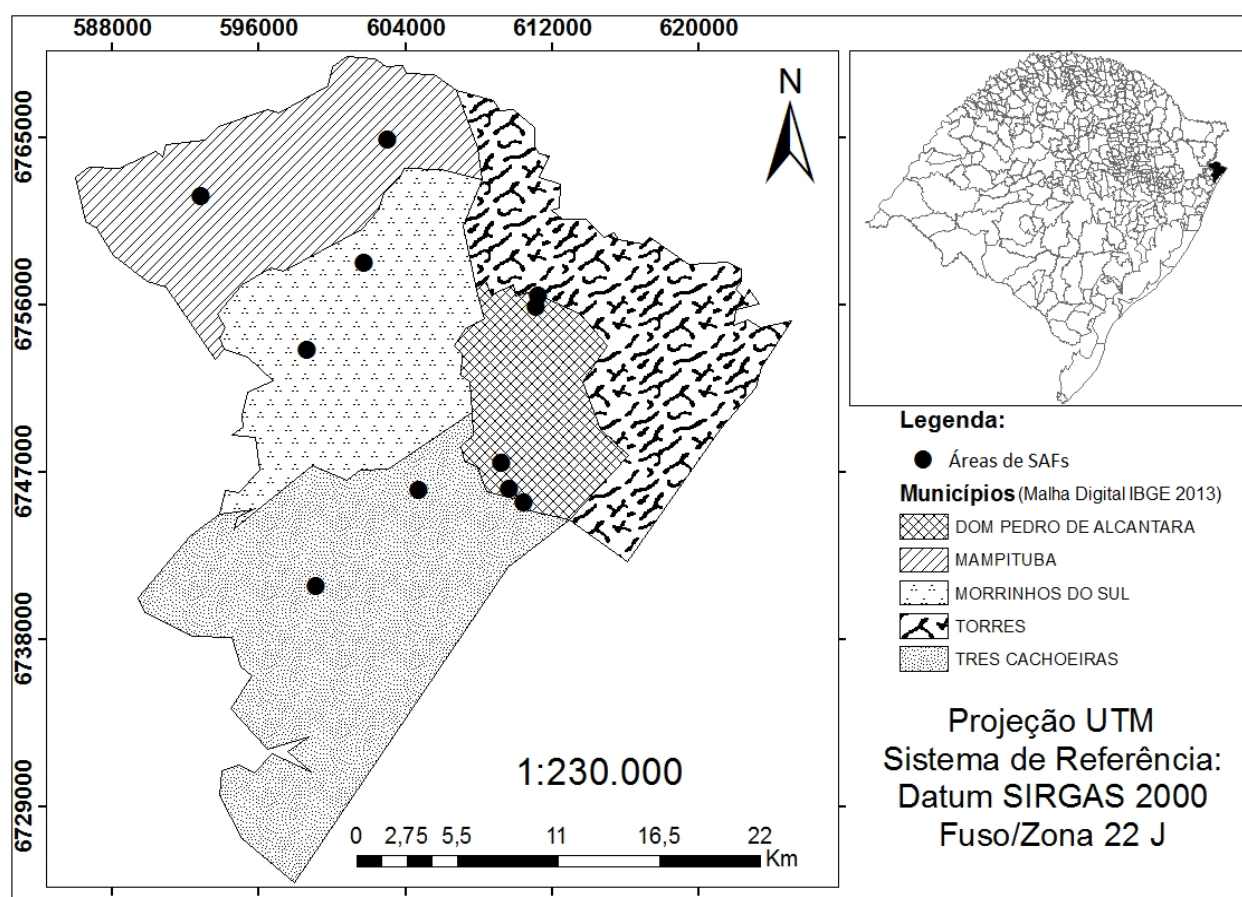


Fig. 2 - Mapa da Região de Torres, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, contendo a localização dos SAFs avaliados.

Fonte: Autores

Estes dados auxiliaram no presente trabalho, fornecendo a localização e o limite das áreas de SAFs, nas quais foram contabilizados o número total de árvores. As informações obtidas nas unidades amostrais foram utilizadas, juntamente com os novos dados gerados, para selecionar áreas de SAFs que atendessem os objetivos do trabalho.

Os limites foram originalmente descarregados do GPS utilizando o software Track Maker Profissional®, e salvos na extensão gtm. Posteriormente os mesmos foram exportados no formato shapefile para serem utilizados no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1®. As coordenadas eram do tipo planas e métricas, ou seja, projeção pelo Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM), referenciadas ao Datum o SAD 69.

Estes dados (limites dos SAFs por trilhas, e pontos das unidades amostrais) foram editados e atualizados no SIG, sendo convertidos em polígonos e identificados pelo nome dos respectivos proprietários. Também foram ajustados alguns erros de delimitação feitas com o GPS de navegação, com auxílio do mapa base, composto por imagens de diferentes resoluções espaciais, disponibilizado pelo ArcGIS 10.1. Imagens do aplicativo Google Earth também foram utilizadas como apoio ao processo de interpretação visual. Foi mantido o sistema de projeção UTM, mas o Datum utilizado foi convertido para o SIRGAS 2000. Em seguida calculou-se a área de cada SAF (A) através da ferramenta cálculo de geometria, disponibilizada na tabela de atributos contida no SIG.

Após esta etapa, foram utilizadas as imagens para vetorizar as árvores contidas nas áreas de SAFs com o uso de pontos, obtendo-se o número de árvores (N) nos mesmos. Com os dados de A e N foi calculada a densidade de árvores (D) nos respectivos SAFs, dada por:

$$D = N/A$$

Os SAFs foram agrupados em classes para densidade de árvores, com o uso do cálculo de classes de Sturges (K), dado por $K = 1 + 3,3 \cdot \log(n)$, onde n = número total de observações para D (FALCO, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A **Tabela 1** apresenta os dados obtidos com a metodologia empregada, juntamente com as informações sobre as áreas de SAFs descritas em Amaral et al. (2011; 2013), que auxiliaram a determinar as áreas mais propícias à atenderem os objetivos deste trabalho (aplicar funções de Kernel e/ou interpolação por geoestatística). Foi observado que os SAFs 5, 3 e 1 apresentaram as maiores densidades de árvores (D), sendo respectivamente de 78,31; 73,12 e 48,05. Ressalta-se ainda que os SAFs 3 e 5 estão dentre aqueles que possuem maior diversidade, biomassa e carbono para as árvores presentes nos respectivos sistemas.

Tab. 1 - Dados obtidos para os respectivos SAFs avaliados no trabalho.

SAFs	Proprietários	Município	A (ha)	N	D (N/ha)	H*	B*	C*
1	Valdeci Evaldt Steffen	Morrinhos do Sul	2,31	111	48,05	2,40	70,3	35,2
2	Antônio Borges Model	Dom Pedro de Alcântara	11,22	272	24,24	2,47	47,1	23,6
3	Tobias Fernandes	Três Cachoeiras	0,93	68	73,12	2,56	61,2	30,6
4	Sezimundo Jorge Cardoso	Dom Pedro de Alcântara	1,57	62	39,49	2,22	75,8	37,9
5	Sezimundo Jorge Cardoso	Dom Pedro de Alcântara	0,83	65	78,31			
6	Jacó da Luz	Dom Pedro de Alcântara	2,73	57	20,88	2,14	38,7	19,4
7	Jacó da Luz	Dom Pedro de Alcântara	6,76	198	29,29			
8	Jorge Evaldt Steffen	Morrinhos do Sul	1,78	53	29,78	0,90	97,0	48,5
9	José de Braz Borges	Mampituba	5,51	93	16,88	1,19	78,3	39,1
10	José da Rosa Scheffer	Três Cachoeiras	1,53	40	26,14	1,65	72,0	36,0
11	Altemir Silveira da Costa	Mampituba	7,00	69	9,86	1,10	20,8	43,5

Legenda: SAFs - sistemas agroflorestais; A - área; N - número de árvores; D - densidade; H - diversidade de Shannon; B - biomassa arbórea acima do solo; C - carbono estocado em B; * - dados oriundos das unidades amostrais. Fonte: Amaral et al. (2013).

A **Tabela 2** apresenta os SAFs organizados em classes para a densidade de árvores encontrada. Nesta tabela é possível verificar que os SAFs 3, 5 e 1 fazem parte, respectivamente, das classes 5 e 3. Já na **Figura 3** são apresentadas as áreas com maior densidade de árvores.

Tab. 2 - Classes de densidade de árvores para os SAFs avaliados.

Classes	Li	Ls	N	SAFs
1	9,8633	25,2926	4	2, 6, 9 e 11
2	25,2926	40,7219	4	4, 7, 8 e 10
3	40,7219	56,1512	1	1
4	56,1512	71,5805	0	-
5	71,5805	87,0097	2	3 e 5

Legenda: Li - limite inferior; Ls - limite superior; N - quantidade de SAFs por classes.

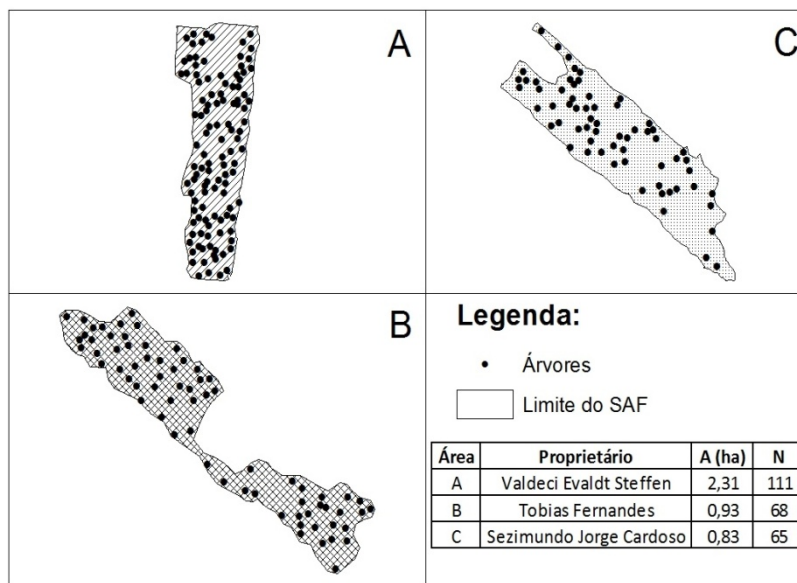


Fig. 3 - Áreas de SAFs propícias para aplicação de funções de Kernel ou interpolação por geoestatística.
Fonte: Autores

Com base na análise dos dados de densidade (D) da **Tabela 1**, das classes apresentadas na **Tabela 2**, bem como do formato das áreas de SAFs e distribuição espacial das árvores (**Figura 3**), as áreas de SAFs dos proprietários Valdeci Evaldt Steffen (A), Tobias Fernandes (B) e Sezimundo Jorge Cardoso (C) foram as que se mostraram mais propícias para o uso de funções de Kernel ou interpolação por geoestatística. Essas três áreas de SAFs apresentaram maior adequação ao objetivo imposto ao trabalho. Destas, pode-se notar que a área A teve uma melhor resposta em relação ao objetivo proposto, por ter apresentado forma e distribuição das árvores mais regulares em relação às demais. Isso pode permitir a aplicação futura dos métodos de Kernel e/ou interpolação por geoestatística para mapear serviços ambientais.

No uso desta metodologia foram encontradas, em certos momentos, dificuldades de identificação e vetorização das árvores, relativas à diferenciação das mesmas em relação aos demais elementos vegetais que compõem os SAFs, como por exemplo, as bananeiras, dentre outros. Outra grande dificuldade encontrada durante o estudo foi a existência de poucas bibliografias ou referências relacionadas ao método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho.

Segundo Lima Neto et al. (2010) os arbustos ou árvores com copas pequenas tornam difícil sua identificação em imagens contidas no ambiente SIG. Outro fator limitante é a proximidade de plantios, uma vez que as árvores com copas sobrepostas dificultam ao operador do SIG a discretização da informação. Os autores citam ainda, que as sombras geram uma tonalidade escura nas imagens que interferem na quantificação das árvores. Estas dificuldades enfrentadas foram fatores negativos ocorridos durante o desenvolvimento deste trabalho, principalmente quanto à sobreposição das copas das árvores, que dificultavam na vetorização das mesmas nas áreas de SAFs. No entanto, foi possível selecionar áreas de SAFs onde a segunda parte deste trabalho possa ser desenvolvida.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos do trabalho foram alcançados, mesmo havendo dificuldades no emprego da metodologia elaborada. Foi possível selecionar três áreas com potencial para aplicação de funções de Kernel e/ou interpolação por geoestatística para caracterizar serviços ambientais em

SAFs silvibananeiros na região de Torres, Rio Grande do Sul.

A partir destas informações um novo inventário florestal georreferenciado será realizado na sequência deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. P. et al. Serviços ambientais em SAFs na Região de Torres, RS, Brasil. In: 2013. Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. **Anais ...**, SBSAF/CPLAC, Ilhéus, 2011.

AMARAL, L. P. et al. **Caderno de resumos:** Projeto agricultura ecológica e serviços socioambientais. Fundação Rureco: Guarapuava, 2013a, 43p.

AMARAL, L. P. et al. Estimativa de biomassa e carbono arbóreo acima do solo e diversidade em sistemas agroflorestais com banana e juçara no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. In: 8., Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. **Anais ...**, UFRA, Belém, 2011.

BOLF, E. L.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, M. C. Correlação de variáveis espectrais e estoque de carbono da biomassa aérea de sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1261-1269, 2012.

DA SILVA, D. T. L. Pagamento por serviços ambientais: alternativa para o desenvolvimento sustentável da região Bragantina do Estado de São Paulo. **Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p.1-8, 2010.

EMBRAPA. **Atlas climático da região sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado/Embrapa Florestas, Brasil. 2011.

FALCO, J. G. **Estatística aplicada**. Ed. UFMT/UFPR, Cuiabá/Curitiba, 2008, 92 p. Disponível em:<http://ftp.comprasnet.se.gov.br/sead/licitacoes/Pregoes2011/PE091/Anexos/servi%E7o_publico_modulo_I/estatistica/Estatistica%20Aplicada.pdf>. Acesso em 23 de jul. de 2014.

IBGE. **Malha digital dos municípios do Rio Grande do Sul, 2013**. Disponível em:<http://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?u=geoftp.ibge.gov.br/malhas_digital/s/municipio_2013/rs.zip>. Acesso em 30 de jun. de 2014.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 92p.

MAZZA, C. A. S.; BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. **Distribuição espacial da bracatinga na região metropolitana de Curitiba com imagens de satélite LANDSAT**. EMBRAPA FLORESTAS, Colombo, 2000, 22p.

NUNES, P.; VIVAN, J. L. **Florestas, sistemas agroflorestais e seus serviços ambientais e econômicos em Juruena-MT**. 1. ed. Cuiabá: Projeto Poço de Carbono Juruena/ADERJUR, 2011, 40p.

SANTOS, A. R. et al. **Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais**. Alegre: CAUFES, 2012, 249p.

SCHROTH, G. et al **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. Washington: Island Press, 2004. 524p.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais: Conceitos e métodos**. 1. ed. Itabuna: SBSAF, 2013, 308p.

SINISGALLI, P. A. A. Pagamento por serviços ambientais. 11. Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, Nova Prata, 2012. **Anais do ...**. Nova Prata, 2012, 32p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008, 222p.

VIVAN, J. L. Estudo de casos no pólo Mata Atlântica, Litoral Norte do Rio Grande do Sul. 2010, In: _____ (Org.). **O papel dos sistemas agroflorestais para usos sustentáveis da terra e políticas públicas relacionadas**. Relatório síntese e estudos de caso – Parte I. n. 1, Brasília: MMA, 2010, p. 91-120.

USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O MONITORAMENTO DO MOSQUITO *Aedes aegypti* NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA – RS

Use of geographic information system for monitoring mosquito aedes aegypti the municipality of Santa Maria – RS

Matheus Plein Ziegler¹, Jonatas Giovani Silva Aimon², Lúcio de Paula Amaral³

UFSM, Av. Roraima, 1000, 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil, matheuspiegler@gmail.com;
jg.aimon@hotmail.com; lpamaralengflorestal@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo auxiliar o monitoramento e controle da ocorrência do mosquito vetor da Dengue na área urbana do município de Santa Maria, através da criação de um banco de dados georreferenciado. O Sistema de Informações Geográficas é capaz de facilitar o sistema de cadastro de pontos de controle e efetuar consultas espaciais, fornecendo assim uma importante ferramenta no campo da saúde pública. O método utilizado foi elaborado para utilizar os dados da Vigilância Ambiental em Saúde (VAS) do município, georreferenciando pontos de interesse para então processá-los no software livre QGIS, obtendo mapas temáticos capazes de auxiliar na tomada de decisões. Como resultados, o banco de dados geográfico foi feito para ser a base fundamental do trabalho e, através dele, foram confeccionados mapas de localização de pontos de interesse como: Armadilhas (PAR), Pontos Estratégicos (PE) e focos. Diante disso, podemos evidenciar a importância do uso de dados georreferenciados na área da saúde pública e concluir que a união de diferentes áreas proporciona melhores resultados para a gestão pública.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica, Geotecnologias, Saúde Pública.

ABSTRACT

This work aims to assist in monitoring and controlling the occurrence of the mosquitoes that transmit dengue. In the urban area of the city of Santa Maria, through the creation of a geo-referenced database. The Geographic Information System is able to facilitate the registration system of checkpoints and perform spatial queries, providing an important tool in the field of public health. The method used was designed to use data from the Environmental Health (EHS) Surveillance of the city, georeferencing points of interest and then process them in QGIS that it's a free software, obtaining thematic maps assisting in the take of decisions. As a result the geographic database was designed to be the base of the work and through it, maps of location points of interest and were made as: Traps, strategic points and locations. We can see the importance of the use of georeferenced data in the area of public health and to conclude that the union of different areas provides better results for the public administration.

Keywords: Geographic Information System, Geotechnology, Public Health.

1. INTRODUÇÃO

A coleta e organização de dados geográficos para fins de mapeamento, para demonstrar a espacialização de recursos minerais, animais, epidemias, entre outros, até bem pouco tempo atrás era realizada exclusivamente em documentos e mapas de papel. Isto limitava o cruzamento de mais de uma informação contida em um mapa, dificultando a análise de um determinado fenômeno.

Com o desenvolvimento da tecnologia da informática, o Geoprocessamento surgiu como uma ferramenta essencial para unir dados oriundos de diferentes níveis de obtenção, a fim de obter resultados que representem com mais fidelidade os eventos que ocorrem na superfície terrestre, fornecendo assim um produto georreferenciado que contribui na análise, interpretação e compreensão

de um fenômeno geográfico qualquer. Segundo Câmara (CÂMARA; DAVIS, 2001) o Geoprocessamento é a disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. O Geoprocessamento é um conjunto de técnicas que permite gerenciar e organizar dados, fornecendo um produto espacializado para contribuir na análise de um fenômeno qualquer. Hoje esta área compõe um importante ramo da ciência da informação geográfica (LONGLEY et al., 2013).

O presente artigo expõe o que está sendo trabalhado no projeto de extensão intitulado “Geotecnologias Aplicadas no Controle de Focos do Mosquito *Aedes Aegypti* no Município de Santa Maria / RS“. O projeto iniciou em abril de 2014 e vem atuando de forma integrada com o Instituto de Planejamento de Santa Maria – IPLAN e a Vigilância Ambiental em Saúde – VAS (Secretaria de Saúde de Santa Maria), auxiliando no processo de georreferenciamento e criação de um SIG, para a localização de PAR, PE e focos do mosquito *Aedes egypti*. Este trabalho deseja auxiliar no monitoramento e controle ao mosquito transmissor de doenças virais como Febre Amarela, Febre Chikungunya e Dengue, através do uso de geotecnologias livres. O município de Santa Maria atualmente encontra-se na situação de município infestado pelo mosquito de dengue, o que faz com que a VAS, órgão de saúde responsável, tenha um plano de contingência ao vetor da doença, já que até o momento apenas medidas preventivas são o meio de se evitar a Dengue.

O termo SIG é aplicado para sistemas que tratam computacionalmente dados geográficos e informações com características alfanuméricas, possibilitando ao usuário uma interação entre diversos níveis e tipos de informação. Para Câmara (2001), um SIG é uma ferramenta computacional a serviço do Geoprocessamento, permitindo realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados, tornando ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

2. OBJETIVOS

O trabalho tem como proposta criar uma ferramenta desenvolvida em Software Livre para auxiliar no monitoramento da ocorrência do mosquito *Aedes aegypti* na cidade de Santa Maria – RS.

Fazem parte dos objetivos específicos:

- Auxiliar os meios de atualização e preenchimento do cadastro atual realizado pela VAS;
- Mapear pontos de interesse como PAR alocadas pelos agentes de saúde, PE e focos, a fim de gerar informações que permitam elaborar a melhor forma de controlar a ocorrência do mosquito *Aedes aegypti*;
- Oferecer aos órgãos públicos uma ferramenta gratuita que torne viável a execução do cadastro de informações georreferenciadas, para facilitar a visualização e procura dos pontos de interesse.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desenvolvida neste trabalho foi planejada para ser compreendida pelo público alvo, os agentes da VAS, para auxiliar na gestão de informações por eles obtidas.

Os agentes da VAS realizam inspeções em armadilhas feitas de pneu, e em PE que são locais como: sucatas, borracharias, cemitérios, e outros locais a céu aberto com materiais que acumulem água da chuva, com a finalidade de monitorar a ocorrência e consequentemente, o avanço do vetor pela cidade traçando metas e ações de controle.

A coleta de todos os pontos de interesse, PE e PAR, foi realizada com receptor de navegação GPS (Global Position System) por agentes da VAS. Após todos os pontos serem coletados e descarregados no computador, suas coordenadas foram adicionadas em planilha Microsoft Office Excel 2010[®]. Estas coordenadas foram inseridas uma a uma, em outra tabela contendo informações como endereço, descrição do local e bairro. Este cruzamento de informações foi realizado com o intuito de atribuir a coordenada certa para o seu ponto correspondente no banco de dados criado pela VAS. O banco de dados foi montado em planilha

eletrônica devido à facilidade de uso e atualização pelos funcionários da VAS, já que o trabalho em desenvolvimento visa capacitá-los para dar prosseguimento ao método criado.

O controle dos locais que estão localizados os PE e PAR, a ocorrência de focos do mosquito, e também dados anotados referentes às inspeções realizadas pelos agentes de saúde, podem ser melhor visualizados e gerenciados se forem plotados em um SIG, pois consultas e análises espaciais podem ser feitas de forma georreferenciada, e assim, diversos produtos cartográficos podem ser obtidos a partir disso.

Após este cruzamento de informações, onde cada ponto foi georreferenciado com sua coordenada real, foi criado no software livre QGIS um arquivo shapefile dos pontos de interesse. Este tipo de arquivo permite que consultas espaciais sejam realizadas, já que cada ponto terá as informações cadastradas no banco de dados. Esta ação fornece a localização exata da informação coletada, o que contribui com uma melhor visualização, reorganização e gerenciamento dos dados armazenados.

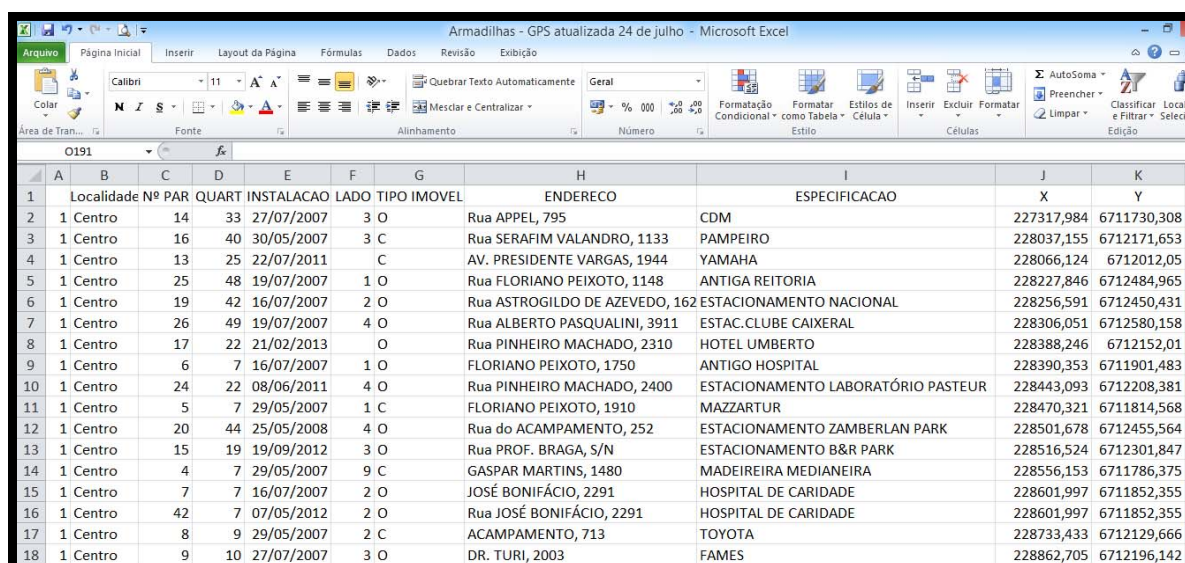
Após a geração do arquivo shapefile, foi criado um arquivo Keyhole Markup Language (kml) para consulta no software Google Earth® com a finalidade de facilitar a visualização dos pontos pelos agentes da VAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o cadastro de todos os pontos de interesse no banco de dados, contendo informações necessárias para eventuais consultas futuras, foi possível criar mapas temáticos de localização de PAR e PE, além da ocorrência de focos por bairro no período de janeiro a junho de 2014.

Foram plotados 143 pontos referentes à PAR, e também 143 pontos referentes à PE. A espacialização destes pontos de interesse forneceu uma visualização espacial da atual situação destes. Com esta atividade foi possível verificar, até o momento com os dados disponíveis, a distribuição dos pontos na área urbana da cidade e permitindo análises mais específicas de quais regiões necessitam de maior vigilância, por exemplo, tanto no aspecto de quantidade de pontos de controle como também pelo número de ocorrências de focos. É importante ressaltar que estas informações geradas podem ser aprofundadas, com a possibilidade de execução de consultas espaciais e análises que poderão contribuir com o trabalho desenvolvido pela VAS, e consequentemente com a prevenção do vetor na cidade.

A **figura 1** mostra o modelo de planilha utilizada para a criação e atualização do banco de dados geográfico.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Localidade Nº PAR	QUART	INSTALACAO	LADO	TIPO	IMOVEL	ENDEREÇO	ESPECIFICACAO	X	Y
1											
2	1	Centro	14	33	27/07/2007	3	O	Rua APPEL, 795	CDM	227317,984	6711730,308
3	1	Centro	16	40	30/05/2007	3	C	Rua SERAFIM VALANDRO, 1133	PAMPEIRO	228037,155	6712171,653
4	1	Centro	13	25	22/07/2011		C	AV. PRESIDENTE VARGAS, 1944	YAMAHA	228066,124	6712012,05
5	1	Centro	25	48	19/07/2007	1	O	Rua FLORIANO PEIXOTO, 1148	ANTIGA REITORIA	228227,846	6712484,965
6	1	Centro	19	42	16/07/2007	2	O	Rua ASTROGILDO DE AZEVEDO, 162	ESTACIONAMENTO NACIONAL	228256,591	6712450,431
7	1	Centro	26	49	19/07/2007	4	O	Rua ALBERTO PASQUALINI, 3911	ESTAC. CLUBE CAIXERAL	228306,051	6712580,158
8	1	Centro	17	22	21/02/2013		O	Rua PINHEIRO MACHADO, 2310	HOTEL UMBERTO	228388,246	6712152,01
9	1	Centro	6	7	16/07/2007	1	O	FLORIANO PEIXOTO, 1750	ANTIGO HOSPITAL	228390,353	6711901,483
10	1	Centro	24	22	08/06/2011	4	O	Rua PINHEIRO MACHADO, 2400	ESTACIONAMENTO LABORATÓRIO PASTEUR	228443,093	6712208,381
11	1	Centro	5	7	29/05/2007	1	C	FLORIANO PEIXOTO, 1910	MAZZARTUR	228470,321	6711814,568
12	1	Centro	20	44	25/05/2008	4	O	Rua do ACAMPAMENTO, 252	ESTACIONAMENTO ZAMBERLAN PARK	228501,678	6712455,564
13	1	Centro	15	19	19/09/2012	3	O	Rua PROF. BRAGA, S/N	ESTACIONAMENTO B&R PARK	228516,524	6712301,847
14	1	Centro	4	7	29/05/2007	9	C	GASPAR MARTINS, 1480	MADEIREIRA MEDIANEIRA	228556,153	6711786,375
15	1	Centro	7	7	16/07/2007	2	O	JOSÉ BONIFÁCIO, 2291	HOSPITAL DE CARIDADE	228601,997	6711852,355
16	1	Centro	42	7	07/05/2012	2	O	Rua JOSÉ BONIFÁCIO, 2291	HOSPITAL DE CARIDADE	228601,997	6711852,355
17	1	Centro	8	9	29/05/2007	2	C	ACAMPAMENTO, 713	TOYOTA	228733,433	6712129,666
18	1	Centro	9	10	27/07/2007	3	O	DR. TURI, 2003	FAMES	228862,705	6712196,142

Fig.1 – Planilha utilizada para cadastro e atualização de PAR.

Após o processo de criação do banco de dados, o processo para a inserção de pontos no SIG através de dados da planilha consiste na adição de uma camada de texto delimitado no software QGIS. Após a plotagem desses pontos no sistema, foi possível salvá-los em formato shapefile para realizar as análises escolhidas para este estudo.

A **figura 2** mostra o mapa de localização parcial de PAR, onde foram plotados no SIG 143 pontos. Devido ao processo de cruzamento de informações e mudanças na localização de alguns pontos, até o momento não foi possível a inserção total dos dados de PAR no sistema.

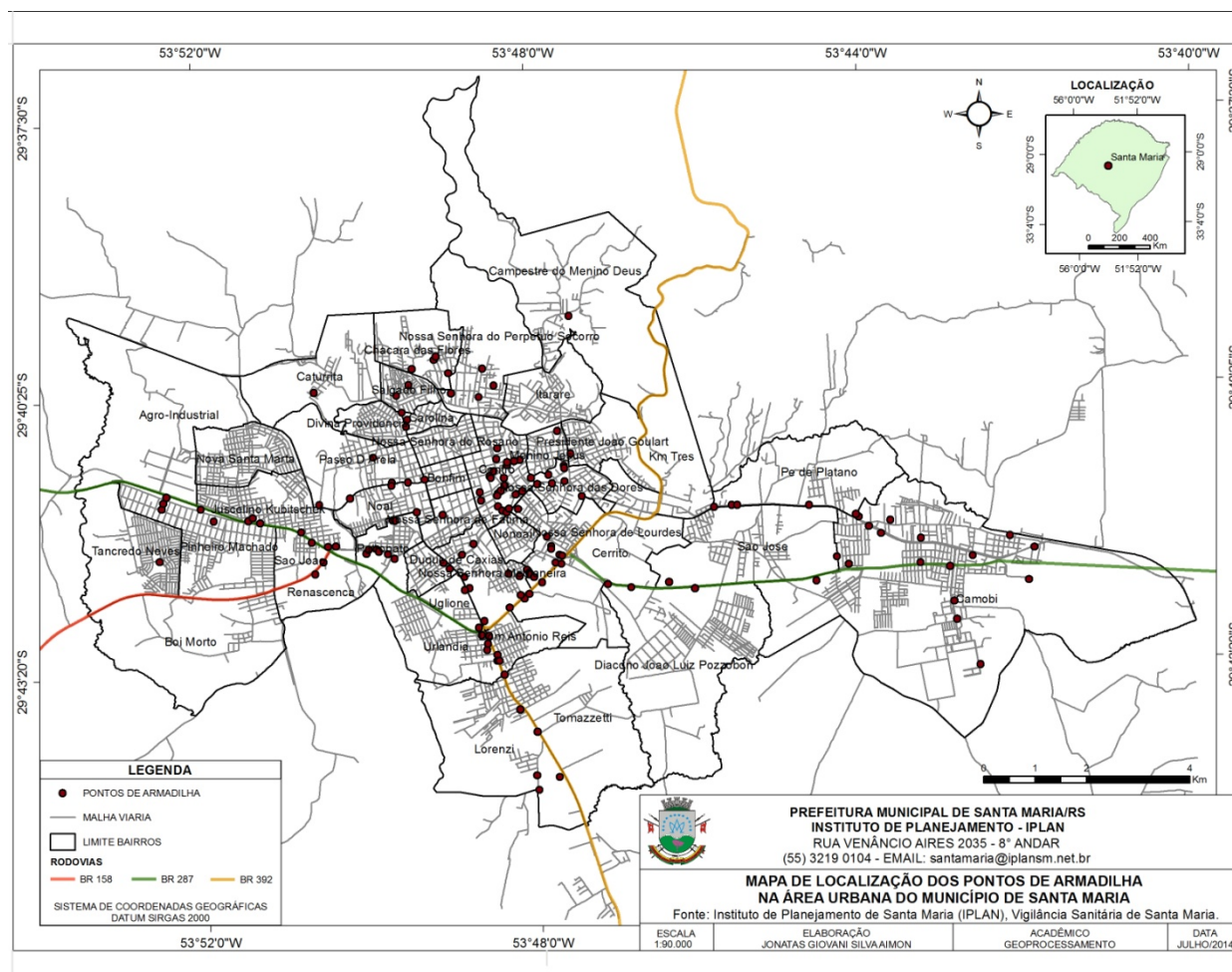


Fig. 2 – Mapa de localização de PAR, no município de Santa Maria / RS.

Os pontos de armadilha são colocados em locais próximos a rodovias e locais onde o vetor possa circular, tendo a finalidade de fornecer dados de observação a fim de perceber a propagação do vetor na área de estudo.

A **figura 3**, a exemplo do mapa de PAR, mostra a localização parcial de PE, onde foram inseridos no sistema 143 pontos.

Os pontos estratégicos são locais como cemitérios, borracharias, depósitos de materiais de construção, sucatas, transportadoras, e outros locais a céu aberto que possam concentrar materiais que acumulem água da chuva, além de locais com grande circulação de veículos e pessoas. Estes locais citados se encontram dentro do perímetro urbano da cidade, e estão cadastrados no banco de dados, sendo visitados quinzenalmente pelos agentes da VAS.

O mapeamento de todos os PE é essencial para o monitoramento da situação não só desses pontos individualmente, mas também da área entorno. Muitos locais estão localizados próximos a residências e o desenvolvimento de focos representa risco para as populações vizinhas. A visita nesses locais, realizada pelos agentes de saúde, bem como a atualização no

SIG com a informação e localização corretas, é uma ferramenta importante para auxiliar no monitoramento do vetor na área urbana da cidade.

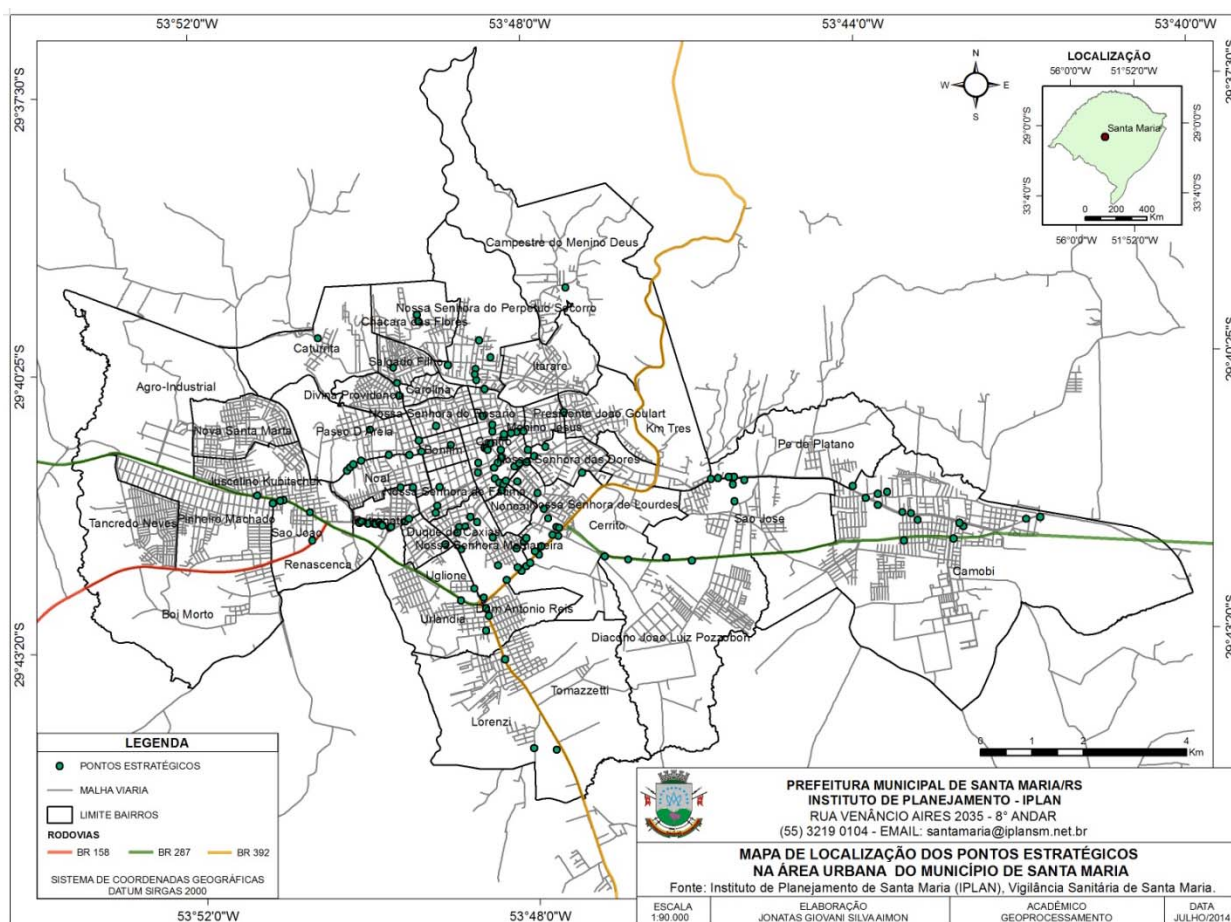


Fig. 3 - Mapa de localização de PE, no município de Santa Maria / RS.

A seguir, a **figura 4** mostra a quantidade de focos encontrados em cada bairro da cidade de Santa Maria, no mês de janeiro de 2014. Este tipo de análise por polígonos, diferente dos mapas de localização de PAR e PE que é feita através de pontos, possibilita determinar ao longo dos meses os bairros mais problemáticos.

Como podemos perceber na **figura 4**, cinco bairros registraram a ocorrência do vetor, e todos se localizam nas margens de rodovias, onde há grande circulação de veículos. O bairro Nossa Senhora de Lourdes foi o que mais registrou focos no mês de janeiro na cidade.

A seguir, na **figura 5** observamos um aumento de focos no bairro Medianeira no mês de fevereiro, vizinho do bairro Nossa Senhora de Lourdes que já apresentou ocorrência do vetor no mês anterior. O mapa da **figura 6** mostra o mês de março, onde foi o mês onde o vetor ocorreu em mais bairros no 1º semestre do ano, totalizando 10 bairros. O caso mais preocupante foi o do bairro Juscelino Kubistchek, que apresentou mais de 20 focos do mosquito.

Na **figura 7**, temos o bairro Nossa Senhora de Lourdes onde no mês de abril foi o com mais focos registrados no 1º semestre. A **figura 8** mostra o mês de maio onde o bairro Medianeira registrou mais de 20 focos. Com a aproximação do inverno, e consequentemente temperaturas mais baixas, notamos uma diminuição de casos no mês de junho na cidade como um todo (**figura 9**). Além da quantidade de bairros com algum foco ter diminuído, os bairros individualmente, tiveram registrados números mais baixos de ocorrências, sendo que todos ficaram abaixo de 10.

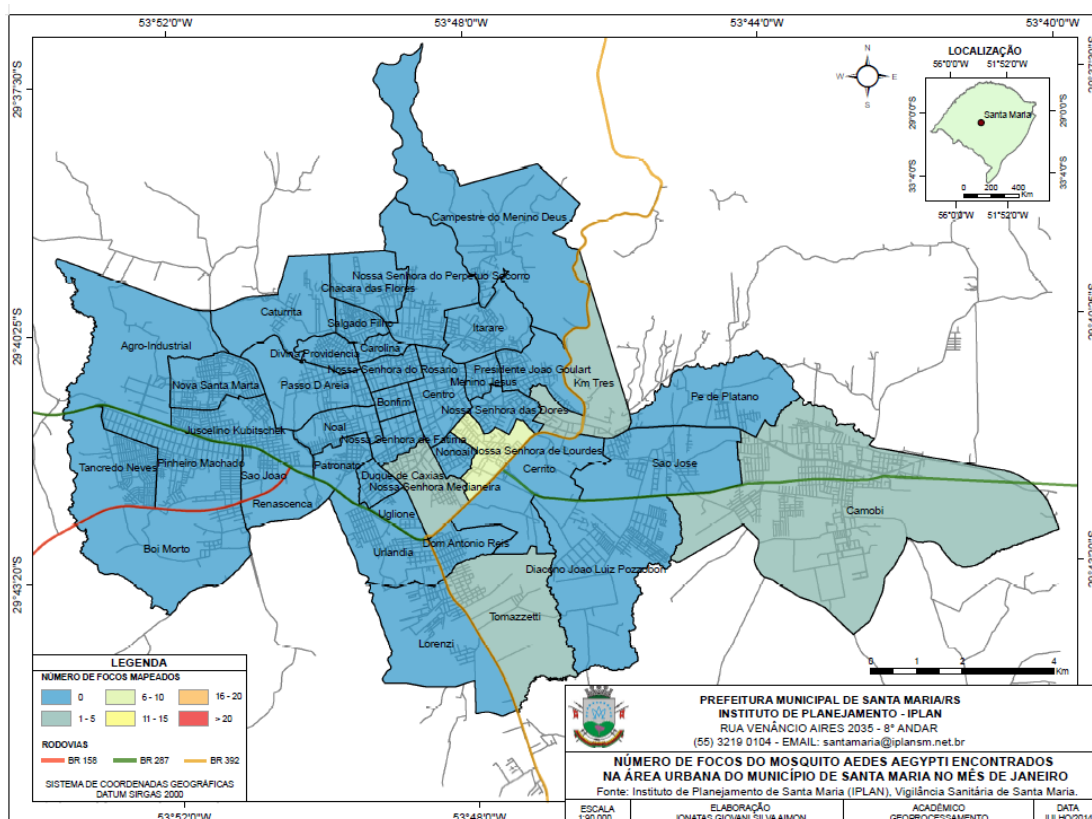


Fig. 4 – Mapa de quantidade de focos nos bairros da zona urbana da cidade de Santa Maria/RS no mês de janeiro de 2014.

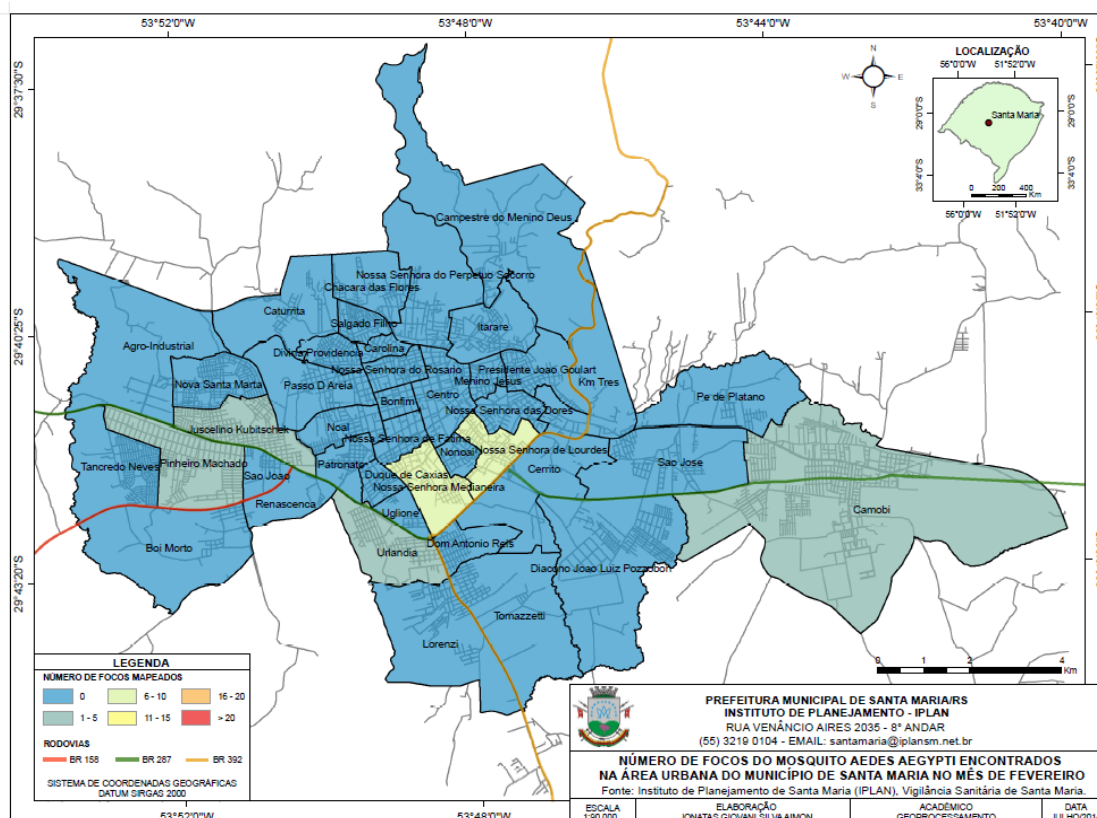


Fig. 5 – Mapa de quantidade de focos nos bairros da zona urbana da cidade de Santa Maria/RS no mês de fevereiro de 2014.

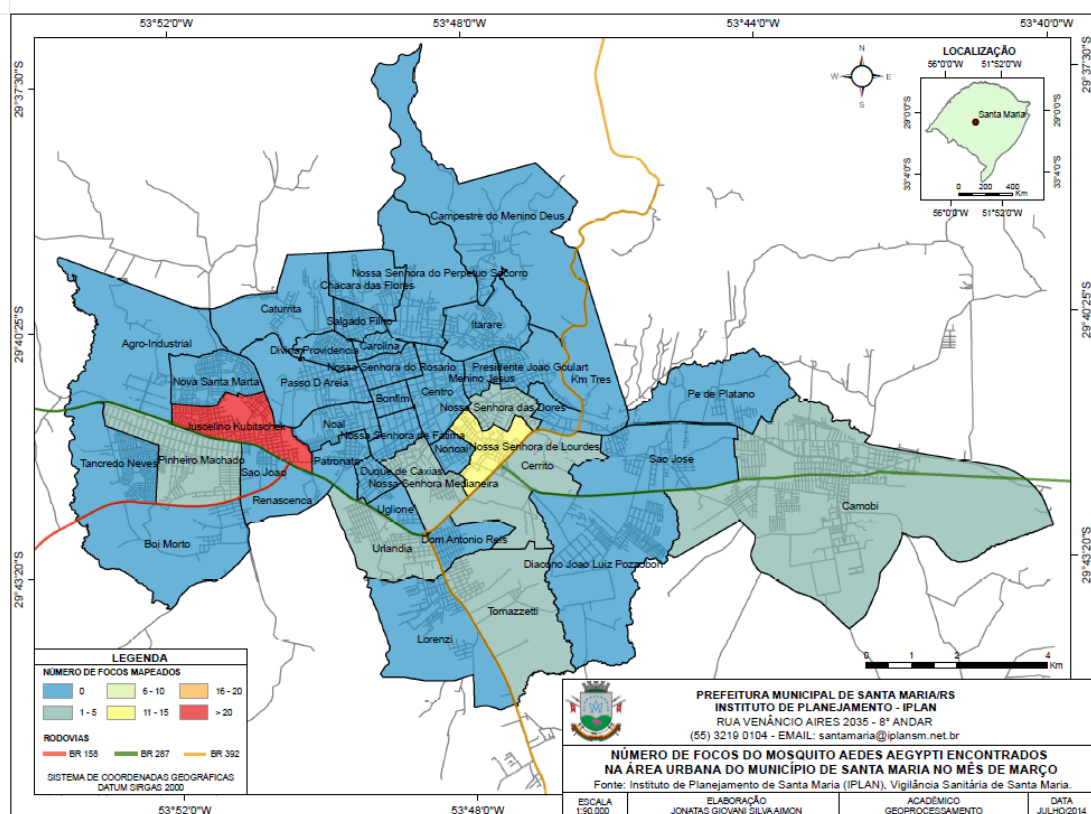


Fig. 6 – Mapa de quantidade de focos nos bairros da zona urbana da cidade de Santa Maria/RS no mês de março de 2014.

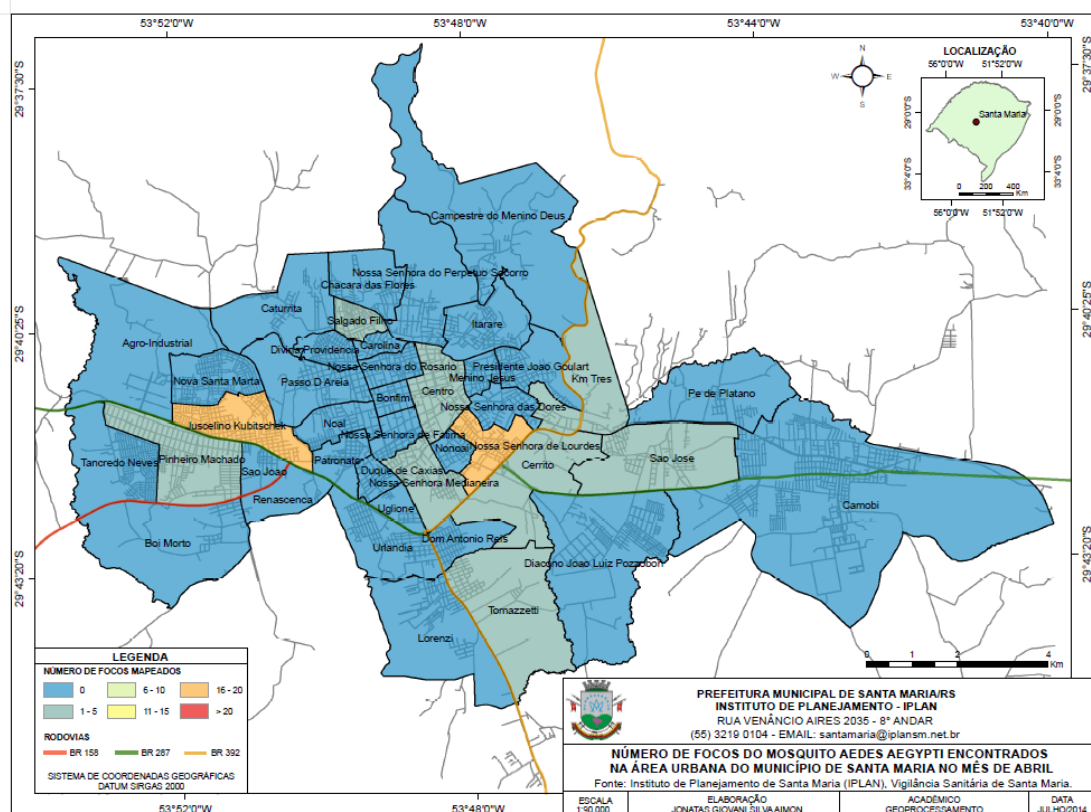
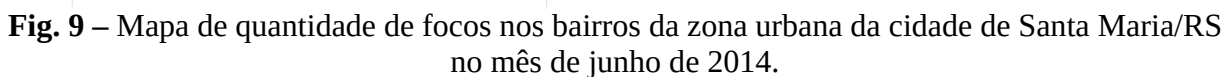
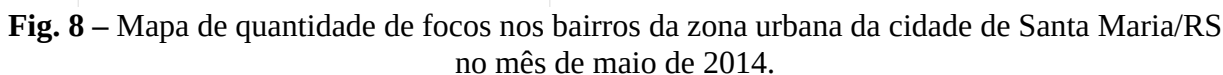


Fig. 7 – Mapa de quantidade de focos nos bairros da zona urbana da cidade de Santa Maria/RS no mês de abril de 2014.



De um modo geral podemos observar que dois bairros registraram focos em todos os meses do 1º semestre do ano de 2014: Nossa Senhora de Lourdes e Medianeira. Isso ocorre porque esses dois bairros localizam-se às margens de uma rodovia com grande circulação de veículos, já que o vetor pode ser transportado em forma de ovo ou larva, em poças de água em partes da carroceria do veículo. Além disso, há uma concentração muito grande de locais propensos a acumular água da chuva como: sucatas, transportadoras, o Presídio Regional, e também a Rodoviária, que é um ponto de circulação de ônibus, mas que também oferece risco às pessoas que embarcam e desembarcam todos os dias.

Os mapas mostram de forma clara e intuitiva dados que acabam comprovando o que a equipe de monitoramento da VAS havia constatado, através de suas atividades a campo. Com estes resultados fica comprovada a eficácia do uso de SIG no gerenciamento destas informações na área de saúde pública, pois os dados já coletados por uma equipe especializada são reorganizados e expostos de outra forma, através de planilhas e mapas, facilitando a visualização e consultas espaciais.

5. CONCLUSÕES

Diante do exposto fica evidente a importância do uso de técnicas de geoprocessamento nas rotinas de ações da VAS. O objetivo inicial traçado, foi alcançado neste breve período de projeto. Isso ocorreu porque se buscou desenvolver uma metodologia que utilizasse os dados já existentes e reorganizasse-os gerando um material gráfico visualmente atrativo, facilitando assim sua análise.

Com o georreferenciamento das informações, foi possível mapear pontos de interesse proporcionando aos responsáveis pela tomada de decisões uma análise mais interessante dos dados obtidos, mostrando os resultados não apenas em valores absolutos, mas também com a localização dos eventos, algo tão importante no estudo de epidemias em geral. Dependendo da movimentação do vetor na área de estudo, os mapas gerados darão embasamento para estudos mais aprofundados que levem em consideração outras variáveis que tenham correlação com a localização espacial do vetor.

O banco de dados geográfico que foi criado encontra-se em constante atualização, e análises a posteriori contribuirão ainda mais com a identificação de padrões do vetor e na tomada de decisão, já que o setor responsável pela vigilância sanitária da cidade sofre com a escassez de recursos materiais e humanos.

AGRADECIMENTOS

Ao Colégio Politécnico da UFSM, por participar deste trabalho disponibilizando equipamentos para treinamento dos funcionários da VAS, e por também ter aprovado o projeto de extensão n. 036974: “Uso de geotecnologias no controle de Focos do mosquito *Aedes aegypti* no município de Santa Maria-RS”, dos quais os autores são integrantes.

Ao Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN), que forneceu os dados geográficos atualizados da cidade, bem como todo o suporte necessário para a montagem do SIG, o que inclui desde o treinamento para o uso de GPS, até sugestões para o melhor aproveitamento das informações na modelagem do banco de dados geográfico.

À Vigilância Ambiental em Saúde (VAS) pela disponibilidade e apoio em fornecer todos os dados cadastrais necessários para o trabalho, e paciência em estar sempre à disposição para questionamentos e explicações pertinentes às informações cadastrais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 07 junho de 2014.
- SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental** – Aplicações. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004.
- SANTOS, M. L. F. et al. Aplicação de Geotecnologias na Informatização do Cemitério Santa Catarina, João Pessoa-PB. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4., 2009, Belém. **Anais...** Belém: 2009.
- DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.
- LONGLEY P. et al. **Sistemas e Ciência da informação Geográfica**. 3 ed., Bookman: Porto Alegre, 2013, 540p
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Abordagens espaciais na saúde pública** / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M.Santos, Christovam Barcellos, organizadores. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 136 p. : il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 1)
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública** / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M. Santos, Reinaldo Souza-Santos, organizadores. - Brasília : Ministério da Saúde, 2007. 148 p. : il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 2)
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública** / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M. Santos, Wayner V. Souza, organizadores. - Brasília : Ministério da Saúde, 2007. 120 p. : il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 3)
- ESTALLO, E. L.; MÁS, G.; VERGARA-CID, C.; LANFRI, M. A.; LUDUEÑA-ALMEIDA, F.; et al. (2013) **Spatial Patterns of High Aedes aegypti Oviposition Activity in Northwestern Argentina**. Argentina. PLoS ONE 8(1): e54167. doi:10.1371/journal.pone.0054167
- SARFRAZ et al. **Analyzing the spatio-temporal relationship between dengue vector larval density and land-use using factor analysis and spatial ring mapping** BMC Public Health 2012, 12:853. Disponível em < <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/853> > Acesso em: 15/09/2014