

## Situação ambiental do campus da UFSM de Frederico Westphalen, RS

Fábio Marcelo Breunig<sup>1</sup>  
Rafaelo Balbinot<sup>1</sup>  
Rafael Vendruscolo<sup>1</sup>  
Renato Beppler Spohr<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. CESNORS - Linha Sete de Setembro s/n - BR386 KM40. CEP 98400-000 - Frederico Westphalen, RS, Brasil.

breunig@ufsm.br; rbalbinot@smail.ufsm.br; eng.rafaelvendruscolo@gmail.com; renatospohr@smail.ufsm.br

**Abstract.** Land use and cover characterization represents one of the most popular applications of remote sensing and geographic information systems (GIS). In this paper we aimed to perform the land use and cover of Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) campus located in the municipality of Frederico Westphalen and identify the main land use conflicts within the campus considering two legal preservation buffers. The study area is located in the northwestern of Rio Grande do Sul State, in South of Brazil. Mapping procedures were based on Worldview-2 orthorectified image visual image interpretation. This image was acquired in November 2012. Complementary Landsat-5 Thematic Mapper images were used. The drainages were extracted from topographic charts, modified SRTM digital terrain model (TOPOPODATA) and Global Digital Elevation Map (GDEM) sensor Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASRTER). The computational work was performed in the SPRING and ENVI software. The preservation area was evaluated by 15 and 30 meters buffers. The results showed that around 27% and 20% of permanent preservation areas (APPs) presented environmental conflict regarding its current land use and cover, considering buffers of 30 and 15 meters, respectively. The major conflicts were related to agricultural areas and experimental field within the APPs. Furthermore, the present results allowed the definition of the first recuperation procedures. New studies are necessary to evaluate the Brazil actual forest legislation in the campus.

**Keywords:** remotesensing, forest, GIS,vegetation, sensoriamento remoto, engenharia florestal, SIG, vegetação.

### 1. Introdução

Entre as áreas que mais tem apresentado avanços nos últimos anos destaca-se a relacionada a soluções espaciais geradas com o auxílio das geotecnologias (Gewin, 2004). Nesse contexto, podemos incluir os sistemas de informações geográficas (SIGs), imagens de satélites, sistemas de posicionamento por satélites (GNSS), conjunto hardware e software voltados a processamento e gerenciamento de bancos de dados geográficos, engenharia aeroespacial e o desenvolvimento de aplicações para os diversos mercados que fazem uso de informações espaciais (Batemanetal., 2002; Oliveira et al., 2003; Rosa, 2005). Entre as aplicações, as de cunho ambiental têm frequentemente recorrido ao conjunto de Geotecnologias para gerar suas soluções de forma integrada, otimizando o planejamento, execução e monitoramento de projetos, obras ou eventos.

Com a incorporação de imagens de satélites nas diversas ferramentas de análise espacial são obtidos ganhos significativos associados ao custo financeiro, de tempo e de pessoal, quando comparado com atividades de campo. As imagens permitem uma melhor abordagem em escala sinótica, com repetitividade adequada e sem intervenção direta no meio. Para elaborar e planejar a adequação ambiental de uma determinada área, as imagens podem ser utilizadas desde o levantamento topográfico, elaboração de mapas de uso e cobertura do solo (terra), no monitoramento, até na apresentação e no processo de tomada de decisão das esferas político-administrativas.

Paralelo a grande demanda por imagens, que induziu a criação de uma gama muito diversificada de produtos oferecidos pelas empresas, verifica-se a escassez e dificuldade de seleção, por parte dos usuários finais, dos produtos mais adequados para cada caso. Um dos

questionamentos mais comuns refere-se às resoluções adequadas para cada caso. Existem muitos satélites que possuem foco na alta resolução espacial e que facilitam as possibilidades de elaboração cartográfica. Outro mercado consiste nos satélites com alta resolução espectral, denominados hiperespectrais ou mesmo ultraespectrais, que superam em muito as possibilidades de estimativas de parâmetros físicos, químicos e biológicos dos alvos em estudo, quando comparados aos típicos satélites multispectrais. Além disso, muitos produtos gerados por sensores ativos (Radar de Abertura Sintética – SAR, LiDAR) e por veículos aéreos não tripulados (VANTs) estão no mercado e demandam uma acurada seleção, a fim de otimizar as soluções (Moreira, 2003; Jensen, 2009). Assim, a formação de profissionais qualificados é um desafio e coloca-se como uma oportunidade para os jovens acadêmicos que pretendem ingressar no mercado de trabalho.

Considerando as abordagens corretivas (não punitivas) do ministério público e agentes de fiscalização ambiental, a adequação ambiental coloca-se como forma de sair da ilegalidade e contribuir para o melhoramento da qualidade ambiental nas propriedades rurais. A adequação ambiental pode ser definida como a adequação da propriedade rural às leis ambientais em vigor no Brasil (Attanasio et al., 2006). O conhecimento das características topográficas da área e florísticas da vegetação são fundamentais para a restauração e/ou adequação de uma determinada área (Gregory et al., 1991; Falk et al., 2006). O passo inicial para essa regularização consiste na identificação dos pontos de conflito no uso e ocupação do solo. Assim, as imagens integradas a SIGs podem contribuir significativamente. Depois de detectada a irregularidade, cabe à inspeção de campo e elaboração de uma estratégia de ação para a adequação ambiental ou recuperação área. Novamente, as geotecnologias são ferramentas utilizadas para a localização em campo (GNSS) até o monitoramento do processo de recuperação (imagens de satélite).

Nesse contexto, o estudo teve como objetivo avaliar o estado de adequação ambiental do campus de Frederico Westphalen (FW), RS da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-FW) com base em imagens de alta resolução espacial do satélite Worldview-2 de novembro de 2011.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Área de estudo**

A área de estudo esta localizada no norte do estado do Rio Grande do Sul - Brasil (Figura 1). O clima com campus na UFSM em Frederico Westphalen, RS é do tipo Cfa (classificação de Köppen), denominado subtropical, com temperaturas médias do mês mais quente (janeiro) superiores a 22° C e no mês mais frio (julho) oscilando entre -3° C e 18° C. A precipitação anual é de aproximadamente 1.665 mm e bem distribuída ao longo do ano. O relevo da região é ondulado (SEMA/RS, 2005). A vegetação nativa da região onde o parque se localiza é de Floresta Estacional Decidual (IBGE, 1992; SEMA/RS, 2005). O campus é ocupado basicamente por áreas experimentais, estradas de acesso, área florestal (nativa) e edificações. No total, o campus possui 190,1 hectares.

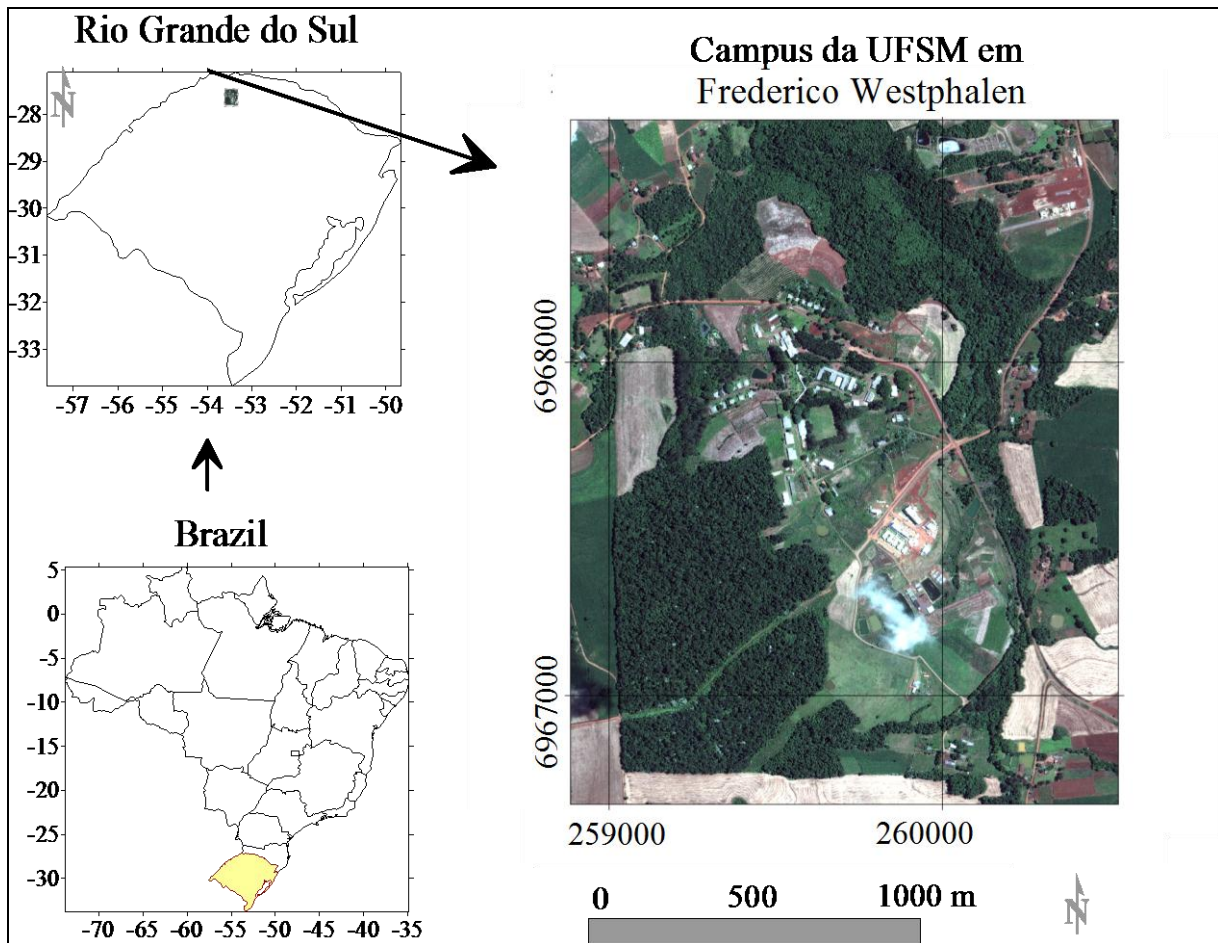


Figura 1. Localização da área de estudo: Campus da UFSM de Frederico Westphalen, no norte do Rio Grande do Sul. Imagem Worldview-2 de novembro de 2011, composição cor-verdadeira contrastada.

## 2.2 Aquisição da imagem e pré-processamento

A imagem de alta resolução espacial foi adquirida pelo satélite Worldview-2 no dia 17 de novembro de 2011. Para o estudo foi adquirido o produto ortorretificado com alta resolução espacial de 0,5 m (standart - LV2A).

Complementarmente ao mapeamento com as imagens Worldview-2, foram utilizadas imagens temporais do sensor *Thematic Mapper* (TM) a bordo do satélite Landsat-5. As imagens Landsat-5 do sensor TM foram adquiridas para as datas de 14/07/1985, 14/09/1996 e 8/11/2010. As imagens foram registradas com base na imagem GeoCover© 2000, gerada pela ortirretificação da imagem do sensor ETM+/Landsat 7 (2001) obtida do portal Land Cover Facility (LCF). A imagem GeoCover (UTM/WGS-84) foi utilizada como referência para o registro das imagens Landsat. Para fazer o registro, foram utilizados pelo menos 16 pontos de controle e um erro médio quadrático (RMSE) menor que 1 pixel.

Os dados geomorfológicos foram extraídos a partir da base reamostrada *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) do projeto TOPODATA (Valeriano, 2008). Além dessa fonte, foram utilizadas informações extraídas da carta topográfica de Frederico Westphalen (Folha: SG.22-Y-C-II-3; MI: 2885/3) na escala de 1:50.000, dados altimétricos do *Global Digital Elevation Map* (GDEM) sensor *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASRTER) nas versões 1 e 2 (ERSDAC, 2012) e, dados topográficos levantados em campo para validar os resultados.

Todo processo de preparação dos dados foi realizado no aplicativo ENVI (ITT, 2009). O banco de dados foi formado no aplicativo SPRING (Câmera et al., 1996). A digitalização das drenagens, extração de feições topográficas, delimitação da área de estudo, mapeamento manual do uso do solo e demais processos de elaboração foi realizada no SPRING (Câmera et al., 1996).

### **2.3 Mapeamento e Análise dos dados**

Toda elaboração cartográfica foi realizada tendo por base a imagem ortorretificada Worldview-2. Os procedimentos foram baseados na edição manual e digitalização. As drenagens foram classificadas segundo sua hierarquia (classificação proposta por Strahler). Essa hierarquização foi baseada nas drenagens do campus e das áreas do entorno. Os modelos de elevação foram gerados e avaliados de acordo com sua concordância visual e com os dados de campo. Nesse sentido, o modelo TOPODATA foi utilizado como padrão para as avaliações das drenagens.

O mapa de uso e cobertura do solo (terra) foi gerado com base na interpretação visual dos alvos. Foram adotadas diversas classes de uso e cobertura: água/açudes; campos para aulas práticas; áreas experimentais; capoeira; áreas de esporte abertas; jardim, pátio ou pomar; estacionamentos; estradas; área em recuperação; agricultura e pecuária; construções/edificações e; floresta nativa. Para confirmar a localização de algumas feições e drenagens, foram feitas visitas de campo, acompanhado de equipamentos de localização.

Utilizando o mapa de drenagens (rios e nascentes) foram calculadas/delimitadas as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) considerando diferentes cenários: 50 m para nascentes e 15 e 30 m das margens dos rios. Após a delimitação, foi feito o cruzamento com os mapas de uso e cobertura do solo (terra). Assim, foram consideradas como áreas de conflito todas as classes de uso não associadas à floresta nativa, áreas em recuperação e capoeira. Os totais de todas as classes foram computados e tabelados.

A análise dos resultados foi baseada na interpretação dos mapas e de tabelas e gráficos. Toda análise foi feita considerando cenários de APP de 15 e 30 metros. Sabe-se que a nova legislação apresenta uma série de especificidades que serão consideradas para futuros estudos.

## **3. Resultados e discussões**

### **3.1 Drenagens e Áreas de Preservação Permanente – APP.**

Foram mapeados aproximadamente 6 km de drenagens dentro do campus da UFSM em Frederico Westphalen, RS, em sua maioria com fluxo de oeste para leste. Os rios de primeira ordem representam aproximadamente a metade das drenagens. Cabe lembrar que para elaborar a hierarquia das drenagens, foram considerados os rios a montante do ponto mais ao norte, sendo assim, o mapa apresenta drenagens de até quarta ordem. Observando a amplitude altimétrica da área de estudo (aproximadamente 150 metros), verifica-se que é bastante significativa, e com elevado potencial de carreamento de sedimentos, especialmente considerando áreas de solo exposto. Na Figura 2 é ilustrado limite do campus (em amarelo tracejado), as drenagens e as APPs considerando os diferentes limiares.

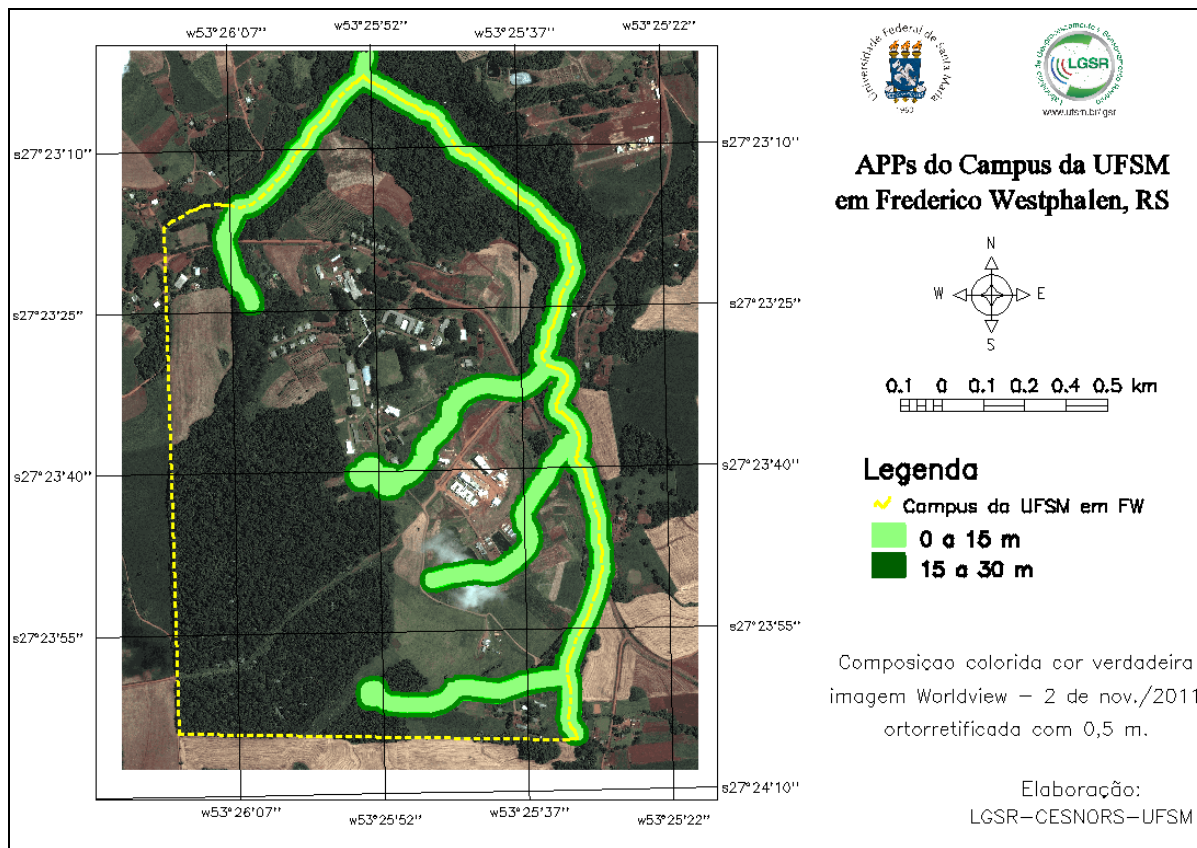


Figura 2. Delimitação das APPs dos rios do campus da UFSM em Frederico Westphalen, RS, considerando as distâncias de 0 a 15 m, e 0 a 30 m, de acordo com os cenários propostos no estudo.

### 3.2 Uso e ocupação do solo/terra no campus da UFSM de Frederico Westphalen.

Considerando os 190,1 ha do campus da UFSM de Frederico Westphalen, foi constatado que aproximadamente 42,25% da área é coberta por florestas nativas (Tabela 1). Nesse ponto cabe mencionar que essa área compõe, com exceção das APPs, a reserva legal da propriedade (campus). Assim, apesar de boa parte estar fora de APP, a floresta constitui uma reserva legal, inviabilizando sua derrubada por completo. Nessa mesma linha de pensamento, destacam-se as classes “áreas em recuperação” e “capoeira”, que estão presentes principalmente nas margens das drenagens do campus (Figura 3).

O segundo grupo de uso do solo que predomina é voltado para fins de agropecuária, englobando as classes “agricultura e pecuária”, “campos experimentais”, “áreas para aulas práticas” e “solo exposto”, totalizando aproximadamente 32,52% da área do campus. Por fim, o terceiro grupo é formado por áreas de uso consolidado. Nesse grupo estão incluídas as “construções”, “viveiros”, “estacionamentos”, “estradas” e “Jardins / pátios / pomar”. Assim, a presença do primeiro grupo de uso e ocupação do solo dentro das APPs esta de acordo com a legislação. O segundo grupo requer uma adequação ambiental e o terceiro grupo demanda avaliação para verificar se realmente são áreas de uso consolidado e quais as práticas que podem ser adotadas para minimizar os impactos ambientais para o conjunto da APP.



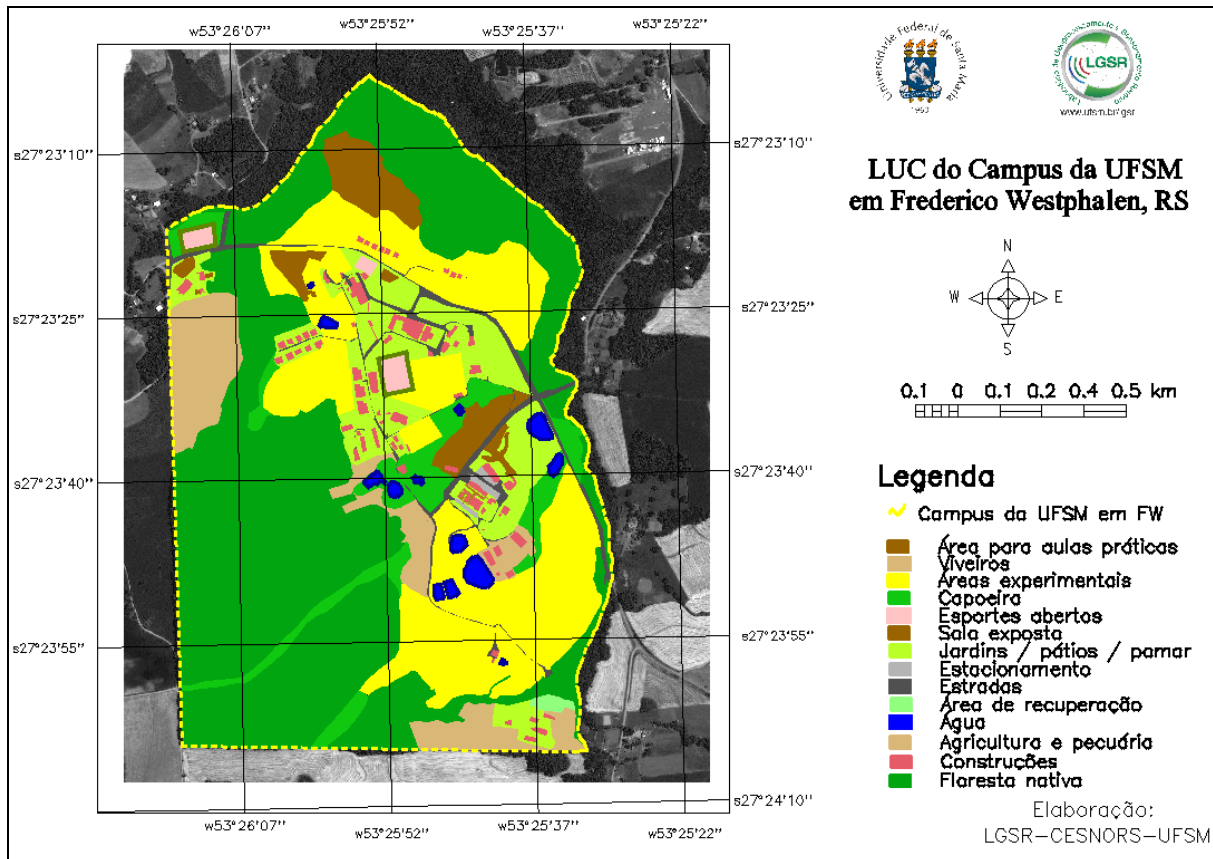


Figura 3. Mapa de uso e cobertura da solo/terra do campus da UFSM, Frederico Westphalen, RS, de novembro de 2011, elaborado a partir da interpretação visual da imagem.

### 3.3 Conflitos ambientais identificados.

Avaliando os resultados apresentados na Tabela 1, onde são apresentados os resultados do mapeamento do total de áreas que apresentam conflitos ambientais associados ao uso e cobertura do solo, devemos considerar os dois cenários de avaliação propostos. Um desses cenários refere-se a uma APP de rios com largura de 30 m. Nessa condição, aproximadamente 26,88% (6,399 ha) das APP apresenta conflito de uso e demanda estratégias de ação. Considerando um cenário de redução legal da APP para 15 m, as áreas com conflito seriam reduzidas para aproximadamente 20,95% (2,886 ha).

Os maiores conflitos estão relacionados às áreas experimentais e campos de agropecuária dentro das APP. Por outro lado, a presença de açudes (e represas) dentro das APP é um dos pontos críticos do campus da UFSM em Frederico Westphalen, RS. Alguns passam a constituir o curso do rio, contudo, outros margeiam as drenagens e estão em desacordo com legislação.

Tabela 1. Estimativa das áreas com conflito ambiental considerando os cenários gerados pela legislação florestal de 1965 (Lei nº 4.771 - APP de 30 m) e 2012 (novo Código Florestal 2012 - APP de 15 m) e nascentes.

Classe	Área (ha) APP 30 m	Porcentagem m (30 m)	Área (ha) APP 15 m	Porcentagem (15 m)
Floresta nativa	12,791	53,73	8,153	59,18
Construções	0,051	0,21	0,025	0,18
Agricultura e pecuária	1,117	4,69	0,544	3,95
Água represada/açudes	0,969	4,07	0,751	5,45
Área em recuperação	0,184	0,77	0,020	0,14
Estradas	0,732	3,08	0,237	1,72
Estacionamento	0,000	0,00	0,000	0,00
Jardins / pátios / pomar	0,372	1,56	0,085	0,62
Solo exposto	0,001	0,00	0,000	0,00
Esportes abertos	0,000	0,00	0,000	0,00
Capoeira	4,431	18,61	2,718	19,73
Áreas experimentais	2,155	9,05	0,921	6,68
Viveiros	0,327	1,37	0,081	0,59
Área para aulas práticas	0,676	2,84	0,242	1,76
<b>Área total das classes</b>	<b>23,806</b>	<b>100,00</b>	<b>13,778</b>	<b>100,00</b>
<i>Área adequada</i>	<i>17,406</i>	<i>73,12</i>	<i>10,892</i>	<i>79,05</i>
<i>Área em conflito</i>	<i>6,399</i>	<i>26,88</i>	<i>2,886</i>	<i>20,95</i>

#### 4. Conclusões

Os resultados permitiram caracterizar brevemente o estado de adequação ambiental do campus da UFSM de Frederico Westphalen, tendo por base o uso de diversas técnicas das geotecnologias.

Como resultado da avaliação, verificou-se que aproximadamente 27% e 20% das APP estão com conflitos ambientais, considerando os cenários da legislação de 1965 e a nova legislação proposta em 2012, respectivamente (30 e 15 metros). Os maiores conflitos estão associados ao uso agrícola e a presença de campos experimentais dentro das APPs. A presença de cursos de açudes de barramento de curso de água dentro das APPs é fato no campus de demanda atuação para regularização.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo apoio financeiro viabilizado pelos projetos de auxílio recém-doutor (ARD - processo nº 12/0383-5 de 2012) e edital de mudanças climáticas (Edital 007/2010, Mudanças Climáticas - Processo nº 10-18-18-5), e a UFSM (projeto nº 031263 e projeto nº 030745).

#### Referências

Attanasio, C. M.; Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S.; Nave, A. G. **Adequação Ambiental De Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares**. . Piracicaba: ESALQ-USP, 63. 2006. Disponível em: <[http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/Gestao/Projetos/20061\\_ap\\_LERF.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/Gestao/Projetos/20061_ap_LERF.pdf)>. Acesso em 30 de agosto de 2012.

Bateman, I. J.; Jones, A. P.; Lovett, A. A.; Lake, I. R.; Day, B. H. Applying Geographical Information Systems (GIS) to Environmental and Resource Economics. **Environmental and resource economics**, v. 22, n. 1-2, p. 219-269, 2002.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. Spring: Integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, maio 1996.

Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC). **ASTER GDEM Version2**. Disponível em: <<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>>. Acesso em: 29 mar. 2012.

Falk, D. A.; Palmer, M. A.; Zedler, J. B. **Foundations of Restoration Ecology**. Washington; Covelo; London: Island Press - The Center for Resource Economics, 2006. p. 364

Gewin, V. Mapping opportunities. **Nature**, v. 427, n. 6972, p. 376-7, 22 jan 2004.

Gregory, S. V.; Swanson, F. J.; Mckee, W. A.; Cummins, K. W. An ecosystem perspective of riparian zones. **Bioscience**, v. 41, n. 8, p. 540-551, 1991.

Instituto Brasileiro DE Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

ITT - Visual Information Solutions Professional Services Group. **ENVI with IDL**. Attn: Webmaster, 4990 Pearl East Circle, Boulder, CO 80301, USA. 2009.

Jensen, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. 1. ed. São José dos Campos: - Brasil: EditoraParêntese, 2009. p. 672

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 1. ed. Viçosa, MG, Brazil: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2003. p. 307

Oliveira, F. H. DE; Wosny, G. C.; Santo, M. A. D. **O Uso de Ferramentas Geotecnológicas na Geografia (SIG e Imagens de alta resolução espacial)**. IV Simpósio de Geografia da UDESC. **Anais...** Florianópolis, Brasil: GEOLAB-FAED-UDESC. 17p. 2003. Disponível em: <[http://www.geolab.faed.udesc.br/publicacoes/Guilherme/simposio\\_udesc2004.pdf](http://www.geolab.faed.udesc.br/publicacoes/Guilherme/simposio_udesc2004.pdf)>. Acesso em 30 de agosto de 2012.

Rosa, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 81-90, 2005.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente / RS (SEMA/rs). O Plano de Manejo do Parque Estadual do Turvo -RS. Porto Alegre: SEMA, 2005. Disponível em: < [www.sema.rs.gov.br/upload/Plano\\_manejo\\_PETurvo.pdf](http://www.sema.rs.gov.br/upload/Plano_manejo_PETurvo.pdf)>. Acesso em 16 out. 2010.

Valeriano, M. DE M. **TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. . São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 72p. INPE-15318-RPQ/818. 2008. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.11.19.24/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 3 de setembro de 2012.