



Classificação das imagens de satélite utilizadas no Cadastro Ambiental Rural (CAR): estudo de caso no município de Parobé - RS

Classification of satellite images used in the Rural Environmental Cadastre (REC): a case study in the municipality of Parobé - RS

Clasificación de las imágenes de satélite utilizadas en el Catastro Ambiental Rural (REC): un estudio de caso en el municipio de Parobé - RS

**Diego dos Santos de Medeiros^a, Rubens Muller Kautzmann^b,
Dionara de Nardin^c, Dafne Cavalheiro dos Santos^d**

^a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais – PPGE3M, Av. Bento Gonçalves, 9500 - Setor 4, Porto Alegre/RS. demedeiros.santos@gmail.com

^b Agência Nacional de Mineração, Rua Washington Luiz, 815 - Centro, Porto Alegre/RS, 90010-460, Brazil. rubens.kautzmann@anm.gov.br

^c Codex Remote – Ciências Espaciais e Imagens Digitais, Av. borges de Medeiros 659/503, Porto Alegre/RS. dionara.nardin@codex.com.br

^d Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto - PPGSR, Campus Vale, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 44202, Setor 5, Porto Alegre/RS. dafnecavalheiro@gmail.com

Para citar este artículo:
de Madeiros, D., Muller,
R., de Nardin, D. &
dos Santos, D. (2023).
Classificação das imagens
de satélite utilizadas no
cadastro ambiental rural
(car): estudo de caso no
município de Parobé –
RS. *LADEE*, 4(1), 1–10.
[https://doi.org/10.17981/
ladee.04.01.2023.1](https://doi.org/10.17981/ladee.04.01.2023.1)

Keywords: Parobé; Image
Analysis; Remote Sensing

Palabras clave: Parobé;
Análisis de imágenes;
teledetección

Palavras-chave: Parobé;
Análise de imagens;
Sensoriamento Remoto

Abstract

Introduction: Based on the historical suppression of native vegetation to another type of land use (agriculture, livestock, mining) and with the advancement of geotechnology, it became increasingly important to rationally plan the occupation and the territorial use. In this context comes the CAR (Rural Environmental Registration) as a promotion of environmental sustainability mechanisms, sanctioned by the New Brazilian Forest Code (Law 12,651 / 2012). **Objective:** In this way, this research has the objective of evaluating how the images used for the generation of the CAR homologation base, referring to the years 2008 and 2011, are effective for environmental mapping, analyzing the municipality of Parobé, in Rio Grande do Sul. **Methodology:** The images of temporal analysis, using the district of Parobé as a case of study, were divided into two groups. The first compared images of the years 2008 and 2011 (as sanctioned in the Forest Code) and the second group analyzed images from 1985 and 2015 (for which there was a greater coverage for comparison purposes). **Results:** The results showed that between the years of 2008 and 2011 the disturbed areas of Parobé decreased by 1%, as the areas with native vegetation grew by 11% in this period. Between 1985 and 2015 there was a decrease of 6% in disturbed areas and areas of native vegetation remained in both years occupying 21% of the city. The CAR is of extreme importance for the society because it facilitates the mapping of rural properties, helps to control deforestation and the location of legal reserves, in addition to encouraging economic growth through legal activities within the property. The district of Parobé is ahead of the national average over the quality of environmental planning. **Conclusions:** This result was expressed by rates of deforestation of native vegetation near zero over 30 years.

Resumen

Introducción: A partir de la supresión histórica de la vegetación nativa para otro tipo de uso del suelo (agricultura, ganadería, minería) y con el avance de la geotecnología, se hizo cada vez más importante planificar racionalmente la ocupación y el uso territorial. En este contexto surge el CAR (Registro Ambiental Rural) como mecanismo de promoción de la sustentabilidad ambiental, sancionado por el Nuevo Código Forestal Brasileño (Ley 12.651 / 2012). **Objetivo:** De esta manera, esta investigación tiene como objetivo evaluar cómo las imágenes utilizadas para la generación de la base de homologación CAR, en referencia a los años 2008 y 2011, son eficaces para la cartografía ambiental, analizando el municipio de Parobé, en Rio Grande do Sul. **Metodología:** Las imágenes de análisis temporal, utilizando el distrito de Parobé como caso de estudio, se dividieron en dos grupos. El primero comparó imágenes de los años 2008 y 2011 (como sancionado en el Código Forestal) y el segundo grupo analizó imágenes de 1985 y 2015 (para las cuales había una mayor cobertura para fines de comparación). **Resultados:** Los resultados mostraron que entre los años de 2008 y 2011 las áreas perturbadas de Parobé disminuyeron un 1%, ya que las áreas con vegetación nativa crecieron un 11% en este período. Entre 1985 y 2015 hubo una disminución del 6% en las áreas perturbadas y las áreas de vegetación nativa se mantuvieron en ambos años ocupando el 21% de la ciudad. **Conclusiones:** La CAR es de extrema importancia para la sociedad, pues facilita el mapeo de las propiedades rurales, ayuda a controlar la deforestación y de vegetación autóctona cercana a cero en 30 años.

Resumo

Introdução: A histórica supressão da vegetação nativa visando a implantação de usos econômicos da terra (agricultura, pecuária, mineração) e o avanço das geotecnologias, tornou cada vez mais importante planejar racionalmente a ocupação e o uso territorial. É nesse contexto que surge o CAR (Cadastro Ambiental Rural) como um mecanismo de promoção da sustentabilidade ambiental, sancionado pelo Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012). **Objeto:** Dessa forma, esta pesquisa tem por objetivo avaliar de que forma as imagens utilizadas para a geração da base de homologação do CAR, referentes aos anos 2008 e 2011, são eficazes para o mapeamento ambiental, analisando o município de Parobé, no Rio Grande do Sul. **Metodologia:** As análises temporais das imagens, usando o município de Parobé como estudo de caso, foram divididas em dois grupos: o primeiro comparou imagens dos anos de 2008 e 2011 (conforme sancionado no código florestal) e o segundo grupo analisou imagens dos anos de 1985 e 2015 (para que houvesse uma maior abrangência temporal para comparação dos resultados). **Resultado:** Os resultados obtidos demonstram que entre os anos de 2008 e 2011 as áreas antropizadas de Parobé diminuíram 1%, à medida que as áreas com vegetação nativa tiveram um crescimento de 11% nesse período. No período entre 1985 e 2015, houve uma diminuição de 6% nas áreas antropizadas e as áreas de vegetação nativa se mantiveram em ambos os anos ocupando 21% do município. O CAR é de extrema importância para a sociedade, pois facilita o mapeamento das propriedades rurais, auxilia no controle do desmatamento e da localização das reservas legais, além de incentivar o crescimento econômico através das atividades legais dentro da propriedade. O município de Parobé está à frente da média brasileira em relação à qualidade do planejamento ambiental. **Conclusões:** Esse resultado é expresso pelos índices de desmatamento da vegetação nativa quase nulos ao longo de 30 anos.

DOI: 10.17981/ladee.04.01.2023.1

Fecha de recibido 10/01/2023. Fecha de aceptado 13/02/2023.



1. Introdução

O desmatamento florestal nos últimos 20 anos tem aumentado consideravelmente, assim como a preocupação mundial na tentativa de diminuir os impactos deste problema (Ravikanth et al., 2000). No Brasil, o desmatamento associado à implementação de áreas agrícolas, mineração e pecuária, é o responsável pela antropização de grandes extensões de áreas de vegetação nativa no território (Ribeiro et al., 2005). A exploração de terras sem o devido planejamento ambiental afeta negativamente a qualidade e a quantidade da vegetação nativa no país, assim como, altera os recursos naturais, principalmente os recursos hídricos por consequência da degradação nas Áreas de Proteção Ambiental (APPs) (Ribeiro et al., 2005).

O uso de técnicas de sensoriamento remoto para análise de degradação ambiental tem se tornado mais comum na gestão ambiental no Brasil (Gonçalves et al., 2012). De acordo com Hasenack and Weber (2010), o uso das técnicas de sensoriamento remoto como ferramenta de análise ambiental facilita a integração dos dados, assim como, sua espacialização e acurácia, sem necessariamente depender do trabalho de campo em alguns casos.

Da mesma forma, Hasenack et al. (2007) e Oliveira et al. (2007) também sustentam em seus estudos, que os dados gerados através de técnicas de geoprocessamento, podem ser facilmente transformados em mapas, possibilitando espacializar e visualizar de maneira mais eficaz os resultados. Sendo assim, diante da histórica substituição da vegetação nativa por outro tipo de uso (agricultura, pecuária, mineração, dentre outros) e com o avanço das geotecnologias, tornou-se cada vez mais importante planejar racionalmente a ocupação e o uso do solo utilizando o sensoriamento remoto.

É nesse contexto que surge o CAR (Cadastro Ambiental Rural) como um mecanismo de promoção da sustentabilidade ambiental, sancionado pelo Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, Ministério da Justiça e Segurança Pública do Brasil [MJSP], 2012). Seu objetivo é integrar todas as informações ambientais relacionadas às propriedades rurais no Brasil através da análise de registros eletrônicos públicos, realizados pelos produtores rurais (proprietários das terras) através de uma ferramenta online chamada SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Attanasio, 2006).

A Lei 12.651 (MJSP, 2012), sancionada pelo novo código florestal, institui que o cadastro ambiental rural analise imagens de satélite dos anos de 2008 (entre 22/07 a 31/12) e 2011 para as constatações de desmatamento ou reflorestamento. Para a criação da base de homologação do CAR, utilizada pelos técnicos dos órgãos ambientais para a validação dos dados inseridos no sistema, utilizou-se imagens Landsat (2008) e RapidEye (2011) uma vez que a constelação de satélites RapidEye foi lançada em agosto de 2008 e começou a produzir imagens comercializáveis em fevereiro de 2009.

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar de que forma as imagens utilizadas para a geração da base de homologação do CAR, referentes aos anos 2008 e 2011, são eficazes para o mapeamento ambiental, analisando o município de Parobé, no Rio Grande do Sul. Além disso, o propósito é utilizar imagens dos anos de 1985 e 2015 para gerar um mapeamento que compreenda todo o período temporal de atividades industriais. Desde sua emancipação em 1982, o município de Parobé é marcado, historicamente, por suas atividades econômicas no setor industrial, que por consequência, impactou diretamente nas mudanças da cobertura vegetal ao longo de 30 anos. Este estudo visa ainda, analisar a qualidade do mapeamento realizado com imagens Landsat, e sua capacidade de expressar o cenário histórico de uso e ocupação de solo no município, a partir das análises de geoprocessamento e a elaboração de mapas de uso do solo e cobertura vegetal nos softwares Erdas Imagine 2010 e ArcGIS 10.0.

O Cadastro Ambiental Rural desempenha um papel fundamental na proteção do meio ambiente no Brasil, auxiliando na regularização ambiental, no planejamento e gestão ambiental, no monitoramento e controle, na conservação da biodiversidade e dos recursos naturais e também no acesso a benefícios e incentivos, pois o CAR também pode ser utilizado como base para a implementação de políticas de incentivos e benefícios para os proprietários rurais que estejam em conformidade com a legislação ambiental.

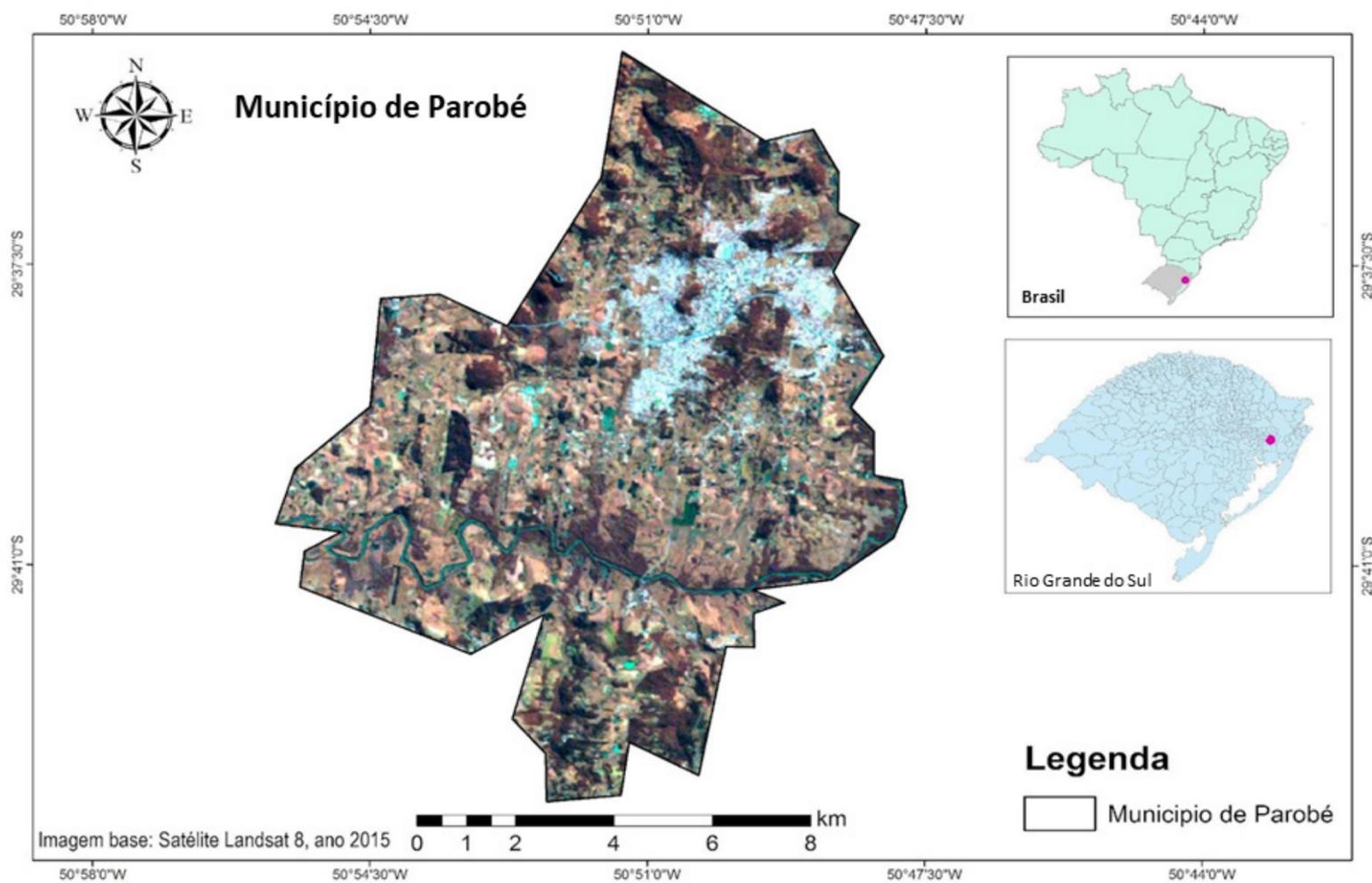
Por fim, é importante salientar que esta pesquisa deve ser continuada futuramente, uma vez que, o uso e ocupação do solo na região são bastante dinâmicas, ocorrendo constantes modificações. Além disso, o CAR é de extrema importância para a sociedade, pois facilita o mapeamento das propriedades rurais, auxilia no controle do desmatamento e da localização das reservas legais, além de incentivar o crescimento econômico através das atividades legais dentro da propriedade de modo sustentável, impactando de maneira positiva na região estudada.

2. Materiales y métodos

A metodologia de trabalho foi dividida em 3 sessões que incluíram a apresentação da área de estudo, as características técnicas das imagens utilizadas e os procedimentos metodológicos, conforme descrito a seguir.

3. Área de estudo

Fig. 1. Localização do município de Parobé.



Source: Autores.

O município de Parobé (Fig. 1) está localizado na região metropolitana de Porto Alegre, no noroeste do estado do Rio Grande do Sul e possui aproximadamente 109 km². A área de estudo de caso possui diferentes classificações de uso e ocupação do solo, tais como: mineração, atividades industriais ligadas à confecção de calçados, agricultura e mancha urbana (Prefeitura Municipal de Parobé, 2013).

3.1. *Imagens utilizadas*

Na criação da base de homologação do CAR foram utilizados dois tipos de imagens de satélite, conforme descritos a seguir:

- *Landsat 5 e 7*: Cada pixel tem resolução espacial de 30 metros e as imagens estão disponíveis gratuitamente no site do Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais-INPE (2009). De acordo com o Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, MJSP, 2012), a data das imagens Landsat precisa ser de 22 de julho de 2008 até 31 de dezembro de 2008.
- *RapidEye*: Cada pixel tem resolução espacial de 5 metros e as imagens foram adquiridas pelo Ministério do Meio Ambiente-MMA, através de licitação pública de aquisição de imagens de satélite, para a criação do CAR. O período temporal que as imagens RapidEye compreendem são os anos de 2011 e 2012 (MJSP, 2012).

Porém, as imagens utilizadas para o desenvolvimento deste artigo foram as imagens Landsat disponibilizadas gratuitamente pelo INPE através da sua Divisão de Geração de Imagens (DGI). As imagens RapidEye são fornecidas exclusivamente para instituições públicas, o que impossibilita seu uso.

4. Procedimentos de coleta e análise de dados

As imagens do satélite Landsat foram adquiridas através da plataforma online EROS (Earth Resources Observation and Science Center) pertencente à USGS (United States Geological Survey), disponível no website:

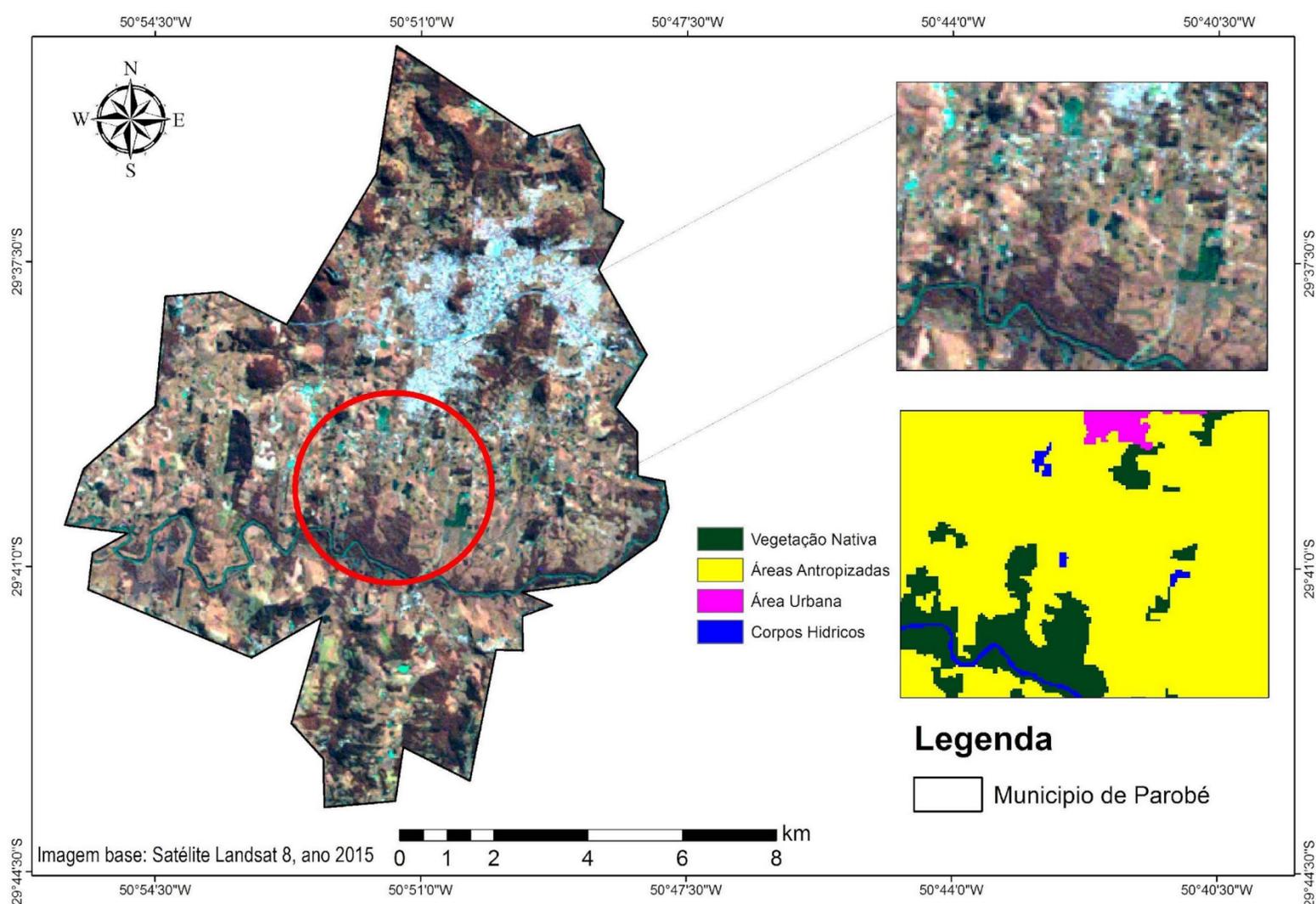
<http://glovis.usgs.gov/>

Como o foco deste trabalho é analisar a mudança de cobertura vegetal através de imagens, assim como o uso e a ocupação do solo na área de estudo, foram utilizadas imagens dos anos de 1985, 2008, 2011 e 2015. O procedimento de pareamento das imagens para as análises e geração dos resultados foi feito da seguinte maneira:

- a) Comparação das imagens de 2008 e 2011, conforme a nova legislação florestal (Lei 12.651, MJSP, 2012) que regulamenta a implementação do Cadastro Ambiental Rural.
- b) Comparação das imagens de 1985 e 2015 (abrangendo o maior período de tempo possível) para analisar o comportamento das mudanças de uso e ocupação do solo no município de Parobé.

As imagens foram analisadas no software Erdas imagine 2010, utilizando o procedimento de classificação não-supervisionada. O procedimento escolhido agrupa os pixels com características semelhantes. Dessa forma, é possível dividir a imagem em diferentes classes espectrais sem a necessidade de coleta manual de amostras por toda a imagem. Baseando-se em Waskow (2013), a imagem foi dividida em 50 classes espectrais diferentes pelo software. Os resultados foram processados no software ArcGIS 10.0, a fim de agrupar as 50 classes geradas em: Áreas antropizadas, Áreas com vegetação nativa, Áreas Urbanizadas e Corpos hídricos (Fig. 2).

Fig. 2. Detalhamento das classes analisadas.



Source: Autores.

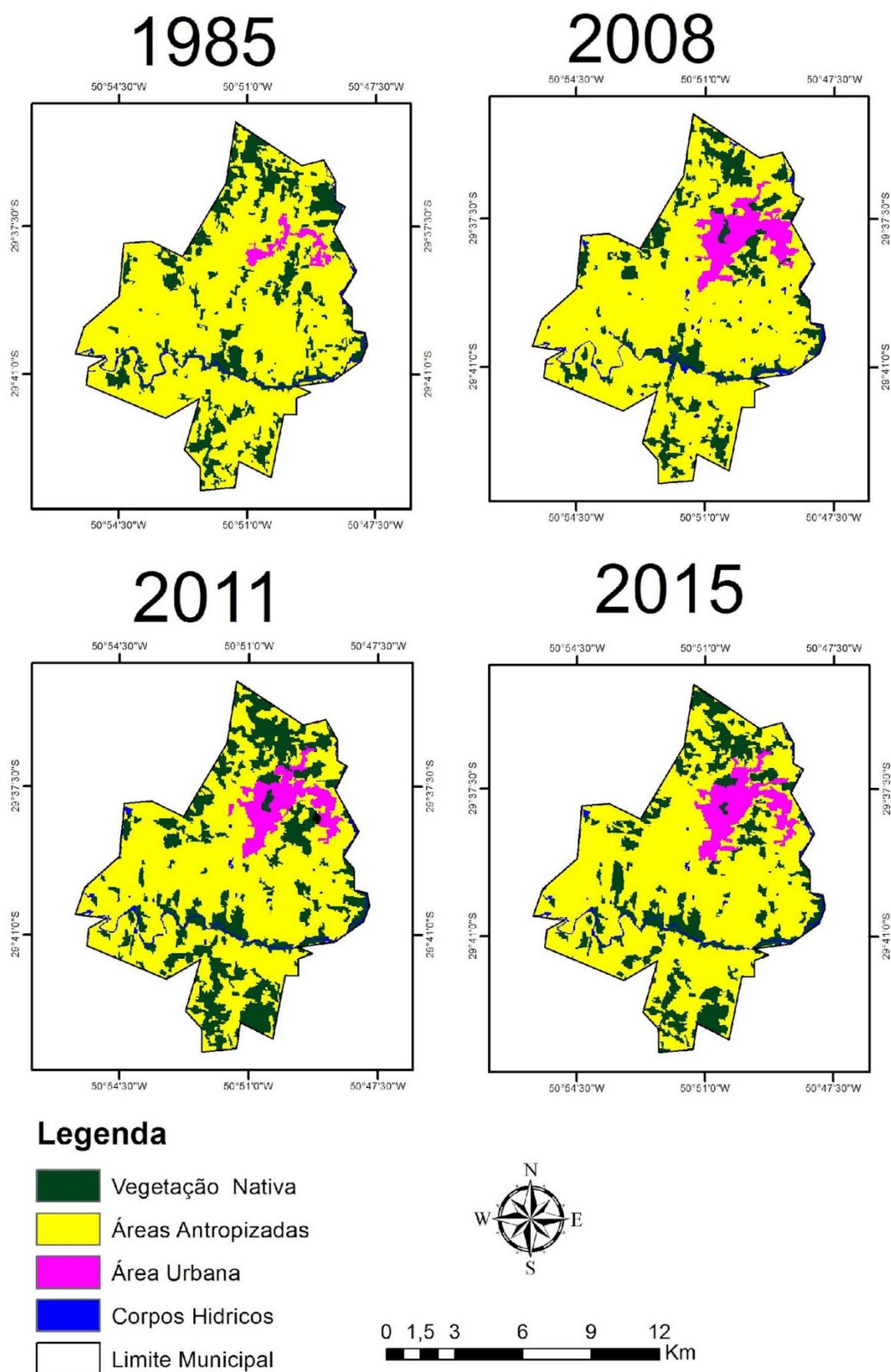
Após o agrupamento das 50 classes, a imagem foi transformada para o formato shapefile (.shp) com intuito de calcular as mudanças na ocupação de solo, em quilômetros quadrados (km²), gerando por consequência as porcentagens de mudanças no uso e ocupação do solo na área de estudo.

5. Resultados y discusiones

O processamento das imagens Landsat, para a obtenção dos mapas finais de uso e ocupação do solo (Fig. 3), apresentou resultados diferentes do esperado. A área de vegetação nativa no município de Parobé se manteve ao longo dos 30 anos (1985 até 2015), ocupando 21% da área total do município (aproximadamente 22.5 km²).

Esses resultados podem ser consequência do trabalho de desenvolvimento sustentável praticado pelo município desde sua inserção, pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental-FEPAM, como um dos municípios autorizados a licenciar ambientalmente os empreendimentos. De acordo com o site oficial do município, os projetos de gestão ambiental vêm sendo desenvolvidos desde o ano de 2004 com o auxílio de um sistema online de gestão ambiental (Prefeitura Municipal de Parobé, 2013). Outro fator que pode ter contribuído com os resultados das áreas de vegetação nativa, pode ter sido a instalação de um horto florestal no município com o intuito de reflorestar as áreas degradadas em Parobé com mudas de árvores nativas.

Fig. 3. Mapas de uso e ocupação do solo no município de Parobé/RS.



Source: Autores.

Ao longo de 30 anos, conforme mostra a compilação de mapas (Fig. 3), as áreas de vegetação nativa foram sendo suprimidas ao passo que nos anos seguintes foram reflorestadas, permitindo a manutenção dos remanescentes de vegetação nativa em Parobé.

Para melhor entendimento dos resultados, estes serão apresentados em duas partes: a primeira parte considera o período temporal que o CAR utiliza, e a segunda parte o período máximo que o mapeamento compreende. Após a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo, foram gerados os gráficos com as porcentagens das áreas (Fig. 4) para melhor representação das mudanças que ocorreram na área estudada.

5.1 Período temporal usado pelo CAR (2008 – 2011)

De acordo com o mapeamento realizado (Quadro 1 e Fig. 3), as imagens dos anos de 2008 e 2011 (período temporal considerado para a criação da base de dados do CAR), apresentaram algumas diferenças em relação às áreas antropizadas quando as imagens de 2008 e 2011 são comparadas. As áreas antropizadas no ano de 2008 somavam 75% da área total do município (81.74 km²) e em 2011 ocupavam 65% da área estudada (71.54 km²).

QUADRO 1. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM PAROBÉ ENTRE OS ANOS DE 2008 E 2011.

	Ano	
	2008	2011
Área antropizada	81.74 km ²	71.54 km ²
Vegetação Nativa	17.95 km ²	29.07 km ²
Área Urbana	7.45 km ²	7.03 km ²
Corpos hídricos	2.41 km ²	1.78 km ²

Fonte: Autores.

Em relação a vegetação nativa, em 2008, 16% do município (17.95 km²) estava coberto por mata nativa, e em 2011 a área totalizava 27% (29.07 km²). Esse resultado coloca Parobé em posição de destaque, frente aos números alarmantes de desmatamentos e degradações ambientais constatados no Brasil.

A área urbana de Parobé no ano de 2008 ocupava 7% da área total do município (7.45 km²) de acordo com as análises realizadas, já no ano de 2011 a mesma ocupava 6% da área total do município (7.03 km²). As áreas ocupadas por recursos hídricos, no ano de 2008, totalizavam aproximadamente 2% da área (2.41 km²), o mesmo resultado foi obtido com a análise da imagem de 2011, totalizando os mesmos 2% de área (1.78 km²).

5.2. Período temporal de maior abrangência (1985-2015)

As análises realizadas nas imagens Landsat dos anos de 1985 e 2015 (Quadro 2), demonstraram que o total das áreas antropizadas (desmatamentos, atividades agrícolas, mineração) em Parobé totalizavam 76% do município no ano de 1985 (83.47 km²) e de 70% (76.84 km²) no ano de 2015. As áreas de vegetação nativa abrangiam aproximadamente 21% do município nos anos de 1985 e 2015 (22.48 km² e 23.09 km², respectivamente).

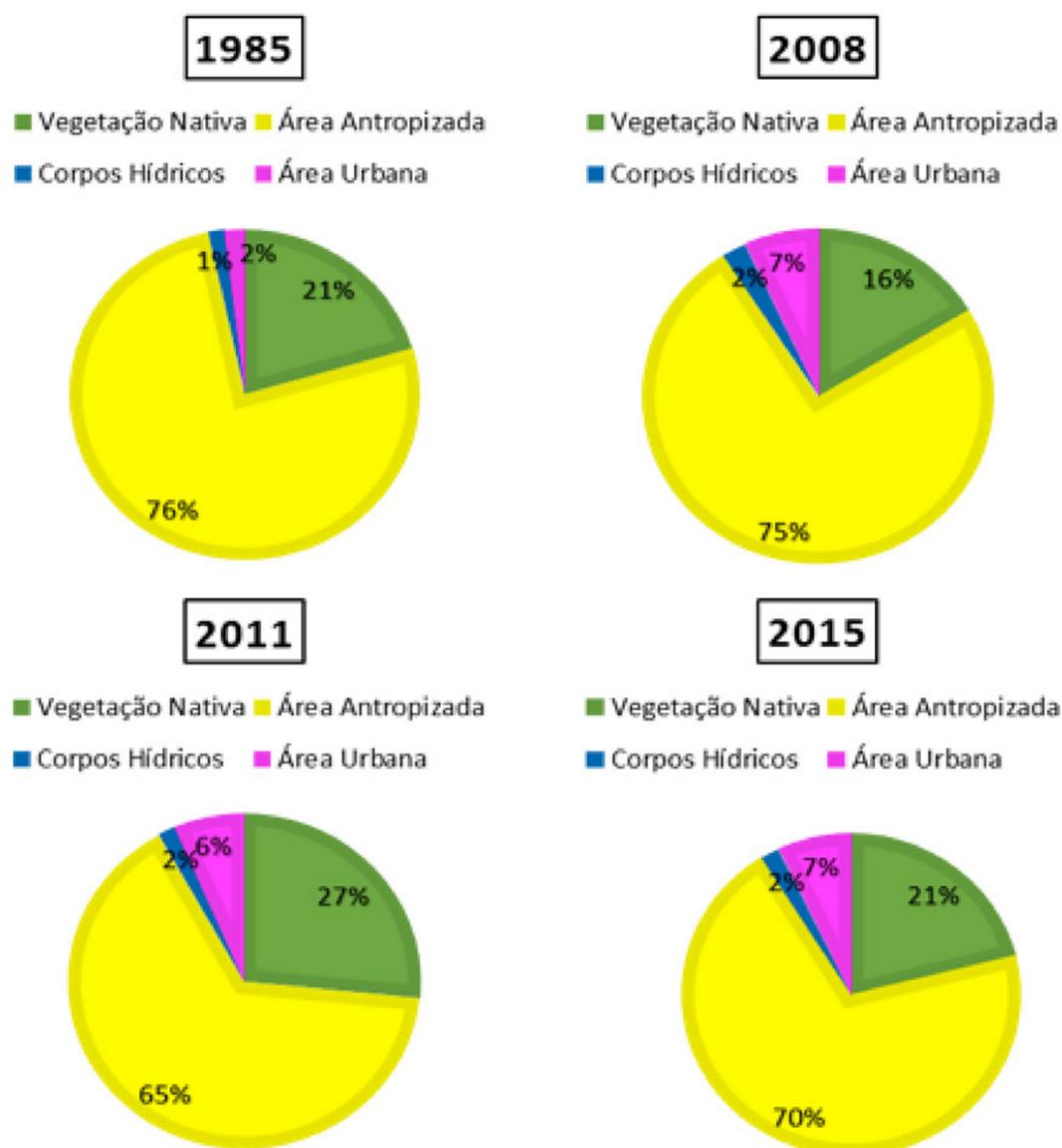
QUADRO 2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM PAROBÉ ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015.

	Ano	
	1985	2015
Área antropizada	83.47 km ²	76.84 km ²
Vegetação Nativa	22.48 km ²	23.09 km ²
Área Urbana	2.02 km ²	7.68 km ²
Corpos hídricos	1.65 km ²	1.94 km ²

Fonte: Autores.

A área urbanizada apresentou um crescimento de 5% na área total, ocupando 2% da área de Parobé no ano de 1985 (2.02 km²) e 7% no ano de 2015 (7.68 km²). As áreas que apresentaram recursos hídricos totalizaram 1% no ano de 1985 (1.65 km²) e 2% em 2015 (1.94 km²), conforme mostra o gráfico da Fig. 4.

Fig. 4. Porcentagens de mudanças no uso e ocupação do solo no município de Parobé/RS.



Source: Authors.

6. Interferências nos resultados

Dentre os principais fatores que podem ter afetado os resultados do presente trabalho, pode-se citar a complexidade na análise das imagens do satélite Landsat como, por exemplo, a baixa resolução espacial.

Processos físicos podem afetar a refletância da vegetação e por consequência causar uma mistura de classes pelo software, não diferenciando em vários casos, vegetações exóticas (silvicultura) da vegetação nativa em uma mesma área (Moran & Ostrom, 2009).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) ressalta a dificuldade na classificação de imagem de satélite, pois o usuário deve considerar a resposta espectral dos alvos e a classe que deseja mapear. Por exemplo, se os operadores na hora da análise orientada a objeto (imagens de satélite) não possuírem padrões de mapeamento claramente definidos, esses padrões de mapeamento devem ser acordados previamente com o intuito de classificar áreas de características semelhantes durante a correção dos resultados finais.

As imagens RapidEye, por se tratarem de imagens de alta resolução, são uma alternativa viável para mapeamentos ambientais, desde que não sejam analisadas utilizando imagens de menor resolução para a comparação temporal, como por exemplo imagens Landsat.

A escolha das imagens utilizadas para a geração do banco de dados do CAR deveria ter sido amplamente analisada, visando que o recorte temporal das imagens (2008 e 2011) fosse proveniente de uma única plataforma com mesma resolução espacial e espectral, garantindo melhor qualidade no resultado final do que será utilizado pelo Cadastro Ambiental Rural.

7. Conclusions

As análises de imagem de satélite utilizando ferramentas de geoprocessamento e técnicas de sensoriamento remoto podem ser amplamente utilizadas para o mapeamento ambiental de áreas, uso e ocupação do solo, cobertura vegetal, dentre outras.

Dessa forma, o estudo demonstra que as imagens Landsat utilizadas atualmente no CAR, não suprem as necessidades técnicas para a geração de um mapeamento acurado, pois a resolução das imagens não permite uma interpretação visual coerente e por consequência, a vegetação exótica não pode ser deduzida da classificação final, uma vez que o processo automático de classificação no software não diferencia muitas vezes vegetação exótica e nativa.

Ainda assim, este estudo conclui que o uso de técnicas de geoprocessamento para a confecção do mapeamento ambiental está sujeito a análises muito específicas e subjetivas realizadas por quem executa, gerando diferentes mapeamentos relacionados a uma única área.

O município de Parobé está à frente da média brasileira em relação à qualidade do planejamento ambiental. Esse resultado foi expresso pelos índices de desmatamento da vegetação nativa quase nulos ao longo de 30 anos, por consequência do planejamento ambiental que vem sendo executado no município desde a implementação do horto florestal de espécies nativas.

Ressalta-se que as imagens de alta resolução adquiridas pelo Ministério do Meio Ambiente devem estar disponíveis para toda a população brasileira, uma vez que, as imagens servem de subsídio e material para a elaboração de trabalhos acadêmicos e mapeamentos ambientais de qualidade no território Brasileiro.

Para muitos autores o CAR pode ser considerado como um marco na questão de fiscalização ambiental no Brasil, visto que o mesmo serve como instrumento facilitador para a fiscalização no Brasil (Borges, 2013; Farinaci et al., 2013). Porém, como o CAR foi um programa pioneiro no mapeamento das propriedades rurais no país, há muitos estudos que questionam a capacidade do programa ser utilizado pelo poder público como base para as tomadas de decisão em relação a fiscalização, visto que a consolidação dos dados autodeclarados pelos proprietários dos imóveis rurais (limites das propriedades, reserva legal, áreas de proteção ambiental e áreas consolidadas) não ocorreu de forma total até os dias de hoje, pois cada estado tem seus próprios métodos de validação assim como seu timing, dado a complexidade topologia e jurídica dos dados que compõem o Cadastro Ambiental Rural (Araújo & Juras, 2012; Bacha, 2005; Delalibera et al., 2008).

Em conclusão, o cadastro ambiental rural foi um marco para o mapeamento das propriedades rural do Brasil, visto que anteriormetne não existia tal base, mas ainda não possui uma base única, consolidada e validade em todos os territórios da federação, visto a complexidade local dos dados autodeclarados e a legislação ambiental estadual diferenciada em cada estado.

References

- Araújo, S. M. & Juras, I. A. (2012). Debate sobre a nova lei florestal: análise dos textos aprovados na câmara e no senado. In Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável (Org.), *Código Florestal e a ciência : o que nossos legisladores ainda precisam saber* (pp. 105–116). Comitê Brasil. http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_criminal/Boas_praticas/Relacao_Projetos/projetoflorestar1/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia.pdf
- Attanasio, M. R. (2006). O dever de elaboração e implementação do zoneamento ecológico-econômico e a efetividade do licenciamento ambiental. *Revista de Direito Ambiental*, 11(43), 203–221.
- Bacha, C. J. (2005). Eficácia da política de reserva legal no Brasil. *Revista Teoria e Evidência Econômica*, Passo Fundo, 13(25), 9–2. <https://seer.upf.br/index.php/rtee/issue/view/496>
- MMA. (2015). *Geo Catálogo: Acesso às imagens RapidEye*. Disponível em <http://geocatalogo.ibama.gov.br/>

- Borges, L. A. (2013). *Seminário de Atualização sobre o Novo Código Florestal*. UFPA.
- Delalibera, H. C., Weirich, P. H., Lopes, A. R. C. & Rocha, C. H. (2008). Alocação de reserva legal em propriedades rurais: do cartesiano ao holístico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, 12(3), 286–292. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000300010>
- Farinaci, J. S., Ferreira, L. C. & Batistella, M. (2013). Transição florestal e modernização ecológica: a eucaliptocultura para além do bem e do mal. *Ambiente & Sociedade*, 16(2), 25–46. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000200003>
- Gonçalves, A. B., Marcatti, G. E., Ribeiro, C. A., Soares, V. P., Meira, J. A., Leite, H., Gleriani, J. & Lana, V. (2012). Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado. *Revista Árvore, Viçosa/MG*, 36(4), 759–766. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400017>
- Hasenack, H. & Weber, E. (org.). (2010). *Base Cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000*. UFRGS-IB-Centro de Ecologia.
- Hasenack, H., Weber, E. & Valdameri, R. (2007). *Análise de vulnerabilidade de um parque urbano através de módulos de apoio à decisão em sistemas de informação geográfica*. UFRGS. Disponível em http://multimedia.ufrgs.br/conteudo/labgeo-ecologia/Arquivos/Publicacoes/Congressos/1998/Hasenack_et_al_1998_Vulnerabilidade_parque_SIG.pdf
- INPE. (2009). *Divisão de geração de imagens (DGI)*. Disponível em http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php
- Moran, E. F. & Ostrom, E. (2009). *Ecossistemas Florestais: Interação homem ambiente*. SENAC.
- Oliveira, M. Z., Veronez, M. R., Thum, A. B., Reinhardt, A. O., Baretta, L., Valles, T. H. A., Zardo, D. & Silveira, L. K. (2007). *Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: um Estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um Sistema de Informação Geográfica (SIG)*. INPE.
- Prefeitura Municipal de Parobé. (2013). *A cidade*. Disponível em <https://parobe.atende.net/cidadao>
- Ravikanth, G., Shaanker, R. & Ganeshaiyah, K. N. (2013). Conservation status of forests in India: A cause for worry? *Journal of the Indian Institute of Science*, 80(6), 591–600. <http://journal.library.iisc.ernet.in/index.php/iisc/article/view/830>
- República Federativa do Brasil. Ministério da Justiça e Segurança Pública. (2012). *Lei nº 12.651*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União, 25 de maio de 2012. https://www.gov.br/mj/pt-br/aceso-a-informacao/atuacao-internacional/legislacao-traduzida/lei-no-12-651-de-25-de-maio-de-2012-senasp_esp-docx.pdf
- Ribeiro, C. A., Soares, V. P., Oliveira, A. M. & Gleriani, J. (2005). O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. *Revista Árvore*, 29(2), 203–212. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000200004>
- Waskow, R. (2013). Avaliação das áreas de preservação permanente de recursos hídricos lóticos em zona rural: subsídios para conservação e recuperação através de um programa de pagamento por serviços ambientais, São Lourenço do Sul, RS [*Trabalho de conclusão de curso*, Centro Universitário La Salle]. Unisalle. Disponível em http://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/tcc/graduacao/engenharia_ambiental/2013/rpwaskow.pdf

Diego dos Santos de Medeiros. UFRGS (Porto Alegre, Brasil).

Rubens Muller Kautzmann. Agência Nacional de Mineração Agência Nacional de Mineração (Porto Alegre, Brasil).

Dionara de Nardin. Codex Remote-Ciências Espaciais e Imagens Digitais (Porto Alegre, Brasi).

Dafne Cavalheiro dos Santos. UFRGS (Porto Alegre, Brasil).