

**IMAGENS LANDSAT TM-5 NA AVALIAÇÃO DO USO DO SOLO EM ÁREAS
RURAS NA CIDADE DE PASSO FUNDO/RS-BRASIL
LANDSAT TM-5 IMAGES IN THE EVALUATION OF LAND USE IN RURAL
AREAS IN THE CITY OF PASSO FUNDO/RS-BRAZIL**

Laura Pasa Cambrussi *

Rosana Corazza **

Alcindo Neckel ***

RESUMO

O objetivo geral do artigo é avaliar as mudanças ocorridas entre 1989 e 2011, com o uso de imagens do satélite Landsat TM-5. As imagens foram classificadas pelos métodos supervisionado e não supervisionado, gerando mapas temáticos com as seguintes classes: área agrícola e pecuária, mata, solo exposto e água. Os resultados da pesquisa mostraram que em 2011 a classe “mata” possuía uma área de 10.628,4 ha (14,9% do total) e a classe “água” uma área de 203,6 ha (0,4%).

Palavras-chave: Ambiente. Classificação de Imagens. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

The overall objective of the paper is to evaluate the changes that occurred between 1989 and 2011, using images from the Landsat TM-5 satellite. The images were classified by supervised and unsupervised methods, generating thematic maps with the following classes: agricultural and livestock area, forest, exposed soil and water. The results of the survey showed that in 2011 the "forest" class had an area of 10,628.4 ha. (14.9% of the total) and the "water" class had an area of 203.6 ha. (0.4%).

Keywords: Environment. Classification of Images. Remote sensing.

1 INTRODUÇÃO

* Acadêmica - Escola de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional (IMED) – Passo Fundo/RS, Brasil; Núcleo de Estudos e Pesquisas em Mobilidade Urbana (NEPMOUR) – Passo Fundo/RS, Brasil. E-mail: lauracambrussi@hotmail.com.

** Licenciada em Geografia, Profa. Dra. do Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS – Campus Sertão - Sertão – RS, Brasil. E-mail: rosana.corazza@sertao.ifrs.edu.br.

*** Geógrafo, Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGARq) da Faculdade Meridional (IMED) – Passo Fundo/RS, Brasil. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Mobilidade Urbana (NEPMOUR) – Passo Fundo/RS, Brasil. E-mail: alcindo.neckel@imed.edu.br.

Apesar dos avanços tecnológicos e científicos do século XXI, cada vez mais, “os recursos naturais são insuficientes em relação às necessidades humanas”. Geralmente, o aumento populacional requer cada vez mais áreas, motivando, assim, a expansão das cidades e a degradação dos recursos naturais (GÜLERSOY, 2013).

Esse processo também é verificado nas áreas rurais, ocasionando a supressão da vegetação nativa e a conversão das áreas para a produção agrícola ou pecuária. Isso decorre das modificações desenvolvidas pelas atividades humanas no ambiente, que, para Sitayeb e Benabdeli (2008), são detectadas a nível regional e local e “resultam em uma interrupção das paisagens naturais, influenciam na dinâmica da vegetação e trazem consequências diretas sobre a configuração de uso do solo e da biodiversidade”.

Esses diferentes tipos de impacto ambiental, segundo Gülersoy (2013), necessitam ser monitorados. Nesse sentido, o sensoriamento remoto tornou-se uma ferramenta capaz de auxiliar na análise das características do ambiente em escala local e regional. Convém lembrar que, apesar de o sensoriamento remoto ser uma potente ferramenta para análise do uso do solo, é necessário levar em consideração as diferentes técnicas de análise de imagens de satélite de diferentes anos, de forma a apresentar a situação atual do uso da terra e as mudanças temporais ocorridas (GÜLERSOY, 2013).

Quando se aplica o sensoriamento remoto para representar os diferentes tipos de usos no solo, os autores Angel et al. (2010) alertam que também se deve levar em consideração as forças físicas que agem sobre o ambiente. Essas ações realizam-se de maneira lenta e rápida, ou seja, lenta quando dependem dos processos naturais, como o intemperismo geológico, e rápida quando realizadas pela interferência humana no espaço geográfico.

Segundo Gülersoy (2013), estudos envolvendo o sensoriamento remoto ajudam a compreender o uso do solo em suas diferentes formas e contextos e tornam-se de fundamental importância para que se possa interferir sobre o território analisado, até mesmo com ações mitigadoras de impactos ambientais, se for o caso. Assim, Jiao, Liu e Li (2012), os quais sugerem que “o primeiro passo para a caracterização de classes de uso da terra é a compreensão das diferentes formas de uso da terra em pequenas e grandes propriedades de uso particular ou privado”. Esses autores indicam que “os efeitos antrópicos sobre a paisagem podem ser

observados em imagens de sensoriamento remoto, identificando diferentes formas e características de uso do solo através de manchas”.

Importa, nesse contexto, conhecer a evolução histórica da ocupação do solo. No município de Passo Fundo, o registro dessa evolução é feito a partir de relatos. Fritsch (2006) explica que, há cerca de 200 anos, o município de Passo Fundo/RS era apenas uma terra de passagem e de descanso para os tropeiros que vinham de Santa Catarina, com áreas de campo e de mata extensa e de pouca civilização. Atualmente, em virtude da importância econômica do município no cenário gaúcho e nacional, a população urbana do município vem aumentando de forma constante. No meio rural, o dinamismo experimentado pela agricultura nas últimas décadas levou à expansão do setor, com a intensificação da utilização de tecnologias e do aumento da produtividade, ocasionando um aumento da pressão sobre as áreas preservadas. Tendo em vista o exposto, esta pesquisa objetiva avaliar, de maneira geral, as mudanças do uso do solo no município de Passo Fundo/RS, entre os anos de 1989 e 2011, com o uso de imagens Landsat TM-5, de modo a confirmar ou não os relatos sobre o uso gradativamente maior das áreas de vegetação nativa para a agropecuária.

A utilização das imagens de satélite torna possível a verificação dos diferentes tipos de uso do solo em Passo Fundo/RS e pode auxiliar em planejamentos futuros, o que reflete a importância dessa pesquisa para a sociedade, gerando, assim, dados sobre porcentagem restante de matas e os quantitativos ocupados por corpos hídricos, lavouras e solo exposto.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

O município de Passo Fundo situa-se no norte do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28°07' e 28°25' de latitude Sul e 52°17' e 52°41' de longitude Oeste (Figura 1). Seus limites atuais são formados pelos municípios de Pontão, Sertão e Coxilha, ao Norte; Carazinho, Ronda Alta e Santo Antônio do Planalto, a Oeste; Ernestina, Nicolau Vergueiro e Marau, ao Sul e Mato Castelhano a Leste (IBGE, 2014). A cidade de Passo Fundo, conforme o IBGE (2014), é conhecida como a capital do Planalto Médio, tendo em vista sua importância para toda a Região Norte do Estado do Rio Grande do Sul e o fato de

possuir a maior população dessa região, com 184.826 habitantes, segundo o Censo 2010 (IBGE, 2014).

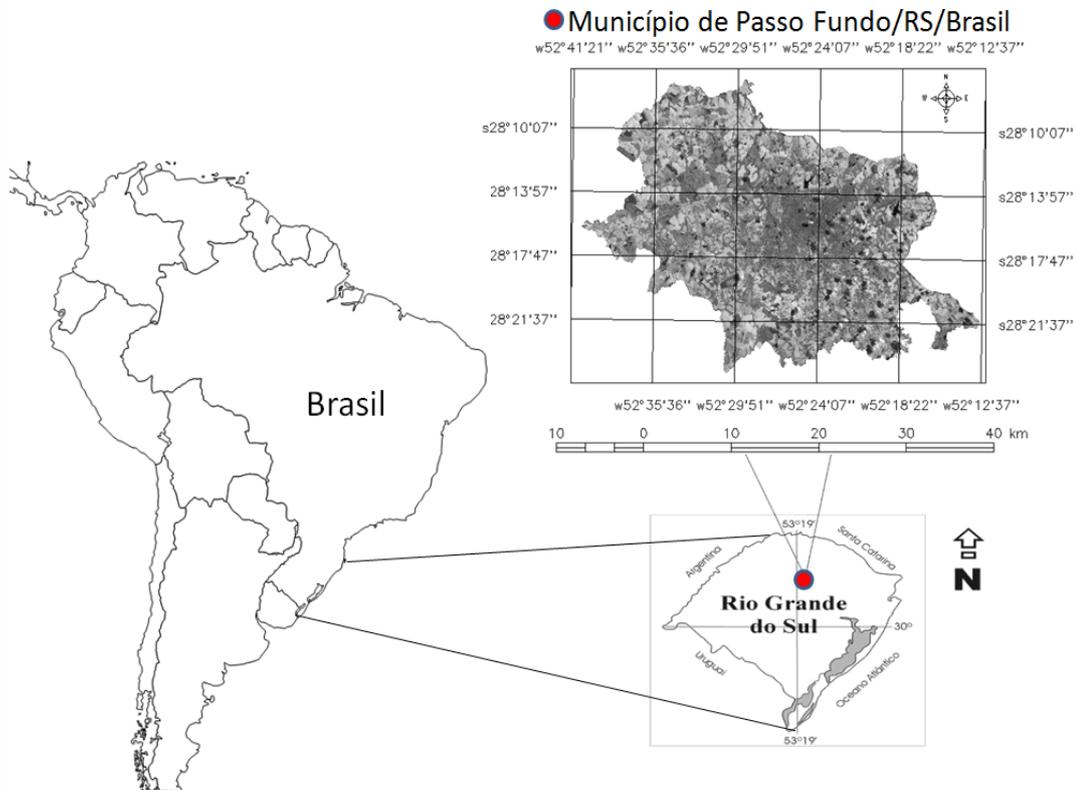


Figura 1: Localização do município de Passo Fundo (RS/BRASIL).

Fonte: Adaptando de Neckel, Brandli e Prietto (2013), com o uso de imagem de satélite Landsat TM/5.

Os mapas de uso do solo do município de Passo Fundo (RS) foram elaborados com uso de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, obtidas no website do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e processadas no Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING, versão 5.2.6, desenvolvido e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram utilizadas imagens de duas datas: 07 de novembro de 1989 e 04 de novembro de 2011. Optou-se por empregar imagens do mesmo mês para que o estágio fenológico das culturas de inverno fosse semelhante nas duas datas.

O norte do estado do Rio Grande Sul, onde se localiza o município de Passo Fundo, é uma região de intensa exploração agrícola. A maior parte das áreas encontra-se coberta por culturas agrícolas temporárias durante todo o ano: milho e soja, no período de verão e começo do outono; trigo, aveia, cevada e outros cultivares no inverno e no início da primavera. A ocupação agrícola intensa que se

estabeleceu na região processou-se com a gradual introdução da tecnologia agrícola na cultura do trigo (décadas de 1930, 1940 e 1950) e consolidou-se de forma moderna nas décadas de 1960 e 1970, com o processo de difusão tecnológica, conhecido como Revolução Verde, e que foi aplicado à cultura da soja (ALVES, 2013). Ao mesmo tempo em que propiciou o aumento da produtividade e da lucratividade no setor primário, a Revolução Verde impulsionou o desmatamento de vastas áreas de vegetação pertencentes ao Bioma Mata Atlântica. De acordo com Krabe (2010), no início da ocupação agrícola, o solo das áreas de campo era considerado, de forma geral, imprestável para o cultivo de cereais, por possuir menor fertilidade e, por isso, a agricultura tradicional desenvolveu-se praticamente nas áreas de mata. Em relação ao relevo, a mesorregião Noroeste do Rio Grande do Sul possui uma grande área com relevo de planalto, com leves ondulações, ideais para a moderna prática agrícola, com uso intensivo da mecanização como propunha a Revolução Verde (ALVES, 2013).

Em relação ao processamento das imagens, inicialmente se procedeu com sua correção geométrica, realizando, na sequência, a aplicação de contraste às bandas 3, 4 e 5 e seu recorte para a área de estudo. Optou-se por excluir a área urbana, uma vez que a diversidade de respostas espectrais dos alvos impossibilita a sua separação das demais áreas. A delimitação da área urbana foi realizada visualmente sobre a imagem de satélite. Optou-se por utilizar a máscara da área urbana de 2011 para o recorte da imagem de 1989 garantindo, assim, a intercomparabilidade dos resultados.

As imagens foram classificadas pelo método supervisionado e não supervisionado, gerando mapas temáticos com as seguintes classes: área agrícola e pecuária, mata, solo exposto e água. A classe solo exposto corresponde tanto às áreas com solo não cultivado (em pousio), revolvido ou não, quanto àquelas em que foi realizada a colheita do cultivar (áreas com resteva), nas quais a resposta espectral do solo suplanta a resposta da palha e dos restos do cultivo precedente. O mapeamento temático resultante foi comparado visualmente com a composição RGB543 das bandas para a escolha no método que apresentasse os melhores resultados. Para a imagem de 1989, o método não supervisionado (segmentação com valor 8 de similaridade e 16 pixels de área, algoritmo ISOGEG, com limiar de aceitação de 99,9%) apresentou melhor correspondência com os alvos, enquanto, para a imagem de 2011, o método supervisionado (classificador Maxver, limiar de

aceitação de 99, 9%) foi superior. Por fim, realizaram-se as medidas de cada classe para cada uma das imagens.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentadas as imagens das duas datas, na composição RGB543. As áreas em tons de roxo (imagem de 1989) e em tons de lilás (imagem de 2011) são áreas de solo exposto e mostram-se abundantes, pois, no início do mês de novembro, grande parte das culturas de inverno encontra-se colhida. Nas duas imagens, as áreas em verde escuro referem-se às áreas florestais (nativas ou não), enquanto as áreas ocupadas por cultivos agrícolas aparecem em tonalidades de verde claro. Verifica-se que somente com a observação da imagem torna-se difícil identificar as mudanças no uso do solo ocorridas entre as duas datas.

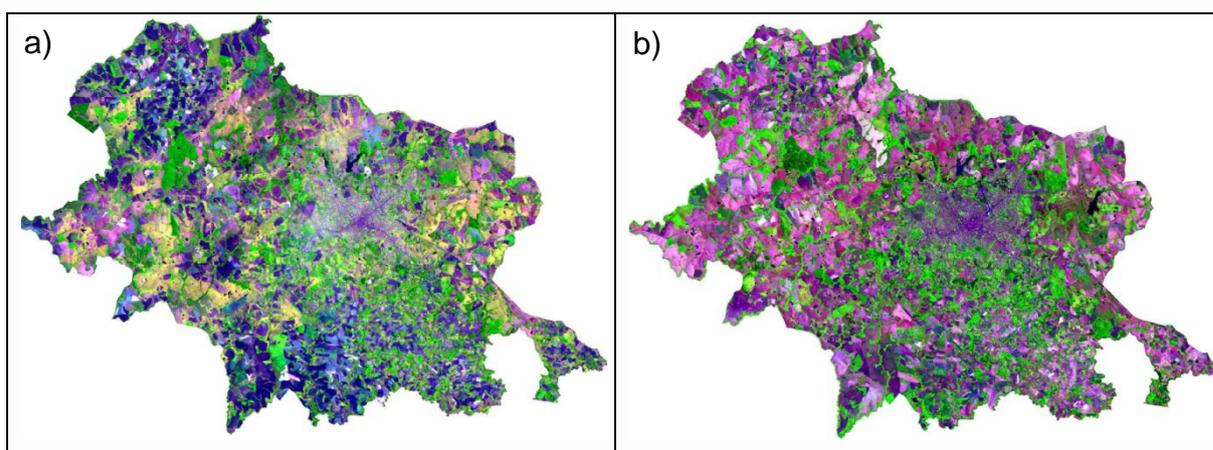


Figura 2: Imagens do Satélite Landsat 5 - Sensor TM, do município de Passo Fundo – RS.
Fonte: Imagens do satélite Landsat TM/5 - em composição RGB543. Em “a” a imagem de 07 de novembro de 1989 e em “b” a imagem de 04 de novembro de 2011.

No mapa apresentado na Figura 3, é possível verificar o uso do solo em Passo Fundo em novembro de 1989. Da área total (71.124,8 ha), a maior parte era ocupada pelas áreas destinadas à agricultura e pecuária (37.734,6 ha), e pela classe “solo exposto” (22.258,2 ha). As áreas de solo exposto, em sua maioria, também se destinam ao uso agropecuário, porém na data do imageamento, encontravam-se sem cobertura vegetal. Juntas, essas classes perfaziam 84,8% da área total do município. A classe “mata” apresentava uma área de 10.628,4 ha (14,9% do total) e a classe “água” uma área de 203,6 ha (0,4%).

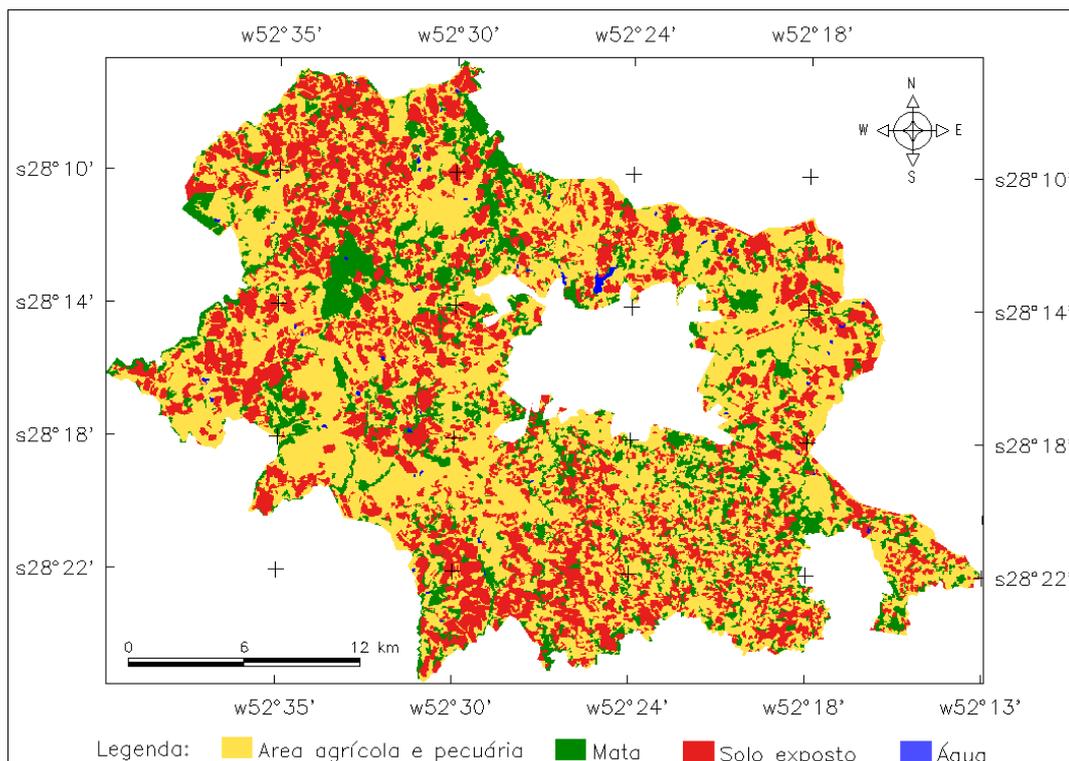


Figura 3: Mapa de uso do solo no município de Passo Fundo - novembro de 1989.
Fonte: Sistematizados pelos autores com o uso de Imagens do satélite Landsat TM/5 (2018).

Na Figura 4 é apresentado o mapa de uso do solo de novembro de 2011. Naquela data, as áreas destinadas à agricultura e pecuária ocupavam 26.940,9 ha (37,8% da área total) e as áreas de solo exposto 35.687,9 ha (50% da área total). Juntas, estas áreas perfaziam 87,9% da área total, o que demonstrou um aumento em relação ao ano de 1989. A comparação entre as porcentagens obtidas nas duas datas pode ser observada no gráfico da Figura 5.

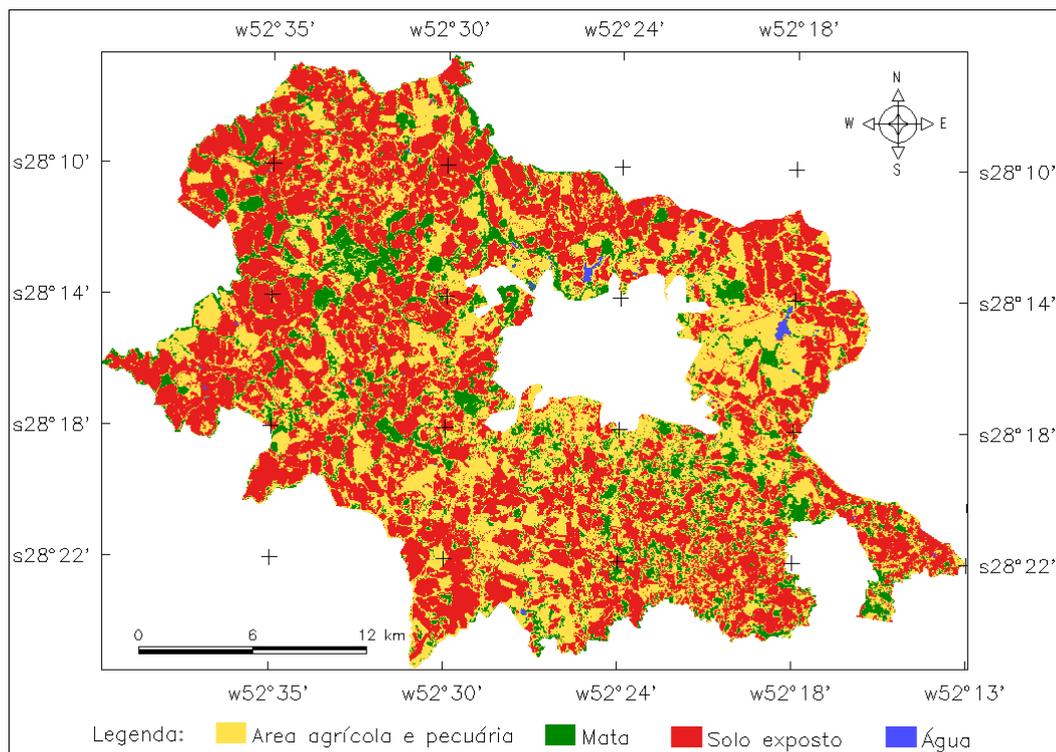


Figura 4: Mapa de uso do solo no município de Passo Fundo - novembro de 2011.
Fonte: Sistematizados pelos autores com o uso de Imagens do satélite Landsat TM/5 (2018).

A alteração mais significativa deu-se em relação às áreas de mata (nativa e/ou plantada), que passaram de 10.628,4 ha (14,94%) para 8.395,7 ha (11,78%). Esses dados demonstram a contínua supressão da vegetação nativa para a implantação de lavouras ou pastagens no período entre as duas imagens.

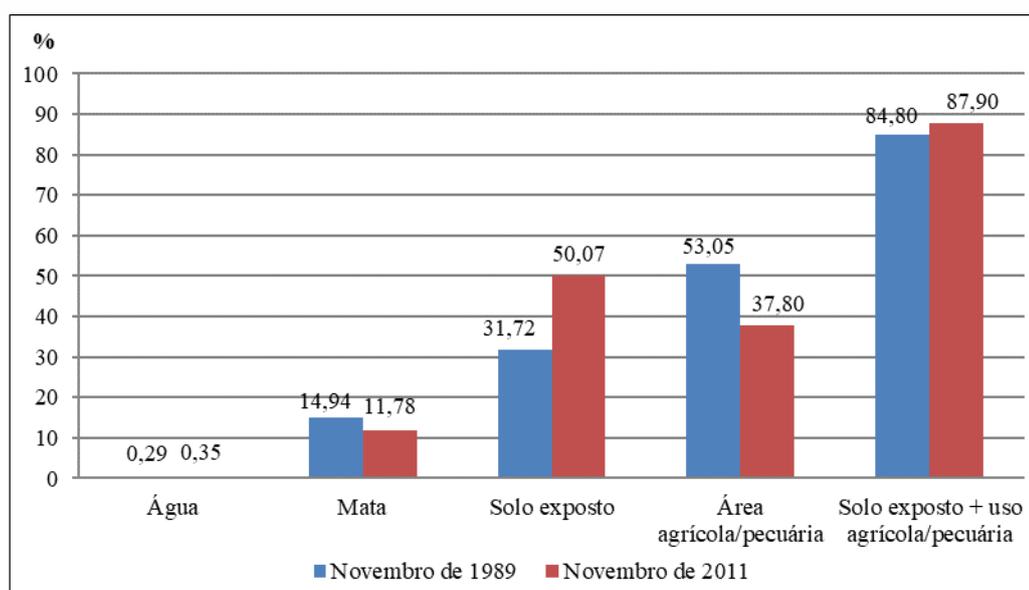


Figura 5: Classes mapeadas e suas respectivas porcentagens nas datas das duas imagens.
Fonte: Autores (2018).

Na Figura 6, são demonstrados alguns recortes das imagens, tornando facilmente identificável a supressão ou a degradação da vegetação. Percebe-se que a imagem “a” de 1989 tinha uma maior densidade de mata em relação à imagem “d” e pode ser identificado o aumento de solo exposto e de áreas agricultáveis. No ano de 2011, a mata restante está fragmentada e cortes externos e internos indicam a presença de caminhos (estradas), os quais contribuíram para dividir as manchas densas de mata.

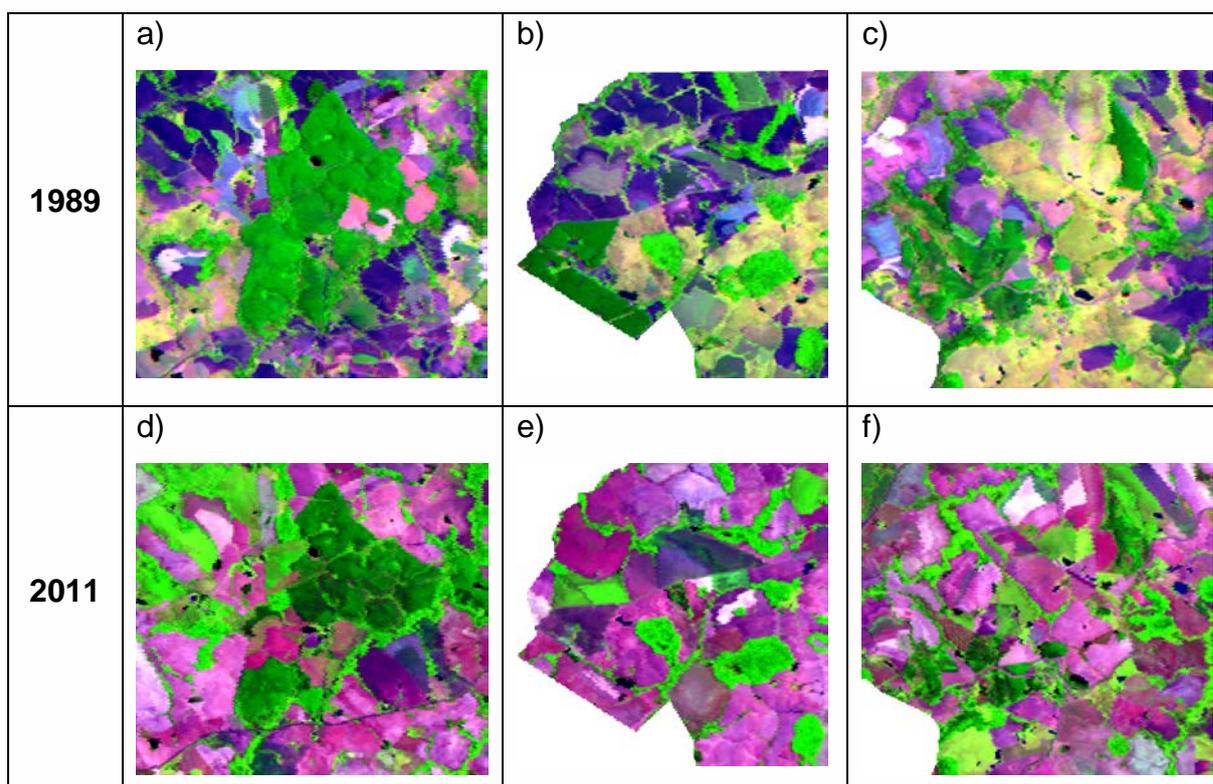


Figura 6: Composição RGB543 do município de Passo Fundo/RS dividida em 3 compartimentos para análise da evolução de 1989 até 2011.

Fonte: Imagens do satélite Landsat 5 adaptada da NASA (2014).

A imagem “b” era contemplada por manchas de uso agrícola e áreas de capoeira. A imagem “e” traz a representação da diminuição de capoeiras e o aumento das áreas agrícolas e de solo exposto. No canto esquerdo inferior da imagem de 1989, verifica-se uma extensa área de mata que foi suprimida em 2011. Todavia, pela tonalidade e pela textura homogênea, é possível inferir que se trata de uma área de reflorestamento. Convém destacar que, nas imagens “c” e “f”, como nas demais, o mais agravante é a diminuição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo dos cursos d’água.

Esses resultados apresentam semelhanças em relação à pesquisa realizada por Gülersoy (2013), na qual se tratou da técnica de detecção remota utilizando diferentes imagens de satélites para identificar as mudanças que ocorreram no uso do solo no município de Manisa Merkez İlçesi (Turquia). Naquela pesquisa, o autor identificou que as áreas agrícolas passaram de 10% do território entre os anos de 1986 e 1999, para 44% do território entre 1986 e 2010, demonstrando, assim, o aumento dessas sobre as áreas de mata. Em virtude da diminuição das áreas de mata no município de Passo Fundo/RS, percebe-se a iminente necessidade de preservação dos recursos naturais ainda existentes e a necessidade de observância dos proprietários quanto à legislação ambiental vigente.

Em estudos realizados por Jiao, Liu e Li (2012), identificou-se que “a paisagem em áreas povoadas é fortemente influenciada pelas atividades humanas. Um aspecto importante dos efeitos antrópicos sobre a paisagem e que pode ser observada em imagens de sensoriamento remoto é a forma característica de uso do solo através de manchas”. O aumento dessas manchas, segundo Jiao, Liu e Li (2012), retrata a situação crescente de solo exposto através das décadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa possibilitou uma análise espaço-temporal da área municipal de Passo Fundo e relevou dados preocupantes no que diz respeito à diminuição das áreas de mata em detrimento do aumento das áreas agrícolas no município. Outro fator agravante é que, dentro dos limites do município de Passo Fundo/RS, foram identificados 203,6 ha de recursos hídricos, o que corresponde a 0,4% da área total. Se medidas não forem tomadas, a preservação desses mananciais e dos cursos de água corrente pode estar ameaçada.

Embora o aumento das áreas agrícolas contribua para o aumento da produção e da lucratividade por parte dos produtores rurais, os resultados obtidos indicam uma provável não observância da legislação ambiental. Nas datas das imagens, encontrava-se em vigor o Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1965), o qual preconizava, entre outros itens, a preservação de 30 metros de vegetação ciliar ao longo dos cursos d'água (áreas de APP) de menos de 10 metros de largura, e a manutenção de 20% da área da propriedade com a vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, constituindo a Reserva Legal (RL). Todavia, essa legislação era

amplamente descumprida, o que culminou na aprovação do Novo Código Florestal em 2012 (BRASIL, 2012) e de seus instrumentos: o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA). Além do cadastro das propriedades via CAR, os proprietários poderão aderir ao PRA com o objetivo de promover a regularização ambiental, o que possivelmente levará ao aumento das áreas de mata nas próximas décadas.

Nesse sentido, a próxima etapa da pesquisa consistirá na avaliação das áreas de APP e RL no período anterior e posterior à aprovação do Novo Código Florestal. Algumas medidas poderiam ser adotadas na área municipal de Passo Fundo para o monitoramento das áreas florestais, a exemplo do supervisionamento aéreo, integrado às imagens de satélites, o que poderia ser fundamental para o desenvolvimento e a implementação de políticas de proteção da vegetação nativa e para a recuperação das áreas degradadas e desmatadas. A necessidade de monitoramento é iminente uma vez que os recursos naturais estão sendo devastados paulatinamente. Nesse sentido, este trabalho permitiu constatar que as imagens de satélite são poderosas ferramentas para o acompanhamento espaço-temporal das mudanças ocorridas no uso do solo.

REFERÊNCIAS

ALVES, Clovis Tadeu. **A Revolução Verde na mesorregião noroeste do RS (1930-1970)**. 2013. 174 f. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2013.

ANGEL, Shlomo; PARENT, Jason; CIVCO, Daniel L. Ten compactness properties of circles: measuring shape in geography. **Canadian Geographer**, v. 54, n. 4, p. 441–461, dez. 2010.

BRASIL. Lei 4.771/1965, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 1965. p. 9529.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 mai. 2012. p. 01.

GÜLERSOY, Ali Ekber. Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında meydana gelen değişimlerin incelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneği (1986-2010). **Turkish Studies: International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, Turkey**, v. 8, n. 8, p.1915-1934, ago. 2013.

FRITSCH, Rodrigo Carlos. **Avaliação do ruído urbano**: o caso da área central de Passo Fundo – RS.2006. 182 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2014. **Censo 2010**. Dados disponíveis em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em: 17 out. 2014.

JIAO, Limin; LIU, Yaolin; LI, Hongliang. Characterizing land-use classes in remote sensing imagery by shape metrics. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, n. 72, p.46-55, 04 jun. 2012.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Imagem do Satélite Tm-Landsat-5, na composição colorida (RGB-543). Imagens de satélite adquirida pelo INPE entre 1989 e 2011. Imagens disponibilizadas em 2014.

NECKEL, Alcindo; BRANDLI, Luciana Londero; PRIETTO, Pedro Domingos Marques. Urban Park of the University City Lot of Passo Fundo, RS, Brazil: Example of Environmental Recovery (Five Years of Research). **Applied Ecology and Environmental Sciences**, Canada, v. 1, n. 6, p.113-119, nov. 2013.

SITAYEB, Tayeb; BENABDELI, Khéloufi. Contribution à l'étude de la dynamique de l'occupation des sols de la plaine de la Macta (Algérie) à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, n. 331, p.466-474, abr. 2008.

ZHANG, Jixian; ZHANG, Yonghong. Remote sensing research issues of the National Land Use Change Program of China. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, China, v. 62, n. 6, p.461-472, 14 set. 2007.