



Revista Brasileira de Cartografia (2016), N° 68/10: 1993-2006
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

RELAÇÃO ENTRE POPULAÇÃO RURAL E COBERTURA FLORESTAL NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Relationship between Rural Population and Forest Cover in the Northwest of Rio Grande do Sul

**Paulo Afonso da Rosa¹, Fábio Marcelo Breunig²,
Cláudia Maria de Almeida³ & Rafaelo Balbinot²**

¹Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Programa de Pós-Graduação em Geografia
Avenida Roraima, n. 1000, Prédio 17, Sala 1132, 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil
pauloafonso.darosa@gmail.com

²Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Departamento de Engenharia Florestal
Linha Sete de Setembro s/n, CESNORS/UFSM. 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil
{fabiobreunig, rafaelo.balbinot}@gmail.com

³Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Divisão de Sensoriamento Remoto
Av. dos Astronautas, 1758, Bairro Jardim da Granja, 12245-970, São José dos Campos, SP, Brasil
almeida@dsr.inpe.br

*Recebido em 5 de Novembro, 2015/ Aceito em 7 de Outubro, 2016
Received on November 5, 2015/ Accepted on October 7, 2016*

RESUMO

O objetivo do trabalho foi analisar a relação entre a migração da população rural e seus efeitos indiretos sobre a cobertura florestal em duas microrregiões do noroeste do estado do Rio Grande do Sul, mediante o uso de dados socioeconômicos e mapeamento de cobertura arbórea com produtos de sensoriamento remoto. Os dados socioeconômicos referentes à população rural para cada município, de 1970 a 2010, e dados de produção florestal anual, de 2004 a 2013, foram utilizados. O mapeamento da cobertura florestal foi realizado utilizando a classificação manual, com base em imagens do Landsat 5 (sensor *Thematic Mapper*) das datas de 1985, 1994 e 2005, e do Landsat 8 (sensor *Operational Land Imager*), da data de 2014. Foi constatado que todos os municípios apresentaram queda nas taxas de população rural no período analisado. A média de produção florestal anual para cada microrregião apontou um decréscimo da atividade extrativista e aumento da silvicultura comercial, vindo ao encontro do aumento da cobertura florestal em praticamente todos os municípios, de 1985 a 2014. Assim, foi verificado que a diminuição da população rural leva indiretamente ao abandono de áreas pouco propícias para a agricultura e a um aumento dos plantios comerciais em áreas mais íngremes ou com solos mais pobres.

Palavras-chave: Dados Socioeconômicos, Cobertura Arbórea, Sensoriamento Remoto, Microrregiões.

ABSTRACT

The objective was to analyze the indirect relationships between the rural population migration and forest coverage in two micro-regions in Northwestern Rio Grande do Sul State - South Brazil, by using socioeconomic data as well remote sensing derived forest maps. Socioeconomic data regarding rural population per-municipality from 1970 to 2010, and the annual forest production from 2004 to 2013 were used. The forest coverage was assessed using manual classification, based on Landsat 5 (Thematic Mapper sensor) imagery of 1985, 1994 and 2005, and Landsat 8 (Operational Land Imager sensor) scenes of 2014. It was noted that all the municipalities presented a decrease in the rural population during the analyzed period. The average annual forest production of each region showed a decrease in extractive activities and an increased commercial forestry, in compliance with the increasing forest coverage in all municipalities from 1985 to 2014. Thus, it was observed that the rural population decrease indirectly leads to the abandonment of less favorable crop areas, and to an increase in forest plantations in steep slopes and poor soil areas.

Keywords: Socioeconomic Data, Tree Cover, Remote Sensing, Microrregions.

1. INTRODUÇÃO

As diversas transformações que ocorreram no cenário agrícola nos últimos anos têm alterado a estrutura da população rural e as características da paisagem. As formas de relação com o meio natural e o modo de trabalho têm interferido na composição familiar das pessoas que vivem no campo. Outra questão importante refere-se às condições de trabalho e renda, que nem sempre são atrativas para determinadas classes etárias, outrossim, não são atrativas para pessoas de todas as idades, fazendo com que problemas como o êxodo rural, masculinização e o envelhecimento da população rural tornem-se situações cada vez mais frequentes (WESZ JUNIOR *et al.*, 2006). O êxodo rural no Brasil tem início na década de 1950, dominado pelas políticas de industrialização de substituição de importação, processo que criou um mercado de trabalho urbano (ALVES *et al.*, 2011). A modernização do campo, na década de 1970, acabou por favorecer ainda mais o processo do êxodo rural. A modernização agrícola favoreceu os interesses dos grandes agricultores e das empresas multinacionais (indústrias de insumos agrícolas, maquinários etc.), provocando grande exclusão dos pequenos produtores. Dessa forma, os pequenos proprietários, arrendatários, meeiros, posseiros etc. se viram obrigados a migrar para as cidades, pois ficaram comprimidos por uma política que favorecia apenas o grande produtor. Assim, o êxodo rural que ocorreu nesse período abrangeu pessoas de todas as idades, pois migraram famílias inteiras, desde crianças até pessoas idosas (WESZ JUNIOR *et al.*, 2006).

Esse processo de abandono de áreas rurais, aliado à explosão tecnológica da agricultura, trouxe novas possibilidades de uso da terra, fazendo com que o desmatamento para a abertura de novas áreas agricultáveis fosse reduzido. Aliado a esse fenômeno, mais recentemente, as demandas por certificações ambientais têm levado ao cumprimento da legislação ambiental (ARAÚJO *et al.*, 2015). Assim, a adequação de propriedades voltadas às atividades agropecuárias reflete a dinâmica do uso e cobertura da terra e, conseqüentemente, possui impacto na cobertura por vegetação nativa e nos indicadores socioeconômicos regionais. Da mesma forma que a histórica devastação da

Mata Atlântica esteve relacionada aos ciclos econômicos, esse processo de regeneração florestal mostra-se, também, associado aos fatores socioeconômicos atuais e políticas ambientais (ARAÚJO *et al.*, 2015). Nesse ponto, pode-se mencionar o padrão de remoção da cobertura florestal observado nas áreas do Centro-Oeste e Norte do Brasil, onde o desmatamento da floresta nativa ainda é um grave problema a ser resolvido, apesar das políticas de monitoramento e fiscalização (ANDERSON, 2004; INPE - DETER, 2008; INPE – PRODES, 2015; PMDBBS - IBAMA, 2015). Por outro lado, na Região Sul do Brasil, nas últimas décadas, tem-se verificado que a cobertura florestal tem aumentado paulatinamente (ROSEMBACK, 2007; ROSEMBACK *et al.*, 2010; LIMA & CUNHA *et al.*, 2011; VASCONCELLOS & BENEDETTI, 2011; MARCHESAN *et al.*, 2012; BENEDETTI *et al.*, 2013).

Assim, tão importante como entender os processos de desmatamento é compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra, reflexo de questões socioeconômicas regionais. Esses processos podem levar a migrações das populações rurais e causar mudanças substanciais na paisagem. Isso leva à hipótese de que a emigração da população rural nas microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos, no norte-noroeste do Rio Grande do Sul, possa, indiretamente, direcionar para um incremento da vegetação nativa e plantios comerciais. O entendimento da relação espacial entre variáveis ambientais, sociais e econômicas torna-se, portanto, essencial para embasar políticas públicas facilitadoras desse processo de regeneração florestal e de desenvolvimento socioeconômico regional (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Para analisar aspectos ambientais de uma região (do ponto de vista físico, biótico e antrópico), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm se mostrado uma ferramenta de grande importância para a integração de mapas temáticos referentes a recursos naturais e condições socioeconômicas (ASSAD & SANO, 1998; MIRANDA, 2005; KEMP, 2008; GOODCHILD, 2009). Diante do dinamismo das ações humanas, o uso de ferramentas que permitam capturar as mudanças em grandes áreas e com recobrimento temporal adequado são fundamentais (LIPPERT *et al.*, 2012). Entre os principais produtos do sensoriamento remoto disponíveis, destaca-se a série histórica única do programa Landsat. Considerando os

dados gerados a partir do Landsat 5 (LT5), sensor *Thematic Mapper* (TM), e pelo sensor *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do Landsat 8 (LT8) (USGS, 2015), é possível avaliar a evolução do uso e cobertura da terra e mapear a dinâmica da cobertura florestal de grandes regiões.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre a migração da população rural e seus efeitos indiretos sobre a cobertura florestal em duas microrregiões do norte-noroeste do estado do Rio Grande do Sul, mediante uso de dados econômicos e do mapeamento de cobertura arbórea para o período de 1985 a 2014.

2. METODOLOGIA

Nesta seção, será feita uma exposição resumida da área de estudo, seguida por uma breve narrativa sobre a forma de aquisição e processamento dos dados socioeconômicos e por um relato acerca dos métodos de mapeamento da

cobertura florestal, encerrando-se, por fim, com a descrição dos procedimentos adotados para a análise dos dados.

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende as microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos, localizadas no norte-noroeste do estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2013), conforme a Figura 1. A microrregião de Frederico Westphalen possui área de 5.185,6 km², constituída por 27 municípios (ARNS & PIOVEZANA, 2008), enquanto a microrregião de Três Passos possui área de 3.861,3 km², abrangendo 20 municípios. No total, a área estudada engloba 9.046,9 km² (IBGE, 2013).

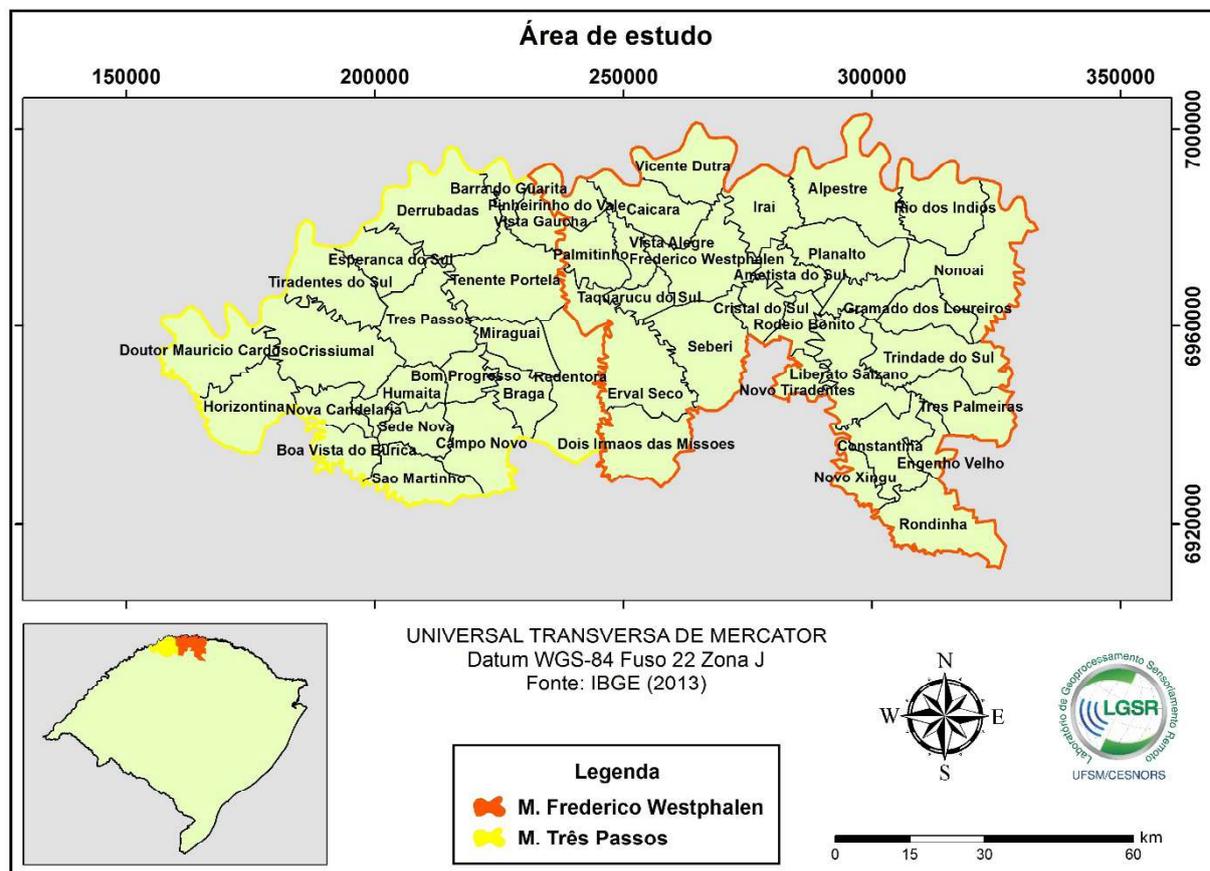


Fig. 1 - Mapa de localização das microrregiões de Frederico Westphalen (identificada pela borda vermelha na figura) e Três Passos (borda amarela), no norte-noroeste do Rio Grande do Sul, no Sul do Brasil. Fonte da malha municipal: adaptado do IBGE (2013).

De acordo com o IBGE (1986) e a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul – SEMA/RS (2005), as microrregiões caracterizam-se pela temperatura superior a 20°C nos meses mais quentes e temperatura inferior a 15°C nos meses mais frios. A precipitação

pluviométrica anual oscila entre 1.500 e 1.800 mm, verificando-se uma boa distribuição das chuvas ao longo do ano (variação mensal em entre 130 e 197 mm), apresentando uma redução do regime de chuvas na estação do inverno (ROSSATO, 2014), não ocorrendo cenários de déficit hídrico

recorrentes, em virtude da ausência de estação seca definida. A ocorrência média de geadas fica entre 5 e 15 por ano (MORENO, 1961; NIMER, 1990). A vegetação nativa das microrregiões é composta por fragmentos de Floresta Estacional Decidual Submontana e ecótonos de Floresta Ombrófila Mista, representada por dois estratos arbóreos distintos: a) emergente, aberto e decíduo, com altura variando entre 25 e 30 m, e b) dominante e contínuo, com altura inferior a 20 m, formado principalmente por espécies perenifoliadas, além de um estrato de arvoretas e arbustos. Além disso, há uma diversificada florística, com aspectos distintos, em função de pequenas variações ambientais determinadas por fatores litológicos, geomorfológicos, edáficos e climáticos locais (IBGE, 1986; 2012).

Em termos florestais, as regiões englobam três grandes remanescentes definidos por força de lei: Parque Estadual do Turvo (PET) e as Terras Indígenas do Guarita (TIG) e de Nonoai (TIN). Os demais remanescentes florestais apresentam uma área menor e distribuídos de forma esparsa em toda área de estudo, em meio aos projetos de agricultura e pecuária, principalmente cultivos de milho e soja, a bovinocultura de leite e a suinocultura, praticados em propriedades rurais menores que 50 ha (RIO GRANDE DO SUL, 2015a; 2015b).

2.2 Aquisição e processamento dos dados socioeconômicos

Os dados socioeconômicos foram adquiridos no sítio online e no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) (IBGE, 2014). Foram adquiridos dados absolutos de população rural para cada município, de 1970 a 2010, com intervalos de 10 anos, e dados de produção florestal anual, de 2004 a 2013 (conforme disponibilidade), dividido em extração vegetal e silvicultura para os seguintes fins: produção para carvão vegetal, produção para lenha e produção para toras (IBGE, 2014).

2.3 Mapeamento da cobertura florestal

O mapeamento da cobertura florestal foi realizado com base em imagens do Landsat 5 (sensor *Thematic Mapper*) das datas de 1985, 1994 e 2005, e do Landsat 8 (sensor *Operational Land Imager*), da data de 2014. Todas as cenas foram obtidas da plataforma online *Earth Explorer – United States Geological Survey*

(USGS, 2015). Foram selecionadas cenas sempre para o mesmo período do ano. Como ambas as microrregiões não foram englobadas por uma única órbita-ponto, foi feito mosaico das cenas das órbitas-ponto 222-079 e 223-079.

Os fragmentos florestais foram mapeados mediante a classificação manual, que se caracteriza pela distinção das classes de uso e cobertura da terra através da interpretação visual das imagens realizada pelo operador, sem auxílio de algoritmos computacionais (interpretação fotogramétrica). Dessa maneira, a classificação manual não se utiliza de modelos estatísticos para diferenciação de classes, mas se fundamenta somente na análise visual das imagens e no treinamento do operador. Como o foco do estudo são as áreas florestais, somente a classe floresta foi mapeada (os demais tipos de uso e cobertura da terra foram agrupados em uma classe denominada “Outros usos e coberturas”), sendo o fragmento florestal detectado e mapeado através da digitalização do mesmo, em escala padrão de visualização (1:40.000), através da edição vetorial dos contornos ou bordas dos fragmentos, resultando na representação dos fragmentos florestais em forma de polígonos. Para a identificação e posterior mapeamento dos fragmentos florestais, foram utilizadas composições coloridas cor verdadeira (3R-2G-1B nas imagens do sensor TM do Landsat 5; e 4R-3G-2B nas do sensor OLI do Landsat 8).

2.4 Análise dos dados

Para capturar as variações ao longo do tempo, foram produzidos mapas e gráficos por município e microrregiões da cobertura arbórea e densidade-porcentagem da população rural. Os dados foram normalizados pela área de cada município, de forma a evitar problemas associados à unidade de área modificável (*modifiable area unit problem* - MAUP) (DARK & BRAM, 2007). Para evitar tendenciosidade associada a grandes fragmentos florestais, como o PET, TIG e TIN, instituídos por força de lei, a área dessas florestas foi excluída tanto da quantização da cobertura florestal, como da área do município. Isso foi necessário para evitar que houvesse um controle estatístico por parte desses grandes fragmentos florestais, que não necessariamente refletem a dinâmica da paisagem regional.

Ainda na avaliação individual das

características da população rural e da cobertura florestal, foram analisados os índices de produção de carvão vegetal e silvicultura nas microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos. Essa análise visou capturar a tendência na última década (de acordo com a disponibilidade de dados).

Na avaliação da dinâmica tanto da população rural quanto da cobertura florestal, foram computadas as variações em quatro décadas. De forma a ressaltar os municípios que apresentaram as maiores variações (redução da população rural e aumento da cobertura florestal), foi feita a subtração da área florestal e população rural de 2014 pela de 1985 (ou data disponível), resultando em um índice de diferença (mapas de diferenças). Esse mapas permitiram identificar os municípios com as maiores variações.

Através do cruzamento dos dados médios municipais de população rural e cobertura florestal para cada década avaliada, foi elaborado um gráfico de dispersão com o objetivo de mostrar as relações entre a dinâmica da população rural e os dados de cobertura florestal (tendência geral). É importante destacar que os dados foram agrupados de forma a aproximar ao máximo as datas dos mapeamentos com os dados da população rural examinados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados e discutidos a seguir segundo três aspectos, que incluem, inicialmente, a dinâmica da população rural; na sequência, a variação da cobertura florestal; e se encerram, enfim, com um contraponto entre o êxodo rural e a cobertura florestal, sendo a discussão respaldada em gráficos e mapas relativos aos tópicos abordados.

3.1 Dinâmica da população rural das regiões

Foi observado um forte decréscimo da população rural em ambas as microrregiões (e municípios) (Tabela 1). Na microrregião de Frederico Westphalen, são destacados os municípios de Rodeio Bonito, Palmitinho e Constantina. Rodeio Bonito possuía 137,7 habitantes/km² ocupando o espaço rural em 1980. Em 2010, esse número diminuiu para 18,1 habitantes/km², representando um decréscimo de 86,8% em 30 anos. O município de Palmitinho possuía 87,6 habitantes/km² ocupando o meio rural em 1980, em 2010 esse índice caiu 71,9%, ficando com 24,6 habitantes/km². Constantina possuía 66,3 habitantes/km² ocupando o espaço rural em 1980, caindo para 16 habitantes/km² em 2010.

Tabela 1: Densidade demográfica no meio rural (habitantes/km²) nas microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos para as décadas de 1980 a 2010. Para alguns municípios, apenas os dados das últimas duas décadas estão disponíveis

MICRORREGIÃO FREDERICO WESTPHALEN					MICRORREGIÃO TRÊS PASSOS				
MUNICÍPIO	1980	1991	2000	2010	MUNICÍPIO	1980	1991	2000	2010
Alpestre	41,1	34,3	24,7	17,7	Barra do Guarita	0,0	0,0	29,1	26,6
Ametista do Sul	0,0	0,0	44,9	37,4	Boa Vista do Buricá	64,9	54,6	26,8	20,2
Caíçara	31,2	26,2	21,6	18,3	Bom Progresso	0,0	0,0	20,4	13,2
Constantina	66,3	49,9	29,0	16,0	Braga	34,7	24,5	14,4	11,0
Cristal do Sul	0,0	0,0	24,9	19,4	Campo Novo	26,9	18,1	9,4	6,1
Dois Irmãos das Missões	0,0	0,0	6,4	4,7	Crissiumal	40,5	32,2	24,9	21,9
Engenho Velho	0,0	0,0	22,6	12,9	Derrubadas	0,0	0,0	8,1	6,3
Erval Seco	33,6	27,0	16,3	12,2	Dr Maurício Cardoso	0,0	19,0	14,5	10,5
Frederico Westphalen	59,5	38,5	23,9	20,8	Esperança do Sul	0,0	0,0	22,4	16,3
Gramado dos Loureiros	0,0	0,0	16,0	13,2	Horizontalina	56,4	19,8	17,3	16,5
Iraí	41,4	33,0	20,1	19,9	Humaitá	51,7	24,6	20,4	14,8
Liberato Salzano	39,5	29,7	22,3	18,2	Miraguaí	45,7	31,5	25,1	21,5
Nonoai	48,4	28,3	8,6	6,4	Nova Candelária	0,0	0,0	26,6	20,8
Novo Tiradentes	0,0	0,0	24,5	21,5	Redentora	27,5	22,3	20,1	23,8
Novo Xingu	0,0	0,0	0,0	14,9	São Martinho	33,9	25,1	19,3	13,6
Palmitinho	87,6	69,5	30,4	24,6	Sede Nova	0,0	19,8	13,9	12,1
Pinheirinho do Vale	0,0	0,0	33,4	34,1	Tenente Portela	64,5	38,0	17,2	14,4
Planalto	57,5	53,6	24,0	19,9	Tiradentes do Sul	0,0	0,0	25,4	18,6
Rio dos Índios	0,0	0,0	17,3	12,1	Três Passos	112,6	82,0	24,3	18,3
Rodeio Bonito	137,7	102,4	22,5	18,1	Vista Gaúcha	0,0	26,6	24,8	20,1
Rondinha	27,3	20,5	16,3	12,7					
Seberi	38,2	30,4	19,6	16,5					
Taquaruçu do Sul	0,0	29,4	25,9	23,4					
Três Palmeiras	0,0	22,2	15,3	12,1					
Trindade do Sul	0,0	20,2	14,1	10,8					
Vicente Dutra	35,6	24,2	19,7	15,1					
Vista Alegre	0,0	31,3	25,2	21,0					
MÉDIA	27,6	24,8	21,1	17,6	MÉDIA	28,0	21,9	20,2	16,3

Fonte: IBGE (2014).

Na microrregião de Três Passos, os municípios de Três Passos, Tenente Portela e Boa Vista do Buricá apresentaram as maiores mudanças. Três Passos teve um decréscimo de 83,7% de sua população rural de 1980 a 2010, enquanto o município de Tenente Portela teve um decréscimo de 77,7%. Já o município de Boa Vista do Buricá apresentou um decréscimo de 68,9% (64,9 habitantes/km² em 1980 para 20,2 habitantes/km² em 2010). Em termos gerais, ambas as microrregiões possuem taxas médias semelhantes de população rural. Na microrregião de Frederico Westphalen, o índice de população rural caiu 36,2% em 30 anos, enquanto na microrregião de Três Passos esse índice caiu 41,8%. Esses índices mostram as elevadas taxas de emigração da população rural nessas microrregiões, causados principalmente pela procura por centros urbanos e pela modernização da agricultura (KOUCHER, 2006; MEDEIROS, 2005), e permitem levantar a hipótese de um aumento de áreas rurais abandonadas.

Quando os dados da população rural são analisados em paralelo à produção florestal para uso em carvão vegetal (Figura 2), verifica-se que as duas microrregiões apresentam a mesma tendência para o período de 2004 a 2013 (de

acordo com a disponibilidade dos dados). Na microrregião de Três Passos, a produção de carvão oriundo de extração vegetal apresentou um decréscimo acentuado entre 2004 e 2013, da ordem de 11,1 t. Entretanto, essa diferença ocorre somente nos primeiros anos (2004 a 2006). Nos demais anos analisados, a produção torna-se pouco variável, oscilando em apenas 0,4 t. Na microrregião de Frederico Westphalen, a produção de carvão através da extração vegetal teve uma variação menor, apresentando uma diferença produtiva de apenas 4,2 t. Porém, observa-se uma pequena queda gradual da produção entre 2008 e 2013, diferentemente do que ocorre em Três Passos.

Em relação à produção de carvão vegetal por meio da silvicultura, a microrregião de Três Passos apresenta um comportamento alternado, ora de aumento, ora de queda na produção, ao passo que na microrregião de Frederico Westphalen, a produção é estável entre 2005 e 2010, tendo um aumento gradual de produção a partir de 2011. Isso indica que ambas as regiões têm substituído áreas abandonadas por cultivadas para a produção de carvão vegetal. Assim, pode-se, *a priori*, esperar que ocorra uma redução do desmatamento de florestas nativas e um aumento das plantadas.

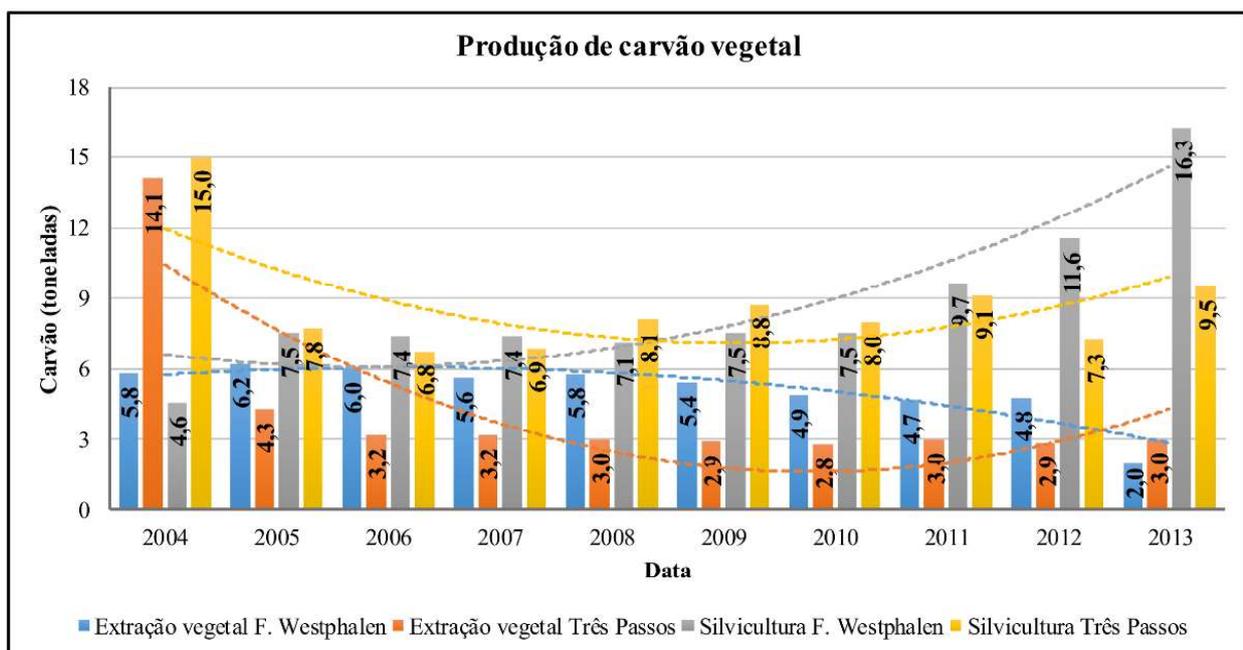


Fig. 2 - Produção de carvão vegetal nas microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos para o período de 2004 a 2013. Fonte dos dados: IBGE (2014).

A Figura 3 exibe as médias de produção florestal das microrregiões para uso em lenha. Observa-se que na microrregião de Frederico Westphalen, a produção de lenha oriunda de extração vegetal diminuiu 1.543,2 m³ em 10 anos, tendo um pequeno pico de crescimento entre 2004 e 2005, seguido de constantes quedas de produção de 2006 a 2013. Entretanto, a atividade silvicultural apresentou um padrão antagônico, com acréscimos durante todos os anos analisados, de 1.321,8 m³ no ano de 2004 para 4.117,9 m³ em 2013, um incremento de 2.796,1 m³ de produção de lenha em 10 anos. Na microrregião de Três Passos, a produção de

lenha obtida por extração vegetal apresentou queda em seus índices de 2004 a 2012, tendo um pequeno aumento em 2013. Mesmo assim, a produção de lenha entre 2004 e 2013 diminuiu 2.616,5 m³. Porém, na produção silvicultural, a microrregião de Três Passos, assim como a de Frederico Westphalen, apresentaram crescimento progressivo na produção de lenha em 10 anos, totalizando um aumento de 1.761,3 m³ para a microrregião de Três Passos. Apesar de os índices anuais de lenha serem maiores que os de Frederico Westphalen, Três Passos apresentou uma taxa de aumento menor entre 2004 e 2013.

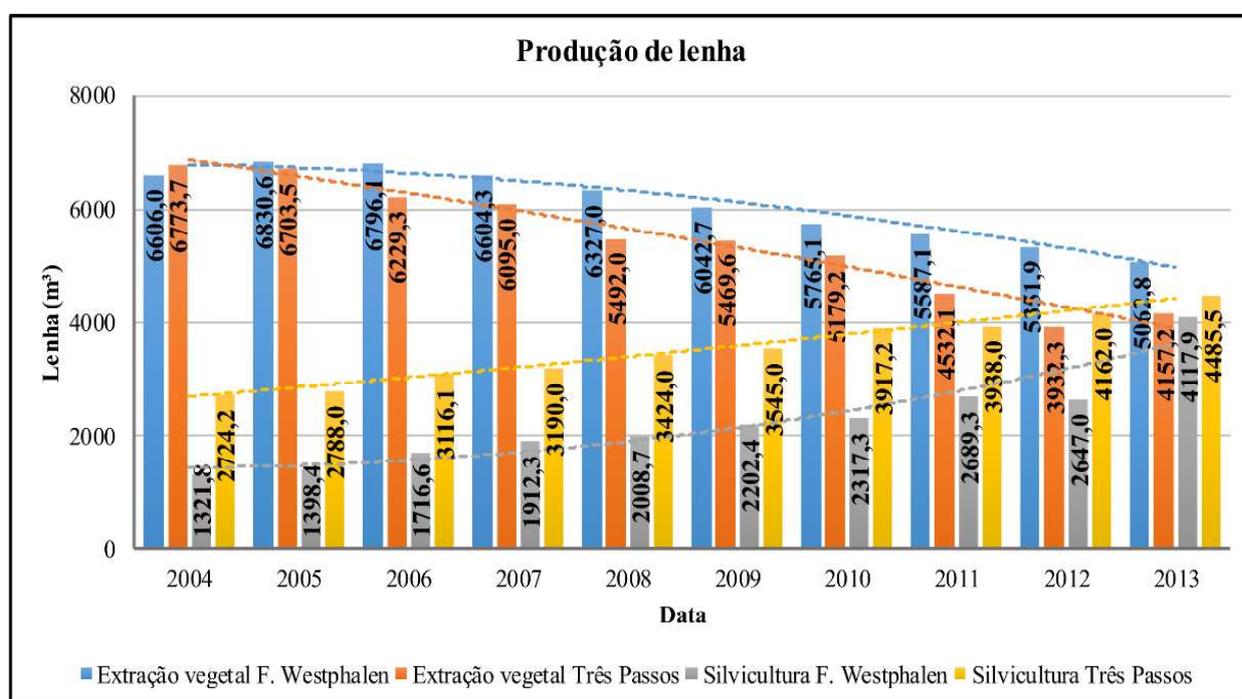


Fig. 3 - Produção de lenha nas microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos para o período de 2004 a 2013. Fonte dos dados: IBGE (2014).

O último aspecto analisado refere-se à exploração de madeira para toras (fustes) (Figura 4). Na microrregião de Frederico Westphalen, a produção por meio da extração vegetal apresenta um gradual, porém pequeno decréscimo entre 2004 e 2013, de 142,8 m³ para 111,7 m³, uma diferença de 31,1 m³. Em relação às técnicas silviculturais, há um discreto aumento gradual da produção de toras entre os anos de 2004 e 2012, tendo um significativo aumento no ano de 2013. Assim, em 10 anos, a produção de tora a partir da silvicultura cresceu 1.409,7 m³.

Na microrregião de Três Passos, a produção de toras por meio da extração vegetal tem o mesmo comportamento observado na microrregião de Frederico Westphalen. Apresentou um pequeno e gradual decréscimo entre 2004 e 2013, de 121,6 m³ para 78,7 m³, respectivamente, correspondendo a uma diferença de 42,9 m³. Em relação às técnicas silviculturais, a produção florestal alterna-se em períodos de aumento e decréscimo de seus índices, entretanto, a produção aumentou de 784,1 m³ para 1.355,5 m³ entre 2004 e 2013, respectivamente, um aumento de 571,4 m³.

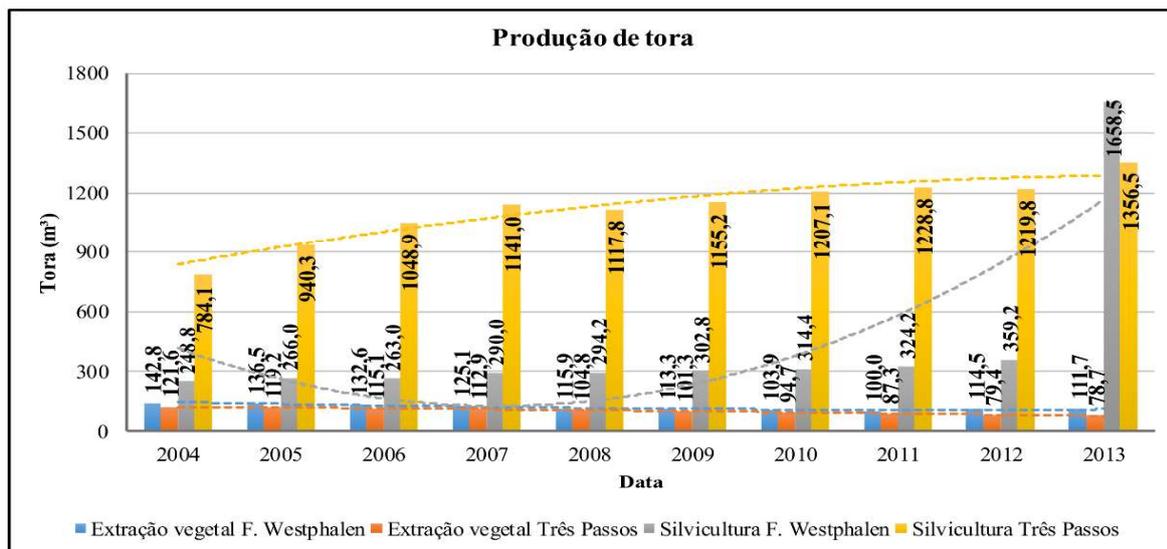


Fig. 4 - Produção de toras nas microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos para o período de 2004 a 2013. Fonte dos dados: IBGE (2014).

Em suma, há indícios que levam a concluir que a redução da população rural demonstrada na Tabela 1 leva a um abandono de áreas de difícil acesso e cultivo. Assim, essas áreas são ocupadas por plantios de espécies exóticas, posteriormente utilizadas para a produção vegetal de carvão, toras e madeira-lenha. Por fim, essa transição parece ter como ponto de inflexão a década de 1980, que marcou a redução da população rural, grandes migrações de jovens e redução do tamanho das famílias. Essa nova conjuntura parece ter criado as condições ideais para o aumento da cobertura florestal reportada para algumas regiões do Rio Grande do Sul (LIMA E CUNHA *et al.*, 2011; MARCHESAN *et al.*, 2012; BENEDETTI *et al.*, 2013).

3.2 Variação da cobertura florestal

As figuras 5 e 6 apresentam o índice de cobertura arbórea (relação entre a área territorial e a área ocupada por florestas) de cada município das microrregiões nos anos de 1985 e 2014, respectivamente. Em praticamente todos os municípios, observa-se um aumento no índice de cobertura arbórea, representando a maior ocupação de florestas em cada município. Na microrregião de Frederico Westphalen, o maior crescimento do índice de cobertura arbórea foi identificado nos municípios de Ametista do Sul, com 27,2% de crescimento de florestas entre 1985 e 2014, Planalto com 19,4%, e Gramado dos Loureiros com 18,4%. Entretanto, os municípios de Dois Irmãos das Missões e Erval Seco apresentaram um decréscimo desse índice, de 0,6% e 0,7%, respectivamente. Isso significa que esses dois municípios, ao contrário dos demais, apresentaram uma pequena redução

de florestas entre 1985 e 2014. Na microrregião de Três Passos, são destacados os municípios de Derrubadas, Tiradentes do Sul e Esperança do Sul, que apresentaram os maiores crescimentos de cobertura florestal entre 1985 e 2014, sendo 16,6%, 14,9% e 14%, respectivamente.

A análise da cobertura florestal mostra um nítido aumento de 1985 para 2014. Ao se comparar com os dados da população rural e produção vegetal, fica evidente a forte relação inversa entre os parâmetros demográficos e atividades extrativistas com a cobertura florestal.

3.3 Êxodo rural versus cobertura florestal: Tendências

Para avaliar as relações levantadas nas seções anteriores, foram elaborados mapas de transição da densidade demográfica da população rural e do índice de cobertura arbórea, cobertura florestal (mapas de diferença), conforme ilustram as figuras 7 e 8, respectivamente. Na microrregião de Frederico Westphalen, os maiores índices de perda de população rural foram os municípios de Rodeio Bonito (119,6 hab./km²), Palmitinho (63 hab./km²) e Constantina (50,3 hab./km²). Na microrregião de Três Passos, os destaques são dados aos municípios de Três Passos (94,3 hab./km²), Tenente Portela (50,1 hab./km²) e Boa Vista do Buricá (44,7 hab./km²). Os municípios que não possuíam dados para a década de 1980 não foram analisados e estão em cinza na Figura 7. Dado o objetivo do trabalho, a discussão das causas do processo de êxodo rural nesses municípios foge do escopo do trabalho e demanda um estudo específico.

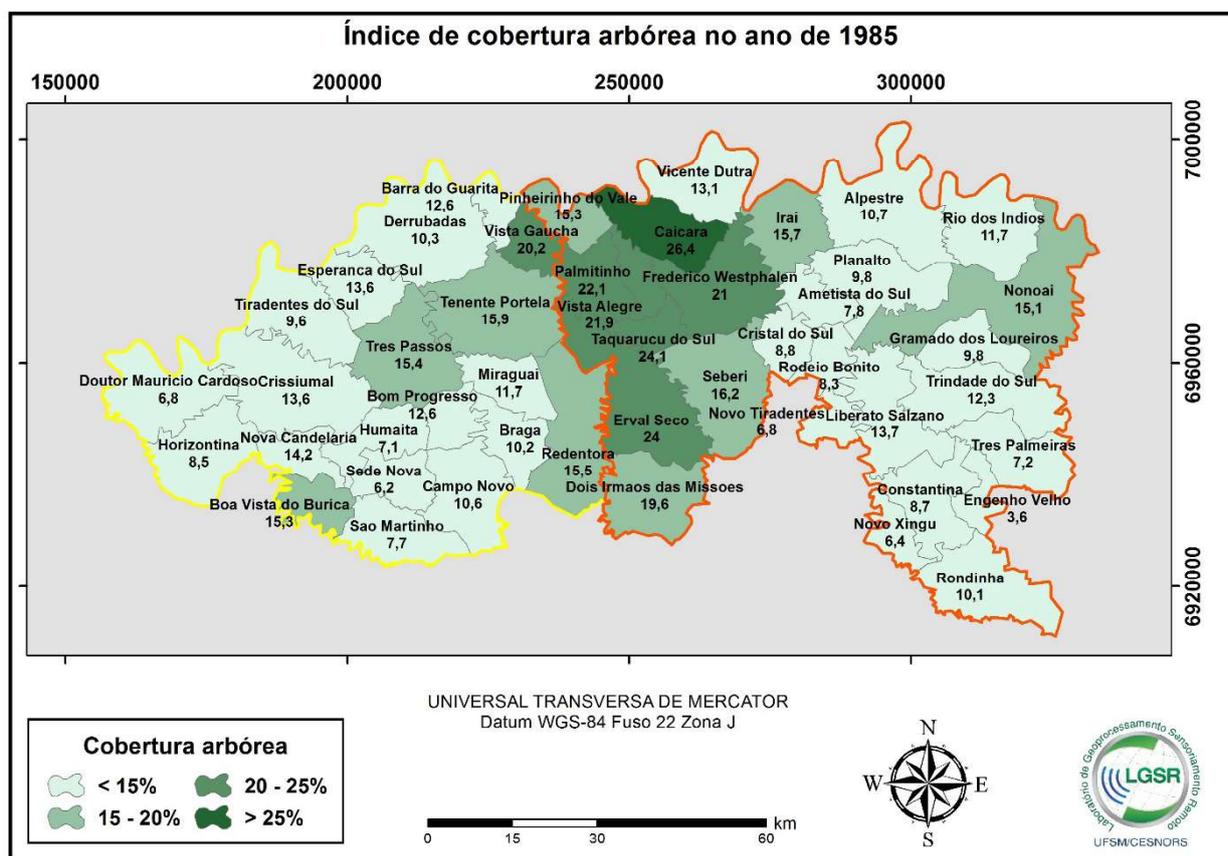


Fig. 5 - Índice de cobertura arbórea dos municípios pertencentes à região de estudo, no ano de 1985. Mapa elaborado a partir da interpretação visual das imagens Landsat 5 TM.

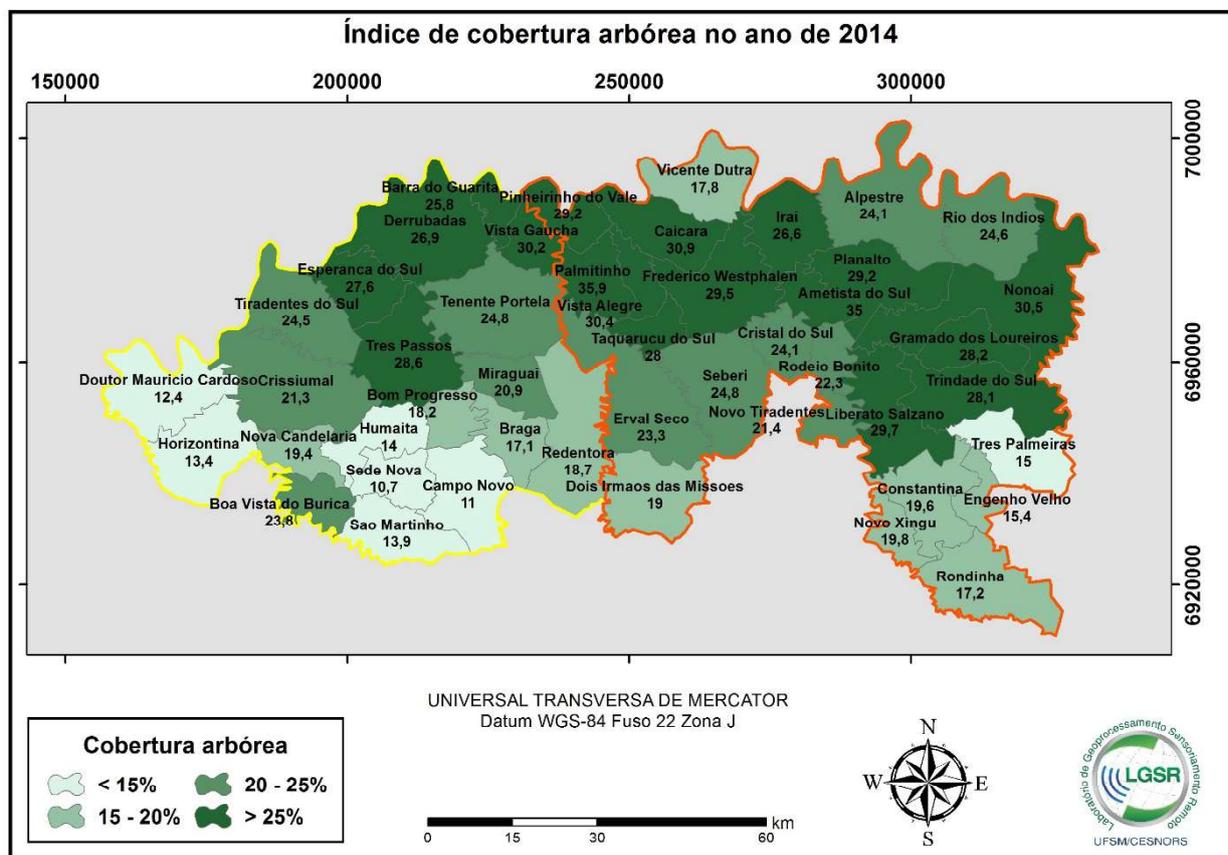


Fig. 6 - Índice de cobertura arbórea dos municípios pertencentes à região de estudo, no ano de 2014. Mapa elaborado a partir da interpretação visual das imagens Landsat 8 OLI.

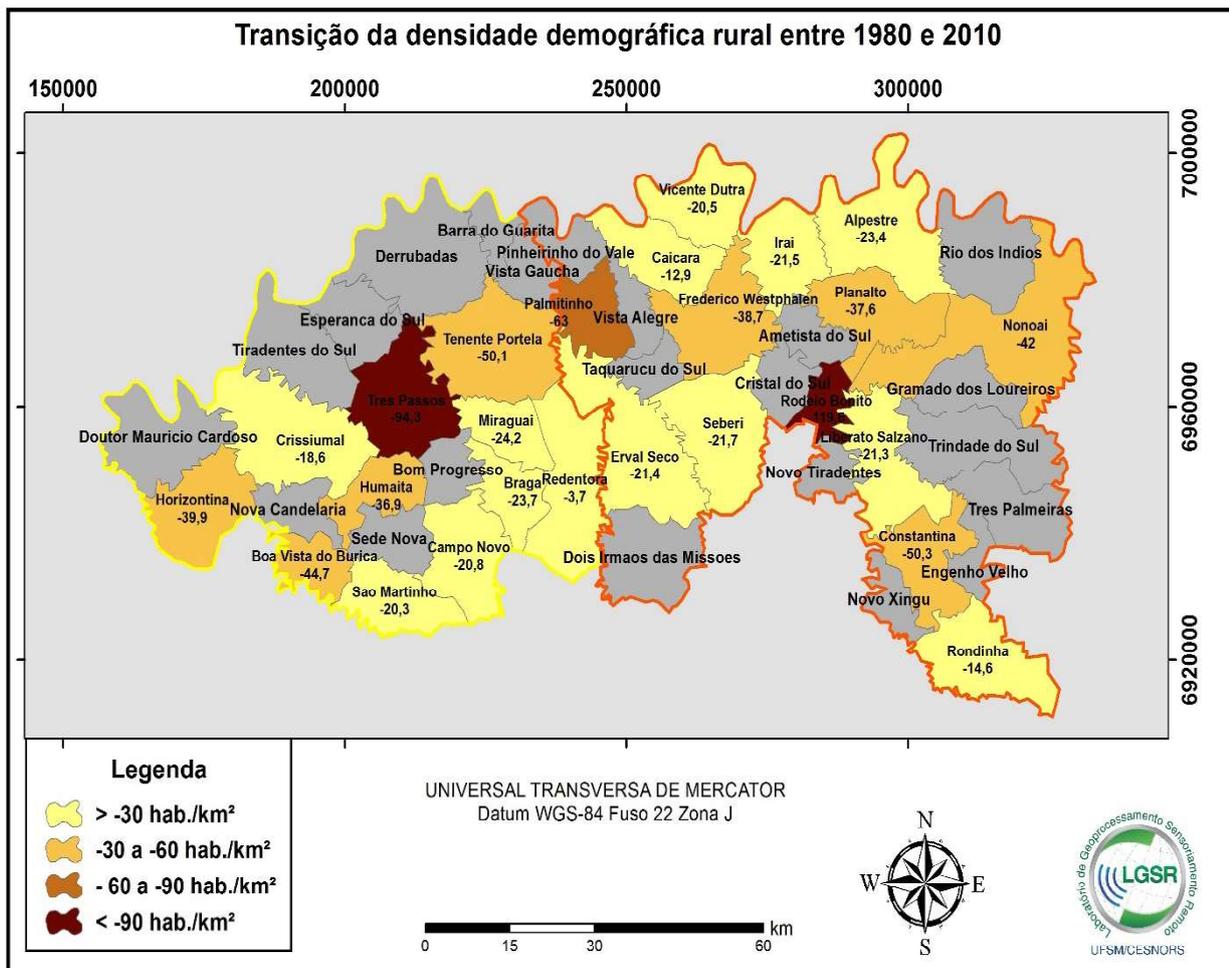


Fig. 7 - Transição da população rural entre 1980 e 2010. Os municípios destacados em cinza não possuem dados de população rural para a década de 1980, sendo descartados do cálculo.

Em relação ao crescimento temporal do índice de cobertura arbórea, os municípios de Ametista do Sul, Planalto e Gramado dos Loureiros apresentaram as maiores taxas de crescimento, de 27,2%, 19,4% e 18,4%, respectivamente. Na microrregião de Três Passos, os municípios de Derrubadas, Tiradentes do Sul e Esperança do Sul são os que apresentaram maior crescimento da cobertura florestal. Essa constatação mostra que em ambas as microrregiões, a área de cobertura de florestas (regeneração natural ou silvicultura) tem aumentado ao longo das décadas de 1980 a 2014 em concordância com resultados reportados na literatura (LIMA e CUNHA *et al.*, 2011; MARCHESAN *et al.*, 2012; BENEDETTI *et al.*, 2013).

A discussão dos parágrafos anteriores remete a um questionamento: o aumento da cobertura florestal nas microrregiões é resultado

indireto do aumento do êxodo rural? A Figura 9 apresenta a relação entre a transição da cobertura arbórea (aumento entre 1985 e 2014) e a densidade demográfica da população rural (decréscimo entre 1980 e 2010). Observa-se que alguns municípios possuem altas taxas de êxodo rural, porém baixas taxas de crescimento florestal. O município de Frederico Westphalen possui um decréscimo de 38,7 hab./km² e aumento de cobertura arbórea de 8,5%. O município de Planalto foi um dos municípios com maior aumento do índice de cobertura arbórea, com 19,4%, apresentando também uma alta taxa de êxodo rural, com decréscimo de 37,6 hab./km². Já o município de Redentora possui uma das menores taxas de êxodo rural, com decréscimo de 3,7 hab./km², e também apresenta os menores índices de crescimento arbóreo com 3,2%.

A covariância inversa entre o aumento da cobertura arbórea e redução da população rural pode ser vista quando se analisa o gráfico de dispersão entre esses dados para os anos-limite das quatro décadas estudadas: 1980 e 2010 (Figura 10). Em geral, quando havia uma maior densidade de população rural (décadas de 1980 e anteriores), houve um forte avanço de ocupação antrópica sobre as áreas de floresta nativa, incorrendo em um baixo índice de cobertura arbórea. À medida que aumentou o êxodo rural (por motivos diversos), a força de trabalho no campo diminuiu e áreas de difícil cultivo/ acesso foram abandonadas e/ou ocupadas por florestas cultivadas. Isso fica claro para os grupos vermelho (1980) e azul (2010) representados na Figura 10. A modernização da agricultura reduziu a demanda por mão-de-obra, provocando o êxodo rural. Entretanto, a mesma modernização da agricultura limitou o uso de terrenos declivosos, característico

da região de estudo. Dessa maneira, terrenos declivosos passaram a servir de base para a regeneração natural ou a ser utilizados para plantios comerciais de monoculturas. Cabe destacar ainda que, devido ao caráter de agricultura familiar típico da região, muitos jovens não vislumbravam possibilidades reais para obter melhores condições de vida no campo e passaram a emigrar para grandes centros em busca de estudo e trabalho.

É válido mencionar a criação de leis federais e estaduais bem como o aumento da fiscalização por parte do Estado nas últimas décadas do estudo. A atividade de extração passou a ser fiscalizada com mais rigor, induzindo (indiretamente) a uma maior conscientização por parte da população, e assim, à valorização da preservação do ambiente natural bem como à recuperação de áreas de preservação permanente (APPs).

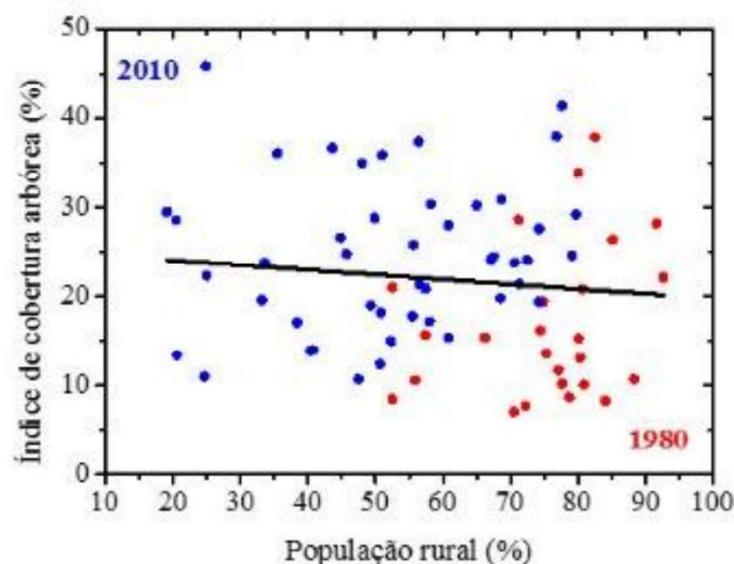


Fig. 10 - Relação entre o índice de cobertura arbórea e população rural para os municípios das microrregiões de Frederico Westphalen e Três Passos. Os dados referem-se aos anos de 1980 e 2010.

4. CONCLUSÕES

Com o presente trabalho, conclui-se que ocorreu uma gradual queda nas taxas de população rural de todos os municípios constituintes das duas microrregiões, representando um aumento do êxodo rural. Nas taxas médias de cada microrregião, ambas tiveram resultados semelhantes, uma queda de 36,2% na microrregião de Frederico Westphalen de 1980

a 2010, e de 41,8% na microrregião de Três Passos. Em relação à produção madeireira para carvão, lenha e tora, em ambas as microrregiões há um abandono ou diminuição na obtenção desses produtos pelo método da extração vegetal, entretanto, verificou-se um aumento da produção utilizando técnicas silviculturais. Esse parece ser um importante fator responsável pela crescente taxa de cobertura florestal, principalmente no ano de 2014.

Em praticamente todos os municípios, foi constatado aumento da cobertura florestal entre 1985 e 2014, em maior ou menor proporção.

Ao cruzar os dados de população rural com o índice de cobertura arbórea dos municípios, verificou-se uma tendência de aumento da cobertura florestal à medida que diminui a população rural.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à *NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LPDAAC)* pela disponibilidade dos dados Landsat, e ao IBGE pelo fornecimento dos dados socioeconômicos. À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pela assistência nos estudos de pós-doutorado. Os autores agradecem também ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* (Processos nº 478085/2013-3, nº 168869/2014-4 e nº 305914/2014-6).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.; SILVA E SOUZA, G.; MARRA, R. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 à 2010. *Revista de Política Agrícola*, ano 20, n. 2, 2011, p. 80-88.

ANDERSON, L. O. **Classificação e monitoramento da cobertura vegetal do Estado do Mato Grosso utilizando dados multitemporais do sensor MODIS**. 2004. 247f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

ARAÚJO, L. S.; GREGO, C. R.; BOLFE, E. L. Dados geoespaciais e socioeconômicos na análise da dinâmica florestal em São Paulo. *Engenharia na Agricultura*, v. 23, n. 1, p. 29-38, 2015.

ARNS, C. E.; PIOVEZANA, L. Desenvolvimento econômico na microrregião de Frederico Westphalen (RS). *Revista Grifos*, n. 24, p. 61-74, 2008.

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

BENEDETTI, A. C. P.; LIPPERT, D. B.; PEREIRA, R. S.; ALMEIDA, C. M.; CARDOSO,

C. D. V.; HENDGES, E. R. Uso do produto MOD13Q1 do sensor Modis para análise temporal e mapeamento das florestas nas Serras do Sudeste e Campanha Meridional do Rio Grande do Sul. *Revista Árvore*, v. 37, n. 3, p. 459-467, 2013.

DARK, S. J.; BRAM, D. The Modifiable Areal Unit Problem (MAUP) in Physical Geography', *Progress in Physical Geography*, v. 31, n. 5, p. 471-479, 2007.

GOODCHILD, M. F. (2009). Geographic information systems and science: today and tomorrow. *Annals of GIS*, v. 15, n. 1, p. 3-9, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real – DETER**: aspectos gerais, metodológicos e plano de desenvolvimento. São José dos Campos: INPE, 2008. 16 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Projeto PRODES**: monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS**. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomass/>. Acesso em: 01 jul. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22. **Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1986. 796 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1:250.000**. Diretoria de Geociências, 2013.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.
- KEMP, K. K. **Encyclopedia of geographic information science**. Los Angeles: SAGE Publications, 2008. 584 p.
- KOUCHER, A. B. **Migrações internas no Rio Grande do Sul: os novos cenários da desconcentração espacial urbano-regional**. 2006. 171 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- LIMA E CUNHA, M. C.; MONGUILHOTT, M.; SALDANHA, D. L.; GUASSELLI, L. A.; OLIVEIRA, G. Quantificação da dinâmica dos remanescentes florestais no município de Jaquirana, RS, em imagens de satélite. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 867-873, 2011.
- LIPPERT, D. B.; BENEDETTI, A. C.; PEREIRA, R. S. Dinâmica da cobertura florestal no município de Crissiumal-RS durante um período de 20 anos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1297-1305, 2012.
- MARCHESAN, J.; LIPPERT, D. B.; PEREIRA, R. S.; BENEDETTI, A. C. P.; NUNES, M. M. C.; BRITES, D. I. S. Evolução da cobertura florestal nas serras do sudeste, Rio Grande do Sul, entre 1984 e 2011. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v(8), nº 8, p. 1751-1760, 2012.
- MEDEIROS, R. M. V. As formas de produção no Rio Grande do Sul e sua relação com a emigração rural. **Agrária**, n. 2, p. 69-92, 2005.
- MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 42 p.
- NIMER, E. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p.151 - 187.
- RIO GRANDE DO SUL. **Médio Alto Uruguai**. Disponível em: <http://www.seplan.rs.gov.br/download/20130730152141perfil_medio_alto_uruguai.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2015a.
- RIO GRANDE DO SUL. **COREDE Celeiro**. Disponível em: <http://www.seplan.rs.gov.br/download/20130730151920perfil_celeiro.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2015b.
- ROSEMBACK, R.; FERREIRA, N. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; CONFORTE, J. C. Análise da dinâmica da cobertura vegetal na região sul do Brasil a partir de dados MODIS/TERRA. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62, n. 2, p. 401-416, 2010.
- ROSEMBACK, R. **Análise da dinâmica da cobertura vegetal na região sul do Brasil a partir de dados MODIS-TERRA**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 2007.
- ROSSATO, M. S. Os climas do Rio Grande do Sul: Tendências e tipologias. In: MENDONÇA, F. (Org.). **Os climas do Sul: Em tempos de mudanças climáticas globais**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. p. 217-271.
- SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – SEMA. **Plano de manejo do Parque Estadual do Turvo**. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/upload/Plano_manejo_PETurvo.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat missions**. Disponível em: < http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php >. Acesso em: 25 jun. 2015.
- VASCONCELLOS, B. N.; BENEDETTI, A. C. P. Dinâmica temporal da cobertura florestal na microrregião Campanha Central do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 4, n. 4, p. 427-433, 2011.
- WESZ JUNIOR, V. J.; ROTH, J. D.; MATTOS, V. M. M.; FERREIRA, A. M. R. M.; TRENTIN, I. C. L. Os novos arranjos do êxodo rural: a evasão temporária de jovens agricultores familiares gaúchos. In: 44 CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER/BNB, 2006. p. 1-12.