

Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados à reconstituição da evolução da exploração agrícola numa pequena bacia hidrográfica rural

Fabíola Lopes ¹
Alfonso Risso ²
Gustavo Henrique Merten ²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/Faculdade de Agronomia
Av. Bento Gonçalves, 7712 CEP 91540-000. Porto Alegre, RS – Brasil
fabilopes@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/IPH
Av. Bento Gonçalves, 9500 CEP 91501-970. Porto Alegre, RS – Brasil
{risso, merten}@iph.ufrgs.br

Abstract. In the evaluation of the use and handling of the soil adjust methodologies to the local characteristics are used interpreting, thus, the results. The obtainment of the information can be trivial, in the form of questionnaires or the acquisition of images in sensors. However, to reconstitute the history of one definitive region, many times, is enough laborious, due mainly, to the scarcity of registers and data the respect, and to the insufficient knowledge of the inhabitants of the region, that many times are new in the area and are unaware of the past of the same one. Thus, in this work, the objectives are the study of the evolution of the use of the soil in a small rural watershed cultivated with tobacco intensively since the decade of 60. For this, techniques of remote sensing and geoprocessing had been used associates the questionnaires applied to the old inhabitants of the region objectifying at to the reconstitution of regressive form of the evolution of the agricultural exploration in the region.

Palavras-chave: remote sensing, geoprocessing, agriculture, sensoriamento remoto, geoprocessamento, agricultura.

1. Introdução

A matéria orgânica do solo (MOS) é considerada como principal fator de manutenção da qualidade e produtividade dos solos agrícolas, pois, além de possuir influência nas propriedades químicas, possui grande influência em importantes propriedades físicas do solo, como infiltração e capacidade de armazenamento de água, e estabilidade dos agregados.

O solo pode ser mais bem entendido como um sistema aberto, sendo que o conteúdo presente de MOS é resultado do balanço entre as adições e perdas de carbono do sistema. A adição se dá pelas plantas, com a formação da biomassa vegetal (parte aérea e raízes), e as perdas ocorrem pelos processos de decomposição microbiana da MOS, lixiviação de compostos orgânicos e erosão hídrica (Vezzani, 2001).

A intervenção do homem nos ecossistemas terrestres, através da prática da agricultura, normalmente, leva a maiores perdas de carbono, ou seja, um decréscimo de matéria orgânica do solo ao longo do tempo, até atingir um novo estado estável, quantitativamente inferior ao valor original. A magnitude destas alterações depende, principalmente, do tipo de solo, das condições climáticas (temperatura e precipitação) e do sistema de manejo utilizado (método de preparo do solo e sistema de cultura utilizado) (Debarba, 2002).

Com isto, a reconstituição histórica do uso e manejo do solo adotado em uma determinada área, possui um importante papel nos estudos de alterações de carbono ao longo do tempo, porém, muitas vezes, se constitui em uma tarefa bastante laboriosa, devido, principalmente, à escassez de registros e dados a respeito, e ao insuficiente conhecimento dos moradores da

região, que muitas vezes são novos na área e desconhecem o passado da mesma. Sendo assim, o uso de técnicas de sensoriamento remoto associadas com técnicas de geoprocessamento, auxiliam estudos de reconstituição do tempo de exploração agrícola de uma determinada área, e com isso, permite um estudo mais detalhado da dinâmica do carbono do solo, levando em consideração, além da sua variação temporal, a sua variação espacial.

2. Descrição da Área de Estudo

Esse estudo foi desenvolvido em uma bacia de cabeceira do arroio Lajeado Ferreira, que é um afluente do Rio Guaporé que por sua vez pertence à bacia dos rios Taquari – Antas. Essa bacia, que é uma pequena bacia hidrográfica rural, possui uma área de 1,19 km² e está localizada no município de Arvorezinha (Encosta Superior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil) a uma distância de 240 km de Porto Alegre (**Figura 1**).

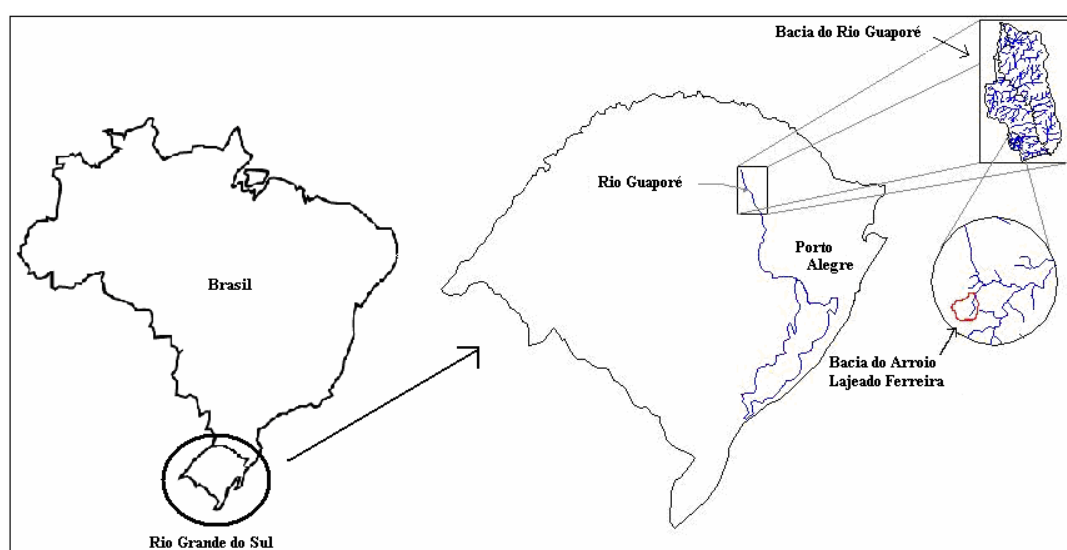


Figura 1. Localização da bacia do arroio Lajeado Ferreira, município de Arvorezinha, Rio Grande do Sul.

Como pode ser visualizado na **Figura 2**, a área da microbacia apresenta uma topografia plana no seu terço inicial (nascentes) e mais acidentada nos demais trechos. A **Figura 2** é uma perspectiva tridimensional gerada a partir de uma sobreposição de uma imagem do satélite *Quick Bird* a um Modelo Digital do Terreno (MDT) gerado pela SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), onde foi utilizado um fator de exagero vertical de 3,5 vezes para uma melhor visualização das variações do terreno.

Segundo levantamento realizado (Fepagro, 2005), as classes de solos identificadas na região da microbacia são distinguidas em uma associação de solos, identificada como, segundo Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1992), Paleudult, Dystrudept e Hapludult. A vegetação nativa é a Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Aberta, pertencentes à Mata Atlântica. Entretanto, o ambiente está alterado pelo extrativismo e agricultura, sendo que as formações nativas são apenas resquícios. A principal atividade econômica na região é a produção de fumo, caracterizada pela mão-de-obra exclusivamente familiar, uso excessivo de adubos e poucos cuidados com os recursos naturais.

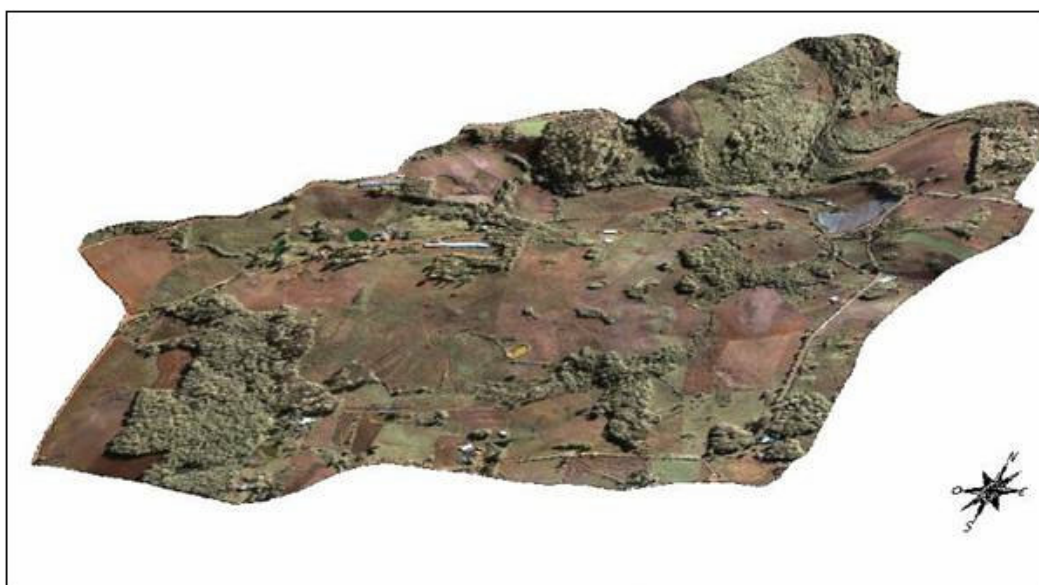


Figura 2. Representação em perspectiva tridimensional vista de Sul da bacia do arroio Lajeado Ferreira.

3. Materiais e Métodos

O sistema de informações geográficas (SIG) no trabalho foi executado em ambiente Spring 4.2 (Spring, 1996), e teve como função a integração e a manipulação das informações de maneira organizada em diferentes *planos de informação temáticos* na forma de mapas digitais com tabelas de dados associadas. A base cartográfica (mapa-base) utilizada foi a carta topográfica do Levantamento do Exército Brasileiro: “Arvorezinha”, com escala 1:50.000, folha SH. 22-V-B-IV-4 MI – 2934/4, que engloba o município de Arvorezinha.

A vegetação original foi obtida através de um reconhecimento prévio da vegetação da região a partir de estudos, relatórios e mapas já efetuados para a área. Procurou-se reconstituir o cenário de uso do solo da bacia na sua condição original a partir do registro aerofotogramétrico mais antigo disponível: fotografias aéreas verticais, pancromáticas, na escala de 1:60.000, datadas de 1965, adquiridas junto a 1ª Divisão de Levantamento do Exército Brasileiro, referentes a bacia do arroio Lajeado Ferreira. A partir delas foi delineada e ampliada a parte da foto aérea a qual corresponde à bacia, para escala 1:25.000.

Com a aerofoto já interpretada, foi possível verificar a porcentagem e área da bacia que em 1965 ainda estava recoberta por mata nativa, e a porcentagem e área que já havia sido explorada pela atividade agrícola. Com estes dados em mãos, e a informação de que as primeiras três famílias que chegaram à bacia foi entre os anos de 1920 a 1925, considerou-se um crescimento linear das áreas agrícolas, partindo dos três pontos onde, segundo relatos históricos de antigos moradores, houve o início da exploração agrícola na bacia (**Figura 3**).

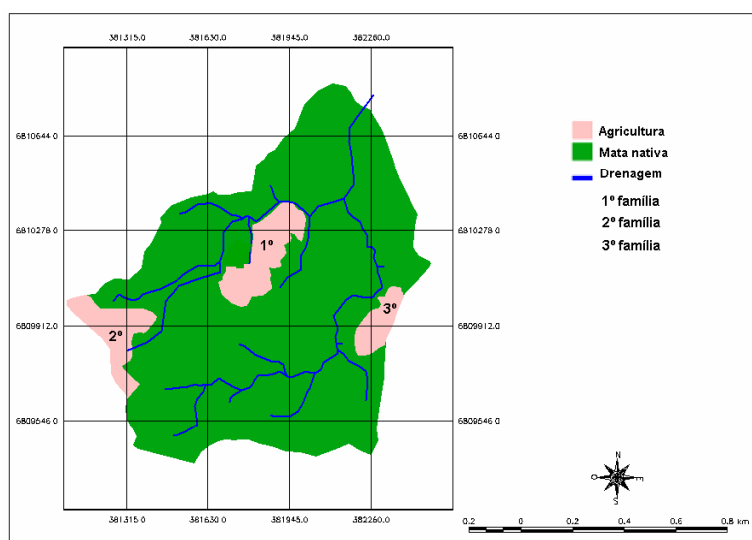


Figura 3. Uso do solo provável na área da bacia no ano de 1925.

Foi utilizado o crescimento linear levando-se em consideração dados oriundos dos anuários agrícolas realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em anos específicos. Com isso, sabendo-se que em 1965 havia aproximadamente 75% da área já explorada com culturas agrícolas, e sabendo-se que em 1915 começou a exploração, adotou-se uma taxa de expansão agrícola de 15% a cada 10 anos, assim, em 1925: 15% da área da bacia já havia sido explorada; em 1935: 30%; em 1945: 45%; em 1955: 60% e em 1965: 75% (**Figura 4**).

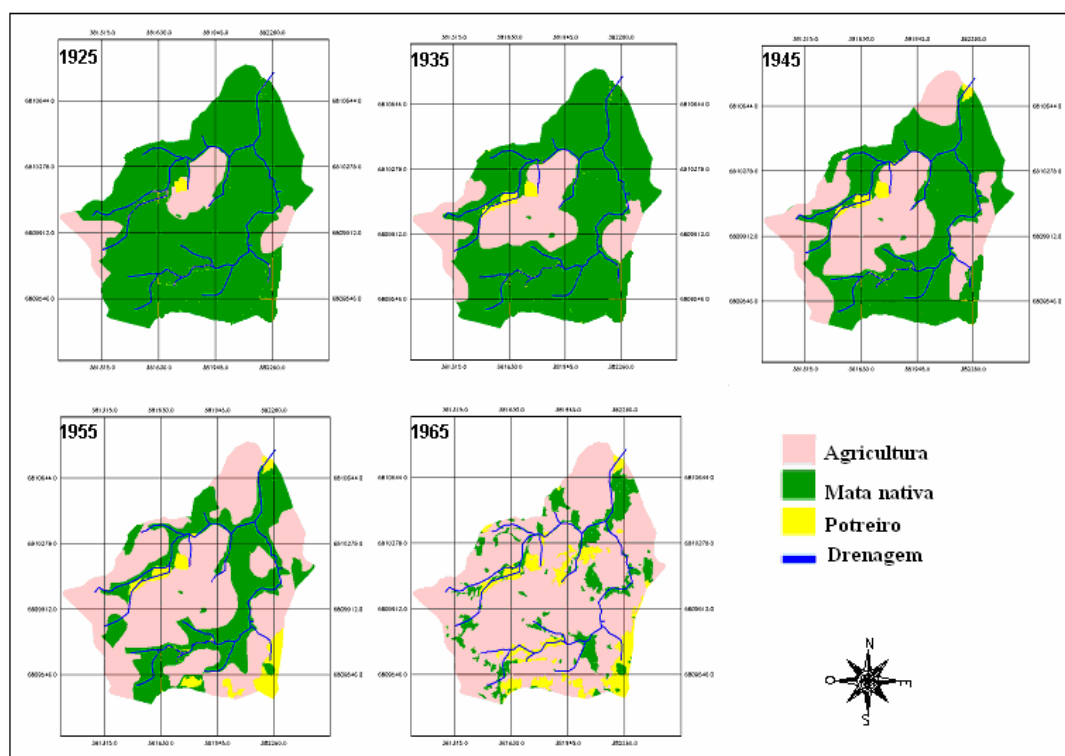


Figura 4. Estimativa da evolução do uso do solo na bacia nos anos de 1925, 1935, 1945, 1955 e 1965.

Neste trabalho, assumiu-se que as áreas de agricultura foram expandindo conforme proximidade de estradas e drenagem, declividade do terreno e tipo de solo, levando em consideração à lógica e as ações do próprio agricultor, informações estas que foram confirmadas pelos moradores antigos da área.

Devido ao fato da aerofoto possuir um alto grau de detalhamento, e ao fato de que neste trabalho o importante foi separar áreas com agricultura das áreas de mata nativa, isto é, estudar a época que começou a exploração agrícola em cada área dentro da bacia, considerou-se apenas três classes (agricultura, potreiro e mata nativa) na classificação da área. De acordo com esta classificação, a área da bacia em 1965 era constituída de: 1) 75,0% de agricultura; 2) 9,5% de potreiro e 3) 15,5% de mata nativa.

A evolução do uso do solo na bacia a partir do ano de 1965 foi executada com auxílio de imagens de satélite LANDSAT TM. Foram elaborados os mapas de 1985 e 2005 (de 20 em 20 anos) (**Figura 5**).

Antes da classificação propriamente dita, foi realizada a segmentação da imagem no *software* Spring 4.2, onde esta foi dividida em regiões espectralmente homogêneas, através do método de crescimento por regiões, o qual tem mostrado bom desempenho na segmentação de áreas agrícolas e de vegetação natural (Moreira, 2003). A composição colorida RGB-543 (atribuindo tons de vermelho à banda correspondente ao comprimento de onda do vermelho, tons de verde à do infravermelho próximo e tons de azul à do infravermelho médio) foi escolhida, pois constitui na melhor composição para estudar aspectos relacionados ao solo (Moreira, 2003).

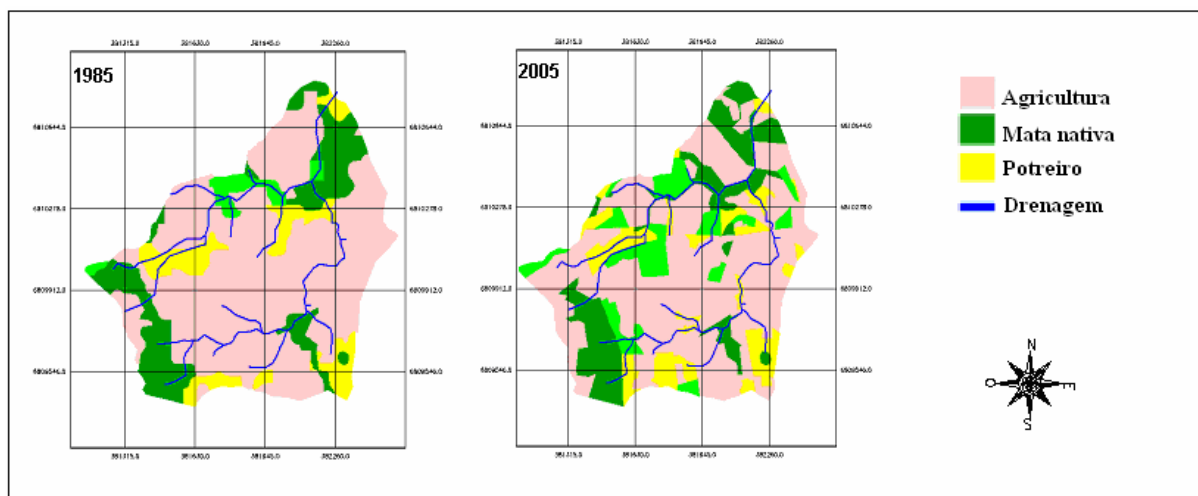


Figura 5. Estimativa da evolução do uso do solo na bacia nos anos de 1985 e 2005.

Visando um melhor resultado da classificação, foram realizadas saídas para se verificar os dados obtidos a campo.

A identificação do uso atual do solo (do ano 2005) foi feita a partir de dados levantados em todas as glebas com caminhamento na microbacia e georreferenciamento com auxílio de GPS (*Global Positioning System*) de navegação da marca GARMIN, com precisão de até 20 metros, em toda a área de estudo. Para auxiliar esta identificação foi utilizada uma imagem de alta resolução do satélite *QuickBird*, com resolução espacial que pode chegar a 0,6 metros.

Para a confecção do mapa da evolução do uso do solo na microbacia foram realizados um total de quatro cruzamentos entre mapas de diferentes épocas no *software* Spring 4.2. Estes cruzamentos foram executados de dois em dois mapas, isto é, foi cruzado o mapa de lavouras desde 1925 com o mapa de lavouras desde 1945, o resultado desde cruzamento foi utilizado no cruzamento com o mapa de lavouras desde 1965, e assim por diante até o último

cruzamento com as lavouras de 2005. Estes cruzamentos foram realizados através da operação *booleana* do LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), uma linguagem de consulta e manipulação espacial que realiza operações sobre dados dos tipos: mapa temático, modelo numérico de terreno e imagem.

Com o cruzamento dos mapas de uso do solo dos anos: 1925, 1945, 1965, 1985 e 2005, gerou-se o mapa final de dinâmica do uso do solo destes 80 anos de exploração agrícola na bacia (**Figura 6**), ao qual foram ajustadas cinco classes de uso do solo, correspondente ao tempo de lavoura, isto é, o ano em que foi retirada a mata nativa e iniciado as atividades agrícolas. Adicionais a estas classes foram incluídas mais três classes: mata nativa, mata secundária e potreiro.

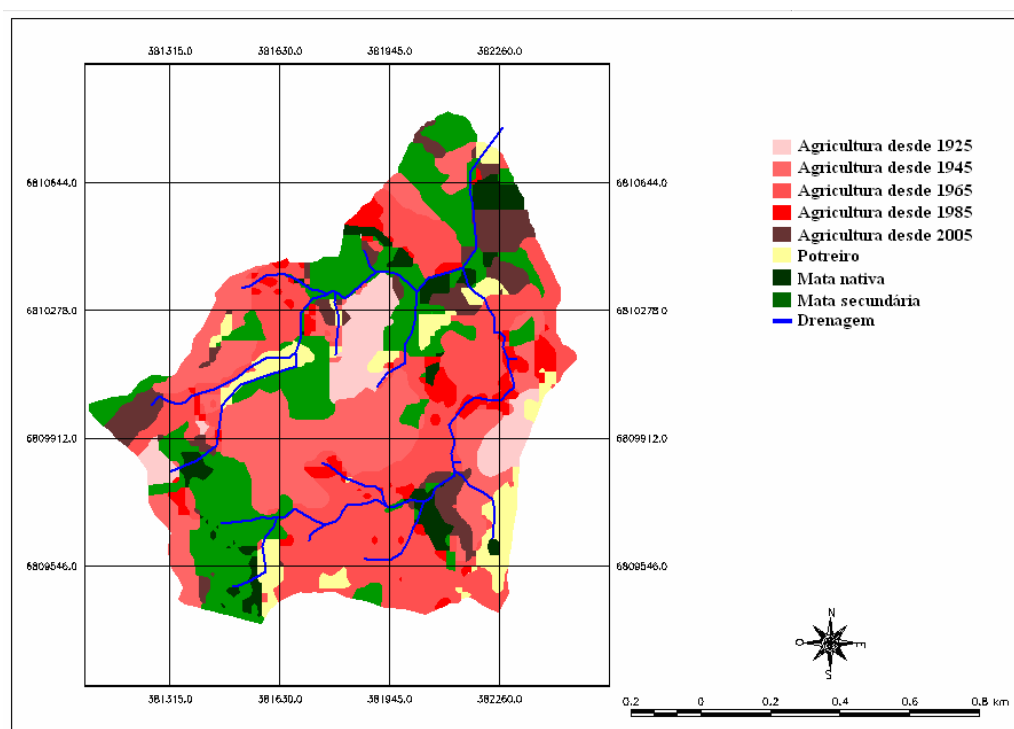


Figura 6. Evolução do uso do solo na bacia, período de 1925 a 2005.

4. Resultados e Discussão

De acordo com a (**Figura 4**), verifica-se que no ano de 1965, na maioria das margens dos arroios, já não havia mais mata ciliar, sendo que, os resquícios de mata nativa que ainda existiam na região da bacia eram localizados nas áreas mais pedregosas e com relevo mais acidentado, onde a exploração agrícola, devido a estes fatores naturais, era muito difícil. Verifica-se também que as áreas de potreiro eram localizadas próximas às residências, onde se mantinha a criação de animais para consumo da própria família e para tração na lavoura, sendo que, estas áreas continuam até hoje sob mesmo uso. As áreas de lavoura em 1965 constituíam a maioria do uso do solo da bacia, isto pode ser entendido pelo fato de ter iniciado o cultivo de fumo na área no ano de, aproximadamente, 1961, o que deve ter estimulado os agricultores a ampliarem suas áreas agrícolas utilizando esta cultura.

Conforme visto nas **Figuras 4 e 5**, diminuíram as áreas de agricultura, quando comparada às áreas com agricultura no ano de 1965, e aumentaram as áreas com mata nativa. Isto é explicado pelo fato de se ter iniciado a prática de reflorestamento na região em meados de 1980, sendo assim, estas áreas durante a classificação do uso foram consideradas dentro da

classe de mata nativa, por ser um uso do solo irrelevante para este trabalho, que objetivou o estudo do tempo de lavoura nas diferentes áreas da bacia.

Nota-se pela **Tabela 1** e **Figura 4** que as áreas de potreiro (que se localizam acerca das residências) vão aumentando ao longo do tempo, sendo este crescimento concordante com a chegada das novas famílias de agricultores na área da bacia. Este crescimento chega à estabilização em meados de 1965 quando houve o máximo de exploração agrícola da região. A partir desta data as residências e as lavouras apenas mudaram de dono ou foram divididas entre parentes, mas continuaram, praticamente, no mesmo lugar (**Figura 5**).

Verifica-se na **Figura 4** que a maior expansão agrícola na área da bacia ocorreu entre dos anos de 1945 e 1965, fato que é confirmado pelos dados dos anuários agrícolas do IBGE para a região e pelos levantamentos realizados na bacia através de questionários aplicados aos agricultores. Este período também coincide com a introdução da cultura de fumo na bacia, que, segundo relatos de moradores antigos da área, ocorreu em meados de 1961.

Tabela 1. Evolução quantitativa do uso de solo na bacia nos anos de 1925, 1935, 1945, 1965, 1985 e 2005

Ano	Agricultura (%)	Mata nativa (%)	Potreiro (%)
1925	15,0	83,8	1,2
1935	30,0	66,9	3,1
1945	45,0	51,2	3,8
1955	60,0	33,8	6,2
1965	75,0	15,5	9,5
1985	68,9	21,6	9,5
2005	63,3	27,2	9,5

Verifica-se na **Tabela 1** que as áreas agrícolas apresentam-se em constante crescimento até meados de 1965, quando ocorreu o máximo da expansão agrícola na região da microbacia. A partir de 1965, verifica-se uma grande queda das áreas novas com agricultura, isto pode ser explicado pelo fato de não haver mais tantas áreas novas para serem exploradas na bacia. De 1985 a 2005 nota-se um crescimento das áreas novas com agricultura. Isto deve-se a influencia do aumento do preço do fumo pago ao agricultor, fato este que ocorreu na bacia no ano de 2003, e que ocasionou num aumento da área explorada com esta cultura. Com este propósito, foram também exploradas no ano de 2003 as áreas com pouca ou até sem aptidão para o uso agrícola e as áreas que estavam em pousio há, aproximadamente, uns 10 anos.

5. Conclusões

Verifica-se no uso de sensoriamento remoto associado com técnicas de geoprocessamento uma ferramenta adequada para estudar a evolução do uso e manejo do solo numa determinada região. A maior expansão agrícola na área da bacia ocorreu entre 1945 e 1965, devido à introdução da cultura de fumo na região. As áreas com mata na bacia aumentaram desde 1965, e isto é explicado pelo fato de ter iniciado a prática de reflorestamento na região, em meados de 1980.

Referências

- DEBARBA, L. **Simulação pelo Modelo Century do Impacto da Agricultura sobre o Estoque de Carbono Orgânico em Solos do Planalto Riograndense**. 2002, 172 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. 1992. **Keys to soil taxonomy**. 5.ed. Blacksburg, Pocahontas Press. 556p. (SMSS Technical Monograph, 19)

FEPAGRO. **Projeto de Monitoramento Ambiental de microbacias hidrográficas do Programa RS Rural:** Relatório Final. Porto Alegre, 2005. 215p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 307p.

SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling, **Computers & Graphics**, New York, v. 20, p. 395-403, 1996.

VEZZANI, F.M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola.** 2001. 184 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre ,2001.