

## **Análise histórica da adequabilidade do uso das terras em uma microbacia hidrográfica no Município de Piracicaba**

Francisco José de Oliveira Parise<sup>1</sup>  
Carlos Alberto Vettorazzi<sup>2</sup>  
Rubens Angulo Filho<sup>2</sup>  
Bruno Wendell de Freitas Pereira<sup>1</sup>  
Denison Lima Correa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA/PA  
Caixa Postal 66.077-901 - Belém - PA, Brasil  
francisco.parise@ufra.edu.br,  
brunowendell@yahoo.com.br, denison\_lima\_correa@hotmail.com

<sup>2</sup> Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP  
Caixa Postal 66.077-901 - Piracicaba - SP, Brasil  
cavettor@usp.br, ruangulo@usp.br

**Abstract.** Old aerial photographs (1940) were used for a temporal and spatial analysis of land use suitability of a watershed in Piracicaba County. Aerial photographs of 1962, 1978 and 1995 were used too. The analyses were performed on Idrisi. Despite the antiquity, the 1940 aerial photographs were interpreted in a satisfactory manner and the control points selected allowed the overall georeferencing and analyses. The use of old aerial photographs showed that already in 1940 a considerable part of the watershed, 27,66%, was inadequately used. This land use pattern repeated in 1962, 1978 and 1995. While 10,25% of the watershed was inadequately used in all dates, only 56,51% of the land suitable for crops was used with sugarcane in 1995.

**Palavras-chave:** aerial photographs, land use suitability, SIG, fotografias aéreas, adequabilidade do uso das terras, SIG.

### **1. Introdução**

Diversos estudos de análise espacial e temporal do uso das terras em microbacias ou bacias hidrográficas foram realizados na região de Piracicaba (por exemplo, Pereira e Pinto, 2007; Santos e Cardoso, 2007; Casagrande, 2005; Ortiz e Freitas, 2005; Toledo et al., 2003; Toledo & Ballester, 2001; Fiorio et al., 2000). No entanto, nenhum deles registrou o uso em datas mais antigas que 1962. Casagrande (2005) utilizou fotografias aéreas mais antigas que 1962 apenas como exemplo de expansão da área urbana em uma pequena área da microbacia. A autora avaliou a adequabilidade do uso das terras em uma microbacia hidrográfica no Município de Piracicaba em datas posteriores a 1962. Um estudo que levante o uso das terras em datas mais antigas é muito útil, afinal permite avaliar com maior amplitude o impacto que o uso das terras causou sobre os recursos naturais. Além disso, serve como um registro histórico de como as terras eram usadas num passado remoto.

No entanto, é possível utilizar fotografias aéreas muito antigas como fonte de dados, uma vez que a qualidade das mesmas é duvidosa e o uso da terra, em geral, era bem diferente do atual? Os resultados de sua fotointerpretação podem ser considerados confiáveis? Além disso, é possível extrair pontos de controle dessas fotografias mais antigas que assegurem um georreferenciamento global apropriado para o estudo espacial e temporal?

A microbacia hidrográfica do Ribeirão Pau d'Alinho por se situar próxima à região urbana de Piracicaba e a usinas canavieiras apresenta características peculiares. Além disso,

representa um rol de microbacias da região que apresentam características semelhantes. É uma microbacia que apesar de suas limitações ao uso com agricultura tem sido utilizada historicamente com agricultura (Parise, 1999).

O objetivo desse trabalho é verificar se fotografias aéreas muito antigas podem ser utilizadas como fonte de dados para estudos de análise espacial e temporal, investigar se o padrão de uso em datas mais recentes e sua adequabilidade se repetiu num passado remoto e identificar e mapear as áreas que sofreram maior impacto no período estudado. Afinal, o grau de impacto depende do período de tempo em que os solos foram mal utilizados (Bertolami, 1997).

## 2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo é a Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Pau d'Alinho, localizada no Município de Piracicaba, Estado de São Paulo, aproximadamente entre as longitudes 46°43' W e 47°44' W e as latitudes 22°41' S e 22°46' S, com uma área aproximada de 1505 ha. A região onde se encontra a microbacia apresenta clima do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, isto é, mesófilo úmido, sub-tropical com inverno seco e temperatura do mês mais quente superior a 22° C. As unidades de solo que ocorrem na área são associação de argissolos, associação de cambissolos ou cambissolo com neossolo e associação de neossolo com argissolo. O relevo da microbacia é, em geral, ondulado, com uma declividade média de 12%. Foram utilizadas para esse estudo cartas planialtimétricas na escala 1:10.000, carta pedológica na escala 1:100.000, fotografias aéreas de 1940 com escala aproximada de 1:20.000, de 1962 com escala aproximada de 1:25.000, de 1978 com escala aproximada de 1:35.000, de 1995, com escala aproximada de 1:25.000. A interpretação das fotografias aéreas foi realizada segundo metodologia descrita por Rabben (1960), que inicia pela delimitação da área útil ou efetiva de cada fotografia. Posteriormente, foram utilizadas técnicas de overlay produzidos com folhas de acetato transparente com 0,10 milímetro de espessura, para a confecção dos mapas de uso (Anderson, 1982). Na classificação foi utilizada a metodologia proposta por Koffler et al. (1979), Borges et al. (1993) e Anderson et al. (1976). Os mapas de uso da terra gerados, o mapa de solos e as cartas planialtimétricas foram digitalizados e exportados para o Sistema de Informações Geográficas (SIG) Idrisi (Clark University, 1997). Foram gerados o modelo digital do terreno e o mapa de classes de declividades a partir das cartas planialtimétricas. O de classes de capacidade de uso a partir dos mapas de solos e de classes de declividade, conforme especificações definidas por Sparovek e Lepsch (1998). Por sua vez, os mapas de adequabilidade de uso foram obtidos a partir do cruzamento dos mapas de uso da terra em cada data com o mapa de classes de capacidade de uso.

## 3. Resultados e Discussão

A interpretação das fotografias aéreas de 1940 foi bem complicada comparada com as outras datas. A antiguidade dessas imagens gerou problemas na identificação dos alvos. Discernir terra preparada para cultura anual de pasto foi problemático, tanto devido à qualidade das imagens fotográficas, como pela ocupação caótica dos campos. Ainda, com relação às terras preparadas, foi complicado classificá-las como cultura permanente ou cultura anual. Da mesma forma, foi trabalhoso, em certas áreas, diferenciar reflorestamento de vegetação natural.

Apesar de todos esses obstáculos, o uso dessas fotografias foi justificado pela predominância, nesse caso, de áreas de pasto, mais facilmente identificáveis, devido aos fortes indicativos tais como áreas extensas de campo, trilhas de gado e áreas diminutas de capoeira, fenômeno que provocou o aumento na confiabilidade dos dados. Além disso, a utilização de

dados antigos propiciou um estudo mais amplo. Por exemplo, apenas os dados de 1940 serviram como parâmetro para a análise que antecedeu a grande revolução agrícola que houve na região, com a expansão agressiva da cana-de-açúcar a partir de 1950 (Angulo Filho, 1981) e a influência determinante de uma política agrícola de incentivo para determinada cultura.

Com relação ao levantamento de pontos de controle a partir das fotografias aéreas de 1940, um número razoável pode ser selecionado, a despeito da antiguidade das fotografias. O erro médio quadrático não foi impeditivo a um bom georreferenciamento global dos mapas de uso da terra.

Os dados de classes de capacidade de uso da microbacia do Ribeirão Pau d'Alinho encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Áreas das classes de capacidade de uso das terras da microbacia.

Classes de capacidade de uso	Hectares	%
II	47,58	3,16
III	351,58	23,35
IV	790,13	52,47
VI	316,57	21,02

Verifica-se que grande parte da microbacia apresenta restrições ao uso com agricultura intensiva. Esses tipos de terra predominantes na microbacia do Ribeirão Pau d'Alinho, de acordo com Flores (1995) e Koffler e Moretti (1991), são altamente susceptíveis à erosão, e, geralmente, quando estão associados a relevos ondulados são indicados para pastagens, reflorestamento e preservação. Eles necessitam de práticas complexas de conservação do solo ou dificultam a utilização da maior parte das máquinas agrícolas. Conforme Lepsch et al. (1983), a classe de capacidade de uso IV, predominante na microbacia, permite o cultivo apenas ocasional ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação.

A despeito disso, a microbacia era ocupada em 1962, 1978 e 1995 com grande quantidade de terras impróprias ao uso com agricultura intensiva. Os dados de ocupação da microbacia corroboram este fato (Quadro 2).

Quadro 2. Áreas das diferentes classes de uso da terra.

Classes de uso da terra	1995		1978		1962		1940	
	Há	%	Há	%	Ha	%	Ha	%
Vegetação nativa	121,28	8,05	165,14	10,97	188,93	12,55	186,99	12,42
Reflorestamento	11,55	0,77	30,47	2,02	161,26	10,71	6,04	0,40
Culturas anuais	861,99	57,25	795,35	52,81	491,13	32,61	440,67	29,27
Culturas permanentes	0	0	73,79	4,90	80,43	5,34	136,60	9,07
Pasto	427,48	28,39	402,02	26,70	567,57	37,69	718,43	47,71
Outros	83,56	5,55	39,09	2,6	16,53	1,1	17,14	1,14

Em 1940, a microbacia já era ocupada com agricultura em terras impróprias a esse tipo de uso numa parte considerável (27,66%).

A Figura 1 ilustra a adequabilidade de uso das terras em 1940.

Isso chama atenção, afinal, já em 1940, num passado remoto, as terras sofriam pressão de uso, provavelmente devido ao desconhecimento por parte dos agricultores do potencial de impacto do mau uso às terras. Além disso, havia disponibilidade de terras próprias à agricultura (12,27%).

Esse padrão de uso se repetiu em 1962, 1978, e 1995. Em 1962, 27,86% da microbacia eram superutilizados ou utilizados de forma arriscada. Em 1978, 41,52% e, em 1995, 41,81%.

Essas porcentagens foram sempre superiores às do Município de Piracicaba (Muramoto, 1993).

A Figura 1 ilustra a adequabilidade de uso das terras em 1962, 1978 e 1995.

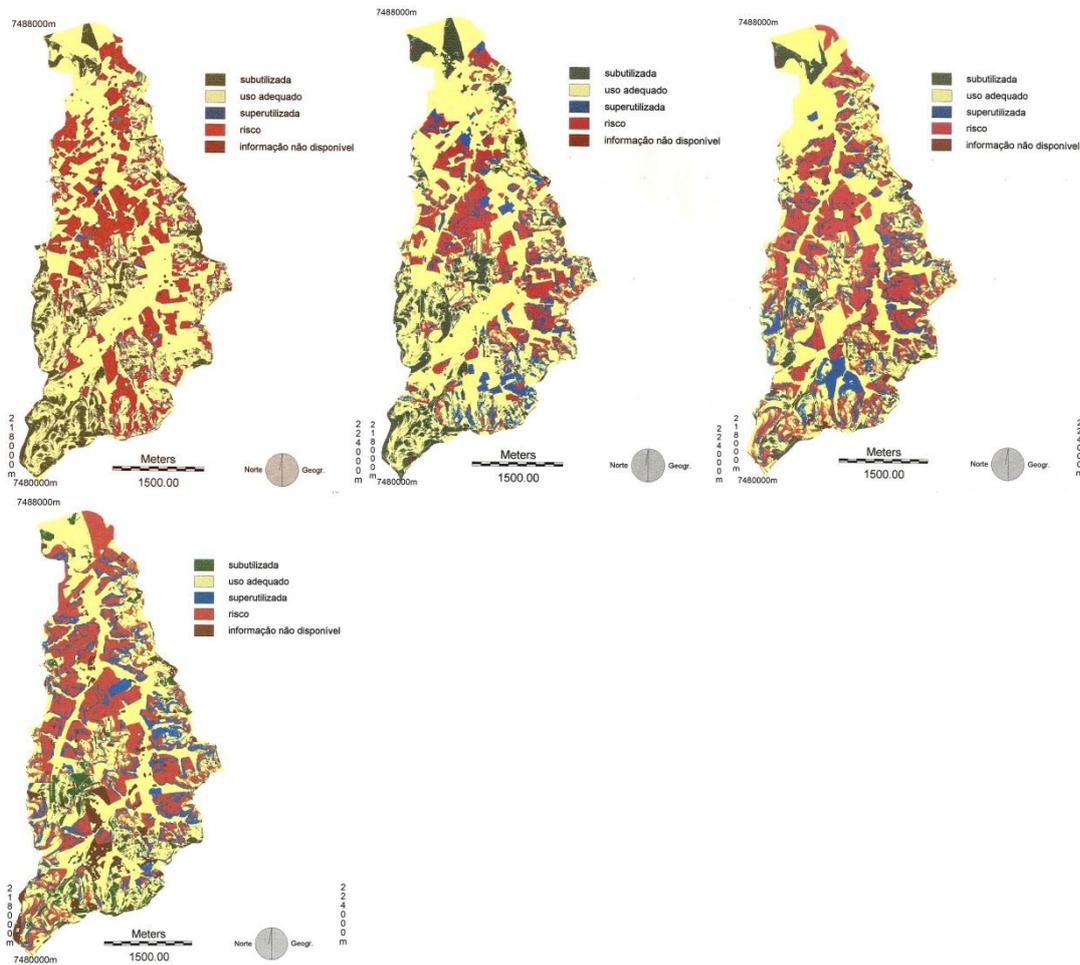


Figura 1. Adequabilidade do uso das terras em 1940, 1962, 1978 e 1995.

Em Casagrande (2005), mais de 80% do uso e cobertura do solo estava adequado na bacia em 1962, 1995 e 2000. Porém, os mais de 12 % da área da bacia correspondentes às regiões mais críticas quanto ao risco de erosão, as quais devem apresentar cobertura florestal ou serem utilizadas com restrições adotando práticas conservacionistas mais complexas, o que não ocorre com frequência na área de estudo, podem alterar a qualidade de água da bacia devido a processos erosivos ocasionados pelo uso inadequado ou manejo do solo.

Observando-se as Figuras, percebe-se que houve uma tendência das mesmas terras em 1940 serem superutilizadas ou utilizadas de forma arriscada nas outras datas. Cruzando-se os dados de adequabilidade de uso das terras, verifica-se que 154,41 ha, ou 10,25% da microbacia, foram superutilizados ou utilizados de forma arriscada nas quatro datas.

Ao mesmo tempo, não ocupava completamente as terras mais indicadas à agricultura. Os dados a seguir constataam esse fato: dos 399,16 ha de terras aptas para cultivo intensivo, 225,58 ha eram cultivados em 1995, 243,89 ha em 1978, 152,06 ha em 1962 e 160,77 ha em 1940, o que mostra um avanço tardio e incompleto sobre as terras mais nobres dessa microbacia.

#### 4. Conclusões

A fotointerpretação das fotografias aéreas de 1940 foi satisfatória. Os pontos de controle selecionados nas fotografias aéreas de 1940 permitiram o georreferenciamento global e as análises. 27,66% da microbacia eram superutilizados ou utilizados de forma arriscada em 1940. Esse padrão de uso se repetiu em 1962, 1978 e 1995. Enquanto 10,25% da microbacia foram superutilizados ou utilizados de forma arriscada nas quatro datas, apenas 56,51% das terras aptas à agricultura, em 1995, eram cultivados com cana-de-açúcar.

**Agradecimentos:** Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio na forma de bolsa à pesquisa.

#### Referências Bibliográficas

Anderson, J.R.; Hardy, E.E.; Roach, J.T.; Witmer, R.E. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Rio de Janeiro: IBGE, 1976. 78p.

Anderson, P.S. **Fundamentos para fotointerpretação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira da Cartografia, 1982. 136p.

Angulo Filho, R. **Variações de características de redes de drenagem em função das fotografias aéreas verticais obtidas em épocas diferentes**, 1981. 128 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981

Bertolami, M.A. **Impactos acumulativos e análise geográfica temporal no planejamento do uso da terra. Caso de estudo: bacia do Ribeirão Claro (SP)**, 1997. 106p. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1997.

Borges, M.H.; Pfeifer, R.M.; Demattê, J.A.M. 1993. Evolução e mapeamento do uso da terra, através de imagens aerofotogramétricas e orbitais em Santa Bárbara D'oeste (SP). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.365-371.

Casagrande, C.A. **Diagnóstico Ambiental e análise temporal da adequabilidade do uso e cobertura do solo na bacia do Ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP**, 2005. 136p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

Fiorio, P.R.; Demattê, J.A.; Sparovek, G. 2000. Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.4, p.671-679.

Flores, M.X. Uso agrícola do solo: principais tipos de solo, potencial de utilização e impactos ambientais In: Tauk-tornisielo, S.M.; Gobbi, N.; Foresti, C.; Lima, S.T. (Eds.). **Análise ambiental: estratégias e ações**. São Paulo : Fundação Salim Farah Maluf/T.A. Queiroz, 1995. cap.7, p.280-290.

Koffler, N.F.; Cavalli, A.C.; Nogueira, F.P. **Inventário canavieiro com auxílio de fotografias aéreas**. Piracicaba: Planalsucar, 1979. 38 p.

Koffler, N.F.; Moretti, E. 1991. Diagnóstico do uso agrícola das terras do Município de Rio Claro-SP. **Geografia**, v. 16, n. 2, p. 1-76.

Lepsch, I.F.; Bellinazi, R.R.; Bertolini, D.; Espindola, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1983. 175p.

Muramoto, J.; Sparovek, G.; Lepsch, I.F.; Vidal torrado, P. Adequação do uso das terras de Piracicaba (SP). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, 1993, Goiânia. Cerrados: fronteira agrícola no século XXI. Goiânia: SBCS, 1993. p. 405-406.

Ortiz, J. L.; Freitas, M.I.C. 2005. Análise da transformação do uso da terra, vegetação e impactos ambientais por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Geociências** (UNESP. Impresso), São Paulo, v. 24, n. 1, p. 77-89.

Parise, F.J.O. de **Análise temporal do uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Piracicaba, SP, por meio de técnicas de geoprocessamento**, 1999. 114 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

Pereira, L. H.; Pinto, S. A. F. Utilização de imagens aerofotográficas no mapeamento multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do rio Corumbataí SP, com o suporte de sistemas de informações geográficas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13, 2007, Florianópolis. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 1321-1328. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.18.27/doc/1321-1328.pdf>> Acesso em: 07 jun. 2012.

Rabben, E.L. Fundamentals of photointerpretation In: **American Society of Photogrammetry (Washington, Estados Unidos). Manual of photographic interpretation**. Washington, 1960. p.99-186.

Santos, A.F. dos; Cardoso, L.G. Estudo da evolução do uso da terra, usando fotografias aéreas na microbacia do Ribeirão Faxinal, Botucatu-SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13, 2007, Florianópolis. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 1337-1343. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.30.16.42/doc/1337-1343.pdf>> Acesso em: 07 jun. 2012.

Sparovek, G.; Lepsch, I.F. **Diagnóstico de Uso e Aptidão das terras Agrícolas de Piracicaba**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1998.

Toledo, A. M. A.; Ballester, M. V. R.. Variação espaço-temporal do uso e cobertura do solo e a qualidade da água em duas microbacias hidrográficas do estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2001. Artigos, p. 543-545. CD-ROM, On-line. ISBN:85-17-00016-1. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.07.42/doc/0543.545.283.pdf>> Acesso em: 07 jun. 2012.

Toledo, A. M. A.; Ballester, M. V. R.; Lisi, C.; Casagrande, C.; Montebello, L. A. Evolução do uso e cobertura do solo na microbacia do Ribeirão dos Marins (SP) e a qualidade da água utilizada por Hortifrutigranjeiros na produção de alimentos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto(SBSR), 11, 2003, Belo Horizonte. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 2625-2632. CD-ROM, On-line. ISBN:85-17-00017-X. Disponível em: <[http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.11.11.12/doc/18\\_060.pdf](http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.11.11.12/doc/18_060.pdf)> Acesso em: 07 jun. 2012.