

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA NA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL NA BACIA DO CÓRREGO DO IPÊ, ILHA SOLTEIRA, SP

Diego Javier Pérez O¹. & Sérgio Luis de Carvalho²

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos das atividades antrópicas nas bacias hidrográficas, integrando o estudo da qualidade ambiental e de seus ecossistemas. Nesses compartimentos naturais (bacias hidrográficas), os indicadores da qualidade ambiental são ferramentas fundamentais para medir, entender, projetar e mitigar os efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes. Desta forma, pode se determinar o nível de degradação ambiental em que se encontra a bacia.

A utilização do Índice de Transformação Antrópica (ATI) de Lèmechev, permitiu a caracterização das principais transformações e impactos ambientais pelas atividades antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, onde a utilização de bases cartográficas, gerou como resultado, mapas que facilitaram entendimento da relação espacial-temporal, no uso e ocupação de solos da área da bacia e sua influência nos ecossistemas.

Palavras chave: indicadores, ITA (Índice de transformação antrópica), interações

EVALUATION OF INDEX OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION IN THE ANALYSIS SPACE-TIME IN THE STREAM BASIN IPÊ, ILHA SOLTEIRA, SP

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the effects of anthropogenic activities in river basins, integrating the study of environmental quality and its ecosystems. In these compartments natural (river basins) indicators of environmental quality are fundamental tools to measure, understand, design, and mitigate the effects of the imbalance of the interactions of its components. Thus, one can determine the level of environmental degradation that is the basin.

The use of the Index of Anthropogenic Transformation (IAT) of Lèmechev, it allows the characterization of the major changes and environmental impacts by human activities in the watershed of the Córrego of Ipê. Where the use of cartographic databases, generated as a result, maps that facilitated understanding space-time relation, the use and occupation of Soils in the area of the basin and its influence on ecosystems.

Keywords: indicators, ITA (Index of anthropogenic Transformation), interactions

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP)/ Programa da Pós-graduação/ Faculdade de Engenharia Civil / Ingeniero Agroforestal UDENAR y Máster Engenharia Civil (Área de Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais) / Ilha Solteira SP. / email diegojavierperez77@hotmail.com *

² Departamento de Biologia e Zootecnia/ Doutor em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e professor da UNESP no Programa da Pós-graduação/ Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/ email sergicar@bio.feis.unesp.br

INTRODUÇÃO

Os estudos a respeito do planejamento ambiental são realizados com o objetivo principal de analisar as necessidades da sociedade, impactos gerados e características do meio ambiente, através dos estudos prévios e interagi-los de uma maneira mais amigável. Uma das formas mais empregadas na atualidade é a utilização de indicadores de degradação ambiental, além de trabalhar com geotecnologias já que as vantagens do seu uso é poder trabalhar com dados de datas passadas Angeles (2010).

FORNASARI (1995) afirma que a análise temporal de dados ambientais, ajuda em muito com a avaliação ambiental possibilitando assim a análise e evidenciar a transformação que a paisagem natural está sofrendo sobre aspectos naturais ou antrópicos. Dessa maneira, pensou-se em realizar uma análise da bacia do Córrego do Ipê, que é de grande interesse estratégico para o município de Ilha Solteira e que apresenta problemas, entre os quais: nascente desmatada, substituição de toda a mata ciliar pela cultura de cana de açúcar, presença à montante de coliformes fecais na água, área urbana sem estruturas de contenção de água das chuvas e desprovida de rede de esgotos, além de leito totalmente assoreado e tomado de macrófitas da espécie *Tipha sp.* (tabôa). Outro problema é que a área de expansão da cidade aumenta a cada dia.

Por esta razão a bacia do Córrego do Ipê precisa de gestão adequada com vistas a um desenvolvimento sustentável que leve a um equilíbrio dinâmico entre os ecossistemas contidos nesta área e as populações que nela habitam.

Este trabalho propõe efetuar uma análise espaço-temporal a partir do ITA – Índice de Transformação Antrópica, na bacia do Córrego do Ipê no município de Ilha Solteira, nos anos de 2002 e 2011. Os dados utilizados são bases cartográficas, imagens do satélite *Landsat 7* e *5*, e fotografias aéreas dos respectivos anos, além de estruturas em SIG – Sistema de Informação Geográfica, para quantificação e análise espacial. Por fim, a análise espacial foi gerada a partir do ITA, classificando assim, o quanto antropizada está à bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, por meio do mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal para se obter a determinação numérica da carga antropogênica a que se encontra submetida à paisagem.

Caracterização da área de Estudo

O município de Ilha Solteira está localizado na região Noroeste do Estado de São Paulo, aproximadamente a 653 km de São Paulo, via rodovia Feliciano Sales da Cunha e via Anhanguera (ver figura 1). Os municípios limítrofes de Ilha Solteira são os seguintes: Ao norte - Rubinéia, ao sul – Itapura, ao oeste - Rio Paraná e Selvíria M.S. e ao Leste - Pereira Barreto.

A bacia hidrográfica do Córrego do Ipê está inserida dentro dos limites do município de Ilha Solteira, que possui as seguintes coordenadas geográficas:

- Latitude 20°16'00" a 20°41'49" S - Longitude 51°01'14" a 51°26'41" W

O município está situado na Província Geomorfológica do Planalto Ocidental, região das “zonas indivisas” IPT apud LIMA (1997). Através do levantamento de cartas topográficas, constatou-se que a bacia hidrográfica do Córrego do Ipê possui uma área aproximada de 48,21 ha, e uma declive de aproximadamente 450 m.

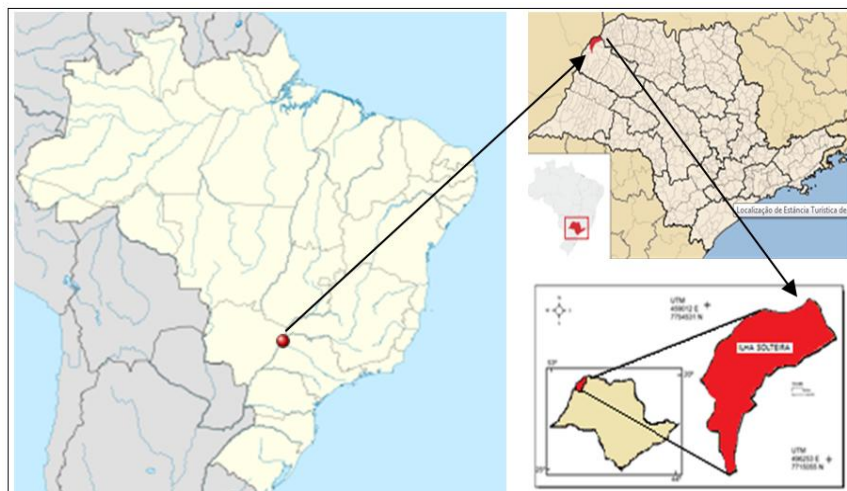


Figura 1 - Localização do município de Ilha Solteira (Modificado de [Wikipédia, a enciclopédia livre](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_Solteira), 2013).

METODOLOGIA

Para a aplicação do índice de transformação antrópica (ITA) as atividades concentraram - se na geração das bases necessárias para a delimitação da área de estudo e classificação das imagens, quantificação das classes temáticas e aplicação do ITA. O desenvolvimento das atividades se deu em quatro fases:

1. Adaptação - de técnicas de geoprocessamento e monitoramento ambiental;
2. Indicação das áreas mais modificadas pelo homem;
3. Classificação e elaboração dos mapas (classes temáticas);
4. Aquisição de dados reais da bacia de estudo, procurando obter um bom detalhamento.

A determinação das classes de uso e ocupação do solo foi realizada sobre a ortofoto digital no formato “GEOTIFF”, obtida por fotogrametria e cedida pelo laboratório de hidráulica e irrigação da UNESP – Ilha Solteira; para isto, a ortofoto foi importada para o software Spring 4.3.3, a partir do qual se realizou a delimitação das classes de uso e ocupação do solo por digitalização manual na edição vetorial, na medida em que as classes foram sendo identificadas pelo processo de interpretação visual (Ver Figura 2).

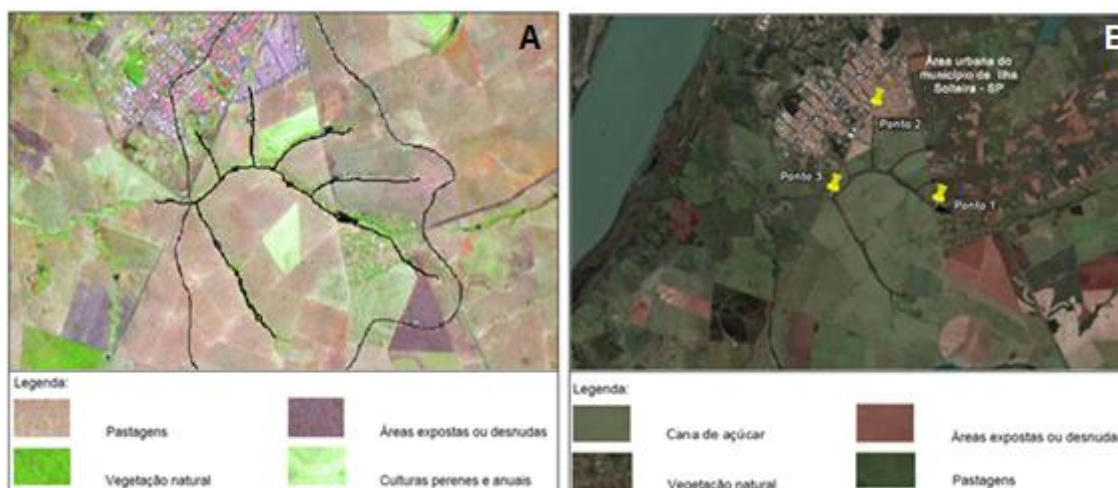


Figura 2 – A. - Bacia do Córrego do Ipê 2002 (Adaptado de Poletto, 2006) B. - Bacia do Córrego do Ipê 2011(Adaptado do site www.agr.feis.unesp.br/IRRIGACAO.htm)

A atualização das classes do uso e ocupação do solo foi conferida por visitas de campo aos pontos estratégicos resultantes da análise digital de amostragem.

As classes de uso e ocupação delimitadas foram: Áreas Urbanizadas (AU), Cultura Temporária (CT), Cultura Permanente (CP), Pastagem (P), Floresta (F), Corpos de água (CA). Na Tabela 4 encontram-se as proporções de cada uso e ocupação para cada Sub-Bacia avaliada.

A análise exploratória dos resultados foi constituída da média seguida do erro padrão da média e dos valores máximos e mínimos. Realizou-se a análise de correlação utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson, com análise de variância em nível de 5% (*) e 1% (**) de probabilidade, em que as variáveis dependentes foram os resultados do IQA e as variáveis independentes, o uso e ocupação dos solos.

Posteriormente, para as correlações de maior interesse também se realizaram análises de regressão com nível de 5% de probabilidade; todas as análises estatísticas foram feitas com o auxílio do software *Infostat* e os mapas de correlação, confeccionados com o auxílio do software Arcview 3.2, para obter sua área, e sua equivalência em porcentagem.

O ITA foi desenvolvido por Lèmechev e aplicado por Mateo (1984), Vicens (1997), Teixeira (2003), Richter (2004) e Perez (2010), em estudos geoecológicos com o objetivo de quantificar a pressão antrópica sobre algum componente do meio ambiente, como áreas de proteção ambiental, bacias hidrográficas ou parques nacionais. No caso deste trabalho, o ITA será utilizado para quantificar a pressão antrópica na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

O ITA é calculado a partir do mapa de uso e cobertura da terra (Equação 1):

$$ITA = \sum_{i=1}^n (ri \times pi) / 10 \quad (1)$$

Onde:

ri = nível de transformação antrópica da paisagem para um determinado tipo **i** de uso da terra, **pi** = área (em %), do tipo de uso da terra nas sub-bacia;

n = quantidades máximas de tipos de uso da terra.

Conforme o trabalho de Mateo (1984), cada classe apresenta um peso atribuído em função do conhecimento que o autor tem sobre as mesmas em relação ao grau de antropização. Para calcular os índices do ITA da bacia do Córrego do Ipê, classificou-se as áreas como um todo, da seguinte forma:

- Pouco degradado (0 a 2,5)
- Regular (2,5 a 5)
- Degradado (5 a 7,5)
- Muito Degradado (7,5 a 10)

RESULTADOS

Posteriormente a proposta de Lèmechev (1982), em quantificar o grau de transformação ambiental, se adaptou de forma satisfatória às técnicas de geoprocessamento e monitoramento

ambiental. Esta apresenta muitas vantagens para identificar e também indicar as áreas mais modificadas pelo homem, porém leva em consideração apenas um tipo de variável (uso da terra). Um passo importante no processo da classificação foi, a elaboração dos mapas de classes temáticas que foram trabalhados com dados tomados na zona de estudo, procurando obter um bom detalhamento.

A partir das classes temáticas geradas foi permitida uma análise quantitativa da dinâmica do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê nas duas datas. A Tabela 1 apresenta a quantidade (%) das classes para a bacia.

Áreas antropizadas não agrícolas

- 1. Áreas Urbanizadas:** Corresponde a área urbana e se dividem em duas classes:
 - Zona urbana e Zona semi-urbana (Ripe Urbana).

Áreas antropizadas agrícolas

1. Cultura Temporária: Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho, hortaliças), Criação de animais para alimentação (pequeno porte: gado bovino + Pecuária bovina para corte + pouca vegetação secundária + pesca esportiva).
2. Cultura Permanente: Pastagem: Cana de açúcar em grandes extensões
3. Pastagem: Pecuária bovina para corte + Culturas alimentares de subsistência + pouca vegetação secundária

Áreas de vegetação natural

1. Floresta: Vegetação secundária (mata ciliar quase nula)
2. Corpos de Água: Captação para abastecimento doméstico (Poço) + Captação para abastecimento agrícola (Irrigação) + Córrego receptor de efluente doméstico (Receptor de efluente agrícola).

Tabela 1 - Peso dado a cada tipo de uso da terra e resultados do ITA dos anos de 2002 e de 2011

ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	Áreas Urbanizadas (AU) Ripe urbana (RP)	2002			2011			
		Peso	Área ha	Área %	Resultado ITA	Área	Área %	Resultado ITA
		9,1	7,66	15,9	1,4469	7,85	16,3	1,4833
ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	Cultura Temporária (CT)	6,2	3,8	8	0,496	2,07	4,3	0,2666
	Cultura Permanente (CP)	8,1	3,6	7,5	0,6075	33,07	68,6	5,5566
	Pastagem (P)	5,4	30,9	64,2	3,4668	3,9	8,1	0,4374
ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	Floresta (F)	0,2	1,1	2,3	0,0046	0,62	1,3	0,0026
	Corpos de Água (CA)	6,4	1,01	2,1	0,1344	0,67	1,4	0,0896
	Total				6.6116			8,0935

Fonte: Perez Ortega (2012)

O cálculo do nível de transformação antrópica (ITA), da bacia do Córrego do Ipê no ano de 2002, permitiu classificá-la como **Degradada**, de acordo com o grau de antropização e no ano de 2011, como uma bacia **Muito Degradada** conforme os graus de antropização.

Essa classificação obtida demonstra que o nível de transformação antrópica no uso da terra aumenta com os anos e que tem uma forte influência sobre a qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

Na Figura 3 pode se observar essa ocupação inadequada, que teve como uma das maiores consequências o desmatamento das matas ciliares, além do crescimento demográfico desordenado, queimadas pelo cultivo da cana de açúcar, erosão, e perda da fauna e da flora.

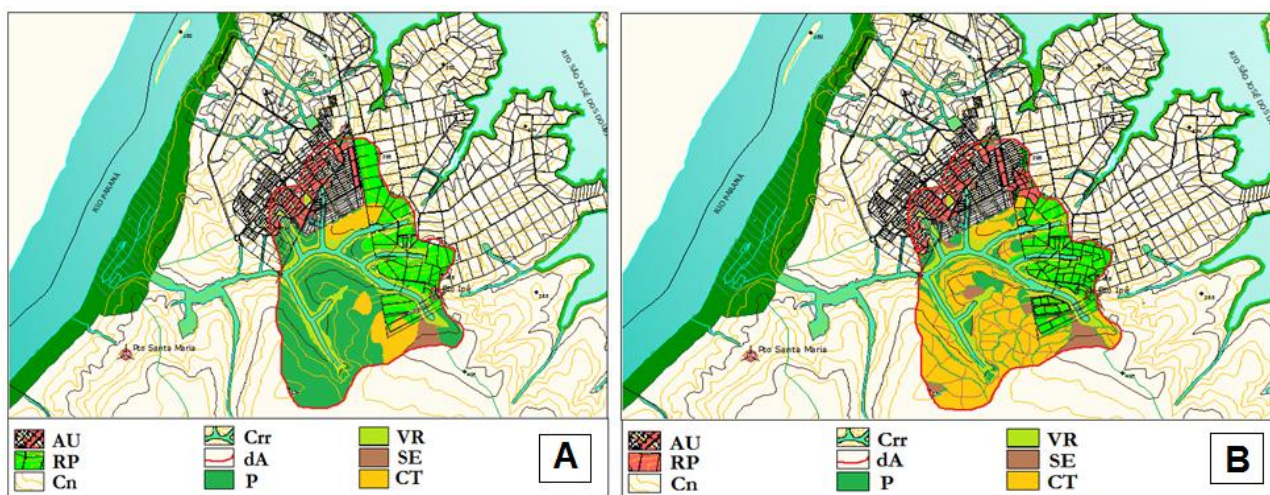


Figura 3 – A. - Uso do solo no ano de 2002. B. - Uso do solo no ano de 2011. Áreas Urbanizadas (AU), Ripe urbana (RP), Cultura Temporária (CT), Cultura Permanente (CP), Pastagem (P), Floresta (F), Corpos de Água (CA).

A agricultura é uma das atividades antrópicas mais impactantes, isto fez com que na zona de estudo predominem paisagem de campos cultivados, os quais foram implantados a expensas dos ecossistemas naturais, reduzindo ao mínimo a floresta, para convertê-las em pastagens para gado e culturas como a cana de açúcar como pode-se observar na Figura 4.

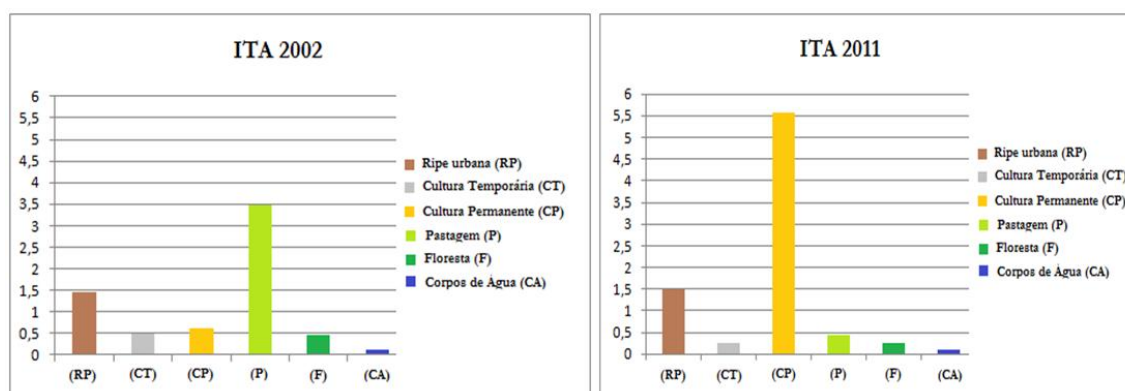


Figura 4 - Representação gráfica dos resultados de ITA dos anos de 2002 e 2011 do Córrego do Ipê

CONCLUSÕES

A degradação ambiental da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê aumentou notoriamente no transcorrer dos anos, numa escala temporal e espacial, em que as mudanças mais notórias foram no uso e ocupação dos solos, nos lugares onde predominavam os pastos e onde atualmente existem cultivos de grandes extensões de cana de açúcar, com trabalhos mecanizados em que a perda de solo é maior.

A análise comparativa do uso e cobertura da terra para o período de 2002 a 2011 foi obtida por classificação de imagens *Landsat 5ETM* onde se consideraram os valores absolutos (km²) e relativos (%) para cada ano. A determinação do nível de transformação antrópica pelo ITA e o cruzamento dos diferentes mapas temáticos da zona de estudo possibilitaram a geração de uma síntese da dinâmica espaço-temporal da ocupação e uso da terra através dos dados gerados.

De uma forma geral uma das conclusões deste trabalho foi à boa aplicação do ITA, metodologia que serve para quantificar a pressão antrópica sobre bacias hidrográficas. Isto mostra que é possível fazer uma análise espaço-temporal que avalie a dinâmica da paisagem, além de ajudar a prever riscos o que é fundamental para um bom planejamento ambiental.

Uma das recomendações para a bacia hidrográfica do Córrego do Ipê é a melhoria no uso e conservação do solo por meio de técnicas de manejo das curvas de nível, para diminuir e evitar erosões e assoreamento, além do carregamento de adubos e nutrientes no solo. Também se propõe a implementação de sistemas agro-florestais, onde se intercalam num mesmo espaço, culturas e espécies de árvores perenes além de animais domésticos para produção, reduzindo assim os níveis de erosão e ajudando ao reflorestamento da área, seja com espécies perenes arborizadas ou frutíferas para manter a biodiversidade contida nesta região.

REFERÊNCIAS

- ÁNGELES, R. Y GIL, V. “Identificación del grado de transformación antrópica y riesgo ambiental en cuencas fluviales serranas. El caso de la cuenca del arroyo El Belisario (Argentina)”, *Revista. GEOFOCUS (Artículos)*, nº 6, p. 138-151. ISSN: 1578-5157.2010
- POLETO, C. Simulação da Qualidade de Água em Grandes Bacias: Rio Taquari-Antas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, Vol.13, n.3 (2008) n. 3, p. 223 - 234 jul/set 2006.
- POLETO, C.; CARVALHO, S.L.; Matsumoto,T. Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). *Holos Environment*, v.10 n.1, p. 95-110, 2010
- POLETO, C; CARVALHO, S. Problemas de degradação ambiental em uma microbacia hidrográfica situada no município de Ilha Solteira – S.P., Brasil e sua percepção pelos proprietários rurais. *Holos Environment*, v.4 n.1, p.68-80, 2004.
- PÉREZ G, Uriel (2012). Pensamiento sistémico en la planificación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas. En: Foro Regional "Las cuencas hidrográficas, el cambio climático y la producción limpia". Febrero 8 de 2012.
- PÉREZ G, Uriel (2011). La sistematización de las cuencas hidrográficas en la Facultad de Ingeniería Forestal: Periódico Ingeniería Forestal. Junio 3 de 2011.

- FORNASARI FILHO, N. & BITAR, O.Y. O meio físico em estudos de impacto ambiental-EIAs. In: BITAR, O.Y. (Coord.). *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. Cap. 4.1, p.151-163.
- MATOS, R.J. (2009). Planejamento Ambiental da Bacia do Manancial Rio Santo Anastácio: estudo aplicado na sub-bacia do Córrego do Botafogo Presidente Prudente São Paulo. Monografia de conclusão de curso de graduação em Geografia, FCT/UNESP.