

## Determinação da fragilidade ambiental a partir do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Pajeú com uso de sensoriamento remoto

Cicero Damasceno Bastos<sup>1</sup>

Maria Mariah Monteiro Wanderley Estanislau Costa de Farias<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE  
56800-000 – Afogados da Ingazeira - PE, Brasil  
ciceromascena46@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE  
56800-000 – Afogados da Ingazeira - PE, Brasil  
mariah.farias@afogados.ifpe.edu.br

**Abstract.** The generation and disclosure of information on water resources is an important strategy to facilitate the implementation of basin master plans. Every area of land, however small, is integrated to a watershed, so the present study aims at mapping the use and occupation of soil at the Pajeú river basin, from unsupervised classification of satellite images Landsat 5 in system software geographic information, ArcGIS 10.1 where it was possible to identify the main soil types and their respective levels of environmental fragility

**Palavras-chave:** remote sensing, GIS, semi-arid region, unsupervised classification, environmental fragility, sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas, semiárido, fragilidade ambiental, classificação não supervisionada.

### 1. Introdução

No Brasil, o espaço geográfico mais vulnerável aos efeitos da desertificação e das mudanças climáticas é a região Semiárida, que compreende 969.589,4 km<sup>2</sup> ou 11% do território nacional, e é caracterizada pelas elevadas médias anuais de temperatura (27 °C) e evaporação (2.000 mm), com precipitações pluviométricas de até 800 mm ao ano, concentradas em três a cinco meses e irregularmente distribuídas no tempo e no espaço. No geral, o solo é raso, com localizados afloramentos de rocha e chão pedregoso. Decorre da combinação desses elementos um balanço hídrico negativo em grande parte do ano, presença de rios e riachos intermitentes e ocorrência de secas periódicas. A vegetação predominante é a caatinga, com ocorrências de brejos de altitude. Nesta região vivem aproximadamente 25 milhões de brasileiros, portanto, observa-se a necessidade de uma intervenção estratégica e incisiva, com o uso de ciência e tecnologia aplicada à realidade local.

Para fins de planejamento e gestão, a Política Nacional dos Recursos Hídricos define que a bacia hidrográfica deve ser a unidade de planejamento adotada. A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal, não apenas porque ela representa uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista de integração como da funcionalidade de seus elementos, mas também porque toda área de terra, por menor que seja, se integra a uma bacia (Pissarra, 1988).

A realização de estudos sobre uma bacia hidrográfica já é consolidado como uma maneira de oferecer subsídios a uma melhor gestão dos recursos hídricos presentes nela. Este tipo de estudo se torna mais necessário na região do semiárido brasileiro, região com diversas peculiaridades, muitas vezes não encontradas com condições semelhantes em outras regiões. A ocupação do solo no país deu-se de forma desordenada, com sérios prejuízos ao meio ambiente, como a supressão indiscriminada da cobertura vegetal nativa, e a decorrente perda de biodiversidade, a degradação do solo e o assoreamento, e a poluição e contaminação dos recursos hídricos. Neste contexto, tornam-se necessários estudos com o objetivo de

caracterizar e monitorar o meio físico, e que dêem suporte a execução de ações voltadas à recuperação dessas áreas. (Baseggio, 2006)

Segundo Campana e Eid (2003), sob o ponto de vista da gestão de bacias hidrográficas, toda ação de planejamento visando o ordenamento territorial, e em consequência a atenuação ou eliminação de impactos decorrentes das alterações no uso e ocupação do solo, deve ser precedida de um diagnóstico ou monitoramento do uso e ocupação do solo.

## 2. Metodologia do trabalho

A área de estudo desse plano de trabalho abrange a bacia hidrográfica do Pajeú, possui cerca de 16.685,63 km<sup>2</sup> e localiza-se a 07° 16' 20" e 08° 56' 01" de latitude sul, e 36°59' 00" e 38°57' 45" de longitude oeste. Sua extensão é de 353 km, cortando 27 municípios. A precipitação média anual varia entre 550 a 700 mm.

Para geração do mapa de uso e ocupação do solo utilizou-se imagens de satélite, adquiridas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foi formado um mosaico com as imagens e um corte, para que retratasse apenas a área de estudo. Por fim, realizou-se uma classificação não supervisionada dessas imagens, tudo isso no software *ArcGIS Desktop 10.1*.

As imagens de satélite utilizadas são do Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper), são do ano de 2010 de meses variados, sendo eles janeiro, maio e setembro. Quatro imagens compõem o mosaico, sendo elas das órbitas 215 e 216 e dos pontos 65 e 66. Os critérios utilizados para a escolha das imagens foram: as mais recentes, com menor quantidade de nuvens e com datas próximas. Foram escolhidas as bandas 3, 4 e 5 para realização de composição colorida RGB543, com objetivo de realizar a classificação do uso e ocupação do solo na área da bacia. As bandas foram escolhidas em função de suas características e com base em artigos científicos.

Tabela 1. Passagens e datas das imagens do Landsat 5

Órbita	Ponto	Data
215	65	Janeiro/2010
215	66	Maio/2010
216	65	Setembro/2010
216	66	Setembro/2010

A banda 3 apresenta a vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata e com detalhes dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de novas áreas agrícolas (INPE).

A banda 4 apresenta os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e

estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalypto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas (INPE).

A banda 5 apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite (INPE).

Quando se trata de alvos semelhantes, como tipos de vegetação, a diferença no comportamento espectral de dois ou mais tipos de vegetação pode não ser tão marcante a ponto de ser percebida em imagens de satélites. (MOREIRA, 2011).

Para definição do uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica, foi realizada a classificação do mosaico de imagens gerado a partir das imagens Landsat 5 obtidas junto ao INPE. As técnicas de classificação de imagens podem ser vistas em três categorias gerais: supervisionada, não-supervisionada e híbrida (Gonçavez et al., 2008; Lillesand e Kiefer, 2000).

Na classificação não supervisionada, o programa de geoprocessamento, neste caso o ArcGIS Desktop, busca pixels semelhantes nas imagens e os agrupa em um determinado número de classes. Para geração do mapa temático de Uso e Ocupação do Solo da área estudada, foi escolhido o método de classificação não supervisionada utilizando 5 classes, sendo elas: formações campestres, nuvens, sistemas silviculturais, solos expostos e água/sombra.

### **3. Resultados e discussão**

Na Figura 1 é apresentado o resultado da classificação não-supervisionada realizada nas imagens obtidas do Landsat 5 TM, para a bacia hidrográfica do Pajeú. Na imagem, a área que abrange o alto Pajeú apresenta-se diferenciada do restante da imagem, em função da data da imagem obtida para composição do mosaico nesta região, que corresponde ao período chuvoso, enquanto as demais imagens do mosaico foram obtidas no período de estiagem.

Na Figura 2 foi feita a reclassificação da imagem em classes de fragilidade, com base na metodologia proposta por Crepani et al. (2001), onde as áreas com cobertura vegetal densa apresentam menor fragilidade ambiental e áreas de solo exposto apresentam maior fragilidade. Na classificação não foram consideradas as áreas urbanas, água, bem como as áreas da imagem que representavam nuvens e sua respectiva sombra.

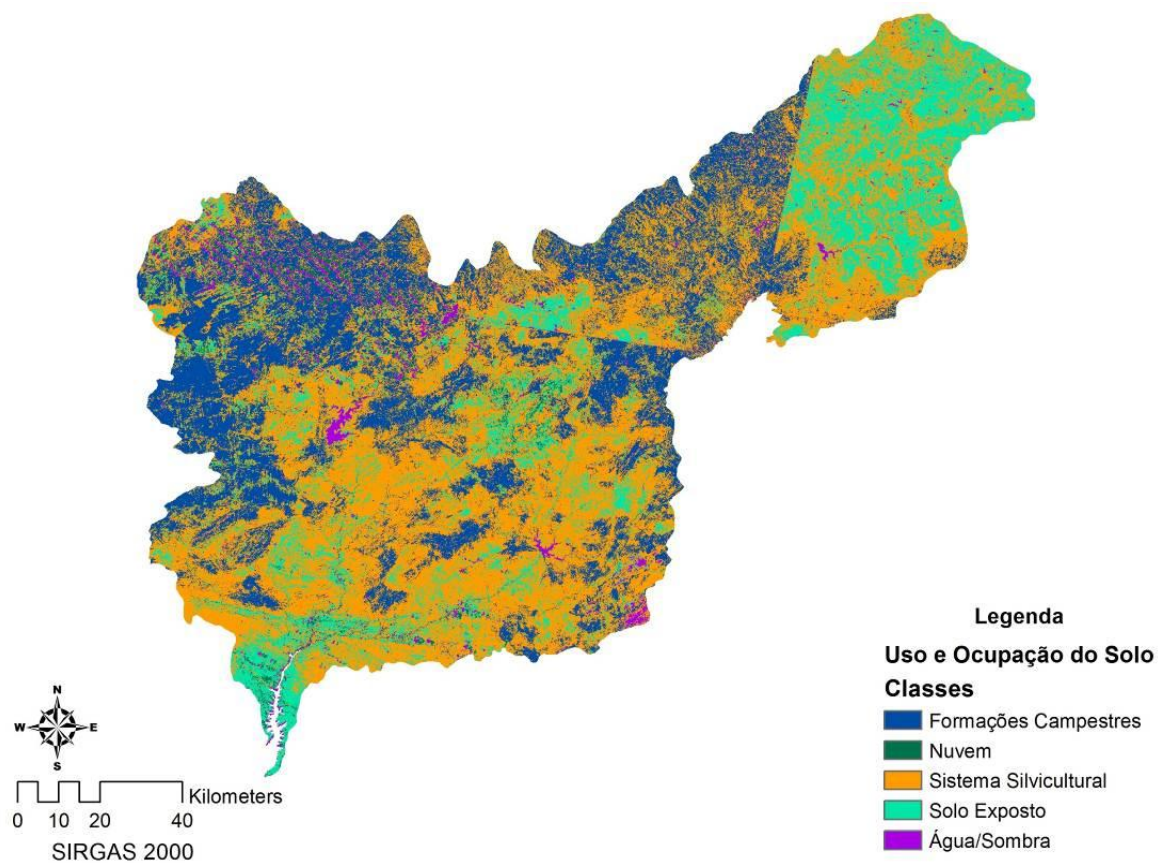


Figura 1. Mapa de uso e ocupação do solo na região da bacia hidrográfica do Pajeú

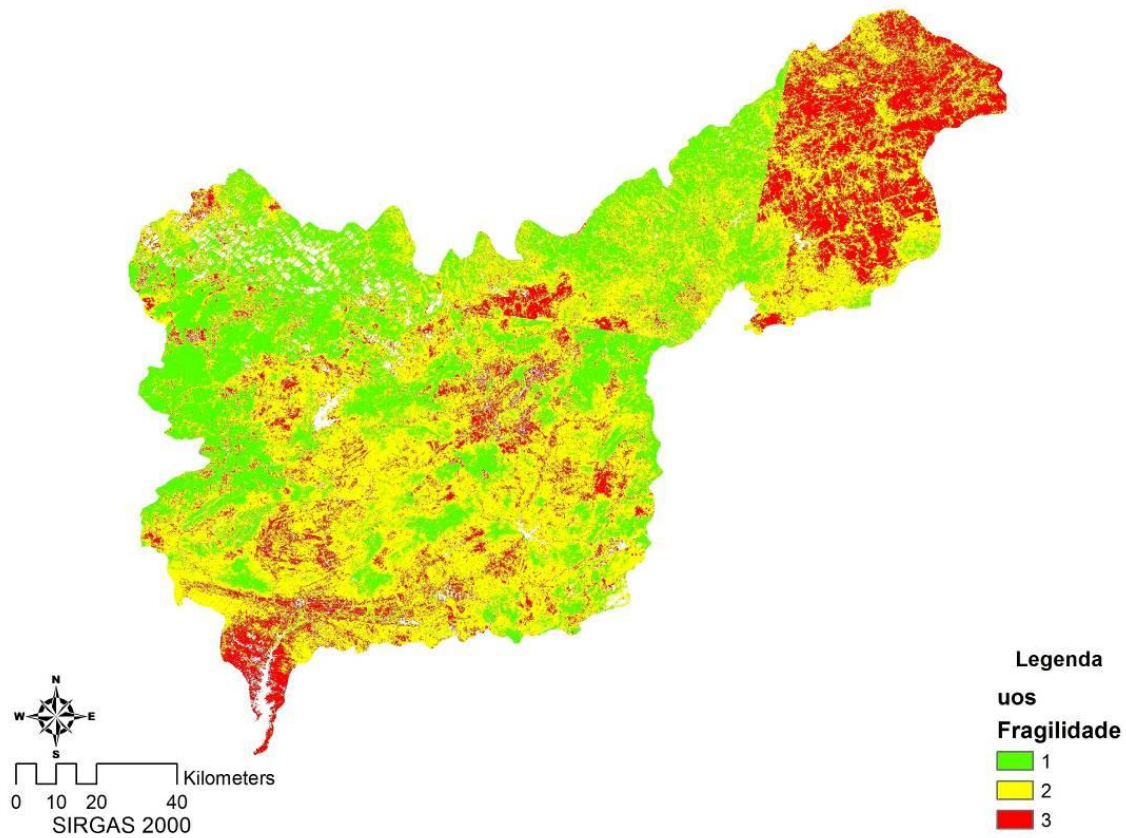


Figura 2 Mapa de fragilidade ambiental a partir do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Pajeú

Perante o resultado da classificação da imagem (Figuras 1 e 2) pode-se calcular a porcentagem da área dos alvos classificados (Tabela 1). A maior representatividade é dos sistemas silviculturais (38,02%). O que também está inserido na classe de uso do solo são áreas de solo exposto, bastante representativo na região, tendo ocupado 13,27% da área de estudo. Observa-se também a presença significativa de formações campestres - geralmente associadas à vegetação com 19,79%.

Tabela 2. Quantitativo e porcentagem das classes no mapa de uso e ocupação do solo da região estudada.

Classe	Fragilidade	Quantidade de pixels	Porcentagem
Água	0	417622	16,67%
Nuvem	0	306267	12,22%
Formações campestres	1	495775	19,79%
Sistema silvicultural	2	952227	38,02%
Solo exposto	3	332414	13,27%

Com a classificação da imagem multiespectral do sensor TM/Landsat 5, foi possível mapear quatro diferentes tipos de uso e cobertura do solo presentes na área de estudo, são elas: água, solo exposto, sistema silvicultural e formações campestres (Figura 1). Foi possível identificar um grande número de áreas que apresentam solo exposto devido às condições climáticas e geológicas da região. Nesta classe, também são considerados os solos com vegetação baixa, ou seja, os solos usados para pecuária em períodos de repouso do campo. A degradação ambiental é eminente e facilmente identificada através do baixo número de áreas de vegetação.

#### 4. Conclusões

O uso das imagens de satélite, nesse caso, provenientes do sensor TM/Landsat, é uma importante ferramenta na realização de estudos de grandes áreas. A partir de estudos sistemáticos dos dados das imagens e por meio de mapeamentos eficazes, é aberta a possibilidade de subsidiar monitoramentos e planejamentos para uso e ocupação do solo.

Então, é essencial que seja elaborado um planejamento para reger o uso e a conservação, visto que, na região em questão, a crise hídrica é praticamente constante, podendo ter seus efeitos reduzidos com uma melhor gestão dos recursos hídricos, que pode ser obtida com estudos acerca da área para se observar os aspectos que podem ser melhorados. Essas tendências podem provocar uma forte mudança na paisagem.

#### 5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) pelos subsídios para realização do estudo; À minha orientadora Mariah Farias; Ao Programa de Iniciação Científica do IFPE; Ao Departamento de Pesquisa e Extensão do IFPE – Campus Afogados da Ingazeira; E ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pela cessão das imagens.

#### 6. Referências

BASSEGIO, J. SIG para mapeamento do uso do solo, com ênfase nas áreas de cobertura vegetal nativa e recursos hídricos, alto Coxim, MS. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias do Pantanal, Campo Grande, Brasil. Embrapa Informática Agropecuárias/INPE, p 312-320.

BIELENKI JUNIOR, C.; BARBASSA, A. P. Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações. São Paulo: EdUFSCAR, 2012. 257 p.

BRAGA, R. Instrumentos para a gestão ambiental e de recursos hídricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2009. 134 p.

BRASIL. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)> Acesso em 25 jul 2015.

CAMPANA, N. A. & EID, N. J. **Monitoramento do Uso do Solo**. In PAIVA, J. B. D. & PAIVA, E. M. C. D. (ORG.) Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas. ABRH. 2003. Porto Alegre.

CIRILO, J. A. et. al. (org.). O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semiáridas. Recife: ABRH – Ed. Universitária da UFPE, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Catálogo de Imagens. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> Acesso em: 05 de ago. 2016.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XII, 2005, Goiânia. Anais... Goiânia, INPE, 2005. P. 2203-2210.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação-4ed. Viçosa, Minas Gerais.: Ed, UFV, 2011. 157 p.

PERNAMBUCO. Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos (SRHE). Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife, 2006.

PISSARRA, T. C. T. Avaliação quantitativa das características geomórficas de microbacias hidrográficas da ordem de magnitude em quatro posições do sistema de drenagem. 124 f. 1998. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.