



## Mudanças no uso e cobertura das terras da bacia do rio Brígida, em Pernambuco, e suas implicações no processo de desertificação

**Luciano José de Oliveira Accioly<sup>(1)</sup>; Edilton de Albuquerque Cavalcanti Junior<sup>(2)</sup>;  
Ademar Barros da Silva<sup>(3)</sup>; Jhonatas de Barros Queiroz Soares<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Embrapa Solos – UEP Recife; Recife, Pernambuco; [luciano.accioly@embrapa.br](mailto:luciano.accioly@embrapa.br); <sup>(2)</sup> Estudante; Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Embrapa Solos – UEP Recife; Recife, Pernambuco; <sup>(4)</sup> Estudante; Universidade Federal de Pernambuco.

**RESUMO:** Mudanças no uso e na cobertura do solo provocadas pela expansão da agropecuária em regiões semiáridas podem levar à desertificação. Este trabalho se propõe a avaliar os impactos dessas mudanças e suas possíveis consequências sobre a desertificação na bacia do Rio Brígida, no semiárido pernambucano. Para estudar as mudanças nos cerca de 13.500 km<sup>2</sup> da bacia foi utilizada a classificação supervisionada em imagens de 1987 e 2014, radiometricamente corrigidas, dos sensores Landsat 5 TM e Landsat 8 LDCM, respectivamente. Houve redução de 18% e expansão de 50% nas áreas de vegetação nativa e agropecuária, respectivamente, indicando um aumento de vulnerabilidade à desertificação durante o período. Dados secundários sugerem redução da capacidade suporte e aumento do sobrepastejo. O surgimento de 9.400 ha de áreas irrigadas introduziu um novo fator de risco de desertificação – a salinização dos solos. Com relação as mudanças na distribuição espacial das classes de cobertura, as áreas com vegetação de cerrado permaneceram no mesmo local numa proporção de 56%, sugerindo manutenção da qualidade do solo. A manutenção desta área é atribuída às exigências legais do código florestal. A substituição das áreas de mata seca que ocupam as encostas da chapada do Araripe pela atividade agropecuária eleva os riscos de erosão e portanto os riscos de desertificação. As alterações no uso e na cobertura indicam, portanto, um agravamento dos fatores de risco à desertificação na maior parte da bacia do rio Brígida.

**Termos de indexação:** imagens Landsat, Vegetação nativa, antropismo

### INTRODUÇÃO

As mudanças no uso e na cobertura do solo sugerem tendências de manutenção, degradação ou recuperação dos recursos naturais. As implicações dessas mudanças são as mais diversas. Loveland et al. (1999) afirmam que perda de biodiversidade, da qualidade do solo e

mudanças na hidrologia são algumas das graves consequências de alterações no uso e na cobertura das terras. Em relação à desertificação, problemas causados pelas mudanças no uso e na cobertura das terras estão associadas tanto à degradação de componentes biofísicos (solo, vegetação, água) quanto à degradação da qualidade de vida dos usuários economicamente dependentes das terras semiáridas. Devido aos riscos relacionados à quantidade, à frequência e à distribuição espacial das chuvas, os agricultores dessas regiões tendem a não investir ou investir o mínimo em práticas de manejo que visem a manutenção da qualidade do solo e da água. Assim, a expansão da atividade agrícola e pecuária nas regiões semiáridas é uma das principais causas da desertificação, sendo, portanto, necessário o seu acompanhamento no tempo e no espaço. Por sua vez, a necessidade de se utilizar bacias hidrográficas como unidade dos estudos das mudanças no uso do solo é enfatizada por Baruqui & Fernandes (1985). Eles afirmam que os riscos à manutenção do equilíbrio da quantidade e da qualidade da água estão relacionados com as atividades antrópicas desenvolvidas na bacia. Desta forma, os estudos de mudanças no uso e na cobertura do solo são relevantes em bacias hidrográficas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças no uso e na cobertura do solo da bacia do rio Brígida, localizada em Pernambuco, e suas possíveis implicações para o processo de desertificação propondo-se, também, como uma das etapas para a aplicação de modelos que avaliam alterações em variáveis hidrológicas e climáticas.

### MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Brígida está localizada no alto Sertão de Pernambuco, entre 07° 19' 02" e 08° 36' 32" de latitude sul, e 39° 17' 33" e 40° 43' 06" de longitude oeste. O rio Brígida nasce ao norte no município de Exú e apresenta uma extensão aproximada de 193 km até desaguar no rio São Francisco. A área da bacia é de 13.495,73 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 13,73%



da superfície total do estado de Pernambuco. No entanto, para a manutenção da qualidade das cenas utilizadas, a área considerada neste trabalho foi de 13.342 km<sup>2</sup>. O clima predominante é o do tipo BSw<sup>h</sup> da classificação de Köppen, ou seja, clima quente e semiárido, tipo estepe, com início da estação chuvosa no mês de janeiro. A temperatura média é de 26 °C, a precipitação média anual é de 650 mm. Os solos predominantes são: Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Planossolos, Neossolos Litólicos e Luvisolos Crômicos. Foram selecionadas imagens de satélite correspondentes às cenas (órbita-ponto) 217-065 e 217-066 com datas de passagem em 24 de junho de 1987 e 22 de setembro de 2014 dos sensores Landsat 5 TM e Landsat 8 LDCM, respectivamente. O pré-processamento e o processamento das imagens foram feitos utilizando programas presentes nos software Quantum GIS versão 2.6 e “Geographic Resources Analysis Support System” (GRASS) versão 7.0. O pré-processamento das imagens envolveu as seguintes etapas: 1) empilhamento (*layer stack*) das bandas individuais; 2) merge da cena 217-065 com a cena 217-066; 3) correção das cenas do Landsat 5 TM tomando como referência as imagens do Landsat 8 LDCM; 4) correção radiométrica e atmosférica. O processamento das imagens envolveu a classificação supervisionada com a seleção das amostras de treinamento feita com base na coleta de dados georreferenciados de campo, considerando as seguintes classes: 1) vegetação nativa (1.1 cerrado; 1.2 mata seca; 1.3 caatinga arbórea; 1.4 caatinga densa; 1.5 caatinga semidensa e 1.6 caatinga aberta); 2) antropismo (2.1 agropecuária; 2.2 agricultura irrigada); 3) outras classes (3.1 área urbana; 3.2 nuvem; 3.3 sombra). A classe agricultura irrigada só está presente no mapa de 2014 pelo fato de que não havia área irrigada na bacia, em 1987. As classes de vegetação nativa foram definidas tentando conciliar critérios de classificação utilizados por Toniolo & Brito (2007) e por Costa et al. (2002). A classe “outras classes” compreende grupos sem relevância para o trabalho, quer pela sua natureza, como as classes nuvem e sombra de nuvem, quer pelas suas dimensões reduzidas, como é o caso da classe áreas urbanas. A classificação supervisionada foi realizada no software GRASS, utilizando o método da máxima verossimilhança presente no programa *i.maxlik*, com base nas assinaturas espectrais geradas pelo programa *i.gensig*. O mapa de uso e cobertura de 1987 foi subtraído do obtido para o ano de 2014, utilizando-se o programa *r.mapcalc*,

também presente no GRASS. Gerou-se, assim, o mapa das mudanças no uso e cobertura entre essas duas datas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os totais das áreas em termos absolutos (hectares) e relativos (percentuais sobre a área total) de cada classe de uso e cobertura para as datas estudadas. Não estão presentes as áreas cobertas por nuvem e a sombra projetada, que, juntas, representaram 5,36% da área da bacia. Para fins dos cálculos apresentados na Tabela 1, esta área foi subtraída das imagens das duas datas. A variação de área no período é dada pelas duas últimas colunas, onde valores positivos e negativos indicam incremento e redução, respectivamente. Houve redução da área total de vegetação nativa (soma das classes cerrado, mata seca, caatinga arbórea, caatinga densa, caatinga semidensa e caatinga aberta) que passou de 914.178 ha para 745.170 ha, uma redução de aproximadamente 18 %, no período de 1987 a 2014. Considerando que, em geral, a cobertura nativa oferece maior proteção contra as perdas de solo e água por erosão, verifica-se um aumento nos riscos à desertificação. Simultaneamente, houve um aumento nas atividades antrópicas, representadas pela agropecuária e agricultura irrigada. No período, a área ocupada por agricultura e pecuária passou de 343.172 ha para 516.140 ha, o que representa um aumento de 50,4%. Este valor é inferior aos 82% do crescimento médio nestas atividades registrado pelo IBGE (IBGE, 2006). Segundo IBGE (2006), o rebanho bovino dos municípios que têm 60% ou mais da sua área dentro da bacia passou de 192.000 para 228.000 cabeças no período de 1986 a 2006. A expansão de cerca de 18% é maior do que a expansão média do rebanho bovino do Estado, que foi de cerca de 11%. O referido censo também indica que entre 1986 e 2006, a área do Estado de Pernambuco ocupada por lavouras passou de 1.850.297 ha para 4.608.852 ha, enquanto a área de pastagens passou de 2.057.307 ha para 2.506.730 ha. Portanto, proporcionalmente, no Estado, a área com lavoura teve um crescimento de 149%, e cerca de, 22% na área de pastagem. Tal fato sugere uma redução na capacidade suporte das pastagens no Estado, e para o caso da bacia do Brígida, onde o aumento do rebanho bovino foi superior à média do Estado, sugere tendência ao sobrepastejo. Redução da capacidade suporte e sobrepastejo são dois indicativos de processo de desertificação. Por outro lado, devido ao baixo nível tecnológico do



manejo aplicado às lavouras, a sua expansão no semiárido contribui para o aumento da área submetida a maiores riscos de desertificação. Verifica-se, ainda (Tabela 1), o surgimento e a implantação de aproximadamente 9.400 ha de agricultura irrigada no período considerado. A depender do manejo da água e do solo, a recém introduzida agricultura irrigada leva à bacia do Brígida mais uma das causas dos processos de desertificação que é a salinização dos solos. Ressalta-se que, devido aos altos custos financeiros demandados para a implantação de culturas irrigadas e as dificuldades operacionais para corrigir processos de desertificação induzidos pela salinização dos solos, os impactos desta degradação são, normalmente, de elevados custos socioeconômicos. A Tabela 2 apresenta as alterações, em porcentagem, na área de cada classe de uso com relação ao ano de 1987. Devido às limitações no número de páginas este resumo comenta apenas os dados mais relevantes sendo excluídas as mudanças sem expressão como, por exemplo, aquelas que envolvem os corpos de água (pequenos açudes, barreiros, etc.) e as relacionadas à agricultura irrigada. A análise das mudanças na área irrigada, feita à parte, revelou que dos 9.400 ha presentes em 2014, 4.021 ha, 3.544 ha, 424 ha e 404 ha eram cobertos pelas classes caatinga semidensa, densa, agropecuária e caatinga aberta em 1987, respectivamente. Os números da diagonal da Tabela 2 representam a porcentagem da área de uma dada classe presentes em ambas as datas (1987 e 2014) num mesmo local. A soma dos valores percentuais em cada linha da Tabela é 100. Com 59,6% o cerrado foi a classe de vegetação nativa que, proporcionalmente, foi mantida com a maior área num mesmo local no período de 27 anos. A ocorrência de cerrado nas bordas da chapada do Araripe, área de proteção ambiental, pode ter contribuído para a sua manutenção na maior parte da área. É notório que nesse período houve uma intensificação da consciência da população e das entidades para a questão do cumprimento do Código Florestal Brasileiro. Apesar disto, cerca de 26% das áreas de cerrado foram substituídas pela atividade agropecuária (Tabela 2). Além do cerrado, a classe agropecuária respondeu pela maior proporção de substituição das demais áreas de vegetação nativa. Neste caso, destaca-se a substituição de 43,5% das áreas de mata seca por esta atividade. As áreas de mata seca se encontram, principalmente, nas encostas da chapada (Toniolo & Brito, 2007). A ocupação das áreas de encosta eleva os riscos de erosão e, portanto, expõem essas áreas aos processos que

levam à desertificação. Observa-se que 63,9% da área com atividade agropecuária em 2014 era a mesma de 1987. Assumindo como verdadeira, a hipótese de manutenção da agropecuária no mesmo local, durante os 27 anos, é de se supor que essas áreas estejam em crescente estágio de degradação. Esta suposição é fundamentada no consumo de fertilizantes na agricultura e nas pastagens dependentes de chuva do semiárido. A título de exemplo, o Estado do Ceará, que tem, praticamente, toda a sua área no semiárido, apresentou em 2008 uma das menores médias de consumo de fertilizantes do Brasil que foi de 6,7 kg/ha (BRASIL, 2010).

### **CONCLUSÕES**

Entre os anos de 1987 e 2014 os riscos à desertificação na bacia do Brígida, em geral, aumentaram devido à substituição da vegetação nativa pela atividade agropecuária e a manutenção desta atividade por longo período de tempo numa mesma área sem a adoção de técnicas de manejo que preservem a qualidade do solo. As áreas de mata seca removidas e substituídas por agropecuária, nas encostas da chapada do Araripe aumentam os riscos de desertificação devido à maior exposição do solo à erosão. A introdução da agricultura irrigada gerou mais um fator de risco à desertificação – a salinização dos solos. Entre as tipologias de vegetação nativa o cerrado foi a única que teve a sua área aumentada.

### **REFERÊNCIAS**

- BARUQUI, A. M.; FERNANDES, M. R. Práticas de conservação do solo. Informe Agropecuário, 11:55-69, 1985.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 441 p. (IBGE. Estudos e Pesquisas Informação Geográfica, 7).
- COSTA, T. C. C; ACCIOLY, L. J. O; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. Phytomass mapping of the "Seridó caatinga" vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indices. Scientia Agricola, 59:707-715, 2002.
- IBGE. Censo agropecuário 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro, RJ, 2012. 758p.



LOVELAND, T. R.; SOHL, T.; SAYLER, K.; GALLANT, A.; DWYER, J.; VOLGELMANN, J.; ZYLSTRA, G. Land cover trends: rates, causes, and consequences of late-twentieth century U. S. land cover change. Sioux Falls: EPA, 1999. 38p.

TONIOLO, E. R. & BRITO, E. G. (Org.). Região do Araripe Pernambuco: diagnóstico florestal 2007. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 79p.

**Tabela 1** - Comparação entre o uso e a cobertura das terras da bacia do Brígida considerando os anos de 1987 e 2014

Cobertura (1)	1987		2014		Variação	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Cerrado	40.050	3,2	65.534	4,9	25.483	63,6
Mata Seca	48.777	3,9	12.325	0,9	-36.452	-74,7
Caatinga Arbórea	191.565	15,2	95.752	7,2	-95.813	-50,0
Caatinga Densa	221.334	17,5	252.921	19,0	31.587	14,3
Caatinga Semidensa	266.086	21,1	284.708	21,4	18.223	7,0
Caatinga Aberta	146.528	11,6	73.376	5,5	-73.152	-50,0
Agropecuária	343.172	27,2	516.140	50,4	124.005	36,1
Agricultura Irrigada	0	0,0	9.390	0,7	9.390	-
Água	5.437	0,4	1.764	0,1	-3.673	-67,5

**Tabela 2** – Manutenção e alterações espaciais de cada classe de uso em 2014. Valores em porcentagem tomando como base a ocupação existente em 1987.

Cobertura 1987	Cobertura em 2014						
	CER	M.S	C.A	C.D	C.SD	C.Ab	AG
CER	59,6	4,7	6,9	1,1	0,8	0,5	26,3
M.S	12,5	7,5	17,3	8,3	7,0	3,7	43,5
C.A	7,9	1,2	11,6	25,6	15,3	3,7	34,8
C.D	1,3	0,6	8,5	32,1	25,9	5,4	26,2
C.SD	0,4	0,1	5,5	28,6	30,3	5,2	29,7
C.Ab	0,5	0,2	4,7	13,4	29,7	12,2	39,1
AG	3,6	0,6	4,9	5,8	16,1	4,9	63,9

CER = Cerrado, M.S = Mata Seca, C.A = Caatinga Arbórea, C.D = Caatinga Densa, C.SD = Caatinga Semidensa, C.Ab = Caatinga Aberta, AG = Agricultura