

CUSTOS DOS EFEITOS INTERNOS DA EROÇÃO DOS SOLOS NO CERRADO PIAUIENSE

por Kerle Pereira Dantas* e Maria do Socorro Lira Monteiro**

1 Introdução

A ocupação do cerrado piauiense alicerçado no cultivo de soja, apesar de intensificar-se a partir da década de 1990, integrou o mesmo modelo de modernização agrícola, iniciado e capitaneado pelo governo brasileiro duas décadas antes. A ocupação agrícola da região assentada na monocultura da soja e no tripé **grandes extensões de terras, mecanização e adubação química** provocou impactos ambientais, como o desmatamento, o aumento de emissões de gases de efeito estufa, a perda de patrimônio genético e de *habitat* de espécies nativas, a contaminação dos solos e das águas com resíduos de fertilizantes e agrotóxicos e, principalmente, a aceleração das taxas de erosão.

Segundo Marques (1998), a erosão dos solos encerra efeitos internos e externos à área de produção. Os internos estão associados à perda da eficiência da produção agrícola e os externos são apreendidos por agentes econômicos que sofrem fundamentalmente com o processo de assoreamento dos recursos hídricos, cujas despesas não estão incluídas nos custos privados do produtor/degradador.

Em face do exposto, este artigo objetiva mensurar economicamente os efeitos internos da degradação ambiental causados pelo processo de erosão, a partir do custo de reposição dos nutrientes perdidos pelo solo agrícola do cerrado piauiense nas safras de 2000/2001 e 2007/2008. Assim, os valores econômicos identificados servirão para subsidiar a formulação de políticas públicas que visem não somente o controle da erosão dos solos agrícolas, mas também da qualidade ambiental dos demais recursos naturais. Entretanto, este tipo de abordagem não mensura os danos causados a outros bens e serviços ambientais envolvidos, como a perda da biodiversidade e da qualidade dos recursos hídricos.

2 A inserção da soja no cerrado piauiense

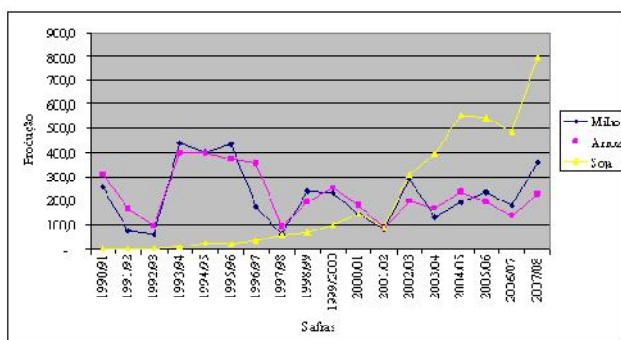
O cerrado por ser o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia, ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do País. O termo cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que começa na Região Sudeste e estende-se para o Centro-Oeste, Norte e Nordeste, com clima estacional, caracterizado por um período chuvoso, de outubro a março, e outro seco, de abril a setembro, conhecido como veranico (DINIZ, 2006).

De acordo com Fundação Cepro (1992), o cerrado piauiense é o quarto mais importante do Brasil e o primeiro do Nordeste, ocupando uma área de 11.856.866 milhões de hectares, o que corresponde a 46% da área do Estado, equivalendo a 5,9% do cerrado brasileiro e 36,9% do nordestino. Do total, 70% correspondem à área de domínio e os 30% restantes compreendem a vegetação de transição entre a caatinga e o cerrado, estendendo-se por vários pontos, de norte a sul do Estado, sendo sua maior concentração localizada na Região Sudoeste e Extremo Sul. Estima-se que em torno de 10% desse ecossistema esteja sendo ocupado e utilizado com projetos agropecuários.

Nas últimas três décadas do século XX, a região inseriu-se no processo de modernização da agropecuária capitalista, cujas expressões primordiais assentaram-se na incorporação da ciência e tecnologia ao processo produtivo, na imigração de grupos econômicos hegemônicos, como a Bunge Alimentos S.A., e na mobilização de agricultores empreendedores capitalistas de outras regiões do País.

Esta nova configuração produtiva foi embasada, por um lado, na significativa expansão do cultivo de soja e, por outro lado, pela redução da produção de milho e arroz, como apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Produção de milho, arroz e soja no Piauí, safras de 1990/1991 a 2007/08, em mil toneladas



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da CONAB (2008)

Através da série histórica constante no Gráfico 1, visualizou-se que a produção da soja no cerrado piauiense acompanhou a cronologia dos fatos relevantes para a consolidação do agronegócio na região, isto é, a efetiva instalação dos produtores na década de 1990 e da Bunge Alimentos S.A. em 2002. A produção da leguminosa na safra 1990/1991 foi extremamente incipiente, pois contou com apenas 400 kg. Porém, com a progressiva migração de produtores agrícolas ao Piauí, entre as safras 1991/1992 e 2000/2001, a produção cresceu celeremente, atingindo inclusive a taxa média de crescimento de 35,2% ao ano. Durante a série temporal, o plantio de soja registrou decréscimo apenas na colheita de 2001/2002, da ordem de 36%. Ressalta-se que o *boom* na produção ocorreu simultaneamente à instalação da fábrica de esmagamento de soja, em Uruçuí, devido à Bunge Alimentos S.A. ter financiado a produção e acrescido a demanda, atuando no mercado como monopsonista. Outrossim, verificou-se que na safra de 2002/2003 a 2007/2008, a taxa média de crescimento elevou-se para 59,6% ao ano, apresentando recorde de produção na última colheita de 795,7 mil toneladas, o que demonstrou, por um lado, a rápida expansão da soja em relação as outras culturas e, por outro, manifestou a necessidade de se compreender a magnitude dos impactos econômicos e ambientais envolvidos.

3 Materiais e métodos

Os custos internos da erosão devem ser calculados com base nas transformações das perdas de solo em perdas de nutrientes, considerando a composição do solo. De acordo com Campos (2000, p. 17), “[...] do ponto de vista econômico, o custo da erosão não depende da

quantidade física de terra perdida, mas dos efeitos econômicos dessas perdas”, o que denota que os dados físicos demonstram grandeza qualitativa do processo erosivo, mas não são suficientes para aferir as medidas econômicas dos impactos. Dessa forma, faz-se premente conhecer o valor monetário do rendimento perdido, estimado através dos custos de reposição de nutrientes. Para tanto, admite-se que a perda do solo corresponde à perda de nutrientes.

Sendo assim, com base em Marques (1998), expõe-se a equação ajustada de determinação dos custos internos:

$$\text{Custos internos} = (Q_n \times P_n) + Ca + (P_p \times Q_p)^1,$$

onde:

Q_n = fertilizantes carregados pela erosão (tonelada);

P_n = preço dos fertilizantes (R\$);

Ca = custo de aplicação dos fertilizantes (R\$);

P_p = preço da produção agrícola (R\$);

Q_p = redução da produtividade de longo prazo devido a erosão.

Contudo, para o cálculo da equação, após a obtenção dos valores da área plantada de soja na região sob estudo, dos índices de perda média de solo e do teor médio de nutrientes, faz-se necessário:

a) estimar a evolução das perdas média de solo em tonelada por hectare ao ano, considerando o uso do solo no período sob investigação;

b) dimensionar as quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio+magnésio carregados pela erosão em função das perdas físicas de solo, em toneladas por hectare ao ano;

c) perdidos na região em toneladas, por meio da mensuração da variável Q_n ;

d) pesquisar os preços de mercado dos fertilizantes para o período, em reais por toneladas, para o consequimento da variável P_n ;

e) calcular os custos de aplicação médio dos fertilizantes para a região, em reais, para determinar a variável Ca .

Ademais, para o cálculo das perdas econômicas oriundas da erosão faz-se premente salientar as técnicas de plantio adotadas, sob pena dos resultados diferirem substancialmente da realidade. Todavia, como não existem estatísticas precisas de área plantada por sistema de plantio no cerrado piauiense, considerou-se duas hipóteses: 1) toda a produção de soja é realizada através do plantio convencional; e 2) toda a produção de soja é implementada por meio do plantio direto. No

intuito de realizar a análise comparativa da evolução do valor econômico da erosão na região, calculou-se os valores para as safras de 2000/2001 e 2007/2008, ou seja, da primeira e da última safras, relativamente ao período da pesquisa.

A grande dificuldade para a aplicação das técnicas de valoração ambiental centra-se na ausência generalizada de dados, principalmente, quanto aos indicadores físicos de referência próprios de cada ecossistema. Logo, em virtude da inexistência de informações a respeito da área sob investigação, lançou-se mão de estudo de áreas com particular semelhança quanto ao tipo de solo (Latossolos) e cultura (soja) predominante na região, realizados por Dedecek et al. (1986).

4 Resultados e conclusões

Verificou-se que em plantio convencional na safra 2007/2008 (Tabela 3), o Custo de Reposição (CR) foi de R\$ 5.682.924,00, evidenciando um incremento de 299,18%, em relação ao montante de R\$ 1.423.628,95 da safra de 2000/2001 (Tabela 1). Enquanto o acréscimo entre as safras para o plantio direto foi de 295,28%, significando que o CR passou de R\$ 1.360.098,12 (Tabela 2) para R\$ 5.376.292,80 (Tabela 3).

Destaca-se a assertiva de Merico (2002) de que o método custo de reposição aufere os gastos necessários para repor a capacidade produtiva de um recurso danificado, os quais são denominados de valor da degradação ambiental. Assim, os CR consistem nos valores reais, a preço de mercado, de alternativas tecnológicas capazes de mitigar e restaurar serviços ambientais eventualmente destruídos, provocando a diminuição do fluxo desses serviços. Por conseguinte, modificações bruscas nas estimativas da valoração, não implicam, necessariamente, alterações na qualidade ambiental, mas sim em expressão econômica do dano.

Dessa maneira, não obstante a safra 2007/2008 ter apresentado valores absolutos superiores para os CR, o custo por hectare constituiu-se o mais apropriado como indicador ambiental de degradação dos solos, devido a relativizar o comportamento dos CR com a área ocupada que, nesse ínterim, passou de 62.000 para 253.600 hectares. Consequentemente, asseverou-se que o custo por hectare foi menor em decorrência da acessão mais que proporcional da área ocupada de 309%, em relação ao acréscimo dos CR de

299,18% e 295,28%, para os plantios convencional e direto, respectivamente. Esta conformação exprimiu que entre as safras analisadas, constatou-se a redução relativa dos dispêndios essenciais para manter a produtividade dos solos cultivados com soja no cerrado piauiense.

Por se tratar de estudo pioneiro sobre a região, não existem outras estimativas disponíveis para comparação direta; logo, os CR expostos nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 são indicativos da grandeza das repercussões econômicas alusivas à erosão. Nessa perspectiva, no intuito de expressar a relevância dos danos causados e a inevitabilidade de sustentar a produtividade dos solos, comparou-se os resultados obtidos com o valor da produção de soja no Piauí para ambos os períodos e sistemas de plantios. Como o valor da produção de soja, consoante o IBGE (2008), a preços constantes², para a safra de 2000/2001 foi de R\$ 45.594.862,71, os custos requeridos para recuperar os nutrientes carreados pela erosão dos solos foram de R\$ 1.423.628,95 e R\$ 1.360.098,12, o que correspondeu a 3,12% e 2,98% do valor da produção, para os plantios convencional e direto, respectivos. Por outro lado, como o valor da produção de soja na safra 2007/2008 foi de R\$ 198.520.000,00, deste, R\$ 5.682.924,00 e R\$ 5.376.292,00 representaram 2,8% e 2,7%, para os plantios convencional e direto, respectivamente, consubstanciando-se nos custos ambientais advindos da produção de soja.

Destarte, em média, os custos internos de reposição da fertilidade em razão do processo erosivo corresponderam a 2,9% do valor da produção de soja ao ano, inclusive porque, conforme Comune e Marques (1997), danos físicos em ativos produtivos, ocasionados por alterações no meio ambiente, constituem degradações que, traduzidos em termos monetários, refletem os prejuízos ou os custos que a sociedade está suportando, o que significa que tais dispêndios integram o custo social da produção de soja.

Enfatiza-se ainda, em consonância com Marques e Pereira (2004), que os danos ambientais causados pelo processo de erosão do solo encerram efeitos internos e externos à área de produção agrícola, porém, em virtude desse artigo debruçar-se somente sobre a obtenção dos efeitos internos, diversos impactos geradores de custos ambientais não foram objeto de valoração, como os valores de opção, de existência e demais valores

de uso, componentes do Valor Econômico Total. Contudo, a despeito das limitações das estimativas, reconheceu-se que os resultados apresentados consistiram em avanço no sentido de proporcionar, em geral, objetividade às discussões relativas à conservação dos solos e, em particular, ao custo de deterioração dos solos no cerrado piauiense.

Através da pesquisa constatou-se a supremacia do sistema de plantio direto enquanto alternativa sustentável ao plantio convencional, devido o controle da erosão requerer menor custo de reposição de nutrientes, haja vista que nas safras 2000/2001 e 2007/2008 os CR no plantio convencional foram 4,6% e 5,7%, respectivamente, maior que no sistema direto. Esta realidade demonstrou que a valoração da degradação do solo, calculada com base no método de CR, configurou-se como indicador de sustentabilidade, quando utilizado como parâmetro de comparação entre o sistema convencional e direto de produção agrícola, no sentido de apontar claramente as vantagens econômicas e ambientais específicas de cada sistema.

Dessa maneira, esse cenário revelou quão importante é a mensuração dos gastos de reposição da capacidade produtiva do solo do cerrado piauiense, com vistas a despertar para a

conscientização de inserção de investimentos para a conservação do solo, bem como para a elaboração de mecanismos econômicos que favoreçam a capacidade de suporte dos recursos naturais, notadamente, solos e recursos hídricos. Logo, torna-se premente a criação de um banco de dados agregado pelo Ministério e Secretaria Estadual de Meio Ambiente, órgãos responsáveis pela promoção, adoção de princípios e estratégias para o conhecimento, proteção e recuperação dos recursos naturais, abrangendo diferenciadas culturas, de variadas áreas e tipos de solo, para subsidiar as ações que tratam das questões ambientais nas distintas esferas de governo e na iniciativa privada e para a formulação de políticas que promovam a estagnação do processo erosivo e a integridade de áreas agrosilvopastoris com potencial para degradar. Dessa maneira, estudos adicionais são imprescindíveis, tanto para desvendar os valores monetários necessários a um programa de conservação, quanto para identificação e quantificação mais ampla dos danos ao meio ambiente e a revelação dos valores econômicos associados●

Tabela 1 - Valor econômico do custo de reposição de nutrientes da produção de soja, plantio convencional, no cerrado piauiense na safra 2000/2001

Nutrientes	Concentração de nutrientes no solo (%)	Perdas de nutrientes (ton.)	Fertilizantes	Kg fertilizante/Kg nutrientes	Perdas de fertilizantes (ton/ano)	Preço de fertilizante (R\$)	Valor econômico de reposição (R\$/ano)
Fósforo	0,002614	16,37	Superfosfato simples	5,56	91,02	450,00	40.959,00
Potássio	0,010058	62,35	Cloreto de potássio	1,72	107,24	630,00	67.561,20
Cálcio + Magnésio	0,094872	588,20	Calcário dolomítico	2,63	1.546,97	45,00	69.613,65
Perda de solo em ton. (a)	620.000	-	-	-	-	-	178.133,85
Custo de aplicação (b)	-	-	-	-	-	-	372.000,00
FBN (c)	-	-	-	-	-	-	248.000,00
Valor total (a+b+c)							798.133,85
Valor atualizado (Dez/2008)							1.423.628,90

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2 - Valor econômico do custo de reposição de nutrientes da produção de soja, plantio direto, no cerrado piauiense na safra 2000/2001

Nutrientes	Concentração de nutrientes no solo (%)	Perdas de nutrientes (ton.)	Fertilizantes	Kg fertilizante/ Kg nutrientes	Perdas de fertilizantes (ton/ano)	Preço de fertilizante (R\$)	Valor econômico de reposição (R\$/ano)
Fósforo	0,002614	13,10	Superfosfato simples	5,56	72,84	450,00	32.778,00
Potássio	0,010058	49,88	Cloreto de potássio	1,72	85,79	630,00	54.047,70
Cálcio + Magnésio	0,094872	470,56	Calcário dolomítico	2,63	1.237,57	45,00	55.690,65
Perda de solo em ton. (a)	496.000	-	-	-	-	-	142.516,35
Custo de aplicação (b)	-	-	-	-	-	-	372.000,00
FBN (c)	-	-	-	-	-	-	248.000,00
Valor total (a+b+c)							762.516,35
Valor atualizado (Dez/2008)							1.360.098,20

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 - Valor econômico do custo de reposição de nutrientes da produção de soja, plantio convencional, no cerrado piauiense na safra 2007/2008

Nutrientes	Concentração de nutrientes no solo (%)	Perdas de nutrientes (ton.)	Fertilizantes	Kg fertilizante/ Kg nutrientes	Perdas de fertilizantes (ton/ano)	Preço de fertilizante (R\$)	Valor econômico de reposição (R\$/ano)
Fósforo	0,002614	66,98	Superfosfato simples	5,56	372,40	640,00	238.336,00
Potássio	0,010058	255,07	Cloreto de potássio	1,72	438,60	1.800,00	789.480,00
Cálcio + Magnésio	0,094872	2.405,95	Calcário dolomítico	2,63	6.327,65	80,00	506.212,00
Perda de solo em ton. (a)	2.536.000	-	-	-	-	-	1.534.028,00
Custo de aplicação (b)	-	-	-	-	-	-	2.282.400,00
FBN (c)	-	-	-	-	-	-	1866.416,00
Valor total (a+b+c)							5.682.924,00

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4 - Valor econômico do custo de reposição de nutrientes da produção de soja, plantio direto, no cerrado piauiense na safra 2007/2008

Nutrientes	Concentração de nutrientes no solo (%)	Perdas de nutrientes (ton.)	Fertilizantes	Kg fertilizante/ Kg nutrientes	Perdas de fertilizantes (ton/ano)	Preço de fertilizante (R\$)	Valor econômico de reposição (R\$/ano)
Fósforo	0,002614	53,58	Superfosfato simples	5,56	297,90	640,00	190.662,40
Potássio	0,010058	204,06	Cloreto de potássio	1,72	350,98	1.800,00	631.764,00
Cálcio + Magnésio	0,094872	1.924,76	Calcário dolomítico	2,63	5.062,12	80,00	404.970,40
Perda de solo em ton. (a)	2.028.800	-	-	-	-	-	1.227.396,80
Custo de aplicação (b)	-	-	-	-	-	-	2.282.400,00
FBN (c)	-	-	-	-	-	-	1.866.496,00
Valor total (a+b+c)							5.376.292,80

Fonte: Elaboração própria

Notas:

⁽¹⁾ Orientando-se por Marques (1998), diante da inexistência de informações sobre a redução da produtividade no longo prazo, como no caso do presente estudo, reconheceu-se como verdadeira a hipótese de que a reposição de nutrientes é suficiente para a manutenção da produtividade. Portanto, atribuiu-se valor zero as variáveis Pp e Qp, tornando-as nulas para efeito de cálculo.

⁽²⁾ Como o valor da produção no referido período foi de R\$ 25.562.000,00, para atualizá-lo utilizou-se o INPC, com base em dezembro de 2008, obtendo-se o seguinte resultado: 25.562.000 x 1,783697 = R\$ 45.594.862,71.

Referências

CAMPOS, E. M. G. *Valoração econômica da erosão do solo: metodologia e estudo de caso para o município de Lagoa Dourada/MG*. 2000. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. *Central de informações agropecuárias: menu do agronegócio*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=101>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

COMUNE, A. E; MARQUES, J. F. Custo ambiental: impactos econômicos dos sedimentos na geração de energia elétrica. *Revista de Economia Aplicada*, São Paulo, p. 99-113, 1997.

DINIZ, B. P. C. *O Grande Cerrado do Brasil Central: geopolítica e economia*. 2007. 231 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DEDECEK, R. A et al. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em latossolo vermelho escuro dos cerrados e de manejo da palhada do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Documento, 64. Campinas, v.10, p. 265-272, 1986.

FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ - CEPRO. *Cerrados piauienses*. Teresina: CEPRO, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. *Produção Agrícola Municipal*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02 dez. 2008.

MARQUES, J. F. Custos da erosão do solo em razão dos efeitos internos e externos à área da produção agrícola. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, SOBER, v. 36, n. 1, jan./mar. 1998.

MARQUES, J. F; PEREIRA, L. C. *Valoração econômica dos efeitos da erosão: estudo de caso em baciashidrográficas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

MERICO, L. F. K. *Introdução à economia ecológica*. Blumenau: FURB, 2002.

* Economista, Especialista em Comércio Exterior e Mestre em Desenvolvimento e Meio ambiente. Leciona em diversas instituições de ensino superior no Piauí.

** Professora do PRODEMA/TROPEN/UFPI e do Departamento de Ciências Econômicas/UFPI.