

## **A INFLUÊNCIA DA EROÇÃO HÍDRICA NA FORMAÇÃO DOS SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DO MUNICÍPIO DE BALSAS-MA.**

BRITO, L. C.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Curso de Geografia/NEPA/UFMA. [lenirbrito@hotmail.com](mailto:lenirbrito@hotmail.com)

RIBEIRO, F. V.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Curso de Geografia/NEPA/UFMA

[cleiageo@yahoo.com.br](mailto:cleiageo@yahoo.com.br)

FEITOSA, A. C.<sup>2</sup>. [feitos@terra.com.br](mailto:feitos@terra.com.br)

<sup>2</sup>DEGEO/NEPA/UFMA

### **RESUMO**

O objetivo da pesquisa é analisar a influência da erosão hídrica na maturação e quebra do ciclo de formação do solo, que está fortemente ligada ao clima e a relação solo-planta, abordando os diversos tipos de atividades relacionadas com o uso intensivo do solo, no município de Balsas, Estado do Maranhão, considerando a necessidade do conhecimento de dados relativos às variáveis ambientais da área, os tipos e as características das atividades desenvolvidas e os reflexos do manejo do solo. Para tanto é necessário identificar os processos pedogenéticos que atuam no local e a forma como agem sobre o ciclo de desenvolvimento dos solos. A literatura utilizada para a realização do trabalho, valorizou uma abordagem geral: Bertoni e Lombardi Neto (1985), Carvalho (1994), Guerra (2001), Karmann (2003), Ross (2000); e específica para áreas de cerrado: Ab' Sáber (2003), Baggio Filho (2001), Bigarella (1971). O método utilizado na pesquisa foi o fenomenológico baseado a percepção e análise do comportamento dos agentes naturais e antrópicos que exercem influência sobre a paisagem local, os procedimentos empregados foram: análise da documentação cartográfica e bibliográfica; visitas ao campo; registro fotográfico da área; e trabalhos de gabinete, compreendendo a interpretação dos dados obtidos, produção cartográfica e elaboração da redação final do trabalho. É comum, na área, a ocorrência processos pedogenéticos representados por movimentos de massa que atingem principalmente os horizontes O, A e B. Tais movimentos iniciam-se nas porções mais altas (bordas de chapadas) e terminam nas zonas mais baixas, normalmente nas margens dos rios depositando o material carreado pelas chuvas. É notório que a erosão tem quebrado ou acelerado o ciclo de maturação natural do solo o que exige o planejamento ambiental adequado, que respeite as características da geomorfologia local, levando em consideração as áreas passíveis de ocupação, como os tabuleiros; e as impróprias para a ocupação que são previstas na legislação ambiental, entre elas as nascentes, margens dos rios e encostas de maior declividade.

Palavras-chave: Erosão hídrica, solos, Município de Balsas-MA

### **INTRODUÇÃO**

Desde que tomou consciência de sua individualidade e sociabilidade, o homem desenvolveu modos de vida relacionados com a sua sobrevivência. No início, andava sozinho ou em pequenos grupos e se refugiava no topo de árvores. Em seguida, passou a viver em grupos e buscar o domínio da natureza, desenvolvendo novas técnicas e modificando o ambiente para estruturar seu espaço. Descobertas como a roda, o fogo e o metal, contribuíram para o progresso das técnicas e das primeiras idéias sobre a agricultura e a pecuária, impulsionando também novas invenções e avanços.

A permanência mais demorada do homem em determinados lugares iniciou-se, de fato, quando este percebeu que as sementes deixadas em alguns locais germinavam e originavam novas plantas. Observando esse fenômeno, o homem começou a se fixar em locais onde pudesse cultivar os primeiros vegetais. Esse, então, foi um marco na história da

humanidade: a revolução Neolítica, fortemente marcada pela influência da mulher na sociedade.

As técnicas utilizadas no princípio da atividade agrícola eram rudimentares, se levado em consideração empregadas atualmente, baseadas na queima da vegetação para desmatar, na preparação da terra feita manualmente seguindo-se o emprego do arado de tração animal.

Através do uso das técnicas em suas atividades e considerando seu grau de consciência ecológica, o homem, é capaz de modificar a paisagem de maneira positiva ou negativa. A Geografia estuda as modificações de ordem física e social da paisagem e a Geomorfologia, por sua afinidade com aquela ciência, tem como objeto à organização do ambiente, a partir de análises integrativas, partindo da interpretação da dinâmica do relevo.

Ao longo do território maranhense, constata-se o emprego de grande variedade de técnicas agrícolas, devido à sua extensão, diversidade cultural e econômica. No Sul do Maranhão, a lavoura é mecanizada de arroz e soja substituíram as práticas tradicionais, passando a ser desenvolvida em grandes propriedades e dispor de tecnologias modernas e de infra-estrutura adequada, uma vez que a produção é caracteristicamente voltada para a exportação.

Antes do início da agricultura de exportação na porção sul maranhense, ou no sertão de Pastos Bons como era conhecida a área, desenvolvia-se a pecuária extensiva. A pecuária começou com a expansão da frente pastoril, oriunda do vale do rio São Francisco, que alcançou o Maranhão pelo sudeste do Estado, a partir de 1730, instalando grande número de fazendas.

Os pecuaristas da região enfrentaram dificuldades no que tange à comercialização do produto e com isso a atividade foi perdendo expressão. Com isso a agricultura foi tomando conta do espaço, e as lavouras se intensificando sem o conhecimento dos parâmetros ambientais do local, o que provocou efeitos danosos no solo, sofrendo intensos processos erosivos que (re)modelam a paisagem. Além das atividades humanas, o ambiente é influenciado por outras forças exógenas, que auxiliam no processo de esculturação da paisagem.

A utilização mais eficiente do solo como meio para o desenvolvimento das plantas cultivadas motivou não apenas os primeiros estudos sobre suas propriedades, mas também

as primeiras classificações, que procuravam agrupar os diferentes tipos de solo de acordo com suas características de produtividade.

Os impactos provocados pelas atividades agropecuárias, podem implicar na perda da terra útil e interferir na modelagem do terreno acelerando o envelhecimento, devido ao desgaste, do solo. Com isso o objetivo deste estudo é observar a influência da erosão hídrica na maturação e quebra do ciclo de formação do solo, que esta fortemente ligada ao clima e a relação solo-planta.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O município de Balsas está localizado no sul do Estado do Maranhão nas coordenadas 07°30'S e 07°45'S de latitude, 46°15'W e 46° W de longitude. Limita-se ao norte com os municípios de: Nova Colinas, Fortaleza dos Nogueiras e São Raimundo das Mangabeiras; ao sul, com Alto Parnaíba; a leste, com Sambaíba e Tasso Fragoso e a oeste com Riachão, Campos Lindos, Recursolândia e Lizarda, os três últimos pertencentes ao Estado do Tocantins.

O município de Balsas foi fundado no ano de 1918. Segundo Brasil (2000), a população atual é de 64.059 habitantes, sendo 83 % residentes na zona urbana e 17 % na zona rural. A taxa média de crescimento da população é de 4,2 %.

A área insere-se no domínio florístico do Bioma Cerrado. Segundo Maranhão (1991, p. 42), o Cerrado regional está distribuído em três gradientes; Campo Cerrado, Cerrado e Cerradão. O Campo Cerrado concentra-se em zonas com deficiência hídrica, apresentando cobertura graminoíde com esparsos arbustos. O Cerrado é pouco denso, o extrato rasteiro é graminoíde e o arbóreo possui ramificações irregulares. No Cerradão as árvores têm troco menos retorcido, o extrato herbáceo é constituído por gramíneas, ciperáceas e bromeliáceas.

De acordo com Maranhão (2002, p. 15), a estrutura geológica compreende: Cobertura Detrítica (Quaternário), sobreposta às formações Sardinha (Cretáceo), Pedra do Fogo (Permiano) e Piauí (Carbonífero). Segundo Petri e Fúlfaro (1983, p. 54), a fisiografia local compreende uma estrutura geológica de base sedimentar da bacia do Parnaíba.

Maranhão (2002, p. 19), classifica como solos da área os seguintes: Latossolo Amarelo, Podzólico vermelho Amarelo Concrecionário, Areias Quartzosas e solos Litólicos, que confere as seguintes características: solos arenosos, muito drenados,

erodíveis, com baixa fertilidade natural, baixa retenção de umidade associada à acidez e alta porosidade, grau de fragilidade à erodibilidade variando de médio a forte.

De acordo com Maranhão (2002; p. 36), o clima é do tipo tropical quente e úmido, com média pluviométrica de 1.400 mm ao ano. As chuvas se estendem nos meses setembro a abril, com maior intensidade em novembro e dezembro. A estiagem tem início no mês de maio e termina em agosto, tendo maior intensidade em junho e julho. A temperatura média anual é de 26° C, com máximas de até de 36° e mínimas de 22° C, porém no mês de julho, a temperatura pode diminuir chegando a atingir índices em torno de 12°C a 14°C.

## **METODOLOGIA**

Para a realização de pesquisas com abordagem espacial, são utilizados diversos métodos, contemplando a sistemática dedutiva e indutiva considerando a contextualização dos fenômenos em escala nacional e regional e sua observação *in loco*.

De acordo com Ross (2000, p. 29), no tratamento metodológico da análise geomorfológica, normalmente ocorrem os maiores erros dos estudiosos da disciplina. Frequentemente se observam trabalhos em geomorfologia que tratam no capítulo referente à metodologia, somente dos procedimentos técnicos e operacionais. Essa atitude demonstra certa confusão entre o que é método e o que técnica. Deve-se deixar claro que o método está ligado à teoria e os procedimentos a técnica, funcionando como apoio à metodologia.

Neste estudo, o método Dedutivo subsidiou a correlação das variáveis geomorfológicas da área de estudo com as descritas na literatura, enquanto o método Indutivo serviu de base para a observação direta das formas do relevo local, identificado os fenômenos e os agentes que dinamizam a modelagem do terreno.

A observação direta da paisagem local foi orientada pelo método Fenomenológico, de base qualitativa, apoiado na percepção e vivência com o ambiente da área-objeto do estudo (TUAN, 1980). Na Geografia, a abordagem fenomenológica é desenvolvida por duas correntes de pensamento: a Geografia da Percepção e a Geografia Comportamental.

No trabalho foram adotadas as orientações das duas correntes de pensamento, aplicadas à percepção da paisagem local, a partir da vivência com o objeto de estudo e à análise do comportamento do solo face à ação dos agentes e processos modeladores da paisagem da zona rural do Município de Balsas.

Segundo Marques (1996; p. 32), a metodologia difere dos procedimentos metodológicos, tendo em vista que a metodologia consiste no modo ou maneira de executarmos um trabalho, enquanto que os procedimentos são as técnicas utilizadas para a aplicação do método. Desta forma foram utilizadas as seguintes técnicas:

- Revisão Bibliográfica;
- Levantamento e produção cartográfica;
- Trabalhos de Campo e;
- Trabalhos de Gabinete.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Segundo Guerra (2003, p. 399), o solo é a camada superficial da terra possuidora da camada microbiana. Algumas vezes o solo é espesso, mas pode ser reduzido a uma delgada película ou até deixar de existir. Os solos podem ser imaturos, aqueles cujos perfis não estão completamente desenvolvidos; ou maduros, quando o perfil está perfeitamente desenvolvido. O solo passa por um ciclo de vida de jovem até senil.

Os solos resultam de processos: físicos de fragmentação das rochas, químicos de desintegração dos minerais primários, biológicos de desintegração (decomposição) dos minerais primários, síntese de argilas secundárias, translocação de produtos resultantes de desses processos. A ação dos fatores de formação do solo (clima, material original, topografia, microorganismos e tempo) produz alterações superficiais das rochas originando o perfil do solo.

É durante o escoamento pluvial que se iniciam os processos erosivos, influenciados pelas adições por precipitação pluvial, a percolação da água provoca o arraste do material até uma área de topografia mais rebaixada, onde o material será depositado. Para Santos e Santos (2003, p. 01) esse movimento pode ser intensificado em solos que apresentam fragilidade natural à ação pluvial ou são desprovidos de cobertura vegetal.

A precipitação pluvial tem importância na pedogênese, tanto pela adição da própria água que entra na constituição dos seres vivos e de certos minerais do solo, como dos materiais do solo, como os carreados de áreas à montante como: cinzas, poeiras, e cloretos dentre outros, postos na atmosfera pelo vento, que podem servir de núcleo de condensação às gotas de chuvas e ser assim, adicionados ao solo.

As diferentes técnicas de manejo podem provocar significativas alterações nas propriedades físicas e químicas dos solos, o que pode torná-los mais suscetíveis à erosão, dependendo da técnica aplicada (BRADY, 1989). Além disso, estas propriedades se constituem condicionantes da entrada, direcionamento e fluxo de água no solo.

O fator erodibilidade do solo influencia diretamente no ciclo de formação do solo, podendo acelerá-la ou até mesmo quebrar o ciclo por conta do transporte de material e de minerais. A perda de solo pode ser determinada pela relação desenvolvida por Lombardini e Moldenhauer apud Carvalho (1994, p. 37), a equação permite usar os valores de precipitação média anual e mensal, para extrair a média mensal do índice de erosão:

$$Ecl = \frac{6,886 (Pm^2)^{0,85}}{P}$$

Sendo;

Ecl: média mensal do índice de erosão.

Pm: precipitação média mensal P: precipitação anual

Aplicando a equação à realidade do local para o mês de janeiro, que é o de maior incidência de chuvas, encontra-se o valor aproximado de 58,7 mm/h indicando fragilidade natural de média à forte. Tal condição constitui problema ambiental grave considerando-se o cultivo de produtos agrícolas de ciclo curto, como arroz, feijão e soja.

De acordo com Ross (2000, p. 75), a agricultura de ciclo curto, como as praticadas na área-objeto de estudo, oferece fraca proteção ao solo face à ação das águas pluviais. Por conta da fraca proteção oferecida pela cobertura vegetal, é comum se encontrar no local, diversos tipos de processos erosivos.

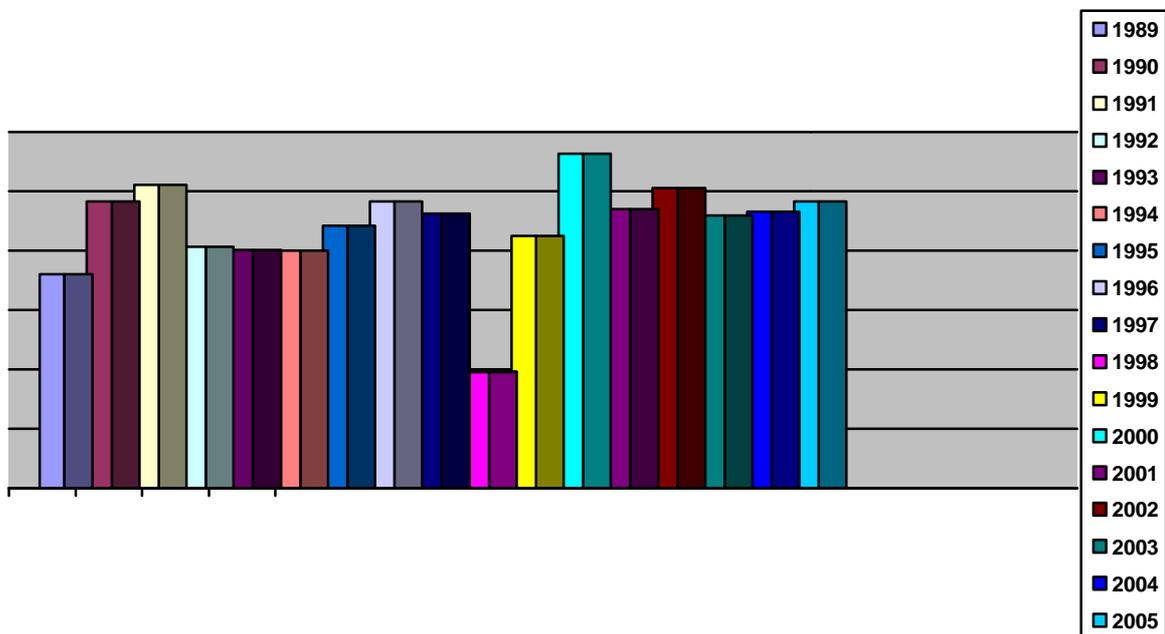
Segundo Guerra (2005, p. 153), os valores de intensidade da chuva vêm sendo utilizados por pesquisadores para identificar o ponto crítico a partir do qual começa ocorrer perda de solo. É notória a dificuldade que dos em encontrar um padrão universal, devido a uma série de fatores, que influenciam no processo. Os valores mais aceitos no cientificamente são: 25 mm/h (HUDSON, 1961); 10 mm/h (MOGAN, 1977); 6 mm/h (RICHTER e NEGENDANK, 1977) e 5 mm/h (BOARDMAN e ROBINSON, 1985).

No caso de Balsas, foi analisada a energia cinética da chuva nos anos de 1989 até 2005. Segundo Guerra (2005, p. 154), é possível determinar uma relação entre energia

cinética e intensidade da chuva. Baseados nesse relacionamento determinaram-se a seguinte equação (WISCHMEIER e SMITH, 1958):

$$E.C. = 11,87 + 8,73 \log_{10} I$$

Aplicando à fórmula as médias pluviométricas de Balsas, observou-se que a energia cinética excede todos os limites aceitos para perda de solos, pelo meio científico (Figura 01). Desta forma tem-se a maior intensidade no ano de 2000 com 39,1 joules/m<sup>2</sup>/mm e a menor no ano de 1998 com 36 joules/m<sup>2</sup>/mm. Convém destacar o dia 02 do mês de janeiro de 2005 em que a média pluviométrica chegou a 126 m<sup>2</sup>/mm, foi decretado estado de calamidade pública devido os estragos proporcionados pelas chuvas.



**Figura 01.** Resultado da relação entre energia cinética e intensidade pluviométrica no Município de Balsas.

**Fonte:** Brito (2005).

Durante a pesquisa foi observado que a maior parte dos processos erosivos locais é iniciada com o desprendimento das partículas pelo efeito splash. Segundo Guerra (1996, p. 166), as partículas desprendidas irão preencher os poros na superfície diminuindo a porosidade e aumentando a compactação, dando início à formação de crostas e selagem no topo do solo (topsoil). Desta forma, a infiltração da água no solo diminui aumentando o escoamento superficial e, conseqüentemente, a perda de material por erosão pluvial.

A compactação é o arranjo, ou agrupamento das partículas formadoras do solo. Na área de estudo, o processo ocorre em função do manejo, as camadas adensadas impedem o

desenvolvimento do sistema radicular da vegetação e restringem o movimento da água e do ar ao longo do perfil, tornando o solo senil.

Quase sempre aliada à compactação do solo, observa-se também a lixiviação dos solos. Por esse processo ocorrem mudanças na coloração do material, que normalmente adquire cor mais esbranquiçada devido à perda de nutrientes como o ferro que oferece ao material coloração laranja-avermelhada. A modificação química pode proporcionar solos com baixa produtividade, ou até mesmo improdutivos. Essas características notoriamente revelam a quebra do desenvolvimento do ciclo de formação dos solos, acelerando o processo de senilidade.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O ciclo de formação dos solos se inicia com o intemperismo das rochas, passando pela deposição do material erodido, até a fase de maturação. A erosão no município de Balsas se inicia com a lixiviação, provocada principalmente por conta do manejo agrícola inadequado que implica no desgaste do solo, e em uma série de problemáticas que compreendem desde a obstrução de cursos d' água, até a quebra da relação solo-planta.

Como consequência do desmatamento, a erosão e o assoreamento podem provocar o desaparecimento de mananciais, bem como acentuar os efeitos das inundações, um exemplo é a enchente ocorrida em janeiro de 2005. O carregamento excessivo dos sedimentos pode causar uma grande gama de impactos ambientais, desde a própria degradação do solo até a extinção de nascentes.

Na zona rural de Balsas é comum processos pedogenéticos como deslocamento de horizontes, atingindo principalmente os horizontes O, A e B. A maioria inicia-se nas porções mais altas e terminam descarregando o material carregado pelas chuvas nas zonas mais baixas, normalmente nas margens dos rios.

Algumas técnicas vêm sendo empregadas com o objetivo de evitar a perda de solo. As curvas de nível são as mais comuns, mas não garantem 100 % de eficácia. As curvas podem diminuir a energia do escoamento superficial, porém quando não são devidamente planejadas não suportam a ação pluvial por muito tempo.

A ocupação das encostas das chapadas para a produção de arroz e soja é outra preocupação. A retirada da vegetação e o manejo inadequado do solo desestabilizam o talude carregando o material, durante as chuvas, para o sopé, onde geralmente estão localizados cursos d' água.

Para o desenvolvimento de novas iniciativas referentes à agropecuária, é necessária a maior participação do poder público na tomada de decisões, monitorando a execução das leis que regulamentam o planejamento ambiental, inclusive os títulos de propriedade da terra no município.

É importante o desenvolvimento de forma mais eficiente com base em um planejamento ambiental adequado, que respeite as características da geomorfologia local, levando em consideração as áreas passíveis de ocupação, os tabuleiros; e as impróprias para a ocupação que são previstas na legislação ambiental, entre elas as nascentes, margens dos rios e encostas de maior declividade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, Josimar Ribeiro; ARAUJO, Gustavo Henrique de Sousa; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BERTONI, José; LOMBARDINI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone 1999, 355 p.

BOARDMAN, J; ROBINSON, D. A. **Soil erosion, climatic vagary and agricultural change on the south downs around Lewes and Brighton, autumm 1982**. Applied Geography, 5, 1985. 243-258 p.

BRADY, N.C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 7. ed. São Paulo. Freitas Bastos. 1989

BRASIL. **Censo demográfico 2001**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

BRASIL. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 1956.

CARVALHO, Newton de Oliveira. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372 p.

MARQUES, Jorge Soares. Ciência Geomorfológica. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia: exercícios técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 25-26 p.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 469 p.

- HUDSON, N. W. **An introduction to the mechanics of soil erosion under conditions of sub-tropical rainfall.** Proc. Trans. Rhod. Sci, 1961. 15-25p.
- MARANHÃO. **Atlas do Maranhão.** Gerência de Planejamento e Desenvolvimento econômico, Laboratório de Geoprocessamento- UEMA. São Luís, 2002.
- MARANHÃO. **Boletim Meteorológico.** Gerência de Planejamento e Desenvolvimento econômico, Laboratório de Geoprocessamento- UEMA. São Luís, 2002.
- MARANHÃO. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão.** Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. São Luís, 1991.
- MORGAN, R. P. C. **Soil erosion in the United Kingdom: field studies in the silsoe are, 1973-75.** Nat. Coll. Agric. Silsoe Occasional Paper. 1977. 41p.
- RICHTER, G; NGENDANK, J. F. W. Soil erosion processes and their measurement in the German area of the Moselle River. Earth Surface Processes, 2, 1977. 261-278p.
- ROSS, Jurandir L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: contexto, 1990. 84 p.
- SANTOS, Cláudia Ione Scheeren dos; SANTOS, Leonardo José Cordeiro. Influência do relevo na perda de solo por erosão hídrica na Bacia Hidrográfica do rio Pequeno/ Pr. IN: **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Rio de Janeiro: Revista GeoUERJ, 2003. 6 p.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Rainfall energy and its relationship to soil loss.** Trans. Am. Geophys Unionn, 39, 1958. 285-291 p.
- TUAN, Yi-fu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente.** São Paulo: DIFEL, 1980. 288 p.