

## **POTENCIALIDADE E FRAGILIDADE DA SERRA DA BODOQUENA UM BREVE ENSAIO METODOLÓGICO DE ANÁLISE DA PAISAGEM – MUNICÍPIO DE BODOQUENA – MS – BRASIL**

Potentiality And Fragility At Bodoquena Sierra A Brief Methodological Test Of Landscape Analysis – District Of Bodoquena – Ms - Brazil

Capacidad Y La Debilidad De La Sierra Bodoquena Breve Prueba De Metodología De Análisis De Paisaje – Municipio De Bodoquena - Ms – Brasil

Flávio Alves de Sousa  
Universidade Estadual de Goiás - UEG Câmpus de Iporá  
[flavio.alves@ueg.br](mailto:flavio.alves@ueg.br)

### **RESUMO**

O presente artigo nasceu da necessidade acadêmica de encontrar uma metodologia que fosse capaz de ser utilizada para medir o grau de fragilidade e potencialidade do meio físico. Assim, durante um trabalho técnico de campo à Serra da Bodoquena no Estado de Mato Grosso do Sul surgiu a ideia de testar a teoria expressa na Ecodinâmica de Jean TRICART (1977) e na interpretação da mesma por MERICO (1987). Portanto este trabalho é um ensaio teórico sobre a análise da fragilidade ambiental que considera alguns aspectos do meio físico, como declividade, forma de relevo, litologia e uso do solo. O estudo foi embasado nas características físicas da Serra da Bodoquena. Para isso foram utilizadas bibliografias básicas sobre a paisagem da Serra da Bodoquena. Os elementos de análise foram elaborados a partir de mapeamentos dos aspectos físicos contando com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento. Para cada parâmetro físico utilizado, foi estabelecido um peso numérico, os parâmetros foram cruzados entre si gerando ao final um mapa síntese da fragilidade do meio. Constatou-se que 16,45% da área avaliada apresenta fragilidade ecológica alta a muito alta, com sérias restrições de uso, e que 83,55% apresentam fragilidades moderadas, porém necessitando de cuidados especiais na forma de uso e ocupação, principalmente devido à fragilidade litológica, onde predominam rochas com composições calcáreas.

**Palavras-Chave:** Bodoquena, fragilidade, declividade

### **ABSTRACT**

This paper was born of academic necessity to find an able methodology to be used for measure the degree of fragility and environmental potentiality, so, during a class field at Bodoquena Sierra in Mato Grosso do Sul, was born the idea to test the theory of Ecodinamica from TRICART (1977) and too the interpretation for the same theory made by MERICO (1987). This work results of a theoretical test about the analyzes of environmental fragility, and the contribution of physic factors of the environment as declivity, relief and its shape, lithology and management of soil. The study was based on the physic features of Bodoquena Sierra. Were used basic bibliographies to discuss and analyze the landscape of Bodoquena Sierra. The analyzes were made based in geoprocessing tools. Each parameter has received a numerical weight and all of them were crossed with each other to create a synthesis map of fragility and potentiality of area. 16.45% of area presents high to much high ecological fragility with serious restrictions for use of land. 83.55% presents moderated fragility. It needs especial care mainly because the lithology fragility that is composed by limestone rocks.

**Key-Words:** Bodoquena, fragility, declivity

## RESUMEN

Este artículo nasce de la necesidad de una metodología académica que sería capaz de ser utilizado para medir el grado de fragilidad y el potencial del entorno físico, por lo que, en un campo de trabajo técnico de la Sierra de la Bodoquena en Mato Grosso do Sul se levantó idea para poner a prueba la teoría expresada en ecodinámico Jean TRICART (1977) y la interpretación de la misma por MERICO (1987). Por lo que este trabajo es el resultado de una prueba teórica y el análisis de medio ambiente y considera los aspectos físicos del medio ambiente, como la pendiente, forma de relieve, aspectos litológicos y uso de la tierra. El estudio se basó en las características físicas de la Sierra de la Bodoquena. Para los que se utilizaron bibliografías básicas discutir y analizar el paisaje de la Sierra de la Bodoquena. Los elementos analíticos fueron extraído de la cartografía de los aspectos físicos que dependen de la ayuda de las herramientas de geoprocetamiento. Para cada parámetro físico utilizado se estableció un peso numérico, los parámetros se cruzaron entre sí, generando al final un mapa general de la fragilidad del medio ambiente. Se encontró que el 16,45% del área evaluada tiene una alta fragilidad ecológica demasiado alto, con serias restricciones de uso, y 83,55% tienen deficiencias moderadas, pero con necesidad de cuidados especiales en la forma de uso y ocupación, debido principalmente a debilidad litológica, dominada rocas calcáreas con las composiciones.

**Palabras clave: Bodoquena, fragilidad, declividad**

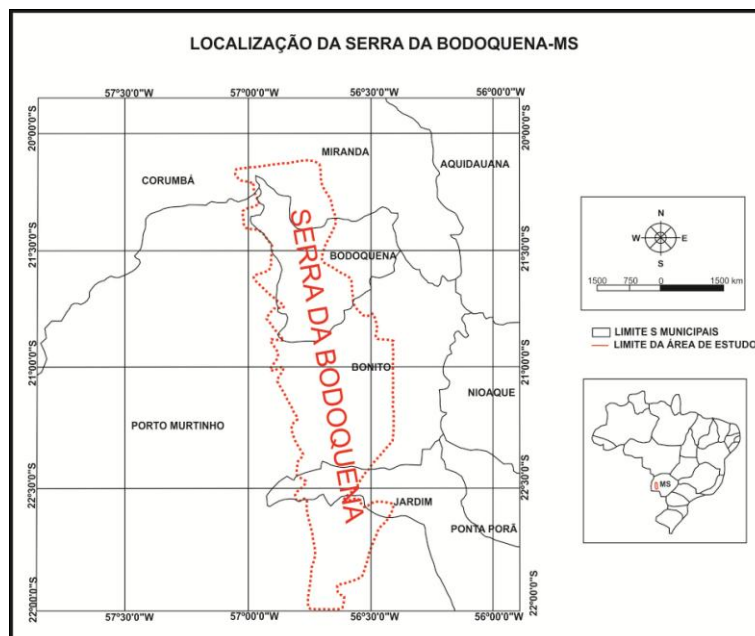
## INTRODUÇÃO

A área analisada neste trabalho é parte da Serra da Bodoquena e tem uma extensão norte-sul de aproximadamente 195 km e uma área de 7.576 km<sup>2</sup>. A Serra da Bodoquena apesar do nome “constitui planalto escarpado” conforme BOGGIANI et all (1999, p.2).

O planalto compreende os municípios sul mato-grossenses de Jardim, Porto Murtinho, Bonito e Bodoquena, e está situada na borda sudeste do Pantanal Mato-Grossense.

De acordo com BOGGIANI ET ALL (1999, p.4),

A Serra da Bodoquena “constitui planalto escarpado a oeste, no sentido da Planície do Pantanal, e suavemente inclinado a leste, onde transiciona para a planície de inundação do Rio Miranda. Apresenta-se alongado no sentido norte-sul, com cerca de 300 km de comprimento e largura variando de 20 a 50 km, sustentado por rochas calcárias do Grupo Corumbá (Neoproterozóico III).



**Figura 1.** Mapa de localização da Serra da Bodoquena.

A avaliação da Fragilidade/Estabilidade do meio deveria ser feita previamente ao uso e ocupação da terra pelo homem, todavia nem sempre isso é possível, por motivos diversos que não serão apresentados aqui. Portanto considerar a estabilidade do meio depende tanto dos fatores físicos que atuam sobre o mesmo, quanto dos fatores sócio-econômicos envolvidos.

Nesse artigo há uma proposta de análise da potencialidade/fragilidade do meio físico através das características morfodinâmicas da área de estudo. Para isso foram utilizados os conceitos de estabilidade do meio, proposta por TRICART (1977) e os novos conceitos propostos por MERICO (1987). Somou-se aos conceitos, a análise de alguns elementos da paisagem, como tipos de rochas, relevo, declividades e tipo de uso e ocupação das terras.

MERICO (1987, p.4) ao trabalhar com os meios morfodinâmicos propostos por TRICART (1977) assinala que os principais elementos do meio a serem cruzados para uma análise da estabilidade morfodinâmica são o substrato geológico, declividade, forma das vertentes e formações superficiais. Já ROSS (1994, p.66) destaca como principais elementos na análise da fragilidade do ecossistema, o substrato geológico, o clima (representado pela chuva nas áreas tropicais), o índice de dissecação do relevo, a declividade e o tipo de uso do solo. Entretanto no que se refere à análise do relevo é preciso levar em conta o tamanho da área a ser analisada, pois algumas feições podem não ser identificadas, dependendo da escala de trabalho adotada.

TRICART (1977, p. 35 a 51) destaca o equilíbrio natural do meio ou equilíbrio dinâmico em três categorias, o meio estável, o meio intergrade e o meio fortemente instável.

Fazendo uma reinterpretação da teoria de Tricart, MERICO (1987, p.5) substitui o meio intergrade, pelos meios, intermediário estável e intermediário instável e, somando-se estas à proposta original de Tricart, fica assim a classificação:

**Meio estável (ME)** – A mesma proposta por Tricart, onde o meio apresenta uma dinâmica lenta, a pedogênese sobressai à morfogênese e os processos mecânicos que atuam na paisagem são muito fracos.

**Meio Intermediário Estável (MIE)** – Proposto por Merico. Há um embate entre pedogênese e morfogênese, contudo a pedogênese prevalece sem, contudo, haver desenvolvimento significativo dos solos.

**Meio Intermediário Instável (MII)** – Proposto por Merico. Neste há uma interferência mais ativa da morfogênese “o solo sofre uma ablação superficial, ampliando-se pela base, não havendo condições de pleno desenvolvimento dos solos”.

**Meio Instável (MI)** – Proposto por Tricart. Há um predomínio da Morfogênese sobre a pedogênese (resistasia). Em caso de “atividade antrópica há uma rápida degradação dos solos”, e uma grande dificuldade na recuperação dos mesmos, os movimentos de massa são muito comuns nestes meios.

O estudo da paisagem e sua estabilidade/fragilidade morfodinâmica além de depender dos elementos físicos descritos por MERICO (1987) e ROSS (1994), depende também da escala cartográfica, ou seja, do tamanho da área geográfica a ser analisada, uma vez que o grau de detalhamento aumenta com a diminuição da área. Assim é que ROSS (1992) classifica a paisagem em seis diferentes táxons, sendo que na prática nem todos os táxons podem ser representados, pois em escalas de trabalho menores, a identificação de feições menores como a forma da vertente e processos erosivos, não podem ser identificados, ao passo que em áreas pouco extensas nem sempre é possível identificar a extensão da unidade morfoestrutural dominante.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Considerando como elementos físicos da paisagem a declividade, o relevo, o embasamento litológico e o tipo de uso da terra, foram realizadas correlações destas informações, atribuindo pesos específicos a cada elemento e às suas combinações. Este sistema foi reinterpretado a partir de ROSS (1994), enquanto a proposta de estabilidade/fragilidade foi embasada na Ecodinâmica de TRICART (1977).

Primeiramente foram gerados mapas de declividade, geologia e uso do solo, e a partir destes, foram estabelecidos os pesos de cada unidade. O tipo de relevo foi determinado a partir das classes de declividades, conforme as classes apresentadas em BELTRAME (1994) .

O estabelecimento dos pesos foi feito para cada tema avaliado, conforme representação do Quadro 1, sendo que quanto maior o número, maior a instabilidade do meio.

**Quadro 1.** Relação de temas e pesos correlatos.

<b>Classe de declividade (peso)</b>	<b>Relevo (peso)</b>	<b>Embasamento Geológico (Peso)</b>	<b>Cobertura do Solo</b>
0 – 6% (1)	Suave ondulado (1)	Granitos, Gnaisses e Migmatitos (1)	Floresta Estacional e Submontana (1)
6 -20%	Ondulado	Mármore calcíticos e	Floresta Estacional

(2)	(2)	dolomíticos. Arenitos, siltitos e folhelhos. (2)	Semi-decidual. (2)	Soma dos Pesos totais
20 - 30% (3)	Forte ondulado (3)	Paraconglomerados, folhelhos com intercalações calcíticas, arenitos arcoseanos (3)	Pastagem/cultura (3)	
> 30% (4)	Montanhoso a Escarpado (4)	Dolomitos e calcáreos (4)	Solo exposto (4)	
–	–	Tufas Calcáreas (5)	–	
<b>Peso Esp. 4,0</b>	<b>Peso Esp. 4,0</b>	<b>Peso Esp. 5,0</b>	<b>Peso Esp. 4,0</b>	<b>17,0</b>

A fragilidade de cada tema avaliado cresce conforme cresce o valor a ele atribuído. Os pesos específicos são as quantidades de classes identificadas para cada tema

A partir dos mapas e dos pesos de cada um, foi feita a correlação para geração de mapa de fragilidade do relevo, fragilidade geológica, fragilidade da cobertura vegetal e mapa síntese da fragilidade ambiental. Os mapas de fragilidade e o mapa síntese foram construídos através do cruzamento dos demais mapas. No processo de cruzamento dos mapas utilizou-se o software Spring 5.0 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Na legenda do mapa síntese não se utilizou o sistema de peso, mais o grau de fragilidade conforme o resultado obtido através do cruzamento.

O mapa de declividades foi elaborado com dados SRTM da EMBRAPA (2000).

O mapa geológico foi compilado do Mapa Geológico do Mato Grosso do Sul escala 1:1.000.000 produzido pela CPRM (2006).

O mapa de relevo foi desenvolvido a partir da relação declividade/relevo como apresentado em BELTRAME (1994), que correlaciona a declividade com o tipo de relevo.

O mapa de cobertura vegetal foi gerado com base no mapeamento realizado por OLIVEIRA ET ALL (2009) para avaliação de perda de vegetação nativa na Serra da Bodoquena.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Serra da Bodoquena e seu entorno, compreende cinco unidades morfoesculturais.

### **Planície do Pantanal: representa o ME – Meio Estável:**

É difícil estabelecer a evolução, pois os processos mecânicos evoluem lentamente. Cobertura vegetal preservada, pedogênese maior que morfogênese; Ausência de manifestações vulcânicas, evolução lenta das vertentes. Os solos e suas características devem ser vistos no contexto da paisagem, que no presente caso é representado por solos arenosos, originados por sedimentos resultantes de processos agradacionais, principalmente depositados pelos cursos de água nos períodos de enchentes.

O tempo é outro fator, pois há meios estáveis de longa data e outros que se tornaram estáveis recentemente. As oscilações climáticas principalmente após o último período de glaciação favoreceram a implantação de uma vegetação atual capaz de interferir também na atual formação superficial. TRICART (1977).

A morfoescultura que representa este meio no pantanal é constituída de alúvios, colúvios e eluvios, onde há uma diversidade de formas e de solos, conforme os processos de acumulação e retirada de sedimentos em função da atividade hidráulica dos rios. Neste ambiente há a necessidade de cuidados com o uso intensivo por pastagens e os riscos causados pelos processos de avulção.

### **Escarpa Erosiva: MI – Meio Instável:**

A morfogênese sobrepuja amplamente a pedogênese. É um caso de resistasia. Há uma rápida degradação dos solos em caso de atividade antrópica, e a reconstituição destes solos é difícil. É comum a ocorrência de movimentos de massa do tipo escorregamento. Neste compartimento o relevo é escarpado, com vales em “V” mais fechados e inclinações das vertentes acima de 20%.

### **Planalto da Bodoquena: Relevo de Topo Plano a suave ondulado. MIE – Meio Integrade:**

É um meio intermediário entre o Estável e o Instável, todavia não há uma ruptura brusca, mas uma dinâmica contínua. Há certo equilíbrio entre pedogênese e morfogênese. Os solos são frágeis do ponto de vista estrutural, mas são bem desenvolvidos.

Há o predomínio de inselbergs e solos calcáreos que necessitam de cuidados especiais no seu uso, pois favorecem o desenvolvimento de processos erosivos e dolinas.

### **Planalto da Bodoquena: Relevo de Topo Aguçado. MII – Meio intermediário instável:**

Predomina a morfogênese sobre a pedogênese. O relevo apresenta topos convexos com dissecação tendendo para forte, vertentes íngremes e vales mais encaixados. Este relevo predomina na parte mais a oeste do Planalto.

## Bacia do Paraná: Meio estável - ME

Esta unidade se destaca do complexo da Bodoquena através de uma ruptura suave de declive na direção W-E direção predominante das camadas litológicas que favorecem a superimposição da drenagem que tem suas nascentes no altiplano da Bodoquena, deslocando-se para leste através de canais cataclinais. Com exceção da área de transição (complexo da Bodoquena/Bacia do Paraná), em toda extensão desta unidade até chegar a Campo Grande, predomina relevo plano a suave ondulado e solos bem desenvolvidos.

### Declividade

As maiores declividades na área mapeada seguem o alinhamento N-S, que representam as feições de relevos escarpados e aguçados. Para isso foram desenvolvidas cinco classes de fragilidade conforme teoria de ROSS (1994). O quadro mostra as classes de fragilidade e sua distribuição na área de estudo.

**Quadro 2.** Fragilidade Ecodinâmica à erosão segundo a declividade

Fragilidade Potencial	Declividade (%)	Área	
		Km <sup>2</sup>	(%)
Muito Fraca	0 - 6	3.500,11	46,2
Fraca	6 - 12	2.121,28	28,00
Média	12 - 20	1.079,58	14,25
Forte	20 - 30	488,65	6,45
Muito Forte	> 30	386,40	5,10
<b>Total</b>		<b>7.576</b>	<b>100,00</b>

A área analisada apresenta 74,2% de seu território com fragilidade potencial de muito fraca a fraca, e aproximadamente 25 % com potencial que vai de mediano a muito forte. Mas, embora se esteja considerando apenas o aspecto da declividade, é preciso pensar que a região apresenta outras fragilidades, como a litologia e solos que apresentam constituições carbonáticas elevadas, que precisam ser bem avaliados por ocasião do uso e ocupação da área.

O relevo apresenta maior proporção nas classes de ondulado a forte-ondulado e isso exige uma maior atenção no uso das terras. O Quadro 3 mostra a distribuição dos tipos de relevo presentes na área conforme a variação da declividade.

**Quadro 3.** Relação Declividade/Tipo de Relevo no complexo da Bodoquena-MS.

Referência	Intervalo de declividade	Tipo de Relevo	Porcentagem na área
0 – 8%	0 – 6%	Suave ondulado	46,2%

8 – 20%	6 – 20%	Ondulado	42,25%
20 – 45%	20 – 30%	Forte Ondulado	11,55%
<b>Total</b>			<b>100%</b>

O relevo mais montanhoso se concentra predominantemente na região central e ao sul do complexo da Bodoquena, com declividades acima dos 20%. São áreas bastante frágeis ao uso intensivo por pastagens e lavouras por apresentar aspectos como inclinação das vertentes, fragilidade dos solos e constituição litológica com alta concentração de compostos carbonáticos.

Quanto à litologia, a parte central da Serra da Bodoquena apresenta as maiores fragilidades com a presença de rochas calcáreas extremamente susceptíveis à dissolução química e à degradação ambiental. Esta parte da área apresenta fragilidade geológica que vai de média a muito alta.

O uso do solo apresenta uma boa proporção de áreas cobertas por Florestas Estacionais Decíduas e Subdecíduas, porém há uma grande área de pressão antrópica, onde é possível observar áreas de uso agropastoril e presença de solos expostos, que sobre uma litologia mais frágil, pode desencadear sérios problemas ecológicos, exceto se houver um bom planejamento no uso e ocupação destas áreas.

As áreas mais elevadas (centro da área analisada) apresentam fragilidades que vão de alta a muito alta. O resumo a seguir avalia a área ocupada por cada classe de fragilidade e as correlaciona com os meios ecodinâmicos propostos por TRICART (1977) e MERICO (1987).

Área Mapeada – 7.576 Km<sup>2</sup> .**Classes de fragilidade: Fragilidade Muito Alta – 158 km<sup>2</sup> - 2,08%** . Compatível com o Meio Instável de TRICART (1977), onde a Morfogênese é maior que a pedogênese. Há o favorecimento de uma rápida degradação dos solos em caso de atividade antrópica, com difícil recuperação dos solos em caso de alteração e interferência antrópica. Apresenta suscetibilidade a movimentos de massa, já que o relevo é classificado como Montanhoso a Escarpado. Há ainda um agravante nesta faixa de fragilidade, que é a pressão antrópica. Este Meio não deve ser ocupado por nenhuma atividade humana, exceto por atividade turística controlada.

**Fragilidade Alta – 1.089 km<sup>2</sup> - 14,37%**. Compatível com o Meio Intergrade de TRICART (1977). Todavia poderíamos classificá-lo como Intermediário Instável de MERICO (1987, p.5), pois apresenta relevo forte ondulado, onde a morfogênese ainda é maior que a pedogênese, embora haja uma maior faixa de cobertura florestal nesta unidade. A pressão antrópica está presente, sobretudo no lado oeste. O uso pode ocorrer de maneira restrita e planejada.

**Fragilidade – Mediana – 6.329 km<sup>2</sup> - 83%**. Compatível com o Meio Intergrade de TRICART (1977), com características do Meio intermediário estável de MERICO (1987). O relevo varia de plano a suave ondulado, e por isso mesmo sofre com a pressão de uso por pastagens e lavouras que o afasta de um



meio estável. Neste caso a pedogênese é maior que a morfogênese, mas devido à fragilidade geológica pode ter problemas ambientais relacionados aos solos e contaminação do lençol freático.

O mapa abaixo é a síntese da fragilidade ambiental da área. Este mapa é o resultado da combinação dos demais temas analisados neste estudo.

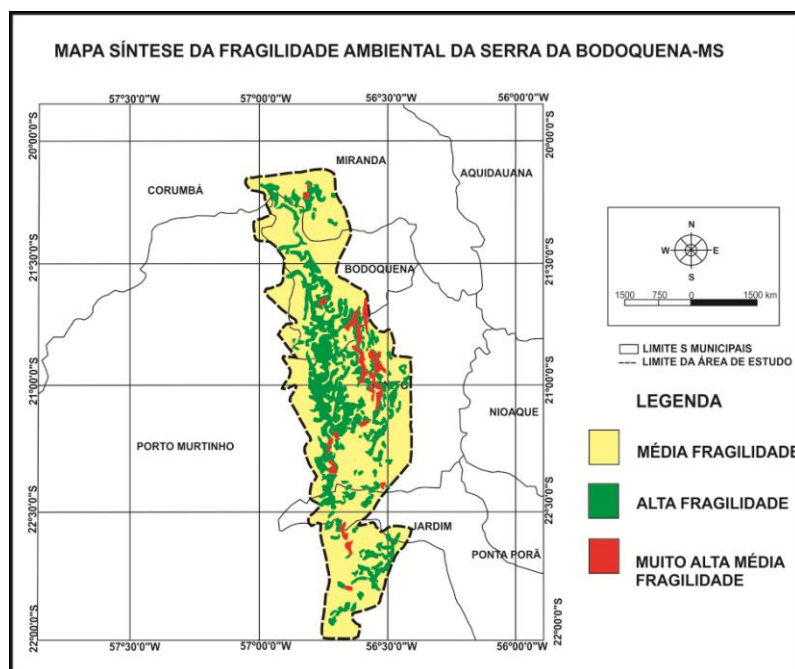


Figura 2. Mapa Síntese da Fragilidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método aqui apresentado, e os resultados obtidos, mostram que esta proposta funciona bem, porém o grau de precisão das análises aumentará conforme a escala geográfica adotada e o conhecimento do meio físico através de imagens e controle de campo, tanto do ponto de vista do uso e ocupação, quanto dos mecanismos intrínsecos a cada elemento analisado que permitirá avaliar o seu grau de fragilidade e potencialidade na definição dos pesos.

A análise apresentada foi realizada sobre uma área geográfica extensa, onde os detalhes não foram favorecidos, e por isso mesmo os resultados podem apresentar algumas discrepâncias, uma vez que a interpretação foi realizada prioritariamente a partir do material cartográfico produzido e de uma única visita ao campo, o que favoreceu apenas uma visão parcial do meio físico. Todavia, a análise fica como proposta metodológica para estudos que visem maiores detalhes do meio físico, caso alguém julgue pertinente o seu uso.

## REFERÊNCIAS

BELTRAME, A. V. – **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 111p.

MERICO, L. F. K. – **A estabilidade do meio morfodinâmico e sua aplicação no planejamento ambiental.** Atas do III Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, vol. 1. Curitiba: novembro de 1987. P. 1 – 9.

TRICART, J. – **Ecodinâmica.** – Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. 97p.

ROSS, J. L. S. – O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia, nº 6.** p. 16 a 30. São Paulo: USP 1992.

\_\_\_\_\_. – Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia, nº 8.** P. 63 – 74. São Paulo: USP, 1994..

OLIVEIRA, A. K. M. de., et all. – Avaliação da perda da vegetação arbórea nativa na Serra da Bodoquena, Mato grosso do Sul, por meio de sensoriamento remoto. **REV. RAEGA nº 17.** P. 43-52. Curitiba: UFPR, 2009. .

BOGGIANI, P. C. et all. **Tufas Calcáreas da Serra da Bodoquena.** Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio034/sitio034.htm>. consultado em 15/04/2014.