

## **Expansão de bordas de fragmentos florestais: subsídio para objetivos de restauração florestal da Mata Atlântica**

Waleska Ribeiro Caldas da Costa Viana <sup>1</sup>

Maria Eugênia Bruck de Moraes <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC  
Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente  
Campus Soane Nazaré de Andrade, Km 16, Rodovia Ilhéus-Itabuna  
CEP 45662-000. Ilhéus-Bahia  
[waleska.costaviana@gmail.com](mailto:waleska.costaviana@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC  
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais  
Campus Soane Nazaré de Andrade, Km 16, Rodovia Ilhéus-Itabuna  
CEP 45662-000. Ilhéus-Bahia  
[eugeniabruck@hotmail.com](mailto:eugeniabruck@hotmail.com)

**Abstract.** The Basin has shown great potential for environmental study and planning by having essential features such as: physical limit of easy mapping the human relationships in the house and with the environment environment. The paper aims to demonstrate the use of buffer method for simulation and stock analysis of forest restoration in the Atlantic Forest Biome in a watershed. Thus was accomplished the increase of the edges of forest fragments with distances ranging between 30 and 350 meters. This increase allowed the connection of numerous fragments in the Almada River Basin, Bahia, Brazil. The study area was divided into three management units, after that, were vectored fragments of native forest and submitted to the buffers. Given this, about 90% of the fragments were connected at the highest percentage of expansion of border (350m) in all Management Units. So it was concluded that the buffer method, and other utilities can work with the simulation of forest restoration activities, thus enabling decision making similar to the studied environment, enabling the proper disposal of human and financial resources for such actions.

**Palavras-chave:** remote sensing, geoprocessing, landscape ecology, GIS, forest fragmentation; sensoriamento remoto, geoprocessamento, ecologia da paisagem, SIG e fragmentação florestal.

### **1. Introdução**

Atualmente existem variadas ferramentas tecnológicas que auxiliam no planejamento e gerenciamento ambiental. Estas surgiram pela necessidade de abreviar o tempo dispensado aos estudos de campo, proporcionando um aumento significativo de resultados em curto prazo.

O Brasil é um exemplo da dificuldade logística que as grandes áreas territoriais imprimem a quem se dispõe pesquisar sobre os grandes biomas como a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica e o Cerrado. As grandes distâncias sempre foram fatores limitantes na obtenção de dados sobre os mesmos, dentro dos mais variados campos científicos.

O geoprocessamento tem se mostrado um grande aliado tanto ao estudo de grandes áreas espaciais quanto aos estudos locais, sendo um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações sobre um objeto específico. As suas aplicações são as mais variadas e os Sistemas de Informações Geográficas têm papel fundamental no armazenamento, manipulação e divulgação dos resultados dos mesmos (INPE, 2010). Nas últimas duas décadas essa área do conhecimento teve grande aceitação por parte dos órgãos públicos e pelas empresas privadas, sendo largamente divulgada. Uma das mais cotadas

aplicações do geoprocessamento é o mapeamento sistemático de inventário florestal (BOLFE, 2002).

De acordo com Campos et al. (2004), o sensoriamento remoto e o geoprocessamento têm papel fundamental no registro de informações sobre o uso da terra e, por conseguinte, das alterações da cobertura vegetal da paisagem de determinada região em um delimitado espaço de tempo.

Atualmente, a questão da substituição das florestas originais pelos mais diversos usos da terra tem chamado a atenção dos estudiosos da área para os efeitos provenientes da fragmentação de habitats. Este fenômeno pode ser definido como o “processo pelo qual uma área contínua de habitat é reduzida em tamanho, e dividida em dois ou mais fragmentos separados por um entorno ou ‘matriz’ de habitats diferentes do original” (D’EON et al., 2002).

O manejo adequado da paisagem minimiza os impactos dos processos de fragmentação e degradação e de acordo com Kageyama et al., (2003), uma das maneiras de realizar o manejo da paisagem é conhecida como restauração ecológica dos ecossistemas naturais e ou, mais comumente chamada de restauração florestal.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma técnica de geoprocessamento comumente utilizada em estudos sobre fragmentação, uma vez que auxilia na composição de estratégias de conservação florestal, conhecida como método “*buffer*” de Souza e Barreto (2000).

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo localiza-se na região sul do estado da Bahia entre as coordenadas 14°50'00''-14°40'00''S e 39°43'00''- 39°05'00''W. Abrange os municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Barro Preto, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca, cobrindo cerca de 1670km<sup>2</sup>. Destaca-se como um dos principais sistemas naturais da Região Cacaueira, onde se encontra área significativa do bioma Mata Atlântica, além de florestas secundárias, restingas e manguezais e o sistema agroflorestal cabruca (*Theobroma cacao*) que compõem a matriz da paisagem.

Apesar de sua relevância, a BHRA revela um histórico de ocupação desordenada, desmatamento da vegetação primitiva, assoreamento das margens e leito dos rios e contaminação de seus afluentes. Os principais conflitos ambientais observados na área da bacia associam-se a falta de saneamento básico, pesca predatória, além da ação criminosa de caçadores e da retirada de madeira nativa. Na zona costeira somam-se ainda à expansão urbana desordenada, a erosão costeira e a pressão das atividades turísticas, reconhecidas como alternativa econômica à crise da lavoura cacaueira na região.

Pensando em focar nas áreas onde se encontravam maior expressividade do Bioma Mata Atlântica a área de estudo foi seccionada em três unidades de gerenciamento que correspondem ao alto, médio e baixo curso do Rio Almada e seus respectivos afluentes, os quais formam três sistemas distintos.

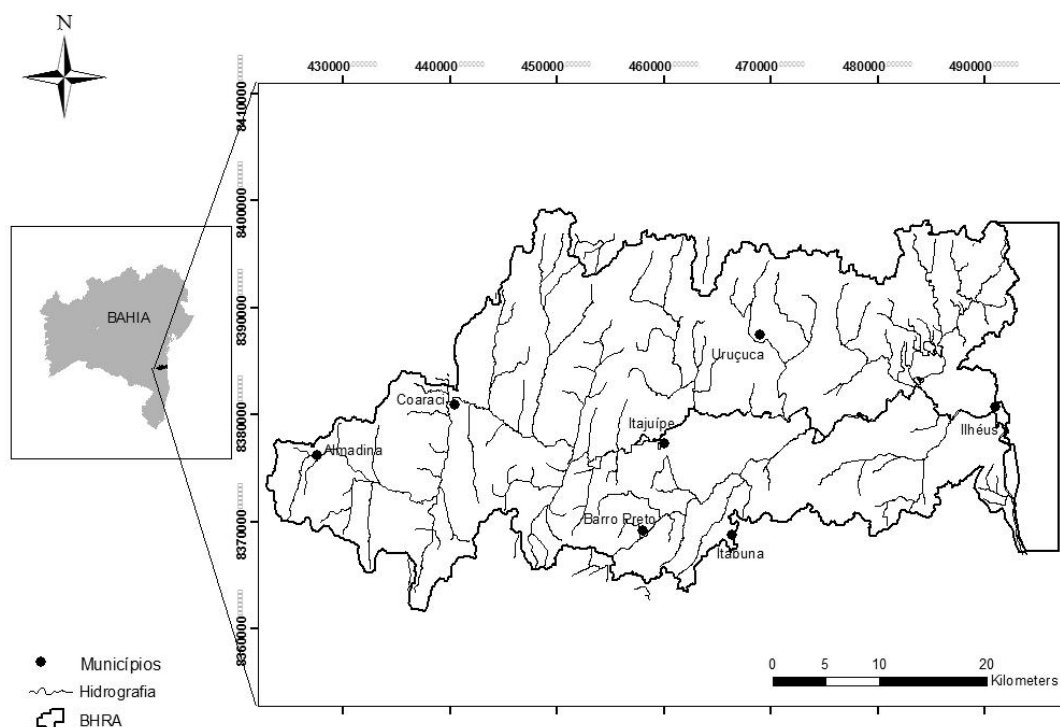


Figura 1 – Localização da Área de Estudo  
 Fonte: Elaborado a partir de dados da SEI-BA, 2003.

## 2.2 O Método “buffer”

O método “buffer” tem sido utilizado em diversos trabalhos onde pode-se calcular o aumento da área dos fragmentos existentes, o alargamento das faixas de vegetação ao longo dos corpos d’água, a proteção das cabeceiras das bacias, a redução das distâncias entre os fragmentos e também para estimar a área afetada pela exploração madeireira (AZEVEDO, 2009; PIRES et al., 2004; GRAÇA et al., 2005 e RANTA et al., 1998).

Essa técnica consiste no aumento em metros da borda dos fragmentos para que estes se aproximem. A Ecologia aponta que a fragmentação de habitats é a causa de extinção de inúmeras espécies animais devido à perda do fluxo gênico entre os indivíduos de fragmentos diferentes (GIBBS, 2001).

No presente trabalho foi feita a análise do grau de isolamento dos fragmentos, utilizando-se distâncias previamente determinadas, de acordo com o proposto por Ranta et al. (1998). Para tanto, foi utilizado o software Arc Map 9.3, dentro do qual foi realizado o mapeamento dos fragmentos de Mata Atlântica na área de estudo.

A carta de uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Almada, de escala 1:100.000, que serviu de base para o mapeamento, foi disponibilizada pelo Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). A mesma apresentava 9 classes, dentre estas, a classe de vegetação arbórea nativa. Assim, foram vetorizados os polígonos correspondentes às áreas cobertas por vegetação arbórea nativa (Fig.2).

O próximo passo foi a expansão das bordas em 30m, 50m, 100m, 150m, 200m, 250m, 300m e 350m utilizando a ferramenta *Buffer* [Arc Tool Box > Analysis Tools > Proximity > Buffer]. A lacuna *Input Features* foi preenchida com o *shapefile* dos fragmentos e

a lacuna *Distance* foi preenchida com os valores pré-estabelecidos citados acima, um a um. Tal procedimento gerou novas bordas para os fragmentos de Mata Atlântica na área de estudo, o que proporcionou aumento da área dos fragmentos e conseqüente aproximação entre os mesmos.

### 3. Resultados e Discussão

O tamanho dos fragmentos florestais foi levado em conta no momento da sua vetorização, uma vez que pequenos fragmentos (menores do que 3 hectares) são considerados inviáveis para a sobrevivência de inúmeras espécies da fauna (RANTA et al., 1998) e quanto menor a área do fragmento maior a susceptibilidade do fragmento à fatores externos devido à intensidade do efeito de borda, pois, os menores, têm a sua área completamente afetada em termos microambientais, comprometendo também a riqueza de espécies nas suas bordas (SCHIERHOLZ, 1991).

No entanto, é necessário bom senso na escolha de fragmentos a serem mapeados, pois como acontece na BHRA, pequenos fragmentos funcionam como zona “trampolim” entre fragmentos maiores (ESTRADA e COATES-ESTRADA, 2001). A teoria das metapopulações corrobora com a teoria quando destaca a importância da rede de fragmentos, além da presença de grandes fragmentos. Assim sendo, três fragmentos com menos de 3 hectares foram mapeados, visto que os mesmos estão próximos dos fragmentos maiores, portanto, tornando-se estratégicos por exercerem papel de “trampolim ecológico” entre os fragmentos vizinhos.

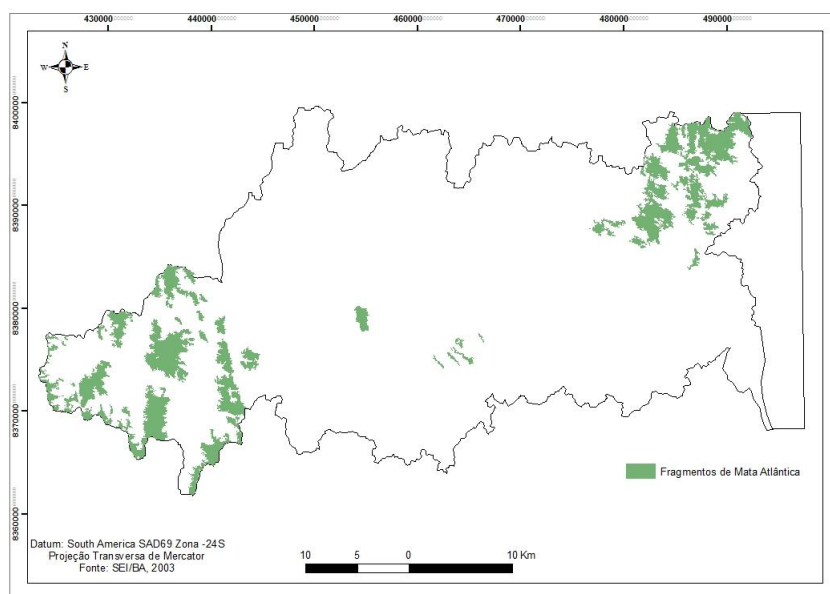


Figura 2: Mapa dos fragmentos florestais remanescentes de Mata Atlântica na BHRA.

O processo de fragmentação de habitats naturais é, em grande parte, resultado das ações humanas que quebram a continuidade da paisagem ocasionando mudanças tanto na estrutura e composição, quanto na diversidade das comunidades locais. Este processo acaba desencadeando outro grave fenômeno associado, o isolamento dos fragmentos, que reduz a quantidade de cruzamentos heterogênicos, diminuindo assim a variabilidade genética causando extinções locais, e conseqüentemente a perda da biodiversidade (METZGER, 1999).

Em busca da conectividade da paisagem foi calculado o grau de isolamento dos fragmentos florestais e a partir dele foi possível analisar a conectividade da paisagem com o aumento da “distância de borda expandida” ou “buffer”, dos fragmentos, de 30 a 350 metros.

A análise foi realizada separadamente para cada uma das três unidades de gerenciamento mapeadas, pois as mesmas apresentam diferenças climáticas e de uso e ocupação do solo significativas, além da distância geográfica que as separa.

É necessário salientar que as bordas, variando de 30 a 350 metros, são simulações de atividades de reflorestamento, de processo natural de recuperação da área florestada, ou de qualquer atividade desta natureza que amplie a área dos fragmentos florestais possibilitando assim a conexão entre eles. Portanto, difere da borda interna de 30 metros que foi estabelecida para caracterizar o efeito de borda sofrido pelos mesmos fragmentos

O grau de isolamento dos fragmentos florestais da BHRA apresenta um gradiente de conectividade entre os mesmos, conforme foram aumentadas as distâncias de borda expandida de 30 a 350 metros (Tabela 1). À distância de 30 metros foram conectados para as unidades de gerenciamento 1, 2 e 3 respectivamente, 5; 0 e 9 fragmentos, ou seja, 25% do total dos fragmentos. Na unidade de gerenciamento 1, dois fragmentos pequenos de 2ha e 16ha que estão na classe de alta vulnerabilidade ecológica relativa foram ligados a um fragmento de 200ha apontando a formação de um corredor ecológico nas próximas expansões de borda.

A unidade de gerenciamento 2, localizada na parte central da BHRA é a que mais sofre o impacto da matriz, pois é nessa área que se concentra a menor quantidade de fragmentos de Mata Atlântica mapeáveis. Os seis fragmentos que a compõem não sofreram alteração em sua conectividade com a expansão de borda de 30 metros. Somente com a expansão de suas bordas em 100 metros é que 3 remanescentes foram conectados. Este número permaneceu constante mesmo com o acréscimo de borda de 350 metros. O que leva a entender que apenas atividades de reflorestamento da borda não são suficientes para reintegrar a conexão desta porção da BHRA.

Na porção leste da BHRA, onde está localizada a unidade de gerenciamento 3, encontra-se um relevante grupo de fragmentos devido à relativa proximidade, por um deles ser considerado área fonte de indivíduos o que é resultado do seu tamanho de 1923 ha e sua baixa vulnerabilidade ecológica. Com a expansão de borda de 100 metros foi acrescentado apenas mais 1 fragmentos aos 9 já conectados com a borda de 30 metros. Este número permanecerá constante até a distância de borda de 250 e só sofreu alteração com o aumento de borda de 300 metros.

Tabela 1- Gradiente de conectividade dos fragmentos florestais por unidade de gerenciamento a partir da expansão das bordas.

Borda Expandida	Nº DE FRAGMENTOS CONECTADOS POR UNIDADE DE GERENCIAMENTO			TOTAL	(%)	TOTAL DE FRAGS NA BHRA	TOTAL(%)
	UG1 (n=37)	UG2 (n=6)	UG3 (n=12)				
30m	5	0	9	14	25.5	55	100
50m	9	0	9	18	32.7	55	100
100m	23	0	10	33	60.0	55	100
150m	28	3	10	41	74.5	55	100
200m	33	3	10	46	83.6	55	100
250m	34	3	10	47	85.5	55	100
300m	35	3	11	49	89.1	55	100
350m	36	3	11	50	90.9	55	100

Diferentemente das unidades de gerenciamento 2 e 3, a UG1 teve seu gradiente de conectividade modificado a cada aumento de distância de borda, o que demonstra que atividades de reflorestamento proporcionariam efeitos positivos no sentido de reintegrar a paisagem.

Ao realizar o último buffer de aumento de borda, 350m, aproximadamente 90% do total de remanescentes florestais mapeados na BHRA estavam conectados nas respectivas unidades, como mostram os figuras 3, 4 e 5, a seguir:



Figura 3 – Grau de conectividade dos fragmentos florestais na UG1.



Figura 4 – Grau de conectividade os fragmentos florestais na UG2.



Figura 5 – Grau de conectividade dos fragmentos florestais na UG3.

Após a utilização do método “buffer” pode-se perceber a relevância do mesmo para a simulação de atividades de restauração florestal, permitindo assim, tomadas de decisão equiparadas ao ambiente em estudo, viabilizando a correta destinação de recursos financeiros e humanos para tais ações.

#### 4. Agradecimentos

À Universidade Estadual de Santa Cruz pela infra-estrutura e ao DAAD pela bolsa de estudos.

#### 5. Referências Bibliográficas

BOLFE, É. L. **Levantamento e monitoramento dos recursos florestais dos tabuleiros costeiros do nordeste do Brasil.** Anais do I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2002.

CAMPOS, S. ARAÚJO JUNIOR, A. BARROS, Z. et al. Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu-SP. In: **Engenharia Agrícola Jaboticabal.** v.24, n.2, p.431-435, maio/ago. 2004.

D'EON, R.G. GLENN, S. M. PARFITT, I. FORTIN, M. J. **Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape.** Conservation Ecology. 6: 1-10.

ESTRADA, A. & COATES-ESTRADA, R. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, México. *J. Trop.Ecol.* v.17, p.672-646, 2001.

GIBBS, J.P. STANTON, E. J. Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites, and flies. **Ecological Applications**.

INTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, INPE. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (conceitos)**. Disponível em: [http://www.dsr.inpe.br/intro\\_sr.htm](http://www.dsr.inpe.br/intro_sr.htm). Acesso em: 17 de agosto de 2010.

KAGEYAMA, P. Y. et al. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y. et al (Ed.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**, Botucatu: FEPAF, 2003 p. 49 – 76.

PIRES, J.S.R.; PIRES, A.M.Z.C. & SANTOS, J.E. Avaliação da integridade ecológica em bacias hidrográficas. In: SANTOS, J.E. et al. **Faces da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos (SP): Rima. p.123-150. 2004

RANTA, P. ; BLOM, T.; NIEMEA,J.; JOENSUU, E. & SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**. V. 7, p. 385-403. 1998.

SOUZA, C. e BARRETO, P. An alternative approach for detecting and monitoring selectively logged forests in the Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v.21, p. 173-179, 2000.

SCHIEROLZ, T. Dinâmica biológica de fragmentos florestais. **Ciência Hoje**, v. 12, p. 22-29. 1991.