

## **Geoprocessamento para a Indicação de corredores ecológicos Interligando os fragmentos de florestais e áreas de proteção ambiental no Município de Palmas – TO.**

MARIUSZ ANTONI SZMUCHROWSKI<sup>1</sup>

IRACY COELHO DE MENEZES MARTINS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PIBIC/CNPq Universidade do Tocantins – Centro Universitário de Palmas - UNITINS

- Palmas – TO, Brasil

mariusz@bol.com.br

<sup>2</sup>Professor Universidade do Tocantins –Centro Universitário de Palmas – UNITINS

- Palmas – TO, Brasil

imartins@unitins.br

### **ABSTRACT**

This study was lead in Palmas – TO, capital of Tocantins – Brazil. It has aimed the development of a methodology through of a Information Geographic Systems to determine the conservation corridors linking. The distinct systems of fragment forest, the PP surface and conservation Units, considering the Ambiental Legislation and the Ambiental Legislation and the nowadays soil use. A mapping occupation and soil use was maden with Remote Sensing and SIG technology. Then, it was formed a fragments map. This map has shown 85 fragments with 50 surface higher. Afterwards, it was created a cost surface posibilitting values for each feature mapped whose purpose was to optimize the corridors creation. Finally, it was stablished two corridors at Palmas District.

**Keywords:** Conservation corridors, forest fragments, remote sensing, geographic information system.

### **Introdução**

Uma das principais finalidades para a implantação de uma nova capital, consistiu-se da necessidade de se administrar o mais novo Estado da Federação. Seu crescimento tanto populacional, quanto em termos de espaço geográfico, se destaca principalmente pelas oportunidades que são oferecidas aos imigrantes de outras regiões do país, e pelas condições de infra-estrutura oferecida para o assentamento desse contingente populacional.

Para satisfazer esta demanda populacional, é necessário a expansão gradual e em parte organizada conforme a questão urbanística, da área urbana sobre o bioma Cerrado e ocupação agropastoril nas áreas rurais, mas que gera fragmentos isolados dos ecossistemas existentes e a utilização crescente dos recursos naturais, tais como a captação de água dos diversos corpos hídricos da região, corte de material lenhoso para o sustento da indústria e comércio local. Além destes, a fragmentação dos ecossistemas naturais em habitat isolados, resulta em mudanças na estrutura da comunidade como a quebra na cadeia alimentar, perda de indivíduos reprodutivos de populações vegetais e animais, modificação e/ou eliminação de relações ecológicas com outras espécies como polinizadores, efeitos indiretos que são importantes sobre as espécies que restam nestes ambientes através de mudanças no microclima, entre outros efeitos de ordem física e biológica, conforme destaca RANKIN-DE-MERONA e ACERCY, (1987)., KRUESS e TSCHARNTKE, (1994).

O ambiente natural, é sem dúvida, o abrigo para diversas espécies nativas da região, e principalmente aquelas migratórias. Entretanto, estas áreas, em geral, situam-se numa posição muito delicada já que a expansão da fronteira agrícola e da pecuária correspondem a um fator de risco para a preservação das espécies.

Algumas propostas estão sendo discutidas visando favorecer o deslocamento de animais silvestres, aumentar a dispersão de sementes, aumentar a área de vida de algumas espécies, diminuir a sua taxa de extinção, entre outros benefícios. Podendo ser exemplificado o estabelecimento de corredores ecológicos, interligando o maior número possível de fragmentos, apesar do questionamento a respeito da eficácia dos corredores e os custos e riscos que estes podem causar.

Uma das argumentações defendida por SIMBERLOFF e COX, (1987) é a de que os corredores ecológicos sejam áreas de disseminação de agentes patogênicos, já que o contato dos animais silvestres com os animais domésticos e os ambientes antrópicos correspondem a uma via possível de contágio, o que dificultaria a fiscalização por parte das entidades sanitárias, em razão do aumento de bordas.

Por outro lado, a adoção da estratégia de estabelecimento dos corredores deve ser vista como uma alternativa de conservação, dentro de um conjunto de medidas definidas e planejadas para o gerenciamento dos recursos naturais, em que as influências externas aos fragmentos estejam contempladas. Uma vez que, a maioria dos impactos nos fragmentos originam-se das áreas vizinhas, como centros urbanos, rodovias, áreas agrícolas entre outras, deve-se evoluir da visão tradicional de manejo de áreas protegidas para uma outra que contemple o manejo integrado da paisagem, SAUNDERS *et al.* (1991).

Há a necessidade de se ressaltar que o manejo dos corredores ecológicos não consiste de uma medida suficiente para a conservação das espécies (fauna e flora), tendo necessidade de uma abordagem que alie corredores a uma rede regional de áreas protegidas (MARTINS *et al.*, 1998a).

Assim, como destaca o mesmo autor o planejamento de corredores ecológicos requer a análise e integração de vários fatores, cujo processo, aplicado a um conjunto de dados, pode ser

realizado por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), georeferenciando-se as informações a serem criadas.

### **Objetivo**

Desenvolver uma metodologia através de um Sistema de Informações Geográficas para a proposição de corredores ecológicos interligando os diferentes sistemas florestais fragmentados e as Unidades de Conservação do município, contemplando os critérios pertinentes à Legislação Ambiental e uso atual do solo no Município de Palmas, Tocantins.

### **Localização Geográfica**

A área de estudo compreende o Município de Palmas, incluindo as áreas rural e urbana. Dentre estes destacam-se os pontos próximos da APA (Área de Proteção Ambiental) do Lajeado, áreas próximas aos cursos hídricos e principalmente áreas periféricas da cidade de Palmas, que freqüentemente em seus limites pressupõe-se possuir um alto grau de degradação ambiental, decorrente da invasão da área ou deposição de entulhos entre outros detritos.

Os limites extremos do município de Palmas estão situados entre as coordenadas UTM (zona 22 e 23) **851099m** e **782700m** em X, e **8840105m** e **89322061m** em Y.

### **Materiais Utilizados**

- Carta de delimitação do Município de Palmas no Tocantins;
- Uma imagem digital do satélite ETM+/ Landsat-7, datada de 23/08/99, obtida na orbita 222 ponto 67, com as bandas 3, 4, 5 e 8.
- Carta Planialtimétrica do DSG, Folha SC. 22-Z-B-III, com equidistâncias das curvas de nível de 40 metros, Vila Canela (1979), Folha SC. 22-X-D-VI, com equidistâncias das curvas de nível de 50 metros, Miracema do Norte (1979), e a carta do IBGE, Folha SC. 23-Y-A-I, com equidistâncias das curvas de nível de 40 metros, Santa Tereza (1978), todas elas na escala de 1:100.000.
- GPS Geoxplorer II da Trimble, de precisão submétrica.
- CartaLinx e IDRISI W 2.0. Para a edição gráfica dos dados, foi utilizado o PhotoShop 5.0 e o Corel Draw 8.0.
- Microcomputador AMD, K6-II 450MHz, 64Mb de memória, um HD de 13,0Gb, e para transformação dos dados analógicos em formato digital, utilizou-se o scanner.

### **Métodos**

Na elaboração do mapa de classificação fitofisionômica e uso antrópico utilizou-se uma imagem digital ETM+/Landsat-7, com resolução espacial de 15 metros e composição colorida com as bandas 3, 4 e 8.

A correção geométrica e georeferenciamento da imagem se deu através da coleta de *PCT's* (Pontos de Controle no Terreno). Estes pontos foram coletados utilizando-se o GPS para a obtenção de coordenadas UTM verdadeiras, e apoio nas cartas planialtimétricas SC. 22-Z-B-III (Vila Canela), SC. 22-X-D-VI (Miracema do Norte) e SC. 23-Y-A-I (Santa Tereza), as quais

foram posteriormente utilizadas na substituição das coordenadas falsas da imagem bruta. Levou-se em consideração para a seleção dos PCT's, o recomendado pela literatura como cruzamentos de vias de acesso, confluência de rios, intersecção de coordenadas UTM, entre outras feições de fácil reconhecimento nas cartas e na imagem. Além disso, a sua distribuição segue os padrões recomendados, sendo selecionados pontos que cobriram toda a área do município. A partir disto foram digitados no módulo *EDIT*, criando-se um arquivo de correspondência.

Após estes procedimentos para que a correção geométrica e o georeferenciamento pudessem ser concluídos utilizou-se o módulo *Resample*. Para que se obtivesse o RMS (*Root Mean Square Error*) aceitável optou-se pela eliminação ou correção dos pontos que apresentaram valores superiores ao recomendado por CROSTA (1992) que deve ser inferior a 1 pixel, pois quanto menor for a variação, melhor será a correção geométrica.

### **Mapa de Classificação de uso e ocupação do solo**

O mapa de sistemas fitofisionômicos e uso antrópico foi obtido a partir da classificação digital da imagem de satélite ETM+/Landsat-7, em que foram consideradas as seguintes classes: Floresta (*Floresta de encosta, floresta de galeria e floresta ciliar*); Cerrado (*campo sujo, campo limpo, cerradão e cerrado sentido restrito*); Pastagem e área agrícola; solo exposto e rede de drenagem (rios, córregos, lagos, lagoas e reservatórios). Este procedimento deu-se por Classificação Digital, pelo Método Supervisionado e Algoritmo da Máxima Verossimilhança. As amostras de treinamento e amostras testes foram coletadas utilizando-se a imagem de satélite e amostras coletadas em campo através do GPS.

### **Mapa de áreas de preservação permanente em relação à declividade**

Para o mapeamento das áreas de preservação permanente em relação à declividade conforme Código Florestal “Lei n.º 7.511, de 7 de julho de 1986, art. 8º, e alínea e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive;”, foram digitalizadas via tela de computador com auxílio do “mouse”, usando-se o software CartaLinx as curvas de nível obtidas nas cartas planialtímetricas.

Após a digitalização destas no formato vetorial, exportou-se o arquivo para o IDRISI W 2.0, o qual foi rasterizado (*INITIAL / LINERAS*) para que o mesmo pudesse gerar o MDE (Modelo Digital de Elevação). O MDE foi gerado a partir do módulo *INTERCON*, obtendo-se a imagem a qual foi submetida ao módulo *SURFACE* para a obtenção das classes de declividade. Após a obtenção do mapa com as classes de declividade foi feita uma reclassificação conforme critérios previamente estabelecidos.

### **Mapa de preservação permanente em relação aos recursos hídricos**

O mapa com a rede de drenagem foi obtido a partir da digitalização no formato vetorial (*CartaLinx*), via tela do computador dos cursos d'água lineares (Rios e córregos), polígonos (Lagos, lagoas e reservatórios) e pontos (nascentes) através da imagem de satélite com apoio das cartas planialtímetricas. Após a exportação destes arquivos para o software IDRISI W 2.0, os mesmos foram rasterizados (*LINERAS, POLIRAS e POINTRAS*), os quais foram submetidos

ao módulo “*BUFFER*” para a criação das zonas de tamponamento, considerando-se a Legislação, Leis n.º 7.511 e n.º 73.803, de 7 de julho de 1986 e 20 de julho de 1989.

Com a finalidade de obter o mapa de áreas de preservação permanente conforme a Legislação pertinente, os mapas gerados em relação aos cursos d’água foram sobrepostos através do “*OVERLAY-COVER*”.

### **Mapa de fragmentos e corredores ecológicos**

A partir do mapa de uso do solo, determinou-se o número de fragmentos os quais pretende-se interligar através dos corredores ecológicos (os fragmentos florestais, as áreas de preservação permanente e a APA – Serra do Lajeado).

Para a determinação dos corredores ecológicos, considerou-se os seguintes fatores: declividade, altitude, rede de drenagem, unidades de conservação e categorias de uso, baseado na metodologia de WEBER (2000).

O mapa de Fragmentos florestais (fragmentos de florestas fora das áreas de preservação permanente) foi obtido a partir do cruzamento (*CROSTAB*) das informações entre o mapa com os fragmentos florestais com o mapa de Florestas inclusive aquelas localizadas em áreas de preservação permanente conforme o Código Florestal referente aos cursos d’água e declividade. Após este procedimento, reclassificou-se o mapa com os fragmentos obtendo-se um mapa com os fragmentos maiores que 50 ha, os quais foram interligados considerando-se os pesos atribuídos a cada forma de uso e a APA – Serra do Lajeado.

Para cada classe determinou-se um peso de adequabilidade, sendo os pesos mais elevados aqueles por onde os corredores não deveriam passar conforme as diferentes formas de uso, dando origem ao mapa de fricção, o qual foi obtido através da soma de todos os pesos atribuídos para cada elemento considerado. A este procedimento objetivou-se gerar uma superfície de custo em que as classes com maiores pesos teriam maiores custos para o caso de conservá-los ou recuperá-los. A partir destes procedimentos, fez-se a interligação entre os fragmentos com corredores de 90 metros de largura conforme recomendado por MARTINS *et. al.*, (1998a).

Para traçar os caminhos ótimos, os quais representam menores custos entre dois pontos, saída e chegada, utilizou-se o módulo ‘*PATHWAY*’. Desta forma, traçou-se os corredores interligando dois fragmentos sendo um destes o ponto de partida e o outro o alvo de chegada, a decisão de considerar apenas os fragmentos maiores que 50ha deve-se principalmente ao fato do grande número de fragmentos.

### **Resultados e Discussões**

Ao analisar o mapa com os corredores otimizados, obteve-se os corredores com 90 metros de largura, que ocupam uma área de 1.909,1 ha, ou seja 0,77% da área do município. Estes interligam fragmentos situados na área de estudo, e que passaram por feições cujos pesos foram inferiores.

Para o município de Palmas, com 18.776 fragmentos (incluindo os menores), é inviável a sua interligação com número tão elevado de fragmentos pelo módulo “*PATHWAY*”, uma vez

que ela deve ser feita de uma saída para um “alvo” de chegada, por isto optou-se pelos maiores que 50ha e que se localizassem em locais opostos, sendo a chegada em fragmentos localizados dentro ou próximo a “APA – Serra do Lajeado” e APP. Um aspecto a ser considerado é a paisagem a qual submeteu-se a proposição dos corredores, em que devido a complexidade fitofisionômica e vários padrões de uso a otimização foi dificultada, principalmente pela grande variabilidade de atributos dos pixels.

Foram traçados 2 corredores (**Fig. 1**) e que ao atribuir valores de custo para as diferentes feições consideradas, verificou-se que os corredores não interligaram áreas de maiores custos, como por exemplo a área urbana, sendo que esta foi circundada pelo traçado, em alguns lugares os corredores se cruzaram devido aos baixos custos atribuídos a estas feições. Em relação ao mapa de Rede de Drenagem (com as áreas de tamponamento), obteve-se os corredores próximos a eles, inclusive sobre as áreas em relação à declividade. Portanto, planos de recuperação de áreas degradadas em florestas sobre rios e acima de 45°, poderão ser uma das formas de maximizar a conectividade entre fragmentos.

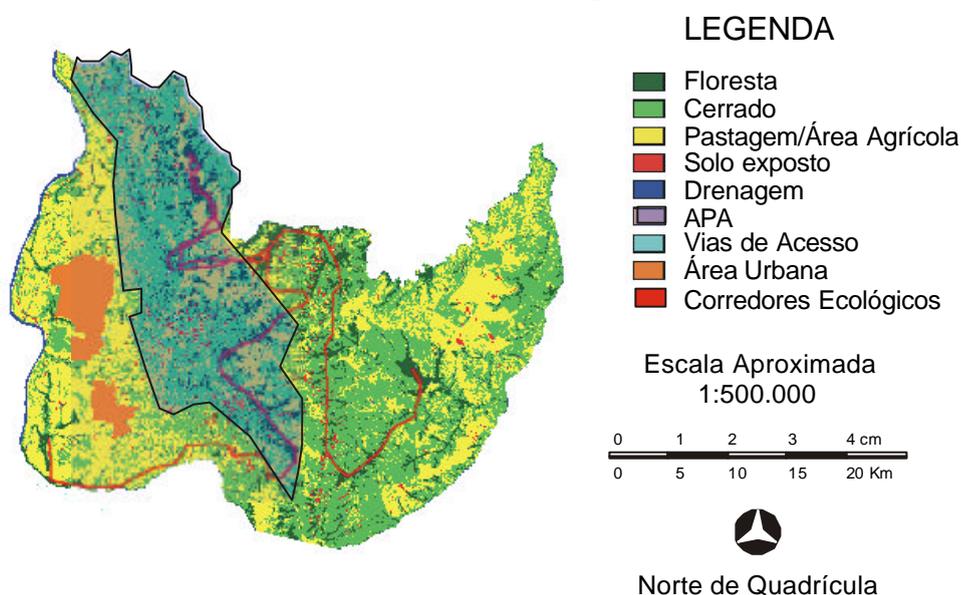


Figura 1 – Corredores Ecológicos inseridos na área de Classificação Fitofisionômica e uso antrópico no município de Palmas – TO, (1999).

### Conclusão

- A aplicação do Sistema de Informação Geográfica (SIG) mostrou-se uma ferramenta eficiente para traçar corredores ecológicos interligando os fragmentos florestais no município de Palmas- TO;
- O tamanho da área definida para o estudo requer tecnologias mais avançadas principalmente em se tratando de Hardware;
- O mapeamento fitofisionômico deveria ser realizado com estudos de campo detalhados, e não apenas através da revisão bibliográfica;

- A dificuldade em função dos diferentes sistemas de referências das cartas planialtimétricas utilizadas para a geração do modelo digital de elevação, forçou a generalização das informações, necessitando de um tempo maior para a interpolação dos dados, o que favoreceu um menor grau de precisão e aumento no tempo dos processamento dos dados;
- A escolha criteriosa e coerente do custos para cada feição considerada é fundamental para que os corredores possam ser otimizados;
- O mapeamento das áreas de preservação permanente, os quais encontram-se em uso antrópico, devem ser detalhadamente estudados para que possam subsidiar a elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas;
- A APA Serra do lajeado considerada neste estudo como um corredor ecológico natural deve ser monitorada para que sua função de proteger a biodiversidade possa de fato servir a este propósito;
- Foram definidos 3 fragmentos para a proposição dos corredores através do SIG, sendo 1 o ponto de partida e, os demais os alvos de chegada;
- A otimização dos corredores levou em consideração os pesos de menores custos, sendo estes na grande maioria, áreas próximas de florestas;

## Referências

- KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. **Habitat fragmentation, species loss, and biological control.** *Science*, v. 264, p. 1581-1584, 1994.
- MARTINS, A.K.E.; NETO, A.S.; MARTINS, I.C.M.; BRITES, R.S.; SOARES, V.P. Uso de um Sistema de Informações Geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG. *Revista Árvore*, Viçosa, v.22, n.3, p.373 - 380, 1998a.
- RANKIN'N-DE-MERONA, J. M.; ALIKELY, D. D. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e as implicações para a conservação "in situ" das mesmas na floresta tropical, Amazônia Central. *Revista IPEF*, v. 35, p. 47-59, 1987.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, G. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, v. 5, n. 1, p. 18-35, 1991.
- SIMBERLOFF, D., COX, J. **Consequence and costs of conservation corridors.** *Conservation Biology*. 1(1): 63-71. 1987.
- WEBER, E.; HASENACK, H.; NODARI, F. A.; REICHMANN, N. C. Análise de alternativas de traçados de uma estrada utilizando rotinas de apoio a decisão em SIG. UFRGs – Centro de Ecologia. Porto Alegre – RS. 2000.