

Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS)

Gustavo Manzon Nunes¹
Carlos Roberto de Souza Filho¹
Luiz Eduardo Vicente¹
Pedro Roberto de Azambuja Madruga²
Luciano Farinha Watzlawick³

¹ Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP / IGE
Caixa Postal 6152 - 13081-970 - Campinas - SP, Brasil
(gustavon, beto, vicente) @ige.unicamp.br

² Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
97105-900 - Santa Maria – RS, Brasil
madruga50@hotmail.com

³ Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO
Irati – PR, Brasil
farinha@irati.unicentro.br

Abstract. The application of techniques of Remote Sensing, Geoprocessing and the use of a Geographic Information System, allied the increasing innovation in the technology of acquisition of data remote sensing, in allows them to space manage a gamma of relative information to the environment. The existence of degradation activities, they promote the alteration of the original landscape, creating one other dominated by some remainders of the native vegetation. From methodology carried through in Geographic Information System, it was indicated better route for possible ecological corridors establishing connection the fragments of this region. The area of the remaining forest fragments of Sub-Basin with area of 30861,12 hectares, totalizing 26,94 % of all the area in study. Already the area for implantation of the ecological corridors with area 1832,2 hectares, being 1,6 % of the total area. It was ended that one of the handling alternatives at the level of the landscape is the implant of runners among isolated fragments.

Palavras-chave: forest fragments, geotechnologies, remote sensing, fragmentos florestais, geotecnologias, sensoriamento remoto.

1. Introdução

A expansão de áreas agrícolas e áreas urbanas, a implementação de projetos industriais, entre outras atividades antrópicas, promovem a alteração da paisagem original, criando uma outra, dominada por vários remanescentes da vegetação nativa.

Estes remanescentes, denominados também de fragmentos florestais, são fundamentais para manutenção da biodiversidade existente no local.

Neste sentido, a importância de se conhecer os parâmetros para prescrever ações de manejo, visando a conservação, a manutenção ou a ampliação da biodiversidade dos fragmentos florestais, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar um zoneamento da fragmentação florestal através de técnicas de Sensoriamento Remoto e propor a melhor rota para possíveis corredores ecológicos interligando os fragmentos desta região.

A área de estudo considerada é a Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim que faz parte da Bacia Hidrográfica do Guaíba, a maior bacia hidrográfica do estado do Rio Grande do Sul.

Ela está situada entre as coordenadas geográficas 29 ° 27' 19" e 29 ° 57' 10" de latitude sul e 53 ° 06' 00" e 53 ° 50' 11" de longitude oeste.

A Sub-Bacia do Rio Vacacaí-Mirim drena uma área total de 114571,19 hectares, sendo ocupadas com distintos usos da terra, os quais destacam-se as florestas nativas.

2. Revisão de Literatura

A natureza espacial dos SIG's os torna favoráveis para trabalhar com fenômenos dependentes do espaço (Naesset, 1997), característica favorável se considerarmos que as unidades de paisagem não se encontram isoladas, e sofrem influências físicas e biológicas de fatores controlados pelo tipo, forma, tamanho, e posição dos fragmentos adjacentes (Kramer, 1997). Estes sistemas podem ser considerados uma tecnologia crucial para ligar restrições nas práticas de manejo atribuídas à preservação da biodiversidade, a caminho do manejo florestal sustentável.

A fragmentação florestal e a substituição de áreas de floresta nativa por outras formas de uso da terra, deixando isoladas suas partes, são conseqüências negativas para o conjunto de seus organismos. A fragmentação reduz a área coberta por florestas, podendo resultar em extinção de algumas espécies (Murcia, 1995).

O fragmento florestal é definido como qualquer área de vegetação natural contínua, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, culturas agrícolas) ou naturais (lagos, outras formações vegetais), capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e, ou sementes (Viana, 1990).

Dentre os fatores que ocasionam a perda da diversidade mundial de espécies, a perda de habitat, é apontada como uma das maiores ameaças (Pearson, 1996), sendo geralmente induzida por ações antrópicas, como a conversão em cultivos agrícolas e florestais ou pastagens, extração de recursos minerais e bióticos, desenvolvimento industrial e urbano, ocupação humana, fragmentação, desflorestamento, perda e erosão do solo (IUCN, 2000). O problema é particularmente crítico para espécies endêmicas a áreas restritas e que são difíceis de identificar antes que as atividades humanas as ponham em perigo irreversível. Por não existirem populações em outros locais, estas espécies não poderão ser recuperadas, uma vez perdidas (Lugo e Brown, 1996). Desta forma, torna-se evidente a necessidade de planejamento de estratégias para a manutenção de remanescentes e paisagens fragmentadas para a conservação e restauração da biodiversidade (Kramer, 1997).

Corredores ecológicos são caracterizados por uma faixa de um tipo particular de cobertura do solo que difere-se das áreas adjacentes em ambos os lados. Estes elementos de configuração específica exercem cinco funções principais em paisagens: 1) hábitat para certas espécies; 2) via para a movimentação de animais e plantas; 3) filtro ou barreira inibindo o cruzamento entre unidades adjacentes; 4) fonte de efeitos ambientais e bióticos; 5) reservatório de objetos provenientes da matriz ou unidades adjacentes (Forman & Godron, 1986; Forman, 1995).

Alguns benefícios da presença de corredores em paisagens são apontados por Forman (1995), como a proteção à biodiversidade, rotas de dispersão para a recolonização de áreas degradadas, melhoria da qualidade e controle de recursos hídricos, enriquecimento da produção agroflorestal fornecendo produtos madeiráveis, controle da erosão do solo, prevenção da desertificação, recreação, enriquecimento da coesão cultural e da comunidade, rotas de dispersão em face de mudanças climáticas e geológicas.

Além das populações residentes nos corredores, permitindo a dispersão de animais entre os fragmentos e o fluxo gênico, os corredores podem facilitar a continuidade entre populações anteriormente isoladas. Fragmentos florestais isolados não são capazes de manter populações viáveis de pequenos mamíferos (Bennett, 1990).

3. Elaboração do Mapa de Atrito

Foram considerados para elaboração deste mapa os Mapas de Uso da Terra, Declividade e Altimetria.

Para cada mapa analisado, definiram-se os pesos de atrito (Tabelas 1, 2 e 3), sendo os de maiores pesos aqueles por onde não deveriam passar os corredores ecológicos, como no caso das áreas urbanas e estradas.

Assim foram obtidos outros planos de informação que foram cruzados entre si com o uso do SIG. Após foi realizada a reclassificação de acordo com o grau de adequabilidade para a implantação dos corredores.

Desta forma, gerou-se um Mapa de Atrito, em que as regiões com maiores peso teriam menor adequabilidade para a implantação dos corredores.

Tabela 1: Pesos em relação ao uso da terra.

CLASSES DE USO	PESOS
Solo Exposto	2000
Lâmina D'água	1
Campo/Pastagem	200
Agricultura	2000
Floresta Nativa	1
Banhado	1
Área Urbana	2000
Floresta Implantada	1

Tabela 2: Pesos para classes de declividade.

DECLIVIDADE	PESOS
0 – 5 %	7
5 – 12 %	7
12 – 30 %	2
30 – 47 %	2
> 47 %	1

Tabela 3: Pesos para classes de altitude.

ALTITUDE	PESOS
0 - 80 metros	1
80 – 160 metros	1
160 - 240 metros	1
240 - 320 metros	2
320 - 400 metros	2
400 - 500 metros	7

Para o nível do grau de atrito foram estipuladas as três classes a seguir:

- Grau de Atrito Baixo: correspondeu a área de 40252,59 hectares perfazendo o total de 35,13 %. Esta classe demonstra os locais onde não existem grandes problemas para a implantação de corredores ecológicos, ou seja, os usos da terra nela existentes não sofrerão maiores impactos em seu manejo.

- Grau de Atrito Médio: correspondeu a área de 451373,05 hectares perfazendo o total de 44,84 %. Esta classe possui a maior porcentagem dentre as três. Nela se encontram os locais onde para a implantação de corredores deverá existir um manejo adequado e situam-se em locais com média declividade, em área de campo/pastagem.

- Grau de Atrito Alto: representa a área de 22945,55 hectares e compreende 20,03% da área total. No caso da implantação de corredores ecológicos, estes locais terão que sofrer um alto grau de manejo por se tratar de locais com grande altitude e onde geralmente encontra-se áreas urbanas, agricultura ou estradas. Também será necessário um grande investimento.

Os dados representativos podem ser visualizados na Tabela 4 e Figura 1.

Tabela 4: Quantificação do Grau de Atrito na Sub-Bacia

GRAU DE ATRITO	ÁREA	%
Baixo	40252,59	35,13
Médio	51373,05	44,84
Alto	22945,55	20,03
TOTAL	114571,19	100

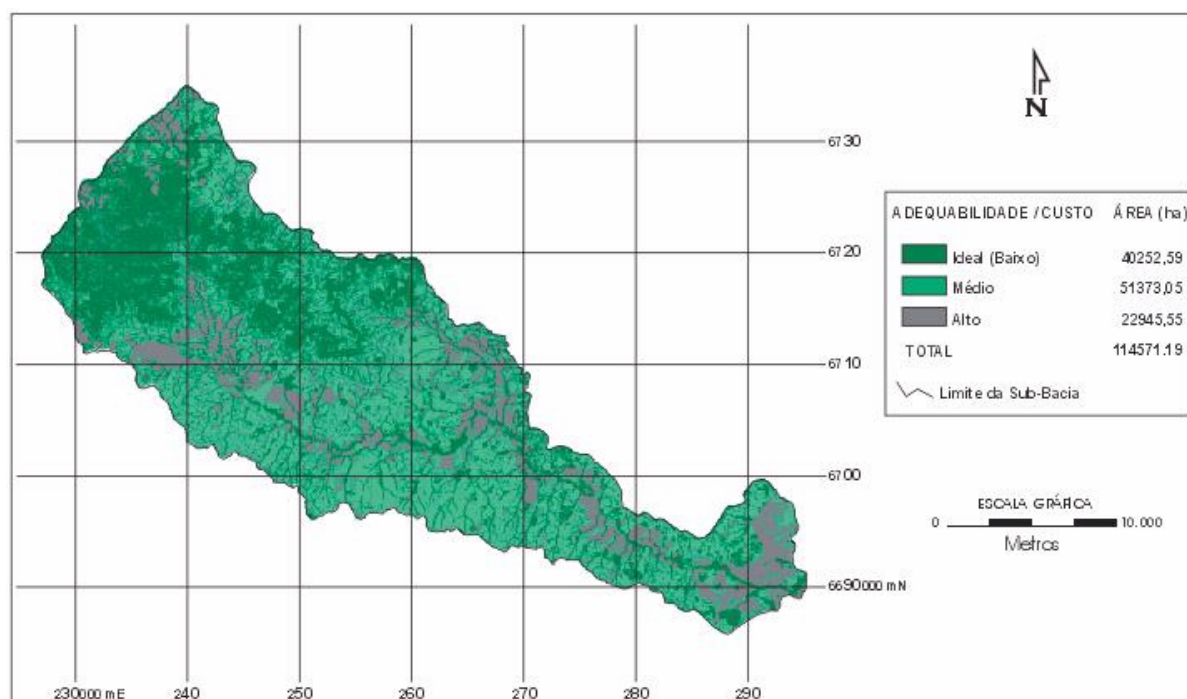


Figura 1: Mapa de Atrito da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim

4. Elaboração do Mapa de Corredores Ecológicos

Tendo como base o Mapa de Atrito e o Mapa de Fragmentos Florestais pode-se elaborar o Mapa de Corredores Ecológicos. Verificou-se que os fragmentos acima de 30 ha (37 fragmentos) atingiam mais de 2/3 da área total desta classe. Diante disto, decidiu-se que os corredores seriam feitos de modo que ficassem interligados entre si, pois esta opção era operacionalmente mais viável. Para a determinação dos corredores, foram utilizados os seguintes fatores: fragmentos florestais, declividade, altitude, rede de drenagem, estradas e classes de uso da terra.

Em seguida, fez-se a interligação entre os fragmentos, com corredores de 90 m de largura. Os três maiores fragmentos juntamente com outros quatro (acima de 30 ha), que estavam em posições opostas, foram escolhidos para definir 4 corredores.

Foi utilizado o módulo “Pathway” do SIG Idrisi 32 que é usado para traçar caminhos ótimos, os quais representam o melhor rota, custo ou esforço entre dois pontos. Desta forma, os corredores foram traçados sempre interligando dois fragmentos (um sendo o ponto de partida do corredor e outro, o alvo).

Ao analisar a Tabela 5 e a Figura 2, verifica-se que os corredores ocupam uma área de 1832,20 hectares, interligando 4 fragmentos encontrados nos extremos da área de estudo (oeste e leste) passando por outros fragmentos.

Para a área da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, que possui um total de 11471 fragmentos, é inviável a interligação de todos os fragmentos pelo módulo “Pathway”, sendo que ela deve ser feita de uma saída para um alvo. Trabalhou-se então com os 37 fragmentos maiores que 30 hectares, optando-se pela escolha dos maiores e mais representativos fragmentos remanescentes. A mata nativa bastante fragmentada dificultou a escolha para orientar o estabelecimento dos corredores.

Analisando a Figura 2 verifica-se a eficiência da metodologia, pois os fragmentos próximos aos centros urbanos ficaram fora do traçado dos corredores, uma vez que o grau de atrito definido para essa área se constituiu no mais elevado por não existir floresta nativa e ainda por se tratar de área urbana.

Ao atribuir custo para as feições verifica-se que os corredores cruzam estradas, cujos pesos são elevados. Isso se justifica pelo fato da área de estudo possuir uma malha viária densa. Observa-se também que muitos corredores se encontram em contato com as matas ciliares, sendo a sua recuperação uma das maneiras de maximizar a sua conectividade.

Tabela 5: Quantificação dos Usos da Terra e Corredores Ecológicos

CLASSES	ÁREA	%
Solo Exposto	19244,45	16,80
Lâmina D'água	2396,88	2,09
Campo/Pastagem	56396,19	49,22
Agricultura	1497,74	1,31
Floresta Nativa	30861,12	26,94
Banhado	988,33	0,86
Área Urbana	1365,62	1,19
Floresta Implantada	27,36	0,02
Corredores Ecológicos	1832,2	1,60
TOTAL	114571,19	100

Verificou-se que a área total de Corredores Ecológicos ocupou 1832,2 hectares perfazendo 1,60 % da área total, sendo que para sua implantação seria necessárias ações de recuperação do meio ambiente nos usos de Solo Exposto, Campo/Pastagem.

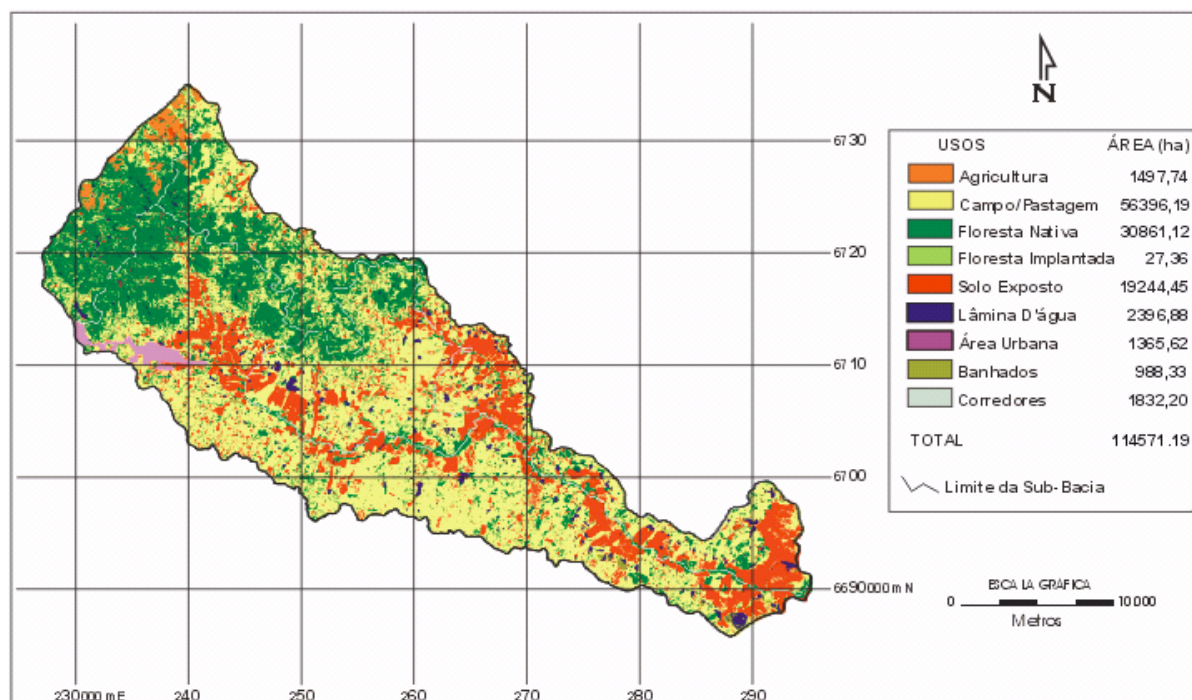


Figura 2: Mapa de Corredores Ecológicos da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim

5. Conclusão

A metodologia utilizada para o traçado de corredores ecológicos mostrou ser eficiente, devendo ser escolhidos os maiores fragmentos, e mais distantes entre si, atribuindo menores graus de atrito às áreas remanescentes para traçar os corredores.

A possibilidade de se utilizar um Sistema de Informações Geográficas para diagnosticar na paisagem, os fragmentos florestais e também as outras classes de usos da terra encontradas na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, pode representar uma evolução para o planejamento espacial de Bacias Hidrográficas.

A necessidade de manejo dos fragmentos florestais é evidente, pois a maior parte dos fragmentos florestais remanescentes são submetidos a fragmentação, o que tende a comprometer a sustentabilidade das populações de plantas e animais.

O manejo de fragmentos florestais pode ser feito ao nível da paisagem. A primeira alternativa é o plantio de quebra-ventos nas margens dos referidos fragmentos com o objetivo de diminuir o tombamento de árvores e modificar o microclima na borda. De uma maneira geral, os quebra-ventos são recomendados como proteção à maior parte dos fragmentos não circundados por reflorestamento.

Outra alternativa de manejo ao nível da paisagem é a implantação de corredores entre fragmentos isolados, objetivando aumentar o tamanho efetivo dos fragmentos através do acréscimo do fluxo de animais, pólen e sementes entre os fragmentos. Esta alternativa é mais recomendada para fragmentos pequenos e isolados por grande distância e/ou com vizinhança pouco permeáveis ao movimento de animais.

Para se elaborar uma metodologia de manejo e conservação de reservas é necessário um estudo estrutural completo assim como o tamanho dos fragmentos destinados a intervenção antrópica benéfica, haja visto que em florestas como Amazônia, ainda pode-se planejar uma intervenção desse gênero, ao passo que na floresta Atlântica, isto já é impossível. Pode-se precisar a priori que as conseqüências sobre a diversidade biológica e a sustentabilidade das populações de animais e vegetais serão grandes, mas ainda muito pouco conhecidas, logo,

as técnicas de intervenção devem, por originalidade, portar-se de maneira diferenciada de acordo com as funções atribuídas a cada floresta específica.

6. Referências

Bennett, A. F. Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. **Landscape Ecology**, vol. 4(2/3), p. 109-122, 1990

Forman, R. T. T. **Land Mosaics - the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 632 p., 1995.

Forman, R. T. T.; Godron, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons. 619 p., 1986.

IUCN. **Red List of Threatned Species**. [online] Disponível em: WWW. URL: <http://www.iucn.org/redlist/2000/index.html>, 2000.

Kramer, E. A. Measuring landscape changes in remnant tropical dry forests. In: Laurance, W. F.; Bierregaard, R.O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. London: The University of Chicago Press, 616 p., 1997.

Lugo, A. E.; Brown, S. Management of land and species richness in the tropics. In: Szaro, R.C.; Johnston, D. W. **Biodiversity in Managed Landscapes – Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 778 p., 1996.

Murcia, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **TREE**, Berkeley, v.10, p.58-62, 1995.

Naeset, E. Geographical information systems in longterm forest management and planning with special reference to preservation of biological diversity; a review. **Forest Ecology and Management** vol.93, p. 121-136, 1997.

Pearson, S.M.; Turner, M.G.; Gardner, R.H.; O'Neill, R.V. An organism-based perspective of habitat fragmentation. p. 77-95. In: Szaro, R.C.; Johnston, D.W. **Biodiversity in Managed Landscapes - Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 778 p., 1996.

Viana, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais natuais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. 1990, Campos do Jordão. **Anais...**Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. P. 113-118.