

Proposta de corredores ecológicos para interligação de parques estaduais utilizando geotecnologia, Espírito Santo (ES)-Brasil

Proposal of ecological corridors for interconnection of State Parks by using geotechnology, Espírito Santo (ES)-Brazil

Louzada Franciane L. Rubini de Oliveira¹, Dos Santos Alexandre Rosa¹,
Da Silva Aderbal Gomes¹, De Oliveira Onair Mendes², De Oliveira Giovanni Garcia¹,
Soares Vicente Paulo³ e Peluzio João Batista Esteves⁴

Recibido: marzo, 2011 / Aceptado: noviembre, 2011

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo proponer vías para la implementación de corredores ecológicos (CE) con el fin de interconectar los parques estatales de 'Forno Grande' y 'Pedra Azul', Espírito Santo (ES) haciendo uso de geotecnología. Utilizando el método de la distancia de menor costo, se propusieron seis rutas para el despliegue de los CE, denominados corredor 'A', 'B', 'C', 'D', 'E' y 'F'. Después de analizar las imágenes de Área de Preservación Permanente (APP), el uso y cobertura de la tierra, la pendiente y uso de la tierra y los conflictos en la APP, se designó el corredor 'A', con 15,144.76 en longitud, anchura de 1.514,48 - 2.099,57 ha, como la mejor propuesta del corredor a implementar. Un factor importante en la elección del corredor 'A' es que hay grandes áreas de regeneración de vegetación, y la zona posee la mayor superficie de 'APP' conservados y tiene un gran potencial para el turismo y agropecuario.

Palabras clave: Áreas protegidas; corredor ecológico; zona de preservación permanente; uso de la tierra; Sistemas de Información Geográfica.

Abstract

The aim of this study is to propose ways to implement ecological corridors (EC) to interconnect the State parks 'Forno Grande' and 'Pedra Azul', Espírito Santo (ES), by using geotechnology. With the use of the method of lowest-cost distance, six routes were proposed for the deployment of the EC, called the corridors 'A', 'B', 'C', 'D', 'E' and 'F'. After analyzing the images of Permanent Preservation Area (APP), land use and cover, slope and Land use conflicts in the APP, the corridor was designated "A", with 15,144.76 in length, width and

1 Universidade Federal do Espírito Santo (UFES-CCA-UFES), Departamento do Programa de Pós Graduação de Ciências Florestais, Alegre, Espírito Santo (ES)-Brasil. Correo electrónico: francianelouzada@yahoo.com.br; aderbalsilva@yahoo.com.br; mundogeomatica@yahoo.com.br

2 Universidade Federal do Espírito Santo (UFES-CCA-UFES), Engenharia Florestal, Alegre, Espírito Santo (ES)-Brasil. Correo electrónico: onairmendes@yahoo.com.br

3 Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Floresta, Viçosa (MG)-Brasil. Correo electrónico: vicente@ufv.br

4 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus de Alegre, Espírito Santos (S)-Brasil. Correo electrónico: jbpeluzio@ifes.edu.br

2099.57 - 1514.48 ha, as the best proposal to implement the corridor. An important factor in choosing the corridor 'A' is that there are large areas of vegetation and regeneration of the area. It has the largest area of "APP" preserved and it has a great potential for tourism and agriculture.

Key words: Protected areas; ecological corridor; permanent preservation area; land use; Geographic Information Systems.

1. Introdução

O isolamento dos fragmentos de floresta está avançando rapidamente e com isso, os parques e suas zonas-tampão não poderão, sozinhos, evitar o colapso das funções ecológicas e sua biodiversidade. Porém, mosaicos com múltiplos usos da terra em uma paisagem manejada podem permitir o movimento de populações por meio de ligações entre florestas próximas [Conservation International do Brasil (CIB), 2000].

Os corredores ecológicos (CEs) são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação (UCs), que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (Brasil, 2009).

Desta forma, os corredores ecológicos possibilitam a preservação e restauração, reconectando fragmentos florestais, minimizando o isolamento causado pela fragmentação, aumentando a cobertura vegetal e garantindo a conservação dos recursos naturais e a biodiversidade de ecossistemas considerados prioritários.

Os CEs, assim como as UCs, têm uma função muito importante para o Brasil, pois seus ecossistemas e biomas têm uma diversidade natural que habitam em mosaicos diversos, que são áreas fragmentadas pelos distintos usos da terra, que conforme Brito (2006), apresentam potenciais de desenvolvimento, levando a uma pressão da exploração econômica sobre o patrimônio ambiental, que podem ameaçar a vida silvestre, com riscos de um esgotamento futuro de suas bases de recursos naturais, com o conseqüente empobrecimento da população e riscos à sua qualidade de vida.

Os parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul' fazem parte das sete áreas consideradas de extrema importância biológica, no estado do Espírito Santo. A proximidade entre estes parques e a existência de importantes remanescentes de floresta entre as duas UCs, coloca ainda mais em evidência a sua importância, e faz desta região a principal referência para o projeto de implantação do Corredor Central da Mata Atlântica na região sul do estado do Espírito Santo.

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 avalie corredores a uma rede

regional de áreas protegidas (Martins *et al.*, 1998). Assim, o planejamento de CEs requer a análise e integração de vários fatores, bióticos e abióticos, cujo processo, aplicado a um conjunto de dados, pode ser realizado por meio de um aplicativo computacional de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

As técnicas de geotecnologia têm se mostrado extremamente importantes para um melhor entendimento dos processos ecológicos e antrópicos que agem nos sistemas terrestres. Estas técnicas contribuem de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural.

É necessário que se crie o corredor ecológico dentro de uma perspectiva de educação ambiental contínua da população local, favorecendo a região que possui um grande potencial turístico.

Dentro deste contexto, o presente estudo teve como objetivo propor rotas para implantação de corredores ecológicos, visando a interligação dos parques estaduais de ‘Forno grande’ e ‘Pedra Azul’ (ES), utilizando geotecnologia.

2. Materiais e método

A área de estudo está localizada na região serrana do estado do Espírito Santo, no município de Castelo, onde se encontra o parque estadual ‘Forno grande’ e a 23 km deste, no município de Domingos Martins, o parque estadual ‘Pedra Azul’ (Figura 1).

O limite adotado para o estudo foi a zona de amortecimento do parque estadual ‘Pedra Azul’ (PEPAz) com 338,38 km² e a área proposta para a ampliação da zona de amortecimento do parque estadual ‘Forno grande’ (PEFG) com 153,15 km², devido a sua área atual ser considerada pequena 38,46 km². Esta proposta de ampliação é devido a área atual excluir áreas importantes em seu entorno que podem afetar negativamente este parque.

2.1 Materiais

Para a base cartográfica, o sistema geodésico *World Geodetic System* de 1984 (WGS 84) e o Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) foram adotados para a geração dos mapas. O mapeamento foi realizado no programa *ArcGIS 9.3*.

O Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) disponibilizou os seguintes planos de informação: aerofotos da região, delimitação do PEFG, delimitação do PEPAz, zona de amortecimento do PEFG e a área proposta para ampliação e zona de amortecimento do PEPAz

Para a geração do Modelo Digital de Elevação Hidrológicamente Consistente (MDEHC), utilizado para gerar o mapa de declividade, foram utilizadas as curvas de nível com equidistância vertical de 20 em 20 m fornecido pelo Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo (GEOBASES), que após a interpolação pelo método TIN (do inglês “*Triangular Irregular network*”),

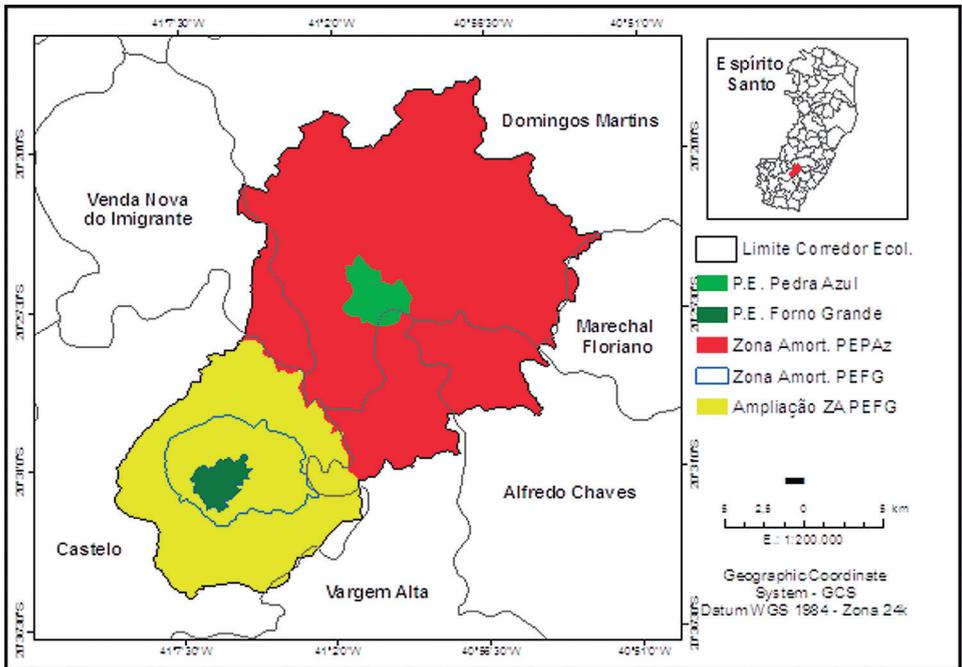


Figura 1. Parques estaduais de 'Forno grande' e 'Pedra Azul', com suas respectivas áreas de amortecimento, e a proposta de ampliação para a Zona de Amortecimento do parque estadual 'Forno grande', no estado do Espírito Santo

com resolução de 1 m, foi rasterizado e removidas as depressões fechadas, utilizando a função *Fill* para remover pequenas imperfeições nos dados.

Foram utilizados os níveis de informação (*shapefiles*) de APPs totais e uso e cobertura da terra da região dos PEPFG e PEPAz, que foram rasterizados utilizando resolução de 1 m. Este valor foi devido a largura dos rios e estradas serem menores que a resolução de 10 m do ideal recomendado por Silva *et al.* (2002).

Para realização desta pesquisa nas áreas de amortecimento das unidades de conservação dos parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul' foi obtida uma autorização do IEMA.

2.2 Propostas para implantação do corredor ecológico

Um dos fatores a ser observado é o tipo de corredor que se pretende implementar, podendo ser contínuo ou não. Provavelmente, o corredor contínuo atenderá a um maior número de elementos da fauna, tendo um processo de reabilitação mais eficiente. Embora o custo seja mais elevado, a região possui grandes áreas com cobertura florestal, com um corredor praticamente formado.

O corredor não contínuo, representado por ilhas de vegetação (*stepping stones*) ou ilhas de passagem da biodiversidade, que conforme Valladares-Pádua *et*

al. (2004), são formados por pequenos bosques (principalmente de árvores frutíferas) entre os fragmentos de floresta nativa, utilizados para possibilitar passagem de polinizadores, dispersores e outros animais, reduzindo assim, o efeito de isolamento entre os fragmentos, aumentando a heterogeneidade da paisagem e estimulando movimentos de dispersão para muitas espécies. Este modelo representa custo mais baixo, mas ao mesmo tempo, o processo de reabilitação tende a ser mais lento e com eficiência reduzida.

Para estabelecer as rotas para os CEs foi utilizada uma metodologia por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), visando a técnica de pesos de menor custo, de Louzada *et al.* (2010), que teve como base Rocha *et al.* (2007), Martins *et al.* (1998), Altoé *et al.* (2005), Nunes *et al.* (2005), Tebaldi *et al.* (2009) e Bergher (2008).

Para a proposta de interligação dos parques foram considerados fatores tais como: uso e cobertura da terra, áreas de preservação permanente, e declividade.

Para a geração dos CEs, primeiramente, foram geradas imagens matriciais de custos, que representam algum fator ou combinação de fatores que afetam a viagem ao longo de uma área. A definição dos pesos se deu por consulta a pesquisadores, atribuída de maneira a impedir ou limitar a possibilidade da passagem do corredor por áreas não desejáveis como áreas edificadas e estradas.

Para cada classe foi determinado o peso de adequabilidade, numa escala de 1 a 100, sendo os pesos mais elevados atribuídos àqueles por onde os corredo-

res não deveriam passar, conforme as diferentes formas de uso, dando origem ao mapa de fricção, o qual foi obtido com a soma de todos os pesos atribuídos para cada elemento considerado. A esse procedimento, objetivou-se gerar uma superfície de custo nas quais as classes com maiores pesos teriam maiores custos, para o caso de conservá-los ou recuperá-los.

O mapa de APPs totais (que é o mapa com todas as quatro APPs estudadas) foi dividido em duas classes, sendo uma a de APPs totais com peso 1 e a classe de Outras áreas com peso 100. Como o objetivo maior é que a rota dos CEs passe pelas APPs, estas receberam o peso menor.

A partir do mapa de uso e cobertura da terra foram definidos os pesos para cada classe, conforme quadro 1.

O mapa de declividade foi dividido em três classes, sendo elas: Agricultável Mecanicamente com declividade < 20°; Uso Restrito com declividade entre 20 a 45° e Área de Preservação Permanente com declividade > 45°. Como os terrenos com declividade mais suave são mais aptos para a mecanização na agricultura, estas áreas tiveram um custo maior.

Após a atribuição dos pesos, as imagens matriciais foram multiplicadas pelo seu respectivo peso estatístico, utilizando método AHP proposto por Saaty (1977) e, posteriormente, somados gerando a Imagem Matricial de Custo Total de acordo com a equação a baixo:

$$\text{Custo_Total} = P_1.\text{Uso_T_Custo} + P_2.\text{APPs_Custo} + P_3.\text{Dec_Custo}$$

Quadro 1. Pesos atribuídos às diferentes classes de usos e cobertura da terra da região dos parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul', Espírito Santo-Brasil, e suas justificativas, com objetivo de gerar uma superfície de custos para traçar os caminhos dos corredores ecológicos

Classes de uso e cobertura da terra	Pesos	Justificativas
Área edificada	100	Considerada como barreiras para a passagem dos CEs, recebendo o custo extremo, além de sua aquisição para esta implantação ser muito complexa
Agricultura	100	
Afloramento rochoso	100	
Estradas pavimentadas	85	São consideradas como barreira para o CE devido ao grande fluxo e velocidade dos carros, ocasionando atropelamento da fauna da região. Não foi atribuído um custo extremo, pois esta classe atravessa a área de estudo, não tendo como evitar a passagem por este caminho
Estradas não pavimentadas	75	Também considerada como barreira, mas em nível reduzido devido ao fluxo e velocidade dos carros e a largura menor das estradas
Solo exposto	75	As áreas com solo exposto estão em regiões bem próximas às áreas edificadas e à agricultura, não sendo adequadas para os CEs
Pastagem	50	São áreas que podem ser utilizadas para fim de agropecuária e seria necessário recuperá-la com plantio de espécies nativas
Reflorestamento	50	São áreas plantadas, em sua maioria com objetivo econômico, sendo suprimida após alguns anos ficando a área desflorestada
Área em regeneração	5	São áreas favoráveis à fauna, considerado positivo, pois as ligações se dariam num estágio de regeneração
Várzea	5	Área importante para preservação
Cobertura florestal	1	São áreas adequadas para integrar os CEs
Corpos d'água	1	São áreas adequadas para integrar os CEs, pois é o lugar de des-sedentação da fauna, além de constituir em seu entorno área de preservação. Não é considerado como barreira, pois a largura destes é estreita
Parque estadual 'Forno grande'	1	Área estadual de Preservação de grande biodiversidade
Parque 'Pedra Azul'	1	Área estadual de Preservação estadual de grande biodiversidade

Custo_Total = Imagem Matricial de custo total;

P_1 = Peso estatístico da imagem matricial de custo de uso e cobertura da terra.

P_2 = Peso estatístico da imagem matricial de custo de APPs.

P_3 = Peso estatístico da imagem matricial de custo de declividade.

Uso_T_Custo = Imagem Matricial de custo de uso e cobertura da terra.

APPs_Custo = Imagem Matricial de custo de APPs.

Dec_Custo = Imagem Matricial de custo de declividade.

Para traçar os caminhos ótimos, os quais representam menores custos entre os parques, utilizou-se o caminho mais curto (módulo *Shortest Path*). Esta função utiliza as imagens matriciais de distân-

cia e direção de custo para determinar uma rota de custo efetivo entre a origem (PEFG) e o destino (PEPAZ). Dessa forma, foram traçados os corredores interligando os dois parques estaduais.

Em seguida, fez-se a interligação entre os parques com os corredores possuindo largura igual a 10% de seu comprimento seguindo a orientação descrita pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1996) na Resolução nº 09, de 24 de outubro de 1996, Art. 3º que define “a largura dos corredores será fixada previamente em 10% (dez por cento) do seu comprimento total, sendo que a largura mínima será de 100 metros”. Em seu Parágrafo Único diz que “quando em faixas marginais a largura mínima estabelecida se fará em ambas as margens do rio”.

O fluxograma das etapas desenvolvidas conforme a metodologia de Louzada *et al.* (2010) está descritas na figura 2.

Para propor a melhor rota foram analisados os dados das quadros geradas pelas imagens de declividade, uso e cobertura da Terra, APPs totais, e o conflito do uso e cobertura da terra nas APPs totais em relação a cada corredor.

3. Resultados e discussão

Foram geradas seis propostas distintas de rotas para os CEs, nomeadas de corredores A, B, C, D, E, e F. O comprimento médio destes foi de 15.010,53 m, com largura média de 1.501,05 m e área média de 2.044, 47 ha, conforme pode ser observado no quadro 2. Os corredores A, B, C, D, E e F podem ser observados na figura 3.

A largura utilizada neste trabalho seguiu a Resolução nº. 9 de 1996 do CONAMA, sendo 10% do comprimento do corredor. Alguns trabalhos encontrados

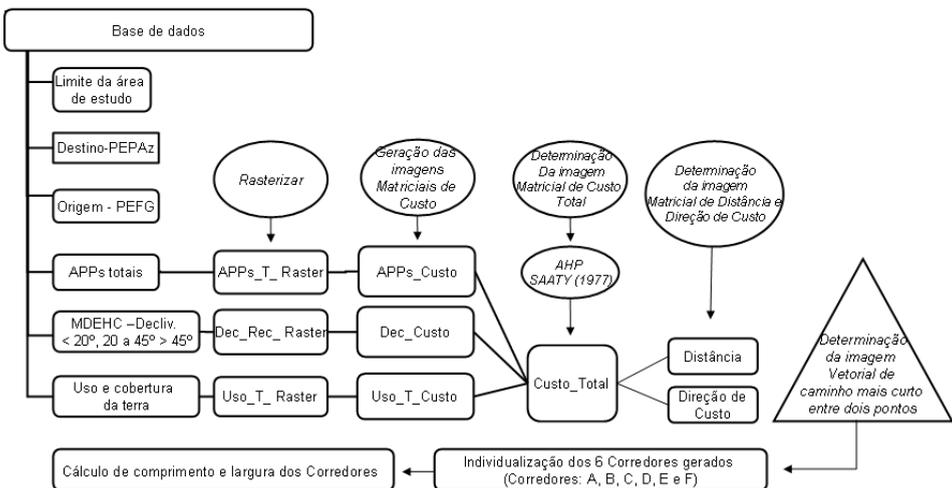


Figura 2. Etapas desenvolvidas da metodologia para a delimitação dos corredores ecológicos da região dos parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul', Espírito Santo-Brasil

Quadro 2. Comprimento, largura e área de cada corredor ecológico proposto entre os parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul', Espírito Santo-Brasil

Corredores	Comprimento (m)	Largura (m)	Buffer (m)	Área (ha)
A	15.144,76	1.514,48	757,24	2.099,57
B	14.700,03	1.470,00	735,00	1.980,46
C	15.069,51	1.506,95	753,48	2.026,28
D	15.105,11	1.510,51	755,26	2.005,35
E	14.735,39	1.473,54	736,77	1.999,12
F	15.308,37	1.530,84	765,42	2.150,01
Média	15.010,53	1.501,05	750,53	2.043,47

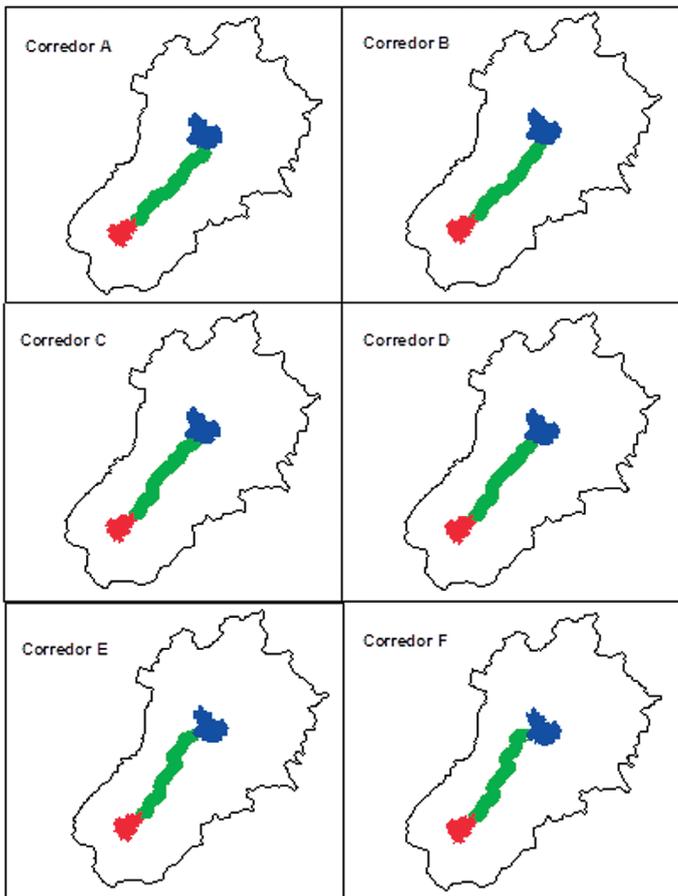


Figura 3. Corredores A, B, C, D, E e F gerados pela metodologia de peso de menor custo e distância para a interligação dos parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul', Espírito Santo- Brasil

na literatura, utilizaram larguras distintas de 90 m (Nunes *et al.*, 2005; Martins *et al.*, 1998; Szmuchrowski e Martins, 2001; Tebaldi *et al.*, 2009) e 200 m (Altoé *et al.*, 2005). Dentre estes trabalhos, Nunes *et al.* (2005) e Szmuchrowski e Martins (2001) obtiveram os CEs com áreas semelhantes, de 1.832,20 ha e 1.909,1 ha, respectivamente.

Analisando-se os dados de declividade (quadro 3) pôde-se observar que as maiores áreas na classe 1 (menor que 20°) e classe 2 (de 20 a 45°) pertencem ao corredor F com 1.573,04 e 566,46 ha respectivamente. Já na classe 3 (maior que 45°) o corredor D apresentou a maior área com 12,98 ha, sendo consideradas APPs e, portanto, obrigatoriamente devem ser preservadas de acordo com a legislação. Apesar de esta classe representar a menor área dentre as classes de declividade, é importante mantê-la com sua cobertura natural, pois de acordo com Skorupa (2003), pode promover a estabilidade do solo e evitar sua perda por erosão, protegendo as partes mais baixas do terreno. Por serem áreas susceptíveis à erosão, a manutenção e restauração da

cobertura florestal reduz a formação de enxurradas, aumentando a infiltração e reduzindo o impacto das gotas de chuva, conforme afirma Martins (2009).

O ideal é que o CE possua menores áreas nas classes 1 e 2, que são consideradas, respectivamente apropriadas para a mecanização na agricultura e de uso restrito. Portanto, as áreas mais indicadas são os corredores B e D; este último por possuir maior área na classe 3.

Foram analisados os dados do quadro 4 do uso e cobertura da terra em cada corredor e observou-se que as propostas dos corredores A, B e F apresentaram maiores potenciais para CEs, devido as classes serem prioritárias para a conservação, sendo as classes de cobertura florestal, área em regeneração e várzea.

O corredor A destacou-se das demais, pois apresentou a maior área das três classes citadas acima, correspondendo a 1.256,41 ha. O corredor B totalizou 1.114,31 ha e o corredor F 1.059,92 ha. Estas áreas podem ser consideradas como CE já implantado caso não ocorra interferência significativa, o que reduz bastante os gastos com recuperação de

Quadro 3. Áreas de declividade em cada corredor ecológico proposto entre os parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul', Espírito Santo-Brasil

Classes	Corr. A ha	Corr. B ha	Corr. C ha	Corr. D há	Corr. E há	Corr. F há
1 < 20°	1.526,27	1.445,41	1.464,22	1.452,30	1.452,26	1.573,04
2 20° a 45°	560,56	524,53	549,16	540,10	536,19	566,46
3 > 45°	12,78	10,51	12,89	12,98	10,69	10,52
Total	2.099,61	1.980,45	2.026,27	2.005,38	1.999,14	2.150,02

Quadro 4. Confronto do uso e cobertura da terra em cada corredor ecológico proposto entre os parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul', Espírito Santo-Brasil

Classes	CORREDORES											
	A		B		C		D		E		F	
	Há	%	ha	%	Há	%	ha	%	ha	%	Há	%
1 AE	15,25	0,7	14,68	0,7	20,90	1,0	20,92	1,0	14,66	0,7	17,39	0,8
2 AG	98,86	4,7	95,83	4,8	74,36	3,7	74,51	3,7	58,26	2,9	64,41	3,0
3 PA	599,36	28,5	603,33	30,5	758,57	37,4	765,86	38,2	759,41	38,0	829,41	38,6
4 AR	85,81	4,1	81,86	4,1	79,85	3,9	80,07	4,0	74,95	3,7	82,02	3,8
5 CF	1.132,99	54,0	1.032,45	52,1	929,06	45,9	899,92	44,9	915,16	45,8	977,00	45,4
6 RE	28,50	1,4	28,28	1,4	44,98	2,2	45,01	2,2	62,06	3,1	60,58	2,8
7 SE	17,37	0,8	16,97	0,9	14,20	0,7	14,20	0,7	17,35	0,9	17,73	0,8
8 AFR	46,58	2,2	36,60	1,8	35,99	1,8	36,36	1,8	31,65	1,6	32,32	1,5
9 EP	2,89	0,1	2,82	0,1	2,89	0,1	2,90	0,1	3,06	0,2	3,79	0,2
10 ENP	23,32	1,1	21,30	1,1	23,48	1,2	23,53	1,2	20,98	1,0	22,23	1,0
11 CD	11,21	0,5	10,72	0,5	11,55	0,6	11,56	0,6	14,01	0,7	14,59	0,7
12 VA	37,61	1,8	35,69	1,8	30,57	1,5	30,65	1,5	27,91	1,4	28,89	1,3
Total	2.099,76		1.980,53		2.026,40		2.005,47		1.999,48		2.150,37	

(AE) Área edificada, (AG) Agricultura, (PA) Pastagem, (AR) Área em regeneração, (CF) Cobertura florestal, (RE) Reflorestamento, (SE) Solo exposto, (AFR) Afloramento rochoso, (EP) Estradas pavimentadas, (ENP) Estradas não pavimentadas, (CD) Corpos d'água, (VA) Várzea

áreas degradadas para a implantação dos corredores.

Os demais corredores não apresentaram os mesmos potenciais para a implantação do CE, pois suas maiores áreas foram em classes consideradas como barreiras para a passagem do CE e consideradas com maiores custos para sua implantação, como: área edificada, agricultura, estradas pavimentadas e não pavimentadas, reflorestamento, solo exposto e pastagens.

Os dados das APPs totais foram analisados e observou-se que as áreas obtidas permaneceram dentro de uma área

média de 780,50 ha (38,2%), com maior área no corredor A e F, respectivamente com 814,68 ha e 811,51 ha que representam 38,8% e 37,7% de suas áreas, e a menor área no corredor E com 750,58 ha que representa 37,6 % de sua área.

Priorizar as áreas de APPs no CE é importante, pois a simples aplicação da legislação sobre as APPs pode favorecer a interligação de vários fragmentos florestais remanescentes da região, contribuindo para a formação dos CEs, minimizando a ocorrência de vários problemas ambientais, além de reduzir possíveis custos no reflorestamento nativo.

Com a preservação das APPs, principalmente dos cursos d'água e nascentes, haverá mais acesso a água, pois os recursos hídricos trazem incrementos ao crescimento do plantio e são um atrativo a mais para a fauna silvestre. De acordo com Martins (2009), a conservação de florestas e/ou sua restauração nos topos de morro favorece a infiltração de água no solo e a recarga do lençol freático, auxilia na regularização da vazão e aumenta o volume de água dentro de uma bacia hidrográfica.

Após análise dos dados do quadro 5 do conflito de uso e cobertura da te-

rra nas APPs totais de cada corredor, observou-se que os corredores A e B encontraram-se em melhores estados de conservação, ocupando respectivamente 548,33 e 510,21 ha de cobertura florestal. Considerando-se o somatório das classes de cobertura florestal, área em regeneração e várzea, estes mesmos corredores se destacaram com 599,22 e 542,00 ha respectivamente.

Para atender a legislação é necessário reflorestar as APPs, portanto, somando as classes de agricultura, pastagem e solo exposto de cada corredor, o corredor B apresentou a menor área a ser reflores-

Quadro 5 - Confronto do uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente de cada corredor ecológico proposto entre os parques estaduais de 'Forno Grande' e 'Pedra Azul', Espírito Santo-Brasil

Classes		CORREDORES											
		A		B		C		D		E		F	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	Há	%	ha	%
1	AE	5,75	0,7	5,28	0,7	7,12	0,9	7,12	0,9	4,10	0,5	4,56	0,6
2	AG	22,35	2,7	21,78	2,8	17,71	2,3	17,76	2,3	14,79	2,0	15,94	2,0
3	PA	135,02	16,6	134,39	17,5	184,54	23,6	186,00	24,5	186,53	24,9	219,36	27,0
4	AR	32,76	4,0	31,32	4,1	29,32	3,8	29,37	3,9	28,18	3,8	31,90	3,9
5	CF	548,33	67,3	510,21	66,6	475,65	60,9	452,26	59,5	444,02	59,2	465,41	57,4
6	RE	15,20	1,9	15,11	2,0	18,88	2,4	18,89	2,5	29,99	4,0	29,72	3,7
7	SE	2,78	0,3	2,71	0,4	2,44	0,3	2,44	0,3	2,99	0,4	3,28	0,4
8	AFR	18,10	2,2	14,16	1,8	14,97	1,9	14,98	2,0	11,30	1,5	11,15	1,4
9	EP	0,47	0,1	10,46	1,4	11,27	1,4	11,29	1,5	0,22	0,0	13,98	1,7
10	ENP	4,88	0,6	16,47	2,1	13,05	1,7	13,11	1,7	4,85	0,6	11,10	1,4
11	CD	10,96	1,3	4,28	0,6	5,73	0,7	5,74	0,8	13,48	1,8	5,09	0,6
12	VA	18,13	2,2	0,47	0,1	0,68	0,1	0,68	0,1	10,45	1,4	0,34	0,0
Total APPs		814,68		766,63		781,25		759,55		750,58		811,51	
% Em relação à área do CE		38,8		38,7		38,7		37,9		37,6		37,7	

(AE) Área edificada, (AG) Agricultura, (PA) Pastagem, (AR) Área em regeneração, (CF) Cobertura florestal, (RE) Reflorestamento, (SE) Solo exposto, (AFR) Afloramento rochoso, (EP) Estradas pavimentadas, (ENP) Estradas não pavimentadas, (CD) Corpos d'água, (VA) Várzea

tado com 158,87 ha, seguida do corredor A com 160,15 ha, corredor E com 204,31 ha, corredor C com 204,69 ha, corredor D com 206,20 ha, e corredor F com 238,58 ha. Diante destes dados, observa-se que a legislação não tem sido cumprida de forma igual pelos proprietários dentro da área de estudo.

Após análise de todos os fatores, observou-se que o corredor A representou a melhor proposta a ser implantada, pois possui grande área de cobertura vegetal, áreas em regeneração e APPs preservadas.

Analisando-se a largura deste corredor, observou-se não ser possível a implantação de um corredor contínuo, com reflorestamento em toda sua área devido a sua largura e também por possuir classes como áreas edificadas e de agricultura.

Portanto, para a implantação deste CE, são necessárias algumas ações nas diversas classes de uso da terra, que estão descritas a seguir.

Em área de pastagem, com o uso pecuário, deve-se melhorar o seu estado vegetativo por técnicas de rodízio, adubação e substituição de forrageiras, principalmente por adoção de sistemas silvipastoris, procurando aumentar a infiltração de água no solo, evitando-se chegar ao estado de degradação como orienta Valente e Gomes (2005).

Os sistemas silvipastoris são potencialmente mais sustentáveis que os sistemas tradicionais favorecendo o CE. De acordo com a Oliveira *et al.* (2003), as árvores em consórcio com as pastagens podem fornecer serviços e produtos que

cooperam para minimizar as implicações ecológicas negativas da implantação das pastagens homogêneas e com o aumento da sustentabilidade. Os serviços fornecidos por este sistema são: sombra para o gado, melhoria na ciclagem de nutrientes, proteção de nascentes, fixação de nitrogênio e redução da erosão do solo. Já os produtos são: frutos, madeira, forragem, óleos e resinas.

As áreas de pastagem abandonadas demandam métodos de restauração florestal para o reflorestamento com espécies nativas para beneficiar o CE.

De acordo com o Martins (2009), existem vários modelos de restauração florestal, entretanto, nenhum deles pode ser considerado ideal para todos os casos, devido ao grande número de variáveis ambientais que podem interferir no comportamento das espécies, em um determinado sítio ou modelo.

Em áreas de agricultura devem-se utilizar técnicas de manejo que protejam o solo e possibilitem o aumento da infiltração. Nestas áreas é importante promover o uso sustentável da terra e proporcionar melhor qualidade dos produtos. Portanto, recomenda-se o uso de agricultura orgânica e, ou agroecológica, sistema agroflorestais e consórcio de cultura.

Em termos de dificuldade, as estradas são consideradas barreiras para o CE, pois além de serem barreiras intransponíveis para muitas espécies, existem ainda maiores riscos devido ao aumento da vulnerabilidade ao predador e atropelamento, devido o grande fluxo e alta velocidade dos veículos. Na área de estudo existe uma Rodovia Estadual (164), que

atravessa toda sua extensão, sendo negativo para área de CEs.

Para minimizar esta situação devem-se construir túneis especialmente projetados para facilitar o movimento de animais sob a rodovia em alguns pontos da mesma. A Prefeitura Municipal de São Carlos-SP (2007) implantou este sistema na rodovia Guilherme Scatena. Foram construídos quatro túneis para a passagem de animais por baixo da pista, sendo dois deles para animais silvestres, no local em que a estrada corta um corredor ecológico de mata nativa. Outra medida de segurança para a fauna local foi a instalação de lombadas para redução da velocidade dos veículos, nos 100 metros onde a estrada cruza a mata, além da sinalização horizontal e vertical.

As estradas não pavimentadas também são consideradas negativas para o CE, porém são estreitas, com o fluxo de veículos e velocidade reduzida em comparação a rodovia. Em alguns trechos, as copas das árvores das laterais das estradas se encontram formando um corredor aéreo, facilitando a passagem de algumas espécies da fauna local como aves e primatas.

Além destas ações, esta área do CE 'A' deve ser considerada prioritária para a promoção de atividades sustentáveis, como propôs o projeto corredores ecológicos desde sua concepção para os dez CEs prioritários no estado do Espírito Santo (Henriques e Negro, 2007).

As atividades sustentáveis podem ser: agricultura orgânica, pecuária orgânica, fruticultura, artesanato e de técnicas de adequação ambiental como: regula-

rização e averbação de Reserva Legal, proteção de APPs, incentivo e Criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural-RPPNs e ações de turismo e ecoturismo.

Henriques e Negro (2007) enfatizam a importância do estímulo a atividades de ecoturismo e de turismo sustentável, pois traz contribuições para os CEs como geração de renda para as comunidades locais; manutenção de espaços naturais e de UCs preservados; incentivo ao comércio de produtos ambientalmente sustentáveis, como artesanatos, comidas típicas e produtos orgânicos; fortalecimento da identidade cultural e da auto-estima das populações locais e tradicionais; sensibilização de visitantes e moradores sobre as questões ambientais e, fortalecimento da relação ser humano-natureza.

4. Conclusão

A partir dos dados obtidos e analisados foi possível concluir que:

- A metodologia utilizada por meio de SIG, para o traçado de rotas para o corredor ecológico mostrou-se eficiente, gerando rotas com pesos de menor custo e menor caminho entre dois pontos.
- Foram geradas seis rotas para o corredor ecológico, sendo o corredor 'A' escolhido como a melhor proposta, com base nos dados dos quadros gerados pelas imagens de declividade, de uso e cobertura da terra, das APPs totais, e do conflito do uso e cobertura

da terra nas APPs totais em relação a cada corredor.

- Um fator relevante para a escolha deste corredor foi a existência de grande área de cobertura vegetal e área em regeneração, maior área de APPs preservadas e por possuir um grande potencial turístico e agropecuário.
- A área do corredor 'A' deve ser considerada prioritária para a promoção de atividades sustentáveis, pois proporcionará uma melhor qualidade de vida, uma maior preservação dos recursos naturais e a geração de renda para os proprietários rurais.
- As áreas de preservação permanente delimitadas servirão de base para opções de planejamento para recuperação florestal, permitindo ainda consolidar a aplicação da legislação.
- Priorizar as APPs no CE é importante, pois a simples aplicação da legislação sobre as APPs pode favorecer a interligação de vários fragmentos florestais remanescentes da região, contribuindo para a formação dos CEs, minimizando a ocorrência de vários problemas ambientais, além de reduzir possíveis custos de reflorestamento com espécies nativas.

5. Referências citadas

ALTOÉ, R. T; OLIVEIRA, J. C. de e C. A. A. RIBEIRO. 2005. Sistema de informações geográficas na definição de corredores ecológicos para o município de Conceição da Barra. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Senso-*

riamento Remoto. INPE. (Abril). Goiânia, Goiás (GO)-Brasil.

BERGHER, I. S. B. 2008. *Estratégias para edificação de micro-corredores ecológicos entre fragmentos de Mata Atlântica no Sul do Espírito Santo*. Universidade Federal do Espírito Santo. Brasil. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal.

BRASIL. 2009. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Dispõe sobre a regulamentação do art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. (On line). Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. (Acesso em: 18 jul. 2009).

BRITO, F. 2006. **Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas.**, Ed. da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis-Brasil. 273 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). 1996. **Resolução nº 09, 24 de outubro de julho de 1996**. Dispõe sobre corredor de vegetação entre remanescentes como área de trânsito para a fauna. (On line). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. (Acesso em: 05 abril, 2009).

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL (CIB) - FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Fundação Biodiversidade, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Semad/Instituto Estadual de Florestas - MG. MMA/SBF, Brasília-Brasil. 40 p.

HENRIQUES, J. H. P. e E. F. C. NEGRO. 2007. Turismo sustentável nos corredores ecológi-

- cos do estado do Espírito Santo. In: **Instituto do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis Corredores Ecológicos: experiência em planejamento e implantação**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília-Brasil.
- LOUZADA, F. L. R. O; SANTOS, A. R.; SILVA, A. G.; COELHO, A. L. N.; EUGENIO, F. C.; SAITO, N. S.; PELUZIO, T. M. O.; TULER, T. O.; TEBALDI, A. L. C. e G. O. GARCIA. 2010. **Delimitação de corredores ecológicos no ArcGIS 9.3**. Franciane L. R. O. Louzada, Alexandre R. Santos, Aderbal G. SILVA, organizadores (CAUFES). Alegre, Espírito Santo (ES)-Brasil. 50 p.
- MARTINS, A. K. E.; SARTORI NETO, A.; MENEZES, I. C.; BRITES, R. S.; SOARES, V. P. 1998. Metodologia para Indicação de corredores ecológicos por Meio de um Sistema de Informações Geográficas. *Anais, IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 611-620. INPE. Santos, São Paulo (SP)-Brasil. (11-18 setembro).
- MARTINS, S. V. 2009. Recuperação de áreas degradadas: ações e áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. *Aprenda Fácil*. Viçosa (MG)-Brasil. 270 p.
- NUNES, G. M.; SOUZA FILHO, C. R. de; VICENTE, L. E.; MADRUGA, P. R. de A. e L. F. WATZLAWICK. 2005. Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS). *Anai. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 3183-3189. INPE (Abril). Goiânia, Goiás (GO)-Brasil.
- OLIVEIRA, T. K.; FURADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S. e I. L. FRANKE. 2003. **Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris**. Embrapa Acre, 2003 (Embrapa Acre. Documento, 84). Rio Branco, Acre (AC)-Brasil.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. 2007. **Inauguração Rodovia Guilherme Scatena**. Prefeitura Municipal de São Carlos-São Paulo. 28 de mai 2007. (On line). Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br>. (Acesso em: 10 setembro, 2010).
- ROCHA, C. C. da; SILVA, A. de B.; NOLASCO, M. C. e W. F. ROCHA. 2007. Modelagem de corredores ecológicos em ecossistemas fragmentados utilizando processamento digital de imagens e sistemas de informações georeferenciadas. *Anais, XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 3065-3072. INPE (Abril). Florianópolis-Santa Catarina (SC)- Brasil..
- SAATY, T. L. A. 1977. *Scaling method for priorities in hierarchical structures*. **Journal of mathematical psychology**, 15: 234-281.
- SKORUPA, L. A. 2003. **Área de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna: Embrapa. (On line). Disponível em: <<http://www.agencia.cnpq.br>> (Acesso em: 28 março, 2009).
- SILVA, I.; ERWES, H. e P. C. L. SEGANTINE. 2002. **Introdução à geomática**. (2da Ed). São Carlos, São Paulo (SP)-Brasil.110p.
- SZMUCHROWSKI, M. A. e I. C. de M. MARTINS. 2001. Geoprocessamento para a indicação de corredores ecológicos Interligando os fragmentos de florestais e áreas de proteção ambiental no Município de Palmas – TO. *Anais X SBSR*. 675-681. INPE. Foz do Iguaçu, Paraná (PR)-Brasil. Sessão Técnica Oral – Iniciação Científica. (21-26 abril).

- TEBALDI, A. L. C.; OLIVEIRA, J. P. B.; FERRARI, J. L.; OLIVEIRA, L. B. SANTOS, A. R. DOS S.; RAMOS, K. A. e L. M. COUTINHO. 2009. Utilização de sistema de informação geográfica para delimitação de corredores de biodiversidade. In: **Corredores ecológicos: iniciativas e metodologias para a implementação do projeto corredores ecológicos**. Roberto Xavier de Lima, organizador. MMA/SBF. Brasília-Brasil.
- VALENTE, O. F. e M. A. GOMES. 2005. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. Aprenda fácil. Viçosa, Minas Gerais (MG)-Brasil.
- VALLADARES-PÁDUA, C.; CULLEN Jr, L.; PÁDUA, S. M. e E. H. DITT. 2004. Combinando comunidade, conectividade e biodiversidade na restauração da paisagem do Pontal do Paranapanema como estratégia de conservação do corredor do rio Paraná. In: **Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil**. Brasília; IBAMA. 3: 67-80.