

CAPÍTULO 7

PROPOSTA DE CORREDOR ECOLÓGICO PARA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM ESTADO O ESPÍRITO SANTO

**Carlos Roberto Lima Thiago
Alexandre Rosa dos Santos
Ivo Augusto Lopes Magalhães
Flávio Eymard Rocha Pena**

1 Introdução

Desde as primeiras etapas da colonização do Brasil, o bioma Mata Atlântica vem passando por alterações antrópicas, nas quais, as florestas naturais estão sendo substituídas por outros usos da terra. Com a fragmentação florestal ocorrem modificações nas condições abióticas e bióticas, conseqüentemente na distribuição dos organismos no espaço.

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

Dados da Fundação SOS Mata Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014) indicam que restam aproximadamente 14,5% da vegetação original do bioma Mata Atlântica, distribuída em fragmentos florestais de tamanho reduzido (<100 ha), biologicamente empobrecidos e cuja restauração poderia levar centenas de anos (LIEBSCH et al., 2008). Estima-se que no estado do Espírito Santo, que está em sua totalidade sob domínio do Bioma Mata Atlântica, possui aproximadamente 12,2% de seu território ocupado por fragmentos florestais (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014).

As barreiras criadas pela fragmentação dificultam a dispersão entre os fragmentos florestais, diminuindo o fluxo gênico, a variabilidade genética, logo, a capacidade de adaptação das espécies. Esses efeitos podem ser mitigados se as populações não ficarem isoladas. Sendo assim, é de fundamental importância o desenvolvimento de ações direcionadas para promover a conexão entre fragmentos.

Os corredores ecológicos são apontados como uma das soluções viáveis tanto para a ligação de ecossistemas fragmentados como para a manutenção da biodiversidade (PEREIRA et al., 2007; SEOANE et al., 2010). Segundo Ayres et al. (2005), corredores ecológicos, referem-se às extensões de terra com manchas contínuas

de vegetação que visam permitir o trânsito e o fluxo gênico entre as populações. Dentre as suas principais funções destacam-se a redução da fragmentação das florestas existentes, a restauração da conectividade da paisagem e a manutenção dos recursos hídricos (MUCHAILH et al., 2010).

Mediante o cenário de fragmentação florestal e de perda da biodiversidade no bioma Mata Atlântica, o propósito deste trabalho foi propor corredores ecológicos na bacia hidrográfica do rio Itapemirim no estado do Espírito Santo utilizando a técnica do caminho mais curto, função *Shortest Path*, disponível no ArcGIS 10.2. Esta função utiliza as imagens matriciais de distância e direção de custo para determinar uma rota de menor custo entre os fragmentos.

2 Metodologia

Na geração das rotas dos corredores ecológicos (CEs) foi utilizada uma metodologia por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), envolvendo banco de dados e uma base cartográfica digital fornecida pelo Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo – GEOBASES”, sendo os seguintes planos de informação utilizados no formato “*shapefiles*” (.shp): hidrografia, manchas urbanas, vias urbanas e vias interurbanas. Foram considerados fatores tais como: uso e cobertura da terra, áreas de preservação permanente e declividade.

Foi adotado para a geração dos mapas o Sistema de Referências Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) e o Sistema de Coordenadas Geográficas Latitude e Longitude. O mapeamento foi realizado no aplicativo computacional ArcGIS 10.2, utilizando-se a técnica de pesos de menor custo, de Louzada et al. (2010), que teve como base Martins et al. (1998), Altoé et al. (2005), Nunes et. al. (2005), Rocha et al. (2007), Bergher (2008) e Tebaldi et al. (2009).

Foi utilizado o mapa de uso e cobertura da terra, disponibilizado pelo GEOBASE, ao qual para cada classe de uso da terra foi determinado um peso de adequabilidade, conforme Louzada et al. (2010), numa escala de 1 a 100, sendo os pesos mais elevados atribuídos àqueles por onde os corredores não deveriam passar, 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 APP totais, disponibilizado por Eugenio (2014), foi dividido em duas classes, sendo uma a de APP Totais com peso 1 e a classe de outras áreas com peso

100, uma vez que o objetivo maior é que a rota dos CEs passe pelas APP, estas receberam o peso menor.

Após a atribuição dos pesos, as imagens matriciais foram multiplicadas pelo seu respectivo peso estatístico, utilizando método Análise Hierárquica dos Processos (AHP) proposto por Saaty (1977) e, posteriormente somados gerando a Imagem Matricial de Custo Total, equação 12:

$$Custo\ Total = P_1 \times Uso\ TCusto + P_2 \times APPs\ Custo + P_3 \times Dec\ Custo \quad (eq. 1)$$

Em que,

Custo Total: Imagem Matricial de custo total;

P₁: Peso estatístico da imagem matricial de custo de uso e cobertura da terra;

P₂: Peso estatístico da imagem matricial de custo de APP;

P₃: Peso estatístico da imagem matricial de custo de declividade;

UsoTCusto: Imagem Matricial de custo de uso e cobertura da terra;

APPcusto: Imagem Matricial de custo de APP; e

DecCusto: Imagem Matricial de custo de declividade.

Para traçar os caminhos ótimos, os quais representam menores custos entre os fragmentos, utilizou-se a técnica do caminho mais curto, função *Shortest Path*, disponível no ArcGIS 10.2. Esta função utiliza as imagens matriciais de distância e direção de custo para determinar uma rota de menor custo entre os fragmentos.

Em seguida fez-se a interligação entre os fragmentos com os corredores considerando largura igual a 10% de seu comprimento de acordo com a orientação descrita pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1996) por meio da Resolução Nº 09, de 24 de outubro de 1996. Art. 3º desta resolução que define “a largura dos corredores será fixada previamente em 10% (dez por cento) do seu comprimento total”, e em seu Parágrafo Único diz que: “quando em faixas marginais a largura mínima estabelecida se fará em ambas as margens do rio”.

O Fluxograma com as operações para proposição de corredores ecológicos é apresentado na Figura 1.

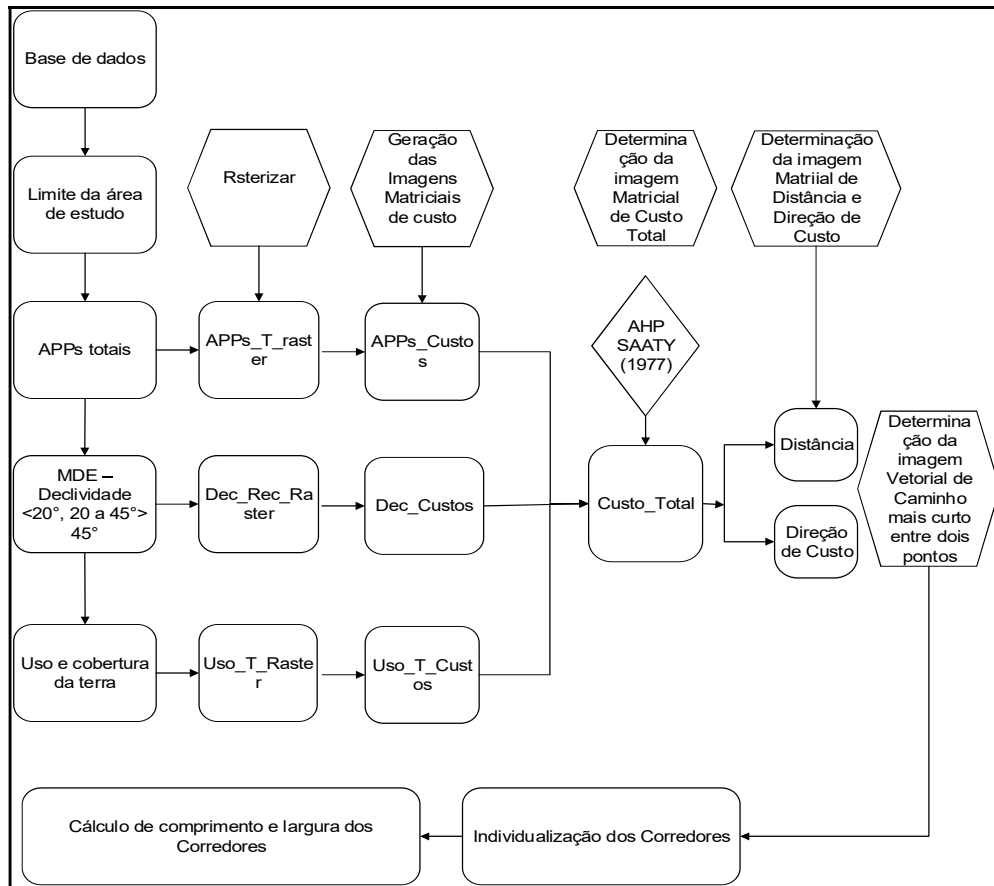


Figura 1. Fluxograma com as operações para a delimitação dos corredores ecológicos na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES. Fonte Louzada et al. (2012). Adaptado pelo autor.

3 Resultados e discussão

Com a imagem de Custo Total que foi gerada por meio das imagens matriciais das áreas de preservação permanente (APP), do mapa de uso e cobertura da terra, do modelo digital de elevação, gerou-se o mapa de rotas dos corredores ecológicos (CEs).

Foram estabelecidos corredores do tipo contínuo, de modo que fiquem interligados entre si, pois esta opção atende a um maior número de elementos da fauna e flora (BERGHER, 2008). Fez-se a interligação entre os fragmentos com os corredores possuindo largura igual a 10% de seu comprimento.

Foram identificadas 95 propostas de corredores, totalizando, 70.879,65 m de comprimento (Tabela 1). A área total dos corredores foi de 2.500,23 ha, com área média de 26,32 ha. O comprimento médio foi de 746,10 m, com largura média de 74,61 m. Na Tabela 1 é apresentado o comprimento, largura e área de cada corredor ecológico proposto para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.

Tabela 1. Comprimento, largura e área de cada corredor ecológico proposto para conexão dos fragmentos florestais potenciais identificados na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES em ordem crescente do comprimento
(continua)

Corredores Nº	Comprimento (m)	Largura (m)	Buffer (m)	Área (m ²)
26	12,70	1,27	0,63	54,03
30	13,94	1,39	0,70	57,59
11	20,71	2,07	1,04	86,10
10	21,43	2,14	1,07	86,42
88	24,90	2,49	1,25	99,40
24	35,40	3,54	1,77	144,01
13	40,61	4,06	2,03	243,96
41	40,62	4,06	2,03	162,36
12	44,90	4,49	2,25	274,17
82	48,60	4,86	2,43	291,43
75	52,98	5,30	2,65	316,80
1	54,81	5,48	2,74	655,08
69	58,96	5,90	2,95	354,65
46	65,72	6,57	3,29	525,28
22	69,96	7,00	3,50	580,16
27	70,01	7,00	3,50	575,85
40	70,11	7,01	3,51	560,89
21	76,53	7,65	3,83	631,86
23	91,01	9,10	4,55	948,21
42	95,25	9,52	4,76	928,61
86	103,41	10,34	5,17	1055,79
15	105,11	10,51	5,26	1118,40
6	118,62	11,86	5,93	1452,26
29	119,71	11,97	5,99	1496,73
4	125,54	12,55	6,28	1528,49
5	125,55	12,55	6,28	1468,85
39	132,29	13,23	6,61	1856,48
73	135,60	13,56	6,78	1907,51
16	139,98	14,00	7,00	1123,70
17	149,81	14,98	7,49	2516,88
19	149,81	14,98	7,49	2516,88
54	162,40	16,24	8,12	2577,93
51	163,48	16,35	8,17	2816,36
84	165,63	16,56	8,28	2628,26
90	168,83	16,88	8,44	2698,29
49	172,45	17,25	8,62	3222,45
53	178,65	17,87	8,93	3204,61
50	181,13	18,11	9,06	3308,51
76	189,06	18,91	9,45	3244,49
68	212,34	21,23	10,62	4676,10
72	239,93	23,99	12,00	5765,89

Tabela 1. Comprimento, largura e área de cada corredor ecológico proposto para conexão dos fragmentos florestais potenciais identificados na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES em ordem crescente do comprimento
(continuação)

Corredores Nº	Comprimento (m)	Largura (m)	Buffer (m)	Área (m ²)
92	244,74	24,47	12,24	5870,75
47	245,57	24,56	12,28	5914,86
78	259,80	25,98	12,99	6626,32
44	270,94	27,09	13,55	7542,81
70	272,86	27,29	13,64	7566,83
33	275,12	27,51	13,76	7819,02
74	296,79	29,68	14,84	8969,19
63	300,82	30,08	15,04	9580,64
48	301,19	30,12	15,06	8975,02
59	344,13	34,41	17,21	11887,02
64	359,09	35,91	17,95	14481,73
45	369,84	36,98	18,49	13589,17
18	383,43	38,34	19,17	15687,40
65	410,59	41,06	20,53	16476,04
95	423,65	42,37	21,18	26250,12
60	442,87	44,29	22,14	19916,46
66	463,55	46,36	23,18	21786,85
77	477,55	47,75	23,88	12622,60
56	480,80	48,08	24,04	23299,61
20	481,20	48,12	24,06	24818,16
43	488,79	48,88	24,44	23651,90
7	502,37	50,24	25,12	25417,01
28	503,71	50,37	25,19	24439,91
58	514,78	51,48	25,74	27058,84
80	515,36	51,54	25,77	29320,09
62	527,60	52,76	26,38	29021,56
71	553,38	55,34	27,67	30832,27
55	557,07	55,71	27,85	32379,97
67	579,00	57,90	28,95	34067,50
93	588,22	58,82	29,41	34288,15
52	623,26	62,33	31,16	38711,97
57	625,90	62,59	31,29	52483,72
81	670,28	67,03	33,51	46031,41
87	680,14	68,01	34,01	46260,98
85	711,94	71,19	35,60	50684,57
83	743,86	74,39	37,19	55007,63
9	857,41	85,74	42,87	74871,11
32	860,47	86,05	43,02	69390,53
79	934,86	93,49	46,74	91420,63
34	962,54	96,25	48,13	94117,37
61	1182,15	118,21	59,11	142481,60

Tabela 1. Comprimento, largura e área de cada corredor ecológico proposto para conexão dos fragmentos florestais potenciais identificados na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES em ordem crescente do comprimento (conclusão)

Corredores Nº	Comprimento (m)	Largura (m)	Buffer (m)	Área (m ²)
3	1264,17	126,42	63,21	63297,60
89	1376,09	137,61	68,80	195039,04
2	1570,59	157,06	78,53	249524,55
14	1868,81	186,88	93,44	354151,75
35	1947,27	194,73	97,36	309492,84
36	3106,18	310,62	155,31	958075,19
31	4192,57	419,26	209,63	1811315,16
8	4417,88	441,79	220,89	2047465,26
37	6104,29	610,43	305,21	3759948,31
38	8052,09	805,21	402,60	6181178,57
94	8452,58	845,26	422,63	7230792,69
Total	70.879,65			25.002.302,07
Média	746,10	74,61	37,31	263.182,13

Merece destaque os corredores, 8, 31, 37, 38 e 94, juntos ocuparam 84,11% da área total dos corredores, 2.103,07 ha. Exibiram comprimento total 31.219,40 metros, 44.05% do comprimento total dos corredores. Comparando o comprimento médio destes, com os demais, observou-se expressiva diferença, 6.243 m, versus 440,67 m.

Os corredores propostos consideraram outros fragmentos com menor potencial espacial, estes, denominados neste estudo de fragmentos conexão. Foram utilizados 196 fragmentos com área total de 9.414, 52 ha, média de 48,03 ha. Esses resultados revelam que os fragmentos ora denominados fragmentos de conexão, independente de sua diversidade ou área, neste estudo, atuaram com trampolins ecológicos, destacando sua importância como facilitadores na implantação de corredores ecológicos.

Na Figura 2 são apresentados os corredores, os fragmentos conexão e os fragmentos com maior potencial para conexão.

Para promover a análise dos corredores, a bacia foi dividida em três setores: Cachoeiro/Itapemirim; Vargem Alta/Conceição do Castelo e Muniz Freire/Ibitirama, apresentados simultaneamente nas Figuras 3, 4 e 5.

Analisando o setor Cachoeiro do Itapemirim/Itapemirim, Figura 3, identificou-se 91 fragmentos conexão. Entretanto, apesar do número de fragmentos conexão relativamente elevado quando comparado aos fragmentos conexão dos demais setores, estes não foram suficientes como elementos de conexão, fato apoiado na área e comprimento dos corredores deste setor.

Os corredores deste setor totalizaram 1.633,74 ha, 65,34% da área total de todos os corredores propostos para bacia hidrográfica. O comprimento foi de 40.716,65 m, 57,44% do comprimento total dos corredores da bacia. Destacam-se os corredores 8, 31, 35, 36, 37 e 38, que representam 60,26% da área total dos corredores do setor Cachoeiro/Itapemirim e 39,25% do seu comprimento total.

Este comportamento apresentou como consequência maiores custos para implantação do corredor. O desempenho exibido é explicado em função das maiores distâncias entre os fragmentos, refletidos na extensão dos corredores propostos para este setor.

Examinando o setor Vargem Alta/Conceição do Castelo, Figura 4, foram identificados 43 fragmentos conexão. Os valores de área, 45,36 ha e comprimento, 8.294,80 m ocupados pelos corredores, foram significativamente menores, quando comparados com o setor Cachoeiro/Itapemirim.

Os valores de área e comprimento do setor representam concomitantemente 1,85% e 11,60% do total dos corredores propostos para a bacia. Os resultados obtidos neste setor foram bastante satisfatórios, visto que, os corredores apresentaram área e comprimento relativamente pequenos, refletindo menores custos para sua implantação.

Pesquisando o setor, Muniz Freire/Ibitirama, Figura 5, encontrou-se 62 fragmentos conexão. Os corredores exibiram área total de 821,15 ha, comprimento de 2.2169,03 metros. Estes valores representam em área 32,79%, e em comprimento, 31,00% do total dos corredores propostos para a bacia do rio Itapemirim. Evidencia-se o corredor 94, ocupando 88,13% da área e 38,12% do comprimento total dos corredores propostos para o setor.

Com objetivo de avaliar as trajetórias dos corredores, foram analisados os usos e coberturas da terra para cada corredor. Na Tabela 2, são apresentados os usos e coberturas da terra em cada corredor proposto para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.

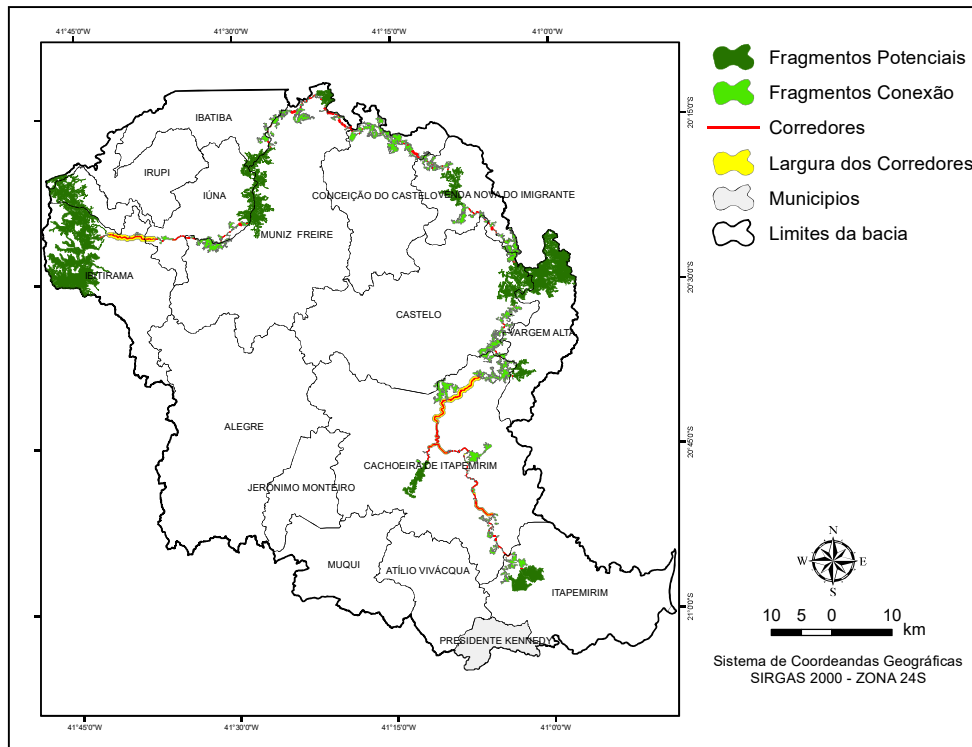


Figura 2. Corredores ecológicos, fragmentos conexão e fragmentos com maior potencial espacial para conservação e conexão na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES. Fonte: Elaborado pelo autor.

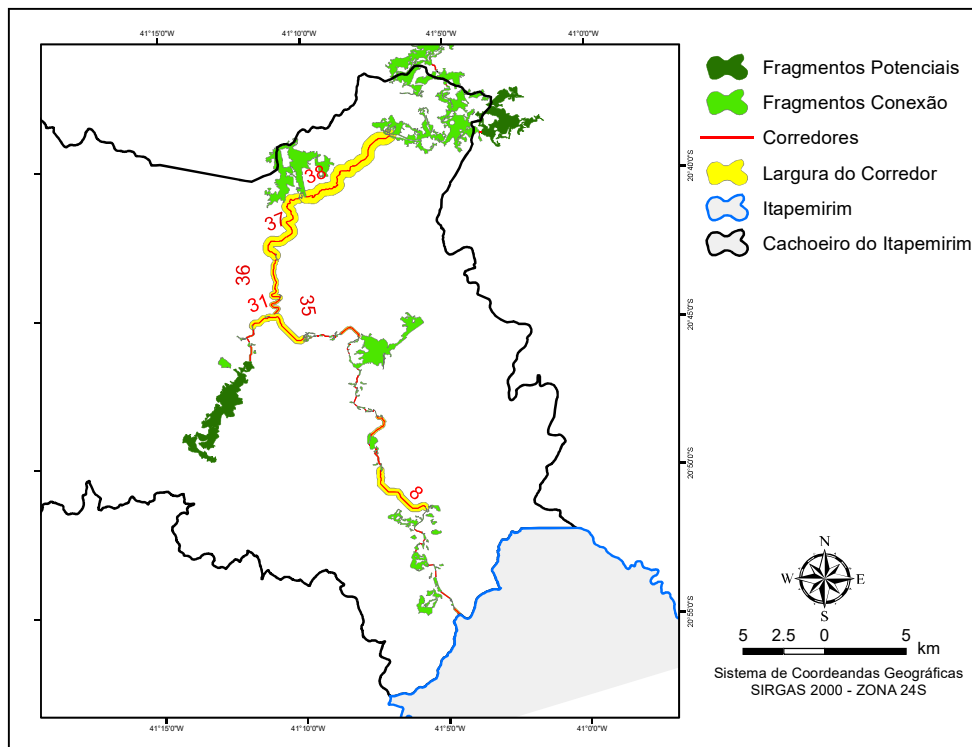


Figura 3. Corredores ecológicos, fragmentos conexão e fragmentos com maior potencial espacial para conservação e conexão na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES, setor Cachoeira/Itapemirim. Fonte: Elaborado pelo autor.

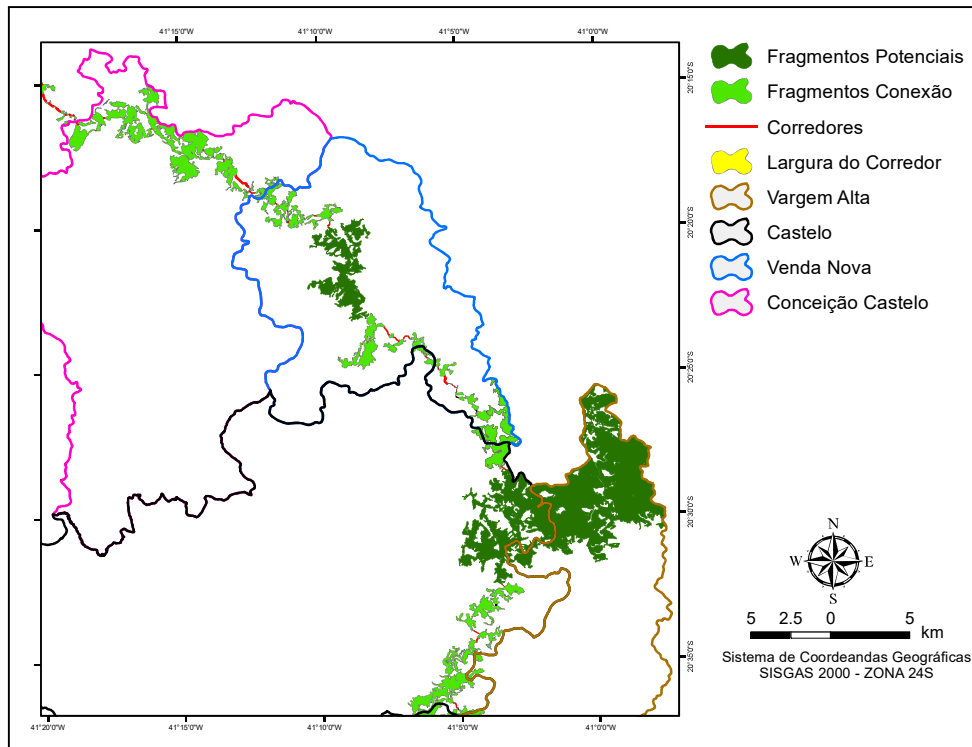


Figura 4. Corredores ecológicos, fragmentos conexão e fragmentos com maior potencial espacial para conservação e conexão na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES, setor Vargem alta/Conceição do Castelo. Fonte: Elaborado pelo autor.

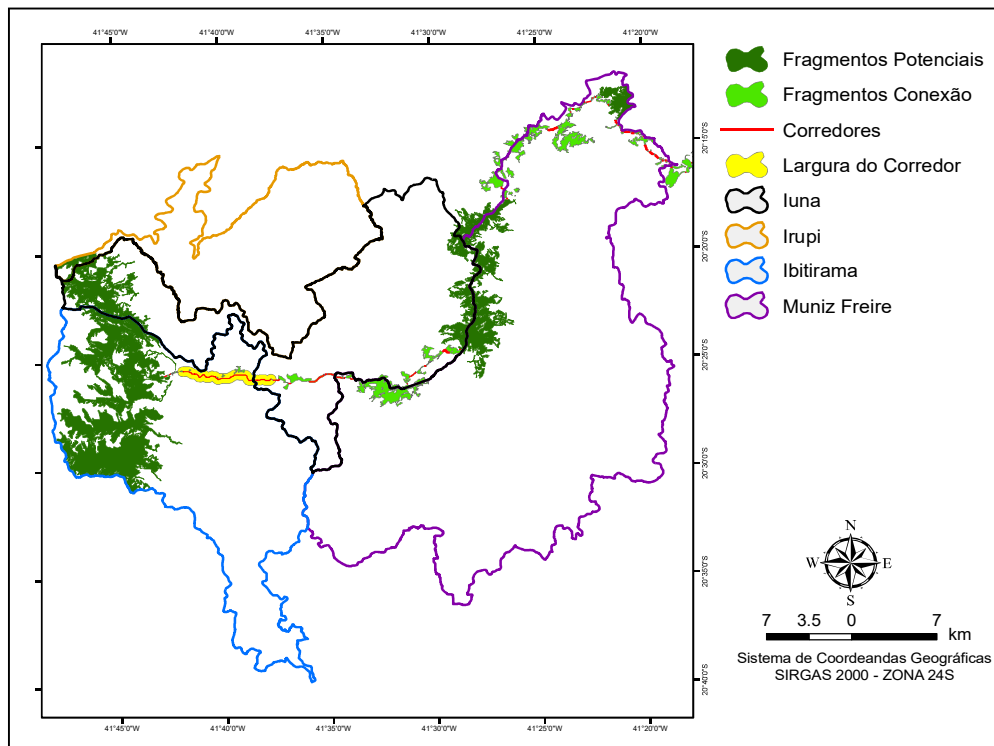


Figura 5. Corredores ecológicos, fragmentos conexão e fragmentos com maior potencial espacial para conservação e conexão na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES, setor Muniz Freire/Ibitirama. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2. Uso e cobertura da terra em cada corredor proposto para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.

(Continua)

Corredor	AG (ha)	RE (ha)	AR (ha)	CD (ha)	AE (ha)	ENP (ha)	EP (ha)	PA (ha)	SE (ha)	VA (ha)	AFR (ha)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
2	0,20	0,00	1,58	11,97	2,21	0,31	0,16	8,98	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	3,90	0,04	0,00	0,00	0,01	0,30	0,08	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,15	1,13	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,37	0,23	0,00	0,02	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,66	1,83	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	10,11	44,86	143,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,03	5,10	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	4,99	17,89	0,00	0,47	0,00	12,54	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,04	0,20	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,40	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,17	2,08	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,82	0,00	2,38	10,45	0,00	0,87	0,00	10,98	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,41	0,00	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	57,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	4,62	0,00	33,11	47,18	5,06	0,87	2,77	91,16	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,07	4,70	2,01	0,00	0,24	0,16	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,62	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,41	0,00	0,00	0,00
37	0,52	0,00	2,88	5,46	0,00	0,71	0,00	22,09	0,00	0,00	0,00
38	3,47	0,00	8,91	11,05	0,00	2,19	0,00	69,40	2,47	0,51	0,00
39	5,57	6,87	31,20	21,82	0,00	11,67	0,24	309,98	0,00	0,54	0,00
40	42,86	1,52	43,33	12,01	0,00	11,70	0,00	480,88	11,18	3,38	7,95
41	0,59	0,00	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
42	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 2. Uso e cobertura da terra em cada corredor proposto para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.

(Continuação)

Corredor	AG (ha)	RE (ha)	AR (ha)	CD (ha)	AE (ha)	ENP (ha)	EP (ha)	PA (ha)	SE (ha)	VA (ha)	AFR (ha)
43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
44	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,95	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
48	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
49	0,66	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00
51	0,18	0,22	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00
52	0,05	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	0,02	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	0,01	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
55	1,21	0,00	2,29	0,31	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
56	0,04	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58	0,21	0,20	0,59	0,27	0,00	0,09	0,00	1,45	0,00	0,51	0,00
59	0,15	0,50	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00
60	1,97	2,27	0,80	0,00	0,00	0,08	0,00	0,04	0,00	0,00	0,17
61	0,69	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,88
62	0,35	0,33	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
63	0,19	0,17	1,23	0,00	0,00	0,04	0,00	0,34	0,00	0,00	0,06
64	2,82	0,00	0,32	0,00	0,00	0,56	0,00	10,55	0,00	0,55	0,00
65	0,00	0,83	1,80	0,00	0,00	0,05	0,00	0,26	0,00	0,00	0,02
66	0,17	0,60	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	0,60	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
68	0,35	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	0,19	0,11	0,00	0,00	0,00
69	0,98	0,00	0,87	0,00	0,00	0,13	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
70	0,09	0,93	2,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00
71	0,01	0,13	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
73	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
74	0,34	0,00	2,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
75	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
77	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,19	0,00
78	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
79	0,00	0,15	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
80	0,69	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00
81	0,19	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02	0,38	0,00	0,00	0,00
82	2,53	0,00	3,67	0,00	0,86	0,37	0,00	1,93	0,00	0,16	0,00
83	0,00	0,74	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00

Tabela 2. Uso e cobertura da terra em cada corredor proposto para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.

(Conclusão)

Corredor	AG (ha)	RE (ha)	AR (ha)	CD (ha)	AE (ha)	ENP (ha)	EP (ha)	PA (ha)	SE (ha)	VA (ha)	AFR (ha)
84	0,00	0,00	3,56	0,00	0,00	0,03	0,00	0,71	0,02	0,00	0,32
85	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
86	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00	0,00	2,72
87	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,01	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00
88	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	0,79
89	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
90	0,00	0,00	3,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,24
91	2,52	0,00	10,77	0,00	0,00	0,25	0,16	5,50	0,00	0,00	0,16
92	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
93	2,08	5,71	2,44	0,00	0,00	0,51	0,00	11,22	0,00	0,00	0,00
94	258,19	12,66	7,41	15,60	8,28	8,77	0,00	338,69	0,92	3,86	0,00
95	0,16	0,40	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	337,71	34,58	206,34	275,62	164,78	39,92	3,97	1399,44	14,68	9,71	13,42
%	13,39	1,37	8,42	10,93	6,53	1,58	0,16	56,13	0,58	0,38	0,53

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

A análise dos dados da Tabela 2 nos revela que 546,38 ha, 21,66% da área total dos corredores encontram-se em áreas edificadas, agrícolas, estradas pavimentadas e não pavimentadas, consideradas como barreiras para a passagem dos CEs, no entanto, esses valores são explicado em função dos *buffers* aplicados ao percurso dos corredores, que inevitavelmente sobrepõem áreas de maiores custos para sua implantação. Todavia, relacionando a área total conectada (fragmentos potenciais, fragmentos conexão e área dos corredores), com as áreas consideradas fatores de impedância, verifica-se que estas áreas representam 1,71% da área total conectada.

As áreas dos corredores cobertas por cursos d'água, áreas em regeneração, várzeas, solos expostos e pastagens, consideradas neste estudo como fatores de menor custo, representam 76,23% da área total dos corredores. Todavia, para a implantação deste CE, são necessárias algumas ações nas classes de uso da terra.

As áreas de pastagem devem melhorar o seu estado vegetativo principalmente por adoção de sistemas silvipastoris. Os sistemas silvipastoris são potencialmente mais sustentáveis que os sistemas tradicionais favorecendo os CEs. Em áreas de agricultura recomenda-se o uso de sistemas agroflorestais.

As estradas são consideradas barreiras para os CEs, pois, além de serem barreiras intransponíveis para muitas espécies, existem ainda os riscos devido ao

aumento da vulnerabilidade ao predador e o risco de atropelamentos. Para minimizar esta situação devem-se construir túneis especialmente projetados para facilitar o movimento de animais sob as estradas em alguns pontos.

Salienta-se que a delimitação de corredores ecológicos por meios computacionais, como o realizado neste trabalho, deve ser usada para análises prévias de viabilidade. O processo de estabelecimento de um corredor ecológico envolve também outras variáveis, como a desapropriação de propriedades particulares, a promoção de mudanças de comportamento dos autores sociais envolvidos, a fim de aprimorar o planejamento e a execução de corredores necessários para a atenuação dos efeitos negativos advindos da fragmentação florestal.

4 Conclusões

- Os fatores considerados neste estudo como alto custo, ou impedância para implantação dos corredores ecológicos, representaram 1,71% da área total conectada.
- A metodologia utilizada por meio de técnicas de Sistemas de Informações Geográficas mostrou-se eficiente.
- As técnicas de Sistemas de Informações Geográficas proporcionou o desenvolvimento de rotas de corredores ecológicos com pesos de menor custo e menor caminho entre dois pontos, produzindo, de forma automatizada, informações sobre suas dimensões e distribuição espacial na paisagem e permitindo a elaboração de mapas analógicos e digitais.

5 Referências bibliográficas

ALTOÉ, R. T.; OLIVEIRA, J. C. de; RIBEIRO, C. A. A. Sistema de informações geográficas na definição de corredores ecológicos para o município de Conceição da Barra. **Anais...XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, INPE, abr. 2005, p. 1995-2002.

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. da; RYLANDS, A.B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D.; CAVALCANTI, R. B. Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. Belém: **Sociedade Civil Mamirauá**, 2005. 256p.

BERGHER, I. S. B. **Estratégias para edificação de micro-corredores ecológicos entre fragmentos de Mata Atlântica no Sul do Espírito Santo: Alegre**, UFES, 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Brasil, Alegre, 2008.

BRASIL. **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. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

BRASIL. **Resolução nº 09**, 24 de outubro 1996. Dispõe sobre corredor de vegetação entre remanescentes como área de trânsito para a fauna. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=208>>. Acesso em: 16 mai. 2014.

CÂMARA, C.; MOREIRA, F. R.; BARBOSA FILHO, C. R. A.; BÖNISCH, S. Técnicas de Inferência Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, M. V. M. (Org.), *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, p. 241-288, 2001.

ESRI. **ArcGIS Centro de recursos do HELP**. Disponível em: <<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html>>. Acesso em: 13 de outubro de 2014.

EUGENIO, F. C.; **Geotecnologias na alocação de torres de observação de incêndios florestais**. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre, 2011.

FORMAN, R. T. T.; A. E. GALLI; C. F. LECK. Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications. **The ecology**, v. 26, p. 18-8, 1976.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. Wiley & Sons Ed., New York: 1986.

FUNDAÇÃO SOSMATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 2005-2008**. Relatório Parcial Disponível em <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 05 mai. 2014.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**, período 2012-2013. Disponível em http://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/05/atlas_2012-2013_relatorio_tecnico_20141.pdf> acesso em: 27 mai. 2014.

HILL, L. J.; CURRAN, P. J. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1391–1403, 2003.

IEMA – Instituto Estadual do Meio Ambiente. 2007. **Levantamento Aerofotogramétrico na escala 1: 35.000**. Ortofotomosaico. 2007.

JUVANHOL, R. S.; **Análise espacial de fragmentos florestais no corredor ecológico entre os parques estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, ES**. 2011. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

LANGANKE, T. Selection and application of spatial indicators for nature conservation at different institutional levels. **Journal for Nature Conservation**. v. 13, p. 101-114. 2005.

LANG, S., TIEDE, D. **V-LATE Extensão für ArcGIS - vektorbasiertes Ferramenta zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse**, ESRI Anwenderkonferenz 2003. Innsbruck, 2003

LANG, S.; BLASCHKE, T. *Landschaftsanalyse mit GIS, UTB-Reihe*. - Ulmer Verlag, Stuttgart, 2007, 420p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p. 1717-1725. 2008.

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 GARCIA, G. O. **Delimitação de corredores ecológicos no ArcGIS 9.3**. Alegre, Espírito Santo: CAUFES, 2010.

LOUZADA, F. L. R. O. Proposta de corredores ecológicos para interligação de parques estaduais utilizando geotecnologia, Espírito Santo (ES)-Brasil. **Revista Geográfica Venezuelana**, v.53 n.2, p. 239-254, 2012.

MARTINS, A. K. E.; SARTORI NETO, A.; MENEZES, I. C.; BRITES, R. S.; SOARES, V. P. 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), 1998.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **An. Acad. Bras. Ci.**, v. 71, n. 3-1, p. 445 - 463. 1999

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2011. 307 p.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Revista Floresta**, v.40, n.1, p.147-162, 2010.

America's Space Agency – (NASA): Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>>. Acesso em: 20 mai. 2014.

NUNES, G. M.; SOUZA FILHO, C. R. de; VICENTE, L. E.; MADRUGA, P. R. de A. e L. F. WATZLAWICK. Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS). **Anais... XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. P. 3183-3189. INPE (Abril), Goiânia, Goiás (GO)-Brasil, 2005.

PEREIRA, M. A. S.; NEVES, A. G. S.; FIGUEIREDO, D. F. C. Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. **Revista Geografia**, v.16, n.2, p.5-24, 2007.

PRICE, J. C., Calibration of satellite radiometric and the comparison of vegetation indices, **Remote Sens Environ**. 21:15-27, 1987a.

PRICE, J. C., Radiometric calibration of satellite sensors in the visible and near infrared: history and outlook, **Remote Sens Environ**., 22:3-9, 1987b.

ROCHA, C. C. da; SILVA, A. de B.; NOLASCO, M. C. e W. F. ROCHA. Modelagem de corredores ecológicos em ecossistemas fragmentados utilizando processamento digital de imagens e sistemas de informações georreferenciadas.

Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 3065-3072. INPE (Abril). Florianópolis-Santa Catarina (SC)-Brasil, 2007.

SAATY, T. L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, p.234-281, 1977.

SEOANE, C.E.; Diaz, V.S.; Santos, T.L.; Froufe, L.C.M. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.30, n.63, p.207-216, 2010.

United States Geological Survey (USGS). **Landsat Project Description**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 19 ago. 2014.

VIANA, V. M. Biologia de manejo de fragmentos de florestas naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Campos do Jordão. **Anais...**Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, p.155. 1990.