

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CAROLINA GOULART BEZERRA

ESTUDO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E ECOLOGIA DA
PAISAGEM NA SUB-BACIA DO CÓRREGO HORIZONTE, ALEGRE,
ES.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2010

CAROLINA GOULART BEZERRA

ESTUDO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E ECOLOGIA DA
PAISAGEM NA SUB-BACIA DO CÓRREGO HORIZONTE, ALEGRE,
ES.

Monografia apresentada ao
Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade Federal
do Espírito Santo, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2010

CAROLINA GOULART BEZERRA

ESTUDO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E ECOLOGIA DA
PAISAGEM NA SUB-BACIA DO CÓRREGO HORIZONTE,
ALEGRE, ES.

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em dede

COMISSÃO EXAMINADORA

Gilson Fernandes da Sila
Prof.º D.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo

Alexandre Rosa dos Santos
Prof.º D.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo

Eng. Florestal Msc. Daiani Bernardo Pirovani

Eng. Florestal Leonardo Bergantini Pimentel

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por ter me dado vida, força e saúde.

À minha mãe, pois sem ela eu não teria chegado até aqui. Pelo amor, paciência e conselhos. Você é demais! Te amo mais que tudo!

Aos meus dois pais, Sérgio e Gilberto, pelo aprendizado, paciência, amor e pelo apoio de sempre. Amo vocês!

À meu irmão, a saudade é grande. Obrigada pelo carinho e amor, Te amo!

À minha família, tios, tias, avós, primos e primas, obrigada ao amor que vocês sempre me deram, saudades.

Às amigas que desde o início foram pessoas maravilhosas, nunca deixaram de se ausentar e que sempre pude contar. Amoo!

Aos amigos da turma 2007/01, aos amigos do DEF e do laboratório de ecologia...Vocês são únicos e inesquecíveis!!

Às amigas de república, Amoriana e Lívia pelas risadas, fofocas e carinho. Sentirei saudades.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal pelo aprendizado e dedicação.

Ao professor Gilson pela confiança, oportunidade de ter trabalho com você...aprendi muito com seus ensinamentos.

Ao professor Alexandre pela dedicação e pela oportunidade de ter desenvolvido este trabalho. Obrigada por aceitar ser meu conselheiro.

Ao Leonardo pelos conselhos, aprendizado e por ter aceitado participar da minha banca.

À Daiani, pela paciência de ajudar no trabalho e por ter aceitado participar da minha banca.

Enfim, agradeço à todos vocês por terem acreditado em mim!!!

RESUMO

Neste trabalho, teve-se como o objetivo analisar e avaliar a estrutura da paisagem na sub-bacia do Córrego Horizonte, localizado no município de Alegre, ES. A quantificação foi feita através dos índices ou métricas de ecologia da paisagem que descrevem o tamanho e forma das paisagens, a abundância de cada tipo de mancha e a distribuição espacial de manchas similares ou dissimilares. Primeiramente foi obtido o *shape* da área de estudo, em seguida foi feita a digitalização dos fragmentos pelo software ArcGis 9.3, e os cálculos das áreas destes. Posteriormente, foi feito o mapeamento dos fragmentos florestais de toda a área da sub-bacia Córrego Horizonte. Foi calculado os índices através da extensão gratuita para o ArcGis *Patch Analyst*. Foram encontradas nove (9) manchas, sendo a área total destes de 250,32 hectares, representando 19,01% da área total. Os índices calculados neste trabalho foram: índice de área, de densidade e tamanho, de borda, forma, área central ou interior e proximidade. Os resultados mostraram que houve uma elevada variação nos tamanhos das manchas, ou seja, nesta área há tanto fragmentos pequenos com aproximadamente 1 hectare, como fragmentos grande. Os tamanhos das áreas centrais também apresentaram alto valor de desvio padrão, mostrando a grande variabilidade existente entre os fragmentos.

Palavras chave: Fragmentos florestais, índices de ecologia da paisagem, *Patch Analyst*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O problema e sua importância.....	1
1.2 Objetivo	3
1.2.1 Objetivo geral.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Mata Atlântica	4
2.2 Fragmentação Florestal	6
2.3 Ecologia da Paisagem.....	8
2.4 Estrutura espacial da Paisagem	11
2.4.1 Fragmentos ou manchas.....	11
2.4.2 Matriz	12
2.4.3 Corredores	13
2.5 Avaliação da Paisagem através de “métricas” ou “índices”.....	14
2.5.1. Índices de Área.....	16
2.5.2. Índices de Densidade e tamanho.....	16
2.5.3. Índices de Borda.....	17
2.5.4 Índices de Forma	17
2.5.5 Índices de Proximidade.....	18
2.5.6 Índices de área central.....	18
2.6 Sensoriamento Remoto e o SIG– Uma Ferramenta para o estudo da Paisagem.....	19

3 METODOLOGIA.....	21
3.1 Caracterização da Área de Estudo	21
3.2 Processamento e análise dos fragmentos.....	22
3.3 Análise dos fragmentos por meio de métricas da paisagem.....	24
4 RESULTADOS DA PESQUISA	29
4.1 Mapeamento e Análise dos Fragmentos Florestais por meio de métricas da paisagem	29
5 CONCLUSÕES	39
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Índices de Ecologia da paisagem gerados através do <i>Patch Analyst</i> para fragmentos florestais.....	25
Tabela 2 - Fórmulas das métricas utilizadas.....	27
Tabela 3 - Índices de ecologia da paisagem calculados.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação matriz-corredor-mancha.....	14
Figura 2- Sub-bacia do córrego Horizonte, Alegre, ES.....	21
Figura 3- Etapas da metodologia utilizada para elaboração do mapa de fragmentação florestal.....	23
Figura 4- Mapa dos fragmentos florestais na sub-bacia da área de estudo.....	30
Figura 5- Mapa da relação área-central ou área-núcleo nos fragmentos na área de estudo.....	37

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

Atualmente, com a intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente, observa-se um intenso processo de substituição das paisagens naturais por outros usos da terra. Essas interferências na paisagem convertem extensas e contínuas áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, causando problemas ao meio ambiente e, em muitos casos, afetando a disponibilidade e a qualidade de recursos naturais importantes à população de todas as regiões do mundo (VALENTE, 2001).

Nesse contexto, a Mata Atlântica é o ecossistema brasileiro que mais sofreu e vem sofrendo intensos e persistentes processos de degradação e fragmentação florestal, por isso constitui uma das regiões identificadas mundialmente como Hotspot - área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau (MITTERMEIER et al. 1998; SILVA, 2002 apud AZEVEDO, SILVA e FERREIRA, 2003). Devido ao exposto a Floresta Atlântica merece receber atenção especial, por tratar-se de um ecossistema significativamente degradado, ainda muito pouco conhecido, mas de grande significado econômico e ambiental.

A sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, está localizada em Alegre- ES, abrangendo o distrito de Rive a fazenda do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo (IFES) - Campus de Alegre encontra-se em área de domínio do bioma Mata Atlântica, apresentando-se, hoje, em avançado processo de fragmentação.

Dentre as consequências mais importantes do processo de fragmentação florestal, destacam-se a diminuição da diversidade biológica, o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais (VIANA, 1990 apud MARTINS et al., 2002).

Diante disso, Slaviero (2007) enfatiza que a análise da paisagem em regiões intensamente fragmentadas é de fundamental importância para o estabelecimento de

modelos de preservação e conservação da biodiversidade por determinar o grau de comprometimento ecológico geográfico da área em análise.

A ecologia da paisagem envolve o estudo de padrões da paisagem, a interação entre manchas no interior do mosaico da paisagem, e a forma como padrões e interações mudam no tempo. Considera ainda o desenvolvimento e dinâmica da heterogeneidade espacial e os seus efeitos nos processos ecológicos (COUTO, 2004).

Para tornar possíveis as ações que promovam a recuperação e até mesmo a interligação dos fragmentos florestais, por meio dos corredores ecológicos, é necessária a realização do diagnóstico da atual situação (VIANA et al., 1992 apud AZEVEDO, 2003).

Assim para um melhor entendimento dos principais fatores que a afetam a dinâmica dos fragmentos de vegetação natural, alguns autores propõem diversos índices de estrutura de paisagem (FORMAN e GODRON, 1986; GUSTAFSON e PARKER, 1992; MACGARICAL e MARKS, 1995 apud SMANIOTTO, 2007). Os índices da paisagem (ou métricas da paisagem) tornam possível quantificar com precisão os padrões espaciais da paisagem, além de auxiliar na quantificação do padrão de uso e ocupação da terra, além de facilitar a compreensão da heterogeneidade espacial e da própria estrutura da paisagem.

Diante da necessidade desses estudos, a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e de dados de Sensoriamento Remoto vem facilitar a elaboração de mapas temáticos de uso da terra e cobertura vegetal, proporcionando, assim, a possibilidade de análises temporais, uma vez que a fisionomia da Terra está em constante transformação natural e/ou antrópica (DUARTE & BRITO, 2004). No contexto atual os aplicativos computacionais do SIG e do Sensoriamento Remoto, possuem um relevante papel para a análise do meio ambiente (FLORENZANO, 2002).

O estudo da análise da paisagem sobre fragmentos florestais na área de estudo, pode representar significativo avanço para a compreensão das relações espaciais e a dinâmica florestal destas porções insulares, por causa do desmembramento da Floresta Atlântica. Os resultados desta pesquisa podem fundamentar e colocar em evidência a necessidade de preservação de pequenos fragmentos de florestas que não estão protegidos por nenhuma modalidade de unidade de conservação, assim como

contribuir para o planejamento ambiental, fornecendo novas informações para os estudos sobre desenho da conservação, ajudando assim, a assegurar de maneira efetiva, nesta sub-bacia, a biodiversidade.

Para caracterizar a estrutura da paisagem e detectar mudanças nos padrões de desmatamento, métricas de ecologia da paisagem e ferramentas computacionais para extração de informação de imagens podem ser utilizadas, permitindo extrair informações de grandes bases de dados ou ajudando a evidenciar padrões de interesse nestes dados (SILVA et al., 2005 apud SAITO, 2010).

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a estrutura da paisagem florestal na sub-bacia do Córrego Horizonte situado no município de Alegre, Estado do Espírito Santo, por meio de métodos quantitativos, bem como estudar a influência do efeito de borda nos fragmentos florestais.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Elaborar o mapa dos fragmentos florestais na sub-bacia Córrego Horizonte;
- b) Identificar o padrão dos fragmentos florestais existentes na área;
- c) Estudar a estrutura da paisagem florestal por meio de índices de ecologia da paisagem;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um complexo e exuberante conjunto de ecossistemas de grande importância por abrigar uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, reconhecida nacional e internacionalmente no meio científico (MITTERMEIER et al, 2004). É a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, que originalmente estendia-se de forma contínua ao longo da costa brasileira, penetrando até o Leste do Paraguai e nordeste da Argentina em sua porção sul (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2001; GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2003 apud TABARELLI, 2005). Extremamente heterogênea em sua composição, a Mata Atlântica estende-se de 4° a 32°S e cobre um amplo rol de zonas climáticas e formações vegetacionais, de tropicais a subtropicais (MANTOVANI, 2003).

Este bioma exerce importantes funções ambientais, ecológicas e sociais, como a regulação do fluxo hídrico e de sedimentos nas bacias, a diminuição na intensidade dos processos erosivos nas encostas, o controle climático e a redução na frequência e na magnitude de desastres como os deslizamentos e inundações (CANTINHO, 2010).

As formações do bioma são as florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista (mata de araucárias), Estacional Semidecidual e Estacional Decidual e os ecossistemas associados como manguezais, restingas, brejos interioranos, campos de altitude e ilhas costeiras e oceânicas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Devido a uma série de fitofisionomias bastante diversificadas, propiciou uma significativa diversificação ambiental e, como consequência, a evolução de um complexo biótico de natureza vegetal e animal altamente rico.

Lamentavelmente, é também um dos biomas mais ameaçados do mundo devido às constantes agressões ou ameaças de destruição dos habitats nas suas variadas tipologias e ecossistemas associados (SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Antes

cobrindo áreas enormes, as florestas remanescentes foram reduzidas a vários arquipélagos de fragmentos florestais muito pequenos, bastante separados entre si (GASCON et al., 2000 apud ALMEIDA, PIRES & MENDES, 2009).

A dinâmica da destruição foi mais acentuada nas últimas três décadas, resultando em alterações severas para os ecossistemas pela alta fragmentação do habitat e perda de sua biodiversidade. O resultado atual é a perda quase total das florestas originais intactas e a contínua devastação dos remanescentes florestais existentes, que coloca a Mata Atlântica em ruim posição de destaque no mundo: como um dos conjuntos de ecossistemas mais ameaçados de extinção. Restam atualmente apenas 7,91%, ou seja, 102.012 km² da área originalmente coberta pela Mata Atlântica. (SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2009).

Nos últimos anos, porém, houve crescente mobilização da sociedade civil pela preservação do bioma, iniciativas de políticas públicas e um crescente envolvimento de organizações não governamentais. Embora tenham crescido consideravelmente o número das iniciativas de conservação durante as últimas décadas, elas são ainda insuficientes para garantir a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica (JACOBI, 2003 apud TABARELLI, 2005).

A conservação a biodiversidade na Mata Atlântica depende, até certo ponto, da compreensão da influência da configuração espacial dos remanescentes de matas e das chances de persistência em longo prazo das espécies presentes no local. Vale ressaltar que estudos sobre o efeito da fragmentação são desta forma, de grande importância para a conservação (BOSCOLO, 2007).

2.2 Fragmentação Florestal

Fragmento Florestal é qualquer área de vegetação natural contínua, (independente do seu estágio sucessional), interrompida por barreiras antrópicas (estradas, culturas agrícolas, etc.) ou naturais (montanhas, lagos, outras formações vegetacionais, etc.), que sofra diminuição significativa do fluxo de animais, pólen e/ou sementes (VIANA, 1990 apud ESPÍRITO SANTO, 1997).

De acordo com Korman (2003) a fragmentação florestal é definida como sendo a separação ou desligamentos não naturais de áreas amplas em fragmentos espacialmente segregados, promovendo a redução dos tipos de habitat e a divisão dos habitats remanescentes em unidades menores e isoladas, o que afeta a biodiversidade e a qualidade ambiental.

A fragmentação age fundamentalmente reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações, sendo apontada como a principal causa da perda de biodiversidade (METZER, 1999), porém as respostas das comunidades vegetais e de cada espécie à fragmentação variam de acordo com diversos fatores, como histórico da fragmentação, seu tamanho e forma, impactos das ações humanas atuais, grau de isolamento e a sensibilidade da comunidade e dos indivíduos de cada espécie a estes processos (COLLI, 2003 apud CANTINHO, 2010).

Na maioria dos casos relatados á respeito da fragmentação de florestas tropicais houve perda de espécies, principalmente, pela destruição do seu habitat; redução do tamanho da população; inibição ou redução da migração; efeito de borda alterando o microclima, principalmente em fragmentos menores; eliminação de espécies dependentes de outras já extintas, imigração de espécies exóticas para as áreas desmatadas circundantes e, posteriormente, para o fragmento. Espécies raras e com pequena área de distribuição, assim como aquelas que necessitam de habitats muito amplos ou especializados, parecem mais suscetíveis aos efeitos da fragmentação (TURNER, 1996).

Segundo Collinge (1996) apud Korman (2003), as consequências primárias da fragmentação de habitats são: perda de espécies da fauna e flora nativa da região,

muitas vezes endêmicas, invasão de espécies exóticas desequilibrando relações como competição e predação, início do processo de erosão do solo, e diminuição da qualidade e disponibilidade de água.

Seoane (2007) indica os três efeitos genéticos mais óbvios da fragmentação florestal como sendo:

i. Aumento da deriva genética

ii. Aumento da endogamia

iii. Redução do fluxo gênico

iv. Aumento da probabilidade de extinção total (YOUNG et al., 2000 apud SEOANE, 2007).

O processo de fragmentação leva à formação de uma paisagem em mosaico com a estrutura constituída por manchas ou fragmentos, corredores e a matriz (METZER, 2003).

Para diminuir os impactos causados pelas atividades econômicas ligadas ao meio rural e urbano, a legislação brasileira estipulou no Código Florestal Brasileiro de 1965, onde áreas que devem ser preservadas prioritariamente. Porém em muitos casos a legislação não é respeitada, principalmente no meio rural onde é mais difícil a fiscalização por parte do poder público (SANTANA, 2009; GURGEL, 2009; JÚNIOR, 2009).

As pressões antrópicas expansionistas e exploratórias sobre as florestas naturais levam à necessidade de estudos sistemáticos dos ecossistemas florestais remanescentes, a fim de escolher corretamente as estratégias de manejo e conservação a serem implantadas (MEFFE; CARROLL, 1994 apud SEOANE, 2007).

Estudos recentes avaliaram os efeitos da fragmentação territorial das ações humanas na persistência das espécies. As questões destes estudos assentam nas implicações da fragmentação da matriz territorial nos fatores de persistência, composição e processos ecológicos. As análises centram-se em parâmetros espaciais tais como; a conectividade territorial, a forma, o contexto, o efeito de fronteira e a heterogeneidade (COLLINGE, 1996; FAHRIG, 2002 apud PEREIRA, 2007). As conclusões indicam uma estreita relação entre a fragmentação e o declínio de

indivíduos e espécies, com óbvias consequências para a biodiversidade (PEREIRA, 2007).

A fragmentação da paisagem gera mosaicos de vegetação nativa estruturados em unidades de diferentes áreas e formas (FERREIRA & AZEVEDO, 2003 apud SARCINELLI, 2006). O tamanho e a forma das unidades estão diretamente relacionados com o efeito de borda, que tem sua influencia aumentada com a diminuição da área e com irregularidades na forma dos ambientes naturais (AZEVEDO, 2003 apud SARCINELLI, 2006).

Sendo assim, o planejamento do uso da terra, considerando a distribuição espacial dos remanescentes florestais, tornou-se uma importante ferramenta para propostas que visam à minimização dos impactos causados pela fragmentação de habitat (MUCHAILH, 2007).

2.3 Ecologia da Paisagem

Naveh e Lieberman (1984) apud Leite (2005) descrevem o desenvolvimento histórico da ecologia da paisagem e afirmam que esta surgiu na Europa Central, na década de 1960, em decorrência de estudos da área de geografia humana e da ecologia holística. É caracterizada por uma “abordagem geográfica” devido à preocupação com o planejamento territorial. Visa à compreensão global da paisagem e o ordenamento territorial (METZGER, 2001).

O segundo surgimento da ecologia de paisagens se deu mais recentemente, na década de 1980, influenciado por biogeógrafos e ecólogos americanos que procuravam adaptar a teoria de biogeografia de ilhas para o planejamento de reservas naturais em ambientes continentais. Essa “nova” ecologia da paisagem era vista como uma “abordagem ecológica”, ou seja, dá maior ênfase às paisagens naturais, à aplicação de conceitos da ecologia de paisagens para a conservação da diversidade biológica e ao manejo de recursos naturais (METZGER, 2001).

Atualmente, existem diversas definições para o termo ecologia da paisagem, dependendo do tipo de autor e do tipo de abordagem: ela é entendida como: o estudo

da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (FORMAN & GODRON, 1986); a investigação da estrutura e funcionamento de ecossistemas na escala da paisagem (POJAR et al. 1994 apud METZGER, 2001).

Bridgewater (1993) apud Leite (2005) afirma que a ecologia da paisagem analisa o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações espaciais e temporais e as mudanças na paisagem heterogênea, assim como as influências da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos, e no manejo da paisagem. Neste contexto, Forman (1997) ressalta que a composição de uma paisagem é importante para o entendimento de vários processos ecológicos, entre os quais se encontra o processo de fragmentação florestal. Lang e Blaschke (2009), considera que o objetivo da ecologia de paisagens não é descrever paisagens, mas explicar e compreender os processos que ocorrem nelas.

Sabe-se que a composição e a estrutura da paisagem mudam de maneira progressiva temporal e espacialmente. Essas mudanças podem ser atribuídas às complexas interações entre o ambiente natural, diversos organismos e as atividades humanas, resultando na quebra da estabilidade dos elementos individuais no sistema da paisagem e, conseqüentemente, na sua estrutura espacial (LU et al., 2003).

O planejamento do uso da terra, por meio do estudo da paisagem, tem sido ressaltado como alternativa para diferentes planejamentos, como ordenamento territorial, avaliação de impactos ambientais, identificação e avaliação de recursos cênicos e, na recuperação de áreas degradadas (OLIVEIRA, 2003).

A ecologia, principalmente nas últimas décadas, tem se concentrado nas relações verticais entre plantas, animais, ar, água e solo com relativa homogeneidade das unidades espaciais. Já a ecologia da paisagem aprofunda-se no conhecimento das relações horizontais, ou seja, das relações entre as unidades do espaço.

Existem diversas interpretações para o termo “paisagem”. A maior parte das definições inclui invariavelmente uma área contendo um mosaico de manchas ou elementos da paisagem (MCGARIGAL e MARKS, 1995). A paisagem pode ser definida como uma área composta por um conjunto de sistemas que interagem entre si, e esse padrão se repete em várias escalas. Esta é fruto da interação dos componentes

geológicos, expostos à ação do clima, fatores geomorfológicos e bióticos que, por meio do tempo, refletem atualmente os registros acumulados da evolução biofísica (FORMAN E GODRON, 1986).

Estudos da paisagem podem apontar caminhos para o desenvolvimento sustentado e para um novo rumo na relação homem-natureza, pois, como sustenta Diegues (1994) apud Leite (2005), a civilização atual está passando da proteção ingênua do mundo natural para a afirmação de uma nova relação entre homem-natureza.

As paisagens são também definidas como sendo heterogêneas, diferindo em termos de composição e configuração e manchas e matriz. Consequentemente, elas serão funcionalmente diferentes no tocante ao fluxo de espécies, energia e materiais entre seus elementos (SELMAN; DOAR, 1992 apud SOARES FILHO, 1998). Essa heterogeneidade se deve à três aspectos básicos (FORMAN E GODRON, 1986 apud LANG & BLASCHKE, 2009):

- Estrutura: Configuração específica dos diferentes elementos da paisagem, no que se refere ao seu tamanho, forma, tipo e distribuição quantitativa, bem como o seu arranjo no espaço.
- Função: interações entre os elementos da paisagem, seus componentes de sistema.
- Mudança e desenvolvimento: mudança na estrutura e função ao longo do tempo.

Devido ao exposto, o estudo da paisagem é uma importante ferramenta, pois auxilia no estabelecimento de prioridades globais de conservação, na definição de novas áreas de proteção e no manejo de áreas protegidas. Além disso, é considerado um instrumento importante no planejamento de uso e ocupação da terra, de extrema utilidade na avaliação de impactos ambientais, na recuperação de áreas degradadas, na proteção de recursos cênicos e no desenvolvimento do turismo (MILANO, 1990 apud GRISE, 2008).

2.4 Estrutura espacial da Paisagem

A estrutura da paisagem pode ser entendida como resultado da lei (função geradora) que governa a organização espacial dos elementos da paisagem, gerando um arranjo espacial representado pelo padrão ou textura (FORMAN; GODRON, 1986 apud SOARES FILHO, 1998). Segundo Lang e Blaschke (2009), a estrutura da paisagem trata-se do estudo do mosaico da paisagem que aparece com padrão e o ordenamento espacial específico das unidades da paisagem numa determinada seção de pesquisa.

A caracterização da estrutura da paisagem visa desvendar as origens ou os mecanismos causais das texturas ou padrões, para com isso desenvolver modelos de paisagem. Para tanto, são necessários métodos quantitativos que liguem os padrões espaciais aos processos ecológicos em amplas escalas temporais e espaciais (TURNER; GARDNER, 1991 apud SOARES FILHO, 1998).

Os conhecimentos sobre esses elementos são importantes para a proteção da diversidade biológica, e também essencial para a caracterização de sua estrutura e para identificação de seus padrões. Conforme Turner (1995) apud Muchailh (2007), na análise da paisagem deve ser considerada suas características de estrutura, funcionalidade e dinâmica.

Neste contexto, os três elementos espaciais que estruturam uma paisagem são a matriz, os fragmentos e corredores. Estes formam mosaicos que são responsáveis pela diversidade das paisagens, apresentando modelos espaciais com diferentes componentes (FORMAN, 1995; MARENZI, 2000).

2.4.1 Fragmentos ou manchas

De acordo com Forman e Godron (1986) apud Valente (2001), os fragmentos são superfícies não lineares, que estão inseridas na matriz e diferem em aparência do seu entorno, variam em tamanho, forma, tipo de heterogeneidade e limites.

São considerados como os menores elementos individuais observáveis na paisagem, de acordo com a escala de detecção e observação, são designados, na

bibliografia internacional, frequentemente como *patch* (ZONNEVELD, 1989 apud LANG & BLASCHKE, 2009).

A fragmentação é um processo que leva ao atrito das manchas de habitat natural. Inicia-se com a criação de pequenas manchas que são incompatíveis com os processos naturais existentes no habitat original. As manchas aumentam de tamanho até se fundir com semelhantes formas vizinhas e começam a isolar a paisagem original. A fragmentação ocorre então quando a distância entre as manchas isoladas de habitat aumenta. Seu tamanho diminui gradualmente o que leva à perda total das manchas de habitat original (AYAD, 2004).

2.4.2 Matriz

A matriz de uma paisagem pode ser definida como o seu elemento mais extensivo e conectado e que possui o papel dominante no funcionamento da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986 apud SOARES FILHO, 1998). Esta, por sua vez ocupa a maior extensão na paisagem e que, por esse motivo, tem maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

Em locais em que o processo de fragmentação foi significativo, ou seja, onde os ambientes estão alterados, a matriz em geral dificulta os deslocamentos entre as manchas em função de sua permeabilidade e da capacidade de movimentação das espécies (FRANKLIN, 1993 apud MUCHAILH, 2007). Segundo Valeri e Senô (2004) apud Sarcinelli (2006) a travessia de uma área não florestal depende da habilidade de dispersão e do comportamento migratório da espécie em questão, bem como a qualidade da matriz e da distância a ser percorrida para alcançar fragmento adjacente.

De acordo com Forman e Godran (1986) apud Soares Filho (1998) a distinção de manchas e a matriz de uma paisagem consiste num grande desafio a um estudo de ecologia de paisagem. Além de ter uma área mais extensa e com limites côncavos envolventes a outros elementos, a matriz também pode ser caracterizada pela sua maior conectividade e pelo seu controle preponderante no fluxo de energia e na dinâmica da paisagem. Portanto, se nenhum tipo de elemento da paisagem for predominante, o maior grau de conectividade indicara qual elemento corresponde à matriz.

A qualidade da matriz diz respeito ao uso que esta submetida. Assim, quanto maior o contraste entre os fragmentos e a matriz, maior também será a intensidade dos efeitos de borda sobre a fauna e flora (SARCINELLI, 2006).

2.4.3 Corredores

Os corredores são estreitas faixas, naturais ou antrópicas, que diferem da matriz em ambos os lados. A grande maioria das paisagens são, ao mesmo tempo, divididas e unidas por corredores (FARINA, 1998 apud VALENTE, 2001).

A manutenção e a implantação de corredores, com vegetação nativa, são consideradas por Metzger et al. (1999) como uma das formas de amenizar as perdas causadas pela fragmentação, com a finalidade de favorecer o fluxo gênico entre os fragmentos florestais e servir como refúgio para a fauna.

As conexões entre os fragmentos de habitat são propiciadas pelos corredores ecológicos que são de grande importância para as dinâmicas das populações silvestres, pois do fluxo gênico entre subpopulações depende a manutenção da variabilidade genética da população regional (FORMAN 1995 apud SANTOS, 2003). Assim sendo, a conectividade entre fragmentos promove mais ganhos do que problemas para uma efetiva ação de conservação da biodiversidade (CAMPOS, 2003).

Neste contexto, Fonseca et al. (2001), diz que as várias abordagens que existem para a manutenção da biodiversidade, uma das mais promissoras para um planejamento regional é a implantação de corredores ecológicos.

Segundo Muchailh (2007) os corredores constituem-se um importante instrumento de planejamento ambiental, no sentido de potencializar a cooperação entre as diversas esferas de governo e segmentos da sociedade civil com objetivo de buscar a conciliação entre a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sócio-econômico.

Na figura (1) encontra-se a representação da estrutura: matriz- corredor- mancha.

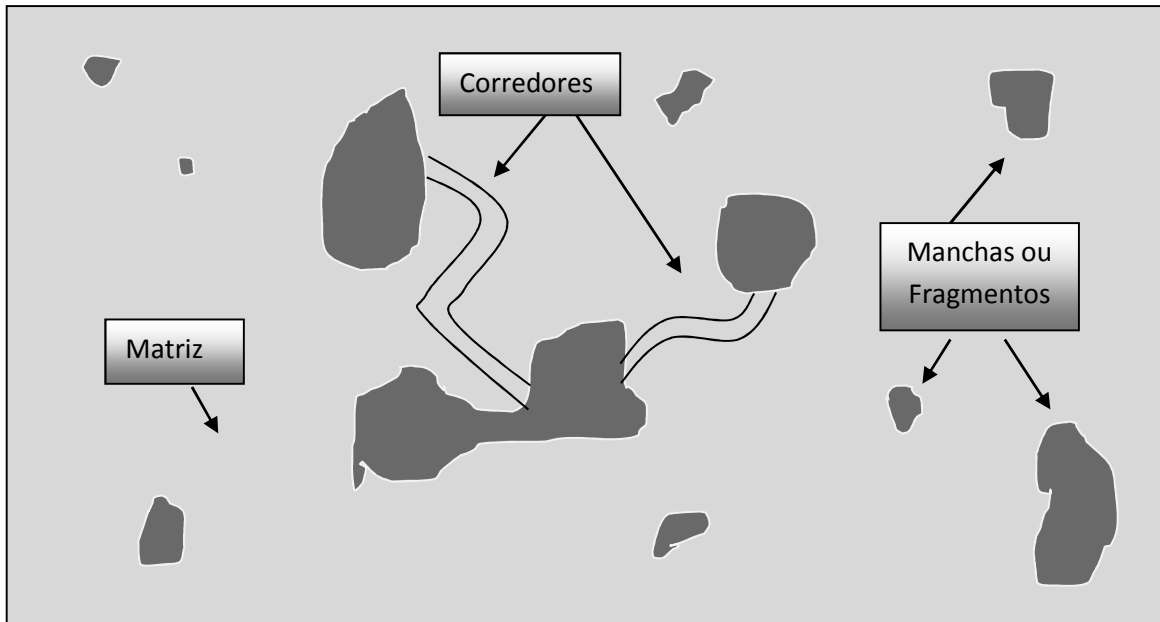


Figura 1: Representação matriz-corredor-mancha.
Fonte: Autor.

2.5 Avaliação da Paisagem através de “métricas” ou “índices”

A relação entre padrões espaciais e processos ecológicos, torna necessária a quantificação dos padrões espaciais, e uma das formas para se realizar isso é através das chamadas “métricas de paisagem” ou “índices da paisagem” (METZGER, 2003). A estrutura da paisagem pode ser quantificada por diferentes parâmetros, índices ou métricas da paisagem. Essas métricas são, em geral, agrupadas em duas categorias: os índices de composição e os de disposição.

Os parâmetros de composição dão uma ideia de quais unidades estão presentes na paisagem, da riqueza dessas unidades e da área ocupada por elas (o que permite inferir sobre o grau de dominância espacial). Os parâmetros de disposição vão quantificar o arranjo espacial dessas unidades em termo de grau de fragmentação e frequência de contato entre as diferentes unidades; grau de isolamento e conectividade de manchas de unidades semelhantes e, finalmente, área, formato e complexidade de

formas das manchas que compõem o mosaico da paisagem (CULLEN; RUDRAN; PADUA, 2006).

Atualmente existe uma quantidade muito grande de métricas que, em princípio, estão disponíveis. Cada métrica tem como base uma certa motivação. No entanto, na maior parte dos questionamentos e aplicações, um determinado conjunto de métricas é suficiente para se conectar aos critérios ecológicos essenciais e mais relevantes (LANG et al., 2002 apud LANG & BLASCHKE, 2009).

McGarigal (2002) identifica que as categorias essenciais incluem as seguintes categorias de pontos de vista ecológicos de estrutura do espaço: tamanho da área, análise da área-núcleo, análise da área do ecótono, indicação de forma, grau de constituição de rede versus isolamento, riqueza de estrutura versus recorte, grau de agregação e diversidade gama.

O estudo de Riitters et al. (1995) teve como objetivo reduzir uma quantidade maior de métricas a um conjunto representativo de poucas métricas. Foram obtidos 55 medidas de estrutura da paisagem, e dentre estas, apenas cinco fatores foram escolhidos. Foram eles: a razão média perímetro-área; o índice de contágio; a forma do fragmento padronizada; número de atributos das classes de fragmentos e a densidade do fragmento de maior tamanho. Os autores concluíram que ideal na quantificação da estrutura das paisagens é que se tenha uma pequena variedade de índices, os quais permitam obter em curto espaço de tempo, o mais importante da estrutura e do padrão de uma paisagem (PIROVANI, 2010).

As métricas da paisagem são a ponte entre planejamento e ecologia, portanto, identificar os principais elementos estruturais da paisagem, e seus fluxos principais de paisagem ou processos são tarefas cruciais para a compreensão das funções das paisagens.

2.5.1. Índices de Área

As métricas de área são consideradas as bases do conhecimento da paisagem. São utilizadas por outras métricas e são métricas muito úteis para estudos de ecologia, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir (VOLOTÃO, 1998).

A área é a medida da estrutura da paisagem mais próxima e mais difundida e, por isso, talvez a mais importante. A área total de uma classe é a soma de todas as áreas de manchas de uma determinada classe numa paisagem. A posição central do atributo espacial “área” deve ser considerada inteiramente relacionada à sua grande importância na ecologia (CULLEN; RUDRAN; PADUA, 2006).

Fragmentos com grandes áreas significam, para a interpretação da paisagem, áreas mais homogêneas, ou ainda, que sofrem pouca interferência com a ocupação ao redor (BORGES, 2010).

2.5.2. Índices de Densidade e tamanho

Os efeitos relativos ao tamanho do fragmento é uma das determinantes importantes para a manutenção da população, pois deles depende a sobrevivência de um número mínimo viável de indivíduos (População Mínima Viável-PMV) (FORMAN, 1995; COLLINGE, 1996; CHIARELLO, 1999 apud VERONESE, 2009). A PMV é o número de indivíduos capaz de manter a variabilidade genética e evitar uma extinção estocástica ao longo de um período relativamente extenso (RICKLEFS, 1996 apud VERONESE, 2009). Nos casos de fragmentos relativamente pequenos, as populações que deles dependem tendem a entrar em declínio com consequente extinção local (METZGER, 1999).

Pode-se dizer que o tamanho dos fragmentos pode influenciar a riqueza das espécies, sendo importante fator para a dinâmica populacional; e o efeito de borda, intensificado pela menor área e forma irregular dos fragmentos, pode reduzir ainda mais a área efetiva do fragmento, por diminuir a área central (COLLI, 2005 apud SARCINELLI, 2006).

Os índices de densidade e tamanho são importantes por caracterizarem os fragmentos (número de fragmentos, tamanho médio, densidade, variação etc.) e por

permitirem que se ordene por grau de fragmentação, heterogeneidade de fragmentos ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem (VOLOTÃO, 1998).

Essas métricas de tamanho são importantes medidas quantitativas para avaliar a transformação da paisagem e fragmentação (BATISTELLA; ROBESON; MORAN, 2003). Para Kapos (1989) apud Pirovani (2010) o tamanho do fragmento é um fator importante para a dinâmica populacional e os efeitos de borda podem reduzir ainda mais a área efetiva do fragmento para determinadas espécies.

2.5.3. Índices de Borda

A fragmentação aumenta a quantidade de ambientes de borda e diminui a quantidade relativa de habitat interior. Assim, os organismos respondem de maneira diversa, sendo as espécies de borda aquelas que mais sofrem com os efeitos causados pela fragmentação (FORMAN e GODRON, 1981 apud MUCHAILH, 2007).

Considerando dois fragmentos de áreas iguais, aquele com forma mais próxima à circular apresenta menos relação perímetro/área e, logo, menos proporção de borda. Por outro lado, fragmentos de formas irregulares, com aqueles alongados e muito recortados, apresentam maior relação perímetro/área, tendo maior proporção de borda (SARCINELLI, 2006).

2.5.4 Índices de Forma

Com relação à forma, os remanescentes florestais apresentam vulnerabilidade devido a sua forma irregular, estando mais sujeitos ao efeito de borda. As formas de distribuição das espécies variam muito, desde circular a longa e estreita, a ecologia da paisagem usa essas formas para obter informações sobre a dinâmica das espécies, em outras palavras, se a distribuição das espécies está ou não estável, expandindo-se ou em migração (FORMAN & GODRON, 1986).

O índice de forma é um importante parâmetro a ser considerado, pois está diretamente relacionado ao efeito de borda, determinando o grau com que esse efeito age sobre o fragmento e a maior ou menor influência dos fatores externos sobre a sua biodiversidade (PIRES; CASTRO; PRETTE, 1999).

2.5.5 Índices de Proximidade

Tanto o tamanho de um fragmento de habitat, quanto a posição relativa a outro fragmentos, irão definir a diversidade de espécies presentes no fragmento e o tamanho das populações existentes.

Outra determinante para auxiliar nos processos de fluxo gênico é a disposição dos fragmentos dentro da matriz da paisagem. A proximidade dos fragmentos pode facilitar muito a dispersão e o fluxo, agindo como componente da dinâmica de populações. É também importante para os processos ecológicos, e tem implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos.

Segundo Metzger (2007) a riqueza de espécies está marginalmente relacionada com a área dos fragmentos, porém está fortemente associada à proporção de mata numa vizinhança de 800 m e à conectividade florestal do fragmento. Ou seja, as espécies respondem mais a características da paisagem (proporção de mata, conectividade) do que ao tamanho do fragmento, indicando que a permanência de algumas espécies nos fragmentos depende do tipo de entorno.

2.5.6 Índices de área central

A área central pode ser definida como a área dentro de um fragmento excluindo da borda por uma distância pré-definida (ou uma operação de *buffer*). É considerada uma medida muito mais forte (do ponto de vista de previsão) de qualidade de *habitats* por especialistas de áreas interiores, do que a área dos fragmentos. Esta é afetada pela forma, enquanto a área do fragmento não (considerando-se a área como invariável). Para se entender o problema das áreas centrais, pode-se pensar que certos fragmentos têm bastante área – o suficiente para manter uma dada espécie – mas não têm área central capaz de permitir uma manutenção daquela espécie (VOLOTÃO, 1998).

2.6 Sensoriamento Remoto e o SIG– Uma Ferramenta para o estudo da Paisagem

Os primeiros Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) surgiram na década de 60, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais, no entanto, foi na década de 80 em que a tecnologia do SIG cresceu aceleradamente, e, sua evolução dura até os dias de hoje (CÂMARA, 2001). Trata-se da tecnologia base para construção de sistemas inteligentes e de apoio à tomada de decisão, que em conjunto fortalecem a avaliação e o monitoramento dos recursos, base material para o desenvolvimento comunal (BOCCO et al., 2000 apud SILVA, 2005).

Segundo Alves (1990) apud Valente (2001), os SIGs podem ser definidos como sistemas destinados ao tratamento automatizado de dados referenciados espacialmente. Esses sistemas permitem a manipulação dos dados de diversas fontes como mapas, imagens e cadastros, permitindo recuperar e combinar informações para efetuar os mais diversos tipos de análises sobre os dados. Além disso, o SIG oferece possibilidades e abordagens estruturadas na análise espacial, com uma ampla capacidade em gerar e tratar dados com os mais diversos detalhes e resolução espacial e espectral (LANG & BLASCHKE, 2009).

As imagens digitais de sensoriamento remoto podem ser obtidas por satélites ou aeronaves, e representam a forma de captura indireta de informação espacial. As informações são armazenadas como matrizes, sendo que cada elemento da imagem, denominado pixel, tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente (CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

Para Kirman (1998) apud Silva (2005), a técnica do sensoriamento remoto é uma ferramenta poderosa de ensino da geografia e pode ainda despertar assuntos sobre física da atmosfera, ecologia da paisagem (incluindo estrutura de cidades), dentre outros. Soares e Freitas (2007) afirmam que uma das vantagens de se utilizar o sensoriamento remoto para interpretação do uso da terra ou paisagem é que as informações podem ser atualizadas devido à característica de repetitividade de aquisição das imagens.

Para a ecologia de paisagem, as técnicas de sensoriamento remoto e os SIGs são uma ferramenta de fundamental importância, pois permitem a manipulação de dados reais e a transferência de informações implícitas para análises explícitas, como é o caso da caracterização quantitativa da estrutura da paisagem a partir de um mapa de uso e ocupação da terra (FARINA, 1992 apud VALENTE, 2001).

ZebNaveh apud Blaschke (2009) designa SIG e Sensoriamento Remoto como “as mais importantes ferramentas holísticas para a análise, planejamento e gestão da paisagem. Silva (2005) também mostra que estes são ferramentas essenciais para o planejamento e gestão ambiental, pois, tornam possível automatizar e integrar dados para o manejo sustentável dos recursos naturais e ordenamento territorial para comunidade.

Devido ao exposto, para o estudo da paisagem, o uso de técnicas do sensoriamento remoto e do sistema de informações geográficas têm tido expansão devido a sua adaptabilidade e acessibilidade (FORMAN, 1995 apud GRISE, 2008), oferecendo os meios para uma análise quantitativa da estrutura da paisagem (PRIMACK; RODRIGUES, 2002 apud GRISE, 2008).

Neste contexto, para avaliar a estrutura da paisagem é utilizado índices ou métricas de paisagem. Para aplicação destes índices é necessário que se possua um mapeamento das classes de uso e ocupação da terra, obtido pela classificação de imagens ou por técnicas de fotointerpretação (PIROVANI, 2010).

Com isso, a utilização desses índices abre uma nova perspectiva para a aplicação prospectiva do sensoriamento remoto em estudos da paisagem, com a finalidade de acompanhar e compreender os processos atuando a níveis regionais continentais e globais. Além disso, O SIG e o SR são considerados de grande valia neste tipo de avaliação e facilita sobremaneira a compreensão do território sua evolução e conseqüentemente sua gestão (CEMIN, 2007).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, se localiza no distrito de Rive, município de Alegre, Estado do Espírito Santo (Figura 2), entre as coordenadas de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) 41°24'55" e 41°31'50" de longitude Oeste e 20° 44'39 e 20°54'30" de latitude Sul, DATUM - WGS 84.

O local de estudo em sua maior porção envolve propriedades rurais, parte da fazenda do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) - *Campus* de Alegre e parte da zona urbana do distrito de Rive, pertencente ao município de Alegre-ES. Sua área total é de 13,17 km², equivalente a 1316,61hectares e 771,87 km de perímetro.

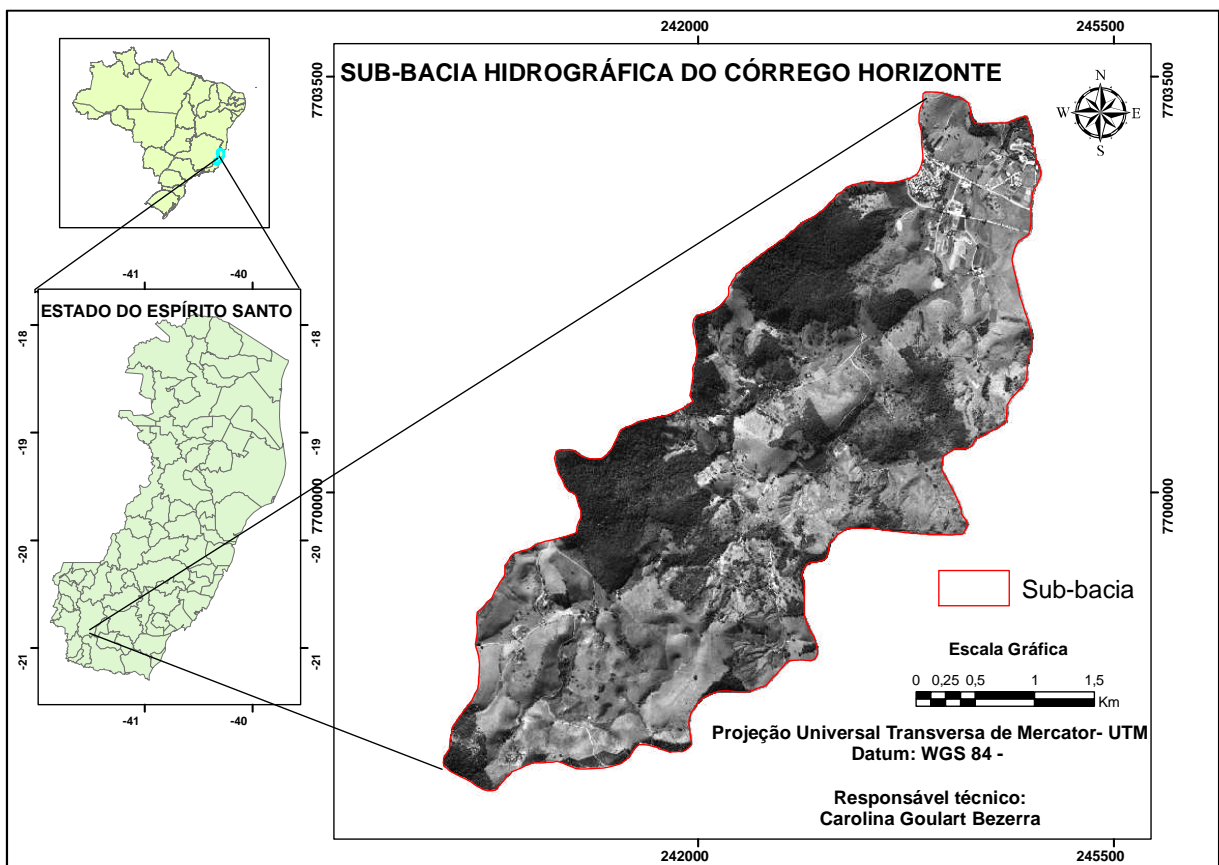


Figura 2-Sub-bacia do córrego Horizonte, Alegre, ES.

Segundo o IBGE (2003) apud Peluzio (2010), a região localiza-se na área de domínio do Bioma de Mata Atlântica, apresentando alguns fragmentos representativos; em especial os situados na área do Ifes - Campus de Alegre, bem como outros localizados nas cabeceiras dos morros. De forma geral, apresenta predomínio de pastagens, agricultura de subsistência e café.

O clima da região enquadra-se no tipo Cwa (Inverno seco e Verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen. Apresentado ainda uma topografia muito acidentada, intercaladas por reduzidas áreas planas (MENDONÇA, 2007). Os remanescentes vegetacionais do município são pertencentes à Floresta Estacional Semidecidual.

A hidrografia é constituída por uma rede de drenagem densa e diversificada, formando rios encaixados e algumas cachoeiras. Possui relevo bastante movimentado, a área é constituída por uma paisagem fortemente ondulada e montanhosa (PELUZIO, 2010).

3.2 Processamento e análise dos fragmentos

Neste trabalho, contou-se com suporte de softwares de SIGs, tanto para análises, geração dos mapas, cálculos de índice, como para armazenamento e manipulação de dados geocodificados. A forma de entrada de dados foi feita via digitalização, mediante a importação de arquivos. Utilizaram-se os *softwares* de sistema de informação geográfica ArcGis 9.3.

Para a realização da análise dos fragmentos foi realizado primeiramente, o diagnóstico do mapa dos fragmentos florestais, ortofotomosaico do ano de 2007 disponibilizado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, com escala de 1/35.000.

Neste sentido o Ortofotomosaico é constituído de imagens de alta qualidade, que são muito úteis para a identificação e mapeamento de feições geográficas e do uso do solo como fragmentos florestais, corpos d'água, afloramentos rochosos, atividades

agrícolas, pastagens, reflorestamentos, sistema viário, áreas urbanas, áreas industriais, áreas degradadas, cortes e aterros, entre outras informações que servem de base para orientar as ações institucionais e as políticas públicas na gestão ambiental (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos- IEMA). Além disso, pode ser muito útil para o planejamento e ações da administração pública municipal.

Na figura (3) está ilustrando as várias etapas para geração de um produto final;

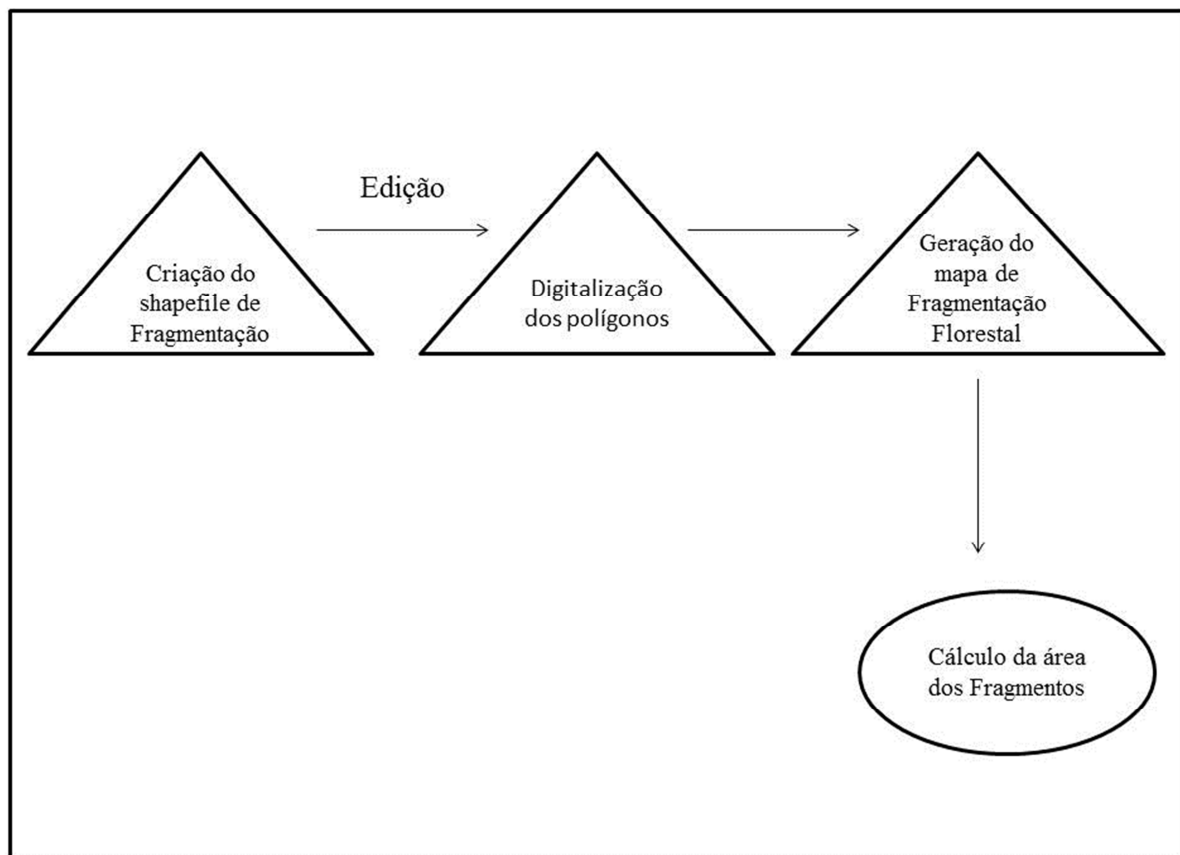


Figura 3 - Etapas da elaboração do mapa de fragmentação florestal.

Fonte: Autor.

A digitalização via tela das feições foi feita na escala padrão de 1:1500 no aplicativo computacional ArcGIS 9.3, por meio de técnicas de fotointerpretação. Através disso foi gerado o mapa de fragmentação florestal da sub-bacia do Córrego Horizonte.

A partir do mapa de fragmentação florestal da região de estudo foi quantificada a área de cada fragmento usando a calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo de imagem vetorial poligonal, tornando possível comparar os tamanhos dos diversos fragmentos florestais encontrados na sub-bacia.

3.3 Análise dos fragmentos por meio de métricas da paisagem

Os índices ou métricas da paisagem para os fragmentos foram obtidos dentro do aplicativo computacional ArcGis 9.3, por meio da extensão gratuita *Patch Analyst* (Analisador de Manchas). Estes foram calculados utilizando a versão para dados vetoriais (Patch.) para o arquivo de fragmentação florestal obtido na etapa anterior. Com base nisso, os índices escolhidos foram; índices de densidade de fragmentos; tamanho; forma dos fragmentos; índices de borda; área central e o índice de proximidade entre os fragmentos.

Por meio das métricas de tamanho obteve-se o somatório da área todos os fragmentos, o tamanho médio dos fragmentos, número total de manchas e o desvio padrão e coeficiente de variação do mesmo.

Para o cálculo da métrica de área central foi utilizado uma distância de 100 metros de largura de borda (*buffer*). Através disso, obtiveram-se os valores de área central total, área central média, número de manchas que possuem área central, desvio padrão, coeficiente de variação do mesmo e o índice de área interior, medido em porcentagem (%).

A análise dos fragmentos foi feita com base no mapa de fragmentos florestais, gerado com o intuito de obter-se o número de fragmentos existentes, a relação de tamanho entre esses fragmentos, o formato de tais fragmentos e o grau de proximidade entre eles por meio dos índices de ecologia da paisagem.

A análise dos fragmentos foi feita com base no mapa de fragmentos florestais, gerado com o intuito de obter-se o número de fragmentos existentes, a relação de tamanho entre esses fragmentos, o formato de tais fragmentos e o grau de proximidade entre eles por meio dos índices de ecologia da paisagem. Os índices calculados encontram-se na tabela (1).

Tabela 1 - Índices de Ecologia da paisagem gerados através do *Patch Analyst* para fragmentos florestais.

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Observação
Área	CA	Área da classe	Hectares (ha)	Somatório das áreas de todas as manchas ou fragmentos florestais presentes na área em estudo.
Densidade e Tamanho	MPS	Tamanho médio da mancha	Hectares (ha)	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas
	NUMP	Número de manchas	Adimensional	Número total de manchas na paisagem ou na classe.
	PSSD	Desvio padrão do tamanho	Hectares (ha)	Razão da variância do tamanho das manchas.
	PSCoV	Coefficiente de variação do tamanho	Porcentagem (%)	Desvio Padrão do tamanho da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha, multiplicado por 100
Borda	TE	Total de bordas	Metros (m)	Extremidade total de todas as manchas. É a soma de perímetro de todas as manchas.
	ED	Densidade de bordas	m/ha	Quantidade de extremidades relativa à área da paisagem.
Forma	MSI	Índice de forma médio	Adimensional	É igual a um quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma da mancha.
	MPFD	Dimensão fractal da mancha média	Adimensional	Os valores se aproximam de um para formas com perímetros simples e chega a dois quando as formas forem mais complexas.

Proximidade	MNN	Distância média do vizinho mais próximo	Metros (m)	A distância média do vizinho mais próximo é a média destas distâncias para classes individuais ao nível de classe e a distância média da classe vizinha mais próxima ao nível de paisagem.
Área Central	TCA	Área central total	Hectares (ha)	O tamanho total das manchas.
	MCA	Área central média	Hectare (ha)	O tamanho médio das manchas de área central.
	NCA	Número de áreas centrais	Adimensional	Número total de áreas centrais dentro da paisagem ou dentro de cada mancha ao nível de classe.
	CASD	Desvio padrão da área central	Hectare (ha)	Raiz da variância da média das áreas centrais.
	CACoV	Coefficiente de variação de área central	Porcentagem (%)	Representa a variabilidade em tamanho das áreas centrais disjuntas em relação à área central média.
	TCAI	Índice de área central total	Porcentagem (%)	Medida da quantidade relativa de área central na paisagem.

Fonte: McGarigal e Marks, 1994 e McGarigal e Marks 1995.

As fórmulas utilizadas para a realização do trabalho estão inseridas na Tabela (2):

Tabela 2 – Fórmulas das métricas utilizadas:

Índice de área	$CA = \sum_{i=1}^n C_i$
Índices de Densidade e tamanho	$NUMP = \sum n_i$
	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i}$
	$PSSD = \frac{\left[\sum_{j=1}^n \left[a_{ij} - \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \right) \right]^2 \right]}{n_i}$
	$PSCoV = \frac{PSSD}{MPS} \times 100$
Índices de Borda	$TE = \sum_{i=1}^n e_i$
	$ED = \frac{TE}{CA}$
Índices de Forma	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left \frac{0,25p_{ij}}{f a_{ij}} \right }{n_i}$
	$MPFD = \frac{2 \ln(0,25p_{ij})}{\ln a_{ij}}$
Índices de Proximidade	$MNN = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n_i}$
Índices de área central	$TCAI = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^e}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \times 100$
	$NCA = \sum_{j=1}^n n_{ij}^e$

Em que,

CA = Soma das áreas de todas as manchas que pertencem a uma determinada classe, em hectares;

NUMP = Número total de manchas ou fragmentos dentro de uma mesma classe ou paisagem;

MPS = Tamanho médio dos fragmentos em hectare;

PSSD = Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos;

PSCoV= Coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos;

TE = soma de todas as bordas da classe ou paisagem em metros;

ED = Densidade de bordas em metros por hectare;

MSI= Índice de forma média;

MPFD = Dimensão fractal da mancha média;

MNN = Distância média do vizinho mais próximo em metros;

TCAI = Índice de área central total em porcentagem;

NCA = número de fragmentos com área central;

C_i = Área da i -ésima mancha correspondente à classe avaliada;

n_i = número de fragmentos da classe;

a_{ij} = área do fragmento i na classe j ;

$j = 1$ a n número de fragmentos;

e_i = borda (perímetro) da i -ésima mancha.

p_{ij} = perímetro do fragmento ij ;

h_{ij} = distância (m) mínima do fragmento ij ao vizinho mais próximo de mesma classe;

a_{ij}^e = área interior do fragmento. ij ;

n_{ij}^e = número de áreas interiores dos fragmentos;

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Mapeamento e Análise dos Fragmentos Florestais por meio de métricas da paisagem

Na Tabela (3) verificam-se os resultados dos índices de ecologia da paisagem calculados por meio do *software* utilizado.

Tabela 3 - Índices de ecologia da paisagem calculados:

<u>Grupo</u>	<u>Sigla</u>	<u>Unidade</u>	<u>Tamanho</u>
<u>Área</u>	<u>CA</u>	Hectares (ha)	250,32
	<u>MPS</u>	Hectares (ha)	27,81
<u>Densidade e Tamanho</u>	<u>NUMP</u>	Adimensional	9
	<u>PSSD</u>	Hectares (ha)	39,91
	<u>PSCoV</u>	Porcentagem	143,49
<u>Borda</u>	<u>TE</u>	Metros (m)	27690,0
	<u>ED</u>	m/ha	110,62
<u>Forma</u>	<u>MSI</u>	Adimensional	1,82
	<u>MPFD</u>	Adimensional	1,10
<u>Proximidade</u>	<u>MNN</u>	Metros (m)	277,50
	<u>TCA</u>	Hectares (ha)	115,17
	<u>MCA</u>	Hectares (ha)	12,80
	<u>NCA</u>	Adimensional	6
	<u>CASD</u>	Hectares (ha)	26,59
	<u>CACoV</u>	Porcentagem	138,50
	<u>TCAI</u>	Porcentagem	46,01

* CA (Área de todas as manchas da classe); MPS (Tamanho médio da mancha); NumP (Número de manchas); PSCoV (Coeficiente de variação do tamanho da mancha); PSSD (Desvio padrão do tamanho da mancha); MSI (Índice de forma médio); TE (Total de bordas); ED (Densidade de borda); MNN (Distância média do vizinho mais próximo).

A sub-bacia do Córrego Horizonte apresentou um total de nove (9) fragmentos florestais (NUMP), correspondendo 250,32 hectares de manchas ou fragmentos remanescentes (Figura 4), valor equivalente a aproximadamente 19,01% da área total da sub-bacia.

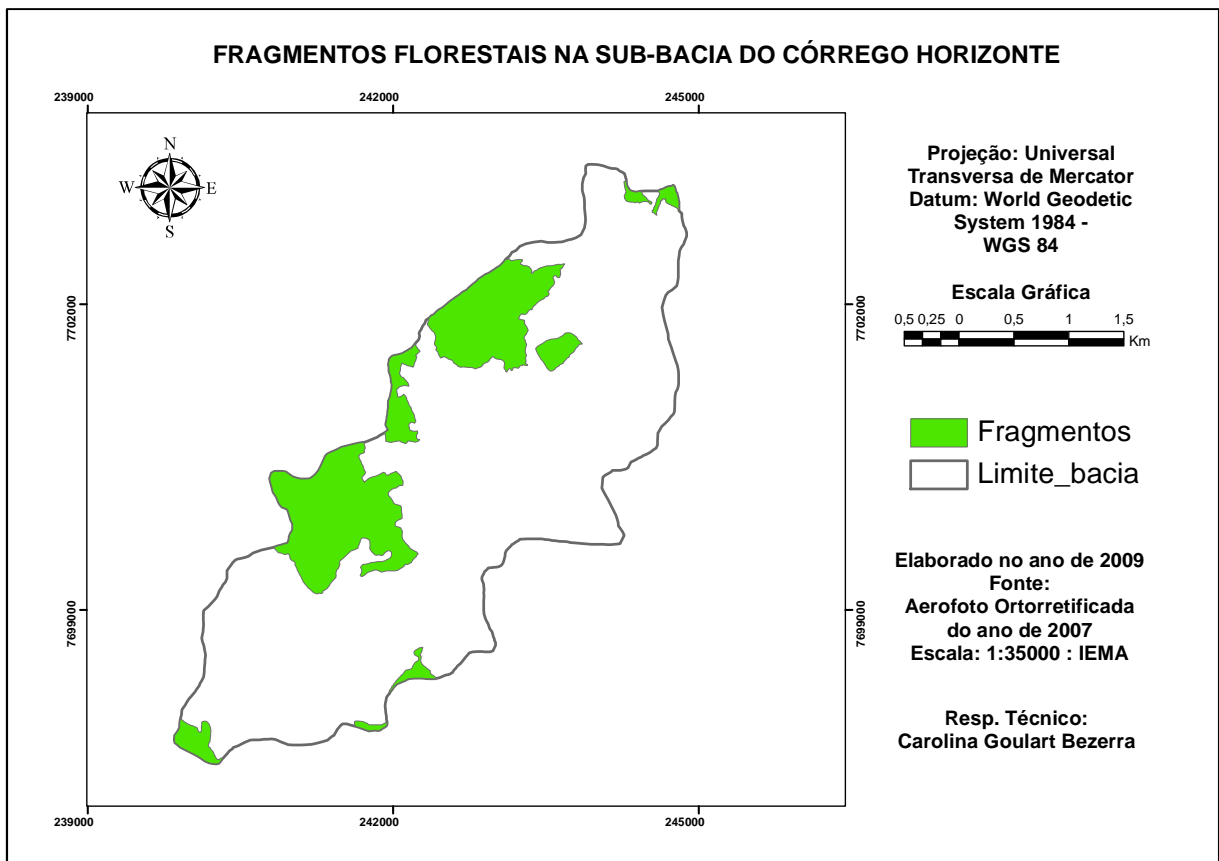


Figura 4 - Mapa dos fragmentos florestais na sub-bacia da área de estudo.

É importante dizer que a matriz do local foi recortada. Segundo o trabalho de Peluzio (2010), neste local, houve um predomínio de pastagem (45,54%). Este trabalho mostra que 6,11% da área encontrou-se ocupadas com campo sujo, que poderia ser incorporada aos valores da pastagem, sendo, provavelmente, resultado de manejo inadequado.

Procurando saber sobre o histórico de devastação do município de Alegre, através de bibliografia regional e depoimentos de antigos moradores, constatou-se processo de devastação da paisagem natural do extremo sul capixaba, assim como na

área de estudo, tendo como fatores motivadores a atividade desordenada de ocupação da terra e, principalmente, a introdução da cafeicultura na região (NASCIMENTO, 2006). No entanto, o mesmo não se reflete na área de estudo, onde a cafeicultura ocupa apenas 2,56%, enquanto em nível estadual ocupa 10,85% (FERRÃO et al., 2007 apud PELUZIO, 2010).

Na sub-bacia da área de estudo, o tamanho médio das machas foi de 27,8 hectares. Se comparado com os trabalhos anteriores, pode-se dizer que este local possui elevado tamanho médio da mancha (MPS). Com isso, detecta que este valor foi devido ao fato da área total dos fragmentos florestais possuírem maior valor.

McGarigal et al. (2002) citado por Calegari et al.(2010), salienta que o tamanho médio dos fragmentos (MPS) é considerado bom indicativo do grau de fragmentação, por ser função do número de fragmentos e da área total ocupada pela classe. Dessa forma, paisagens que apresentam menores valores para tamanho médio de fragmento devem ser consideradas como mais fragmentadas.

No estudo desenvolvido por Nascimento et al. (2006), foram mapeados 475 fragmentos florestais localizados na bacia hidrográfica do rio Alegre, encontrando-se um total de área de manchas de 2.979,9 ha (14,31%), e um tamanho médio desses fragmentos foi de 6,3 ha, verificando-se, porém, que apenas 10,32% (49 fragmentos) estão próximos da média.

Já no estudo na Região Norte do Estado do Rio Grande do Sul (RS), Slaviero et al. (2007) identificou 128.226 manchas na paisagem, sendo 29.308 representadas por fragmentos de vegetação arbórea, totalizando 21% da área da paisagem. Cerca de 85% dos fragmentos de vegetação apresentam áreas reduzidas com até cinco hectares, representando cerca de 19% da superfície total ocupada por vegetação arbórea. O tamanho médio calculado correspondeu a 4,45 ha, ressaltando que o grande número de fragmentos de pequeno porte acaba reduzindo o valor médio das manchas desta classe.

Percebe-se que a região da bacia hidrográfica do rio Alegre encontra-se fortemente fragmentada quando comparada a sub-bacia Córrego Horizonte, que se encontra inserida na mesma e possui tamanho médio das manchas mais de quatro vezes maior que o de toda Bacia Hidrográfica.

O desvio padrão (PSSD) e o coeficiente de variação do tamanho do fragmento (PSCOV) na sub-bacia foram respectivamente 39,91 hectares e 143,49%. Estes valores são considerados altos, e nos indica uma grande variação dos tamanhos dos fragmentos, ou seja, manchas com valores de área muito acima e/ou muito abaixo do valor médio. De acordo com Pereira et al (2001) o tamanho médio dos fragmentos deve ser analisado examinando-se o desvio padrão. Se o desvio padrão for muito grande, é possível que haja grandes fragmentos, mesmo com um tamanho médio relativamente baixo.

Estes valores acima estão inseridos na métrica de área que é considerada a base do conhecimento da paisagem. Por meio dela que será possível obter outras métricas que são muito úteis para estudos ecológicos, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir (VOLOTÃO, 1998).

No trabalho desenvolvido por Pedron (2002), as atividades foram realizadas na microbacia do Arroio Lino, no Município de Agudo, RS. Os resultados permitiram inferir que houve um predomínio de áreas inferiores a sete hectares, sendo que 60% do número de ambientes são inferiores a três hectares, possuindo estes, somente 8,3% da área total. Os valores do desvio padrão (14,566) e, principalmente, do coeficiente de variação (197,182%) comprovam a grande variabilidade entre as distintas áreas da microbacia.

Neste contexto, Oliveira et al. (2005) em estudos do volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do Município de Viçosa, Minas Gerais, observaram a presença de 289 fragmentos, recobrando 22,77% da área do município. Apesar de apresentarem essa porcentagem, os autores relataram que a maioria dos fragmentos eram de dimensão reduzida, podendo estar sob efeito de borda.

Os efeitos de borda vêm sendo conceituados como alterações nas condições ecológicas decorrentes da interação da paisagem. Na medida em que os fragmentos se tornam menores e com forma mais irregular, também se tornam crescentemente dominados pelos habitats de borda (CASTRO, 2008).

Os fragmentos florestais da área de estudo, apresentaram um total de bordas (TE) de 27.690,0 metros e densidade de borda (ED) relativa à área da paisagem de

110,62 metros de borda por hectare. Pirovani (2010), ao comparar a análise de métricas de borda na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, constatou que os fragmentos menores apresentaram maior densidade de bordas (ED) com 523,14 metros de borda por hectare contra 226,66 m/ha dos fragmentos médios e 127,75 m/ha dos fragmentos grandes. Essa diferença da quantidade de bordas, quando se considera a densidade, deve-se aos valores de área ocupada por cada classe de tamanho dos fragmentos, sendo a densidade de bordas inversamente proporcional à área ocupada por cada classe.

O tamanho médio dos fragmentos na sub-bacia pode ser comparado com os valores da classe de maior tamanho dos fragmentos do trabalho de Pirovani (2010). Notando-se a semelhança dos resultados de densidade de borda entre os estes trabalhos.

Conforme o exposto pode-se dizer que quanto maior for a fragmentação da mancha, maior é o aumento das áreas de borda de um habitat. A fragmentação favorece não apenas o desenvolvimento de espécies de borda, muitas vezes predadores e parasitas, mas também de espécies generalistas que tendem a excluir, por competição ou predação, as espécies de interior (METZGER, 1999). Neste sentido, Borges (2010) ressalta que quanto maior o valor da relação perímetro/área, maior o efeito de borda. O que é negativo em termos de preservação.

O efeito de borda faz com que uma série de alterações microclimáticas ocorra, modificando a abundância relativa e a composição de espécies na parte marginal de um fragmento (FERNANDES, 2000; QUEIROGA, 2005 apud MENDES; SILVA, 2008). Neste sentido, ocorrem mudanças rápidas e pronunciadas, iniciando-se pelas maiores luminosidade, temperatura, umidade e temperatura do vento. Essas mudanças são mais pronunciadas na borda e diminuem na direção do interior da floresta (GREGGIO, 2009).

Diversos trabalhos apontam para diferentes faixas de borda. Tabanez et al. (1997) citado por Valente (2001), estudando um fragmento de 9,5 ha de floresta mesófila semidecídua na região de Piracicaba, constataram que a borda tinha largura variando de 80 m a 100 m. No Estado de Minnesota, EUA, Borgesa e Hoganson (2000) citado por Valente (2001), aposta que a largura de borda varia de 20 m a 40 m,

na área de transição florestas antigas/florestas novas, sendo a última categoria manejada para corte. Fontoura et al (2006) citado por Pirovani (2010) propõe um efeito de borda em torno de 50 metros para Floresta Ombrófila Mista.

De acordo com Saunders et al. (1991); Ries et al. (2004) apud Castro (2008), compreender a dinâmica dos habitats de borda requer compreender as complexas influências que cada diferente fragmento adjacente exerce sobre um fragmento focal, constituindo uma questão crítica tanto para a ecologia da paisagem quanto para a conservação em larga escala e para tomada de decisões administrativas.

Além do tamanho, a forma dos fragmentos também influencia o grau do impacto do efeito de borda, incluindo os fluxos bióticos e abióticos (FARINA, 1998).

Uma das formas de analisar a fragmentação e por meio do índice de forma, que indica à vulnerabilidade a perda de biodiversidade devido a fatores externos. O índice de forma média (MSI), que verifica o quanto a forma de um fragmento se aproxima de uma circunferência, tem o valor mínimo de um (1). Fragmentos com índice próximos a 1 são os mais arredondados e quanto maior o índice, mais alongados são os fragmentos (PIRES, 1995). Este índice é fundamental para saber como ocorre a dispersão dos animais e plantas na paisagem (AYAD, 2004)

As métricas de forma revelaram um MSI de 1,82 indicando que as formas dos fragmentos tem maior proximidade à forma de uma circunferência. Comparando este resultado obtido, índice de forma média, com a dimensão fractal (MPFD), cujo valor foi de 1,10, pode-se afirmar que os fragmentos são regulares. Portanto, estes resultados coincidem e comprovam que os fragmentos possuem formas circulares. Segundo Forman e Godron (1986), formas circulares tendem a apresentar uma diversidade de espécies e forrageamento no interior maior.

Mediante o exposto, o formato do fragmento define primordialmente a composição das espécies em seu interior, pois formas isodiamétricas (círculo perfeito) tem uma relação maior de espécies de interior do que aquelas que tendem ao retângulo, que podem chegar ao extremo de possuírem somente espécies de borda (FORMAN & GODRON, 1986; ODUM, 1988 apud CEMIN, 2007).

É importante ressaltar que este índice permite que haja um planejamento regional, por exemplo, em fragmentos alongados adquirem relativa importância no que

diz respeito à formação dos corredores ecológicos, que garantem a conectividade entre os fragmentos de vegetação natural, permitindo o fluxo genético, de matéria e o deslocamento da fauna (SMANIOTTO, 2007). Além disso, a forma dos elementos que a constituem é responsável pela sua configuração espacial a diferentes escalas. Áreas que sofrem mudanças bruscas na forma dos elementos que as constituem, apresentam evidentemente condições ecológicas instáveis.

Em fragmentos florestais de formato quadrado, com efeitos de borda se estendendo até 100 m para o seu interior (SCHIERHOLZ, 1991 apud HERRMANN; RODRIGUES; LIMA, 2005), se estes possuírem 1 ha sofrem o impacto total do efeito de borda, os de 10 ha são atingidos em quase 90% de sua área, os de 100 ha têm 35% da área afetada e mesmo nos de 1000 ha o impacto é de mais de 10%.

Collinge (1996) apud Castro (2008) afirma que a perda de habitat e o isolamento, associados a conversão de terras para atividades humanas, constituem a mais séria ameaça à diversidade biológica do Planeta. Além disso, promove uma alteração no movimento energético, material e no fluxo de organismos entre tais ambientes (WIENS et al. 1993 apud PACIENCIA; PRADO, 2004).

O índice de área central (ou área *core*) calculado corresponde à porção da mancha que não é afetada pelos efeitos de borda, ou seja, corresponde à área nuclear do fragmento de vegetação arbórea (MCGARIGAL et al., 2002 apud SMANIOTTO, 2007).

Volatão (1998) aponta que esta métrica tem sido considerada uma medida muito mais forte (do ponto de vista de previsão) de qualidade de habitats por especialistas de áreas interiores, do que a área dos fragmentos. Enquanto a área central é afetada pela forma, a área do fragmento não (considerando-se a área como invariável).

Pirovani (2010), por meio dos resultados adquiridos em seu trabalho, concluiu que a melhor distância de borda para estimar a área central dos fragmentos florestais foi de 100 m, pois valores acima de 100 m levam a uma redução significativa nos valores das métricas de área central dos fragmentos médios passando a uma porcentagem de área central insignificante. Ou seja, valores acima deste eliminariam por completo os fragmentos pequenos, os quais predominaram na região.

As métricas de área central dos fragmentos tiveram como resultados de área central total (TCA), um valor de 115,17 hectares que corresponde à um índice de área central de 46,01% (TCAI). O mesmo significa que aproximadamente 54% dos fragmentos da área de estudo estão submetidos ao efeito de borda. Estes valores podem ser comparados com o estudo de Pirovani (2010), em que o valor de TCAI para os fragmentos médios foi de, respectivamente, 10,33%, para o mesmo tamanho de borda. Segundo Borges (2010), a área central reforça o núcleo da expressiva cobertura vegetal. Quanto maior a área central, mais equilibrado é o ecossistema ali presente.

Dividindo a área central total (TCA) pelo número de fragmentos na área, têm-se uma área central média (MCA) correspondente a 12,8 ha, portanto, devido ao elevado valor de coeficiente de variação (138,5%), pode-se inferir que existe uma grande variabilidade no tamanho das áreas centrais nesta sub-bacia.

Tomando com base os resultados acima, chega-se a conclusão que três (3) fragmentos estão totalmente sob efeito de borda, ou seja, do total, seis (6) possuem área central (Figura 5). Assim sendo, podemos dizer que aproximadamente 33,33% dos fragmentos sofrem pelos efeitos de vento, temperatura, luminosidade, mudanças fitossociológicas, etc.

O isolamento das manchas, expresso pela distância média do vizinho mais próximo (MNN), em uma perspectiva da ecologia da paisagem, se refere à inacessibilidade de um fragmento de hábitat para seres que migram de outras manchas (BENDER et al., 2003 apud Borges, 2007). Borges (2010) indica que esta métrica quantifica a configuração da paisagem e está baseada na distância borda-a-borda.

A distância média do fragmento mais próximo define-se com a distância de uma mancha a mais próxima da mesma classe, sendo baseada na distância margem a margem, quantificando a configuração da paisagem (CEMIN, 2007). Neste trabalho, a métrica de distância média do vizinho mais próximo (MNN) indicou uma distância de 277,5 metros.

Já o estudo de Pirovani (2010) mostrou uma distância entre todos os tamanhos de fragmentos (MNN= 793,5 m), o que demonstra que os fragmentos da área representativa da Bacia do rio Itapemirim possuem alto grau de isolamento quando comparados com o MNN da sub-bacia do Córrego Horizonte. Portanto, este valor pode

ser devido ao fato da Bacia do rio Itapemirim possui maior área que a sub-bacia. Segundo Borges (2010), valores elevados desse índice refletem os fragmentos mais isolados e que, portanto, devem ser avaliados quanto à sua importância ecológica para a manutenção do ecossistema.

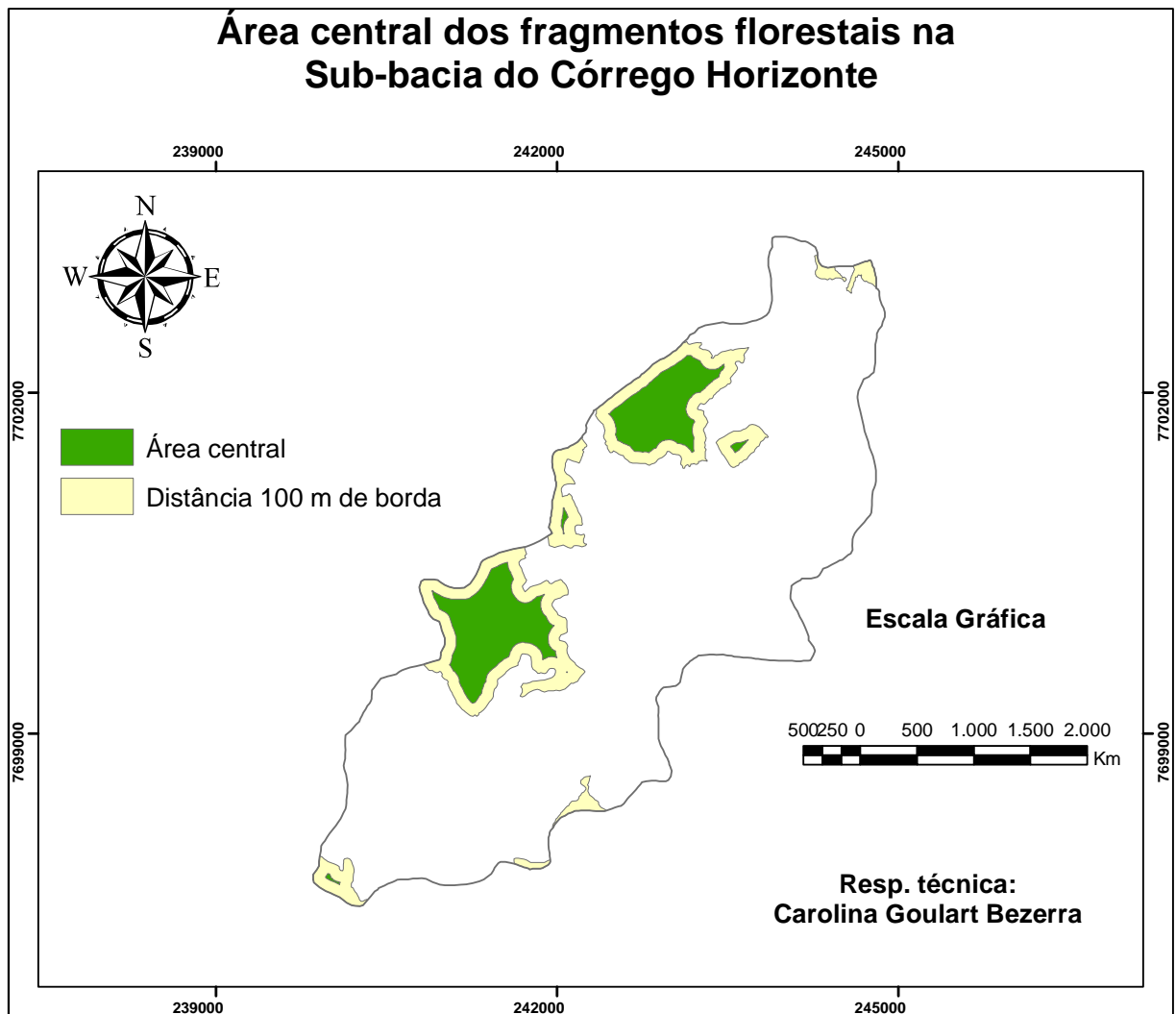


Figura 5 - Mapa da relação área-central ou área-núcleo nos fragmentos na sub-bacia do Córrego Horizonte para uma borda de 100 metros.

Em estudos de análise da estrutura da paisagem no bioma Mata Atlântica em Pernambuco, foi constatado que quando a largura da borda é maior que 60 metros, a área interior é praticamente inexistente. Isto porque, provavelmente existiam fragmentos de menor tamanho comparativamente com a área de estudo, visto que

neste estudo esse fato só ocorreu a partir dos 100 m de borda para os fragmentos menores que cinco (5) hectares (RANTA et al., 1998).

Neste contexto, pode-se dizer que fragmentos com menos de 10.000 m² ou 1 hectare de área, não possui área central, tomando como base 100 metros de borda.

5 CONCLUSÕES

Com as análises dos dados e a interpretação dos resultados obtidos nas condições específicas do presente trabalho foi possível concluir que:

- a) De acordo com o índice de densidade e tamanho, o tamanho médio foi de 27,8 hectares com presença de nove fragmentos florestais na área de estudo. Três destes estavam totalmente sob o efeito de borda, podendo afirmar que os mesmos são considerados pequenos.
- b) A área ocupada por tais fragmentos foi equivalente a 19,01%. Ou seja, o nível de fragmentação florestal neste local foi elevado.
- c) Os resultados de desvio padrão (PSSD) e coeficiente de variação do tamanho médio dos fragmentos foram considerados altos.
- d) O índice de forma foi de 1,82 indicando que as formas dos fragmentos tem maior proximidade à forma de uma circunferência, ou seja, à maior probabilidade de os fragmentos possuírem maior diversidade de espécies.
- e) A área central correspondeu a 46,01% o que significa que aproximadamente 54% dos fragmentos da área de estudo estão submetidos ao efeito de borda de 100 m, afetando segundo Silva (2008) abundância relativa e a composição de espécies na parte marginal de um fragmento.
- f) Estudos mais aprofundados podem contribuir para o aprimoramento do método proposto, face ao importante papel ecológico, social e ambiental que o mesmo pode proporcionar.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, B.F. PIRES, F.C.A.C.; MENDES, J.A.R. Recrutamento de Bromeliáceas (*billbergiasp.* E *vriesea sp.*) em área de restauração ambiental na INB - indústrias nucleares do Brasil, Resende/RJ. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 13 a 17 de Set., 2009 **Anais...**São Lourenço – MG, 2009.

AYAD, Y. **Assessment of landscape ecological metrics: shape complexity and fragmentation of the abandoned strip mine patches in Toby Creek watershed.** Clarion University of Pennsylvania.

AZEVEDO, A.R.; SILVA, V.V; FERREIRA, A.M.M. **Análise dos fragmentos florestais na Bacia do Rio Turvo, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, RJ.** VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003.

BASTINELLA, M.; ROBESON, S.; MORAN, E.F. Settlement Design, Forest Fragmentation, and Landscape. Change in Rondônia, Amazônia. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* Vol. 69, No. 7, July 2003.

BORGES, M.L.O. **A comunidade de pequenos mamíferos e o processo de regeneração de Palmeiras em fragmentos florestais isolados por água na Amazônia Central.** 2007. Dissertação (Mestrado em Biologia tropical e Recursos Naturais). Universidade Federal do Amazonas/ Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia. Manaus, 2007.

BORGES, J. et al. **Estudo da conformação da paisagem de Sabará-MG para compreensão das métricas do fragstats em padrões de uso do solo.** XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia - Aracaju - SE - Brasil, 16 a 20 de maio de 2010.

BOSCOLO, D. **Influência da estrutura da paisagem sobre a persistência de três espécies de aves em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica.** 2007. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

CALEGARI, L. et al. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.871-880, 2010.

CANTINHO, R.Z. **Definição de áreas prioritárias para restauração Florestal no Vale do Paraíba.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos-SP, 2010.

CÂMARA, G.; DAVIS.C.; MONTEIRO, A.M.; D'Alge, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, INPE, 2001.

- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Mapa e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 31-43.
- CAMPOS, J. B. O papel dos corredores de biodiversidade. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2003. p.81-82.
- CASTRO, D.M. **Efeito de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de Cerrado, na região Nordeste do Estado de São Paulo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CEMIN, G. et al. Análise estrutura da paisagem da sub-bacia do Arroio Boa Vista, RS: uma abordagem em Ecologia de Paisagem. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007. **Anais...** Instituto Nacional de Pesquisas. Florianópolis, 2007.
- COUTO, P. **Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS**. *Investigação Operacional*, 24 (2004) 109-137.
- CULLEN JR., L. ;RUDRAN R ;PADUA, C. V. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR, 2004.
- DUARTE, W.O; BRITO,K.L.S. **Análise temporal do uso da terra e cobertura vegetal do alto curso do rio Uberabinha utilizando imagens do satélite CBERS 2**. O satélite CBERS e o XIISBSR- Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2004.
- ESPÍRITO SANTO (Estado). **Decreto nº 4.124-N, de 12 de junho de 1997**. Política Florestal do Estado do Espírito Santo. Vitória, 1997. Disponível em: <<http://www.idaf.es.gov.br/Download/Legislacao/DRNRE%2064%20DECRETO%20N%C2%BA%204.344,%20de%207%20de%20outubro%20de%201998.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2011.
- SOARES FILHO, B.S. **Análise da Paisagem: Fragmentação e mudanças**. Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociência- UFMG. Belo Horizonte, 1998.
- FONSECA, G. A. B. et. al. **Corredores de Biodiversidade: o Corredor da Mata Atlântica**. In: SEMINÁRIO SOBRE CORREDORES ECOLÓGICOS NO BRASIL. Brasília, 2001.
- FORMAN, T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. New York: Cambridge University, 1997.
- FORMAN, R.T.T; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York, John Wilwy e Sons. 619p, 1986.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

Fundação SOS Mata Atlântica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2005-2008**. São Paulo, 2009. Relatório Parcial Disponível em:<<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 05 mai. 2011.

GREGGIO, T.C. et al. Avaliação dos Fragmentos Florestais do Município de Jaboticabal-Sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.1, p.117-124. 2009

GRISE, M.M. **A Estrutura da paisagem do mosaico de unidades de conservação do litoral norte do Paraná**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

HERRMANN, B.C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A.A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v.35, n. 1, jan./abr. 2005.

KORMAN, V. **Proposta de interligação das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

LEITE, E.C. et al. Ecologia da paisagem: mapeamento da vegetação da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasileira**, São Paulo 19(2): p. 233-243., 2005.

LU, L., LI, X., CHENG, G. Landscape Evolution in the middle Heihe River Basin of north-west China during the last decade. **Journal of Arid Environments**. 53: 395-408, 2003.

MANTOVANI, W. 2003. **A degradação dos biomas brasileiros**. In: W.C. Ribeiro (ed.). Patrimônio ambiental Brasileiro. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARENZI, R. C.; RODERJAN, C. V. Estrutura espacial da paisagem da morraria da Praia Vermelha (SC): subsídio à ecologia da paisagem. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 35, n. 2, mai./ago. 2005.

MARTINS. I.C.M. et al. Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais “IPUCAS” no município de lagoa da confusão, Tocantins. **Revista árvore**, Viçosa, v.26, n.003, p.299-309, mai/jun. 2002.

MCGARIGAL AND MARKS. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantify in landscape structure**. Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon 59 p.+ Append. 1995.

MENDES, J.D; SILVA, N.M. **Avaliação do efeito de borda em fragmentos de Cerrado por meio de métricas de paisagem no Parque Nacional de Chapada dos Guimães, Mato Grosso, Brasil**. IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simósio Internacional Savadas Tropicais. Brasília, DF. Outubro, 2008.

METZGER, J.P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. **Anais...**Academia Brasileira de Ciências. v.71, n. 3-I, 445-463, Rio de Janeiro.1999.

METZGER, J.P. **O que é ecologia da paisagem?**.Departamento de Ecologia, Instituto de Biociência, USP. São Paulo, 2001.

METZGER, J.P.; SIMONETTI,C. Conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas do Planalto Atlântico de São Paulo. **Relatório técnico de pesquisa**, FAPESP processo nº 99/05123-4, anexo 1, 2003.

METZGER, J. P. O uso de modelos em ecologia da paisagens. **Revista Megadiversidade**, São Paulo, v.3, n. 1-2, dez. 2007.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots revisitados**: as regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta. Conservação Internacional, 2005. 16p. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/HotspotsRevisitados.pdf>> Acesso em: 3 mai. 2011.

MUCHAILH, M.C. **Análise da paisagem visando à formação de corredores de biodiversidade**. Estudo de caso da porção superior da bacia do rio São Francisco Falso, Paraná. Curitiba, 2007.

NASCIMENTO, M.C. et al. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.389-398. 2006.

OLIVEIRA, D. A. **Ecologia e valoração da paisagem do entorno da cidade de Paranaguá**. Curitiba, 2003. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, M. L. R. et al. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.2, p.213-225. 2005.

RANTA, P. et al. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and Distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, Amsterdam, v. 7, p. 385-403, 1998.

RIITTERS, K.H.; O'NEIL, R.V.; HUNSAKER, C.T.; WICKHAM, J.D.; YANKEE, D.H. TIMMINS, S.P. A fator analysis fland scape pattern and structure metrics. **Landscape Ecology**, v.10, n.1, p. 23-39. 1995.

SAITO, E.A. **Mineração em dados espaciais de desmatamento do prodes utilizando métricas da paisagem caso de Estudo município de Novo Progresso-PA.**III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010.

SANTANA, L.C.; GURGEL. R.S.; JÚNIOR. O.A.C. Análise dos fragmentos florestais na bacia do Rio Grande (BA), utilizando imagens alos e modelagem matemática, como forma de subsidiar o planejamento da área. **Revista Espaço & Geografia**, v.12, n. 2, p. 223-242. 2009.

SANTOS. J.S.A.M. **Análise da paisagem de um corredor ecológico na serra da Mantiqueira.** 2003. Dissertação (Menstrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. São José dos Campos, 2003.

SARCINELLI, T.S. **Representatividade ambiental e fragmentação florestal em áreas dominadas por plantios homogêneos:** uma proposta para o arranjo espacial de fragmentos florestais. 2006. Dissertação (Menstrado em solos e nutrição de plantas). Universidade Federal de Viçosa- UFV. Viçosa, 2006.

SEOANE, C.E.S. Efeitos da fragmentação florestal sobre a genética de populações de guarantã. **Documento 159.** EMBRAPA Floresta, Colombo. 2007.

SILVA, B.S.G. A experiência do SIG e sensoriamento remoto na construção de um gerenciamento participativo na Serra da Mantiqueira. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, 2005. INPE, p. 1375-1380.

SLAVIERO, L.B. Estrutura, configuração e fragmentação da Paisagem na região Norte do Rio Grande do Sul, Brasil.In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro, 2007. **Anais...**Caxambu – MG, 2007.

SMANIOTTO, M. **Análise ambiental de Bacias Hidrográficas com base na fragmentação da paisagem: município de Getúlio Vargas (RS).** 2007. Dissertação (Menstrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2007.

SOARES, M.C.E. et al. **Avaliação da exatidão de mapa de uso do solo através do índice Kappa.** Campus de Botucatu - Faculdade de Ciências Agrônômicas – Agronomia –FAPESP. Sem data.

SOARES, F.S.; FREITAS, L.F. Valorização das Unidades de Paisagem a partir das Áreas Irrigadas por Pivô Central na Bacia do Rio Preto. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis, 21-26 abril 2007, INPE, p. 415-422, 2007.

TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. Departamento de Botânica, Universidade Federal de Recife. **Revista Megadiversidade**, Recife, v. 1, n.1, jul. 2005.

TURNER, I.M. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**, v.33, p.200-209. 1996.

PACIÊNCIA, M.L.B. ; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Uma, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasil Botânica**, São Paulo, v.27, n.4, p.641-653, out-dez. 2004.

PEDRON, F.A.; Rubert, C.; Machado, R.; Azevedo, A.C.; Zago, A. **Caracterização da paisagem em uma microbacia na depressão central do RS, através do SIG, para fins de monitoramento ambiental**. In: Reunião Brasileira de Uso, Manejo e Conservação do Solo e da Água, 14, 2000, Cuiabá. Resumos ... Cuiabá: SBCS, 2002.

PELUZIO, T. M. O. **Comparação de diferentes estratégias de determinação do uso e ocupação da terra e Áreas de Preservação Permanente (APPs) utilizando sistemas de informações geográficas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.

PEREIRA, M.A.S. et al. Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências. **Revista Geografia**, v. 16, n. 2, jul./dez. 2007.

PIRES, A.M.Z.C.R. **Diretrizes para a conservação da biodiversidade em planos de manejo de Unidades de Conservação. Caso de estudo: Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio (Luiz Antônio – SP)**. 1999. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1999.

PIRES, J. S. R; MATTEO, K. C.; CASTRO, M. B.; DEL PRETTE, M. E. Zoneamento ecológico econômico e áreas protegidas: o caso do Baixo Parnaíba. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais...** Fortaleza: Rede Nacional Pro- Unidades de Conservação: Fundação o Boticário de Proteção a Natureza: Associação Caatinga. v. 1, 2002. p. 124-134.

PIROVANI, D.B. **Fragmentação Florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, ES**. 2010. Dissertação (menstrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Jerônimo Monteiro, 2010.

VALENTE, R.O.A. **Análise da Estrutura da Paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2001. Dissertação (Menstrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

Veronese, J.V. **Análise de fragmentos florestais e proposição de corredores ecológicos com base no código florestal – lei 4.771/65:** aplicação na Serra do Brigadeiro – MG. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juíz de Fora, 2009.

VOLOTÃO, C.F.S. **Trabalho de análise espacial Métricas do Fragstats.** Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais/INPE. São Jose dos Campos, 1998.