



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

MARCOS LIMA PEREIRA

AVALIAÇÃO GEOTECNOLÓGICA DA DINÂMICA E SUCESSÃO
ECOLÓGICA NA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2014

MARCOS LIMA PEREIRA

**AVALIAÇÃO GEOTECNOLÓGICA DA DINÂMICA E SUCESSÃO
ECOLÓGICA NA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, na Área de Concentração Recursos Florestais.
Orientador: Alexandre Rosa dos Santos
Coorientador: Sidney Sara Zanetti
Coorientadora: Sustanis Horn Kunz

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2014

**AVALIAÇÃO GEOTECNOLÓGICA DA DINÂMICA E SUCESSÃO
ECOLÓGICA NA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES**

Marcos Lima Pereira

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, na Área de Concentração Recursos Florestais.

Aprovada em 29 de Julho de 2014.

Prof. Dr. José Marinaldo Gleriani (Membro Externo)
Universidade Federal de Viçosa - UFV

Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva (Membro Interno)
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Sustanis Horn Kunz (Coorientadora)
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos (Orientador)
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos concedidas, como a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a andar. A eles, que nunca deixaram de me amar, nem de confiar em mim. Pelo amor incondicional. José Onofre e Ivana, a vocês que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento.

Aos meus irmãos pelas horas de conversa e companhia. Eduardo e Raquel.

Agradeço à minha companheira Ayana Zanúncio, por toda compreensão em relação aos momentos de ausência, que não foram poucos para a conclusão deste estudo.

Meus agradecimentos ao meu orientador, Professor Dr. Alexandre Rosa dos Santos, um verdadeiro mentor, pela amizade, pela confiança e conhecimentos transmitidos. Tais conhecimentos extrapolam o campo acadêmico. Meu muito obrigado!

Agradeço aos meus coorientadores Prof. Dr. Sidney Sara Zanetti e Prof^a. Dr^a. Sustanis Horn Kunz liberdade e confiança referente ao presente trabalho.

Meus agradecimentos a coordenação desse curso pelo excelente trabalho, a UFES e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

Este trabalho não seria possível sem a colaboração de grandes amigos, em especial a Ediellen Gomes (Dida). Aos companheiros de república, Diego Silva, Diego Bona, Felício Oliveira, Bráulio Pizziolo, Kaio Allan, Saulo Boldrini e Fagner Luciano pela imensa colaboração para esse processo. Aos Jeromenses Marcelo Dan e Denise Soranso pelo grande convívio nessa maravilhosa cidade. A equipe de campo Leandro Luiz (Dunorte), João Paulo Zorzanelli na grande colaboração com a identificação. Aos mestrandos que fizeram parte desse processo.

Enfim, OBRIGADO.

RESUMO GERAL

PEREIRA, Marcos Lima. **AVALIAÇÃO GEOTECNOLÓGICA DA DINÂMICA E SUCESSÃO ECOLÓGICA NA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos Coorientador Sidney Sara Zanetti, Coorientadora Sustanis Horn Kunz.

A bacia hidrográfica do rio Caxixe estende-se por uma região com fisionomias florestais típicas da Mata Atlântica, a qual sofre ações antrópicas, devido principalmente ao processo de ocupação agropecuária. Com a finalidade de somar esforços à proteção e o manejo consciente da Mata Atlântica objetivou-se com este trabalho estudar a evolução espaço-temporal (1985-2010) da dinâmica e regeneração natural de fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, por meio de análise geotecnológica das imagens orbitais do satélite LANDSAT 5 TM. A análise estrutural dos fragmentos florestais foi baseada no uso de métricas da paisagem na extensão V-Late 2.0 do aplicativo computacional ArcGIS 10.2. Após, o mapeamento dos fragmentos verificou-se a acurácia por meio do índice Kappa (70,2%) e pelo valor de Exatidão Global (86,29%). Para a comprovação da relação entre os índices métricos de ecologia da paisagem e a regeneração natural foi estudado o fragmento com maior potencial de regeneração da bacia hidrográfica, com base do modelo matemático de análise de critérios múltiplos. As métricas para correlação utilizadas foram CA, MNN, NNAREA e TCA. Os indivíduos lenhosos com DAP \geq 5 cm foram medidos e identificados, distribuídos em 18 parcelas (10 \times 20m). Além da composição florística foram analisados os parâmetros fitossociológicos, a diversidade florística por meio do índice de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J') e a similaridade florística. As análises mostraram um aumento de aproximadamente 12,4% na cobertura florestal nesses 25 anos. Das métricas analisadas, a área total e área núcleo do fragmento (30,53% cada) foram as variáveis de maior importância. Foram quantificadas 133 espécies e 82 famílias. As famílias mais ricas em indivíduos foram Arecaceae, Asteraceae e Euphorbiaceae. No fragmento matriz as famílias Asteraceae, Lauraceae e Arecaceae foram as que tiveram o maior IVI. No fragmento regenerado foram Arecaceae, Myrtaceae e Cyatheaceae, sendo observado que os parâmetros que mais influenciaram no IVI do fragmento matriz foram FR e DoR e no regenerado DA. A diversidade florística, calculada segundo H' foi de 3,89 e para o J' foi de 0,79, indicando estágio médio para avançado de sucessão. Por meio da análise de similaridade foi evidenciada a tendência de formação de três agrupamentos, relacionando o fragmento regenerado com a matriz florestal. Verificou-se que a regeneração sofreu influência da proximidade e área do vizinho, a qual explica a proximidade do fragmento regenerado ao matriz. As métricas área central e área central total explicam a diversidade de espécies existente no fragmento matriz. Desta maneira, a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto possibilitaram o mapeamento da evolução espaço-temporal e identificação de fragmentos

regenerados, sendo importantes para o planejamento estratégico que visam à conservação e manutenção de áreas de importância socioeconômica e ambiental. Infere-se que as métricas área, proximidade, área do vizinho estão correlacionadas ao processo de regeneração do fragmento, sendo responsáveis por grande parte do potencial de regeneração.

Palavras-chave: Geoprocessamento, regeneração natural, fitossociologia, análise de agrupamento

GENERAL ABSTRACT

PEREIRA, Marcos Lima. **GEOSPATIAL EVALUATION OF THE DYNAMICS AND ECOLOGICAL SUCCESSION IN FOREST FRAGMENTATION IN THE WATERSHED OF CAXIXE RIVER, ES.** 2014. Dissertation (Master's degree in Forest Science) – Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Adviser Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos Co-adviser Sidney Sara Zanetti, Co-adviser Sustanis Horn Kunz.

The watershed of the Caxixe river spans a region with typical forest formations of the Atlantic, which undergoes strong human actions, mainly due to the landowner occupation process. In order to join efforts in protecting and conscious management of Atlantic Forest aimed to work with this study the spatio-temporal (1985-2010) evolution of dynamic, natural regeneration of forest fragments in the basin of river Caxixe, ES, for geotecnológica through analysis of satellite images of LANDSAT 5 TM. Structural analysis of forest fragments was based on the use of landscape metrics in Late-V 2.0 extension computational application ArcGIS 10.2. After the mapping of fragments verified for accuracy by the Kappa index (70.2%) and the value of Global Accuracy (86.29%). For demonstrating the relationship between the metric indexes of landscape ecology and natural regeneration fragment with greater potential for regeneration of watershed based mathematical model of multi-criteria analysis was studied. The metrics used for correlation were central area, proximity of the nearest neighbor central area, and total area. The woody plants with DBH ≥ 5 cm were measured and identified, distributed in 18 plots (10 × 20m). Besides the floristic composition phytosociology, its diversity through the Shannon index (H'), evenness (J') and the floristic similarity were analyzed. The analyzes showed an increase of approximately 12.4% in forest cover past 25 years. The metrics analyzed, the total area and the core area of the fragment (30.53% each) were the most important variables. 133 species and 82 families were quantified. The richest families were individuals in Arecaceae, Asteraceae and Euphorbiaceae. In the fragment matrix Asteraceae, Lauraceae and Arecaceae family ones were the highest IVI. Fragment were regenerated in Arecaceae, Myrtaceae and Cyatheaceae It was observed that the parameters that most influenced IVI fragment matrix and dominance were often relative and absolute density in regenerated. Floristic diversity, calculated as H' was 3.89 and for J' was 0.79, indicating medium to advanced stage of succession. Through similarity analysis evidenced the tendency to form three clusters by linking the fragment regenerates within the forest matrix. It has been found that regeneration was influenced by the proximity area and the neighbor, which explains the proximity of the fragment to regenerate the matrix. Metrics central area and full central area explain the

diversity of species in the fragment matrix. Thus, the application of remote sensing techniques enabled the mapping of the spatio-temporal evolution and identification of regenerated fragments, being important for strategic planning aimed at the conservation and maintenance of areas of socio-economic and environmental importance. It is inferred that the metrics area, proximity of the neighboring area are correlated to the fragment regeneration process, being responsible for much of the regeneration potential.

Keywords: Geoprocessing, natural regeneration, phytosociology, cluster analysis

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices de ecologia da paisagem processados ao nível de classe dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES	35
Tabela 2 - Matriz de erro para avaliação da acurácia das classes temáticas para o ano de 2010.	41
Tabela 3 – Métricas da ecologia de paisagem para o ano de 1985 da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.....	43
Tabela 4 - Métricas da ecologia de paisagem para o ano de 2010 da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.....	44
Tabela 5 - Número de fragmentos em relação as classes de tamanho e de potencial de regeneração.....	56
Tabela 6 - Métricas da ecologia de paisagem para as áreas regeneradas entre o ano de 1985 a 2010 da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.....	59
Tabela 7 - Lista florística das espécies arbóreas amostradas na área de estudo, apresentadas em ordem alfabética por família	79
Tabela 8 - Comparação das métricas entre o fragmento matriz e o regenerado	84
Tabela 9 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no fragmento regenerado da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES	85
Tabela 10 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no fragmento matriz da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.....	88
Tabela 11 – Percentual de síndrome de dispersão das espécies encontradas na área de estudo	90
Tabela 12 - Percentual do grupo ecológico das espécies encontradas no fragmento matriz e no regenerado	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxos representativos do processo de fragmentação florestal que levam a extinção local e regional de populações florestais.....	25
Figura 2 - Bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.....	27
Figura 3 - Etapas metodológicas necessárias para avaliação da evolução temporal da fragmentação florestal para os anos de 1985 e 2010.	29
Figura 4 - Imagem selecionada do catálogo de imagens da NASA e composição das bandas falsa cor natural R5G4B3 com a delimitação geográfica da área de estudo.	32
Figura 5 - Etapas metodológicas necessárias para avaliação da dinâmica dos índices métricos da paisagem para os anos de 1985 e 2010.	37
Figura 6 - Pontos amostrados para análise de acurácia da imagem dos fragmentos florestais para o ano de 2010.	40
Figura 7 - Imagem ilustrativa da separabilidade entre o fragmento matriz, fragmento regenerado e pastagem.	42
Figura 8 - Relação entre o número de fragmentos e as classes de tamanho para o ano de 1985.	43
Figura 9 - Relação entre o número de fragmentos e as classes de tamanho para o ano de 2010.	44
Figura 10 - Classes de tamanho dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES para os anos de 1985 e 2010.	46
Figura 11 – Área total (CA), Número de fragmentos (NUMP) e o percentual de cobertura florestal da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.....	47
Figura 12 - Relação entre o número de fragmentos e as suas classes de tamanho para os anos de 1985 e 2010.....	48
Figura 13 - Tamanho médio (MPS) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.	50
Figura 14 – Total de borda (TE) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.	51
Figura 15 - Índice de forma média (MSI) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.	52
Figura 16 - Distância média do vizinho mais próximo (MNN) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.	53
Figura 17 - a) Número de Área Central (NCA) e b) Área Central Total (TCA) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.....	54
Figura 18 - Mapa dos fragmentos florestais ilustradas classes de potencial de regeneração da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.	57
Figura 19 -Distribuição geográfica dos fragmentos florestais regenerados entre 1985 e 2010.	58

Figura 20 - Localização da área de estudo e pontos georreferenciados nas parcelas amostradas na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.	73
Figura 21 - Croqui ilustrativo da alocação das unidades amostrais em cada fragmento.	74
Figura 22 - Número de espécies que ocorre nos fragmento matriz e regenerado de forma exclusiva ou em ambos.	87
Figura 23 - Distribuição dos indivíduos por classes de altura	92
Figura 24 - Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro.	93
Figura 25 - Dendrograma da similaridade florística entre as parcelas amostradas.	94
Figura 26 - Representação gráfica dos resultados da análise de correspondência (DCA) para os dados do fragmento matriz e do regenerado.	95

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1. PROBLEMÁTICA	16
1.2. HIPÓTESE	17
1.3. OBJETIVO GERAL.....	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO I AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES NOS ANOS DE 1985 E 2010.....	20
RESUMO	21
ABSTRACT	22
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
2.2. PROCESSAMENTO DAS IMAGENS e CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA.....	28
2.3. ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DAS IMAGENS 32	
2.4. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS E DOS ÍNDICES MÉTRICOS DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA PAISAGEM PARA OS ANOS DE 1985 E 2010.....	34
2.5. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS POTENCIAIS PARA REGENERAÇÃO NATURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES.....	37
2.5.1. Padronização dos mapas.....	38
2.5.2. Definição dos Pesos e Modelo.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
3.1. ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DAS IMAGENS 40	
3.2. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS PARA OS ANOS DE 1985 E 2010.....	42
3.3. ANÁLISE DOS ÍNDICES MÉTRICOS DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA PAISAGEM PARA OS ANOS DE 1985 E 2010	47
3.4. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS COM POTENCIAIS DE REGENERAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES	54
4. CONCLUSÕES	61
5. REFERÊNCIAS.....	62
CAPÍTULO II ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL EM PROCESSO DE REGENERAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES, BRASIL	67
RESUMO	68
ABSTRACT	69

1. INTRODUÇÃO	70
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	72
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	72
2.1.1 Seleção do fragmento	72
2.2 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO	73
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO	79
4. CONCLUSÃO	96
5. REFERÊNCIAS	97
2. CONCLUSÕES GERAIS	103

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Bioma Mata Atlântica tem uma grande importância ambiental, por possuir um dos maiores índices de diversidade biológica do planeta e por abrigar em seu domínio, a maior parte da população brasileira. Distribuído predominantemente ao longo do litoral, encontra-se bastante fragmentado devido ao processo histórico de colonização, caracterizado por uma ocupação extrativista e latifundiária (LAGOS et al., 2007; MMA, 2002, MARTINELLI et al., 2010).

O processo de fragmentação florestal é um fenômeno impulsionado pela atividade desordenada de mudança de uso e cobertura da terra, pelo modelo econômico vigente e pelo crescimento populacional. Atualmente é mais estudado pela comunidade científica, pois os fragmentos florestais sofrem pressões diversas que resultam diretamente em perda da biodiversidade (PIROVANI, 2010).

Costanza et al. (1997, 2007), realizaram um estudo contemplando inúmeras valorações de serviços gerados pelo meio ambiente e estimaram o valor dos ecossistemas. Muitas vezes a natureza pode gerar benefícios a custos reduzidos, quando comparadas às soluções técnicas, como foi diagnosticado pelo *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, que analisou que o valor pela restauração de uma bacia hidrográfica, era menor que o custo em investimentos em unidades de pré-tratamentos de água (TEEB, 2010).

No que diz respeito à proteção das florestas, é descrito no Art. 225 da Constituição Federal que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Estima-se que no estado do Espírito Santo que está localizado em sua totalidade no domínio do Bioma Mata Atlântica, possua cerca de 11% de cobertura florestal (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011). Esse percentual está aquém das exigências do Novo Código Florestal, que

preconiza um valor de 20% de reserva legal em propriedades rurais (BRASIL, 2012).

Devido ao histórico de uso agropecuário no estado do Espírito Santo, muitas áreas perderam a viabilidade econômica agrícola, de modo a comprometer o desenvolvimento dessas atividades. O estado possui grandes áreas aptas à produção e que não estão tendo seu potencial explorado (CEDAGRO, 2012). Desse modo, são áreas passíveis de se tornarem produtoras de serviços ambientais.

A escolha da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES foi motivada em função de sua diversidade de cenários, já que a mesma possui, simultaneamente, potencial agrícola, de expansão urbana, econômica, e ainda um forte apelo ambiental, além de diversas fontes de poluição, degradação, e a existência de informações técnicas básicas para o desenvolvimento deste trabalho, tais como: fotos aéreas, imagens de satélite, diagnósticos ambientais em épocas passadas, dentre outros documentos (IBGE, 2006; IDAF/SIMLAM, 2013; ESPÍRITO SANTO, 2012).

As geotecnologias constituem uma estrutura de interface entre as diversas ciências que utilizam informações geográficas, o processamento de dados e a comunicação que auxiliam em projetos de uso e conservação do meio ambiente (SILVA, 2001).

O sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas são as técnicas de geotecnologias que mais são empregadas em estudos de ecologia da paisagem (YOUNG e MERRIAM, 1994). Para Turner e Carpenter (1998) estas técnicas tornaram-se essenciais em ecologia da paisagem, porque têm a capacidade de caracterizar no espaço e no tempo, os padrões de uso e cobertura da terra, que são a base para posterior quantificação da estrutura e definição dos padrões da paisagem.

Segundo Lang e Blaschke (2009) nos últimos anos, foram produzidos diversos pacotes de aplicativos computacionais, que disponibilizam, de formas diferentes, métricas descritoras de estruturas. Esses programas caracterizam a fragmentação de uma paisagem, fornecendo valores quantitativos de extensão de área e de distribuição

espacial dos diferentes tipos de fragmentos que compõem uma paisagem (HESSBRURG et al., 2000).

1.1.PROBLEMÁTICA

A regeneração florestal é a forma natural de renovação de uma floresta. Todas as espécies arbóreas possuem mecanismos que permitem sua perpetuação no sistema natural. Assim, uma espécie ao se estabelecer, promove uma alteração no ambiente, que beneficia o ingresso de outra comunidade no processo sucessional, enriquecendo a biodiversidade e a complexidade do ecossistema até a estabilização energética.

O processo de reconstituição de uma floresta perturbada por meio da regeneração natural está relacionado diretamente com a composição dos propágulos disponíveis. No entanto, a capacidade de regeneração natural de uma determinada área deve ser avaliada a partir de fatores que possam ser classificados quantitativamente, como a presença do banco de sementes e de plântulas, agentes dispersores, vegetação local, proximidade entre fragmentos, isolamento a agentes degradantes e condições edafoclimáticas das áreas de interesse (RODRIGUES, 2009). No caso de existir fonte de sementes, a necessidade de introdução de espécies pode se tornar inexistente, dependendo principalmente, das condições edafoclimáticas locais e da vegetação do entorno, sendo possível a condução da regeneração natural como forma mais adequada de recuperação ambiental.

De maneira geral, por ser um ecossistema complexo, a floresta tropical sempre é um desafio para a ciência florestal. O conhecimento desse recurso é uma necessidade, visto que, a cada momento, intervenções sucessivas acontecem, sem a preocupação adequada com a conservação desse recurso natural (MARANGON et al., 2008). Compreender as relações espaciais entre fragmentos, as interações e as mudanças estruturais de um ecossistema, são os objetos de estudo da Ecologia da Paisagem.

Com o intuito de somar esforços à proteção e o manejo consciente das florestas da Mata Atlântica e também de outros biomas tropicais, torna-se necessário a realização de estudos sobre a fragmentação florestal, a dinâmica e a ecologia da paisagem que são de grande interesse científico. Neste contexto, surge a necessidade de avaliar a dinâmica da fragmentação e regeneração natural na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.

1.2. HIPÓTESE

A relação entre os índices de ecologia da paisagem e os parâmetros fitossociológicos poderão explicar o potencial de restauração florestal na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.

1.3. OBJETIVO GERAL

Avaliar a dinâmica da fragmentação e regeneração natural na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a evolução temporal da fragmentação florestal para os anos de 1985 e 2010;
- Avaliar a dinâmica dos índices métricos da paisagem para os anos de 1985 e 2010; e
- Analisar a fitossociologia do fragmento de maior relevância com base na dinâmica dos índices métricos da paisagem.

2. REFERÊNCIAS

BRASIL, Constituição (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 21 jan. 2013.

_____. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 28 jan. 2013.

CEDAGRO, Centro de Desenvolvimento do Agronegócio. **Levantamento de áreas agrícolas degradadas no Estado do Espírito Santo**, Barreto, P.; Sartori, M., Vitória, ES. 2012. Disponível em: <http://www.cedagro.org.br/downloads/20111109_estudo/20111109_estudo.zip>. Acesso em: 16 fev. 2013.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil), Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs **Resolução nº 429**, 28 de fevereiro de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res42911.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2013.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, R.; BELT, M; VAN DEN. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, R; N GOLUBIEWSKI, C J. CLEVELAND, **Value of the world's ecosystem services: the influence of a single paper**. In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment).; 2007; Disponível em: <http://www.eoearth.org/article/Value_of_the_world%E2%80%99s>. Acesso em: 30 abr. 2013

ESPÍRITO SANTO, GOVERNO DO ESTADO. Sistema Integrado De Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo–GEOBASES. **Espírito Santo**. Novembro, 2012.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**, 2011. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 03 nov. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/econo>.

IDAF/SIMLAM - Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. <http://idaf.simlam.com.br/Publico/areas/navegadores/mapa/IdafNavEmpreendimento.html>

LAGOS, A. R., MULLER, B. de L. A. HOTSPOT BRASILEIRO - MATA ATLÂNTICA. **Saúde e Ambiente em Revista**, v. 2, n. 2, p.35-45, 2007.

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

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. e S.B. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa. Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008.

MARTINELLI, L. A.; NAYLOR, R.; VITOUSEK, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n.5-6, p. 431-438, 2010.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **BIODIVERSIDADE BRASILEIRA** Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2002, 404 p.

RODRIGUES, R. R. (Ed.). **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF; Piracicaba: ESALQ, 2009. 256 p.

TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. **Ecological and Economic Foundations**. Earthscan. London, 2010. Disponível em: <http://www.teebforbusiness.org/js/plugins/filemanager/files/TEEB_Final_Report_v2010.5.pdf>. Acesso em: 16 jun 2011.

TURNER, M. CARPENTER, S.; At last: a journal devoted to ecosystems', **Ecosystems** v.1, n 1-4. 1998.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro, 2001. 228 p.

YOUNG, A.G. MERRIAM H.G. Effects of forest fragmentation on the spatial genetic structure of *Acer saccharum* Marsh. (sugar maple) populations **Heredity**, v.72 , p. 201-208, 1994

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES NOS ANOS DE 1985 E 2010

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES NOS ANOS DE 1985 E 2010

RESUMO

A antropização nos ecossistemas tropicais tem sido um dos principais agentes da fragmentação florestal e a análise do comportamento da cobertura vegetal numa escala temporal direciona práticas que viabilizam a sustentabilidade dos remanescentes destas florestas. Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a evolução temporal e a dinâmica da fragmentação florestal na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES. O mapeamento dos fragmentos florestais foi realizado por classificação supervisionada por meio do método da máxima verossimilhança no aplicativo computacional ArcGIS 10.2. A análise estrutural dos fragmentos florestais foi baseada no uso de métricas da paisagem na extensão V-Late 2.0 do mesmo aplicativo, considerando a evolução para os anos de 1985 e 2010. Após, o mapeamento dos fragmentos verificou-se a acurácia por meio do índice Kappa (70,2%) e pelo valor de Exatidão Global (86,29%), validando assim classificação. As análises mostraram um aumento de aproximadamente 12,4% na área total da cobertura florestal, correspondendo a 5.821 ha. O número total de fragmentos encontrados no ano de 1985 foi 2.300 e em 2010 foi de 2.596, correspondendo a 34,2 e 46,6%, respectivamente do total da área. O número de fragmentos foi elevado na classe de tamanho pequeno (< 5 ha) tanto em 1985 (2.144) quanto para 2010 (2.473), a classe grande (> 50 ha) apresentou menor quantidade de fragmentos em ambos os anos, (30 e 22), porém foi a classe com maior área de cobertura florestal, (10.774,8 e 14.688,4 ha). Das métricas analisadas a área total e área núcleo do fragmento (30,53% cada), seguidos pela distância do vizinho mais próximo e área do vizinho mais próximo (11,32% cada), foram as variáveis de maior importância. A área de fragmentos regenerados foi de 5821 ha, com um total de 4629 áreas identificadas em que o maior fragmento regenerado foi de 237 ha, sendo esse classificado com maior potencial de regeneração natural. Com base nos resultados, infere-se que as métricas que melhor descrevem a regeneração foram proximidade e a área total dos fragmentos. O elevado número de pequenos fragmentos (<5 ha) contribuiu para o aumento na cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Caxixe entre os anos de 1985 e 2010, demonstrando que esta classe é de suma importância, pois serve como trampolins ecológicos para as espécies, intermediando as interações entre fragmentos de áreas maiores.

Palavras-chave: Geotecnologia, ecologia da paisagem, regeneração natural.

SPACE-TEMPORAL EVALUATION OF FOREST COVER IN THE WATERSHED OF CAXIXE RIVER, ES IN THE YEARS 1985 AND 2010

ABSTRACT

The human disturbance have been one of the main agents of forest fragmentation in tropical ecosystems , the analysis of the vegetation cover on a timescale directs practices that enable the sustainability of these forests remaining. The aim of this study was to assess the temporal evolution and the dynamics of forest fragmentation on Caxixe river basin. The Maximum Likelihood Classification in ArcGIS 10.2 did the mapping of forest patches, the structural analysis of forest fragments was based on the use of landscape metrics in the V-LATE extension of the same computational application, considering the evolution for the years 1985 and 2010. Thereafter, the mapping of the fragments was verified the accuracy using the Kappa index (70.2%) and the value of overall accuracy (86.29%), thus validating classification. The analysis showed an increase of 12.4% in the total area of forest cover, corresponding to 5,821 ha. The total number of patches found in 1985 was 2,456 and in 2010 was 2,599, corresponding to 34.2 and 46.6% respectively of the total area. The number of patches was higher in the class of small (<5 ha) in both years 1985 (2144) and 2010 (2473), the large class (> 50 ha) showed a lower amount of patches in both years (30 and 22), but was the class with the largest area of forest cover (10,774.8 and 14,688.4 ha). Of the metrics analyzed the most important variables were the total area and the core area of the patches (30.53% each), followed by the distance from the nearest neighbor and nearest neighbor area (11.32% each). The regenerated area of tissue specimens was 5,821 ha, with 4629 identified areas, the largest fragment regeneration was 237 ha, and this is the highest potential fragment rated for natural regeneration. Based on the results, it is inferred that the metrics that most influenced regeneration were proximity and the total area of the patches, the large number of small fragments (<5 ha) contributed to the increase in forest cover in the Caxixe river basin between the years 1985 and 2010, showed that this class is very important because they used as ecological stepping stones for species, mediating the interactions between fragments of larger areas.

Keywords: Geotechnology, landscape ecology, natural regeneration.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica por ser um ecossistema complexo, sempre é um desafio para a ciência florestal. O conhecimento desse recurso é uma necessidade, visto que, a cada momento, intervenções sucessivas acontecem, sem a mínima preocupação com a conservação desse recurso natural (MARANGON et al., 2008).

De maneira geral, a expansão antrópica tem intensificado a fragmentação florestal, frequente em áreas com florestas naturais, as quais não resistem às pressões ocasionadas pela rápida ampliação da fronteira agrícola e de projetos urbanos, tendo como resultado a formação de paisagens com pouca diversidade de hábitat, com fragmentos isolados e de dimensões reduzidas. Atualmente, têm-se dado enfoque significativo às preocupações com a qualidade de vida e o balanço entre áreas vegetadas e áreas povoadas (OLIVEIRA, 1999; CALEGARI et al., 2010).

Frente a este problema, os dados multitemporais de imagens de satélite facilitam o monitoramento da vegetação por técnicas de sensoriamento remoto, capazes de detectar mudanças no uso e cobertura da terra. Para Turner e Carpenter (1998) estas técnicas se tornaram essenciais em ecologia da paisagem, porque têm a capacidade de caracterizar no espaço e no tempo, os padrões de uso e cobertura da terra, que são a base para posterior quantificação da estrutura e definição dos padrões da ecologia da paisagem.

Na identificação e na avaliação das consequências da fragmentação florestal na paisagem, parâmetros como: a quantidade; composição e distribuição dos fragmentos remanescentes; a distância entre eles; o grau de isolamento; a matriz; o trânsito de animais; de pólen e de sementes entre os fragmentos florestais; o tamanho e a forma são considerados elementos importantes (PIRES et al., 1998). Segundo Valente e Vetorazzi (2002), o entendimento da ecologia da paisagem objetiva compreender as relações espaciais entre fragmentos, interações e mudanças estruturais de uma paisagem.

Neste enfoque, temos o processo de reconstituição de uma floresta fragmentada por meio da regeneração natural propícia a interações espaciais e mudanças estruturais de uma paisagem. Desta forma, é importante destacar também que a regeneração natural é formada pelo banco de plântulas e indivíduos jovens, e também como o processo em que as florestas se regeneram após distúrbios, como a regeneração em clareiras, em campos de cultivo abandonados e outros (RODRIGUES, 2009).

A capacidade de regeneração natural de uma determinada área deve ser avaliada a partir de fatores que possam ser classificados quantitativamente, como a presença do banco de sementes e de plântulas, agentes dispersores, vegetação local, proximidade de fragmentos, isolamento a agentes degradantes e a condições edafoclimáticas das áreas de interesse (RODRIGUES, 2009).

Para a análise e quantificação da estrutura da paisagem são utilizados índices que podem ser distribuídos em diversas categorias. Esses índices permitem descrever o nível de uniformidade ou fragmentação espacial de uma paisagem, essenciais para avaliação dos mecanismos ecológicos responsáveis pelas distribuições populacionais (CEMIN, PÉRICO e REMPEL, 2009).

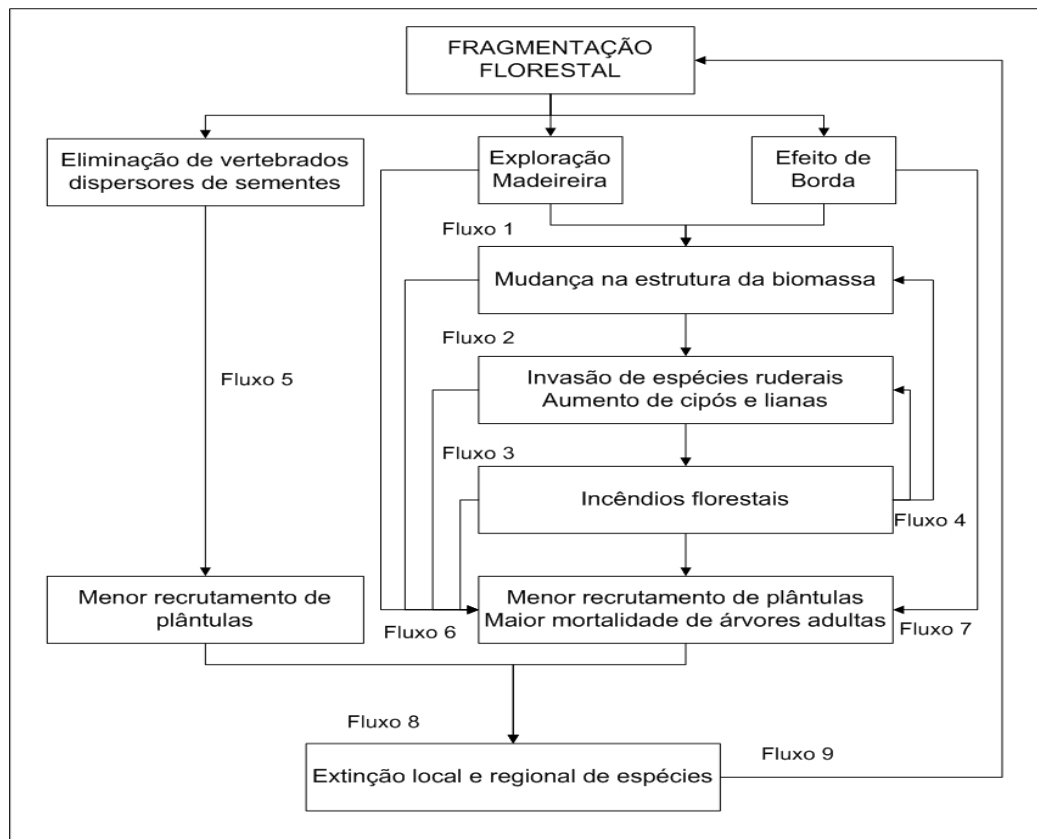
Na Figura 1 é apresentado o fluxograma da relação da fragmentação florestal com outros processos ecológicos que levam a extinção local e regional de populações florestais. Tal fluxograma descrito por Tabarelli et al. (2004, p.1421, tradução), discorre que:

“A fragmentação, a exploração madeireira e o efeito de borda alteram a estrutura da floresta e a biomassa acima do solo (Fluxo 1). Consequentemente, espécies ruderais invadem os fragmentos e a densidade de cipós aumenta (Fluxo 2). Essas mudanças na estrutura e composição do fragmento o faz propenso a incêndios, principalmente em áreas secas (Fluxo 3). Incêndios periódicos reduzem a cobertura do dossel, mudando drasticamente a estrutura da vegetação ao longo das bordas do fragmento, acentuando o aumento da densidade de cipós, lianas e espécies ruderais, portanto, aumentam a probabilidade de novos incêndios (Fluxo 4). Paralelo a todos esses eventos, vertebrados dispersores de sementes são eliminados pela perda de habitat e/ou caça (Fluxo 5). Por meio de um ou mais desses fluxos, ou por impactos isolados causados pela extração madeireira e o efeito de borda (Fluxos 6 e 7), o recrutamento de plântulas diminui e a mortalidade de árvores jovens e adultas aumenta entre as espécies sensíveis. Como resultado, as populações arbóreas enfrentam a

extinção local e regional (Fluxo 8). Finalmente, há um ciclo de realimentação (Fluxo 9). Uma vez que extinções locais de espécies de árvores ocorrem em fragmentos, resultará em um efeito em cadeia sobre os polinizadores, predadores e dispersores de sementes dessas espécies que, dependendo da especificidade do hospedeiro, também será eliminada nesses fragmentos florestais”.

Tais efeitos em cascata de espécies de insetos, árvores e de vertebrados têm o potencial de perturbar gravemente muitos processos ecológicos básicos em áreas maiores, causando colapso na polinização ou interações predador-presa, agravando ainda mais os efeitos da fragmentação.

Figura 1 - Fluxos representativos do processo de fragmentação florestal que levam a extinção local e regional de populações florestais.



Fonte: Tabarelli et al. (2004, p.1422, tradução)

A fragmentação demasiada de coberturas florestais altera a capacidade do potencial de regeneração natural. Compreender as relações espaciais entre fragmentos, as interações e as mudanças

estruturais de um ecossistema, são de substancial importância para o estudo da ecologia da paisagem.

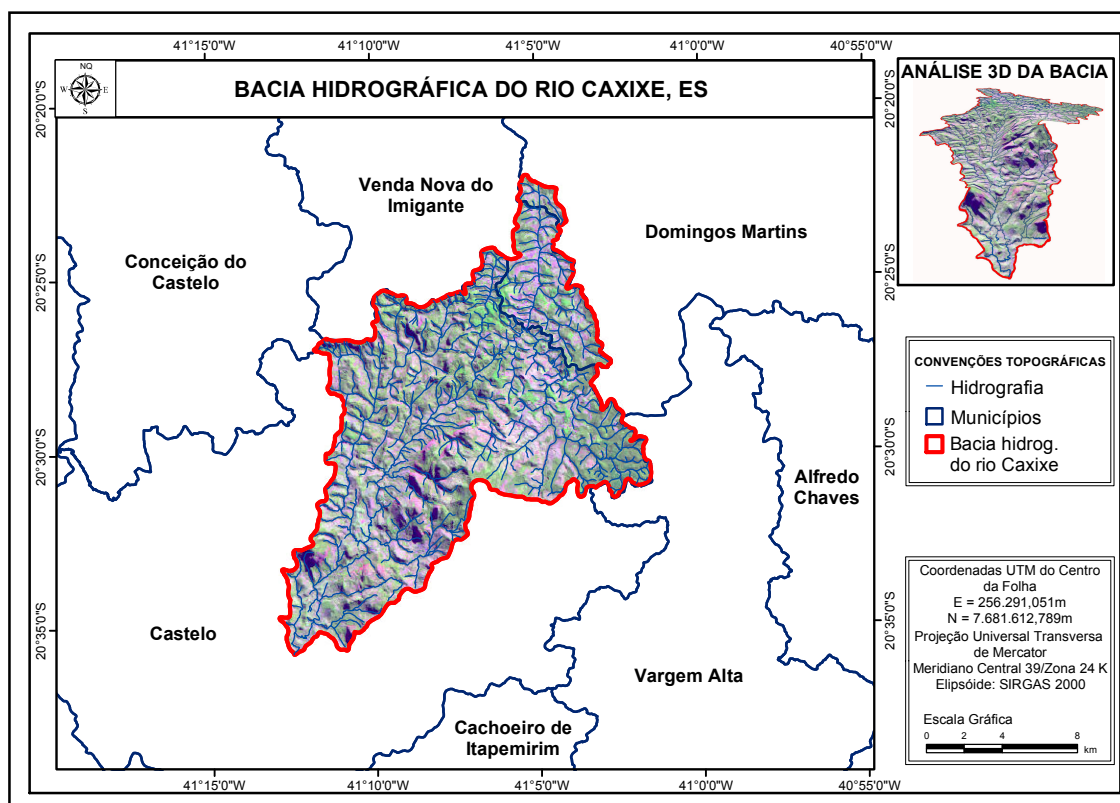
Com a finalidade de somar esforços à proteção e o manejo consciente das florestas da Mata Atlântica e também de outros biomas tropicais, surge a necessidade de novos estudos relacionados com a ecologia da paisagem florestal. Desta maneira, objetivou-se com este trabalho avaliar a evolução temporal e a dinâmica da fragmentação florestal na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES para os anos de 1985 e 2010.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Caxixe está localizada na região Serrana do estado do Espírito Santo (Figura 2), situada entre as latitudes de 20° 22' e 21° 36' Sul e longitude de 41° 02' e 41° 13' Oeste, possuindo uma área de 223,62 km², sendo compreendida pelos municípios de Castelo e Venda Nova do Imigrante. De acordo com o método de Otto Pfafstetter (PFAFSTETTER, 1989), também denominado método das Ottobacias que foi estabelecido pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH (2003), esta bacia hidrográfica foi classificada como de nível 6.

Figura 2 - Bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.



Fonte: Autor.

O clima predominante da região é do tipo Cwa (Inverno seco e Verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen atualizado por

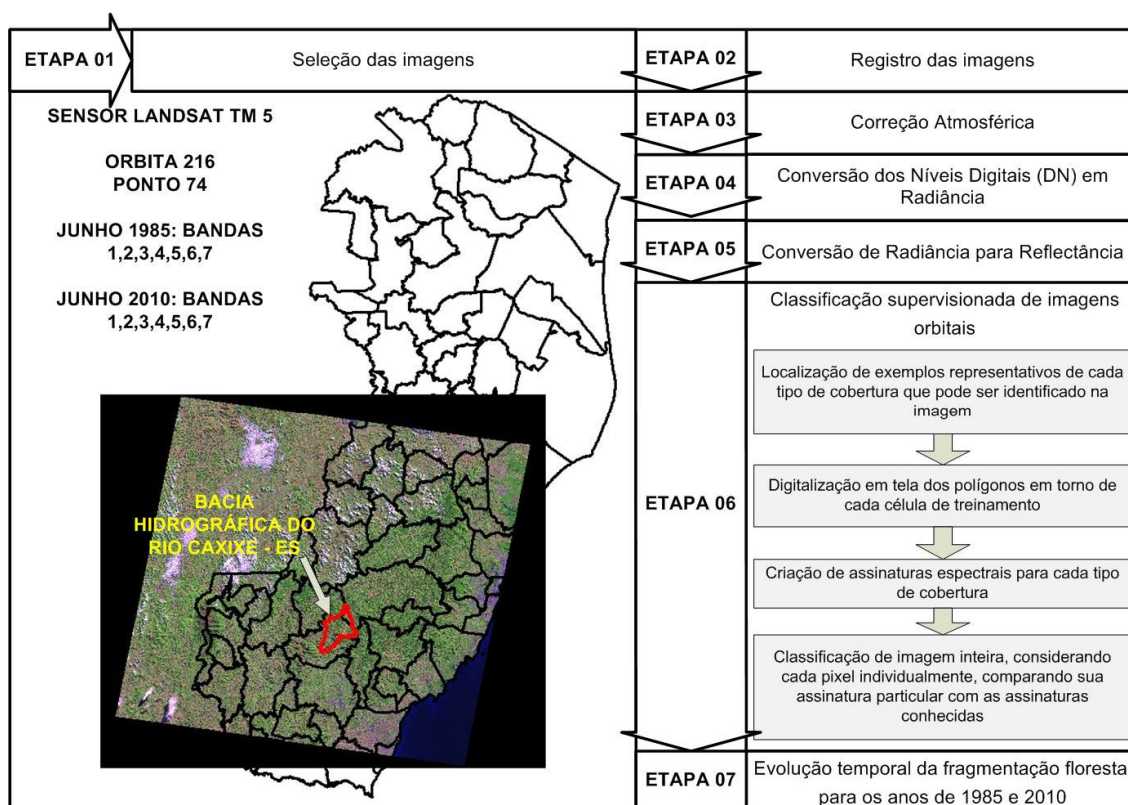
Alvares et al. (2014). A temperatura média do mês mais frio é de 13 °C e do mês mais quente de 29 °C, com precipitação média do mês mais seco menor que 60 mm. A maior parte da região é caracterizada por uma topografia acidentada, intercaladas por reduzidas áreas planas (EMCAPA/NEPUT, 1999).

A área desse estudo encontra-se dentro dos domínios do Bioma Mata Atlântica, enquadrando-se segundo a classificação do IBGE (2012) nas formações fitofisionômicas de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa. O fragmento matriz é caracterizado como a área que possuía cobertura florestal em 1985 na classificação das imagens de satélite e fragmento regenerado, com cobertura florestal em 2010.

2.2. PROCESSAMENTO DAS IMAGENS E CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Para o processamento de imagens foram utilizadas 07 etapas (Figura 3), necessárias para a implementação da metodologia visando avaliar a evolução temporal da fragmentação florestal para os anos de 1985 e 2010.

Figura 3 - Etapas metodológicas necessárias para avaliação da evolução temporal da fragmentação florestal para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

Abaixo estão descritos os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do mapa de fragmentação florestal.

Etapa 1 - A seleção das imagens do sensor *LANDSAT 5 – TM* foi realizada por meio do catálogo de imagens da *United States Geological Survey – USGS*, para o mês de junho de 1985 e 2010, representativo do período de estiagem, com boas condições atmosféricas e cobertura mínima de nuvens (menor que 10%) em cada cena. As imagens que compõem a área de estudo são referentes à órbita 216 e ponto 074, disponíveis no sítio <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Etapa 2 - O registro das imagens *LANDSAT 5 - TM* referentes à série temporal do estudo foi realizado com base no mosaico ortorretificado *GeoCoover 2000* da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), disponível no sítio <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl> (NASA, 2012). Para o registro das imagens, os pontos de controle foram adquiridos na imagem *MrSID*

ortorretificada, por meio da técnica *map to map*. O registro foi obtido com erro médio quadrado (RMS), menor que 0,5 pixels, sendo aceitável para este tipo de estudo (DAÍ e KHORRAM, 1998).

O registro das imagens foi realizado na projeção Universal Transverso de Mercator (UTM-WGS 84) utilizando-se o método de amostragem dos pixels denominando *Nearest Neighbor* (vizinho próximo) com polinômio de primeira ordem (CRÓSTA, 1999; FLUSSER e SUK, 1994).

Etapa 3 - A correção atmosférica foi necessária para corrigir a presença de pixels espúrios nas imagens, causado por efeitos atmosféricos como poeiras, aerossóis e partículas suspensas entre o sensor e a superfície de captura que resultam em valores digitais não equivalentes a diversos alvos presentes na imagem.

Para anular os efeitos atmosféricos, resultando em imagens com ND corrigidos, foi utilizada a técnica de subtração dos pixels escuros ou *Dark Object Subtraction* (DOS) proposto por Chaves (1988).

Etapa 4 - foi realizada a conversão dos Níveis Digitais (DN) das imagens *LANDSAT 5 – TM* em radiância. Os valores utilizados na conversão das imagens foram adquiridos por meio da calibração absoluta dos sensores *LANDSAT 5 - TM* após seu lançamento, sendo expressa por meio da radiância espectral ($w.m^2 sr.\mu m$) proposta por Price (1987a,b).

Etapa 5 - As imagens com valores de radiância foram convertidas em imagens reflectância medida ao nível do satélite, (adimensional) por meio da equação (equação 1) desenvolvida por Price (1987a,b).

$$\rho = \frac{(\pi \cdot L\lambda \cdot d^2)}{(ESol \lambda \cdot \cos \theta_0)} \quad (\text{eq. 1})$$

Em que,

ρ : reflectância medida ao nível do satélite (adimensional);

$L\lambda$: radiância espectral no detetor ($w.m^2 sr.\mu m$);

d : distância Terra-Sol (unidades astronômicas);

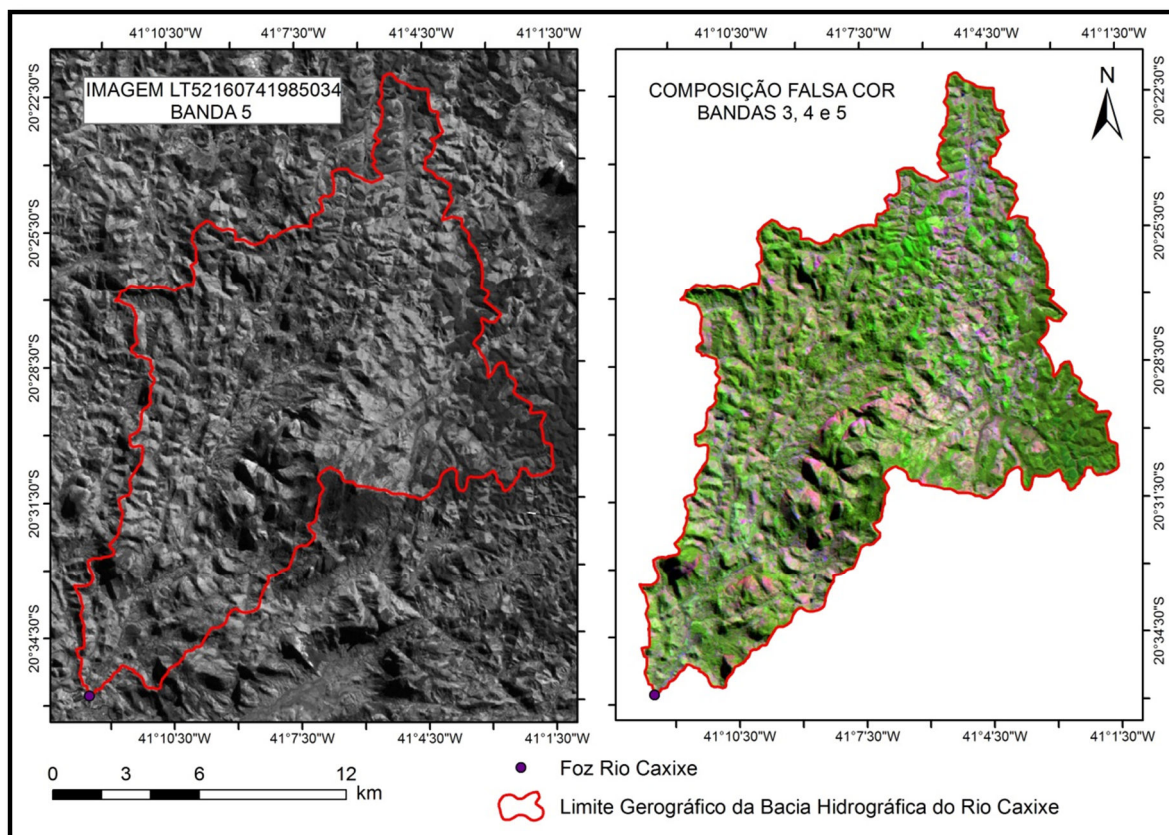
$ESol \lambda$: irradiância solar exoatmosférica média ($w.m^2 sr.\mu m$); e

θ_0 : ângulo zenital solar (graus).

Etapa 6 – para o processamento da classificação supervisionada das imagens orbitais referentes aos anos de 1985 e 2010 utilizou-se o algoritmo da máxima verossimilhança cujo reconhecimento dos padrões espectrais na imagem se faz com base numa amostra de área de treinamento, que é fornecida ao sistema de classificação pelo analista (MOREIRA, 2003). Neste algoritmo é possível calcular a probabilidade estatística de um dado valor de pixel pertencer a uma classe particular de cobertura da terra (LILLESAND e KIEFFER, 1994). Para cada imagem de épocas distintas foi gerado um mapa temático dos fragmentos florestais.

Este método possui uma área de treinamento, onde foi selecionado na imagem em composição de bandas falsa cor natural R5G4B3 (Figura 4) com o cursor áreas modelos dos pixels representativos para cada alvo do uso e cobertura da terra (MOREIRA, 2003). Depois de selecionar as classes pré-estabelecidas, o aplicativo computacional, por meio de cálculos específicos de equiprobabilidade, adequa os pixels desconhecidos às classes. Este método relaciona-se às elipses, de forma que a localização, a forma e tamanho da elipse, refletem a média variância e covariância de duas variáveis (IBGE, 2001).

Figura 4 - Imagem selecionada do catálogo de imagens da NASA e composição das bandas falsa cor natural R5G4B3 com a delimitação geográfica da área de estudo.



Fonte: Autor.

Etapa 7 - Foram criados, então, dois arquivos de imagem vetorial poligonal, um para cada época de estudo e verificada a acurácia por meio do índice Kappa e Exatidão Global.

2.3. ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DAS IMAGENS

Após a classificação supervisionada (Etapa 6) foi verificada a acurácia conforme estabelecido por Jensen (1986), por meio do índice Kappa, que considera todos os elementos da matriz de erros ao invés de apenas aqueles que se situam na diagonal principal da mesma, ou seja, estima-se a soma da coluna e linha marginais (BRITO et al., 2007 e BOLFE et al., 2004). A avaliação da acurácia é considerada a etapa final

na avaliação da qualidade de um mapa temático do uso e cobertura da terra.

A exatidão global utilizada foi fixada em 85%. Segundo Jensen (1986) este é o valor mínimo requerido para mapeamentos temáticos. Para o índice Kappa, foram utilizadas as classes de qualidade definidas por Bolfe et al. (2004), sendo: bom (> 40%), muito bom (> 60%) e excelente (> 80%). O erro de amostragem relativo admissível (equação 2) empregado foi de 10% à probabilidade de 90%.

$$Er = \pm \frac{t.Sx}{\bar{X}} . 100 \quad (\text{eq. 2})$$

Em que,

Er : erro de amostragem relativo (%);

Sx: erro padrão da média da variável amostrada;

t : valor tabelado de t (Student); e

\bar{X} : média da variável amostrada.

Neste tipo de avaliação, os dados coletados (valor real) assumem uma distribuição binomial. Neste trabalho, foram utilizados os coeficientes de concordância total, sendo eles: Exatidão Global (equação3), proposto por Hellden et al. (1980) e Índice Kappa (equação4), proposto por Cohen (1960) apud Carvalho e Scolforo (2008).

$$DG = \frac{D}{T} \quad (\text{eq. 3})$$

$$IK = \frac{(D - Q)}{(T - Q)} \quad (\text{eq. 4})$$

Em que,

DG : exatidão Global;

IK : índice Kappa;

D : soma dos valores da diagonal;

T: total dos pixels analisados; e

Q : média ponderada entre o valor verdadeiro e o interpretado.

As informações de referência foram obtidas por meio de incursões terrestres, realizadas para retratar amostras das diversas formações vegetais da área e para averiguar a acurácia do trabalho. Para tal, utilizou-se um aparelho de GPS. Além das vistorias de campo, foram aleatorizados 300 pontos, dentro da bacia hidrográfica e verificados a partir das ortofotos, disponibilizadas pelo IEMA (2007), que possuem resolução espacial de 1 metro.

2.4. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS E DOS ÍNDICES MÉTRICOS DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA PAISAGEM PARA OS ANOS DE 1985 E 2010

Para análise da evolução temporal por meio das métricas de ecologia da paisagem dos fragmentos florestais foi delimitado um tamanho mínimo de área de cobertura florestal, área está definida como maior que 0,1 ha, visto que outros estudos definem que áreas inferiores possuem pouca importância ecológica na paisagem, devido a área central, efeito de borda, entre outros índices de ecologia da paisagem (VIANA e PINHEIRO, 1998; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011; PIMENTEL, 2011; MARTINS et al., 2014).

O número de fragmentos existentes na área foi relacionado à classe de tamanho. Como não existe um padrão estabelecido para classe de tamanho (BOLFE et al., 2004; CEMIN et al., 2009; MARTINS, 2012; MARTINS et al., 2014), foi adotado o critério utilizado por Pimentel (2011) e Pirovani et al. (2014), caracterizando como pequenos os fragmentos com área menor que 5 ha, médios aqueles com área entre 5 e 50 ha e grandes aqueles com área maior que 50 ha.

Por meio das métricas de tamanho foi obtida a área de cada fragmento, a área total da classe fragmento florestal, a porcentagem da área da classe em relação à área total analisada, o tamanho médio dos

fragmentos. Por meio das métricas de fragmentos foi obtido o número de fragmentos e a densidade de fragmentos a cada 100 ha da área de estudo.

Conforme Pirovani (2010) para uma melhor comparação entre o grau de conservação e o tamanho dos fragmentos florestais mapeados neste estudo, foi realizada a análise dos índices de ecologia da paisagem para cada uma das classes de tamanho (pequena, média e grande) e também para todos os tamanhos a fim de se obter valores médios dos índices para todos os fragmentos da área em estudo.

O detalhamento das métricas utilizadas neste estudo, juntamente com suas siglas e significados estão expostas na Tabela 1.

Tabela 1 - Índices de ecologia da paisagem processados ao nível de classe dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES

Grupo	Métrica	Sigla	Unid.	Observação
Área	Área da classe	CA	ha	Somatório das áreas de todas as manchas ou fragmentos florestais
Densidade e Tamanho	Tamanho médio da mancha	MPS	ha	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas
	Número de manchas	NUMP	Adim.	Número total de manchas na paisagem ou na classe
	Desvio padrão do tamanho da mancha	PSSD	ha	Razão da variância do tamanho das manchas
	Coeficiente de variação do tamanho da mancha	PSCov	(%)	Desvio padrão do tamanho da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha, multiplicado por 100
Borda	Total de bordas	TE	m	Soma de perímetro de todas as manchas
Forma	Índice de forma	MSI	Adim.	É igual a um quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma da mancha
	Índice de forma de área média ponderada	AWMSI	Adim.	Difere do MSI, pois manchas maiores possuirão mais peso que as menores
	Dimensão fractal da mancha média	MPFD	Adim.	Os valores se aproximam de um para formas com perímetro simples e chega a dois quando as formas forem complexas

(Continua)

(Conclusão)

Grupo	Métrica	Sigla	Unid.	Observação
Área Central	Área central total	TCA	ha	O tamanho total das manchas centrais
	Área central média	MCA	ha	O tamanho médio das manchas de área central
	Número de áreas centrais	NCA	Adim.	Número total de áreas centrais dentro da paisagem ou dentro de cada mancha ao nível de classe
	Desvio padrão de área central	CASD	ha	Raiz da variância das medias das área centrais
	Coefficiente de variação de área central	CACov	(%)	Representa a variabilidade em tamanho das áreas centrais disjuntas à área central média
	Índice de área central total	TCA	(%)	Medida relativa de área central da paisagem
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	MNN	m	Média das distâncias para classes individuais ao nível de classe e a distância média da classe vizinha mais próxima ao nível de paisagem
	Área do vizinho mais próximo	NNAREA	ha	Área do fragmento mais próximo

Fonte: Adaptado de McGarigal e Marks (1995).

No sentido de evitar a utilização de métricas redundantes, optou-se por utilizar as seguintes métricas: Dimensão Fractal (MPFD); Número de áreas núcleos disjuntas (NCORE); Índice de forma (MSI); Área do fragmento mais próximo (NNAREA); Distância do vizinho mais próximo (MNN); Área núcleo (TCA); e Área total do fragmento (CA).

A análise dos fragmentos foi feita com base no mapa de fragmentos florestais no formato vetorial, 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.

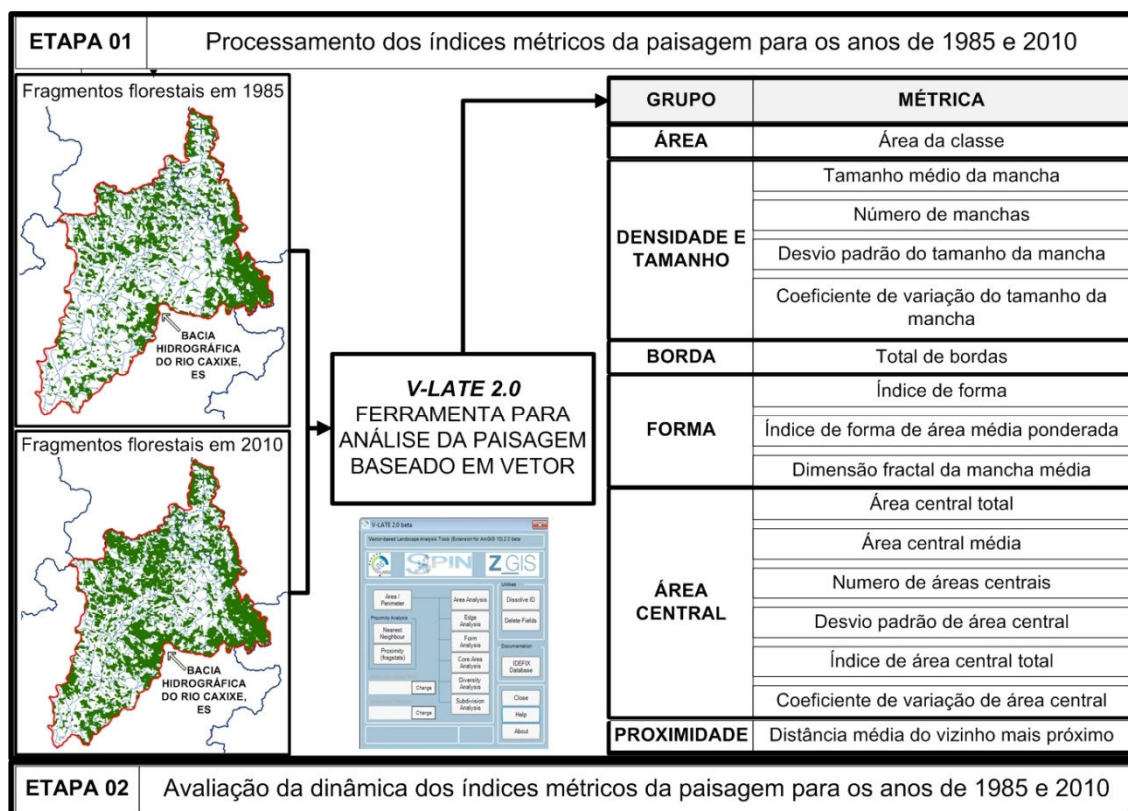
Por meio das métricas de tamanho foi obtida a área de cada fragmento, a área total da classe de fragmento florestal, a porcentagem da área da classe em relação à área total analisada, o tamanho médio dos fragmentos e o desvio padrão e coeficiente de variação.

Para efeito de comparação dos índices de ecologia para os anos em estudo (1985 e 2010), os resultados envolvendo as métricas foram

organizados em banco de dados de planilhas eletrônicas para a análise estatística e geração de gráficos.

O fluxograma metodológico contendo as etapas necessárias para a implementação da metodologia visando avaliar a dinâmica dos índices métricos da paisagem para os anos de 1985 e 2010 está ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Etapas metodológicas necessárias para avaliação da dinâmica dos índices métricos da paisagem para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

2.5. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS POTENCIAIS PARA REGENERAÇÃO NATURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES

Para a seleção dos fragmentos florestais com maior potencial de regeneração, foram utilizadas as métricas da ecologia da paisagem (FORMAN e GODRON, 1986) em nível de mancha espacializadas e quantificadas para o período de 1985 e 2010.

2.5.1. Padronização dos mapas

Como as métricas possuem unidades e amplitudes diferentes, estes valores foram reescalados (PIMENTEL, 2011), onde cada métrica passou para uma escala contínua variando de 0, (menor potencial) até 100 (maior potencial) de acordo com a seguinte equação:

$$Y = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (\text{eq. 5})$$

Em que,

Y : valor da métrica reescalada; e

x : valor original da métrica.

2.5.2. Definição dos Pesos e Modelo

Para a definição dos pesos de cada variável, foi utilizado o método AHP – *Analytical Hierarchical Process* (SAATY, 1977) adaptado para esse estudo, em que variáveis são comparadas uma a uma e é atribuído um valor que varia de 1 (igual importância) a 5 (fortemente importante). A definição de diferentes pesos a diferentes variáveis é fundamentada no fato de o ser humano compreender o relacionamento de diferentes variáveis em diferentes situações.

Esse método tem a intenção de servir como base de tomada de decisão, indicando os fragmentos com maior grau de conservação. O método é capaz de estabelecer uma relação de importância entre as variáveis consideradas, desde que haja coerência nas lógicas que levaram ao estabelecimento de tais relações e, para sua mensuração, existe a Razão de Consistência (RC). Para uma matriz de comparação ser considerada consistente, a razão deve ser menor que 10%.

Após a padronização dos dados e definição do peso de cada variável, foi realizada a Análise por Critérios Múltiplos com o objetivo de selecionar os fragmentos florestais potenciais para a regeneração natural de acordo com a equação 6:

$$\text{PCRN} = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6 + a_7X_7 \quad (\text{eq. 6})$$

Em que,

PCSF : potencial calculado para a regeneração natural de cada fragmento;

X_1 : dimensão fractal (MPFD);

X_2 : número de áreas centrais (NCA);

X_3 : fator de forma (MSI);

X_4 : área do fragmento mais próximo (NNAREA);

X_5 : distância do vizinho mais próximo (MNN);

X_6 : área núcleo (TCA);

X_7 : área total do fragmento (CA); e

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ e a_7 : pesos representativos de cada variável, definidos pelos método AHP.

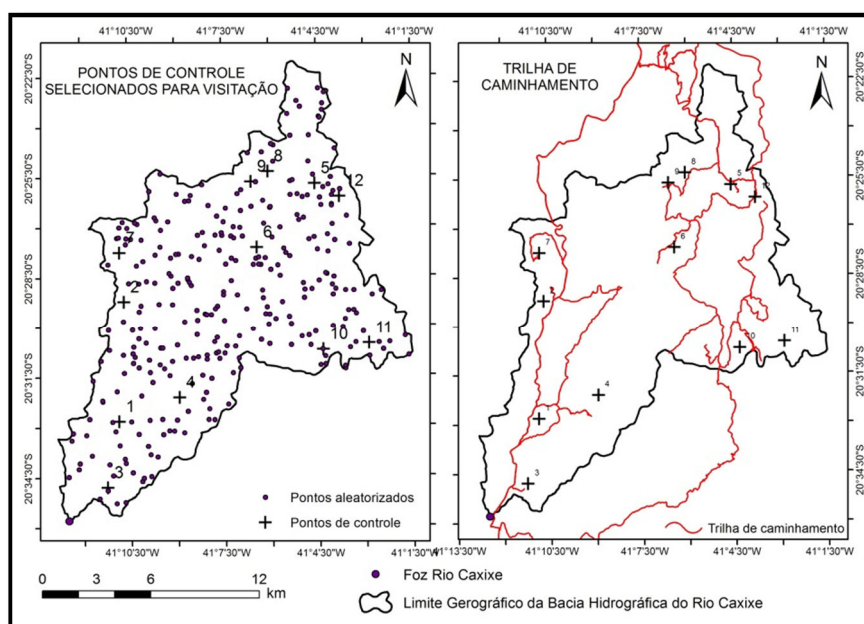
Os fragmentos florestais foram classificados quanto ao potencial de regeneração natural como: alto potencial (acima da média mais 1 desvio padrão), médio potencial (valor entre a média \pm 1 desvio padrão) e baixo potencial (média menos 1 desvio padrão).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ACURÁCIA DA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DAS IMAGENS

O mapa obtido para avaliação da acurácia da classificação supervisionada para o ano de 2010 está demonstrado na Figura 6, onde é apresentado duas ilustrações da bacia hidrográfica, uma com a distribuição dos pontos aleatorizados e outra com as trilhas de caminhada obtidas por meio de GPS. Os pontos aleatorizados na bacia do rio Caxixe foram suficientes para constatar a acurácia da classificação supervisionada, onde o erro encontrado foi 3,85% inferior ao estabelecido (10%), comprovando a significância amostral para a obtenção da matriz de erro.

Figura 6 - Pontos amostrados para análise de acurácia da imagem dos fragmentos florestais para o ano de 2010.



Fonte: Autor.

A acurácia da classificação obteve valores acima do estabelecido, confirmando a eficácia da classificação para utilização no estudo. A Tabela 2 apresenta a matriz de erro, na qual se observa que das 300

amostras distribuídas na imagem e no mapa classificado, observou-se que 258 foram classificadas corretamente, resultando numa Exatidão Global para o ano de 2010 de 86,29% e Índice Kappa de 70,20%.

Tabela 2 - Matriz de erro para avaliação da acurácia das classes temáticas para o ano de 2010.

		REAL			ERRO DE COMISSÃO (EC)	EC (%)
		Fragmento	Outros	Total		
CLASSIFICADO	Fragmento	166	18	184	0,0978	9,782
	Outros	24	92	116	0,793	79,31
	Total	190	110	300		
	ERRO DE OMISSÃO (EO)	0,126	0,836			
		EO (%)	12,631	83,636		

Fonte: Autor.

Andrade, Francisco e Almeida (2014) e Oliveira et al. (2013), utilizando a classificação supervisionada para a avaliação de cobertura vegetal, encontraram valores similares aos deste estudo.

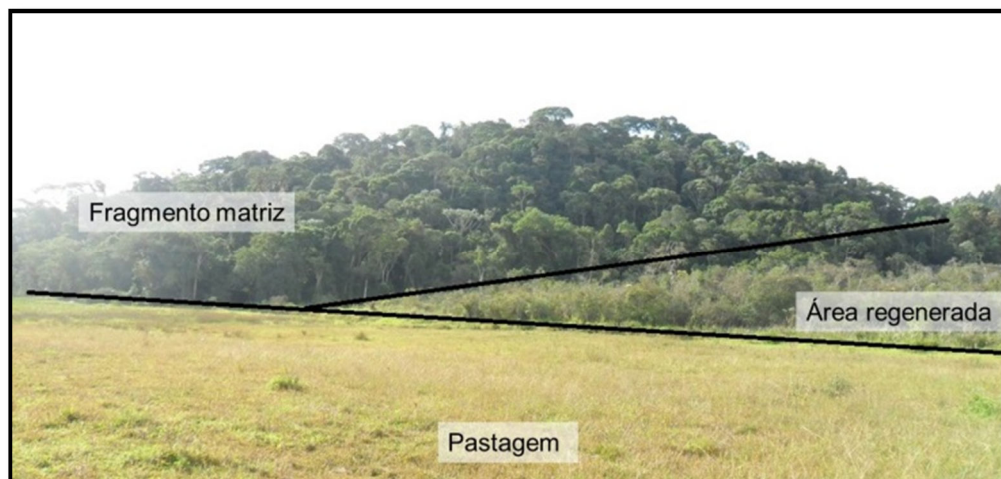
O Erro de Omissão (EO%) encontrado foi de 12,6%, indicando o percentual omitido de sua correta classe e os assinalados em outra classe. O Erro de Comissão (EC) foi de 9,78%, indicando o percentual erroneamente incluído na classe. Silva et al. (2011), utilizando a matriz de erros para validar a classificação encontrou erros de omissão e comissão superior para a classe florestal analisada.

Áreas com plantio de eucalipto, áreas em estágio inicial de sucessão e plantios de café e citros observadas próximas aos fragmentos florestais tanto no processamento das imagens quanto nas visitas a campo, influenciaram negativamente a Exatidão Global e o índice Kappa.

Quanto à acurácia das imagens analisadas um fator que pode ter influenciado positivamente, foi o fato da diferença abrupta da fitofisionomia da paisagem entre os fragmentos e as culturas agrícolas ou pastagem presentes na área de estudo (Figura 7). Andrade, Francisco e Almeida (2014) estudando a fisionomia vegetal e uma região na Mata

Atlântica observou que a diferença na fitofisionomia da área colaborou para diferentes respostas espectrais entre as classes, facilitando a análise das imagens e reduzindo consideravelmente o erro.

Figura 7 - Imagem ilustrativa da separabilidade entre o fragmento matriz, fragmento regenerado e pastagem.

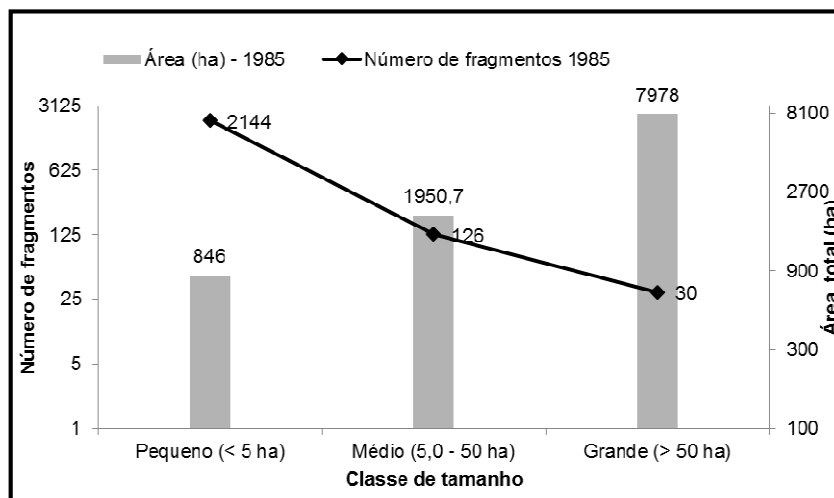


Fonte: Autor. Local: Castelo, ES.

3.2. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS PARA OS ANOS DE 1985 E 2010

O mapeamento das áreas de fragmentos florestais para o ano de 1985 possibilitou contabilizar 2.300 fragmentos em toda a área de estudo, totalizando 10.774 ha, 34,2% do total da área (Figura 8). A classe de tamanho com fragmentos pequenos foi a que apresentou o maior número de manchas, totalizando 2.144, (846,1 ha). No entanto, foi a menos expressiva em relação à cobertura florestal representando somente 7,85%. A classe de fragmentos médios totalizam 126 manchas (1.950 ha), representando 18,1%. A classe dos fragmentos grandes foi a que apresentou o menor número de manchas, apenas 30, porém, sendo a mais significativa em relação a cobertura florestal, com uma área total de 7.977,9 ha representando 74,01% (Tabela 3).

Figura 8 - Relação entre o número de fragmentos e as classes de tamanho para o ano de 1985.



Fonte: Autor.

Tabela 3 – Métricas da ecologia de paisagem para o ano de 1985 da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES

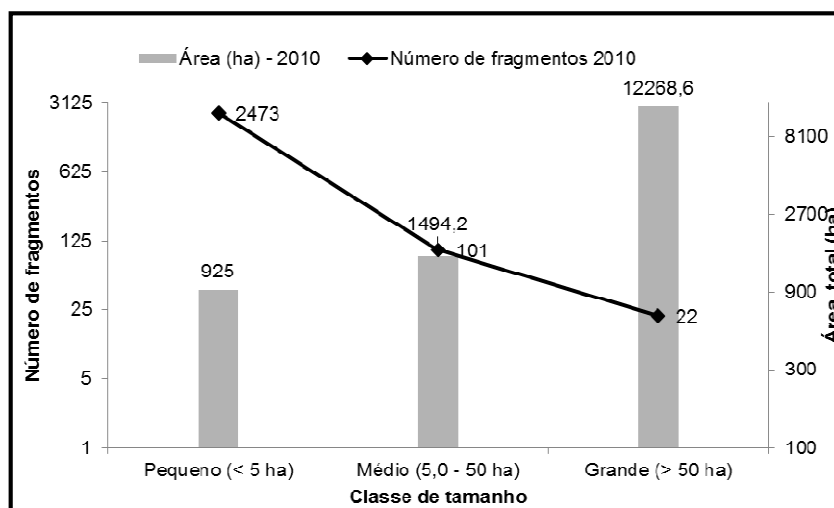
Grupo	Índice	Unidade	Classes de tamanho				
			Pequeno (< 5 ha)	Médio (5 - 50 ha)	Grande (> 50 ha)	Todos (0 a > 50 ha)	
ÁREA	CA	Hectares (ha)	846,07	1.950,75	7.977,97	10.774,80	
	MPS	Hectares (ha)	0,39	15,48	265,93	4,68	
	Densidade e tamanho	NUMP	Adimensional	2.144,00	126,00	30,00	2.300,00
		PSSD	Hectares (ha)	0,76	9,84	370,78	52,08
	PSCoV	Porcentagem	192,01	63,58	139,43	1.111,81	
Borda	TE	Metros (m)	502.745,19	319.231,57	663.023,56	1.485.000,32	
	ED	m/ha	22,44	14,25	29,60	66,29	
Forma	MSI	Adimensional	1,32	1,82	3,95	1,38	
	AWMSI	Adimensional	0,13	0,43	4,41	3,68	
	MPFD	Adimensional	1,43	1,31	1,37	1,42	
Área central	TCA	Hectares (ha)	406,00	1.628,00	2.958,00	4.992,00	
	NCA	Adimensional	1.670,00	156,00	102,00	1.928,00	
Proximidade	MNN	Metros (m)	3,43	22,90	2.065,90	31,40	

Fonte: Autor.

Quanto ao ano de 2010, foram quantificados 2.596 fragmentos, totalizando 14.688,4 ha, correspondendo a 46,6% da área analisada (Figura 9). Para este ano, foi observado o mesmo comportamento encontrado em 1985 entre as classes de tamanho, onde a classe de tamanho com fragmentos pequenos apresentou o maior número de

manchas, totalizando 2.473, correspondendo a 925,3 ha, no entanto, foi a menos expressivas em relação à cobertura florestal com somente 6,30%. A classe com fragmentos médios contabilizaram 101 manchas (1.494,6 ha), representando 10,17% da cobertura florestal (Tabela 4).

Figura 9 - Relação entre o número de fragmentos e as classes de tamanho para o ano de 2010.



Fonte: Autor.

Tabela 4 - Métricas da ecologia de paisagem para o ano de 2010 da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES

Grupo	Índice	Unidade	Classes de tamanho			
			Pequeno (< 5 ha)	Médio (5 - 50 ha)	Grande (> 50 ha)	Todos (0 a > 50 ha)
ÁREA	CA	Hectares (ha)	925,29	1.494,56	12.268,58	14.688,43
	MPS	Hectares (ha)	0,37	14,80	557,66	5,66
	NUMP	Adimensional	2.473,00	101,00	22,00	2.596,00
	PSSD	Hectares (ha)	0,72	9,73	976,30	103,41
	PSCoV	Porcentagem	192,43	65,75	175,07	1.827,65
Borda	TE	Metros (m)	567.611,20	257.028,40	1.021.091,80	1.845.731,50
	ED	m/ha	25,34	11,47	45,58	82,40
Forma	MSI	Adimensional	1,32	1,87	4,95	1,37
	AWMSI	Adimensional	0,09	0,22	8,41	7,29
	MPFD	Adimensional	1,43	1,32	1,37	1,42
Área central	TCA	Hectares (ha)	390,00	1.115,00	5.530,00	7.035,00
	NCA	Adimensional	1.861,00	122,00	182,00	2.165,00
Proximidade	MNN	Metros (m)	4,56	31,61	1.828,46	21,07

Fonte: Autor.

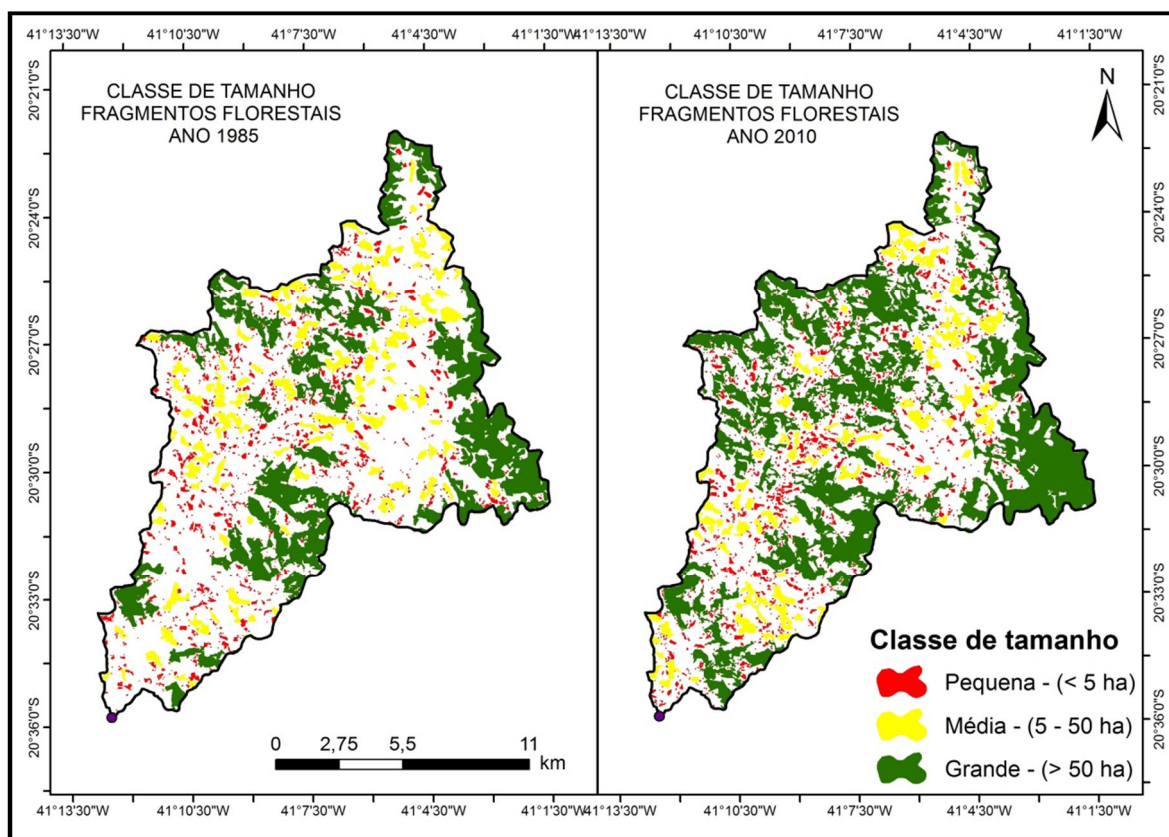
A classe de fragmentos grandes, foi a que apresentou o menor número de manchas, apenas 22, porém, sendo a mais abundante em relação a cobertura florestal, com uma área total de 12.268,6 ha representando 83,53%.

Almeida (2008), em seu estudo sobre análise espacial dos fragmentos florestais na área do parque nacional dos campos gerais, Paraná, verificou que 91,4% dos fragmentos florestais de sua área de estudo possuíam áreas inferiores a 5 ha.

Segundo Almeida e Moro (2007) fragmentos pequenos são mais prejudicados pelo efeito de borda, além de abrigar baixa diversidade biológica, entretanto, esses fragmento exercem uma função importante no ambiente em que estão inseridos, servindo como stepping stones (trampolins ecológicos ou pontos de ligação), de acordo com sua localização em relação a matriz, possibilita a circulação das espécies entre os fragmentos.

A distribuição das diferentes classes de tamanho dos fragmentos florestais dentro da área de estudo para os anos de 1985 e 2010 encontra-se ilustrada na Figura 10, na qual pode ser observada a diferença entre os fragmentos florestais mapeados na área de estudo.

Figura 10 - Classes de tamanho dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

Valores similares ao deste estudo foram também encontrados em outros trabalhos de cobertura florestal (PIRES et al., 1998; RANTA et al., 1998; VALENTE e VETTORAZZI, 2005; ALMEIDA, 2008).

Santos et al. (2012) demonstraram que em 1970, as florestas em estágio médio/avançado e estágio inicial de regeneração cobriam, respectivamente, 14,51% e 5,62% da área do município de Santa Maria de Jetibá, ES, ao passo que, em 2005, as florestas em estágio médio apresentaram cobertura de 34,55% e os estágio iniciais, 2,62%, comprovando o aumento da regeneração natural na recomposição da paisagem florestal do município.

Louzada et al. (2012) estudando a formação de corredores ecológicos na região localizada entre os parques estaduais do Forno Grande e de Pedra Azul, ES, encontraram 41,8% de cobertura florestal. Para os municípios de Marechal Floriano e Alfredo Chaves, a Fundação

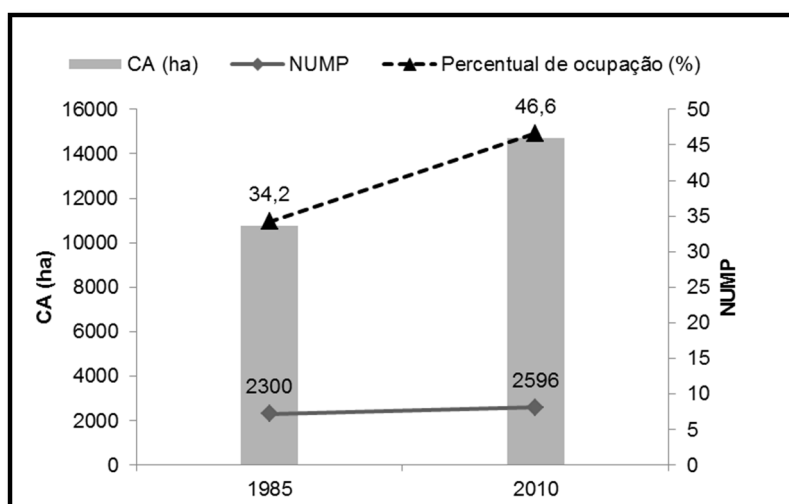
SOS Mata Atlântica (2011) encontrou valores de cobertura florestal de 36% e 33%, respectivamente.

3.3. ANÁLISE DOS ÍNDICES MÉTRICOS DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA PAISAGEM PARA OS ANOS DE 1985 E 2010

A análise da evolução temporal da paisagem com base nos índices métricos indicou o aumento no número de fragmentos florestais (296) de 2.300 para 2.596 acompanhado de um acréscimo em área, passando de 10.774,8 ha para 14.688,43 ha. Isso evidencia que, em termos de representatividade em relação aos outros usos e cobertura da terra na bacia, os fragmentos florestais obtiveram um aumento de 12,2%, ao longo do período de 1985 a 2010 (Figura 11).

Silva (2012) estudando o comportamento da cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Alegre, ES, obteve resultados semelhantes aos encontrados neste estudo.

Figura 11 – Área total (CA), Número de fragmentos (NUMP) e o percentual de cobertura florestal da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

O maior fragmento encontrado na região para o ano de 1985 possuía 880,86 ha e o encontrado no ano de 2010 foi de 2.299,05 ha,

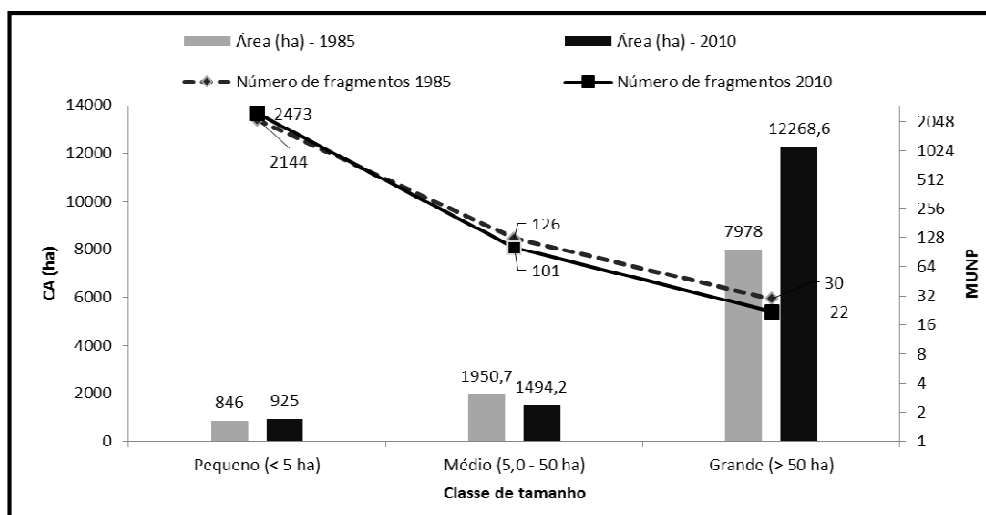
ambos situados na região Leste da bacia hidrográfica, localizado entre os Parques Estaduais do Forno Grande e Pedra Azul.

Os valores encontrados de aumento na cobertura nesse estudo corroboram com os encontrados por Louzada et al. (2012); Silva et al. (2011) e Silva (2012), os quais são explicados pela localização dos fragmentos nos topos de morros ou próximos a rios e pela característica acidentada do terreno, que dificulta a ação antrópica e favorece a regeneração natural.

Silva (2012) relata ainda, que o aumento na cobertura florestal também está associada à restrição imposta pela legislação ambiental e ao abandono de áreas de pastagens e lavouras.

A classe de fragmentos pequenos em 1985 apresentou 2.144 manchas e uma área de 849,07 ha, já em 2010 apresentou 2.473 tendo uma área de 925,29 ha, acréscimo de 329 manchas e 79 ha (Figura 12). Para a classe de tamanho médio foi verificado um decréscimo tanto em número de fragmentos quanto em área, já para a classe grande foi observado um decréscimo no número de fragmentos, porém um aumento em área.

Figura 12 - Relação entre o número de fragmentos e as suas classes de tamanho para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

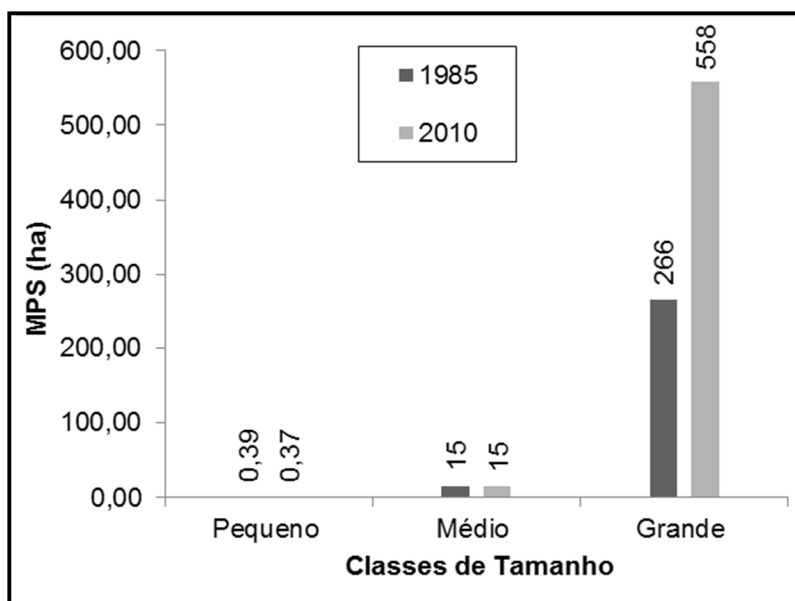
A ocorrência de pequenos fragmentos florestais é comum em paisagens de Floresta Atlântica (PIROVANI et al., 2014). Saunders et al. (1991) alegam que a riqueza reduz quando a área do fragmento torna-se menor que as áreas mínimas necessárias para a sobrevivência das populações, ou seja, quanto maior o número de pequenos fragmentos em determinada região, maior será degradação. Segundo Fahrig (2003), a perda de ambientes naturais somada ao processo de fragmentação vem formando paisagens com pouca diversidade biológica.

Diante dessa teoria, era esperado um contínuo processo de fragmentação, visto que foi quantificada uma grande quantidade de pequenos fragmentos (> 90%) em 1985, porém observou-se um aumento significativo da cobertura florestal no ano de 2010, condizendo com Arroyo-Rodríguez et al. (2008) e Forman e Godron (1986) que inferem que uma elevada proporção de pequenos fragmentos aliada a poucos fragmentos com grandes áreas, podem facilitar a regeneração natural de uma área altamente fragmentada, pois esses pequenos fragmentos funcionam como stepping stones se tornando pequenos núcleos de regeneração.

A principal modificação observada na paisagem entre 1985 e 2010 foi o adensamento da vegetação em toda a bacia hidrográfica, tendo por base principalmente o tamanho médio (MPS) da classe grande, com variação de 331,73 ha, indicando formação de corredores ecológicos na área de estudo, com destaque para as áreas localizadas entre os Parques Estaduais do Forno Grande e da Pedra Azul. Neste caso, o aumento da variação no número dos fragmentos pode indicar tanto o surgimento de novos fragmentos florestais como, também, o incremento no tamanho, o que é relevante para a sustentabilidade da paisagem florestal.

O MPS do número total de fragmentos para os anos de 1985 e 2010 foram de 4,68 ha e 5,66 ha, respectivamente. Quanto às classes de tamanho, o MPS demonstrou pouca variação para as classes de fragmentos pequeno e médio. No entanto, para a classe grande observa-se em aumento do MPS de 291,73 ha entre os anos de 1985 e 2010 (Figura 13).

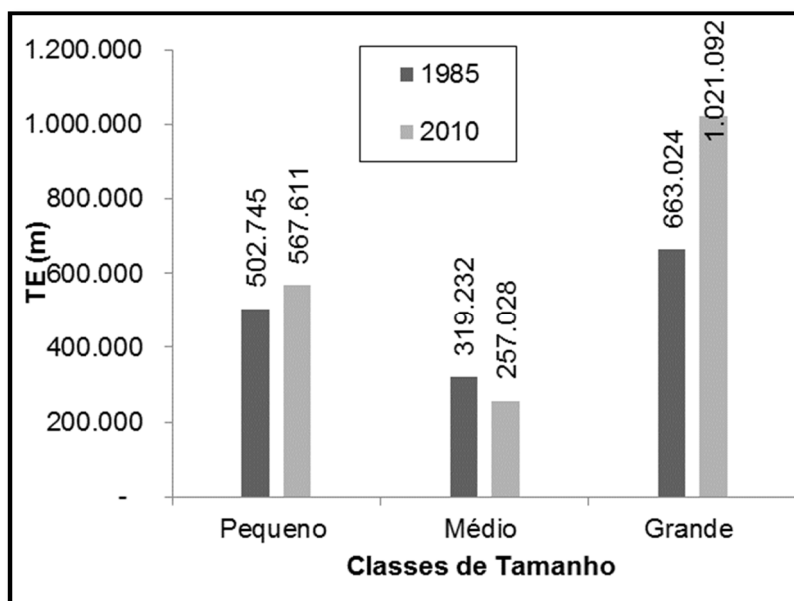
Figura 13 - Tamanho médio (MPS) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

Em 25 anos ocorreu um aumento de 1.021.092 m no TE foi constatado na classe grande de fragmentos. Esse valor elevado no perímetro sobreveio da evolução no número desses fragmentos e uma variação positiva do valor do MSI para essa classe em 2010 (Figura 14), pois ao evoluírem para uma forma mais complexa aumentam o comprimento de borda.

Figura 14 – Total de borda (TE) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.



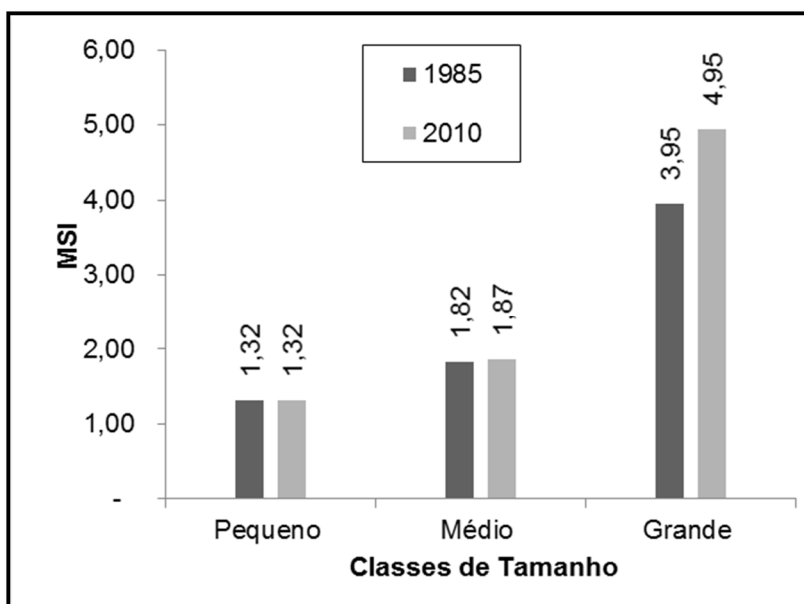
Fonte: Autor.

A partir dos valores do MSI, evidenciou-se a pouca variação para as classes pequena e média, as quais apresentaram formas mais simples quando comparadas a classe grande. Observou-se ainda, que os fragmentos com áreas inferiores a 50 ha não apresentaram tendência para alteração de forma, o que foi comprovado pela não variação na classe pequena e a mínima alteração, de apenas 0,05, para a classe de tamanho médio, durante os 25 anos analisados (Figura 15).

No entanto, foi observado o oposto para a classe grande, com variação de 3,95 para 4,95, indicando que os maiores fragmentos possuem formas mais complexas que os de menor tamanho, uma vez que, mesmo não possuindo uma forma ideal (simples) para os parâmetros de conservação, conseguem manter a estrutura e integridade em seu interior.

Ranta et al. (1998) aborda que devido à forma irregular dos fragmentos, áreas núcleo podem ter ocorrência disjunta. Isso ocorre porque as partes mais amplas dos fragmentos são ligadas por partes estreitas, processo semelhante ao padrão da formação de corredor ecológico entre dois remanescentes florestais.

Figura 15 - Índice de forma média (MSI) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.

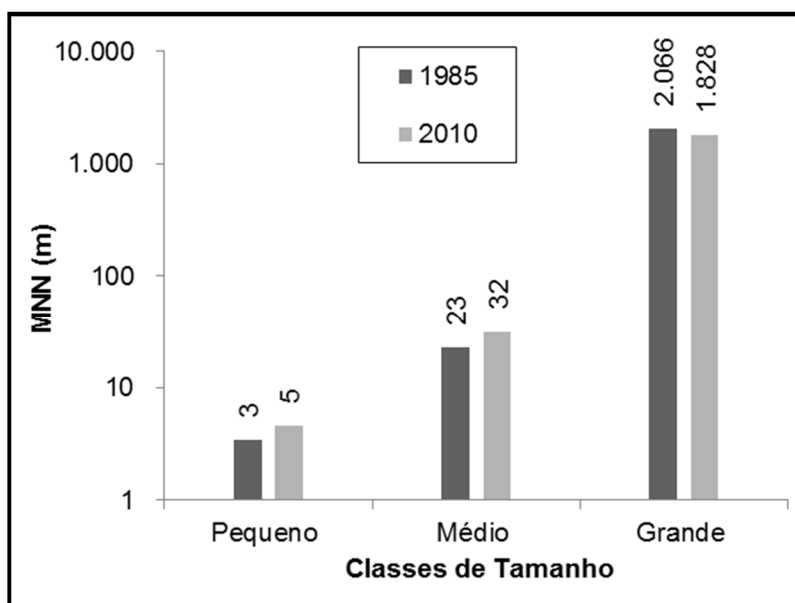


Fonte: Autor.

Quanto ao MNN obteve uma variação média entre os anos de 1985 (31,4 m) a 2010 (21,1 m) indicando a formação de corredores por meio da regeneração natural. A classe de tamanho médio apresentou acréscimo no valor da métrica de proximidade e tamanho, em que os valores passaram de 22,9 m para 31,6 m (Figura 16).

Estes valores estão dentro dos descritos por Martins et al. (2014), indicando que a região Serrana do estado do Espírito Santo possui elevada densidade de fragmentos florestais e, conseqüentemente, menores distâncias entre si. De forma geral, quanto menor a distância entre fragmentos, maior a possibilidade de interações entre as espécies. A distância entre fragmentos dificulta a dispersão e reduz o tamanho das populações (ROLSTAD, 1991).

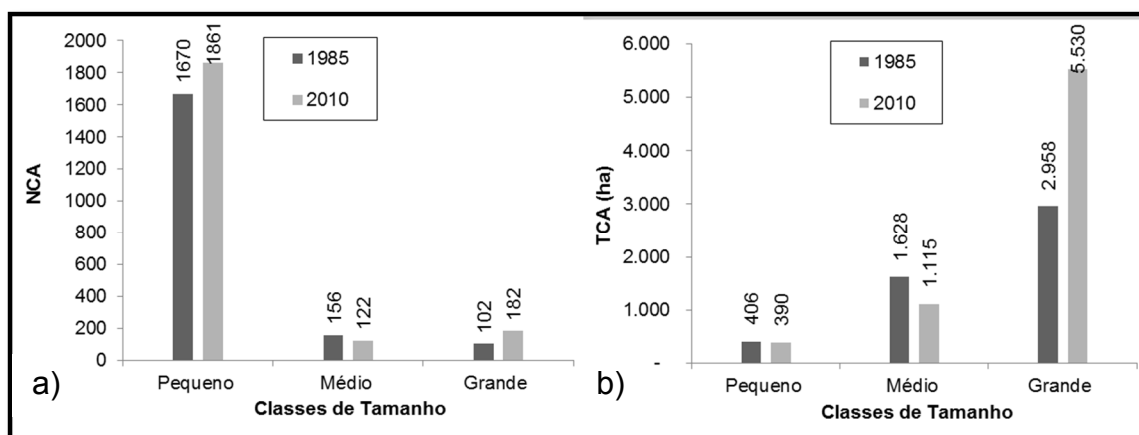
Figura 16 - Distância média do vizinho mais próximo (MNN) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

A TCA total para o ano de 1985 foi de 4992,0 ha e para 2010 foi encontrado 7035 ha, considerando uma distância da borda de 20 m. Para classe de tamanho grande foi observado um expressivo aumento na área central, passando de 2958 ha em 1985 para 5530 ha em 2010, acréscimo de 53% em 25 anos. Quanto às classes de fragmentos pequeno e médio houve um decréscimo de 16 e 513 ha, respectivamente (Figura 17).

Figura 17 - a) Número de Área Central (NCA) e b) Área Central Total (TCA) dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

O NCA da classe de tamanho grande em 1985, 102 fragmentos possuíam áreas centrais disjuntas e 182 para 2010, esta diferença está relacionada com o aumento do MSI e MPS. Observa-se que houve um valor de NCA para as classes médio e grande maior que o número total de fragmentos, que se deve a forma irregular, apresentando mais de uma área central. Juvanhol et al. (2011) analisando uma área da Mata Atlântica por meio dos índices métricos de ecologia da paisagem para formação de corredores ecológicos, encontrou valores de NCA superiores aos desse estudo para as classes de tamanho pequeno que médio.

3.4. ANÁLISE DOS FRAGMENTOS COM POTENCIAIS DE REGENERAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES

É apresentado o modelo matemático (equação 6) oriundo do processo de padronização e determinação dos pesos ($RC = XX$) das principais métricas da paisagem florestal da área de estudo:

$$\text{PCRN} = 0,054X_1 + 0,054X_2 + 0,054X_3 + 0,113X_4 + 0,113X_5 + 0,305X_6 + 0,305X_7$$

(eq. 6)

Em que,

PCRN : potencial calculado para a regeneração natural de cada fragmento;

X_1 : dimensão fractal (MPFD);

X_2 : número de áreas centrais (NCA);

X_3 : fator de forma (MSI);

X_4 : área do fragmento mais próximo (NNAREA);

X_5 : distância do vizinho mais próximo (MNN);

X_6 : área núcleo (TCA); e

X_7 : área total do fragmento (CA).

O modelo matemático dos fragmentos potenciais de regeneração resultou em um *score* variando de 6,63 a 51,44. Pimentel (2011) estudando a seleção de fragmentos florestais para a colheita de sementes na bacia hidrográfica do rio Itapemirim encontrou valores variando de 8,1 a 82,2.

As variáveis com maior importância para o potencial de regeneração foram a CA e TCA (30,53% cada), seguidos pela MNN e NNAREA (11,32% cada). As métricas MSI, MPFD e NCA tiveram importância de 5,43% cada, indicando conforme demonstrado anteriormente que quanto maior o tamanho do fragmento mais importante para a sustentabilidade do ecossistema, corroborando com trabalho Finotti et al. (2012) realizado em Floresta Ombrófila Montana e Submontana da Mata Atlântica.

Os fragmentos com valores acima de 40,2 foram considerados como de alto potencial, com valores inferiores a 14,2 como de baixo potencial e valores intermediários classificados como de médio potencial. De acordo com Pimentel (2012) um fragmento com elevado potencial

será aquele com maior área, que dessa forma espera-se maior riqueza de espécies florestais; com forma menos alongada, que denota menor impacto pelo efeito de borda e, próximo a outros fragmentos, o que permite fluxo gênico com outras populações.

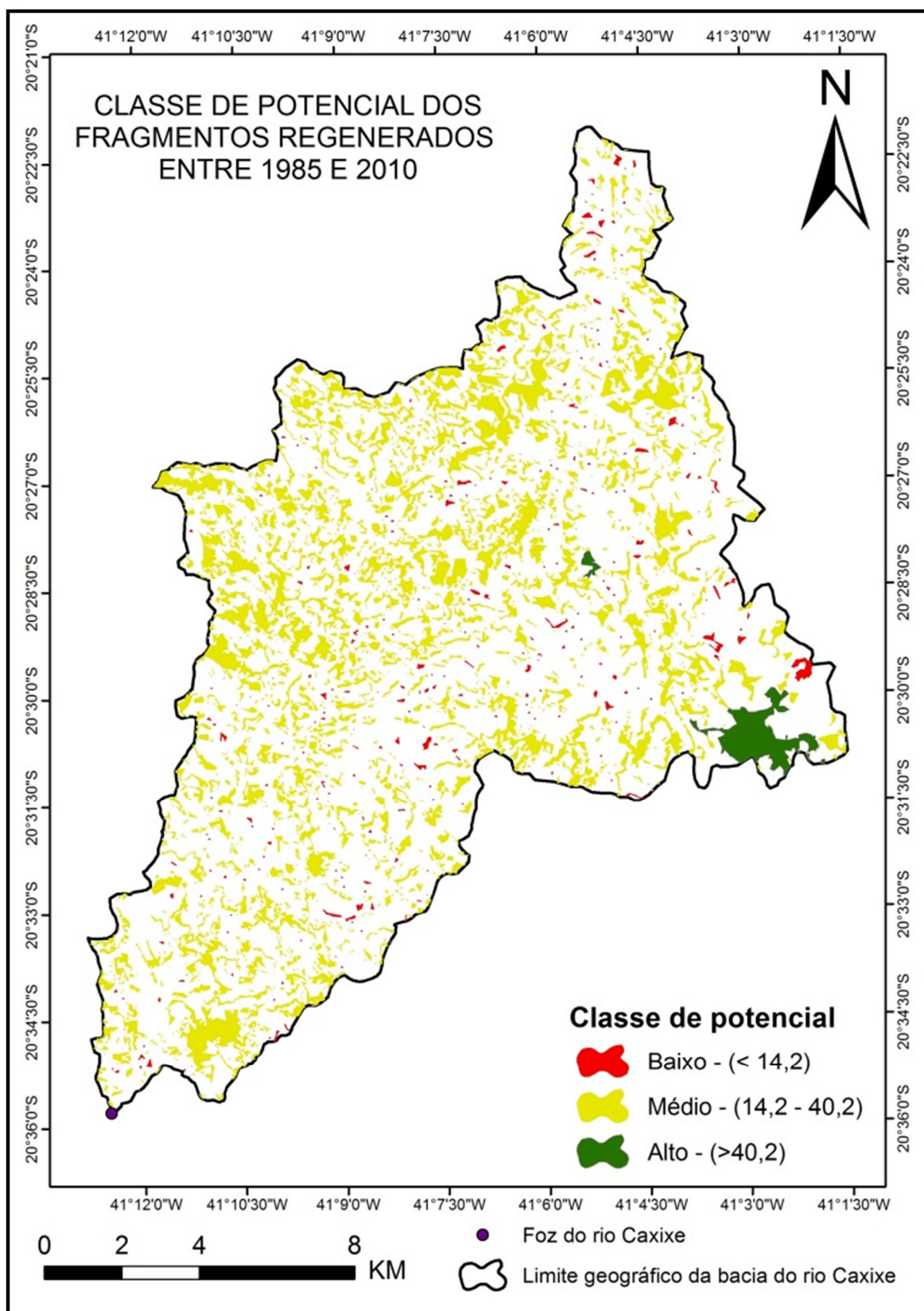
A análise das classes de potencial de regeneração (Tabela 5) quantificou 2 fragmentos florestais com alto potencial pertencentes as classes de tamanho médio e grande. Para classe de potencial médio obteve 3034 fragmentos regenerados, para a classe de baixo potencial foram encontrados 291 fragmentos, sendo que para ambas as classes a maioria pertencia à classe de tamanho pequeno. A Figura 18 demonstra o resultado da seleção dos fragmentos com potencial de regeneração natural.

Tabela 5 - Número de fragmentos em relação as classes de tamanho e de potencial de regeneração

Classe de potencial	Classe de tamanho		
	Pequeno	Médio	Grande
Baixo	290	1	-
Médio	2853	171	10
Alto	-	1	1

Fonte: Autor.

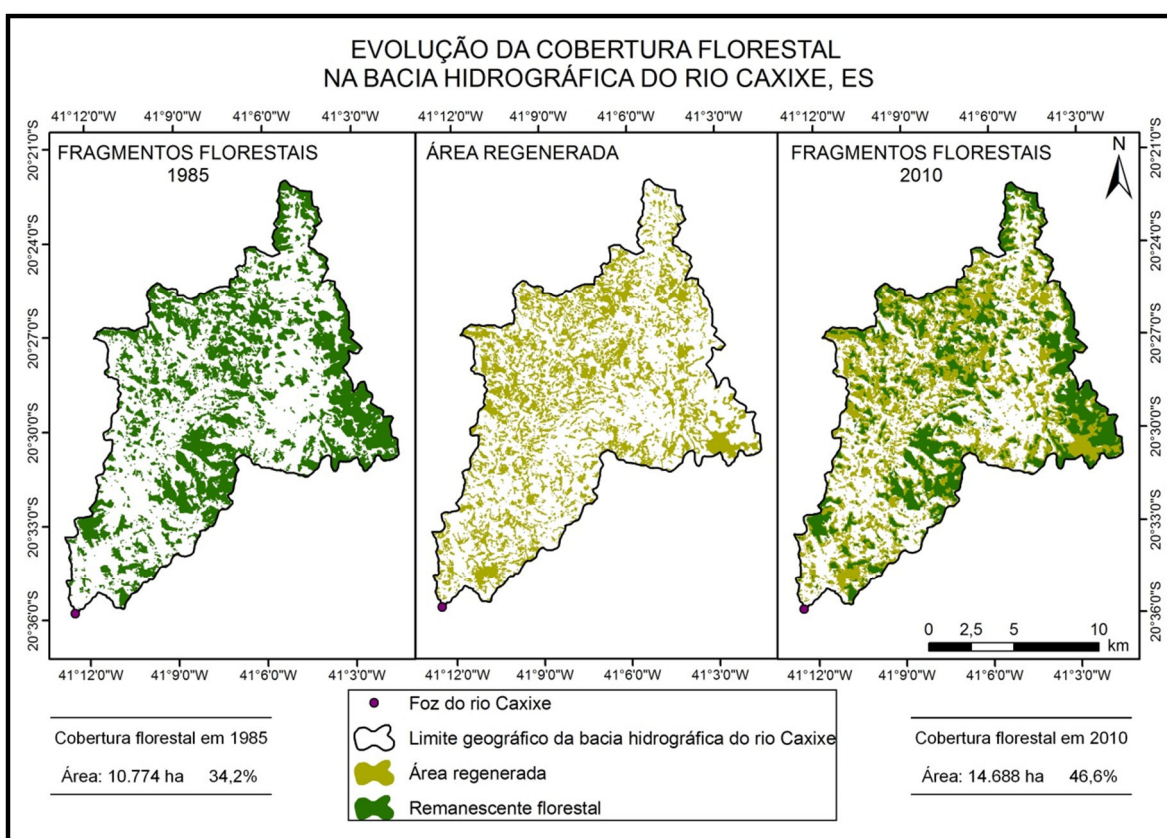
Figura 18 - Mapa dos fragmentos florestais ilustradas classes de potencial de regeneração da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES, para os anos de 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

A maior área regenerada entre os anos de estudo foi de 239 ha, área esta, que em 1985 localizava-se entre dois grandes fragmentos, sendo um de 439 e outro de 1739 ha. Analisando a proximidade desses fragmentos verificou-se que a NDIST entre os fragmentos era muito pequena intensificando o processo de regeneração natural dos fragmentos, formando um único maciço florestal no ano de 2010 (Figura 19).

Figura 19 -Distribuição geográfica dos fragmentos florestais regenerados entre 1985 e 2010.



Fonte: Autor.

A área total de fragmentos regenerados foi de 5.821 ha onde a classe de tamanho pequeno obteve 2.064 ha regenerados, a de tamanho médio 2.653 ha e grande com 1.103 ha, se contrapondo aos resultados encontrados em relação à distribuição da área pela classe de tamanho (CA), visto na análise individual das métricas dos anos estudados. Isto pode ser explicado pela contiguidade de muitos desses fragmentos ao

fragmento matriz, pois para obtenção dos fragmentos regenerados foi realizada a subtração dos fragmentos florestais de 2010 dos de 1985 (Tabela 6).

Admitindo-se a grande proporção de pequenas áreas regeneradas correlacionando-as com a diminuição do número de fragmentos nas classes de tamanho médio e grande entre os anos de 1985 e 2010, pode se inferir que essas pequenas áreas regeneradas foram as responsáveis pela formação de fragmentos contínuos, fontes de ligações entre os fragmentos matriz, evidenciando a importância do MNN, sendo este um fator de peso importante, podendo ser utilizado para a avaliação da formação de corredores ecológicos.

Tabela 6 - Métricas da ecologia de paisagem para as áreas regeneradas entre o ano de 1985 a 2010 da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES

Grupo	Índice	Unidade	Classes de tamanho			
			Pequeno (< 5 ha)	Médio (5 - 50 ha)	Grande (> 50 ha)	Todos (0 a > 50 ha)
ÁREA	CA	Hectares (ha)	2.064,10	2.653,80	1.103,20	5.821,10
	MPS	Hectares (ha)	0,47	12,17	100,29	1,26
Densidade e tamanho	NUMP	Adimensional	4.400,00	218,00	11,00	4.629,00
	PSDD	Hectares (ha)	0,84	8,11	56,90	64,02
	PSCoV	Porcentagem	179,27	66,62	56,73	5.090,94
Borda	TE	Metros (m)	1.291.938,00	679.245,60	171.485,40	2.142.669,01
	ED	m/ha	57,68	30,32	7,66	95,65
Forma	MSI	Adimensional	1,52	2,54	4,51	1,58
	AWMSI	Adimensional	2,88	5,83	4,03	2,42
	MPFD	Adimensional	1,53	1,37	1,40	1,52
Área central	TCA	Hectares (ha)	499,49	1.465,08	790,42	2.754,90
Proximidade	MNN	Metros (m)	418,44	56.015,20	8,51	3.035,80

Fonte: Autor.

A variável métrica TE apresentou o menor valor total para a classe de fragmentos grandes (171.485 m), sendo o inverso observado para a classe de tamanho pequeno que apresentou o maior valor total (1.291.938 m).

Nos fragmentos regenerados foi possível encontrar 469 áreas disjuntas para uma distância de 20 metros, sendo muitos desses

fragmentos adjacentes ao fragmento matriz, podendo assim ter uma área central total maior que o valor encontrado.

O tamanho médio das áreas regeneradas foi de 1,26 ha, porém com um elevado desvio padrão (64,02 ha). Este índice está correlacionado com o tamanho dos fragmentos regenerados, tendo um total de 4.400 para classe de pequenos fragmentos, 218 para classe médio e somente 11 para a classe grande, indicando que as pequenas e médias áreas regeneradas possuem a maior contribuição (81,03%) do total de área.

No trabalho realizado por Martins et al. (2014), avaliando a regeneração natural na região Serrana do estado do Espírito Santo entre os anos de 1975 e 2007, o tamanho médio de áreas regeneradas foi de 3,73 ha. Essas características têm correlação direta com a fauna dispersora, pois quanto maior for o estágio de regeneração natural e o tamanho da floresta, mais complexa é a fauna presente nesses fragmentos, o que conseqüentemente possibilita a dispersão de propágulos de um maior número de espécies florestais.

4. CONCLUSÕES

A acurácia validou a classificação supervisionada apresentando índices satisfatórios;

Existe uma grande fragmentação da cobertura florestal na área analisada, tanto no ano de 1985 quanto em 2010;

O elevado número de pequenos fragmentos (<5 ha) contribuiu para o aumento na cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Caxixe entre os anos de 1985 e 2010;

Ocorreu uma diminuição no grau de isolamentos, entre os fragmentos entre os anos de 1985 e 2010, explicado pelo aumento da densidade de fragmentos;

As métricas que mais influenciaram na regeneração natural da bacia hidrográfica do rio Caxixe foram Área e Proximidade; e

As métricas da ecologia da paisagem podem explicar o potencial de regeneração natural na bacia hidrográfica.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA JUNIOR, H. C. **Evolução da fragmentação de mata no município de Santa Maria de Jetibá**. 2006. Monografia (Conclusão do Curso em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória: 2006.

ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. Ponta Grossa, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Geografia/Gestão do território. 74p. 2008.

FLUSSER, J.; SUK, T. A moment-based approach to registration of images with affine geometric distortion. **Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on**, v. 32, n. 2, p. 382-387, 1994.

ALMEIDA, C. G.; MORO, R. S. Análise da cobertura florestal no Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná, como subsídio ao seu plano de manejo. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v.1, n.1, p.115-122, 2007.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014

ANDRADE, A. C.; FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. DESEMPENHO DE CLASSIFICADORES PARAMÉTRICO E NÃO PARAMÉTRICO NA CLASSIFICAÇÃO DA FISIONOMIA VEGETAL. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 1, n. 66/2, 2014.

ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; et al., Value of small patches in the conservation of plant-species diversity in highly fragmented rainforest. **Conserv. Biol.**, v. 23, n.3, p. 729-739. 2008.

BOLFE, E. L.; PEREIRA, R. S.; MADRUGA, P. R. A.; FONSECA, E. L. D. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de acurácia. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 85-90. 2004.

BRITO, A. D.; MELLO, J. M. D.; CARVALHO, L. M. T. D.; TONELI, C. A. Z.; FERREIRA, M. Z.; SCOLFORO, J. R. S. Avaliação da acurácia do “mapeamento da flora nativa e dos reflorestamentos do Estado de Minas Gerais”. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 13 (SBSR), p. 1615-1617, 2007.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; e BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**. v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CARVALHO, L.M.T. e SCOLFORO, J.R.S., org. **Inventário Florestal de Minas Gerais - Monitoramento da Flora Nativa 2005-2007**. Lavras, Universidade Federal de Lavras,. v. 1. 357p. 2008.

- 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; PERICO, E; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.705-711, 2009.
- CHAVES, J. P. S. Na improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**. v. 24, p. 459-479, 1988.
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos **Resolução do CNRH N° 32**, de 15 de outubro de 2003, Estabelece a Divisão Hidrográfica Nacional, Considerando a Resolução CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002, que define metodologia de codificação e procedimentos de subdivisões em agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas, no âmbito nacional. De 15 de outubro de 2003. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geonetwork>.
- COHEN, J. **A coefficient of agreement for nominal scale**. **Educational and measurement**. Vol XX, No 1, p37-46, 1960.
- CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 170 p. 1999.
- DAI, X. L.; KHORRAM, S. The effect of image Misregistration on the Accuracy of Remotely Sensed Change Detection. **IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing**. v.36, n. 5. p. 1566-1577, 1998.
- EMCAPA/NETUP. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. **Zonas naturais do Espírito Santo**, 1999. Disponível em: http://www.ijsn.es.gov.br/vufind/Busca/download.php?filename=/ConteudoDigital/20121211_es01655_zonasnaturaisdoespiritossanto.pdf, acesso em 16/01/2013.
- ESPÍRITO SANTO, Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011 – 2013, CASTELO, **Planejamento e programação de ações** (2011). Castelo – ES, 28p. 2011.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic**. n.34, p. 487-515. 2003.
- FINOTTI, R. et al., Variação na estrutura diamétrica, composição florística e características sucessionais de fragmentos florestais da bacia do rio Guapiaçu (GUAPIMIRIM/CACHOEIRAS DE MACACU-RJ). **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 464-475, 2012.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York, John Wilwy e Sons. 1986. 619 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**, 2011. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 03 nov. 2012.

HELLDEN, U e STERN, M, Evaluation of Landsat imagery and digital data for monitoring desertification indicators in Tunisia. Proc. 14th. Int. **Sym. on Rem. Sens. of Environ.** p. 1601-1611, 1980.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, RJ - Brasil; 2 ed. 271p. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. **Introdução ao processamento digital de imagens**. Divisão de Geociências do Nordeste. - Rio de Janeiro : IBGE,. 2001. 94p. - (Manuais técnicos).

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

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing**. Englewood Cliffs: Prentice - Hall, 1986. 51 p.

JUVANHOL, R. S. et al. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 353-364, 2011.

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

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 2. ed. Chichester: John Wiley e Sons,. 750 p. 1994

LONGLEY, P.A., et al., **Geographic Information Systems and Science**. 2 ed. New York: John Wiley e Sons. 2005. 517 p.

LOUZADA, F. L. R. D. O. et al. 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, S. V. (Editor). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2 ed. 371p. 2012.

MARTINS, S. V., et al., **Potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo**. Vitória, Espírito Santo, (Documento Técnico). 102p. 2014. Disponível em: http://www.cedagro.org.br/estudos/ESTUDO_REGENERACAO_NATURAL.PDF

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon. 1995. 59 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Ed. UFV. 2ª ed. Viçosa, MG, 2003.

NASA: Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>>. Acesso em: 20 mai. 2012.

OLIVEIRA, F. P. et al., MAPEAMENTO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS COM MONODOMINÂNCIA DE AROEIRA A PARTIR DA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DE IMAGENS RAPIDEYE1. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 151-161, 2013.

OLIVEIRA, Y. M. M. de. **Investigation of remote sensing for assessing and monitoring the araucaria forest of Brazil**. 247 p. Tese (DPhil) - University of Oxford, Oxford, UK, 1999.

PAIVA, Y. G.; et al., Delimitação de sítios florestais e análise dos fragmentos pertencentes na bacia do rio Itapemirim. **Idesia**, Chile, v.28, n.1, p.17-22, 2010.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação**. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 19 p. 1989.

PIMENTEL, L. B. **Seleção de fragmentos florestais para a colheita de sementes na bacia hidrográfica do rio Itapemirim e entorno do Parque Nacional do Caparaó**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias. 71 f. 2011.

PIRES, J.S.R.; et al., Abordagem metodológica para a identificação e manejo de fragmentos de áreas naturais. *In: Anais... VIII Seminário Regional de Ecologia*, vol. VIII – Programa de pós graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFSCAR, São Carlos, 571-584, 1998.

PIROVANI, D. B., SILVA, A. G. D., SANTOS, A. R. D., CECÍLIO, R. A., GLERIANI, J. M., e MARTINS, S. V., Análise espacial de fragmentos florestais na bacia do rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.271-281, 2014.

PIROVANI, D.B. **Fragmentação Florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, ES**. 2010. 121p Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Jerônimo Monteiro, 2010.

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

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

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

RIBEIRO, M. C.; et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142. n. 6, p. 1144-1156. 2009.

RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg,. 1986, 281p.

RODRIGUES, E. **Ecologia de fragmentos florestais no gradiente de urbanização de Londrina – Pr**. São Carlos, 102p. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1993.

ROLSTAD, J. Consequences of forest fragmentation for the dynamics of Bird populations: conceptual issues and the evidence. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 42, p. 149-163, 1991

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

SILVA, A. M. et al. Avaliação de classificadores para o mapeamento de uso da terra. 2011. XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...**, Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, Curitiba, Brasil, p.7329, 2011.

SILVA, K. G. da. **Avaliação da cobertura florestal da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, Sul do estado do Espírito Santo, utilizando geotecnologias**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias. 93 f. 2012.

TABARELLI, M.; DA SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1419-1425, 2004.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 181-188, 2005.

TURNER, M. CARPENTER, S.:, At last: a journal devoted to ecosystems', **Ecosystems** 1(1), 1–4. 1998.

VALENTE, R.O.A. e VETTORAZZI, C.A. Comparação entre métodos de avaliação multicriterial, em ambiente SIG, para a conservação e a preservação florestal. Piracicaba (SP), **Revista Scientia Forestalis**, n°. 69. p.51-61. 2005.

VIANA, Virgílio M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

CAPÍTULO II

ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL EM PROCESSO DE REGENERAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES, BRASIL

ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL EM PROCESSO DE REGENERAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAXIXE, ES, BRASIL

RESUMO

O cenário atual da bacia hidrográfica do rio Caxixe reflete uma paisagem perturbada, comumente observada na Floresta Atlântica. Neste contexto, objetivou-se realizar o levantamento florístico e fitossociológico de um fragmento florestal e verificar se há relação entre os índices métricos de ecologia da paisagem. O estudo foi realizado em um fragmento em regeneração natural, com menos de 25 anos, presente na bacia hidrográfica, sendo adjacente ao fragmento matriz. As métricas para correlação utilizadas foram Área total, Proximidade, Área do fragmentos mais próximo e Área central total, sendo selecionadas com base no peso obtido pelo modelo matemático do potencial de regeneração. Todos os indivíduos lenhosos com DAP ≥ 5 cm foram medidos e identificados, distribuídos em 18 parcelas (10 \times 20 m). Além da composição florística de cada parcela foram analisados os parâmetros fitossociológicos, a diversidade florística por meio dos índices de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J') e a similaridade florística calculada por meio de análise de agrupamento. Foram quantificadas 133 espécies e 82 famílias. As famílias mais ricas em indivíduos foram Arecaceae, Asteraceae e Euphorbiaceae. No fragmento matriz as espécies *Alchornea triplinervia*, *Euterpe edulis* e *Vernonanthura divaricata* foram as que tiveram o maior VI. Já para o fragmento regenerado para as espécies *Euterpe edulis*, *Cyathea delgadii* e *Alchornea triplinervia*, observou-se que os parâmetros que mais influenciaram no VI do fragmento matriz foram FR e DoR e para o fragmento regenerado DA. A síndrome de dispersão com maior destaque foi a zoocoria representando 38,8% do total de espécies. A diversidade florística foi de 3,89 e para o J' foi de 0,79. Por meio da análise de agrupamento foi evidenciada a formação três agrupamentos, relacionando o fragmento regenerado com o fragmento matriz. Verificou-se que a regeneração sofreu influência da proximidade e área do fragmento mais próximo, a qual explica a proximidade do fragmento regenerado a matriz florestal. As métricas área e área central explicam a diversidade de espécies existente no fragmento matriz. Desta maneira, infere-se que as métricas área, proximidade e área do fragmento mais próximo estão correlacionadas ao processo de regeneração do fragmento, sendo responsáveis por grande parte do potencial de regeneração.

Palavras-chave: sucessão secundária, processo de regeneração natural, índices métricos da paisagem.

PHYTOSOCIOLOGICAL AND FLORISTIC SURVEY IN A FRAGMENT
REGENERATED IN THE WATERSHED OF CAXIXE RIVER , ES, BRAZIL

ABSTRACT

The current scenario of the watershed of the Caxixe river reflects a landscape degradation commonly observed in the Atlantic Forest. In this context, has aimed to carry out a floristic and phytosociological survey of a forest patches and check if there is any relation between the metric indexes of landscape ecology. The study was conducted in a forestry remnant, less them 25 years present in the basin, being adjacent to the patches matrix. The correlation metrics are used for CA, MNN, NNAREA and TCA were selected based on the weight by the potential regeneration mathematical model. All woody plants with DBH \geq 5 cm were measured and identified, divided into 18 plots (10 \times 20m). The floristic composition of the plots were investigated phytosociological parameters, diversity by the Shannon (H') and evenness (J'), and floristic similarity calculated by cluster analysis. 133 species and 82 families were quantified. The richest families were individuals in Arecaceae, Asteraceae and Euphorbiaceae. In the fragment matrix triplinervia Alchornea species, Euterpe edulis and Vernonanthura divaricata were those that had the highest VI. As for the fragment regenerated for Euterpe edulis species, Cyathea delgadii and triplinervia Alchornea, it was observed that the parameters that most influenced VI of the fragment matrix were FR and DoR and the fragment regenerated DA. The dispersion syndrome with highlight was zoochory representing 38.8% of the total species. Floristic diversity was 3.89 and for J' was 0.79. Through cluster analysis evidenced the formation three clusters, linking the fragment regenerates within fragment matrix. It has been found that regeneration was influenced by the proximity area and the fragment closer, which explains the proximity of the fragment regenerated forest matrix. Metrics area and central area explain the diversity of species in the fragment matrix. Thus, it is inferred that the metrics area, and proximity of the nearest fragment area are correlated to the fragment regeneration process, being responsible for much of the regeneration potential.

Keywords: Secondary succession, natural regeneration process, landscape metric index.

1. INTRODUÇÃO

De modo geral, os remanescentes florestais do Bioma Mata Atlântica encontram-se em estágio de sucessão natural secundária, fragmentados, alterados e empobrecidos em sua composição florística original. Ainda que sofrendo intensa perturbação, esses povoamentos florestais nativos são um valioso recurso natural renovável, passível de utilização pelas gerações presentes e futuras (SOUZA et al., 2002).

Alguns padrões estruturais têm sido propostos para explicar o processo de sucessão natural. Dentre as teorias propostas, considera-se que ocorre uma sequência de substituição, na qual cada estágio constrói a base para o seguinte; em outras, considera-se haver um padrão diferencial de respostas de cada espécie frente às mudanças ambientais. Tais teorias são explicadas por autores como Clements (1916), Gleason (1926), Whitaker (1953) e Connell e Slatyer (1977).

Uma das formas de determinar os efeitos antrópicos sobre os fatores sucessão natural é por meio da ocorrência ou não da similaridade de espécies em áreas com diferentes graus de perturbação, quando existe semelhança florística de espécies nestes ecossistemas, indica a presença de agentes dispersores comuns ou de condições climáticas parecidas (APARÍCIO et al., 2011).

A similaridade de espécies em diferentes áreas é um indicador da oferta de fatores ecológicos que irão contribuir para uma dinâmica sucessional da regeneração de ecossistemas perturbados. Nesse sentido, estudos de similaridade ou dissimilaridade entre comunidades vegetais, aliados às características estruturais da floresta, permitem inferir sobre a capacidade de regeneração, adaptação e preferências das espécies por habitats, suas especificidades e estratificação de unidades básicas de manejo (RUOKOLAINEN et al., 1994).

O efeito da geometria espacial em fragmentos florestais também é importante, pois controlam processos ecológicos fundamentais, como especiação, dispersão, migração, competição e extinção e, logo, afeta tanto o número quanto a composição de espécies em uma paisagem. Hill e Curran

(2003), estudando os efeitos da forma e isolamento na diversidade de espécies florestais em fragmentos, constataram que esses fatores influenciavam a diversidade de espécies arbóreas. Grandes fragmentos continham o maior número de espécies e as maiores proporções de espécies raras, e fragmentos irregulares continham em sua regeneração grande proporção de espécies pioneiras.

Acredita-se que a proximidade da matriz florestal seja mais importante nos estádios iniciais de sucessão no processo regeneração de áreas perturbadas, nas quais essas áreas não possuem estrutura arbórea remanescente que é observado nos estádios mais avançados (HOOPER et al., 2004; SCHLAWIN e ZAHAWI 2008). A proximidade e o tamanho da área de um fragmento de vegetação nativa no processo regenerativo de áreas abandonadas contribuem grandemente para os atributos da comunidade como a riqueza de espécies, de densidade e de área basal dos indivíduos, a composição e a síndrome de dispersão das espécies (ARAÚJO et al., 2007; GUREVITCH et al., 2009)

As métricas de ecologia da paisagem podem explicar o processo de dinâmica de regeneração natural da cobertura florestal. No entanto, estudos relacionando estes elementos são escassos, sendo que as pesquisas feitas neste âmbito somente discutem a evolução temporal dos valores métricos da dinâmica da paisagem e não relacionam a interação deste processo com os parâmetros florísticos e fitossociológicos realizados a campo, indispensáveis para avaliar a regeneração natural na dinâmica da paisagem.

Neste contexto, o presente estudo objetivou realizar o levantamento florístico e fitossociológico de um fragmento regenerado e verificar se há relação com os índices métricos de ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

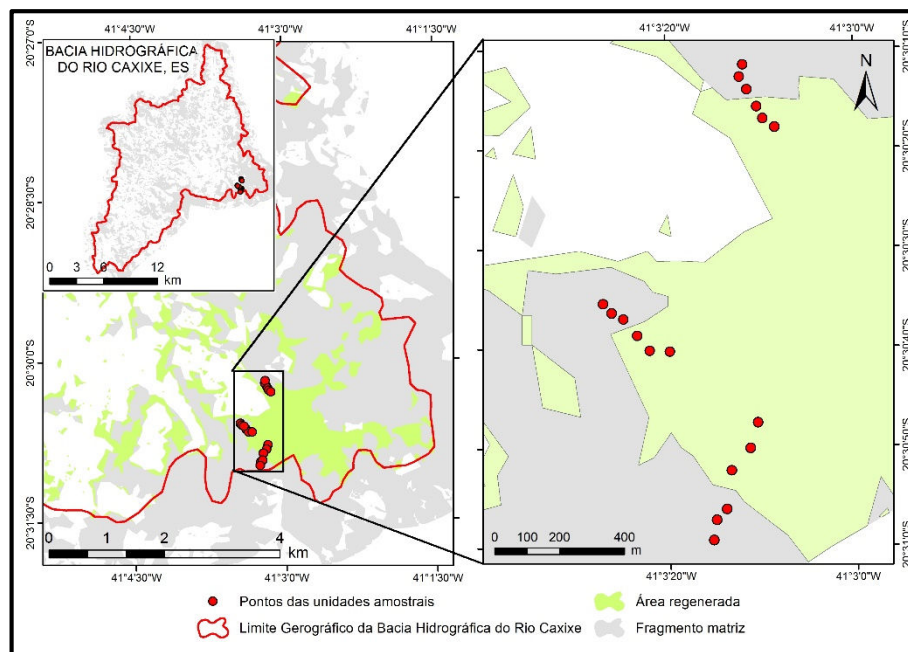
A bacia hidrográfica do rio Caxixe está localizada na região Serrana do estado do Espírito Santo, situada entre as latitudes de 20° 22' e 21° 36' Sul e longitude de 41° 02' e 41° 13' Oeste, possuindo uma área de 223,62 km², sendo compreendida pelos municípios de Castelo e Venda Nova do Imigrante. A fitofisionomia da área de estudo é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). O estudo foi realizado em um fragmento que iniciou o processo de regeneração a partir do ano de 1985. As áreas presentes com cobertura florestal até esta data foram classificadas como fragmento matriz.

2.1.1 Seleção do fragmento

O fragmento selecionado foi o que obteve o maior valor no cálculo do modelo matemático dos fragmentos com potencial de regeneração, com base nos índices métricos da paisagem, obtido no Capítulo 1 (1985-2010), sendo os índices tamanho da área (CA); área núcleo (TCA); distância do vizinho mais próximo (MNN) e área do fragmento mais próximo (NNAREA) os que possuíram o maior *score* (peso) no modelo, representando 83,6% do potencial de regeneração, sendo assim escolhidas para comprovar se há relação entre os índices métricos de ecologia da paisagem e a fitossociologia na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.

O fragmento em processo de regeneração possui área de 239 ha, localizado entre as coordenadas de 20° 31' e 20° 29' Sul e longitude de 41° 1,2' e 41° 3,5' Oeste, sendo adjacente ao fragmento matriz (Figura 20).

Figura 20 - Localização da área de estudo e pontos georreferenciados nas parcelas amostradas na bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES.



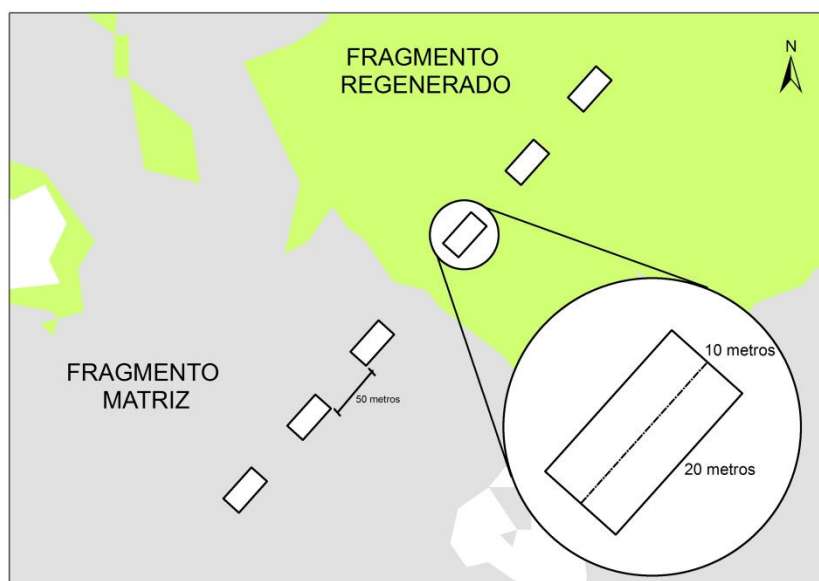
Fonte: Autor.

2.2 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

O procedimento amostral utilizado para alocação das parcelas em campo foi a amostragem sistemática, que segundo Scolforo (2006) é um dos procedimentos comumente utilizados para amostrar populações de florestas nativas, propiciando informações seguras, precisas e com menor custo possível. (BORÉM e OLIVEIRA-FILHO, 2002; LONGHI et al., 2008; BATISTA et al., 2013).

O estudo constituiu-se de 2 amostras, sendo um o fragmento matriz e a outra no fragmento regenerado selecionado. Cada amostra foi dividida em 3 unidades amostrais, com 3 parcelas cada, distribuídas de maneira sistemática da borda para o interior, distanciadas 50 metros entres si, totalizando 18 parcelas de 200 m² (20x10 m), somando uma área de 3.600 m² (Figura 21), conforme metodologia utilizada por Marangon (2008), adaptada para esse estudo.

Figura 21 - Croqui ilustrativo da alocação das unidades amostrais em cada fragmento.



Fonte: Autor.

Nas parcelas, todos os indivíduos lenhosos com DAP ≥ 5 cm, foram enumerados sequencialmente para cada parcela, em caso de perfilhamento, foram medidos apenas os fustes com diâmetro dentro do critério de inclusão, conforme metodologia empregada por Silva et al. (2007), adaptada para esse estudo. As alturas totais dos indivíduos foram medidas com uso de réguas telescópicas de 7 metros. Para indivíduos com alturas superiores a sete metros foi utilizado um hipsômetro.

Para auxiliar a identificação taxonômica das espécies foram realizadas coletas de material botânico fértil e vegetativo. Foram coletados cinco ramos de cada espécie em estágio de floração e/ou frutificação quando possível, com auxílio de uma vara de poda e alicate manual. As amostras foram herborizadas conforme Fidalgo e Bononi (1989). A identificação foi realizada por parabológico, literatura especializada e comparação com acervo do Herbário VIES (subcuradoria Jerônimo Monteiro) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). As espécies não identificadas no VIES foram levadas para taxonomistas do Herbário da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RBR/UFRRJ). As espécies foram organizadas em ordem alfabética das famílias conforme sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009).

Após o levantamento florístico, foi calculado o erro amostral conforme metodologia descrita por Péllico Netto e Brena (1997) que indica a porcentagem de área necessária para avaliar o número de indivíduos resultando na representatividade da população. Para isto, foi determinado um erro de amostragem inferior a 20%, conforme adotado por Aparício et al. (2011), com o nível de probabilidade de 90 % (equação 8).

$$Er = \pm \frac{t.Sx}{\bar{X}}.100 \quad (\text{eq. 8})$$

Em que,

Er : erro de amostragem relativo (%);

Sx : erro padrão da média da variável amostrada;

t : valor tabelado de t (Student); e

\bar{X} : média da variável amostrada.

O erro de amostragem encontrado foi de 15,05%, estando abaixo do estabelecido para esse estudo.

As síndromes de dispersão seguiram a classificação de Van der Pijl (1982). Este autor classificou as espécies em três grandes categorias: zoocórica – espécie dispersa por animais; anemocórica – espécie dispersa pelo vento; autocórica – auto-dispersão. As síndromes de dispersão das espécies das áreas de estudo foram determinadas de acordo com literatura especializada e as observações de campo do autor.

Para inferir acerca do grupo ecológico quanto a classificação sucessional e a síndrome de dispersão das espécies foram consultados os trabalhos indicando as características das espécies: Lorenzi (2002a,b; 2009), Carvalho (2003; 2006; 2008 e 2010), Carvalho, Nascimento e Braga (2006) Kinoshita, et al. (2006), Oliveira Filho e Scolforo (2008) e Negrini et al. (2012).

Os parâmetros fitossociológicos utilizados foram: Densidade Absoluta e Relativa (DA e DR); Frequência Absoluta e Relativa (FA e FR); Dominância Absoluta e Relativa (DoA e DoR) e Valor de Importância (VI), conforme (MÜELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; FELFILI e RESENDE, 2003).

Densidade: mede a participação numérica das espécies na associação vegetal (equação 9 e 10)

$$DA = \frac{n_i}{S} \quad (\text{eq. 9})$$

$$DR = \frac{n_i}{N} \cdot 100 \quad (\text{eq. 10})$$

Em que,

DA : densidade absoluta;

DR : densidade relativa (%);

n_i : número de indivíduos da espécies "i";

S : área amostrada (ha); e

N: número total de espécies.

Frequência: indica a ocorrência das espécies nas parcelas (equação 11 e 12).

$$FA = \frac{p_i}{P} \cdot 100 \quad (\text{eq. 11})$$

$$DR = \frac{FA}{\sum FA} \cdot 100 \quad (\text{eq. 12})$$

Em que,

FA : frequência absoluta;

FR : frequência relativa (%);

p_i : número de parcelas que a espécies "i" ocorreu; e

P : número total de parcelas.

Dominância: expressa a influência ou contribuição das espécies na comunidade (equação 13 e 14).

$$\text{DoA} = g_i \quad (\text{eq. 13})$$

$$\text{DoR} = \frac{g_i}{G} \cdot 100 \quad (\text{eq. 14})$$

Em que,

DoA : dominância absoluta;

DoR: dominância relativa (%);

g_i : área basal da espécie "i"; e

G : área basal total.

Valor de Importância: estima a importância ecológica de uma dada espécie na comunidade vegetal (equação 15 e 16).

$$\text{IVI} = \text{DR}_i + \text{DoR}_i + \text{FR}_i \quad (\text{eq. 15})$$

$$\text{IVI}(\%) = \frac{(\text{DR}_i + \text{DoR}_i + \text{FR}_i)}{3} \quad (\text{eq. 16})$$

Em que,

IVI : índice de valor de importância; e

IVI(%): índice de valor de importância relativa (%).

Para avaliação da diversidade das áreas, foi calculado o índice de diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J'). O índice de similaridade de Jaccard foi calculada por meio de análise de agrupamento da relação presença/ausência da espécie, gerando um dendrograma baseado na média do grupo (SILVA et al., 2007), o valor de corte adotado de 0,25 (MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Os cálculos foram realizados com o auxílio do programa Fitopac 2.0 (SHEPHERD, 2009a,b).

Índice de Shannon (H'): utilizado para verificar a similaridade entre as parcelas amostradas (equação 17)

$$H' = -\sum (p_i \cdot \ln p_i) \quad (\text{eq. 17})$$

Em que,

H' : índice de diversidade de Shannon;

p_i : densidade relativa; e

\ln : logaritmo de base neperiana (e).

Índice de equabilidade de Pielou (J'): representa a máxima diversidade, ou seja, se todas as espécies são igualmente abundantes (equação 18).

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}} \quad (\text{eq. 18})$$

Em que,

H' : índice de diversidade de Shannon; e

H_{\max} : máximo valor H .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO

Considerando as duas áreas de estudo, foram amostrados 766 indivíduos, representativos de um total 46 famílias, 82 gêneros 133 espécies, sendo que destas 49 foram classificadas em nível de gênero (Tabela 7). As famílias com maior abundância foram *Arecaceae* (129 indivíduos), *Euphorbiaceae* (58), *Myrtaceae* (57), *Lauraceae* (52), *Asteraceae* (51), *Rubiaceae* (41) e *Melastomataceae* (32). De acordo com Leitão Filho (1982) e Archanjo et al. (2012) a distribuição destas famílias é uma característica de Floresta Atlântica da região Sudeste, principalmente em matas de altitude.

Segundo Padgurschi et al. (2011), trabalhando com Floresta Ombrófila Densa Montana no Parque Estadual da Serra do Mar, verificou que as famílias *Arecaceae*, *Myrtaceae*, *Lauraceae* foram as mais abundantes. No outro extremo, estão 8 famílias representadas por um único indivíduo (*Cardiopteridaceae*, *Hypericaceae*, *Malvaceae*, *Ochnaceae*, *Phyllanthaceae*, *Proteaceae*, *Theaceae* e *Winteraceae*).

Tabela 7 - Lista florística das espécies arbóreas amostradas na área de estudo, apresentadas em ordem alfabética por família

Família / Espécie	Ind.	Síndrome dispersão	Grupo ecológico
Anacardiaceae	7		
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	7	Zoocoria	Pioneira
Annonaceae	9		
<i>Annona cacans</i> Warm.	5	Zoocoria	Pioneira
<i>Annona cf sylvatica</i> A.St.-Hil.	3	Zoocoria	S. Inicial
<i>Duguetia</i> sp.	1	Zoocoria	NI
Araliaceae	3		
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire	3	Zoocoria	S. Inicial
Arecaceae	129		
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	116	Zoocoria	Climax
<i>Geonoma</i> sp.	13	Anemocoria	NI
Asteraceae	51		
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	23	Anemocoria	Pioneira
<i>Styrax acuminatus</i> Pohl	2	Zoocoria	Pioneira

(Continua)

(Continuação)

Família / Espécie	Ind.	Síndrome dispersão	Grupo ecológico
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	26	Anemocoria	Pioneira
Bignoniaceae	14		
<i>Handroanthus serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	14	Anemocoria	Pioneira
Boraginaceae	2		
<i>Cordia</i> sp.	2	Zoocoria	NI
Burseraceae	4		
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	4	Zoocoria	S. Inicial
Cardiopteridaceae	1		
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	1	Autocoria	S. Tardia
Celastraceae	9		
<i>Maytenus</i> sp.	9	Zoocoria	NI
Chrysobalanaceae	3		
<i>Licania</i> sp.	3	NI	NI
Clethraceae	2		
<i>Clethra scabra</i> Pers.	2	NI	S. Inicial
Clusiaceae	10		
<i>Rheedia</i> sp.	1	NI	NI
<i>Tovomitopsis</i> cf. <i>paniculata</i> (Spreng.) Planch. & Triana	9	Zoocoria	S. Tardia
Combretaceae	6		
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	6	Zoocoria	Pioneira
Cyatheaceae	71		
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	71	Anemocoria	S. Inicial
Elaeocarpaceae	5		
<i>Sloanea lasiocoma</i> K.Schum.	5	Zoocoria	NI
Erythroxyloaceae	28		
<i>Erythroxyllum</i> sp.	25	Anemocoria	S. Inicial
<i>Erythroxyllum</i> sp.2	3	Anemocoria	NI
Euphorbiaceae	60		
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	59	Zoocoria	Pioneira
<i>Pachystroma</i> sp.	1	NI	S. Tardia
Fabaceae	12		
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	1	Autocoria	Pioneira
<i>Arapatiella psilophylla</i> (Harms) R.S.Cowan	3	Zoocoria	Climax
<i>Dalbergia</i> cf. <i>frutescens</i> (Vell.) Britton	1	Anemocoria	Pioneira
<i>Lonchocarpus</i> sp.	2	NI	S. Inicial
<i>Tachigali pilgeriana</i> (Harms) Oliveira-Filho	5	Autocoria	S. Inicial
Hypericaceae	1		
<i>Vismia</i> sp.	1	Anemocoria	Pioneira
Lamiaceae	5		
<i>Aegiphila</i> sp.	1	Anemocoria	NI
<i>Vitex</i> sp.	4	NI	NI

(Continua)

(Continuação)

Família / Espécie	Ind.	Síndrome dispersão	Grupo ecológico
Lauraceae	52		
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	1	Zoocoria	Pioneira
<i>Cryptocarya</i> sp.	4	NI	NI
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	1	Zoocoria	S. Inicial
NI 1	3	NI	NI
NI 2	2	NI	NI
<i>Nectandra</i> sp.	4	Zoocoria	NI
<i>Nectandra</i> sp.2	3	Zoocoria	NI
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1	Zoocoria	Pioneira
<i>Ocotea elegans</i>	2	Zoocoria	S. Inicial
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	12	NI	S. Tardia
<i>Ocotea</i> sp.2	4	NI	NI
<i>Ocotea</i> sp.4	1	NI	NI
<i>Ocotea</i> sp.7	1	NI	NI
<i>Persea</i> sp.	3	Zoocoria	NI
<i>Urbanodendron</i> cf. <i>bahiense</i> (Meisn.) Rohwer	6	Zoocoria	S. Tardia
<i>Urbanodendron</i> sp.	4	NI	NI
Malpighiaceae	3		
<i>Byrsonima</i> sp.	3	Zoocoria	NI
Malvaceae	1		
NI 3	1	NI	NI
Melastomataceae	38		
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	1	Anemocoria	NI
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	3	Anemocoria	Pioneira
<i>Miconia flamia</i>	1	Anemocoria	NI
<i>Miconia</i> sp.1	2	Anemocoria	NI
<i>Miconia</i> sp.2	5	Anemocoria	NI
<i>Miconia</i> sp.3	10	Anemocoria	NI
<i>Miconia</i> sp.4	16	Anemocoria	NI
Meliaceae	5		
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart	4	Zoocoria	S. Inicial
<i>Trichilia</i> sp.	1	Autocoria	NI
Monimiaceae	5		
<i>Mollinedia</i> sp.1	1	Anemocoria	NI
<i>Mollinedia stenophylla</i> Perkins	1	Zoocoria	NI
<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	3	Zoocoria	S. Inicial
Moraceae	4		
<i>Ficus arpazusa</i> Casar.	1	Zoocoria	NI
<i>Ficus</i> sp.	1	Zoocoria	NI
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger	2	Zoocoria	S. Inicial
Myristicaceae	6		
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	2	Zoocoria	S. Tardia
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	1	Zoocoria	S. Tardia

(Continua)

(Continuação)

Família / Espécie	Ind.	Síndrome dispersão	Grupo ecológico
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	3	Zoocoria	NI
Myrtaceae	57		
<i>Blepharocalyx</i> sp.	1	Anemocoria	NI
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	1	Zoocoria	NI
<i>Eugenia</i> sp.	6	NI	NI
<i>Eugenia</i> sp.1	3	NI	NI
<i>Eugenia</i> sp.2	10	NI	NI
<i>Leandra</i> sp.	1	Autocoria	NI
NI 10	4	NI	NI
NI 4	1	NI	NI
NI 5	2	NI	NI
<i>Myrcia pubescens</i> DC.	1	Zoocoria	S. Inicial
<i>Myrcia</i> sp.1	1	Anemocoria	NI
<i>Myrcia</i> sp.2	4	Zoocoria	NI
<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	3	Zoocoria	S. Inicial
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	3	Zoocoria	Pioneira
<i>Plinia</i> sp.	15	NI	NI
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1	Zoocoria	Pioneira
NI	26		
NI	26	NI	NI
Nyctaginaceae	7		
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	7	Zoocoria	S. Inicial
Ochnaceae	1		
<i>Ouratea cuspidata</i> Engl. ex Gilg	1	NI	S. Inicial
Phyllanthaceae	1		
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	1	Zoocoria	Pioneira
Primulaceae	29		
<i>Ardisia</i> sp.	4	Anemocoria	NI
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	3	Zoocoria	Pioneira
<i>Myrsine</i> sp.1	3	NI	NI
<i>Myrsine</i> sp.2	2	NI	NI
<i>Myrsine</i> sp.3	17	NI	NI
Proteaceae	1		
<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	Anemocoria	Pioneira
Rosaceae	5		
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	5	Zoocoria	S. Inicial
Rubiaceae	41		
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	2	NI	NI
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	13	Autocoria	S. Inicial
NI 6	3	NI	NI
NI 7	1	NI	NI
NI 8	2	NI	NI

(Continua)

(Conclusão)

Família / Espécie	Ind.	Síndrome dispersão	Grupo ecológico
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	1	Zoocoria	S. Inicial
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wawra	1	Zoocoria	S. Inicial
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	12	Zoocoria	S. Inicial
<i>Rudgea</i> sp.	2	Anemocoria	NI
<i>Rudgea</i> sp.1	1	Anemocoria	NI
<i>Simira</i> sp.1	3	Zoocoria	NI
Rutaceae	6		
<i>Almeidea</i> sp.	4	Anemocoria	NI
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	1	Autocoria	Pioneira
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	Zoocoria	Pioneira
Salicaceae	4		
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	2	Zoocoria	Pioneira
<i>Casearia pauciflora</i> Cambess.	1	Zoocoria	Pioneira
NI 9	1	NI	NI
Sapindaceae	17		
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	12	Zoocoria	Pioneira
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	2	Zoocoria	Pioneira
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	3	Zoocoria	S. Inicial
Sapotaceae	5		
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	1	Autocoria	Climax
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	1	Anemocoria	Pioneira
<i>Pouteria</i> sp.	1	Zoocoria	NI
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	2	Zoocoria	Pioneira
Solanaceae	10		
<i>Brunfelsia brasiliensis</i> (Spreng.) L.B.Sm. & Downs	1	Autocoria	Pioneira
<i>Solanum</i> cf. <i>leucodendron</i> Sendtn.	5	Anemocoria	Pioneira
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	Anemocoria	S. Inicial
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1	Anemocoria	Pioneira
<i>Solanum</i> sp.	2	Anemocoria	NI
Symplocaceae	4		
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	1	Zoocoria	S. Inicial
<i>Symplocos</i> cf. <i>pycnobotrya</i> Mart. ex Miq.	3	Zoocoria	NI
Theaceae	1		
<i>Laplacea fructicosa</i> (Schrad.) Kobuski	1	Autocoria	NI
Urticaceae	4		
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	3	Zoocoria	Pioneira
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	1	Zoocoria	Pioneira
Winteraceae	1		
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	1	Anemocoria	S. Tardia

Fonte: Autor.

Em relação ao número de espécies, destacaram as famílias Lauraceae e Myrtaceae (16 espécies), Rubiaceae (11), Melastomataceae (7) e Primulaceae, Fabaceae e Solanaceae (5), foram as que obtiveram maior número. Esse padrão de distribuição foi encontrado para Floresta Ombrófila Montana conforme destacado por Carvalho et al. (2005), Carvalho et al. (2006), Pereira et al. (2006), Bertoncetto (2009) e Padgurschi e Pereira (2011).

A espécie com maior número de indivíduos foi a *Euterpe edulis* (116) pertencente à família Arecaceae, normalmente comum em florestas tropicais, principalmente relacionadas a solos úmidos (Emmons e Gentry 1983).

Analisando os parâmetros entre a comunidade florestal dos fragmentos, foi observado valores distintos entre o fragmento regenerado e fragmento matriz, os valores do índice de Shannon e de Equabilidade são significativamente diferentes, nível de confiança de 95%, com *p-value* 0,02 e 0,01, respectivamente, indicando que a diversidade florística do fragmento regenerado não é semelhante ao fragmento matriz (Tabela 8).

Tabela 8 - Comparação das métricas entre o fragmento matriz e o regenerado

Métrica	Fragmento matriz	Regenerada
Índice de Shannon	3,79	3,53
Equabilidade	0,83	0,78
No. de indivíduos	356	381
No. de Espécies	95	90
No. de Famílias	41	34
No. de Amostras	9	9
Densidade (ind./ha)	1978	2117
Área Basal (m ² /ha)	41,2	27,5

Fonte: Autor.

No fragmento regenerado foi observado a ordenação das espécies pelos valores em ordem decrescentes de VI (%) (Tabela 9), as primeiras 10 espécies: *Euterpe edulis*, *Cyathea delgadii*, *Alchornea triplinervia*, *Erythroxylum* sp., *Piptocarpha axillaris*, *Cupania oblongifolia*, *Plinia* sp., *Myrsine* sp.3, *Handroanthus serratifolius*, e *Eugenia* sp.2 contribuíram com 49,0% do total deste índice. As outras 80 espécies para perfazerem 51,0% do VI.

Tabela 9 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no fragmento regenerado da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES

Espécies	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VI (%)
<i>Euterpe edulis</i>	68	9	378	18	100	5,7	3,02	8,8	32	10,80
<i>Cyathea delgadii</i>	42	7	233	11	78	4,5	2,37	6,9	22	7,46
<i>Alchornea triplinervia</i>	21	6	117	5,5	67	3,8	3,08	9	18	6,10
<i>Erythroxylum sp.</i>	25	3	139	6,6	33	1,9	2,27	6,6	15	5,03
<i>Piptocarpha axillaris</i>	14	4	77,8	3,7	44	2,6	2,5	7,3	14	4,50
<i>Cupania oblongifolia</i>	9	4	50	2,4	44	2,6	2,28	6,7	12	3,85
<i>Plinia sp.</i>	14	4	77,8	3,7	44	2,6	1,17	3,4	9,6	3,21
<i>Myrsine sp.3</i>	16	2	88,9	4,2	22	1,3	1,19	3,5	9	2,98
<i>Handroanthus serratifolius</i>	14	4	77,8	3,7	44	2,6	0,48	1,4	7,6	2,54
<i>Eugenia sp.2</i>	9	3	50	2,4	33	1,9	1,13	3,3	7,6	2,53
<i>Miconia sp.3</i>	7	4	38,9	1,8	44	2,6	1,02	3	7,4	2,45
<i>Miconia sp.4</i>	13	2	72,2	3,4	22	1,3	0,62	1,8	6,5	2,16
<i>Clethra scabra</i>	2	1	11,1	0,5	11	0,6	1,64	4,8	6	1,98
<i>Vernonanthura divaricata</i>	5	2	27,8	1,3	22	1,3	0,84	2,4	5	1,67
<i>Geonoma sp.</i>	7	4	38,9	1,8	44	2,6	0,12	0,3	4,7	1,57
<i>Solanum cf. leucodendron</i>	4	3	22,2	1,1	33	1,9	0,38	1,1	4,1	1,36
<i>Miconia sp.2</i>	5	3	27,8	1,3	33	1,9	0,27	0,8	4	1,34
<i>Prunus myrtifolia</i>	4	3	22,2	1,1	33	1,9	0,36	1	4	1,33
<i>Guapira opposita</i>	3	3	16,7	0,8	33	1,9	0,42	1,2	3,9	1,31
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,96	2,8	3,7	1,23
<i>Psychotria vellosiana</i>	5	3	27,8	1,3	33	1,9	0,12	0,4	3,6	1,19
NI 10	3	3	16,7	0,8	33	1,9	0,27	0,8	3,5	1,16
<i>Arapatiella psilophylla</i>	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,36	1,1	2,9	0,95
<i>Eugenia sp.</i>	3	2	16,7	0,8	22	1,3	0,25	0,7	2,8	0,93
<i>Erythroxylum sp.2</i>	3	2	16,7	0,8	22	1,3	0,24	0,7	2,8	0,92
<i>Myrsine coriacea</i>	3	2	16,7	0,8	22	1,3	0,22	0,7	2,7	0,91
NI 2	2	1	11,1	0,5	11	0,6	0,53	1,5	2,7	0,90
<i>Cecropia hololeuca</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,54	1,6	2,5	0,82
<i>Cryptocarya sp.</i>	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,19	0,5	2,3	0,78
<i>Cabralea canjerana</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,49	1,4	2,3	0,78
<i>Urbanodendron cf. bahiense</i>	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,16	0,5	2,3	0,75
NI 8	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,13	0,4	2,2	0,73
<i>Nectandra sp.</i>	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,07	0,2	2	0,67
<i>Tapirira guianensis</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,37	1,1	2	0,66
NI 6	3	1	16,7	0,8	11	0,6	0,19	0,6	2	0,66
<i>Myrcia splendens</i>	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,04	0,1	1,9	0,64
<i>Myrsine sp.1</i>	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,03	0,1	1,9	0,63
<i>Sorocea bonplandii</i>	2	2	11,1	0,5	22	1,3	0,03	0,1	1,9	0,63
<i>Styrax acuminatus</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,31	0,9	1,8	0,60
<i>Persea sp.</i>	2	1	11,1	0,5	11	0,6	0,19	0,6	1,7	0,57
NI 4	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,28	0,8	1,7	0,57

(Continua)

(Continuação)

Espécies	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI (%)
<i>Eugenia candolleana</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,25	0,7	1,6	0,55
<i>Solanum sp.</i>	2	1	11,1	0,5	11	0,6	0,12	0,4	1,5	0,51
<i>Maytenus sp.</i>	2	1	11,1	0,5	11	0,6	0,11	0,3	1,5	0,50
<i>Ficus arpazusa</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,17	0,5	1,4	0,46
<i>Bathysa australis</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,16	0,5	1,4	0,46
<i>Casearia arborea</i>	2	1	11,1	0,5	11	0,6	0,07	0,2	1,4	0,45
NI 1	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,15	0,4	1,3	0,45
<i>Ocotea lancifolia</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,14	0,4	1,3	0,43
<i>Ocotea elegans</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,13	0,4	1,3	0,43
<i>Ardisia sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,13	0,4	1,3	0,43
<i>Vitex sp.</i>	2	1	11,1	0,5	11	0,6	0,04	0,1	1,3	0,43
<i>Solanum mauritianum</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,12	0,4	1,3	0,42
<i>Terminalia glabrescens</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,11	0,3	1,2	0,41
<i>Myrcia sp.1</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,11	0,3	1,2	0,40
<i>Pouteria torta</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,1	0,3	1,2	0,39
<i>Cecropia glaziovii</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,09	0,3	1,2	0,38
<i>Mollinedia sp.1</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,09	0,3	1,2	0,38
<i>Cupania racemosa</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,08	0,2	1,1	0,38
<i>Matayba elaeagnoides</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,08	0,2	1,1	0,38
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,08	0,2	1,1	0,37
<i>Miconia cabuco</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,07	0,2	1,1	0,37
<i>Psidium cattleianum</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,06	0,2	1,1	0,35
<i>Sloanea lasiocoma</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,05	0,2	1,1	0,35
<i>Myrcia spectabilis</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,05	0,1	1	0,35
<i>Virola surinamensis</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,04	0,1	1	0,34
<i>Aniba firmula</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,04	0,1	1	0,34
<i>Miconia sp.1</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,04	0,1	1	0,33
<i>Roupala montana</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,03	0,1	1	0,33
<i>Aegiphila sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,03	0,1	1	0,33
NI 7	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,03	0,1	1	0,33
NI 9	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,03	0,1	1	0,33
<i>Posoqueria revoluta</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,03	0,1	1	0,33
<i>Protium heptaphyllum</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,03	0,1	1	0,33
<i>Pachystroma sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,03	0,1	1	0,32
<i>Ocotea sp.2</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Miconia flamia</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Drimys brasiliensis</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Lonchocarpus sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Ocotea sp.4</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Mollinedia widgrenii</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Eugenia sp.1</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Annona cf. sylvatica</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32

(Continua)

(Conclusão)

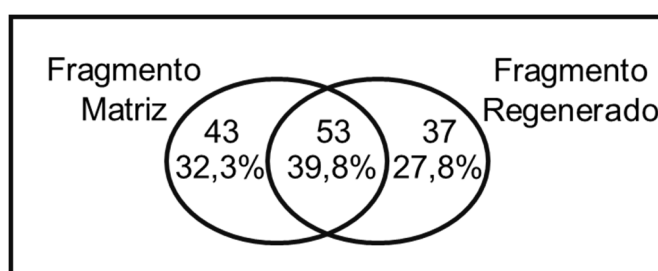
Espécies	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI (%)
<i>Symplocos cf. pycnobotrya</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Endlicheria paniculata</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Blepharocalyx sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Micropholis crassipedicellata</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Urbanodendron sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0,1	1	0,32
<i>Annona cacans</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,02	0	0,9	0,31
<i>Myrcia pubescens</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,6	0,01	0	0,9	0,31

Fonte: Autor. Onde: N = número de indivíduos; U = número total de unidades amostrais; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância; VI (%) = valor de importância relativo.

Algumas espécies que apresentaram poucos indivíduos na área se destacaram pelo VI, como, *Apuleia leiocarpa* (1 indivíduo), *Clethra scabra* (2) e *Guapira opposita* (3) devido pelo diâmetro, foram maiores que a média.

Ao observar a distribuição das espécies no fragmentos, nota-se que 27,8% são exclusivas do fragmento regenerado (Figura 22), indicando o ingresso de propágulos advindos de outros fragmentos, visto que a síndrome de dispersão por anemocoria nesse fragmento é mais expressiva que no fragmento matriz.

Figura 22 - Número de espécies que ocorre nos fragmento matriz e regenerado de forma exclusiva ou em ambos.



Fonte: Autor.

No fragmento matriz as espécies *Alchornea triplinervia*, *Euterpe edulis*, *Vernonanthura divaricata* e *Cyathea delgadii* foram as que tiveram o maior VI. Foi observado que os parâmetros que mais influenciaram no VI foram FR e DoR (Tabela 10).

Tabela 10 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no fragmento matriz da bacia hidrográfica do rio Caxixe, ES

Espécies	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI (%)
<i>Alchornea triplinervia</i>	36	8	200	10	89	4,2	3,7	9,9	24	8,09
<i>Euterpe edulis</i>	48	8	267	13	89	4,2	2	5,3	23	7,66
<i>Vernonanthura divaricata</i>	21	5	117	5,9	56	2,6	3,7	10	19	6,20
<i>Cyathea delgadii</i>	29	9	161	8,2	100	4,7	1,9	5,2	18	6,01
<i>Ocotea lancifolia</i>	11	4	61	3,1	44	2,1	2,4	6,4	12	3,86
<i>Bathysa australis</i>	12	4	67	3,4	44	2,1	2	5,4	11	3,61
<i>Piptocarpha axillaris</i>	9	4	50	2,5	44	2,1	1,8	4,8	9,4	3,14
<i>Byrsonima sp.</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	2,2	5,9	7,6	2,52
<i>Tovomitopsis cf. paniculata</i>	9	5	50	2,5	56	2,6	0,6	1,6	6,8	2,26
<i>Miconia sp.4</i>	3	2	17	0,8	22	1,1	1,4	3,8	5,7	1,89
<i>NI 1</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	1,4	3,8	5,5	1,82
<i>Psychotria vellosiana</i>	7	5	39	2	56	2,6	0,2	0,6	5,2	1,72
<i>Tapirira guianensis</i>	6	5	33	1,7	56	2,6	0,3	0,8	5,1	1,71
<i>Sloanea lasiocoma</i>	4	4	22	1,1	44	2,1	0,7	1,9	5,1	1,70
<i>Manilkara subsericea</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	1,3	3,5	4,3	1,42
<i>Geonoma sp.</i>	6	4	33	1,7	44	2,1	0,1	0,4	4,2	1,39
<i>Maytenus sp.</i>	7	3	39	2	33	1,6	0,2	0,4	4	1,32
<i>Myrcia sp.2</i>	4	3	22	1,1	33	1,6	0,4	1,1	3,8	1,27
<i>Almeidea sp.</i>	4	4	22	1,1	44	2,1	0,2	0,5	3,7	1,24
<i>Annona cacans</i>	4	3	22	1,1	33	1,6	0,4	1	3,7	1,22
<i>Tachigali pilgeriana</i>	5	3	28	1,4	33	1,6	0,2	0,5	3,5	1,16
<i>Annona cf. sylvatica</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0,6	1,7	3,4	1,12
<i>Miconia sp.3</i>	3	2	17	0,8	22	1,1	0,5	1,4	3,3	1,11
<i>Schefflera morototoni</i>	3	3	17	0,8	33	1,6	0,3	0,9	3,3	1,10
<i>Licania sp.</i>	3	2	17	0,8	22	1,1	0,5	1,4	3,3	1,09
<i>Guapira opposita</i>	4	3	22	1,1	33	1,6	0,2	0,5	3,2	1,07
<i>Protium heptaphyllum</i>	3	2	17	0,8	22	1,1	0,5	1,3	3,2	1,07
<i>Terminalia glabrescens</i>	5	2	28	1,4	22	1,1	0,2	0,6	3,1	1,03
<i>Cupania oblongifolia</i>	3	3	17	0,8	33	1,6	0,2	0,6	3	0,99
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0,5	1,4	3	0,99
<i>Simira sp.1</i>	3	1	17	0,8	11	0,5	0,5	1,4	2,8	0,92
<i>Urbanodendron cf. bahiense</i>	4	2	22	1,1	22	1,1	0,2	0,5	2,7	0,89
<i>Eugenia sp.</i>	3	3	17	0,8	33	1,6	0,1	0,2	2,7	0,89
<i>Urbanodendron sp.</i>	3	3	17	0,8	33	1,6	0,1	0,2	2,6	0,86
<i>Cabralea canjerana</i>	3	2	17	0,8	22	1,1	0,2	0,6	2,5	0,84
<i>Virola surinamensis</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0,3	0,9	2,5	0,83
<i>Myrcia spectabilis</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0,4	1,2	2,3	0,76
<i>Mollinedia widgrenii</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0,2	0,6	2,3	0,75
<i>Ardisia sp.</i>	3	2	17	0,8	22	1,1	0,1	0,2	2,1	0,71
<i>Cecropia glaziovii</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0,2	0,4	2,1	0,68
<i>Nectandra sp.2</i>	3	2	17	0,8	22	1,1	0,1	0,2	2,1	0,68
<i>Myrsine sp.2</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0,3	0,9	2	0,66
<i>Amaioua intermedia</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0,1	0,4	2	0,66
<i>Symplocos cf. pycnobotrya</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0,3	0,8	1,9	0,64
<i>Eugenia sp.1</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0,1	0,2	1,8	0,60

(Continua)

(Continuação)

Espécies	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI (%)
<i>Cryptocarya sp.</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0	0,1	1,7	0,58
<i>Nectandra sp.</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0	0,1	1,7	0,57
<i>Virola bicuhyba</i>	2	2	11	0,6	22	1,1	0	0,1	1,7	0,56
<i>Pouteria sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,3	0,8	1,6	0,54
<i>Rudgea sp.</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0,2	0,5	1,6	0,52
<i>Ocotea sp.2</i>	3	1	17	0,8	11	0,5	0,1	0,2	1,5	0,51
<i>Cordia sp.</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0,2	0,4	1,5	0,51
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,2	0,6	1,4	0,47
<i>NI 5</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0,1	0,3	1,4	0,46
<i>Matayba elaeagnoides</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0,1	0,3	1,4	0,46
<i>Citronella paniculata</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,2	0,5	1,3	0,42
<i>Vitex sp.</i>	2	1	11	0,6	11	0,5	0	0,1	1,2	0,40
<i>Laplacea fructicosa</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,3	1,1	0,38
<i>NI 10</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,3	1,1	0,37
<i>Ocotea corymbosa</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,3	1,1	0,37
<i>Rudgea sp.1</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,3	1,1	0,37
<i>Myrsine sp.3</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,3	1,1	0,36
<i>Trichilia sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1,1	0,35
<i>NI 3</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,35
<i>Styrax acuminatus</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,34
<i>Lonchocarpus sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,34
<i>Solanum pseudoquina</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,34
<i>Myrcia splendens</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,34
<i>Mollinedia stenophylla</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,32
<i>Vismia sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,32
<i>Duguetia sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,2	1	0,32
<i>Ouratea cuspidata</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0,1	0,1	1	0,32
<i>Arapatiella psilophylla</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,31
<i>Ficus sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Rheedia sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Leandra sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Brunfelsia brasiliensis</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Eugenia sp.2</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Solanum cf. leucodendron</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,30
<i>Plinia sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,29
<i>Psychotria nuda</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,29
<i>Myrsine sp.1</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,29
<i>Prunus myrtifolia</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,29
<i>Dalbergia cf. frutescens</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,29
<i>Virola gardneri</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0,1	0,9	0,29
<i>Persea sp.</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,9	0,28
<i>Pouteria torta</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,9	0,28
<i>Casearia pauciflora</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,9	0,28
<i>Ocotea elegans</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,9	0,28

(Continua)

(Conclusão)

Espécies	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI (%)
<i>Cupania racemosa</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,8	0,28
<i>Symplocos celastrinea</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,8	0,28
<i>Miconia sp.1</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,8	0,28
<i>Ocotea sp.7</i>	1	1	5,6	0,3	11	0,5	0	0	0,8	0,28

Fonte: Autor. Onde: N = número de indivíduos; U = número total de unidades amostrais; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância; IVI (%) = índice de valor de importância relativo.

Em relação a síndrome de dispersão das espécies notou-se que nos fragmentos a zoocoria obteve maior destaque, representando 49,5 e 44,4% das espécies, seguido pela anemocoria com 16,5 e 27,8% (Tabela 11). Em estudo realizado por Martins et al. (2014) na região Serrana do estado do Espírito Santo a mesma tendência foi observada, sendo 66% para zoocoria e 27% para anemocoria.

Tabela 11 – Percentual de síndrome de dispersão das espécies encontradas na área de estudo

Síndrome de dispersão	Fragmento Matriz	Fragmento Regenerado
Zoocórica	49,5	44,4
Anemocórica	16,5	27,8
Autocórica	9,3	2,2
Não classificada	24,7	25,6

Fonte: Autor.

Segundo McClanahan (1986), Silva et al. (1996) a maioria das espécies de florestas tropicais se dispersa por via anemocórica ou zoocórica. Portanto, a distância da fonte de propágulos influencia diretamente a quantidade de propágulos que chega ao solo.

Estudos desenvolvidos por Kolb (1993) e Parrota (1993) mostram a existência de uma correlação negativa entre o fluxo de ingressos vegetativos e o aumento na distância das vegetações que abastecem o local, considerando que os agentes dispersores migram entre fragmentos florestais e que precisam se abrigar ou descansar durante estes trajetos.

O fragmento analisado pode ser classificado em estágio inicial de sucessão e em desenvolvimento para a fase secundária. Esta suposição parte da constatação de que existe cerca de 26% de espécies secundárias, 25% de pioneiras e 2% de clímax, o que indica uma tendência à maior adequação das condições para o sucesso no recrutamento de espécies tardias (Tabela 12).

Tabela 12 - Percentual do grupo ecológico das espécies encontradas no fragmento matriz e no regenerado

Grupo Ecológico	Fragmento Matriz	Fragmento Regenerado
Pioneira	24,0	25,6
Secundária Inicial	18,8	22,2
Secundária Tardia	7,3	5,6
Clímax	2,1	1,1
Não Classificado	47,9	45,6

Fonte: Autor.

Algumas espécies, embora pioneiras, alcançam o dossel e permanecem à luz mesmo depois do maior desenvolvimento da floresta, das quais encontram-se indivíduos jovens nas áreas com grande penetração de luz, também encontrado por Silva et al. (2003). Entre estas destacaram-se *Alchornea triplinervia*, *Cupania oblongifolia*, *Piptocarpha axillaris* e *Vernonanthura divaricata*.

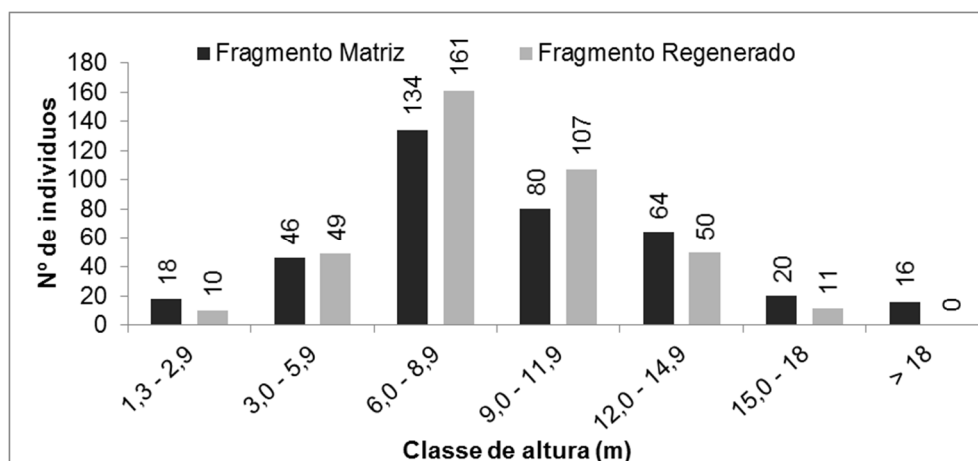
Nota-se que para grupo ecológico e síndrome de dispersão cerca de 46% das espécies encontra-se como não classificada, devido principalmente identificação a nível de gênero.

Os indivíduos com os maiores diâmetros (DAP) e alturas foram encontrados no fragmento matriz, sendo que o DAP máximo obtido foi de 85,9 cm e a altura máxima foi de 23 m, evidenciando o estágio mais avançado de conservação deste em comparação ao fragmento regenerado. O mesmo foi observado em relação a área basal dos indivíduos, em que o fragmento matriz obteve 41,2 m²/ha e o fragmento regenerado 27,5 m²/ha.

A distribuição dos indivíduos por altura foi heterogênea e apresentou maior concentração (38%) no terceiro intervalo de classe do estrato com altura entre seis e nove metros (Figura 23), o que indica a existência de um denso sub-bosque nestes fragmentos.

O fragmento matriz foi único que apresentou espécies com alturas superiores a 18 m, indicando a presença de árvores dominantes como *Manilkara subsericea*, *Byrsonima* sp., *Bathysa australis*, *Piptocarpha axillaris* e *Vernonanthura divaricata*.

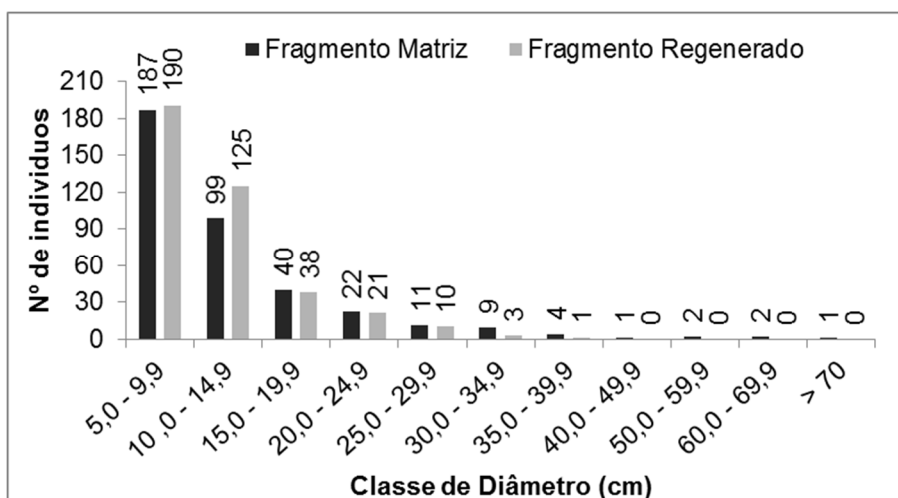
Figura 23 - Distribuição dos indivíduos por classes de altura



Fonte: Autor.

A distribuição diamétrica da comunidade em estudo apresentou a forma de J-invertido (Figura 24). O formato de J-invertido resultante da distribuição diamétrica indica que a comunidade estudada é autoregenerativa, caso não seja intensivamente perturbada (Scolforo, 1998). Os fragmentos apresentaram principalmente indivíduos jovens, pois cerca de 49% do total amostrado apresentou diâmetros inferiores a 9cm. O diâmetro máximo foi encontrado no fragmentos matriz foi de 85,9cm. Observa-se que para diâmetros acima de 30cm foram encontrados apenas 4 indivíduos do fragmento regenerado e 19 para o fragmento matriz, confirmando para este, o estágio mais avançado de sucessão.

Figura 24 - Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro.

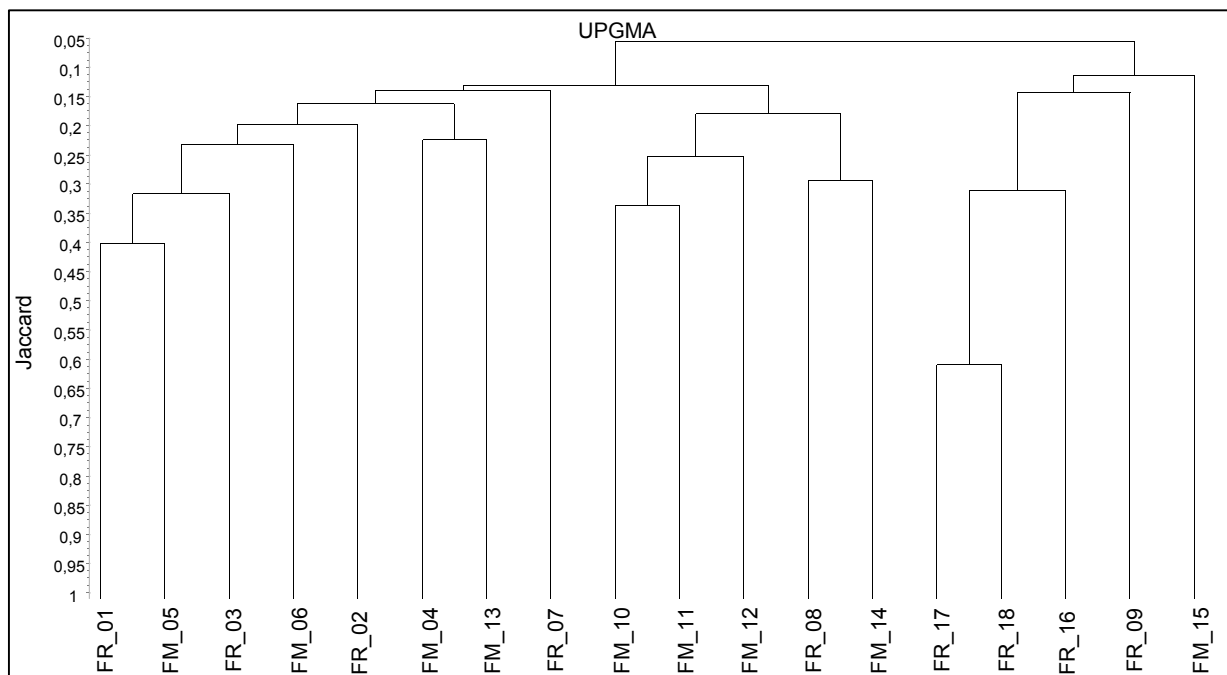


Fonte: Autor.

Com relação a análise de similaridade, considerando o ponto de corte em 0,25, valor este indicado para suficiência de semelhança de composição florística (Muller Dombois & Elleberg, 1974), foi verificada que a similaridade florística entre os fragmentos foi baixa, havendo ligação de apenas 3 grupos. A Correlação Cofenética encontrada foi de 0,77, estando acima dos 0,7 como indicativos de uma correspondência razoável entre o fragmento matriz e o regenerado, segundo Cruz e Carneiro (2003) que discorrem ainda, que esse coeficiente pode ser utilizado para avaliar a consistência do padrão de agrupamento, sendo que valores próximos 1 indicam melhor representação.

Pode ser notado um agrupamento entre as parcelas de 1 a 3 e de 16 a 18 do fragmento regenerado e de 10 a 12 do fragmento matriz (Figura 25), indicando que a proximidade do fragmento matriz ao fragmento regenerado contribuiu para o processo de regeneração natural. Diante do exposto, pode-se inferir que no futuro estes trechos tornem-se mais similares, pois como observado, a presença de algumas espécies de um fragmento não foram observadas no outro, o que contribuiu com a baixa similaridade no local.

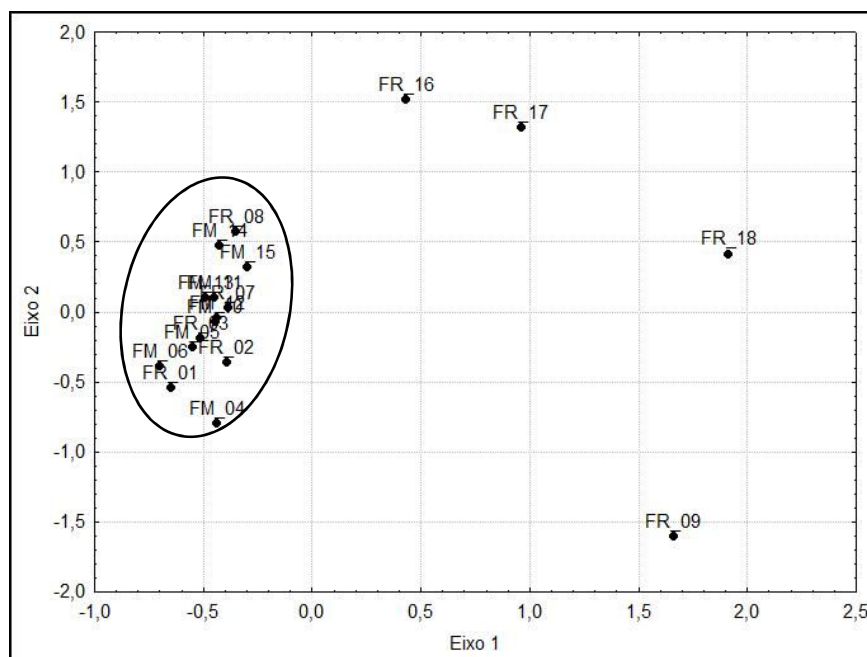
Figura 25 - Dendrograma da similaridade florística entre as parcelas amostradas.



Fonte: Autor. As parcelas dos fragmentos matrizes (FM) e dos fragmentos regenerados (FR).

Associando os resultados dos parâmetros fitossociológicos da análise de correspondência descrito pela DCA (Figura 26) com os valores métricos da paisagem, verificou-se a de formação de 1 grupo, explicado pela proximidade do fragmento regenerado a matriz florestal, ocorrendo o agrupamento das parcela de 01 a 15 (exceto 09), indicando que uma ligação entre o fragmento regenerado e o matriz. A proximidade existente entre as áreas foi um facilitador do fluxo de propágulos para a área regenerada. No entanto, deve-se levar em consideração o aporte de outras espécies de outras áreas, explicado pela presença de espécies exclusivas no fragmento regenerado.

Figura 26 - Representação gráfica dos resultados da análise de correspondência (DCA) para os dados do fragmento matriz e do regenerado.



Fonte: Autor. Parcelas do fragmento matriz (FM) e do fragmento regenerado (FR).

As tendências observadas nas correlações entre os parâmetros fitossociológicos e índices métricos da paisagem necessitam de repetições em outras áreas para caracterizar as espécies ou métricas que possuem maior grau de influência no processo de regeneração natural.

Outro fator que deve ser considerado são os valores das métricas área e área central na qual explicam a diversidade de espécies existente no fragmento matriz, o que favoreceu o fluxo gênico de propágulos e animais, tanto em quantidade, quanto em diversidade, evidenciando assim o processo de dispersão das espécies arbóreas por meio da zoocoria para o fragmento regenerado observado a campo.

4. CONCLUSÃO

As espécies com maior Valor de Importância foram *Euterpe edulis*, *Cyathea delgadii* e *Alchornea triplinervia* para o fragmento regenerado e *Alchornea triplinervia*, *Euterpe edulis* e *Vernonanthura divaricata* para o fragmento matriz.

O fragmentos regenerado amostrado encontra-se em estágio médio de sucessão;

Algumas famílias foram encontradas somente no fragmento matriz e outras somente no fragmento regenerado;

Existe uma correlação positiva entre os fragmentos matrizes e a área regenerada quanto a diversidade florística e equabilidade; e

O fragmento matriz influenciou o aporte de propágulos sobre o fragmento regenerado.

O tamanho do fragmento está relacionada a diversidade e conseqüentemente ao número de agentes dispersores influenciando no potencial de regeneração da área adjacentes.

5. REFERÊNCIAS

- ALCOFORADO-FILHO, F. G; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N.. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 287-303, 2003.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- APARÍCIO, W. C. D. S., MARANGON, L. C., FERREIRA, R. L., FELICIANO, A. L., APARICIO, P. S., e JUNIOR, R. F. C. Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2011.
- APG III (2009). Este artigo foi compilado por: BREMER, B.; BREMER, K.; CHASE, M. W.; FAY, M. F.; REVEAL, J. L.; SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P. S.; STEVENS, P.F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p. 105 – 121, 2009.
- ARAUJO, E.L.; CASTRO, C.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Dynamics of Brazilian Caatinga – A review concerning the plants, environment and people. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, p. 15-28, 2007.
- ARCHANJO, K. M. P., DA SILVA, G. F., CHICHORRO, J. F., e SOARES, C. P. B.. Estrutura do componente arbóreo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 145-160, 2012.
- BATISTA, A. P. B., et al., Estrutura fitossociológica, diamétrica e hipsométrica da comunidade arbórea de um fragmento de floresta atlântica no Município de Moreno, Pernambuco, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 114-120, 2013.
- BORÉM, R. A. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T., Fitossociologia do estrato arbóreo em uma toposequência alternada de mata atlântica, no município de Silva Jardim -RJ, Brasil. **Rev. Árvore**, Viçosa , v. 26, n. 6, p. 727-742 Nov. 2002 .
- BRAGA, A. J. T., DE LIMA, E. E., e MARTINS, S. V. Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional semidecidual secundária em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 493-503, 2011.
- CAMPOS, M. C. R. D., TAMASHIRO, J. Y., ASSIS, M. A., e JOLY, C. A.. Florística e fitossociologia do componente arbóreo da transição Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas-Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. **Biota Neotrop**, v. 11, n. 2, p. 302-312, 2011.
- CARGNELUTTI FILHO, A. C.; RIBEIRO, N. D.; BURIN, C. Consistência do padrão de agrupamento de cultivares de feijão conforme medidas de dissimilaridade e

métodos de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.236-243, mar., 2010.

CARVALHO, D. A. de et al. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 2005.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 727-740, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, 1 ed., 1039p, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.2, 1 ed., 627p, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.3, 1 ed., 593p, 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.4, 1 ed., 644p, 2010.

CAVASSAN, O.; CESAR, O.; MARTINS, F. R.. Fitossociologia da vegetação arborea da Reserva Estandual de Bauru, Estado de Sao Paulo **Rev. Brasil Bot**, v. 7, n. 2, p. 91-106, 1984.

CLEMENTS, F. E.. **Plant Succession: an analysis of the development of vegetation**. Washington, DC.: Carnegie Institution, 1916. (Publication 242).

CONDÉ, T. M., ; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta amazonica** [0044-5967]: vol:43 iss:3 pg:247. 2013.

CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **American naturalist**, p.1119-1144, 1977.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

DURIGAN, G., FRANCO, G. A. D. C., SAITO, M., e BAITELLO, J. B. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 4, p. 371-383, 2000.

EMCAPA / NEPUT (1999) **Mapa das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo**. Vitória, EMCAPA. 1999

EMMONS, L.H. e GENTRY, A.H.. Tropical forest structure and the distribution of gliding and prehensile-tailed vertebrates. **The American Naturalist** 121: 513-524. 1983

- FELFILI, J. M.; RESENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília, DF: Departamento de Engenharia Florestal, 68 p. 2003.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, , v.1, 62 p. 1989.
- GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e Estrutura da regeneração natural de floresta secundária de Várzea Baixa no Estuário Amazônico. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.559-566, 2002
- GANDOLFI, S.; MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Theoretical bases of the forest ecological restoration. Pp. 27-60. In: R.R. Rodrigues; S.V. Martins; S. Gandolfi (eds.). **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York, Nova Science Publishers, 2007.
- GLEASON, H. A. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v.53, p.7-26, 1926.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. 2a ed. Porto
- 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.
- HOOPER, E.R.; LEGENDRE, P.; CONDIT, R. Factors affecting community composition of forest regeneration in deforested, abandoned land in Panama. **Ecology**, v. 85, p. 3313-3326, 2004.
- KINOSHITA, L. S. et al. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 313-327, 2006.
- KOLB, S. R. **Islands os secondary vegetation in degraded pastures of Brazil: Their role in restablising Atlantic Coastal Forest**. ATHENS: University of Georgia.. Tese (Doutorado) University of Georgia. 127f. 1993.
- LEITAO FILHO,H.F. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 16A(1):197-206, 1982.
- LONGHI, S. J., BRENA, D. A., SCIPIONI, M. C., GIACOMOLLI, L. Z., DELIBERALI, G., LONGHI, R. V., MASTELLA, M., Caracterização fitossociológica do estrato arbóreo em um remanescente de floresta estacional semidecidual, em Montenegro, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1630-1638, 2008.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 4 ed.,352p, 2002a.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 2, 2 ed., 384p, 2002b.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 3, 1 ed., 384p, 2009.
- MARANGON, L. C.; et al. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa. Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008.
- MARTINS, F.R.. Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico. **Pesqui., Bot.** 40:103-164. 1989
- MARTINS, S. V., et al., **Potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo**. Vitória, Espírito Santo, (Documento Técnico). 102p. 2014. Disponível em: http://www.cedagro.org.br/estudos/ESTUDO_REGENERACAO_NATURAL.PDF
- McCLANAHAN, T. R. The effects of a seed source on primary succession in a forest ecosystem. **Vegetation**, v.65, p.175-178, 1986.
- MEIRELLES, J., E GOLDENBERG, R. . Melastomataceae in the " Parque Estadual do Forno Grande", Espírito Santo, Brazil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 4, p. 831-855, 2012.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3, p. 445-463, 1999.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Wiley e Sons, New York, 1974. 547 p.
- NEGRINI, M. et al. Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no Planalto Catarinense. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 919-929, 2012.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R., **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. UFLA, 619p. 2008.
- PADGURSCHI, M.C.G., et al. Composição e similaridade florística entre duas áreas de Floresta Atlântica Montana, São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop.** 11(2): p139-152, 2011.
- PARROTA, J. A. **Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as "foster ecosystems"** In: LEITH, H.; LOTHMANN, M. (Eds). Restoration of tropical forest ecosystems. Kluwer Academic, Netherlands, 1993. p.63-73.
- PÉLLICO NETTO, S.; BREÑA, D. A. Inventário florestal. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- PEREIRA, I. M. et al. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, p. 103-126, 2006.

PPAFSTETTER, O. **Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação**. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 1989. 19 p.

ROLIM, S. G. et al. Composição florística do estrato arbóreo da floresta estacional semidecidual na planície aluvial do rio Doce, Linhares, ES, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 549-561, 2006.

RUOKOLAINEN, K. Comparación florística de doce parcelas en bosque de tierra firme en La Amazonia Peruana. **Acta Amazonica**, v. 24, n. 1/2, p. 31-48, 1994.

SALOMÃO, R. D. P., SANTANA, A. C., BRIENZA JUNIOR, S., e GOMES, V. H. F. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 139-151, 2013

SCOLFORO, J. R. S. **Inventário Florestal** / José Roberto Soares Scolforo, José Márcio de Mello. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 561p.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438 p.

SHEPHERD, G.J. 2009. **Fitopac 2.0**: Manual do usuário. Departamento de Botânica/UNICAMP, Campinas. 2009a.

SHEPHERD, G.J. 2009. **Fitopac v. 2.0**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2009b.

Silva, A. F. D., Oliveira, R. V. D., Santos, N. R. L., Paula, A. D. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

SILVA, J.M.C. da: UHL, C. e MURRY, G. Plant succession, landscape management, and the ecology of prugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. **Conservation Biology**, v.10, n.2. p.491-503, 1996.

SILVA. W. C; MARANGON. L. C; FERREIRA. R. L. C; FELICIANO. A. L. P; JUNIOR. R. F. C. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta ombrófila densa, matas das galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco; **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 321-331, 2007.

SOUZA, A. L. de., SCHETTINO, S., JESUS, R. M. D., e VALE, A. B. D Dinâmica da regeneração natural em uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., estado do Espírito Santo, Brasil. **Rev. Árvore**, Viçosa , v. 26, n. 4, Aug. 2002.

VAN DER PIJL, L.. **Principles of dispersal in higher plants**. 3rd ed. Springer Verlag, New York. 1982.

WHITTAKER, Robert H. A consideration of climax theory: the climax as a population and pattern. **Ecological monographs**,v.23, p. 41-78, 1953.

2. CONCLUSÕES GERAIS

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto possibilitou o mapeamento da evolução espaço-temporal e identificação de fragmentos regenerados, estas áreas aliadas à análise da dinâmica da paisagem permitiram estabelecer regiões com potencial de regeneração natural.

Ao relacionar os fatores (diversidade e densidade) que influenciam o processo de sucessão do fragmento florestal regenerado com as métricas da paisagem (proximidade e área) é encontrada uma correlação positiva entre o tamanho do fragmento e a diversidade e conseqüentemente ao número de agentes dispersores, sendo que o raio de influência do fragmento no potencial de regeneração será maior quanto maior for a sua área. Analogamente o fator proximidade está relacionado à distância entre os fragmentos, quanto maior a distância menor será o fluxo gênico e o aporte de propágulos vegetativos, logo um menor potencial de regeneração.

Pode-se inferir que quanto maior a matriz florestal, maior a diversidade do fragmento regenerado e quanto maior a sua proximidade da matriz, mais rápido o processo de regeneração.