



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

JEAN LUIZ ANDRADE MAGALHÃES

**ANÁLISE DA PAISAGEM NO MÉDIO VALE DO PARAÍBA: HISTÓRICO DO USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO**

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO – 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

JEAN LUIZ ANDRADE MAGALHÃES

**ANÁLISE DA PAISAGEM NO MÉDIO VALE DO PARAÍBA: HISTÓRICO DO USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO – 2017

**ANÁLISE DA PAISAGEM NO MÉDIO VALE DO PARAÍBA: HISTÓRICO DO USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO**

JEAN LUIZ ANDRADE MAGALHÃES

Monografia aprovada em 10 de julho de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcos Gervásio Pereira – UFRRJ
Orientador

Msc. Gilsonley Lopes dos Santos– UFRRJ
Membro

Victoria Maria Monteiro Mendonça – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, aos
meus pais e à minha irmã.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado toda força, sabedoria e perseverança quando precisei, além de proteção e saúde.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela experiência fantástica que tive durante esses cinco anos e meio de graduação e por proporcionar um ensino público e de qualidade.

Ao professor Marcos Gervasio Pereira, por ter sido o idealizador da monografia, pela orientação, paciência e pela amizade que foi construída ao longo desses anos.

Aos membros da banca, Gilsonley Lopes dos Santos e Victória Maria Monteiro Mendonça, pela contribuição valiosa nesse trabalho.

Ao Departamento de Solos que me acolheu desde a minha segunda iniciação científica com a professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos.

Aos meus pais Elaine Andrade e Luiz Carlos Magalhães por serem o grande pilar da minha existência, sem eles nunca teria conseguido alcançar mais essa etapa da minha vida. E por todo o amor, incentivo que puderam me proporcionar.

À minha irmã Bárbara por toda a força e amizade, juntamente com meus sobrinhos: Arthur, Letícia e Lívia, e meu cunhado Júlio.

Aos meus amigos da UFRRJ pela amizade e pela paciência que tiveram comigo ao longo da construção deste trabalho: Silvia Helena, Luiz Alberto.

Aos grandes amigos que construí na turma da Engenharia Florestal 2012.1: Jéssica Sousa, Aline Neves, Gabriela Soares, Tamires Louise, Avner Vianna, João Gabriel e Aloísio Werneck sem eles meu caminho seria muito mais difícil.

À minha amiga Nathane por todo o amor e apoio concedido nesse final de curso.

Ao Gleidson Silva por toda a paciência e pelos conselhos que puderam me dar forças e seguir adiante.

Aos meus amigos do Rio de Janeiro: Paula Pimentel, Rodrigo Faleiros, Richard Trajano, Jaisah Farah, Vinícius D'Ávila, Laís Pesente, Ravena Sousa, Isadora Vieira por todos os momentos que vivemos juntos durante a Universidade e fora dela.

Por fim, a todos meus amigos de Valença: Fernanda, Alessandra, João Paulo pela amizade e por estarem comigo nos momentos alegres e difíceis da minha vida.

RESUMO

Historicamente, a paisagem brasileira sofreu o processo de antropização para dar lugar a outro tipo de uso ou ocupação do solo. O histórico do intenso uso dos recursos naturais na região do Médio Vale Paraíba do Sul se inicia com a expansão das lavouras de café no século XX e, logo depois do declínio do café na região, o que se viu foram as paisagens abandonadas com alto grau de degradação, e em seguida, as mesmas foram substituídas pela pecuária que, feita de forma desordenada, acentuou ainda mais os processos erosivos na região. O objeto de estudo se deu, exatamente, a partir da pesquisa e comparação de dissertações e teses na bacia hidrográfica do Ribeirão do Cachimbal, Pinheiral/RJ que retratavam de alguma forma a mudança do tipo de uso e ocupação do solo, de análises de fragmentos e potencial de regeneração natural. A metodologia empregada, por sua vez, identifica a mudança na paisagem na área da bacia através de um estudo da revisão bibliográfica para, a partir dos resultados, realizar uma comparação cronológica dos eventos antrópicos relacionados a atividade da pecuária, que ocorreram na bacia do Ribeirão do Cachimbal. Neste cenário, até 2004, as áreas ocupadas por pastagens correspondiam a aproximadamente 77% da área da bacia. As florestas secundárias presentes na bacia encontram-se em áreas de encostas, topos de morro e, também, nas regiões declivosas. As áreas de regeneração ocorrem, preferencialmente, em ambientes de declividade ondulada a forte ondulada. Por fim, a área com regeneração natural expandiu aproximadamente 1.300 hectares de 1994 a 2011, na medida em que tal fato está associado ao potencial de resiliência do local sendo indicado pela presença de áreas de sucessão primária e secundária (capoeira).

Palavras-chave: Vale do café; Ribeirão do Cachimbal; uso e ocupação do solo; pastagens; fragmentos.

ABSTRACT

Historically, the Brazilian landscape has a process of anthropization to give way to the other type of use or soil occupation. The history of the intense use of natural resources in the region of Médio Vale Paraíba do Sul begins with the expansion of coffee plantations in the 20th century and, after the decline of coffee plantations in the region, what was noted were the abandoned landscapes with a high degree of degradation, and then they were replaced by the livestock that, arranged in a disorderly way, further accentuated the erosion processes in the region. The object of study of the present work started, exactly, from the research and comparison of dissertations and thesis in the watershed of Ribeirão do Cachimbal, Pinheiral/RJ that related the change of the type of use and occupation of the soil, from analysis of fragments and natural regeneration potential. The methodology used identifies the change in the landscape in the watershed area through a study of bibliographic review, from the results to make a chronological comparison of the anthropic events by the livestock that occurred in the watershed in Ribeirão do Cachimbal. In this situation, until 2004, the areas occupied by pastures corresponded to approximately 77% of the watershed area. The secondary forests present in the watershed area are in hillsides areas, summit, also, in the sloping regions. The regeneration areas occur preferentially in landscape with declivity from wavy to strongly wavy. Finally, the area of the fragments expanded approximately 1,300 hectares from 1994 to 2011, as this fact is associated with the resilience potential of the site being indicated by the presence of primary and secondary succession areas (*capoeira*).

Keywords: Vale do café; Ribeirão do Cachimbal; soil occupation; livestock; forest fragments.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Históricos do Uso e Ocupação da área de estudo.....	3
2.2 Localização da área e hidrografia do Ribeirão do Cachimbal.....	5
2.3 Clima e vegetação.....	6
2.4 Relevo.....	8
2.5 Geologia e Geomorfologia.....	9
2.6 Solos.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Dissertação de José de Arimathéa Oliveira (1998).....	11
3.2 Tese de Carlos Eduardo Gabriel Menezes (2008).....	14
3.3 Dissertação de Anderson Ribeiro Diniz (2011).....	16
3.4 Dissertação de Gilsonley Lopes dos Santos (2014).....	20
3.5 Dissertação de Elias Mendes Costa (2015).....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE TABELAS

	Pag
Tabela 1. Expansão da área do fragmento florestal ao longo do tempo – Pinheiral (RJ).....	20
..	

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Mapa da Sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Cachimbal, Pinheiral (RJ).....	5
Figura 2: Valores médios de precipitação pluviométrica e temperatura no período de 2005 a 2010.....	7
Figura 3: Feições morfológicas da região do Médio Vale Paraíba do Sul, Pinheiral.....	9
Figura 4: Número de espécies encontradas em diferentes áreas de estádios sucessionais.....	17
Figura 5: Dinâmica da expansão do fragmento no período de 1986 a 2007.....	19
Figura 6: Uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão do Cachimbal em 1995.....	24
Figura 7: Uso e Ocupação do solo nos anos de 1952 e 2005.....	26
Figura 8: Expansão dos fragmentos entre os anos de 1994 a 2011.....	28
Figura 9: Uso e Ocupação do solo na área da Fazenda São José Pinheiro, Pinheiral (RJ) em 2011.....	29

1. INTRODUÇÃO

O uso intenso dos recursos naturais na região do Médio Vale do Paraíba fluminense esteve relacionado com a expansão da cultura do café, o que caracterizou um momento marcante na economia da região, porém gerou a substituição de grandes áreas de florestas pela cultura do café. Após o “boom” do café na região, houve uma diminuição gradual da oferta de mão de obra escrava para trabalho nas lavouras, o que contribuiu para a decadência do café na região (OLIVEIRA, 1998).

Os grandes desmatamentos ocorridos na região, as queimadas e a implantação da cultura do café contribuíram para que o solo da região ficasse desprotegido e propiciou que os processos erosivos fossem se acentuando. Após o declínio do café na região, as áreas antes destinadas à lavoura do café foram substituídas por grandes áreas de pastagens, a maioria sob manejo incorreto, o que pode contribuir ainda mais para acentuar os processos erosivos (OLIVEIRA, 1998).

A pecuária leiteira que antes havia ocupado os espaços das antigas lavouras de café deu local a pecuária de corte que ocupou grandes áreas de pastagens naturais ou implantadas. Devido a exploração mal manejada da pecuária na região, esta foi submetida a uma intensa degradação, sendo identificado pelo predomínio deste uso do solo na bacia do Ribeirão do Cachimbal (CORRÊA, 1995 *apud* OLIVEIRA, 1998).

A intensa degradação na região causada em um contexto histórico, associada ao tipo de relevo de Mar de Morros onde são observadas tanto áreas mais acidentadas (colinas, morros e morrotes), quanto áreas de relevos mais planos localizados nas partes mais baixas da paisagem, fez com que houvesse um aumento significativo dos processos erosivos na bacia do Ribeirão do Cachimbal.

Menezes (2008) identificou que a vegetação predominante na área da bacia do Ribeirão do Cachimbal é constituída por pastagens, implantadas e naturais não manejadas com diferentes tipos de degradação que deram origem a pastos sujos e capoeiras em diferentes estádios sucessionais.

A região da bacia do Ribeirão do Cachimbal possui uma importância hidrológica significativa, pois abastece o distrito de Arrozal (Piraí-RJ) e, além disso, é uma alternativa para o município de Pinheiral caso haja necessidade de utilizar outra fonte de abastecimento. Então, entender o histórico do uso e ocupação do solo na bacia e de locais de ocorrência da

regeneração natural são fatores importantes a se levarem em conta visto à grande importância da bacia em relação aos serviços ambientais prestados a sociedade (CAMPOS, 1997 *apud* OLIVEIRA 1998).

Segundo Diniz (2011) que realizou a análise temporal de um fragmento florestal na região da bacia do Ribeirão do Cachimbal, o fragmento encontra-se em um local de extrema prioridade e importância para o resgate da biodiversidade do local. Tal fato comprovado pela ocorrência da regeneração natural em ambientes com resiliência no fragmento. Diniz (2011) afirma ainda que não há necessidade de grandes projetos de restauração florestal de alto custo, porém o simples cercamento da área para impedir que o gado interfira no processo de regeneração do local. Este fato só comprova que há a necessidade da elaboração de projetos de restauração florestal em virtude do grande potencial de resiliência do fragmento.

A importância da bacia hidrográfica do Cachimbal despertou o interesse para a realização de inúmeros trabalhos na região, sendo parte dos trabalhos utilizados para a composição desta revisão bibliográfica. O primeiro trabalho feito na região foi à caracterização física da bacia do Ribeirão do Cachimbal por Oliveira (1998) assim como a caracterização das paisagens degradadas a partir de cartas cartográficas de 1995. Na sequência, Menezes (2008) realizou o mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia entre os anos de 1952 e 2004. Após isso, Diniz (2011) avaliou a dinâmica dos fragmentos florestais da região entre os anos de 1986 e 2007. Em seguida Santos (2014) avaliou o padrão da regeneração natural em ambientes côncavo e convexo no período entre 1994 a 2011. E por último, Costa (2015) realizou o mapeamento do meio físico na área da Fazenda São José do Pinheiro com imagens de 2011.

Com isso, o objetivo deste estudo é identificar e comparar as mudanças ocorridas em relação ao uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica do Ribeirão do Cachimbal desde o primeiro trabalho realizado na região, bem como a questão da ocorrência da regeneração natural a partir de dissertações e teses que realizaram diversos estudos na região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Históricos do Uso e Ocupação da área de estudo

O intenso uso dos recursos naturais na região do Médio Vale do Paraíba do Sul fluminense está diretamente relacionado com a expansão da cultura do café no século XIX (DRUMMOND, 1997). Esse período ficou caracterizado como um momento de prosperidade econômica para região, porém gerou a substituição de parte das florestas pela cultura do café, com intensas modificações do solo e do ambiente.

Os procedimentos adotados de implantação da cultura do café, substituiu os tradicionais sistemas indígenas (rudimentares), que envolviam algumas aldeias semi-permanentes, e menor mão de obra, pois combinavam a agricultura nômade, em fase inicial de desenvolvimento com caça, pesca e coleta. Segundo Drummond, (1997) existiu uma nação indígena denominada Tupinambá, que dominou o litoral fluminense, e apresentavam tecnologias agrícolas adaptadas a floresta tropical: agricultura itinerante, abertura de clareiras, queimas controladas, plantio de variedades rústicas e alternância entre uso e pousio da terra. Porém, os indígenas não foram neutros ou inofensivos aos ecossistemas e aos processos de formação das paisagens. Assim como não foram um fator de ruptura dos ecossistemas locais (DRUMMOND, 1997).

Os europeus que iniciaram seu modelo de colonização no século XVI já encontravam paisagens modificadas em decorrência: i) da presença muito antiga dos indígenas; ii) do nomadismo, uso do fogo, agricultura capazes de provocar alterações significativas no ambiente; iii) do uso de conhecimentos, que os faziam consumidores de recursos naturais. Porém, os impactos ambientais dos nativos desapareciam na riqueza da paisagem tropical que os europeus encontraram (DRUMMOND, 1997 *apud* OLIVEIRA, 1998)

A cultura do café foi introduzida no país em 1727 pela Amazônia, e em 1822, Saint Hilaire registrou a visita a uma fazenda em São João Marcos (antiga vila de Sant'Ana do Pirai) com mais de 100.000 pés de café, com um marco referencial econômico da região. O Vale do Paraíba com suas excelentes terras e com sua proximidade geográfica com o Rio de Janeiro contribuiu para que um novo polo de força fosse criado, e assim marcasse a história política e econômica do Brasil no século XIX (AZEVEDO & ARAÚJO, 1997).

Estima-se que entre a década de 30 e 70 tenham surgido cerca de 2.000 grandes fazendas na região cafeeira do Vale do Paraíba devido à expressiva fase de produção de café na região. As fazendas se estendiam de Bananal, SP, até o município de Vassouras, RJ, considerada a capital do café, passando por Resende, Barra Mansa, São João Marcos, Piraí, Barra do Piraí, Valença, Paty do Alferes, Rio das Flores, chegando a cidades próximas ao limite com o estado de Minas Gerais (DANTAS, 1995). Porém, em 1850 houve o ataque da borboletinha dos cafezais que foi a praga responsável por reduzir a produção de café à metade. Paralelamente a esse fato, houve a diminuição gradual da oferta de mão de obra escrava que contribuiu para a decadência do café na região (OLIVEIRA, 1998). Então, as lavouras foram deixadas em segundo plano e a floresta secundária começou a se desenvolver. A área que era antes ocupada pelas grandes fazendas produtoras de café deu local à pastos de gado. Com isso, iniciou-se um novo ciclo na região do Vale do Médio Paraíba, sendo marcada pela expansão da pecuária.

Os desmatamentos, as queimadas e a implantação do Vale do Café, com cafeeiros plantados morro abaixo, com o solo desprotegido na maior parte do ano, fez com que aparecessem os processos erosivos no local, associados diretamente à lixiviação dos solos.

A região começou a dar sinais de decadência econômica por volta da década de 70 e despertaram diversos problemas ambientais que propiciaram o êxodo rural, empobrecimento, baixo nível educacional e a queda da capacidade produtiva. Segundo CORRÊA (1995), a pecuária leiteira que antes havia ocupado o espaço das terras destinadas ao plantio de café, deu local a pecuária de corte que ocupou grandes áreas de pastagens naturais ou implantadas pelo menor uso da mão de obra. Ou seja, fica evidente que o processo de degradação da bacia iniciou-se no período do “boom” do café e depois só foi avançando devido à implantação das pastagens. A agricultura do local é de subsistência, pouco desenvolvida e em encostas. O fogo é uma prática comum e histórica na região e ocasiona implicações ambientais e sociais já conhecidas.

A pecuária leiteira é a área de maior uso na bacia, seguida da pecuária de corte, que favorecem os processos erosivos em função do pisoteio animal. Devido a grande exploração da pecuária mal manejada a região foi submetida ao desmatamento intenso, sendo identificado o predomínio de pastagens sobre o solo. A área apresenta alguns pequenos fragmentos florestais que se localizam em áreas de difícil acesso e nos interflúvios. Nas pequenas

propriedades a agricultura é de subsistência, apresentando o cultivo de culturas diferentes plantadas em encostas, favorecendo os processos erosivos (OLIVEIRA, 1998).

A forma da distribuição das terras é relativamente igual no terço médio e alto, porém diferente no terço inferior da bacia. A parte alta da região do Ribeirão do Cachimbal apresenta algumas fazendas de criação de gado em áreas acima de 150 hectares, e em propriedades de médio porte (entre 25 e 150). Já o terço médio possui algumas semelhanças com a parte alta da bacia, porém é influenciado diretamente pela presença do distrito de Arrozal. O terço inferior apresenta uma notória influencia urbana no município de Pinheiral, e possui cerca de 380 hectares destinados ao ensino e experimentação agrícola gerida pelo Colégio Agrícola Nilo Peçanha, através da administração da Universidade Federal Fluminense (OLIVEIRA, 1998).

2.2. Localização da área e hidrografia do Ribeirão do Cachimbal

A bacia hidrográfica do Ribeirão Cachimbal – Pinheiral, RJ é uma microbacia da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, situada em sua margem esquerda, na região do Médio Paraíba Fluminense, localizada entre as latitudes 22°33'S e 22°38'S e entre as longitudes 43°54' 49''W e 44°04'05''W (Figura 1).

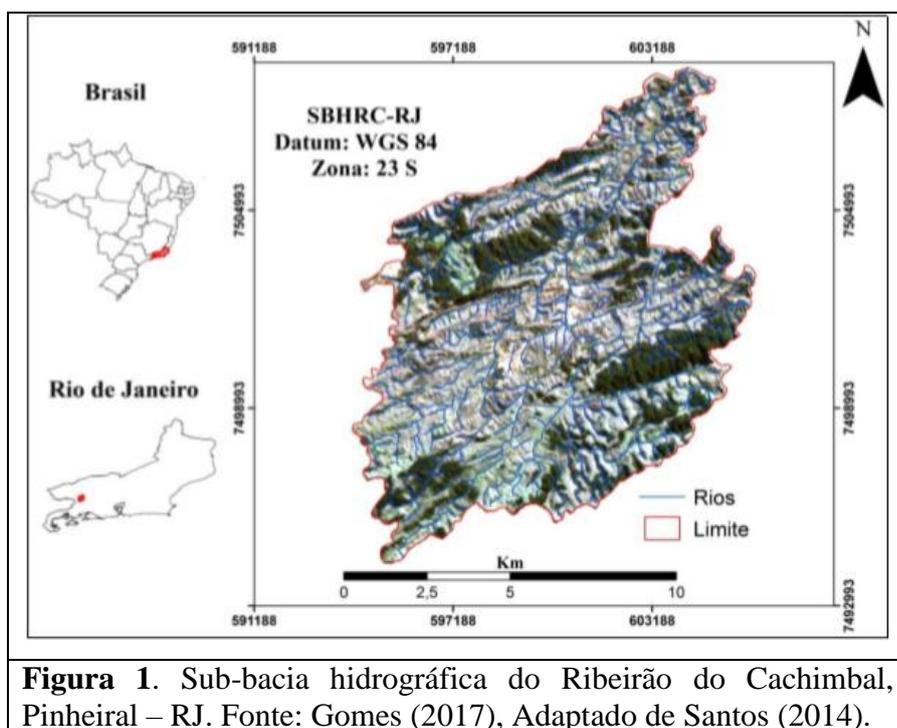


Figura 1. Sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Cachimbal, Pinheiral – RJ. Fonte: Gomes (2017), Adaptado de Santos (2014).

A região da microbacia de estudo é dividida em 39 microbacias estendendo-se em uma área de 9817,1 hectares. Ela caracteriza-se por ser perene com escoamento concordante com a declividade do terreno. A declividade média é de 46,14% e densidade de drenagem de 2,73 km/km². A forma da bacia apresenta variações próximas de um losango cujo eixo acompanha o sentido norte-sul. Já o fator de forma apresenta índice de 0,33, considerado baixo, o que confere uma menor susceptibilidade de enchentes (LIMA, 1986).

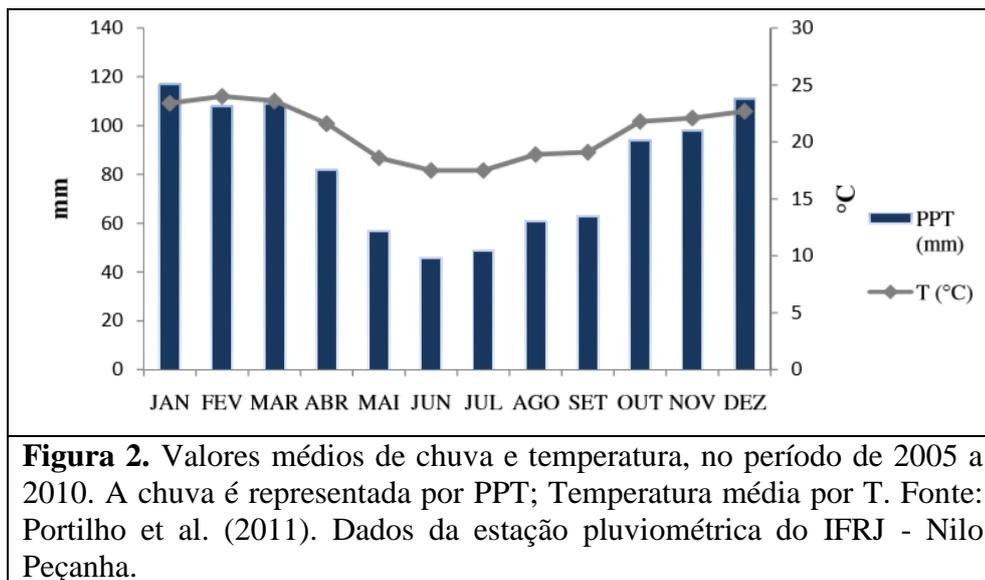
A bacia hidrográfica apresenta canais de hierarquia variando de primeira à quinta ordem, bem distribuídos por toda a área, apresentando grande variação nos padrões de drenagem (dendrítica, paralela e treliça) devido ao forte controle estrutural que a geologia exerce na microbacia em questão (HORTON, 1945 *apud* OLIVEIRA, 1998). O rio principal apresenta meandros com relativa sinuosidade ou meandros irregulares em toda sua extensão e algumas microbacias apresentam o padrão retilíneo.

O Ribeirão do Cachimbal abrange geopoliticamente os municípios de Pinheiral, Piraí e Volta Redonda – RJ, sendo cortada transversalmente pela rodovia Presidente Dutra (BR 116), o principal eixo econômico do país e longitudinalmente pela rodovia Benjamin Constant, na altura do distrito de Arrozal – Piraí, ligando este município à Rio Claro - RJ.

A bacia do Ribeirão do Cachimbal possui uma importância hidrológica significativa, pois abastece o distrito de Arrozal (Piraí-RJ) e se constitui na principal alternativa para o município de Pinheiral, caso haja a necessidade de optar por outra fonte de abastecimento, excluído as águas poluídas do rio Paraíba do Sul (CAMPOS, 1997 *apud* OLIVEIRA, 1998).

2.3. Clima e vegetação

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é classificado como Cwa – clima de características de áreas subtropicais tropicais com verão quente e chuvoso e inverno com temperaturas amenas e clima seco (ALVARES et al., 2013). Os dados meteorológicos podem ser identificados na (Figura 2) e compreende o período de abril de 2005 a julho de 2010 e foram obtidos através de dados da estação meteorológica presente no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ, Campus Nilo Peçanha, Pinheiral-RJ. A estação é automática, modelo C-907 C, da marca Metos, e está instalada nas coordenadas em latitude de 22° 31' S, e longitude de 43° 59' W e elevação de 396 m (PORTILHO et al.(2011).



A região apresenta um período chuvoso definido de novembro até início de Abril, com as temperaturas máximas ocorrendo em Dezembro e Janeiro, ocasionalmente em Março. Já o período seco se estende até Agosto podendo alcançar o mês de Setembro. As chuvas médias mensais são inferiores a 100mm, exceto nos períodos chuvosos onde há registros máximos como 441 mm em Janeiro de 1985 (Barbière & Kronemberger, 1994 apud Oliveira, 1998), e a chuva média de 1308 mm/ano, com excedente hídrico de 100 a 150 mm mensais de Dezembro a Março e pequena deficiência hídrica de Julho a Setembro. A umidade relativa do ar apresenta valores superiores a 80% na maior parte do ano, exceto no outono, onde esse valor aumenta devido a maior nebulosidade no ambiente.

Segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), a área da bacia do Ribeirão do Cachimbal está inserida em área de domínio ecológico da floresta atlântica, cuja vegetação original é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, por apresentar altitudes entre 300 e 800 metros. A vegetação natural fora substituída por lavouras de café, e depois foram abandonadas e substituídas por pastagens e capoeiras em áreas de difícil acesso.

O fragmento apresenta três estratos aéreos: estrato arbóreo superior, inferior e arbustivo, com a presença de lianas, palmeiras e epífitas. A presença de herbáceas é pequena, o que indica o raleamento da vegetação. O intervalo da altura das árvores mais altas encontradas na região é entre 15 e 25 metros, não ultrapassando o diâmetro das árvores medido na altura do

peito - DAP (RIZINI, 1997). São ainda observados fragmentos florestais em diferentes níveis de regeneração além de algumas áreas com cultivos agrícolas (COSTA, 2015 *apud* MACHADO, 2011).

SECPLAN/RJ, 1995 *apud* OLIVEIRA, 1998) definiu seis unidades de paisagem na área mapeada na escala de 1:50.000, sendo elas: Floresta Estacional Semidecidual; Vegetação secundária (capoeira), campo/pastagem; reflorestamento, área agrícola e solo exposto.

De acordo com MENEZES (2008) a vegetação atual predominante na região da área de estudo é constituída por pastagens, implantadas e naturais não manejadas, àquelas que apresentam diferentes níveis de degradação, tipo de uso e/ou abandono, que deram origem a pastos sujos e capoeiras em diferentes estágios sucessionais. Predomina a presença do capim-gordura, o capim jangá, o sapê, o capim rabo-de-burro, gramíneas e leguminosas nativas.

2.4. Relevo

A região apresenta diferentes formas de relevo com distintos graus de dissecação. São observadas tanto áreas mais acidentadas, relacionadas ao sistema de relevo degradacional (colinas, morros e morrotes), quanto áreas de relevos mais planos localizados nas partes mais baixas da paisagem, relacionados ao sistema de relevo agradacional (planícies aluviais e fundos de vales). As áreas transicionais como os leques aluviais também são observadas na área da bacia do Ribeirão do Cachimbal (COSTA, 2015).

A região é caracterizada pela presença de colinas colmatadas, que fazem a interface entre o grande Gráben e o Host do sistema Paraíba do Sul (BRASIL, 1983). O relevo é acidentado, conhecido como Mar de Morros e a formação de inúmeros vales estruturais, que conformam uma rede de drenagem heterogênea são explicados pela formação morfo-estrutural determinada pelo delineamento estrutural no sentido Sudoeste-Nordeste.



Figura 3. Feições morfológicas da região do Médio Vale Paraíba do Sul, Pinheiral. Foto 1: Feições morfológicas característica do domínio de Mar de Morros, Morros e Morrotes. Foto 2: Feição morfológica característica do Domínio Mar de Morros. Planícies aluviais. Pinheiral, RJ. Fonte: Costa (2015).

O relevo da microbacia do Ribeirão do Cachimbal possui uma altitude que varia entre 360 na várzea do Paraíba do Sul, foz do Cachimbal, até 720 metros na Serra do Arrozal, no interflúvio ao sul da bacia do Ribeirão do Cachimbal. As áreas de abrangência da sub-bacia predominam encostas com declividades variadas (72%), poucas áreas de topos de morros aplainados (5,7%) e várzeas estreitas (22,3%) nos vales estruturais da bacia e às margens do seu canal principal (OLIVEIRA, 1998; MENEZES, 2008; MACHADO, 2011).

2.5. Geologia e Geomorfologia

A região está inserida nas feições tectônicas e unidades litoestratigráficas do Grupo Paraíba do Sul. Quanto à geologia local de acordo com o levantamento feito Departamento de geologia do Instituto de Agronomia da UFRRJ (DG/IA/UFRRJ) e conforme relatado por OLIVEIRA (1998), foram identificados os materiais de origem classificados como sedimentos do Quaternário (sedimentos colúvio aluvionares) nas margens do rio Paraíba do Sul, microclina gnaisse porfiroclástico, biotita muscovita gnaisse, biotita gnaisse, bacia de Volta Redonda (sedimentos do terciário), diques básicos e rochas alcalinas. A geologia estrutural possui dois fortes domínios estruturais caracterizados por foliação de mergulho para Noroeste e Sudeste.

A identificação das principais feições geomorfológicas é advinda de informações pessoais de GOES (1996), pertencentes ao DG/IA/UFRRJ, e citada por OLIVEIRA (1998);

MENEZES (1999) e SANTOS (2009). Segundo os estudos a geomorfologia da região é caracterizada pelo predomínio de colinas situadas em encostas com cobertura do tipo Talus e Rampa de colúvio. Através de um corte desta formação, observam-se vales estruturais que condicionam a drenagem local, formando pequenas várzeas em toda a extensão da bacia, até a área de influência da grande várzea do Paraíba do Sul, localizada na porção final da bacia. As feições geomorfológicas presentes na região da microbacia do Ribeirão do Cachimbal são: bancos de sedimentos arenosos, várzeas ou planícies de inundação, terraços fluviais, terraço alúvio-coluvionar, rampas de colúvio, colinas estruturais aplainadas e isoladas, encostas de talus, encostas estruturais dessecadas e encostas adaptadas a falhamentos, vales estruturais, interflúvios estruturais e canais meandrantés.

2.6. Solos

Os solos predominantes na sub-bacia do Ribeirão do Cachimbal são Argissolos Vermelhos-Amarelos e Cambissolos Háplicos em áreas de encosta contínua ou alternada e no topo superior da encosta encontram-se os Latossolos Vermelho-Amarelos (MENEZES, 2008).

Segundo COSTA (2015) as classes de solos encontradas na área do município de Pinheiral – RJ nas atividades de campo realizadas por alunos da disciplina de Formação e Caracterização de Solos, da UFRRJ-CPGA-CS, nos anos de 2004, 2012 e 2013, foram: Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Cambissolo Flúvico, Cambissolo Háplico, Gleissolo Háplico, Nitossolo Háplico, Neossolo Regolítico, Neossolo Flúvico, Chernossolo Argilúvico, Chernossolo Háplico e Planossolo Háplico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Na a realização deste estudo utilizou-se o montante de 4 dissertações e 1 tese dispostas em ordem cronológica, que apresentam diferentes objetivos, porém possuem pontos em comum que é a análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Cachimbal, bem como a questão da dinâmica dos fragmentos florestais. A partir delas, foi possível realizar uma comparação cronológica dos eventos antrópicos que ocorreram na região da bacia assim como a identificação da regeneração natural.

3.1. Dissertação de José de Arimathéa Oliveira – 1998: “Caracterização física da bacia do Ribeirão do Cachimbal – Pinheiral, RJ e de suas paisagens degradadas”

Segundo Oliveira, (1998) o histórico de uso e ocupação da bacia do Ribeirão do Cachimbal, levou à região a uma grande diversidade de paisagens que se destoam definitivamente da paisagem original, caracterizando os diferentes tipos de impactos ambientais ocorrido desde a época cafeeira e posteriormente a pecuária de leite e corte.

O autor identificou que apenas duas microbacias apresentaram ocorrência em toda a encosta de seis unidades de paisagens degradadas: a microbacia do córrego da Caixinha de Areia com área de 131,02 hectares, e a microbacia do córrego do Pau-d’alho com área de 3184,02 hectares. A microbacia da Caixinha de Areia localiza-se no limite norte da bacia do Ribeirão do Cachimbal, próximo a sua foz. Esta área apresenta quase todas as unidades de paisagens degradadas existentes no estudo, sendo elas dispostas integralmente nas encostas, apresentam solos podzólicos, facilidade de acesso e proprietários, portanto foi escolhida como área experimental do estudo do autor.

Oliveira (1998), utilizou como base cartográfica as Folhas do IBGE Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2) e Pirai (SF-23-Z-A-VI-1), escala 1:50.000 (IBGE, 1996). Com isso, produziu croquis na escala de 1:10.000, gerados a partir da digitalização das escalas de 1:50.000. A vegetação foi utilizada como elemento do padrão de paisagem, pois reflete o nível de equilíbrio natural do ecossistema, principalmente pela oferta similar de fatores ambientais das encostas da bacia de estudo. A descrição das unidades de paisagem degradadas - UPD se deu através do reconhecimento de fitofisionomias, e pela base cartográfica SECPLAN/RJ (1995)

(1:10.000). Entende-se por UPD uma área com tipo de vegetação enquadrada de acordo com a fitofisionomia, situada sobre solos Podzólicos e apresentando vestígios de processos erosivos, conforme a caracterização de degradação.

O autor constatou neste trabalho um mosaico com diferentes unidades de paisagens degradadas distribuídas em toda a bacia hidrográfica, com o predomínio de pastagens sujas, seguidos de pasto manejado, floresta secundária tardia, floresta secundária inicial, área com floresta invasora, e por último, agricultura e área de empréstimo. Os sete padrões de paisagem degradadas identificados no campo foram mapeados de acordo com suas respectivas áreas de ocorrência.

A presença do pequeno número de fragmentos florestais na bacia do Ribeirão do Cachimbal é evidenciada pela grande intensificação dos processos de desmatamento dando local à cultura do café e posteriormente à pecuária. Sendo que após o declínio das atividades econômicas no século XIX não houve muito vigor na recuperação da vegetação na região.

Já a área de empréstimo se destaca por uma área com forte intervenção antrópica devido à exposição dos horizontes subsuperficiais devido à retirada de parte do solo em determinadas áreas da região. O ponto na paisagem em que ocorre essa área é considerado restrito, sendo fornecedor de matéria prima para as olarias da região, ou usadas para aterro e saibreiras.

A agricultura representa qualquer tipo de atividade agrícola itinerante. Em geral, a agricultura presente na área é de subsistência e ocorre principalmente na parte mais baixa da bacia que sofre um processo de invasão de terras e divisão em pequenas propriedades. Em sua maioria, ocorre em áreas de encostas, porém não se verificam com grandes áreas, sendo que, quando ocorrem, ocupam as áreas de várzeas. As culturas mais frequentes são: o feijão (*Phaseolus vulgaris*), a mandioca (*Manihot utilíssima*) e o milho (*Zea mays*) em áreas de encosta e as hortaliças nas áreas de várzeas no período de seca. Ainda são encontradas também a cultura da cana (*Saccharum officinarum*) e algumas frutíferas (*Citrus spp*).

A pastagem suja representa corresponde às áreas utilizadas para pastoreio de gado e que não sofreram investimentos para implantação de forragens, não apresentando processo de manutenção. A vegetação em geral possui porte baixo com predominância de gramíneas, grama batatais (*Paspalum notatum*), capim gordura (*Melinis minutiflora*) e sapê (*Imperata brasiliensis*). E em alguns pontos ocorrem alguns arbustos como o assa-peixe (*Vernonia polyanttes*), juá (*Solanum aculeatissimum*) e o alecrim (*Rosmarinus officialis*). Essa área é submetida ao pastoreio desordenado onde se observa épocas alternadas de pastoreio com

baixa disponibilidade de forragens, o que favorece o forte pisoteio animal na área. A pequena cobertura vegetal presente facilita a ocorrência de formigas cortadeiras, que estão presentes na área, diminuindo a capacidade de produção das pastagens e de recuperação da vegetação pioneira. O uso de queimadas é constante na região, sendo mais pronunciada nessa unidade de paisagem. Algumas destas áreas próximas a rodovias vêm sofrendo forte invasão do capim colômbio acrescentando uma nova fisionomia na área. A magnitude dos processos erosivos é elevada, assim como os diferentes tipos de formas de perda do solo: erosão laminar, sulcos, voçorocas, e alguns tipos de deslizamentos.

A área de pasto manejado apresenta uma cobertura de forragens uniforme com predomínio de espécies de capim do gênero *Brachiaria*, baixa presença de árvores e arbustos de espécies invasoras. O pastoreio é feito de forma controlada através do sistema de rodízios de pastos e piquetes. São áreas com fortes evidências de pisoteio e formação de trilhas e caminhos verificados na paisagem.

A área de florestas invasoras é considerada aquela com formação vegetal com espécies arbóreas pioneiras em estágio inicial de sucessão. Estas áreas apresentam-se em formas de fragmentos, em pequeno número, dispersos e pouco expressivos na paisagem local. Em geral corresponde a antigas áreas de pasto sujo em que o processo de sucessão vegetal avançou, formando-se a floresta pioneira. De acordo com o autor, a altura máxima das plantas chega a 4 metros e as espécies arbóreas caracterizadas no local são: aroeiras (*Schinus terebinthifolius*), goiabeiras (*Psidium guajava*), embaúbas (*Cecropias sp.*), maricás (*Mimosa bimucronata*), sangue-de-dragão (*Croton urucurana*), ipê mandioca (*Cybistax antisiphilitica*), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotrica*), eritrina (*Erythrina speciosa*), mulungú (*Erythrina velutina*), pau-formiga (*Triplaris brasiliana*), camboatá (*Cupania Vernalis*), além de arbustos como o assa-peixe (*Veronia polyantes*). A presença do gado já não é frequente no local a não ser para proteger-se do sol. A ocorrência de gramíneas forrageiras é baixa, mas a presença do sapê (*Imperata brasiliensis*) é constante em encostas e em áreas de difícil acesso.

A área de floresta secundária inicial encontra-se com cobertura vegetal desenvolvida, e maior diversidade de espécies com altura média de 10 metros. No geral, estas áreas acabam sofrendo uma pressão antrópica devido a busca de madeira para cabos de ferramentas, lenhas e mourões para cerca. Essa área apresenta uma grande quantidade de trilhas e clareiras onde o sub-bosque apresenta-se exuberante com algumas espécies oportunistas. É pequena a ocorrência de líquens, epífitas e briófitas. As principais espécies identificadas são o camboatá

(*Cupania vernalis*), embaúbas (*Cecropias sp.*), pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), quaresmeiras (*Tibouchina sp.*), pau-formiga (*Triplaris brasiliana*), monjoleiros (*fam. Leguminosae*), sangue-de-dragão (*Croton urucurana*), ingá (*Inga sp.*), mulungú (*Erythrina velutina*), ipê (*Tabebuia chrysotrica*) e jacarandá bico-de-pato (*Macherium aculeatum*), entre outras.

A área de floresta secundária tardia representa encontra-se na feição mais próxima do domínio da Mata Atlântica. O autor identificou uma grande diversidade de espécies florestais com copas homogêneas e altura média entre 10 e 15 metros, um sub-bosque bem formado, porém não tão exuberante como o da floresta secundária inicial, um banco de sementes e mudas bem formadas e uma presença expressiva de briófitas, epífitas e líquens. Essas formações são mais frequentes em encostas e dificilmente ocorrem em áreas de várzeas, localizando-se em topos de morro, regiões de alta declividade e de difícil acesso. Essa área também sofre pressão antrópica, porém esse risco é minimizado pela determinação dos proprietários das terras que nelas ocorrem, pois buscam coibir este tipo de ação.

3.2. Tese de Carlos Eduardo Gabriel Menezes - 2008: “Integridade de Paisagem, Manejo e Atributos do Solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral – RJ”

Menezes (2008) realizou o mapeamento do uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão do Cachimbal a partir das bases cartográficas dos anos de 1952 e 2004, e através de foto aérea e de imagens de satélite, respectivamente. O mapa temático da cobertura e uso do solo foi produzido na escala de 1:5.000 sobre o mosaico de imagens do *Google Earth*.

O mapeamento considerou para sua medida o polígono correspondente a área de abrangência das quatro UE's – (Unidades de Estudo), e realizou a sobreposição de imagens dos dois anos estudados. Para definição das UE's foi utilizado dois conjuntos de fotografias aéreas da porção inferior da sub-bacia do Ribeirão do Cachimbal referente a um primeiro voo realizado em 1952 (escala 1:12.000) e um outro voo em 1996 (escala 1:20.000), assim como imagens de satélites de 2004 da mesma localidade da bacia. Foram identificadas FSEI – Floresta secundária estágio inicial, FSEM – floresta secundária estágio médio, FSEA – floresta secundária estágio avançado, PMM – pasto misto manejado.

A FSEI, localizada a uma latitude de 22°32'31'', longitude 44° 00' 48'' a uma altitude de 466,7 m, encontra-se em área de encosta com 150 metros de comprimento e 68% de declividade média, e terço superior com cobertura florestal pouco densa, característica do estágio inicial de sucessão segundo CONAMA 006/1994. A utilização dessa área foi a pecuária até 1985 com vegetação espontânea, manejada por simples roçada anual e queimadas eventuais. A partir daí, pequenos produtores ocuparam a área e cercaram a mesma, proporcionando o início da regeneração natural.

A FSEM localiza-se no ponto central da parcela na latitude de 22°32'31'', longitude de 44° 00' 46'' e a uma altitude de 465,6 m, encontra-se na mesma elevação que a FSI, com 70% de declividade e sob cobertura florestal densa. Atendendo a resolução CONAMA (1994) e Menezes, (2008) a FSEM apresenta fisionomia arbustivo/arbórea com cobertura fechada, com o início da estratificação da vegetação, surgimento de espécies sombra, com indivíduos com DAP e altura superior a área de FSEI.

A FSEA encontra-se no ponto central da parcela na latitude 22° 32'59'', longitude de 44°01'57'' e a uma altitude de 521,9m, encontra-se no terço superior de encosta com comprimento de 200m e declividade média de 40% com cobertura florestal densa, que se instalou provavelmente após a decadência da cafeicultura na região. O autor indica que este é o fragmento mais antigo da porção inferior da sub-bacia, observando-se indivíduos com DAP médio de 15 cm e árvores com mais de 20 m de altura, com dossel uniforme, presença de lianas e epífitas, características conferidas a esse tipo de estágio conforme a resolução CONAMA 01/1994. Uma característica marcante é a presença em seu sub-bosque de cafeeiros (*Coffea arabica*) em diferentes fases de desenvolvimento.

A área de PMM, localizado no ponto central da parcela, na latitude de 22° 32' 01'', longitude de 44° 02'05'', a uma altitude de 521,9 m, à mesma elevação da área de FSEA. No início da década de 1990 foi formada a pastagem de *Brachiaria decumbens* com emprego de tração mecanizada (trator de esteira com grade aradora) para preparo do solo morro abaixo em toda a encosta. A partir dessa década foram mantidas as roçadas manuais e a prática de queimada foi coibida no local. No decorrer dos anos ressurgiu a grama batatais (*Paspalum notatum*) que passou a coexistir com a braquiária. A área delimitada para o pasto possui aproximadamente 68 hectares e uma ocupação média de 100 animais

Após isso, foram geradas imagens vetoriais (*shapefile*) com os polígonos de cobertura e uso que foram confirmados por visitas a campo. Foram adotadas as seguintes classes de

cobertura: mata (estágio avançado), capoeira (estádios inicial e médio) e pasto. Em seguida as imagens vetoriais foram convertidas em imagens raster no *ArcView*, possibilitando a classificação da mudança de uso.

Menezes (2008), identificou que as áreas de mata convertidas em pasto se deram nas bordas dos fragmentos florestais mais densos, assim como as áreas de conversão de capoeira em pasto que ocorreram em pontos mais isolados do remanescente. Supõe-se que tanto a roçada para limpeza de áreas de pastos quanto à prática da agricultura de subsistência em encostas, comum na região da bacia, tenha contribuído para essa dinâmica pasto/capoeira em áreas mais isoladas do fragmento.

3.3. Dissertação de Anderson Ribeiro Diniz – 2011: “Dinâmica de fragmentos florestais da Mata Atlântica na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro”

Diniz (2011) avaliou a dinâmica de um fragmento florestal presente na bacia hidrográfica do Ribeirão do Cachimbal. Para isso, o autor selecionou três áreas de floresta com diferentes estágios de regeneração, em fragmento de Mata Atlântica, definidos como: Floresta Secundária em Estágio Inicial (FSEI), Floresta Secundária em Estágio Médio (FSEM) e Floresta Secundária em Estádio avançado (FSEA).

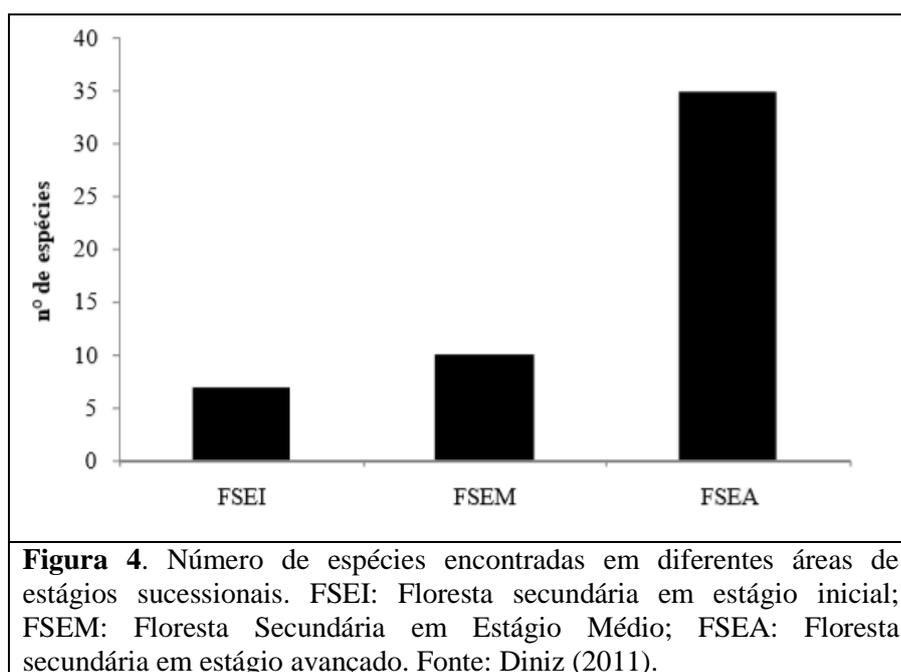
A FSEI está localizada a uma latitude de 22° 32'31''S, longitude 44°00'48''W a uma altitude de 466,7 m, e em encosta de comprimento de 150 metros e declividade média de 68% no terço superior, com cobertura florestal pouco densa e característica de estágio inicial de sucessão. Apresenta fisionomia herbácea/arbustiva com cobertura parcialmente fechada, predomínio de heliófilas, pequeno número de espécies lenhosas (menos que 20 espécies por hectare), com diâmetro na altura do peito - DAP médio menor que 5 centímetros e altura média menor que 5 metros (CONAMA, 1994; Diniz, 2011). A FSEI foi utilizada até 1985 como pastagem formada por vegetação espontânea. Após esse período, a área foi ocupada por pequenos agricultores que cercaram as áreas devido a dificuldade à acesso, proporcionando o início da regeneração natural.

A FSEM está localizada na latitude de 22° 32'31''S, longitude 44°00'46''W a uma altitude de 465,6 m, e área contínua a FSEI, com declividade média de 70% no terço superior, com cobertura florestal mais densa que FSEI. Até o ano de 1985 o local encontrava-se sob

cobertura de pasto sujo com formação inicial de capoeira. Esta área também vem sendo protegido até os dias atuais, o que permitiu o desenvolvimento sucessional. Segundo CONAMA (1994) a área apresenta fitofisionomia arbustivo/arbórea com cobertura fechada, com início de estratificação da vegetação, surgimento de espécies de sombra, com indivíduos com DAP's e alturas superiores ao FSEI, com a presença de lianas lenhosas e de um sub-bosque.

A FSEA localiza-se na latitude de 22° 32'59''S, longitude 44°01'57''W a uma altitude de 521,9 metros. Está localizado no terço superior da encosta de comprimento de 200 metros e declividade média de 40%, com cobertura florestal densa que provavelmente, se instalou após a decadência do café na região. Os indivíduos apresentam valores de DAP's médio de 15 cm e altura média de 20 metros, bem superior ao FSEM. O dossel é uniforme ao porte, com árvores emergentes, sub-bosque com grande variedade de espécies lenhosas, com presença de epífitas e lianas lenhosas em abundância (CONAMA, 1994).

Segundo Diniz (2011) o grau de sucessão apresentado das áreas de estudo refletiu diretamente na riqueza das espécies vegetais presentes em cada um dos diferentes estágios sucessionais, como pode ser observado na Figura 4. Para realização desse levantamento, foi utilizado o método do transecto (Sylvestre & Rosa, 2002; Diniz, 2011), no qual foram marcadas três transectos de 2 m x 50 m, no qual foi feita a amostragem de todos os indivíduos lenhosos com DAP igual ou superior a 2,5 cm.



Segundo Diniz (2011) os resultados indicam uma composição florística distinta devido à distribuição de número de espécies em cada estágio sucessional. A FSEI apresentou 7 espécies, a FSEM 10 espécies e a FSEA 34 espécies, indicando que a maior riqueza de espécies encontram-se no estágio sucessionais em estágio avançado.

Em relação ao grupo sucessional de espécies identificadas em cada um dos estágios sucessionais, a FSEI apresentou quatro espécies pioneiras (57%), três secundárias iniciais (43%). Na FSEM, foram encontradas duas espécies pioneiras (29%), quatro secundárias iniciais (57%) e uma secundária tardia (14%). E por último, na FSEA foram encontradas três espécies pioneiras (14%), oito secundárias iniciais (36%), dez secundárias tardias (45%) e uma clímax (5%). Essas diferenças nas porcentagens dos grupos sucessionais em cada tipo de estágio sucessional da floresta indica que há uma redução da porcentagem das espécies pioneiras e um aumento na porcentagem das espécies secundárias tardias e clímax, tal fato exemplificado pelo processo de sucessão das áreas.

A redução de algumas espécies e o aumento de outras espécies na medida em que ocorre o amadurecimento da floresta pode ser um indicativo de que algumas espécies foram desaparecendo com o papel de espécies facilitadoras para entrada de novos indivíduos no processo de sucessão e recuperação de áreas. O conhecimento do padrão de sucessão ecológica que ocorre em determinado local pode-se servir para a criação de projetos de restauração florestal no que tange a escolha e o arranjo das espécies.

Diniz (2011) avaliou a dinâmica da expansão do fragmento durante o período compreendido entre os anos de 1986 e 2007. Foram utilizadas imagens LANDSAT – 5 (Sensor TM, órbita 217, ponto 076), com resolução espacial de 30 m e escala de 1:50.000, e foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5. As imagens foram obtidas do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Departamento de Geração de Imagem (INPE-DGI), nas datas: 20/05/1986, 24/02/1990, 11/04/1995, 26/05/2000 e 15/06/2007.

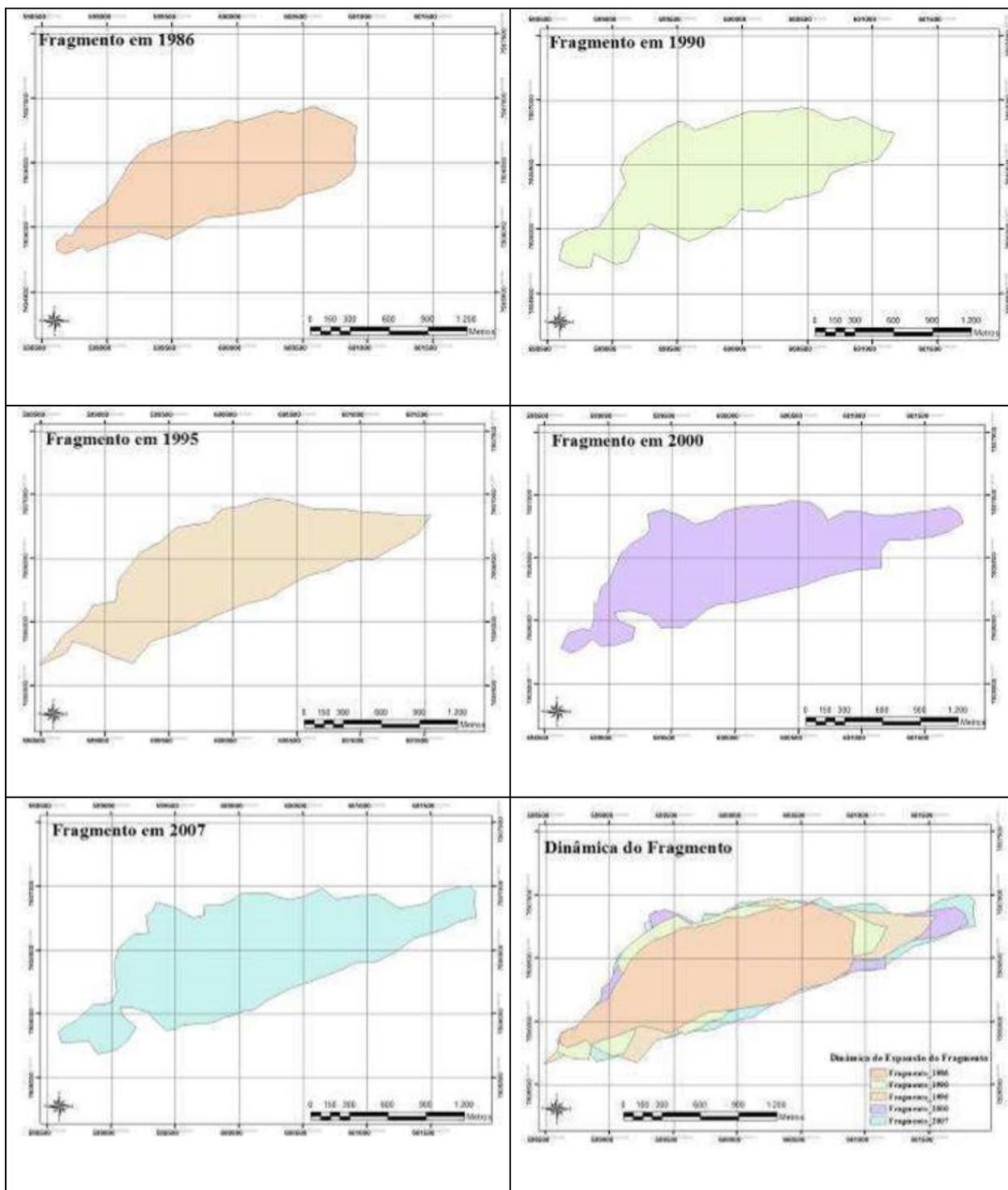


Figura 5. Dinâmica da expansão do fragmento no período de 1986 a 2007. Fonte: Diniz (2011).

Na Tabela 1 são apresentados os valores da área do fragmento em hectare (ha) e a expansão do fragmento, em valores percentuais relativos à imagem anterior no período de 1986 a 2007.

Tabela 1. Expansão da área do fragmento florestal ao longo do tempo, em Pinheiral – RJ. Fonte: Diniz (2011).

Área do fragmento	1986		1990		1995		2000		2007	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
	140,2	-	149,5	6,2	157,2	5,2	188,0	19,6	190,3	1,2

Foi observado um aumento das áreas de capoeira devido o abandono das terras que eram utilizados em práticas agrícolas sem qualquer cuidado com o solo, além de estarem localizadas em áreas de difícil acesso. Com isso, também ocorreu a regeneração natural nessas áreas que foram abandonadas.

Segundo Diniz (2011) o fragmento é localizado em uma extensa área, e isso faz da área um local de extrema prioridade e importância para o resgate da biodiversidade. Tal fato ocorre pelo potencial de resiliência do fragmento florestal que o torna autossuficiente para se expandir, fato comprovado pelo avanço das áreas conforme apresentado anteriormente.

O autor afirma que a expressão de crescimento da floresta em uma matriz perturbada deve ser utilizada como modelo de recuperação de áreas que passaram por processo de degradação. Ele afirma que muitas vezes não há a necessidade da implantação de grandes projetos de restauração florestal, porém a simples iniciativa de cercamento da área para impedir a entrada de animais como o gado, para garantir que o fenômeno de resiliência aconteça.

3.4. Dissertação de Gilsonley Lopes dos Santos – 2014: “Efeito da pedoforma no processo de sucessão secundária em fragmentos florestais na região do médio vale do Paraíba do Sul, Pinheiral”

Santos (2014) avaliou o padrão da regeneração natural nos ambientes côncavo e convexo, com cobertura vegetal em estágio avançado de sucessão, a fim de identificar fatores ambientais que possam ter contribuído para o processo de regeneração natural.

O autor utilizou imagens LANDSAT 5 Sensor Thematic Mapper (1994 e 2011), com resolução espacial de 30 metros, para mapear os fragmentos florestais. Para a elaboração dos mapas temáticos foram utilizados as cartas topográficas dos Municípios de Volta Redonda (Folha SF-23-Z-A-V-2) e Pirai (Folha SF-23-Z-VI-1), obtidas no IBGE na escala de 1:50.000, das quais se originou o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente – MDEHC

com resolução espacial de 10 m na escala de 1:100.000. A partir desse modelo, foram gerados os mapas temáticos de superfície, declividade, orientação da vertente e radiação solar global. O georreferenciamento das imagens orbitais dos anos citados foi realizado a partir de 5 pontos controle obtidos no site do IBGE, com o RMSE menor que 20%.

A região estudada apresentou um padrão de heterogeneidade na distribuição de suas encostas e vales. Esse padrão é exemplificado pela característica do relevo por estar inserido numa região denominada de “Mar de Morros”. O autor cita Marques et al. (2005) e Bispo et al. (2009) que identificaram haver o efeito dos fatores topográficos (declividade, orientação e altitude das encostas de maior relevância no padrão da regeneração e estruturação da vegetação nas encostas) na presença e regeneração de fragmentos e distribuição de espécies florestais.

Em relação ao fator superfície a área apresentou-se 50% plana, 25% côncava e 25% convexa. Nas áreas côncavas ocorrem os processos de acúmulo de água e sedimentos, e as convexas ocorre o processo de dispersão de sedimentos e água, sendo que na paisagem essas áreas estão interligadas. Já nas áreas planas, são ambientes mais estáveis, pois tendem a apresentar menor movimento de sedimentos e água em relação às outras classes.

Já em relação ao fator declividade, a área apresentou-se 35% forte ondulada, 28% ondulada, 17% suave ondulada, 10,5% plana, 9% montanhosa e 0,5% escarpado, sendo predominante na área da sub-bacia do Ribeirão do Cachimbal a declividade suave ondulada. Isso indica que há um maior movimento de água na superfície em relação ao tipo de relevo da região e, este fato é constatado pela grande ocorrência de voçorocas na região.

De acordo com Santos (2014) a heterogeneidade dos fatores topográficos proporciona a formação de microclimas e ambientes com condições diferenciadas à resistência às ações antrópicas. Sendo que na área da bacia de estudo é notória porções significativas de áreas de pastagens abandonadas e degradadas, no entanto observam-se fragmentos florestais com diferentes estágios de regeneração natural, indicando o efeito dos fatores topográficos nos processos de revegetação em ambientes antropizados. Essa regeneração natural ocorreu em ambientes em que, após o processo de antropização, apresentavam certo potencial de resiliência, sendo este influenciado diretamente pela oferta diferenciada dos atributos ambientais na paisagem.

Na sub-bacia observou-se um processo de regeneração em ambientes de superfície plana, declividade variando de ondulada a forte ondulada, com orientação da vertente

variando de Sudeste a Sudoeste e radiação solar entre 1.500.000 e 1.700.000 Watts. Entre a explicação para que a regeneração tenha ocorrido nessa faixa da orientação da vertente devido essas regiões receberem uma maior oferta de umidade decorrente dos ventos advindos do oceano, e menor incidência dos raios solares, propiciando um microclima propício à regeneração.

3.5. Dissertação de Elias Mendes Costa – 2015: “Mapeamento Digital de Solos por Regressão Logística Múltipla em Ambiente de Mar de Morros em Pinheiral, RJ”

Costa (2015) realizou o processamento de imagens do satélite *RapidEye* (17/08/2011) para mapeamento do meio físico na área da Fazenda São José do Pinheiro através do sensoriamento remoto. O produto do processamento é uma imagem ortorretificada empregando o modelo digital do terreno (MDT) do SRTM-3 e ponto de controle derivados do *Global Landsat Mosaic* (COSTA, 2009). As correções realizadas são geométricas (georreferenciamento e ortorretificação das imagens) e radiométricas (eliminação de ruídos e correção atmosférica) já que o ambiente Mar de Morros pode conduzir menor precisão que em áreas mais planas de acordo com Antunes et al., (2014).

Após a correção das imagens do *RapidEye* foi realizada a classificação supervisionada (*MaxVer*) da área, que foi separada em 7 classes de uso do solo. As classes identificadas foram as seguintes: i) Floresta (áreas com médio a avançado estágio de regeneração), ii) urbana (áreas construídas, com casas, com ruas, comércio e etc.); iii) água; vi) pastagem vigorosa (pastagem manejada e/ou com qualidade maior devido a posição na paisagem, áreas que acumulam mais água, baixadas); v) pastagem degradada (pastagem com ou poucas falhas, estágio médio a avançado de degradação cobrindo pouca parte do solo); vi) solo exposto (áreas sem nenhuma cobertura vegetal), e outras (coberturas que se diferenciam das áreas identificadas pela forma, textura, ou valores de reflectância).

A principal cobertura vegetal encontrada foi o plantio homogêneo de Palmeira Real Australiana (*Archontophoenix cunninghamiana*) para produção de palmito, pastagem suja com arbustos e plantas invasoras, capoeiras em diferentes estágios sucessionais, e por último, a presença de um bambuzal com bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) às margens do rio Paraíba do Sul. Com base nos pontos de controle obtidos por *Global Positioning System - GPS* de navegação foram coletadas 179 amostras para validação da classificação, para isso foi

gerada a matriz de confusão e então calculados a exatidão global e o índice Kappa foram respectivamente 0,72 e 0,89, retratando uma forte concordância entre a classificação e a verdade terrestre.

Após a realização da classificação supervisionada foram quantificadas as classes de uso e suas áreas em porcentagem de ocorrência dentro dos limites da Fazenda São José do Pinheiro que corresponde a 1.462 hectares.

A substituição das áreas de florestas para implantação da agropecuária na região associado ao crescimento demográfico, a urbanização, a industrialização e a criação de ferrovias alteraram a cobertura original do solo e a paisagem da região. As áreas de florestas secundárias se formaram após o declínio da atividade cafeeira, e encontra-se atualmente em estágio médio de regeneração. Estas áreas encontram-se em locais mais altos e declivosos, e foram submetidas a um menor processo de antropização.

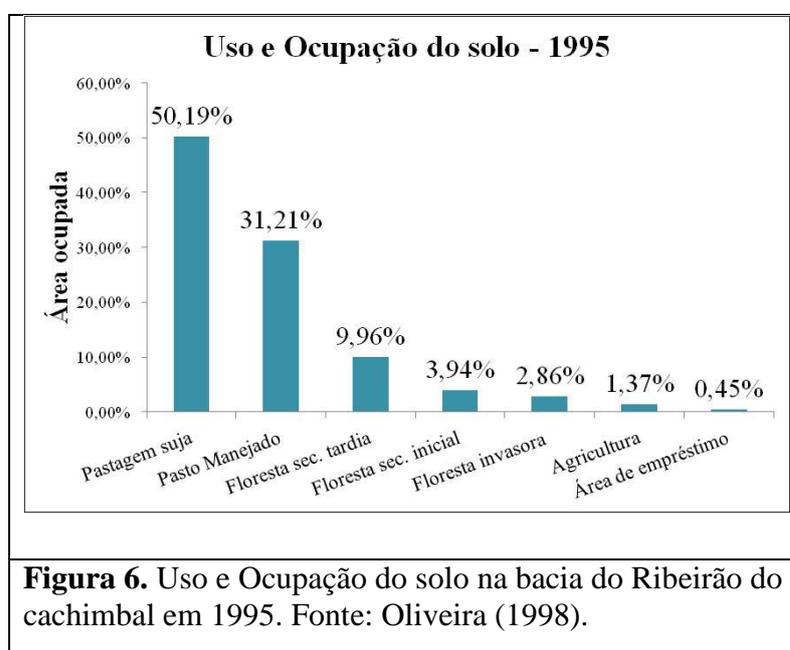
A área de pastagem manejada ocupa principalmente a área do campus Nilo Peçanha do IFRJ – Pinheiral. Estas áreas correspondem as áreas de criação de gado de leite em planícies aluviais do rio Paraíba do Sul, e nas margens do Ribeirão do Cachimbal, além das áreas de criação de gado de corte em baixadas desta mesma área.

A classe de uso do solo classificada com água ocupa os açudes particulares, e os tanques da área de piscicultura do campus do IFRJ que está localizado próximo ao rio Paraíba do Sul, sendo este não considerado como parte dos estudos por estar localizado fora do limite da fazenda.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O histórico de uso e ocupação da área da bacia do Ribeirão do Cachimbal proporcionou um mosaico com diferentes unidades de paisagens que destoam da paisagem original, caracterizando os tipos de impactos das atividades praticadas nessas áreas.

O primeiro estudo realizado na área da bacia do Ribeirão do Cachimbal foi realizado por Oliveira (1998) que fez a caracterização das paisagens degradadas a partir das folhas cartográficas do ano de 1995, que possibilitou a produção de croquis que indicaram sete padrões de paisagens degradadas e suas respectivas frequências (Figura 6).

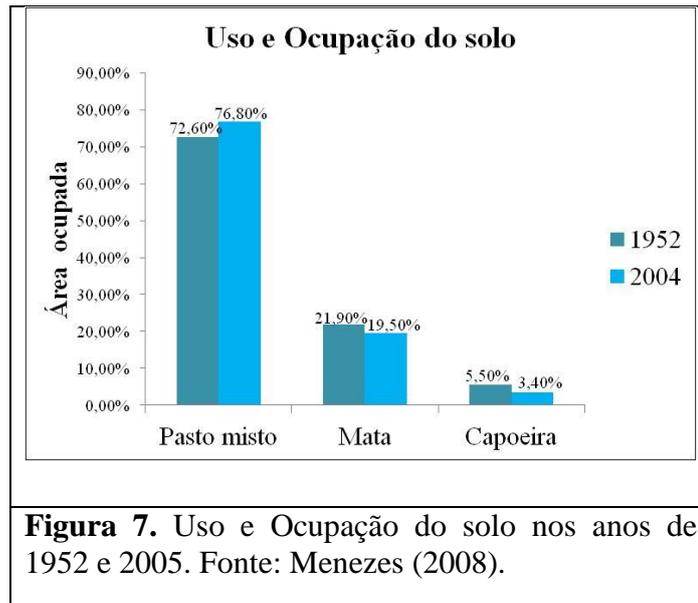


Dos padrões de paisagens identificados no Ribeirão do Cachimbal se destacou a pecuária com 81,42% da área da bacia, o que corresponde a uma área de aproximadamente 7993,08 hectares ocupadas somente pela a atividade da pecuária. Isto evidencia a forte expressão desta atividade na região após o declínio das lavouras de café no século XIX, que fez com que as áreas outrora já degradadas dessem lugares aos pastos da região. A maior parte dessas áreas foi submetida ao pastoreio desordenado, com baixa disponibilidade de forragens, o que favoreceu o pisoteio animal e o aparecimento de formigas cortadeiras devido à presença de pouca vegetação sob o solo. Associado a isto, a prática de queimadas foi dada como muito

comum nessa unidade de paisagem, o que contribuiu ainda mais para a elevação da magnitude dos processos erosivos, que propiciou o aparecimento de diferentes tipos de erosão no solo.

Os fragmentos florestais foram classificados como floresta secundária inicial e tardia que foram encontrados distribuídos ao longo da bacia, e representam cerca de 13,9% da área. Este fato comprova a grande intensificação dos processos de desmatamento para direcionamento da cultura do café e posteriormente da pecuária, o que pode contribuir ainda mais para a alteração da capacidade de resiliência da vegetação na região logo após o declínio do café no século XIX. Cerca de 9,96% da área de bacia encontra-se sob o domínio de florestas secundárias tardias, que estão localizadas em áreas de encostas, em áreas de topos de morro, em regiões declivosas e de difícil acesso. Tal fato pode ser exemplificado pela não escolha dessas áreas para lavoura e pastagem devido à declividade acentuada. A capoeira representou (2,9%) da área, e se apresentou em forma de fragmentos, em pequeno número, dispersos e pouco expressivos na paisagem.

Este fato pode ser explicado pelo trabalho de Menezes (2008) que realizou o Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo na bacia do Ribeirão do Cachimbal a partir de bases cartográficas dos anos de 1952 e 2004. O mapeamento realizado pelo autor considerou a área de quatro unidades de estudo e possibilitou a comparação entre dois anos com uma maior facilidade devido à utilização do *software* de geoprocessamento. Dentre as unidades de estudo encontradas, foram quantificadas suas respectivas frequências de ocorrência entre os anos de 1952 e 2004. As classes de uso do solo referentes ao ano de 1952 encontradas na bacia do Ribeirão do Cachimbal mostra que as áreas ocupadas por mata e capoeira diminuíram do ano de 1952 (21,9 e 5,5% respectivamente) para o ano de 2004 (19,5 e 3,4% respectivamente), provavelmente pela consequência do aumento das áreas de pasto de 72,6 % para 76,8% (Figura 7).



As respectivas frequências das áreas de pastagem encontradas no ano de 1952 por Menezes (2008) e no ano de 1995 por Oliveira (1998) indicam que houve um aumento substancial das áreas de pastagens de 72,6% para 81,42%. Este fato pode ser exemplificado pela diminuição de áreas de florestas de 21,9% para 13,9% em virtude da consequência da expansão das áreas de pasto que decorreram após 1952 que fez com que áreas de mata e capoeira fossem desmatadas. Tal fato corrobora o aumento substancial da atividade da pastagem nas áreas em que foram ocupadas pelas lavouras de café no século XIX e o avanço sob os fragmentos.

Através da comparação das frequências de ocorrência de fragmentos identificadas por Oliveira (1998) para o ano de 1995 e Menezes (2008) para o ano de 2004, é possível inferir que houve um aumento das áreas ocupadas por fragmentos florestais de 13,9% em 1995 para 19,5% em 2004, sendo elas indicadas pela diminuição das áreas de pastagem de 81,42% para 76,8%, e aumento das áreas de capoeira e de florestas. Isto pode estar associado ao fato da área ter um potencial de resiliência da vegetação, sendo comprovado pelo aumento das áreas de capoeiras e fragmentos, indicando a ocorrência da regeneração natural.

As áreas de florestas convertidas para pasto se deram principalmente nas bordas dos fragmentos mais densos, enquanto a conversão de capoeira em pasto se deu em áreas mais isoladas dos fragmentos, como consequência da roçada de pastos da prática da agricultura de subsistência em encostas com posterior abandono. Essa conversão de capoeira em pasto pode

ser observada no estudo de Oliveira (1998) que realizou toda a caracterização da área constatando a percentagem de 2,9% de capoeira no ano de 1995.

O estudo de Diniz (2011) avaliou a dinâmica de fragmentos florestas na área da bacia durante o período compreendido entre os anos de 1986 e 2007 a partir de imagens de sensoriamento remoto processadas em software de geoprocessamento compreendida nas datas 20/05/1986, 24/02/1990, 11/04/1995, 26/05/2000 e 15/06/2007. Após a análise temporal do local, o autor identificou que houve a expansão do fragmento ocasionada pela expansão das áreas de sucessão primária e secundária (capoeiras). A área de um fragmento presente na bacia do Ribeirão do Cachimbal expandiu entre os anos de 1986 a 2007, sendo que entre o período de 1995 e 2007, houve um aumento substancial de 157,2 para 190,3 hectares das áreas de florestas presentes na bacia do Ribeirão do Cachimbal. Isto foi possível devido ao aumento das áreas de capoeira nos locais de difícil acesso, tais áreas que eram utilizadas práticas agrícolas sem o menor cuidado com o solo e em seguida foram abandonadas, sem qualquer preocupação ambiental.

De acordo com Diniz (2011) o grau de sucessão apresentado na área de estudo refletiu diretamente na riqueza de espécies vegetais presentes em cada um dos diferentes estágios sucessionais de floresta secundária inicial (FSEI), floresta secundária média (FSEM) e floresta secundária tardia (FSEA). A FSA apresentou 34 espécies indicando que a maior riqueza de espécies encontra-se em florestas mais maduras. As frequências referentes à quantidade de espécies em cada tipo de grupo sucessional indicam que há uma redução da porcentagem de espécies pioneiras e um aumento na porcentagem de secundárias tardias e clímax, tal fato exemplificado pelo processo de sucessão ecológica que veio ocorrendo entre o período estudado.

Santos (2014) avaliou o padrão da regeneração natural em ambientes côncavo e convexo, com cobertura vegetal em estágio avançado de sucessão, com o objetivo de identificar fatores ambientais que pudessem contribuir para o processo de regeneração natural na sub-bacia estudada através da utilização de imagens dos anos de 1994 e 2011. O autor afirma que a heterogeneidade dos fatores topográficos proporciona a formação de microclimas e ambientes propícios para a regeneração natural e que os fragmentos florestais existentes são de diferentes estágios de regeneração. Porém deixa claro que a quantidade de áreas de pastagem abandonadas e degradadas é bem significativa. Santos (2014) identificou que a área de regeneração natural do Ribeirão do Cachimbal ocorre em ambientes de

declividade ondulada a forte ondulada, orientação Sudeste a Sudoeste e radiação global entre 1.500.000 a 1.700.000 Watts e superfície plana. A explicação para regeneração ter ocorrido nesta faixa de orientação de vertente devido à bacia receber uma maior oferta de umidade dos ventos úmidos vindos do oceano e menor incidência dos raios solares propiciando um microclima propício à regeneração. O tipo de pedofoma influenciou na distribuição de espécies arbóreas, sendo a maior densidade e riqueza de espécies observadas em ambiente convexo e a maior diversidade em ambiente côncavo.

De acordo com Santos (2014) a área coberta por florestas na bacia do Ribeirão do Cachimbal aumentou 1.269,86 hectares em um período de 17 anos, tal fato explicado pelo processo de regeneração natural (Figura 8). Segundo Diniz (2011) a expansão do fragmento foi identificada pela expansão das áreas de sucessão primária e secundária (capoeiras) entre os anos de 1986 a 2007. A simples iniciativa de cercamento da área contribuiria para o estabelecimento da regeneração natural, tal fato confirmado pela percepção do alto potencial de resiliência do fragmento florestal. A partir disto, essas seriam importantes medidas a serem tomadas no que tange a recuperação dessas áreas, visto que os fragmentos florestais presentes são de extrema prioridade e importância para resgate da biodiversidade local.

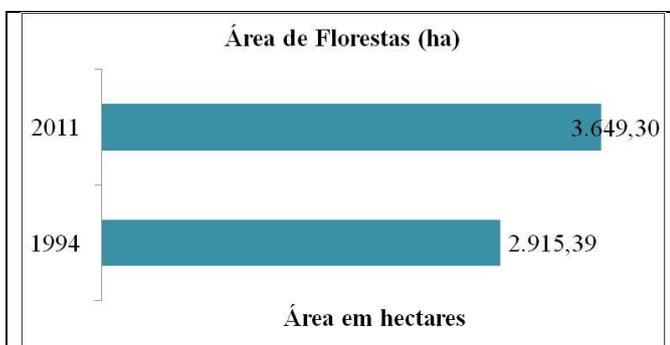


Figura 8. Expansão dos fragmentos entre os anos de 1994 a 2011. Fonte: Santos (2014).

Porém, Santos (2014) identifica que 1,21% (126,53 ha) da área total que corresponde a bacia do Cachimbal (10.415,85 hectares) são áreas preferenciais à ocorrência da regeneração natural, e que aproximadamente 60,24% (70,41 ha) dessas áreas preferenciais correspondem a pastagens abandonadas e 39,76% (50,12 ha) corresponde à cobertura vegetal.

Costa (2015) realizou o estudo do uso e ocupação do solo na área da Fazenda São José do Pinheiro com imagens do ano de 2011 e identificou que 66,1% da área total da fazenda correspondem a áreas de pastagens. Sendo que cerca de 45,08% são áreas de pastagens degradadas, seguidas por área de floresta com 10,43%, área urbana com 8,92%, solo exposto com 4,66%, água com 0,26%, e outros com 9,73% (Figura 9). Isso é comprovado pelas práticas agrícolas adotadas na época em que a lavoura do café se encontrava em expansão (século XIX) na região que eram rudimentares, com pouca ou quase nenhuma preocupação com a conservação do solo, da água. Com isso, as terras da região logo se tornaram improdutivas e foram abandonadas ou passaram a ser utilizadas para a prática da pecuária extensiva não manejada, segundo Menezes (2008). A decadência das lavouras de café se deu com a redução acentuada da mão de obra escrava. Assim, as terras da área do Vale do Paraíba já se encontravam degradada nesta presente época (Drummond, 1997). Já as áreas que correspondem à pastagens manejadas correspondem a 23,93% da área da Fazenda e atualmente encontra-se o campus Nilo Peçanha do IFRJ – Pinheiral. Estas áreas correspondem as áreas de criação de gado de leite em planícies aluviais do rio Paraíba do Sul, e nas margens do Ribeirão do Cachimbal, além das áreas de criação de gado de corte em baixadas desta mesma área.



Figura 9. Uso e Ocupação do solo na área da Fazenda São José Pinheiro, Pinheiral – RJ em 2011. Fonte: Costa (2015).

Segundo Costa (2015), a substituição das áreas de florestas para implantação da agropecuária na região associado ao crescimento demográfico, a urbanização, a industrialização e a criação de ferrovias alteraram a cobertura original do solo e a paisagem da região. Isto é comprovado pela quantificação de 8,92% da área encontrada sob domínio da urbanização. Em relação às áreas de florestas, 10,43% da área da Fazenda São José Pinheiro corresponde às áreas Florestas Secundárias. As áreas de florestas secundárias se formaram após o declínio da atividade cafeeira, e encontra-se atualmente em estágio médio de regeneração. Estas áreas se encontram em locais mais altos e declivosos e foram submetidas a um processo menor de antropização. O autor associa o fato da diminuição das áreas de florestas à implantação da agropecuária na região e o processo de urbanização que quantifica 8,82% da área da Fazenda.

5. CONCLUSÕES

Ao comparar os resultados obtidos pelos autores que analisaram o uso e ocupação do solo eles demonstraram certo padrão, porém a utilização da geotecnologia na análise ambiental se mostrou mais eficaz, pois permitiu além de realizar a classificação supervisionada do uso e ocupação do solo, permitiu a análise temporal a partir de imagens de satélites de diferentes anos. A partir desta análise, é possível realizar um planejamento ambiental do próprio município de Pinheiral através análise ambiental com o uso de geotecnologias.

O diálogo entre os estudos permitiu concluir que grande parte das áreas antes destinadas às lavouras de café foram abandonadas após o declínio do café (século XIX) na região, e grande parte dessas áreas já estavam degradadas, foram substituídas pela pecuária com o passar dos anos. A maior parte das áreas de pecuária foi submetida ao pastoreio desordenado sem nenhum tipo de manejo adequado. Este fato associado ao tipo de relevo de Mar de Morros fez com que os processos erosivos fossem se acentuando em um contexto histórico. Com isso, se faz necessário que sejam tomadas iniciativas referentes à recuperação dessas grandes áreas de pastagens degradadas que destoam significativamente quando comparadas aos outros tipos de uso, como por exemplo, ao da urbanização, ou de áreas de florestas.

As áreas de florestas secundárias na região da bacia do Ribeirão do Cachimbal encontram-se em áreas de encostas, topos de morros, e regiões declivosas e de difícil acesso, e necessitam ser preservadas pois prestam serviços ambientais à sociedade em relação ao serviço de abastecimento de água para o Distrito de Arrozal-Piraí e o município de Pinheiral. Então, esforços relacionados à tomada de decisões para a simples implementação de projetos de restauração florestal para o cercamento dessas áreas seriam necessários para o resgate da biodiversidade e conseqüentemente para garantir que as florestas continuem prestando os serviços ambientais à sociedade.

A área possui um grande potencial relacionado à regeneração natural, visto que isso só é possível devido à heterogeneidade do relevo associada a questões climáticas. Então, esforços relacionados à indução da regeneração natural através de projetos de restauração floresta são requeridos devido ao grande potencial de resiliência associado ao tipo de serviço ambiental prestado à sociedade, que é o abastecimento de água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, André Nunes de e ARAUJO, Valdinei Lopes. A história de Pirai. Rio de Janeiro: UERJ, 1997.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVE, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v 22, p 6, 711-728, 2013.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Levantamento de recursos naturais. Vol. 32, Rio de Janeiro: Projeto RADAM BRASIL, Folhas SF 23/24, Rio de Janeiro-Vitória, 1983, 780p.
- BISPO, P. C.; VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M. Variáveis geomorfométrica locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). *Acta Amazônica*, Manaus, v. 39, n. 1, p. 81-90, 2009.
- COSTA, M. E. Mapeamento digital em solos por regressão logística múltipla em ambiente de Mar de Morros em Pinheiral, RJ. 134f 2015. Seropédica (Dissertação Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2015.
- DANTAS, M.E. Controles naturais e antropogênicos da estocagem diferencial de sedimentos fluviais, bacia do rio Bananal (RJ-SP): médio vale do rio Paraíba do Sul. (Dissertação Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1995.
- DINIZ, A. R. Dinâmica de fragmentos florestais da Floresta Atlântica na região do Médio Vale Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. 77f 2011 (Dissertação Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2011.
- DRUMOND, M.A.; BARROS, N.F.; SOUZA, A.L. & SILVA, A.F. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do Médio Rio Doce-MG. *R. Árvore*, 21:187-199, 1997. Seropédica (Dissertação Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2017.
- GOMES, J. H G. Caracterização morfométrica da sub-bacia do Ribeirão do Cachimbal, RJ e atributos edáficos condicionantes no processo erosivo em pedoformas côncava e convexa. 87 f 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. **IBGE** 2ª Edição. Rio de Janeiro. 271p.
- LIMA, W.P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ, 1986, 143P.
- MACHADO, D. L. Atributos indicadores da dinâmica sucessional em fragmentos de Floresta Atlântica na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral, Rio de Janeiro.

(Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

- MARQUES, O.; TIENNE, L.; CORTINES, E.; VALCARCEL, R.. Atributos ambientais definidores de presença de fragmentos florestais de Mata Atlântica em microbacias instáveis. EDUR. Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p.145-150, 2005.
- MENEZES, C.E.G. Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral – RJ. 172f 2008. Seropédica, Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2008.
- OLIVEIRA, J.A. Caracterização física da bacia do Ribeirão Cachimbal-Pinheiral (RJ) e de suas principais paisagens degradadas. 136p. 1998. Seropédica: (Dissertação Mestrado Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 1998.
- PORTILHO, A. P., CASTRO, M. C., ALVES, G. S., AGUIAR, N. F., SILVA, M. S. Balanço hídrico para Pinheiral, rio de Janeiro, Revista Agroambiental – Agosto/2011.
- RIZZINI, C.T. Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, Sociológicos e Florísticos. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997, 747.p.
- SANTOS, L. G. Efeito da pedofoma no processo de sucessão secundária em fragmentos florestais na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral, RJ. 130f 2014. Seropédica (Dissertação Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2015.