



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

**AVANÇO DA RESUTARAÇÃO PASSIVA EM VERTENTES NORTE E SUL
DA MATA ATLÂNTICA: PROPOSTA METODOLÓGICA**

MARINA DA SILVEIRA GOMES

Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL
Orientador

SEROPÉDICA-RJ
DEZEMBRO-2015



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

**AVANÇO DA RESTAURAÇÃO PASSIVA EM VERTENTES NORTE E SUL
DA MATA ATLÂNTICA: PROPOSTA METODOLÓGICA**

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.

MARINA DA SILVEIRA GOMES

Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL
Orientador

SEROPÉDICA-RJ
DEZEMBRO-2015

**AVANÇO DA RESTAURAÇÃO PASSIVA EM VERTENTES NORTE E SUL
DA MATA ATLÂNTICA: PROPOSTA METODOLÓGICA**

MARINA DA SILVEIRA GOMES

Monografia aprovada em 04 de dezembro de 2015.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Valcarcel
Orientador

Felipe Araujo Mateus
Membro

Pollyana R. de Oliveira dos Santos
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus, aos meus avós paternos que permanecem nas minhas lembranças e também a duas pessoas que são grandes exemplos de vida, os meus pais, Junho e Ercília.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que vem guiando e iluminando meus passos desde sempre e tornou possível todas as minhas conquistas.

Aos meus pais que fizeram falta em muitos momentos, mas sempre compartilharam dos meus sonhos, apoiando minhas escolhas, me orientando, ajudando e sempre compreendendo quando as coisas não aconteciam como o planejado. Às minhas irmãs, que apesar confusões sempre foram boas companhias desde à nossa infância. Aos meus avós pelo carinho. Agradeço também a todos da minha família que souberam compreender a minha ausência durante esses anos e mesmo com a distância nunca foram ausentes,

Ao Professor Ricardo Valcarcel pela orientação. Aos membros do Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas com quem já trabalhei diretamente aprendendo muito com cada um, e aos demais integrantes do grupo que me ajudaram mesmo que indiretamente.

Aos professores com quem tive a oportunidade trabalhar durante o curso, especialmente o Alexandre Monteiro que esteve presente na maior parte da minha graduação através do PET-floresta, grupo no qual tenho grande satisfação de ter participado. E ao Emanuel, com quem trabalhei durante o período em que fui monitora da sua disciplina e por se dispor a me ajudar em outros momentos.

Aos colegas de curso pelo companheirismo e apoio, aos colegas do alojamento pelas festas, churrascos e outros momentos divertidos. As companheiras de quarto pela companhia, paciência e por me ajudarem a amenizar a saudade de casa.

As grandes amigas aqui criadas, que foram muito importantes e fundamentais para suportar os períodos difíceis, e que tenho certeza que essas amigas não irão acabar com o término da graduação. Agradeço ao Mateus, pela amizade e companheirismo ao longo dos anos, compartilhando momentos alegres e tristes, um grande amigo prestativo, preocupado e sempre disposto a ouvir e aconselhar.

Agradeço por conhecer pessoas que se tornaram tão especiais em minha vida durante o período em que estive nessa universidade que chamo de “casa”. E a todos que participaram da minha caminhada e de algum modo contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

A Mata Atlântica tem um histórico de degradação, antropização e urbanização muito intensos ao longo dos anos, que transformou grandes áreas de floresta nativa em fragmentos florestais, muitas vezes circundados por pastagens. O estabelecimento e manutenção desses fragmentos pode ser determinado por alguns fatores ambientais como a face de exposição à radiação solar. Algumas condições ambientais também influenciam no processo de restauração espontânea dos fragmentos, também chamado de restauração passiva. Onde esse tipo de restauração ocorre de maneira mais eficiente nas faces de exposição à radiação solar voltadas para o sul. Para estabelecer medidas de restauração mais eficientes é necessário conhecer como esse processo ocorre espontaneamente na natureza, por isso o objetivo desse trabalho foi propor uma metodologia para avaliar o avanço da restauração passiva em fragmentos de Mata Atlântica que ocorrem na vertente norte e sul. Para a realização desse trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica a fim caracterizar e descrever um fragmento florestal em processo de restauração deste bioma. O fragmento usado para esse estudo localiza-se na Bacia Hidrográfica do Rio Cacaria e, como toda a Mata Atlântica sofreu com o uso e ocupação inadequada do solo, porém teve áreas que se reestabeleceram espontaneamente. Com base nesse fragmento foi apresentada uma proposta de metodologia para avaliar o avanço da restauração passiva na fronteira de colonização do fragmento. A metodologia proposta consiste em definir uma faixa que deverá compreender a fronteira de colonização do fragmento. É nessa fronteira onde ocorrem os processos de restauração passiva dos fragmentos florestais em expansão através da colonização das espécies arbóreas sobre a área de pastagem. Nesta faixa deveriam ser realizados os levantamentos para avaliar a sucessão florestal através da análise do estrato arbóreo/arbustivo e a análise do estrato regenerante. Também deveriam ser analisados alguns aspectos edáfo-climáticos para avaliar as atributos ambientais nas duas vertentes. Com base na metodologia proposta por esse trabalho é possível avaliar a restauração passiva em vertentes norte e sul da Mata Atlântica através das características da vegetação.

Palavras chaves: Fragmentos florestais; colonização; expansão de fragmentos

ABSTRACT

The Atlantic Forest has a very intense history of degradation and occupation through the years and those have changed great areas of native forest into forest fragments that many times are surrounded by pastures. The establishment and maintenance of these fragments can be determined by some environmental factors such as the face of exposure to solar radiation. Some environmental conditions also influence in the process of spontaneous restoration of the fragments, which can also be called as passive restoration. This type of restoration occurs in a more efficient way in the face of exposure to solar radiation that is turned to the south. To establish more efficient restoration measures is necessary to know how this process occurs spontaneously in nature. That is why the goal of this work was to propose a methodology to evaluate the advance of passive restoration in fragments of Atlantic Forest that occur in the north and south slopes. In order to accomplish the work a bibliographic research has been made for the purpose of characterize and describe a forest fragment in the process of restoration of this biome. The fragment used for this study is located in the Cacara River Hydrographic Bay and, just like the rest of the Atlantic Forest, it also has suffered with the inadequate use and occupation of the soil, but there has been areas that has reestablished spontaneously. Based in this fragment, a proposal of methodology has been introduced in order to evaluate the advance of passive restoration in the frontiers of colonization in the fragment. The methodology proposed consists in to define a zone that should comprehend the frontier of colonization of the fragment. It is in this frontier that occurs the process of passive restoration of the forest fragments in expansion through the colonization of tree species over the pasture area. It has to be made a data collect of this zone to evaluate the forest succession through the analysis of the tree-shrub stratum and the analysis of the regenerating stratum. It also should be analyzed some aspects of soil and climate to evaluate the environmental attributes in both slopes. Based on the methodology proposed in this work is possible to evaluate the passive restoration in the Atlantic Forest north and south slopes through the characteristics of the vegetation.

Key-words: Forest fragments; colonization; expansion of fragments

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Fragmentação	2
2.2 Expansão de fragmentos florestais	2
2.3 Fatores ambientais intervenientes	3
2.4 Reabilitação & Restauração	4
2.5 Restauração passiva.....	5
3. METODOLOGIA	6
3.1 Área de estudo	7
3.2 Histórico de uso e degradação	8
3.3 Faces de exposição à radiação solar	10
3.4 Fronteira de colonização do fragmento	11
3.5 Sucessão florestal	12
4. RESULTADOS.....	13
4.1 Levantamento e avaliação dos processos de restauração dos fragmentos em encostas norte e sul.....	13
4.2 Delimitação da frente de colonização do fragmento	14
4.3 Levantamento da dinâmica sucessional das vertentes norte e sul do fragmento.....	14
4.4 Análise do estrato arbóreo e arbustivo	15
4.5 Análise do estrato regenerante	18
4.6 Aspectos edafo-climáticos complementares.....	18
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia hidrográfica do rio Cacaria, município de Piraí, sul do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Baylão Junior (2010)	77
Figura 2: Fisionomia da área de estudo. Fonte: Meri Diana Strauss Foesch	8
Figura 3: Tipos vegetacionais predominantes da região da bacia hidrográfica do rio Cacaria. Fonte: Farias (2010).....	9
Figura 4: Localização da área de estudo, no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Piraí (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia (5). E a divisão da microbacia nos setores A e B. Fonte: Baylão Junior (2014).....	10
Figura 5: Fragmento de estudo, delimitação da microbacia e indicação da vertente norte (N) e da vertente sul (S)	11
Figura 6: Corte da microbacia (1), detalhamento ilustrativo do corte A-A' (2) mostrando a fronteira de colonização nas duas vertentes.....	12
Figura 7: Esquema resumido da metodologia proposta no presente trabalho.....	13
Figura 8: Ilustração da fronteira de colonização de fragmentos florestais.....	14
Figura 9: Esquema de localização das parcelas para amostragem da regeneração natural, distantes 3 m das bordas das parcelas de 100m ² . Fonte: Teixeira <i>et al.</i> (2014)	15

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica passou por um histórico de antropização e degradação intensos ao longo dos anos, com a expansão da fronteira agrícola, avanços urbanos e exploração indiscriminada de madeira, reduzindo a oferta de serviços ecológicos. Grande parte da área original da floresta Atlântica foi transformada em fragmentos isolados, perturbados e circundados por pastos e monoculturas (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

De acordo com Metzger e Simonetti (2003), a fragmentação caracteriza-se pela ruptura de uma unidade da paisagem, que inicialmente apresentava-se sob forma contínua. O processo de fragmentação leva a formação de uma paisagem em mosaico (ALMEIDA, 2008), onde os fragmentos florestais estão inseridos em uma matriz de extensas áreas, na sua maioria em processo de degradação, com diferentes intensidades de processos erosivos, com perda da qualidade da água e baixa produtividade agrícola (VALCARCEL, 1995). De acordo com o mesmo autor, essas áreas degradadas evidenciam a magnitude da perturbação e acarretam perdas de serviços ambientais deste ecossistema, como qualidade e disponibilidade hídricas.

A degradação, quer seja resultante de fatores naturais ou antrópicos, geralmente implicam em alterações ambientais severas reduzindo a biodiversidade e os fluxos de bens e serviços ecossistêmicos (ARONSON et al., 2011). Dependendo do nível de degradação das áreas, são necessárias ações de restauração ou reabilitação para reverter a situação.

A restauração deve assumir a difícil responsabilidade de restabelecer os processos ecológicos necessários ao estabelecimento de florestas viáveis, para que estas consigam realizar seus serviços ambientais (MELO, 2014). Existem vários métodos para restaurar uma área, sendo um deles a restauração passiva, onde a intervenção humana é pouca ou ausente, esse tipo de restauração se baseia na regeneração espontânea da área através de princípios de sucessão vegetal.

O processo de restauração passiva pode ser influenciado por alguns fatores ambientais como o aporte de matéria orgânica no solo, a conectividade dos fragmentos e face de exposição à radiação solar. De acordo com Dantas (2001) as vertentes voltadas para a face norte possuem solos mais rasos, tem maior exposição à radiação e menor interceptação de chuvas e umidade dificultando o estabelecimento de floresta nessas áreas, enquanto na face sul ocorre o contrário.

Avaliar a estrutura e o comportamento da vegetação considerando alguns fatores ambientais como as faces de exposição, é necessário para analisar o processo de regeneração e assim propor melhores medidas e aprimorar as técnicas de restauração, ou seja é importante observar os processos naturais para implementar na prática.

Conhecer a dinâmica dos fragmentos florestais e entender a conservação, composição, estrutura e ecologia das espécies, bem como elas se relacionam com os mecanismos naturais de colonização e manutenção dos fragmentos nas diferentes faces de exposição é de suma importância para estabelecer medidas de recuperação mais eficientes.

Com isso, o objetivo desse trabalho é propor uma metodologia para avaliar o avanço da restauração passiva nas vertentes norte e sul em fragmentos florestais da Mata Atlântica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fragmentação

Um fragmento florestal é definido como um segmento de área de vegetação natural interrompida por barreiras antrópicas ou por barreiras naturais (VIANA, 1990). O uso e a ocupação da terra são os principais agentes de fragmentação seccionando remanescentes de florestas tropicais (GREGGIO et al., 2009). O isolamento dos fragmentos afeta o fluxo gênico entre eles e com isso a sustentabilidade das populações naturais (VIANA e PINHEIRO, 1998). O processo evolutivo da comunidade florestal ao longo do tempo é determinado pelas interações dos fatores bióticos e abióticos com as variações das comunidades e populações da fauna e flora (APPOLINÁRIO et al., 2005). Além dos fatores bióticos, a fragmentação também causa efeitos negativos para o solo, a água e a atmosfera (MAGALHÃES, 2005).

A formação dos mosaicos na paisagem origina fragmentos com diferentes fases de regeneração e mais susceptíveis à ação antrópica e ao efeito de borda (NUNES et al., 2002). A expansão da fragmentação implica em ameaças a diversidade biológica, pois pequenos fragmentos e bordas florestais podem apresentar pouca capacidade de reter espécies e de promover serviços ambientais como o sequestro de carbono, controle de enchentes e proteção do solo (TABARELLI et al., 2012).

A fragmentação age fundamentalmente reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência da população e a conectividade entre os fragmentos determina a capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos de organismos, sementes e grãos de pólen (METZGER, 1999). De acordo com Martins et al. (2008), populações fragmentadas que permanecem pequenas e isoladas por muitas gerações são a principal causa do processo de redução da biodiversidade.

Fragmentos de tamanhos menores estão relacionados com a diminuição da riqueza e heterogeneidade interna do habitat, acarretando na extinção de algumas espécies (METZGER, 1999). Quando a dispersão animal é reduzida pela fragmentação de habitat, plantas que dependem dos animais para dispersar suas sementes também são afetadas, pois muitos animais não conseguem se movimentar entre fragmentos (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Porém, Souza et al. (2014) aponta que fragmentos pequenos são fundamentais na paisagem, pois eles podem favorecer a permanência da biodiversidade na área em função do aumento da proximidade entre fragmentos que eles proporcionam.

Uma das características da paisagem comumente estudadas é precisamente a conectividade. Esta variável é medida usando um conjunto de índices espaciais, que medem o grau de isolamento ou conectividade das manchas (FORERO -MEDINA e VIEIRA 2007). A diminuição da conectividade, ao limitar a dispersão dos organismos, pode ter consequências negativas nas populações que já reduz o fluxo gênico entre elas (FERRERO-MEDINA e VIEIRA 2007).

2.2 Expansão de fragmentos florestais

Os estudos em ecologia de paisagem contribuem para o entendimento dos padrões e processos envolvidos na manutenção de paisagens fragmentadas, possibilitando o estabelecimento de estratégias para a manutenção da biodiversidade (ALMEIDA, 2008).

Os fragmentos florestais são expostos à mudanças físicas e biogeográficas, em grande ou pequena escala, mas seus efeitos variam conforme as variações no tamanho, forma, posição na paisagem e conectividade (ALMEIDA, 2008). De acordo com Magalhães (2005),

fatores externos ao fragmento podem atuar como tensores, afetando a disponibilidade de recursos para a regeneração, retardando ou mesmo impedindo o seu avanço.

A borda dos remanescentes é a área por onde se inicia a maior parte dos processos físicos e biológicos ligados à fragmentação. De acordo com Almeida (2008), espécies exóticas ou mesmo nativas oportunistas se estabelecem no ambiente alterado, potencializando a invasão biológica.

No contexto da fragmentação, as bordas são extremamente susceptíveis às agressões exteriores que podem ser provocadas pela ação de animais, pelas práticas florestais ou agrícolas e principalmente pela incidência do fogo (POGGIANI e OLIVEIRA, 1998). Mas por outro lado as árvores podem ter sucesso em estabelecerem-se na matriz graminácea próximo à borda florestal (PILLAR, 2003). De acordo com o mesmo autor a cobertura graminácea é suprimida na borda da floresta, provavelmente pelo efeito das condições de luminosidade.

O isolamento do fragmento também é um fator de grande influência nos processos ecológicos, como por exemplo na capacidade de dispersão de propágulos de árvores e arbustos que se espalham e encontram ambientes adequados para se estabelecerem (PILLAR, 2003; PIVELLO et al., 2006).

Alguns propágulos de espécies mais rústicas conseguem se instalar em solos com recursos limitados, formando pequenos núcleos e dominando a fisionomia de capoeiras em diferentes estágios de desenvolvimentos (MIRANDA et al., 2015). Esses núcleos são usados em técnicas de restauração que se baseiam na formação de pequenas moitas de vegetação em uma área degradada visando promover a conectividade da paisagem e o estabelecimento dos fluxos biológicos (ARONSON et al., 2011). Os núcleos alteram o microclima local permitindo o estabelecimento de outras espécies, favorecendo assim a sucessão florestal.

A dispersão de sementes é um processo fundamental na dinâmica florestal, o tipo, tamanho e os agentes dispersores dos diásporos são fatores determinantes na chegada ao local de germinação e no estabelecimento das plantas (PIVELLO et al., 2006). De acordo com o mesmo autor a dispersão pode alterar os processos de automanutenção, regeneração e expansão de fragmentos florestais.

2.3 Fatores ambientais intervenientes

A atuação no desenvolvimento de alternativas autossustentáveis em microbacias demanda capacidade de análise holística, contemplando conjunto de atributos ambientais que conferem resiliência aos ecossistemas (MARQUES et al., 2004). Segundo Rodrigues et al (2007) a composição florística e estrutura da floresta é resultado da diversidade de fatores que interagem nas comunidades e a resposta das espécies a esses fatores faz com que cada local tenha características próprias. Segundo o mesmo autor, cada espécie tem um intervalo de tolerância em relação às variáveis ambientais, e quase sempre os limites de tolerância não são bruscos em um gradiente ambiental.

Numa escala local, a topografia tem sido considerada como a mais importante variável na distribuição espacial e na estrutura das florestas tropicais, pois ela comumente corresponde às mudanças nas propriedades dos solos, particularmente no regime de água e na fertilidade (RODRIGUES et al., 2007). A oferta de água relaciona-se, entre outras coisas, com a declividade e condições do solo, que determinam alguns fatores relacionados com os fluxos de água, como o escoamento superficial. Nesse contexto, Pillar (2003), afirma que a declividade poderia impedir o desenvolvimento da floresta em algumas partes da paisagem, como o topo e encostas superiores e facilitar em outras como os vales.

Na região do terço inferior das encostas a oferta hídrica pode ser explicada pela boa infiltração e baixo escoamento superficial, e o aumento da fertilidade e profundidade do solo é atribuído aos sedimentos provenientes dos terços médios e superior (MIRANDA et al., 2011). De acordo com Martins et al. (2003), o solo na baixada é mais arenoso, mais fértil e menos ácido, em comparação com o solo no topo que é mais argiloso, com teores muito baixos de macronutrientes e elevada acidez.

A lenta formação do solo e o elevado processo erosivo das encostas declivosas resultam em solos pouco desenvolvidos, com alta velocidade de escoamento superficial e curto período de infiltração, os quais podem dificultar o estabelecimento de vegetais devido à dificuldade de enraizamento e à baixa disponibilidade de água e nutrientes (MIRANDA et al., 2011). Rodrigues et al (2007) observou que os solos da parte mais íngreme da encosta são mais rasos, mais arenosos e, conseqüentemente, mais fortemente drenados. Porém as encostas com altas declividades possuem maior dificuldade de acesso para os homens, o que pode contribuir para a presença de fragmentos florestais nestes locais (MIRANDA et al., 2011).

Na floresta Atlântica, locais com altitudes baixas (menor que 800 m) foram os mais afetados pelo processo histórico de desmatamento (TABARELLI et al., 2012). As áreas com menores altitudes são mais acessíveis, sofrendo maior pressão antrópica, porém quanto mais alto seja o local, menor a chuva efetiva captada (MARQUES et al., 2004).

A diferença paisagística e florística entre as vertentes sugerem que a face de exposição contribui, de forma distinta, na capacidade de o ecossistema reter água e, como resultado, na formação e manutenção de fragmentos florestais (MIRANDA et al., 2011). A capacidade de retenção de umidade em encostas diferentes é influenciada pela quantidade de radiação solar recebida, e exposição dos ventos úmidos (LIMA, 1986).

Oceano Atlântico funciona como um regulador térmico no Estado do Rio de Janeiro, fornecendo às suas bacias consideráveis quantidades de água, oriundas de massas de ar fria que entram pelas vertentes sul (BARBOZA, 2007). Porém em ambientes instáveis esses ventos podem causar processos erosivos. A circulação das massas de ar apresentam diferentes direções e velocidade em função dos graus de aquecimento da superfície, o vento possui temperatura, umidade, direção e velocidade, propiciando variações no ambiente. (MARQUES et al., 2004).

2.4 Reabilitação & Restauração

Existem muitos termos envolvidos com a recuperação de ecossistemas que sofreram alteração, entre eles a reabilitação e a restauração. A confusão entre o significado desses termos podem ocasionar equívocos na definição dos objetivos, das técnicas adotadas e da forma de avaliação e monitoramento de um determinado projeto, bem como gerar confusão na definição de políticas públicas e no estabelecimento de instrumentos legais específicos (ARONSON et al., 2011).

Em um sentido mais amplo, a reabilitação enfatiza o reparo de processos ecológicos, a produtividade e os serviços de um ecossistema, enquanto que as metas da restauração também incluem o estabelecimento da integridade biológica preexistente, em termos de composição de espécies e estrutura da comunidade (SER, 2004).

A reabilitação ecológica enfatiza a recuperação de processos e funções de ecossistemas, porém não é necessário atingir as condições originais (SER, 2004), ou seja, não é preciso que o ecossistema retorne as condições originais, mas sim que ele desempenhe seus serviços ecológicos.

A reabilitação de ecossistemas florestais pode ser alcançada através do plantio de espécies facilitadoras da sucessão natural, em locais onde, a princípio, uma série de barreiras impede o desenvolvimento do processo (CHADA et al, 2004). Nos projetos de reabilitação, deve-se preocupar para que um dado processo ou função ecossistêmica não seja fortemente favorecido, resultando em ecossistemas vulneráveis e frágeis (ARONSON et al., 2011).

A restauração consiste em um conjunto de atividades que induzem o retorno do ecossistema a uma condição autossustentável, tendo como base o estabelecimento e a manutenção dos processos ecológicos (RODRIGUES et al., 2007a). Restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004) e de acordo com (ARONSON et al., 2011) a restauração florestal é restauração ecológica aplicada a ecossistemas florestais.

A restauração pode acontecer espontaneamente ou com intervenção humana. As primeiras técnicas de restauração eram baseadas em plantios de espécies arbóreas, nativas e/ou exóticas, sem levar em conta os grupos sucessionais (BOLLETO et al., 2009). No Brasil, os principais objetivos das primeiras experiências de restauração resumiam-se à proteção dos recursos hídricos e edáficos e na recuperação de encostas (BOLLETO et al., 2009).

Com o passar do tempo, percebeu-se que as iniciativas de restauração florestal ficaram comprometidas com o uso de espécies exóticas e por não considerarem o papel ecológico das espécies no funcionamento das florestas (BRANCALION et al., 2009). Segundo o mesmo autor, com o avanço do conhecimento na área, a restauração florestal começou a ser realizada com espécies nativas e fundamentada da sucessão florestal.

Atualmente, a restauração florestal realizada com interferência humana consideram algumas questões em relação à escolha das espécies, como os grupos ecológicos, as preferências em relação às condições ambientais da região e a distribuição das espécies na área no momento do plantio. De acordo com Pinto et al. (2009), deve-se fazer a restauração de processos em ecossistemas florestais, que são responsáveis pela construção de uma floresta funcional e, portanto, sustentável e perpetuada no tempo, e não apenas a restauração de uma fisionomia florestal.

A restauração florestal também pode acontecer com pouca ou nenhuma intervenção humana, também chamada de restauração passiva. As estratégias desse tipo de restauração requerem conhecimento autoecológico das espécies espontâneas e capacidade de combinar efeitos de resistência dessas espécies às adversidades locais (VALCARCEL e SILVA, 2000).

Dentro do contexto de restauração passiva, outras possibilidades foram consideradas e desenvolvidas como ações de restauração, principalmente aquelas relacionadas à resiliência ecológica dessas áreas, como a possibilidade de chegada de propágulos da vizinhança, presença de regenerantes naturais na área degradada, etc. Maior enfoque também foi dado ao papel do resgate da diversidade regional, para garantir a sustentabilidade da comunidade restaurada (RODRIGUES et al., 2007a)

2.5 Restauração passiva

A restauração passiva é um termo frequentemente utilizado com o significado de retorno espontâneo de um ecossistema degradado rumo a um estado ou trajetória desejável pré-existente, por meio de resiliência, sucessão ou regeneração natural, sem intervenção humana deliberada (ARONSON et al., 2011). De acordo com Santos (2014) a restauração passiva trata-se de um manejo de baixo custo.

Atualmente, aceita-se a ideia de ausência de um único ponto de equilíbrio em florestas naturais e que as comunidades florestais podem se alterar no tempo dependendo da atuação de

eventos externo (ISERNHAGEN et al., 2009). De acordo com o mesmo autor, não é necessário fazer a cópia de uma floresta madura, e o enfoque principal da restauração deve ser o reestabelecimento dos processos ecológicos capazes de garantir a construção e manutenção das comunidades florestais.

Dentro da concepção de restauração, um conjunto de ações devem ser propostas no sentido de nuclear funções biológicas capazes de facilitar a natureza a se recompor (MELO 2014). Segundo Rodrigues et al. (2007a), antes de qualquer intervenção na área é necessário observar o potencial de auto recuperação do local, definido pela capacidade de suporte do substrato, pelas características do entorno e pelo histórico do local.

Modelos alternativos de recuperação dos ambientes perturbados se tornam necessários à medida que as comunidades encontram-se sem meios para investir em medidas de restauração florestal, uma alternativa sustentável é o estabelecimento e colonização de espécies vegetais pioneiras (MIRANDA et al., 2015). Essas espécies proporcionam condições favoráveis para a sucessão florestal constituindo modelos naturais de restauração de ecossistemas perturbados.

As espécies facilitadoras tem capacidade de favorecer a colonização de outras espécies. Segundo Ricklefs (2003), as facilitadoras são aquelas que alteram as condições da comunidade, melhorando as condições microclimáticas de modo que as outras tenham maior facilidade de estabelecimento.

Os estágios subsequentes da restauração serão definidos pela evolução da sucessão florestal (ROPPA et al., 2012). O conhecimento da composição da regeneração das espécies contribui para definir os estágios e as direções sucessionais de uma vegetação em desenvolvimento (SCHORN e GALVÃO 2006). Porém Isernhagen et al. (2009) afirma que basear-se exclusivamente em um levantamento fitossociológico para caracterizar um ambiente pode levar ao erro de retratar as características estruturais de um único momento da história natural daquele fragmento estudado. Isto é atribuído à recuperação de ecossistemas florestais depender de fatores bióticos e abióticos (MIRANDA et al., 2015).

A reconstrução de florestas envolve espécies animais e vegetais que deverão se associar com o tempo para se manter, dependendo de processos ecológicos e interações entre as espécies que ali vão se estabelecer (RODRIGUES et al., 2009). Para que ocorra a restauração passiva também é importante que a área esteja em estado de abandono, sem nenhum tipo de uso ou de grandes distúrbios (SANTOS, 2014). De acordo com Melo 2014, a restauração é uma prática que ainda necessita de avanços para atingir a efetividade necessária, e nas regiões degradadas de fragmentadas a restauração deve ser mais do que um simples pacote de técnicas.

Identificar os modelos naturais de restauração a partir dos núcleos formados de maneira espontânea por espécies arbóreas nativas pode ser considerado uma estratégia que contribui para o desenvolvimento regional sustentável e na elaboração de estratégias eficazes de gestão (BAYLÃO JUNIOR, 2010).

3. METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica para caracterizar e descrever um fragmento florestal da Mata Atlântica em processo de regeneração. Com base nesse fragmento será proposta uma metodologia para avaliar o avanço da restauração passiva na fronteira de colonização do fragmento.

3.1 Área de estudo

A região de estudo encontra-se entre os municípios de Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri, Paracambi e Piraí e pertence ao Corredor de Biodiversidade Tinguá-Bocaina, integralizando 195.000 hectares, que conectam a Reserva Biológica do Tinguá ao Parque Nacional da Serra da Bocaina (BAYLÃO JUNIOR, 2010).

A Microbacia está situada na bacia hidrográfica do Rio Cacaraia (Figura 1), tributário do Ribeirão das Lajes, na base da Serra do Mar, com denominação local de Serra das Araras, distrito de Vila Monumento do município de Itaguaí. Localiza-se entre as cotas 60-200 m acima do nível do mar com declividade acentuada (superior a 45°) e área de 9,6 hectares. O local apresenta paisagem caracterizada por pastagens sem manejo, pasto sujo e plantas arbustivas invasoras que emolduram os poucos e pequenos fragmentos florestais/capoeirinhas. (JACQUES e SHINZATO, 2000) (Figura 2A, 2B e 2C). Os fragmentos encontram-se em diferentes estágios de sucessão florestal de Floresta Estacional Semidecidual, sob o domínio da Mata Atlântica (IBGE, 1992).

O clima Ws (tropical com estação seca de inverno) apresenta temperatura média máxima de 29,1°C em fevereiro e temperatura média mínima de 20,1°C em julho de acordo com acordo com a classificação de Köppen (1948). A precipitação média anual varia entre 1.100 e 1.400 mm (DANTAS et al., 2001), com abundantes chuvas em fevereiro e escassez em julho, conferindo um clima pouco favorável ao desenvolvimento de espécies consumidoras de água. (BAYLÃO JUNIOR et al., 2011).

Os solos predominantes na região são os Latossolos Vermelho-Amarelo álico e Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos e distróficos e ocorrem em áreas de relevo montanhoso a fortemente ondulado (LUMBRERAS et al., 2003). Os solos rasos apresentam afloramentos rochosos nas áreas declivosas e alta suscetibilidade a erosão e movimentos de massa, a região também apresenta várzeas inundáveis encaixadas entre colinas isoladas com suscetibilidade a erosão moderada (BAYLÃO JUNIOR, 2014).

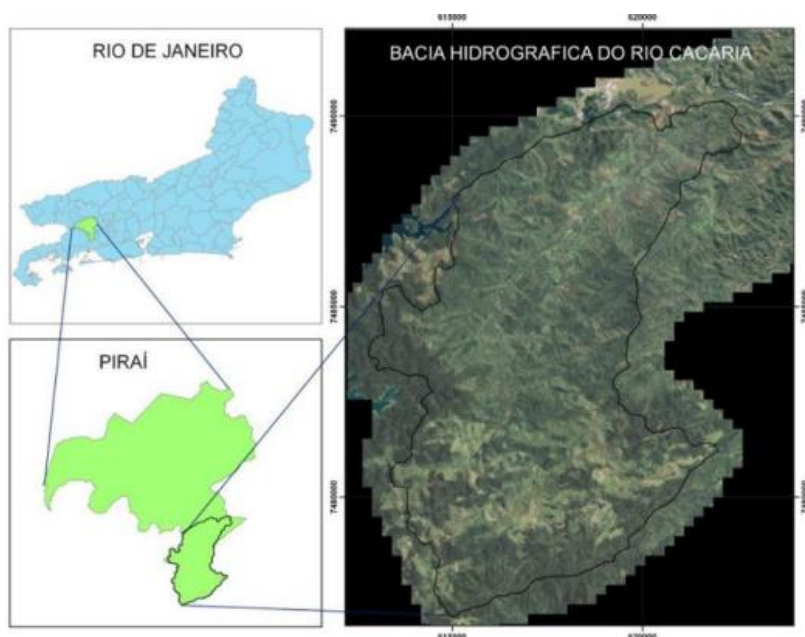


Figura 1: Bacia hidrográfica do rio Cacaraia, município de Piraí, sul do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Baylão Junior (2010)



Figura 2: Fisionomia da área de estudo. Fonte: Meri Diana Strauss Foesch

3.2 Histórico de uso e degradação

A colonização da região iniciou-se em 1770 com a construção de estâncias e locais para hospedar os viajantes que usavam a rota comercial que interligava Rio de Janeiro e Minas Gerais. Em 1772, foi construída uma capela próximo as margens do rio Piraí, formando o povoado de Sant'Ana do Piraí, hoje Piraí (PMP, 2001). Porém, os remanescentes florestais sofrem intervenções desde o período colonial através do cultivo de banana, café e cana de açúcar (BAYLÃO JUNIOR, 2010). Como os cultivos eram feitos sem as técnicas adequadas de conservação do solo, o mesmo foi perdendo a fertilidade e se transformando em pastagens para a pecuária de leite e corte, respectivamente.

A falta de ações conservacionistas levou à perda do potencial produtivo dos solos da região, que atualmente tem capacidade de suporte para sustentar uma vegetação frágil e possui extensas áreas em processo de degradação, variedades de processos erosivos, perda da qualidade da água e baixa produtividade agrícola (MIRANDA et al., 2011). De acordo com o mesmo autor a perturbação desses ecossistemas acarretam em perdas de serviços ambientais. A Figura 3 ilustra os tipos de vegetação predominante da bacia hidrográfica do Rio Cacaria.

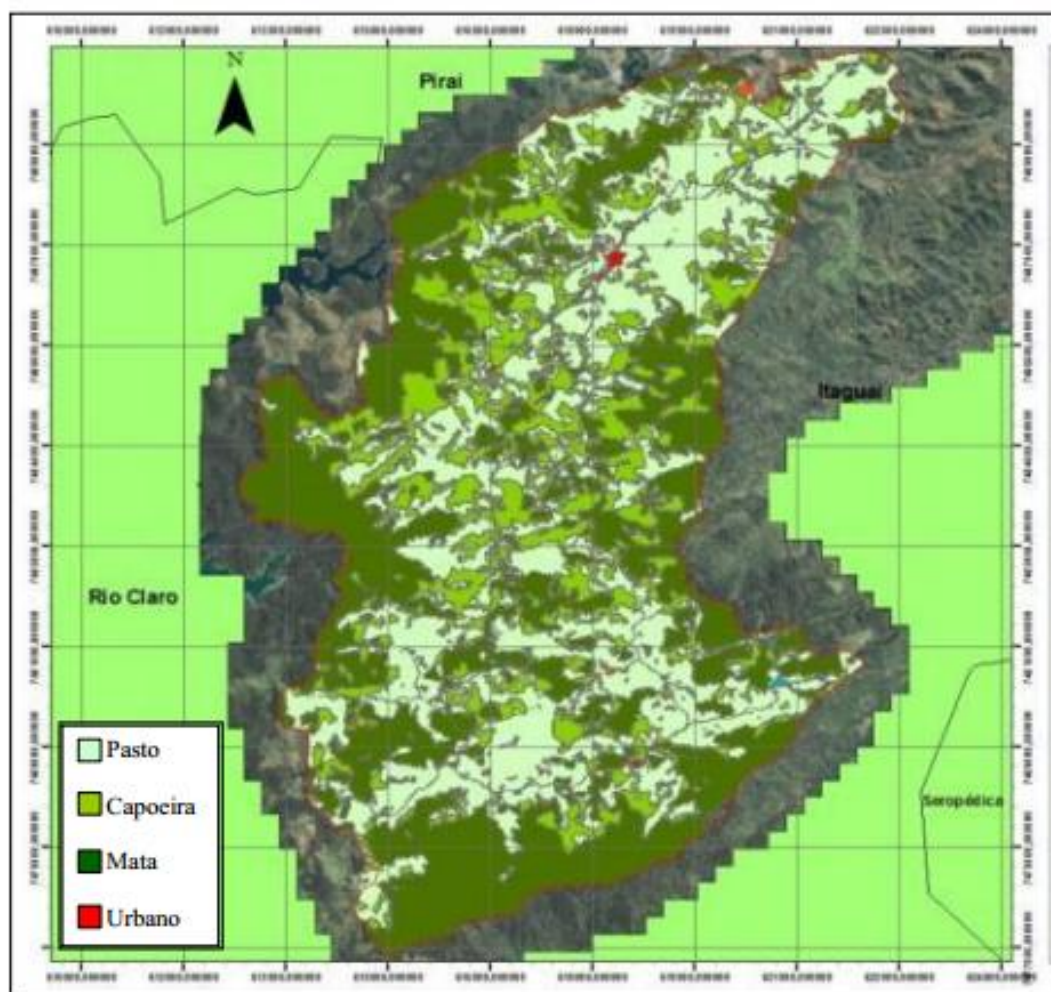


Figura 3: Tipos vegetacionais predominantes da região da bacia hidrográfica do rio Cacaria.
 Fonte: Farias (2010)

O uso de queimadas para a renovação das pastagens avançavam sobre os fragmentos florestais remanescentes, afetando a biodiversidade e reduzindo seu tamanho no decorrer dos anos. Porém atualmente ainda é comum a prática de incêndios anuais como técnica de renovação da pastagem, visto que a região desenvolve pecuária extensiva, principalmente nos locais de várzea e terço médio da encosta.

De acordo com Baylão Junior (2014), a microbacia pode ser dividida em dois setores A e B, onde o setor “A” encontra-se sem pecuária e queimadas há 32 anos. O setor “B” tem uso com pecuária extensiva e o último registro de queimada foi em agosto de 2004 (figura 4). De acordo com IBGE (2012) o fragmento florestal encontra-se em estágio inicial de sucessão secundária e a não foram feitas ações de reflorestamento, apenas a construção de aceiros e a retirada do gado.

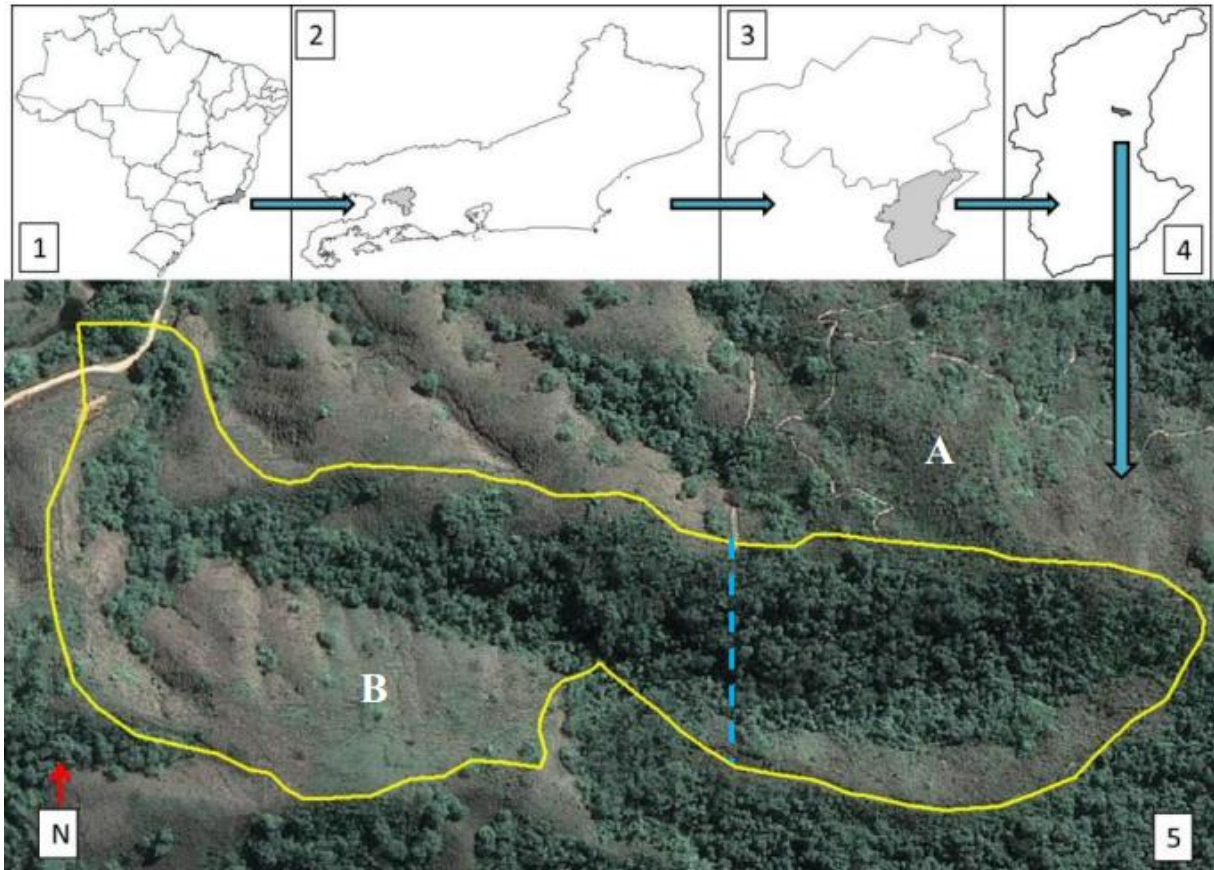


Figura 4: Localização da área de estudo, no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Piraf (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia (5). E a divisão da microbacia nos setores A e B. Fonte: Baylão Junior (2014)

3.3 Faces de exposição à radiação solar

Na bacia hidrográfica do Rio Cacaria as encostas de face de exposição voltadas para o sul geralmente apresentam maior cobertura florestal quando comparadas com as encostas voltadas para o norte. BAYLÃO JUNIOR (2010) observou que os fragmentos florestais presentes na face sul estão em estágio inicial de sucessão secundária e se concentram no terço superior da topossequência, enquanto a face norte possui poucos indivíduos.

A microbacia usada como local de estudo foi dividida em duas áreas, possui um fragmento florestal que ocupa a face de exposição norte e sul da paisagem (Figura 5).

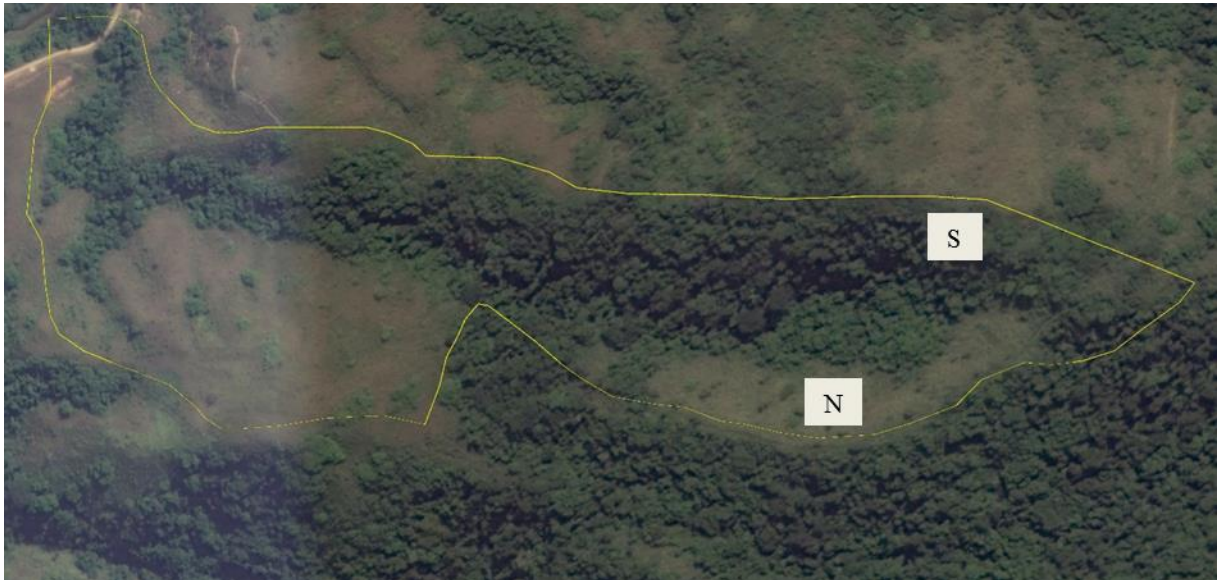


Figura 5: Fragmento de estudo, delimitação da microbacia e indicação da vertente norte (N) e da vertente sul (S)

3.4 Fronteira de colonização do fragmento

A fronteira de colonização é a região localizada na parte mais externa do fragmento, onde ocorre a colonização de algumas espécies arbóreas sobre a área de pastagem. Através dessa colonização inicia-se o processo de sucessão florestal, essa dinâmica potencializa a restauração espontânea proporcionando a expansão do fragmento.

Na área de estudo Baylão Junior et al., (2011) encontrou algumas espécies facilitadoras capazes de colonizar a matriz graminácea, entre elas a *Guarea guidonia*, *Peltophorum dubium*, *Sparattosperma leucanthum* e *Tabernaemontana laetaforam*, tiveram grande representatividade em área de pastagem, porém também estiveram presentes nos remanescentes florestais.

A Figura 6 ilustra a fronteira de colonização nas vertentes norte e sul do fragmento de estudo, onde é possível observar que na vertente sul o fragmento florestal se estabeleceu em quase toda a encosta, enquanto na vertente norte o fragmento ocupa até o terço médio da encosta.



Figura 6: Corte da microbacia (1), detalhamento ilustrativo do corte A-A' (2) mostrando a fronteira de colonização nas duas vertentes

3.5 Sucessão florestal

As pastagens abandonadas da área originaram remanescentes florestais seguindo a dinâmica sucessional, formando núcleos de vegetação que se conectaram entre si originando os fragmentos florestais (BAYLÃO JUNIOR et al., 2011). De acordo com o mesmo autor as espécies rústicas que se estabeleceram na área contribuíram para modificação do micro-habitat de seu entorno, promovendo a formação de núcleos de vegetação, avançando na sucessão e consolidando os processos ecológicos responsáveis.

Entender como se dá o processo de sucessão ecológica em áreas perturbadas, em especial na Mata Atlântica, devido sua grande degradação e especificidades dos ambientes, é importante para viabilizar projetos sustentáveis de restauração florestal (MIRANDA et al., 2015; SANTOS, 2014). De acordo com Amaral et al. (2009), as diferentes fases da sucessão ecológica são umas das mais importantes unidades de planejamento florestal.

4. RESULTADOS

Após a análise das características de um fragmento de Mata Atlântica é possível propor uma metodologia para avaliar o processo de restauração passiva. A escolha de um método que seja eficiente na coleta de dados em campo é de suma importância para o entendimento da estrutura da floresta.

Identificar os modelos naturais de restauração a partir dos núcleos formados de maneira espontânea por espécies arbóreas nativas pode ser considerado uma estratégia que contribui para o desenvolvimento regional sustentável e na elaboração de estratégias eficazes de gestão (BAYLÃO JUNIOR, 2010). A metodologia proposta por esse trabalho está resumida na Figura 7.

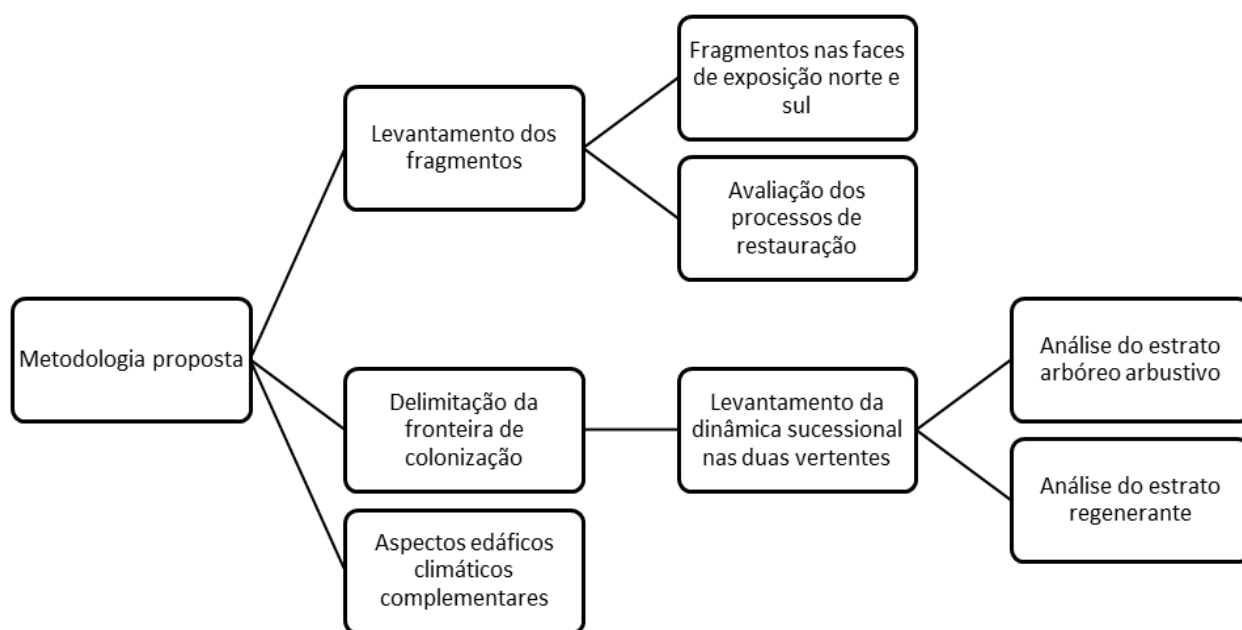


Figura 7: Esquema resumido da metodologia proposta no presente trabalho.

4.1 Levantamento e avaliação dos processos de restauração dos fragmentos em encostas norte e sul

Com o auxílio de imagens de satélites e uso do software ArcGis devem ser identificados fragmentos florestais que ocorrem em vertentes norte e sul. Depois de escolhidos os fragmentos, é necessário avaliar o nível de restauração em que eles se encontram para assim poder afirmar se eles estão em processo de expansão ou não. De acordo com Pillar (2003), a expansão da floresta é mais rápida em encostas sul.

A avaliação da restauração deve ser realizada em campo através de uma análise visual da área, observando fatores que indiquem se o fragmento está em processo de restauração ou em processo de degradação. Entre as características da área a serem observadas estão a presença de regeneração natural, diversidade de espécies, presença de espécies facilitadoras, divisão da floresta em diferentes estratos e a diversidade da regeneração natural em relação as

espécies arbóreas. Essa avaliação deve ser feita tanto nos fragmentos da vertente norte quanto os da vertente sul.

4.2 Delimitação da frente de colonização do fragmento

É na fronteira de colonização que ocorrem os processos de restauração passiva dos fragmentos florestais em expansão. Para demarcação dessa área de colonização deverá ser feita a análise visual delimitando uma faixa limitada pela mudança abrupta do fragmento com a pastagem.

As análises para definir a borda de fragmentos florestais foi proposta por Scarambone (1998), onde devem ser considerada a estrutura física da vegetação (menores alturas totais, menor diâmetro médio das espécies arbóreas e maior espaçamento entre os indivíduos de maior diâmetro). Além dos aspectos ressaltados por Scarambone (1998), outras características podem ajudar a distinguir a fronteira de colonização (ou borda) das partes mais internas e consolidadas do fragmento. Entre essas características, é possível observar no campo a diminuição da camada de serapilheira, ausência de sub bosque, presença de algumas espécies gramíneas, árvores mais ramificadas e tortuosas e diminuição da regeneração natural (Figura 8).

A caracterização vertical ou estratificação da floresta é comumente observada no campo, e essa diferenciação ocorre principalmente pela resposta à alteração da taxa de luminosidade (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

Primeiramente através da análise visual, será delimitado uma faixa, onde serão amostradas a vegetação arbórea e a regeneração anatural. Essa faixa deverá compreender a frente de colonização do fragmento e será limitada pela mudança abrupta do fragmento com a pastagem. É nessa fronteira que ocorre os processos colonização das espécies arbóreas sobre a área de pastagem, por isso a delimitação dessa faixa é importante para a análise da restauração passiva.



Figura 8: Ilustração da fronteira de colonização de fragmentos florestais

4.3 Levantamento da dinâmica sucessional das vertentes norte e sul do fragmento

Para avaliar a sucessão florestal, deve-se usar parcelas permanentes, e a obtenção de dados no campo pode ser feita em um período de 8 anos de acordo com Higuchi et al., (2006), que afirma que levantamentos florísticos em sequência de idade, permitem entender melhor a dinâmica da sucessão vegetal. Porém, podem ser usados intervalos de tempo menores como um período de 5 ou 3 anos. De acordo com Freitas e Magalhães (2012), o uso de parcelas permanentes para monitorar as mudanças de uma mesma comunidade é um recurso valioso para avançar no conhecimento da dinâmica de sucessão.

Devem ser alocadas unidades amostrais nas vertentes norte e sul, distribuídas sistematicamente ao longo da faixa da frente de colonização. Em Florestas Estacionais Semidecíduais são usadas parcelas de 10 x 10m (100 m²) para o levantamento do estrato arbustivo e arbóreo (FONSECA e RODRIGUES, 2000; PAULA et al., 2004). Segundo Durigan (2003), as parcelas de 10 x 10m² são as mais usadas no Brasil, mesmo considerando que as parcelas retangulares seja mais representativa.

Para o levantamento da regeneração natural podem ser usadas parcelas 1 x 1m (1m²) alocadas a 3 m de distância da borda da parcela usada para o levantamento do estrato arbóreo e arbustivo (TEIXEIRA et al., 2014). (Figura 9)

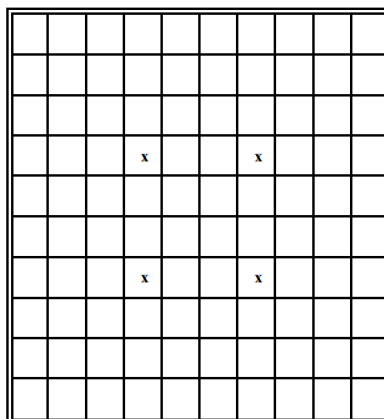


Figura 9: Esquema de localização das parcelas para amostragem da regeneração natural, distantes 3 m das bordas das parcelas de 100m². Fonte: Teixeira *et al.* (2014)

A suficiência amostral deve ser determinada através da curva do coletor que busca alcançar uma amostragem representativa, a partir do número de espécies inéditas acumuladas por área amostradas, até atingir a estabilização (ROPPA, 2009). Essa metodologia vem sendo utilizada para verificar a área de amostragem mínima (FREITAS e MAGALHÃES, 2012). Após a estabilização da curva o número de espécies novas será muito baixo por mais que aumente a quantidade de parcelas, acrescentando de grande esforço amostral para um pequeno aumento no número de espécies amostradas.

4.4 Análise do estrato arbóreo e arbustivo

Para a avaliação desse estrato, deve-se considerar todo indivíduo arbustivo-arbóreo vivo enraizado dentro das parcelas, alocadas na fronteira de colonização das duas vertentes e com pelo menos um dos caules (caso houvesse ramificação acima do solo) obedecendo ao critério mínimo de inclusão DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) ≥ 5 cm (DAM et al., 2010).

Todos os indivíduos que atenderem aos critérios de inclusão devem ser amostrados, plaqueteados e identificados a nível de espécie. Deve-se mensurar a altura total, altura da primeira ramificação, perímetro do tronco na altura do peito (DAP =1,30m a partir do solo) e o diâmetro e copa. No caso de tronco múltiplo o indivíduo será incluído quando pelo menos uma das ramificações obedece o critério de inclusão.

O índice de diversidade de Shannon (H') deve ser usado para obter uma estimativa de heterogeneidade florística da área estudada e Índice de Equabilidade de Pielou (J) para relacionar a distribuição de indivíduos amostrados com o número de espécies. Esses índices foram usados por Fonseca e Rodrigues (2000) em Floresta Estacionais Semidecíduais.

Os parâmetros fitossociológicos usados devem ser os de densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR) e frequências absoluta (FA) e relativa (FR), utilizados na composição dos valores de cobertura (VC) e importância (VI). Esses parâmetros também foram usados por Paula et al., (2004) e por Machado et al., (2004) para analisar da vegetação Floresta Estacional Semidecidual.

Densidade absoluta (DA) e relativa - é um parâmetro ecológico que revela a ocupação do espaço pelo indivíduo (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

$$DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100$$

Onde:

DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;

n_i = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem;

n = número total de indivíduos amostrados;

A = área total amostrada, em hectare;

DR_i = densidade relativa (%) da i-ésima espécie

Frequência absoluta (FA) e relativa (FR)- é um descritor do número de observações realizadas pelo pesquisador de seu objeto de estudo e é expressa normalmente em forma de porcentagem (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

$$FA_i = \left(\frac{u_i}{i_t} \right) \times 100$$

$$FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^P FA_i} \right) \times 100$$

Onde:

FA_i = frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

FR_i = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

u_i = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

u_t = número total de unidades amostrais;

P = número de espécies amostradas.

Dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR)- é o espaço que cada espécie ocupa no terreno (BARROS, 1980).

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A}$$

$$DoR_i = \frac{DoA}{DoT} \times 100$$

Onde:

DoA_i = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha;

AB_i = área basal da i-ésima espécie, em m², na área amostrada;

A = área amostrada, em hectare;

DoR_i = dominância relativa (%) da i-ésima espécie.

Valor de cobertura (VC) - permite estabelecer a estrutura dos táxons na comunidade e separar diferentes tipos de uma mesma formação, assim como relacionar a distribuição das espécies em função de gradientes abióticos (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

$$VC_i = DR_i + DoR_i ; VC_i(\%) = \frac{VC_i}{2}$$

Valor de Importância (VI) – é a combinação dos valores fitossociológicos relativos de cada espécie, com finalidade de atribuir um valor para as espécies dentro da comunidade vegetal a que pertencem (Matteucci & Colma, 1982)

$$VI_i = DR_i + DoR_i + FR_i ; VI_i(\%) = \frac{VI_i}{3}$$

Através de algumas combinações feitas por Lamprecht (1990), é possível interpretar os resultados dos valores de Densidade, Frequência e Dominância, onde:

Elevados valores Densidade, Frequência e Dominância - representam as espécies mais importantes, quando analisada apenas a estrutura da comunidade;

Densidade e Frequência elevadas - condição típica para as espécies de ocorrência horizontal regular;

Densidade elevada e baixa Frequência - fenômeno típico para espécies com certa aglomeração local;

Densidade e Dominância elevadas e baixa Frequência - indica espécies de grande porte;

Densidade elevada e baixos valores de Frequência e Dominância - indica a presença de espécies de povoamento auxiliar com tendência ao agrupamento;

Baixa Densidade e elevados valores de Frequência e Dominância - condição típica para árvores dominantes isoladas e em número reduzido, porém dispersas com certa regularidade por áreas relativamente grandes.

As espécies também devem ser separadas em grupos ecológicos de acordo com a classificação de Gandolfi et al.(1995), onde serão classificadas em pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias. E identificadas possíveis espécies facilitadoras, pois o conhecimento do grupo ecológico e das espécies facilitadoras presentes na região são capazes de determinar a consolidação do processo de restauração passiva da área.

O uso da colonização espontânea de espécies vegetais, como variável de amostragem do nível de reabilitação do ecossistema degradado, reflete o grau de acerto da reabilitação, pois as plantas só se estabelecem sucedendo-se umas às outras, em função das próprias

propriedades emergentes que elas mesmas geram no ecossistema: disponibilidade de água, luz, temperatura, matéria orgânica, radiação solar e construção do solo (VALCARCEL e SILVA, 2000).

4.5 Análise do estrato regenerante

Em cada parcela do estrato regenerante serão considerados como critério de inclusão, os indivíduos de hábito arbóreo e arbustivo com altura superior a 30 cm e diâmetro inferior a 5cm de DAP (1,30m do solo) (VASCONCELOS et al., 2001).

A altura pode ser medida com vara graduada em centímetros e os indivíduos devem ser classificados com o maior nível de detalhamento possível. A regeneração natural é um indicador direto da evolução de um sistema rumo à pretendida diversidade e sustentabilidade (CHADA et al., 2004), por isso a identificação das espécies é necessária para analisar o desenvolvimento da floresta.

A regeneração pode ser avaliada por meio da frequência, da densidade e das categorias de tamanho, sendo considerado que quanto maior for o indivíduo, maior também será sua possibilidade de permanecer na área (LONGHI et al., 2000). Caso o extrato regenerante não apresente diversidade de espécies e de grupos ecológicos, a expansão do fragmento e a manutenção da floresta ao longo do tempo podem ficar comprometidas.

Para cada vertente devem ser estimados os índices fitossociológicos da regeneração natural propostos por Felfili e Rezende (2003): densidade absoluta (DA) e relativa (DR), frequência absoluta (FA) e relativa (FR) e Valor de Importância da Regeneração Natural (VIRN).

$$VIRN = FR + DR$$

Onde:

VIRN = Valor de Importância da Regeneração Natural

FR = Frequência relativa

DR = Densidade relativa

A determinação da riqueza de espécies por área pode ser calculada através do Índice de Diversidade de Shannon (H') (MAGURRAN, 1995)

$$H' = -\sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{N}\right) \ln \left(\frac{N_i}{N}\right)$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon

N_i = Número de indivíduos da i -ésima espécie

N = Número total de indivíduos.

Além da análise quantitativa, também deve ser feita uma avaliação qualitativa para verificar aspectos como ataque de patógenos, tortuosidade e ramificações no fuste para saber a viabilidade das espécies da regeneração e quantificar melhor as chances de estabelecimento que elas possuem

4.6 Aspectos edafo-climáticos complementares

Para uma análise mais completa da frente de colonização do fragmento é indicado fazer um caminhamento pela borda nas duas vertentes para observar algumas características

como processos erosivos, pedregosidade, presença de musgos entre as pedras, entre outras características observadas no campo.

Esse levantamento irá mostrar as características de fatores abióticos na área, para complementar, quando possível deve-se também fazer para as vertentes norte e sul, análise de solo, radiação solar e precipitação. De acordo com Pillar (2003), as encostas orientadas para o norte recebem maior quantidade de radiação, recebendo os primeiros e os últimos raios solares do dia, aumentando as taxas de evapotranspiração e conseqüentemente diminuindo a capacidade dessas encostas reterem água. As superfícies orientadas para o sul permanecem sombreadas por mais tempo, apresentando maior deposição de orvalho e por isso são capazes de reter mais umidade.

5. CONCLUSÃO

Conhecer a dinâmica de colonização natural nas fronteiras de avanço dos fragmentos em restauração passiva permite avaliar as estratégias utilizadas pela própria natureza para desenvolver os processos de restauração florestal.

A fronteira de colonização é a região onde os principais processos da restauração passiva ocorrem, e também é a região que permite a expansão dos fragmentos através da sucessão natural e das espécies facilitadoras. Por isso torna-se tão importante os estudos nessa região.

Através da metodologia proposta por esse trabalho é possível avaliar a restauração passiva em vertentes norte e sul através das características da vegetação. Apesar da área de estudo ser um região específica essa metodologia pode ser aplicável para Mata Atlântica desde que as características dos fragmentos sejam semelhantes a do fragmento usado como modelo.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. 74 f. Dissertação (mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.
- AMARAL, M. V. F.; SOUZA, A.L., VICENTE, P. S.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; MARTINS, S. V.; FERNADES FILHO, E. I.; LANA, J. M. Avaliação e comparação de métodos de classificação de imagens de satélites para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. **R. Árvore**, Viçosa-MG , v.33, n.3, p.575-582, 2009.
- APPOLINÁRIO, V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GUILHERME, F. A. G. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.2, p.347-360, 2005.
- ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **IF Sér. Reg.**n. 44 p. 1-38 agosto 2011.
- BARBOZA, R.S. **Interceptação Vertical na Serra do Mar do Rio de Janeiro, Nova Friburgo - RJ** . 2004. 47 p . Monografia (Graduação) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

- BARROS, P. L. C. **Estudo das distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajós** 1980. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba
- BAYLÃO JUNIOR, H. F.; VALCARCEL, R.; ROPPA, C.; NETTESHEIM, F. C. Levantamento de Espécies Rústicas em Área de Pastagem e em Remanescente Florestal na Mata Atlântica, Pirai-RJ. **Floresta e Ambiente**. 18(1):50-59, 2011.
- BAYLÃO JUNIOR, H.F. **Análise da restauração florestal espontânea a partir dos efeitos de nucleação da *Guarea guidonia* (L.) Sleumer na vertente atlântica da Serra do Mar, Pirai, RJ – Brasil**. 2014. 95 f. Tese (Doutorado) – Programa de pós graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BAYLÃO JUNIOR, H.F. **Espécies com vocação para facilitar processos de restauração espontânea de ecossistemas perturbados na vertente atlântica da Serra do Mar, Pirai – RJ**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BOLLETO, A.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Fase1: Restauração Fundamentada no Plantio de árvores, sem critérios ecológicos para a escolha e combinação das espécies. IN: RODRIGUES, R. R.; BRNCALION, P. H. S.; ISERNHAGEM, I. organizadores. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 2. ed. São Paulo : LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009.Cap. 1, p. 15-17.
- BRNCALION, P. H. S.; ISERNHAGEM, i.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Fase 2: plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal. IN: RODRIGUES, R. R.; BRNCALION, P. H. S.; ISERNHAGEM, I. organizadores. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 2. ed. São Paulo : LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009.Cap. 1, p. 18-17.
- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **R. Árvore**, Viçosa-MG , v.28, n.6, p.801-809, 2004.
- DAN, M. L.; BRAGA, J. M. A.; NASCIMENTO, A.T. Estrutura da comunidade arbórea de fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia hidrográfica do rio São Domingos, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 61(4): 749-766. 2010.
- DANTAS, M.E. **Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro**. In: Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2001. 63p.
- DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: Cullen Junior L, Rudran R, Valladares - Pádua C, organizadores. **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: UFPR; Fundação Boticário de Proteção à Natureza; 2003.
- FARIAS, L.M. **Mapa de cobertura e ocupação do solo. Escala 1:70.000**. 2010. Monografia (graduação em geografia). PUC-RJ. Rio de Janeiro.
- FONSECA, C. B.; RODRIGUES, R. R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma Floresta Semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis** n. 57, p. 27-43, jun. 2000.
- FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecol. Bras.**, 11(4):493-502. 2007.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995**. São Paulo: 2002

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.; BEZARRA, C.L.F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos – SP. **Revista Brasileira de Botânica** 55:753-767. 1995.

GREGGIO, T.C.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.1, p.117-124, 2009.

HIGICHI, P.; REIS, M. G .F.; REIS, G. G.; PINHEIRO, A. L.; SILVA, C. T.; OLIVEIRA, C. H. R. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.893-904, 2006.

IBGE Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE. 1992

IBGE - Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. **Manuais Técnicos em Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2012.

ISERNHAGEN, I.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S. Fase4: Abandono da cópia de um modelo de floresta madura e foco na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela re-construção de uma floresta (fase atual). IN: RODRIGUES, R. R.; BRNCALION, P. H. S.; ISERNHAGEM, I. organizadores. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração floresta**L. 2. ed. São Paulo : LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009.Cap. 1, p 151-161.

JACQUES, P. D.; SHINZATO, E. CPRM – Serviço Geológico do Brasil / Uso e Cobertura do Solo. CPRM, Brasília. 2000.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con uno estudio de los climas de la Tierra**. México, Fondo de Cultura Económica, 1948, 488p.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. **Rossdorf**: República Federal da Alemanha: Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit; 1990

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: USP, 1986. 242p.

LONGHI, S.; ARAUJO, M.A.; KELLING, M.B.; HOPPE, J.M.; MÜLLER, I.; BORSO, G.A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Revista Ciência Florestal**; 10(2): 59-74. 2000

LUMBRERAS, J.F.; NAIME, U.J.; CARVALHO FILHO, A.; et al. Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 33. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.

MAGURRAN, A. E. 1995. Medindo a diversidade biológica. Tradução: Dana Moiana

- MIRANDA, C. C.; COUTO, W. H.; VALCARCEL, R.; FREITAS, A. F. N.; FRANCELINO, M. R. Avaliação das preferências ecológicas de *Clidemia urceolata* dc. em ecossistemas perturbado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.5, p.1135-1144, 2011.
- MAGALHÃES, L. M. Complexidade e o manejo de fragmentos de florestas secundárias. In : IEBC – PUC/PR - Curitiba – PR - 11, 12 e 13 de julho de 2005
- MARQUES, O.; TIENNE, L.; CORTINES, E.; VALCARCEL, R. Atributos ambientais definidores de presença de fragmentos florestais de Mata Atlântica em microbacias instáveis. **Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida**. Seropédica, RJ, EDUR, v. 24, n.2, Jul.-Dez., p. 145-150, 2004.
- MARTINS, K.; SANTOS, J. D.; GAIOTTO, F. A.; MORENO, M. A.; KAGEYAMA, P. Y. Estrutura genética populacional de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae – Caesalpinioideae) em fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.31, n.1, p.61-69, jan.-mar. 2008.
- MARTINS, S. V.; SILVA, N. V.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n.64, p.172-181, 2003.
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. Metodologia para el estudio de la vegetación. Washington: The General Secretarial of The Organization of American States; 1982. (Série Biología – monografia, n. 22). *Apud* FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e Parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no extrato arbóreo. *Floresta e Ambiente* 19(4):520-540. 2012.
- MELO, M. M. **Em que contexto de paisagem a restauração passiva é favorecida: evidências a partir da diversidade do banco de sementes**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ecologia e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Alfenas, Alfenas.
- METZGER, J. P.; SIMONETTI, C. Conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas do Planalto Atlântico de São Paulo. **Relatório técnico de pesquisa, FAPESP** processo n° 99/05123-4, anexo 1. 2003
- METZGER, J.P. 1999b. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 71: 445-463.
- MIRANDA, C. C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P. H. A.; MATEUS, F. A.; ROPPA, C.; FREITAS, A. F. N. Caracterização de núcleos espontâneos de *Clidemia urceolata* dc. em áreas perturbadas da Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 199-209, jan.-mar., 2015.
- NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZLLI, L.; MACHADO, E. L. M.; FILHO, A. T. O. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Bot. Bras.** 17(2): 213-229. 2003.
- PAULA, A.; SILVA, A. F.; MARCO JUNIOR, P.; SANTOS, F. A. M.; SOUZA, A. L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta bot. bras.** 18(3): 407-423. 2004

PILLAR, V. P. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V. (Org.) *Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*, p.209-216. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003.

PINTO, L.P.; HIROTA, M.; CALMON, M.; RODRIGUES, R. R.; ROCHA, R. Introdução IN: RODRIGUES, R. R.; BRNCALION, P. H. S.; ISERNHAGEM, I. organizadores. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 2. ed. São Paulo : LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009.Cap. 1, p. 10-12.

PIVELLO, V. R.; PETENON, D.; JESUS, F. M.; MEIRELLES, S. T.; VIDALL, M. M.; ALONSO, R. A. S.; FRANCO, G. A. D.C.; METZGER, J. P. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta bot. bras.* 20(4): 845-859. 2006.

PMP – PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAÍ. **Perfil econômico municipal – Breve histórico da organização social do município, recursos naturais e meio ambiente**. 2001. Disponível em: www.pirai.rj.gov.br. Acessado em: 10/11/2015.

POGGIANI, F. OLIVEIRA, R. E. Indicadores para conservação dos núcleos de vida silvestre. *Série Técnica IPEF* v. 12, n. 31, p. 45-52, abr., 1998.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R. E. Indicadores para conservação dos núcleos de vida silvestre. *Série técnica IPEF*. v. 12, n. 31, p. 45-52, abr., 1998.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina, E. Rodrigues, 328p.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica**. 3. ed.

RODRIGUES R.R.; BRANCALION P.H.S.; ISERNHAGEN I. 2009. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Instituto BioAtlântica, São Paulo. 256p.

RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D.A.; FILHO, A. T. O.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies Arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG , v.31, n.1, p.25-35, 2007.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ATTANASIO, C. M. Atividade de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. *Pesq. Flor. Bras.*, Colombo, n.55, p. 7-21, jul./dez. 2007a.

ROPPA, C. **Avaliação da Dinâmica de Restauração de Ecosistemas Perturbados da Mata Atlântica em uma Região de Exíguos Atributos Ambientais, Nova Iguaçu – RJ**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ROPPA, C.; VALCARCEL, R.; JUNIOR, H. F. B. Avaliação da regeneração em ecossistemas perturbados como indicador da restauração em ambientes com marcada estacionalidade, Nova Iguaçu (RJ). *Floresta*, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 257 - 268, abr./jun. 2012.

SANTOS, P. R. O. **Caracterização de núcleos de vegetação como subsídio à restauração passiva em pastagens abandonadas**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Botânica Tropical, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- SCARAMBONE, A. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. **Floresta e Ambiente**, Vol. 5, p. 160-170. 1998.
- SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, jan./abr. 2006.
- SER, Society for Ecological Restauration International. **The SER Internatinal primer on ecological restoration**. 2004. 14p. Disponível em: <http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp> Acesso em: 20 OUT. 2015.
- SOUZA, C. G.; ZANELLA, L.; BORÉM, R. A.T.; CARVALHO, L.M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 631-644, jul.-set., 2014.
- TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, vol. 37, núm. 2, 2012.
- TEIXEIRA, G. M.; FIGUEIREDO, P. H.; VALCARCEL, R.; AMORIM, T. A. Regeneração de floresta atlântica sob níveis diferenciados de perturbação antrópica: implicações para restauração. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 533-544, dez. 2014.
- VALCARCEL, R. Proposta de ação para o manejo de bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Floresta e Ambiente**. v. 2. n. 2, p. 129-131, 1995.
- VALCARCEL, R.; SILVA, Z. S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta**. v. 21, n. 1/2, p. 101 - 114, 2000.
- VASCONCELOS, J. R. G.; ALVARENGA, S. B.; GAMA, M. M. B.; SOARES, J. R. S. Tamanho de parcelas e suficiência amostral para estudo da regeneração natural em floresta de várzea na Amazônia. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 1-11, 2001.
- VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 113-118.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF** v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998.