



Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"

Programa Interunidades

unesp 

Mestrado

Engenharia Civil e Ambiental

Bióloga Karen Regina Castelli

***ANÁLISE COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL EM ÁREAS DEGRADADAS NO MUNICÍPIO DE
BOFETE/SP***

***Bauru
2014***



Bióloga Karen Regina Castelli

***ANÁLISE COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL EM ÁREAS DEGRADADAS NO MUNICÍPIO DE
BOFETE/SP***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, área de concentração Geotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Marco Silva

Bauru
2014



Castelli, Karen Regina.

Análise comparativa de técnicas de recuperação ambiental em áreas degradadas no município de Bofete/SP / Karen Regina Castelli, 2014
110 f.

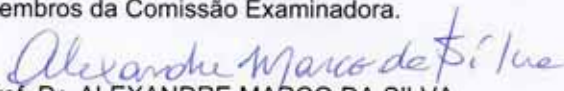
Orientador: Alexandre Marco Silva

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2014


1. Recuperação. 2. Área Degradada. 3. Qualidade Ambiental. 4. Recuperação em Silvicultura. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE KAREN REGINA CASTELLI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.

Aos 10 dias do mês de junho do ano de 2014, às 14:00 horas, no(a) Sala do Câmpus Experimental de Sorocaba, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. ALEXANDRE MARCO DA SILVA do(a) Coordenadoria de Curso / Unidade de Sorocaba, Prof. Dr. HENRY LESJAK MARTOS do(a) Coordenação de Engenharia Ambiental / Universidade de Sorocaba, Prof. Dr. JOSÉ MAURO SANTANA DA SILVA do(a) Departamento de Engenharia Florestal / Universidade Federal de Sao Carlos, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de KAREN REGINA CASTELLI, intitulada "ANÁLISE COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS DEGRADADAS NO MUNICÍPIO DE BOFETE/SP". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. ALEXANDRE MARCO DA SILVA


Prof. Dr. HENRY LESJAK MARTOS


Prof. Dr. JOSÉ MAURO SANTANA DA SILVA

À minha mãe Maria Castelli, por todas
as batalhas que enfrentamos para
chegar até aqui.

“Dizer que a vida física e mental do homem está ligada à natureza significa simplesmente que a natureza está ligada a si mesma, porque o homem dela é parte.”

Karl Marx

Agradecimentos

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação como pessoa e como profissional. Em primeiro lugar à minha família que sempre esteve ao meu lado, em especial à minha mãe e à minha irmã Alexandra, que são meu porto seguro. Ao meu irmão Marco por suas conversas e inspirações para uma vida ética, simples e dedicada. Aos meus primos, tios, cunhados, sogro, sogra e a minha querida *Nona* Angelina que me ajudam cotidianamente a me constituir como ser humano.

Ao Eduardo, meu companheiro, que está sempre me desafiando a crescer mais a cada dia, me incentivando a alçar novos voos e principalmente me dando a segurança da sua companhia e o aconchego do seu amor.

Agradeço à Eucatex por todo apoio para a construção dessa dissertação, seus colaboradores Alexandre, Fernanda, Marinho, Herton, Eduardo, Walmir, Lucia e todos que desde o princípio me incentivaram nessa jornada.

Ao professor Dr. Alexandre por sua paciência, dedicação e orientação desse trabalho, sempre me motivando a buscar mais, a conhecer mais e muitas vezes me dando novos ânimos para a construção desse projeto.

À Mariana por todos os dias de campo, por sua dedicação e organização essenciais nessa construção.

À UNESP Sorocaba por disponibilizar os equipamentos, bibliotecas e toda estrutura para os experimentos e bom andamento da dissertação, principalmente ao laboratório NATEL onde parte das análises foi desenvolvida.

Meus sinceros agradecimentos aos membros da banca de qualificação e defesa, Dra. Ana Adelina Afonso, Dr. Henry Lesjak Martos e Dr. José Mauro Santana da Silva por todas as orientações, as quais foram importantes para a construção final do trabalho.

Ao Rafael Acioli pelos dias que esteve comigo no campo quando ninguém mais poderia.

À Maria Lúisa por acreditar desde o início na minha capacidade, pelas horas intermináveis na ajuda com inglês e pelas conversas agradáveis e principalmente incentivadoras.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Mestrado.

Enfim, a todos os amigos e amigas que passaram pela minha vida.

Resumo

As áreas usadas para plantio de espécies florestais comerciais que foram submetidas às atividades de recuperação ambiental ainda constitui um cenário raro no Brasil e muito pouco se sabe em termos de indicadores ecológicos destas áreas após o início do processo de recuperação, especialmente sobre os aspectos florísticos, edáficos e climatológicos. Dessa forma, compararam-se indicadores ecológicos em três áreas submetidas a diferentes métodos de recuperação ambiental (transposição de solo (TS), poleiros artificiais (POL) e bosque abandonado de eucalipto (EUC)) e uma área com vegetação nativa utilizada como referência (REF). As quatro áreas localizam-se numa propriedade rural no município de Bofete-SP. Em cada área levantou-se informações sobre os atributos fitossociológicos, edáficos e microclimáticos. O solo é de textura arenosa e com inexpressiva variação na composição granulométrica e grau de compactação entre as áreas de estudo. Os parâmetros químicos indicaram fertilidade significativamente baixa nas áreas POL e REF, sendo o solo da área EUC, o mais fértil. Foram identificadas 50 espécies arbóreas, sendo 29 espécies na área REF, 28 na área EUC, 8 na TS e 7 na POL. Apenas uma espécie foi comum a todas as áreas de estudo (*Siparuna guianensis*). O índice de Shannon variou em 1,05 (REF), 1,17(EUC), 0,65 (TS) e 0,58 (POL). O índice de Jaccard foi maior que 50% apenas na comparação entre as áreas REF e EUC, demonstrando baixa similaridade entre a composição florística das áreas. Observou-se que as áreas onde os valores de incidência luminosa e velocidade do vento foram maiores (POL e TS), exibiram menor diversidade florística, sendo essa composta apenas por espécies de estágios iniciais de regeneração. Os métodos de recuperação TS e POL não evidenciaram até o momento, eficiência na recuperação das áreas degradadas. A ação mais promissora seria manter o bosque com eucaliptos vivos, eliminando-os seletivamente, mantendo o sub-bosque em contínuo crescimento.

Palavras-chave: Recuperação, Área Degradada, Qualidade Ambiental, Recuperação em Silvicultura.

Abstract

Title: Comparative analysis of the environmental recovery techniques in degraded areas in the city of Bofete/SP

Areas used for cultivation of commercial forest plant species subjected to environmental recovery activities have constituted a rare scenario not yet well established in Brazil. Little information is provided in terms of ecological indicators where the recovery process has started in such areas, specially about the floristic, edaphic and climatologic features. In this study, the ecological indicators have been compared in areas where has been applied three methods of environmental restoration (soil transposition (ST), artificial perches (PER), and areas with abandoned eucalypts woodland (EUC)), and an additional reference area with native vegetation (REF). The four areas are located in a rural one in Bofete, state of São Paulo, Brazil. The data regarding phytosociological, edaphic and microclimatic attributes have been surveyed. The soil is sandy-textured with an inexpressive spatial variation of the particle-size distribution and degree of compaction on the soil. The chemical attributes have indicated fertility significantly low in the PER and REF, and the soil of the EUC plot has been the most fertile. It has been identified 52 plant species, with 29 species in REF area, 28 in EUC, 8, in ST and 7, in the PER parcels. Only one species has been common in all study areas (*Siparuna guianensis*). The Shannon index values are: 1.05 (REF), 1.17 (EUC), 0.65 (ST) and 0.58 (PER). The Jaccard index was higher than 50% between REF and EUC areas, evidencing low similarity among the floristic composition of such areas. It has been observed where the light incidence and wind velocity values were higher (PER e ST), the floristic diversity were smaller. The set of species has been mostly composed of species of initial stages of ecosystem regeneration. Up to now, the recovery methods ST and PER have evidenced low effectiveness in recovering the degraded areas. The most promising action might be to keep the eucalypts woodland alive, selectively pruning them and keeping the wood and herbaceous understory in continuous growth.

Key-words: Recovery, Degraded Areas, Environmental Quality, Forestry Recovery.

Índice de Figuras

Figura 3-1 Ilustração da contextualização dos temas Restauração, Recuperação e Reabilitação Adaptado Bitar e Braga (1995).	4
Figura 3-2 Desenvolvimento sucessional da vegetação com diferentes formas de recuperação. Extraído de Corbin e Holl (2012).....	11
Figura 3-3 Hierarquia das relações de qualidade do solo para a sustentabilidade agrícola (KARLEN; DITZLER; ANDREWS, 2003).....	14
Figura 3-4. Diagrama triangular para a classificação textural do solo. Fonte: U.S Departamento of Agriculture(1993)	17
Figura 4-1 Localização, no Estado de São Paulo, do município onde se está situada a propriedade Sta. Terezinha. Fonte: Eucatex (2011).....	25
Figura 4-2. Diagrama ombrotérmico do município de Bofete. Dados do CEPAGRI UNICAMP, SP. (normais climatológicas entre 1961 à 1990)	26
Figura 4-3 Detalhe da localização geomorfológica/relevo da região onde se encontra a Fazenda Santa Terezinha em São Paulo. Fonte: Eucatex (2011).	27
Figura 4-4. Modelo de Elevação Digital da Fazenda Santa Terezinha, elaborado a partir de um arquivo digital, disponibilizado pela Eucatex (2011), utilizando o Software Arcgis versão 10.1.....	28
Figura 4-5 UGRHIs de São Paulo, a propriedade está inserida na UGRHI do Tietê-Sorocaba (10) (Ministério do Meio Ambiente – MMA). Fonte: Eucatex (2011).	29
Figura 4-6. Localização da Fazenda Santa Terezinha no mapa de Biomas do Instituto Florestal de São Paulo. Fonte: Eucatex (2011).....	30
Figura 4-7. Mapa da vegetação do Município de Bofete. Fonte: KRONKA et al., 2005.	31
Figura 4-8. Mapa pedológico da fazenda Santa Terezinha atualização 2010 – EUCATEX, 2010.	32
Figura 4-9. Área da fazenda e os respectivos locais de interesse para o estudo. Em cima à esquerda Transposição de solo (vermelho), à direita Poleiro (azul), em baixo à esquerda Eucalipto abandonado para regeneração (preto) e à direita área Referência (Laranja). Abaixo de cada imagem consta a coordenada do ponto onde foi obtida a informação (sistema de coordenadas UTM, zona 22K, sistema SAD69).Fonte: Eucatex (2011)	34

Figura 4-10. Uso e ocupação do solo no raio de 1 Km da parcela de poleiro elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).....	36
Figura 4-11. Uso e ocupação do solo no entorno de 1Km de raio da transposição de solo elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).	38
Figura 4-12. Uso e ocupação do solo no entorno da parcela Abandono elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).....	40
Figura 4-13. Uso e ocupação de solo no entorno da parcela de referência-mata elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).....	42
Figura 6-1. Gráfico da dispersão entre altura (m) x DAP (cm) nas áreas de estudo.....	49
Figura 6-2. Disposição dos indivíduos nas parcelas do abandono (parcela quadrada de 10 m de lado).	59
Figura 6-3. Disposição dos indivíduos nas parcelas da área referência (parcela quadrada de 10 m de lado).	60
Figura 6-4. Disposição dos indivíduos nas parcelas do poleiro (parcela quadrada de 10 m de lado). Foi plotado um eucalipto morto fora da parcela para avaliar seu efeito sobre vegetação no interior da parcela.....	61
Figura 6-5. Disposição dos indivíduos nas parcelas da Transposição de solo (parcela quadrada de 10 m de lado).	62
Figura 6-6. Densidade do solo ao longo das coletas. Valores em g/cm ³	63
Figura 6-7. Gráfico da variação granulométrica.	65
Figura 6-8. Teor de umidade no solo. Valor em % de umidade do solo.	68
Figura 6-9. Serapilheira acumulada (t/ha). Tratamentos com letras iguais não são estatisticamente diferentes, enquanto que letras diferentes são significativamente diferentes (P=5%) segundo o teste de Kruskal Wallis.	73
Figura 6-10. Variação do aspecto e da composição da serapilheira acumulada. A-Transposição de solo. B-Eucalipto abandonado. C-Referência. D-Poleiro.....	74
Figura 6-11 Valores de temperatura em (°C) de junho de 2012 a maio de 2013.....	75

Figura 6-12. Valores de velocidade do vento obtidos (m/s) de junho de 2012 a maio de 2013	75
Figura 6-13. Valores de umidade relativa do ar (%) de junho de 2012 a maio de 2013.....	76
Figura 6-14. Valores de incidência luminosa (lux x10) de junho de 2012 a maio de 2013.	76
Figura 6-15. Dendograma de análise multivariada dos caracteres fitossociológicos, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.	78
Figura 6-16. Dendograma de análise multivariada dos caracteres microclimáticos, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.	79
Figura 6-17. Dendograma de análise multivariada efetuada exclusivamente com os atributos do solo, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.	80
Figura 6-18. Dendograma de análise multivariada dos caracteres do solo junto com dados de vegetação, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.	81
Figura 6-19. Dendograma de análise multivariada de todos os dados obtidos, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.	82

Índice de Tabelas

Tabela 3-1 Comparação entre linhas de pensamento das metodologias de recuperação de áreas degradadas: metodologia tradicional versus técnicas nucleadoras	8
Tabela 4-1. Classes de uso de solo no entorno da parcela do poleiro	35
Tabela 4-2. Classes de uso de solo no entorno da parcela transposição.....	37
Tabela 4-3 Classes de uso de solo no entorno da parcela Abandono	39
Tabela 4-4. Classes de uso de solo no entorno da parcela de referência	41
Tabela 6-1. Biomassa das áreas de recuperação e controle. Para cada variável, mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%), segundo teste de Kruskal Wallis. CV% - Coeficiente de Variação.	48
Tabela 6-2 Porcentagem de distribuição Diamétrica dos indivíduos.	49
Tabela 6-3. Distribuição das espécies arbóreas por área de estudo.	50
Tabela 6-4. Distribuição das espécies por parcelas e relação quanto a grupo ecológico, Síndrome de Dispersão e origem da espécie. Área Amostral: A- Abandono, R- Referência, T- Transposição de solo, P-Poleiro; GE – Grupo Ecológico: P- Pioneiras, SI- Secundária inicial; ST- Secundária Tardia; C- Climax; SC- Sem Classificação; SD- Síndrome de Dispersão (PIJL, 1982): B- Biótica; A- Abiótica; O- Origem: N-Nativa e E- Exótica. (Continua)	52
Tabela 6-5. Análise comparativa de estudos realizados em área abandonadas com <i>Eucalyptus</i> sp.....	56
Tabela 6-6. Tabela de valores de similaridade por índice de Jaccard.	58
Tabela 6-7 Porosidade do solo (dados em %). Mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%).	64
Tabela 6-8. Constituição granulométrica e valores médios de densidade de partículas dos solos das áreas de estudo.	65
Tabela 6-9. Valores médios de pH. Mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa, letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%).....	67

Tabela 6-10. Média da condutividade elétrica. Mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas ($P = 5\%$).68

Tabela 6-11. Propriedades químicas do solo. Parâmetros com a mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas ($P = 5\%$). Área Amostral: A- Abandono; R- Referência; T- Transposição de solo; P- Poleiro.70

Tabela 6-12. Tabela comparativa dos parâmetros químicos encontrados em diferentes trabalhos de recuperação.71

Tabela 6-13. Valores médios de MOS. Tratamentos com letras iguais não são estatisticamente diferentes, enquanto que letras diferentes são significativamente diferentes ($P=5\%$) segundo o teste de Kruskal Wallis.72

Tabela 6-14. Valores médios de variáveis climáticas reportados entre junho/2012 à maio de 2013. Tratamentos com letras iguais não são estatisticamente diferentes, enquanto que letras diferentes são significativamente diferentes ($p=5\%$) segundo o teste de Kruskal Wallis.77

Sumário

Resumo	viii
Abstract	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Tabelas	xiii
Sumário	xv
1 INTRODUÇÃO E HIPÓTESE	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Recuperação, Restauração e Reabilitação ambiental.	4
3.2 Técnicas e abordagens de recuperação, restauração e reabilitação de ambientes degradados.	6
3.2.1 Plantio de mudas nativas	8
3.2.2 Técnicas nucleadoras.	10
3.2.3 Abandono de eucalipto para regeneração.....	12
3.3 Solo – Conceito e indicadores de qualidade.....	13
3.3.1 Indicadores químicos de qualidade do solo.....	15
3.3.2 Indicadores físicos de qualidade do solo.....	15
3.4 Microclima.	19
3.5 Biodiversidade.....	21
3.6 Recuperação Ambiental em áreas de silvicultura.	23
4 ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO E BREVE HISTÓRICO.....	25
4.1 Localização	25
4.2 Caracterização ambiental.....	26
4.3 Descrição sobre as áreas objeto do estudo.....	33
4.3.1 Poleiro.....	35
4.3.2 Transposição	37
4.3.3 Abandono.....	39
4.3.4 Área referência – Mata.....	41
5 PROCEDIMENTOS DE CAMPO E LABORATÓRIO.....	43
5.1 Florística e fitossociologia.	43
5.2 Variáveis dos Solos.....	44

5.3	Serapilheira acumulada.....	45
5.4	Variáveis microclimatológicas.....	46
5.5	Análise dos dados.	46
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
6.1	Florística e Fitossociologia	48
6.2	Solos.	63
6.2.1	Parâmetros físicos e físico-químicos.	63
6.2.2	Variáveis Químicas	69
6.2.3	Matéria Orgânica no Solo (MOS):	72
6.3	Serapilheira acumulada.....	72
6.4	Variáveis microclimatológicas.....	74
6.5	Análise multivariada de dados.....	78
6.6	Análise integrada dos dados	82
7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1 INTRODUÇÃO E HIPÓTESE

Com o avanço das atividades humanas dentro das áreas florestadas e ainda com o endurecimento da legislação ambiental, torna-se cada vez mais necessário o emprego de mecanismos e técnicas para recuperação de áreas degradadas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

O método clássico de recuperação, baseado no plantio de mudas, o qual é demasiadamente custoso e muitas vezes ineficiente, pois não possui a concepção dos processos ecológicos, sendo que se desenvolveu segundo modelos baseados em experiências com plantações agrícolas e silviculturais.

Estes modelos se baseiam na ideia de produção e na visão de que a floresta deve ser limpa e organizada, refletindo a visão de plantios comerciais e visando proteger as árvores plantadas no sentido de que crescessem o suficiente para formar uma nova floresta da forma como foi plantada. Isto significa não permitir o processo de “mato-competição” (BECHARA, 2006).

Com isso novos métodos vêm sendo estudados, dentre eles os métodos de recuperação em núcleos de restauração ecológica. Esses métodos estão entre as melhores formas de propiciar a restauração ambiental, pois se encontra no incremento das interações interespecíficas, envolvendo interações planta/plantas, plantas/microorganismos, plantas/animais, níveis de predação e associações e os processos reprodutivos das plantas de polinização e dispersão de sementes (REIS; KAGEYAMA, 2003).

Produtos do final da sucessão tendem a ser sistemas maduros, mais complexos, com maiores teores de Matéria Orgânica do Solo (MOS), maior diversidade de espécies, maior diversidade bioquímica e melhor conservação de nutrientes (PÉREZ-ESPAÑA; ARREGUÍN-SÁNCHEZ, 1999).

O avanço no estudo desses métodos culminou na publicação de nova legislação ambiental de recuperação no estado de São Paulo a SMA 32/2014 prevê a utilização dos métodos nucleadores para a recuperação de áreas degradadas no estado (SÃO PAULO, 2014).

Porém essas técnicas alternativas de recuperação ambiental ainda são muitas vezes implantadas sem o devido rigor operacional, o que pode causar o insucesso do método.

A qualidade do solo é um fator fundamental para o sucesso de um método de recuperação ambiental, uma vez que um solo pobre em nutrientes pode prejudicar o crescimento e a manutenção da vegetação local, dessa forma a qualidade do solo está ligada a capacidade desse funcionar dentro dos limites ecossistêmicos, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade ambiental e promovendo a saúde das plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994; KARLEN; DITZLER; ANDREWS 2003).

Neste trabalho parte-se da hipótese de que o método de intervenção ambiental empregado em áreas anteriormente usadas para silvicultura possui influência na capacidade de restauração dos serviços ecossistêmicos do fragmento florestal.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência de três métodos de recuperação de áreas degradadas, implantados em áreas anteriormente usadas para exploração florestal, comparando com uma área referência, que representa uma condição pré-distúrbio.

2.2 Objetivos específicos

Comparar os atributos físico-químicos do solo nas áreas onde houve recuperação e na área referência, de forma a avaliar se há relação entre a qualidade do solo e a qualidade de regeneração da área.

Comparar a taxa de regeneração florestal das áreas estudadas.

Comparar a similaridade de indicadores de biodiversidade e de atributos do solo nas áreas consideradas no estudo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Recuperação, Restauração e Reabilitação ambiental.

Para efeito de contextualização dos termos, reabilitação, restauração e recuperação, a sociedade de restauração florestal em seus Princípios (SER, 2004) e a NBR 13030 (ABNT, 1999) aplica algumas definições apresentadas a seguir e ilustradas na Figura 3-1.

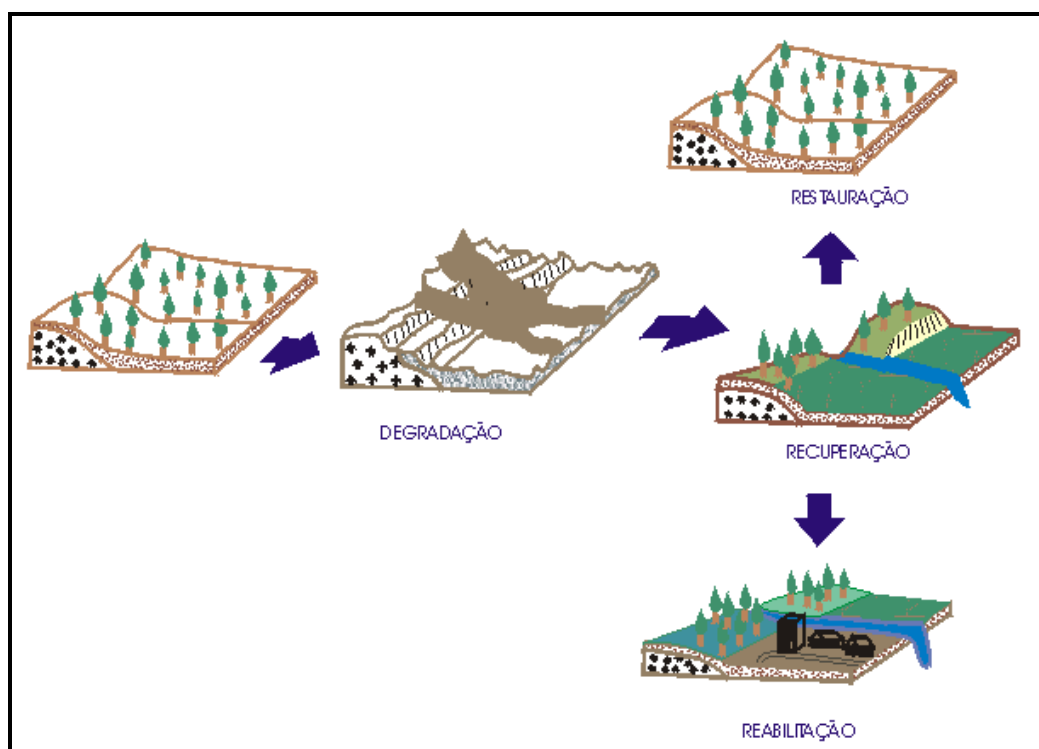


Figura 3-1 Ilustração da contextualização dos termos Restauração, Recuperação e Reabilitação Adaptado Bitar e Braga (1995).

Reabilitação: conjunto de procedimentos através dos quais se propicia o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando adequação ao uso futuro.

Recuperação: conjunto de procedimentos através dos quais é feita a recomposição da área degradada para o estabelecimento da função original do ecossistema. Definido também por Corbin e Holl (2012) como dar assistência a uma degradação, dano ou ecossistema destruído e fazer com que a diversidade ecossistêmica retorne o mais próximo de uma condição pré-distúrbio.

No que tange a restauração florestal é conceituada pela Resolução SMA 32/2014 (São Paulo, 2014) como intervenção humana intencional em

ecossistemas degradados ou alterados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica.

A recuperação de áreas degradadas tem o intuito de dar condições de recuperação às áreas e minimizar a extinção das espécies, uma vez que o aumento da fragmentação florestal maximiza o risco de extinção (MARTINEZ-GARZA; HOWE, 2003).

Restauração: conjunto de procedimentos através dos quais é feita a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada.

O antigo conceito de restauração, como sendo o retorno do relógio ecológico, a fim de voltar um ecossistema ao seu estado primitivo, tem sido modificado (JANZEN, 1988; WILSON, 1996).

A restauração de ecossistemas degradados deve visar o restabelecimento de processos ecológicos tais como ciclagem de nutrientes e fluxo gênico (considerado como funções do ecossistema) e o aumento na diversidade de organismos (estrutura) a partir da aceleração da sucessão secundária, conferindo a esses sistemas implantados uma maior estabilidade. Produtos do final da sucessão tendem a serem sistemas maduros, mais complexos, com maiores teores de Matéria Orgânica do Solo (MOS), maior diversidade de espécies, maior diversidade bioquímica e melhor conservação de nutrientes (PÉREZ-ESPAÑA; ARREGUÍN-SÁNCHEZ, 1999).

Dessa forma os principais objetivos da restauração são: facilitar, acelerar e direcionar os processos sucessionais naturais, aumentar a produtividade biológica, reduzir o processo de erosão do solo, aumentar a fertilidade e o controle biótico sobre os fluxos biogeoquímicos do ecossistema (PARROTA, 1993).

A recuperação ambiental vem enfatizando a recomposição da diversidade de espécies e a sustentabilidade dos ecossistemas recuperados. Um dos objetivos das técnicas de recuperação florestal é o aproveitamento do potencial de resiliência das áreas a serem recuperadas e da máxima quantidade e diversidade de material vegetal disponível (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010).

Segundo Gunderson (2000) resiliência, num sistema ecológico, é a quantidade de perturbação que um sistema pode absorver sem mudar sua estabilidade dominante.

Recentemente, a atenção tem sido salientada na importância de reconhecer quando os sistemas ecológicos são susceptíveis de se recuperar por processos autogênicos *versus* quando eles requerem esforços de restauração ativo.

Isto envolve a identificação dos limiares de restauração, que são essencialmente as barreiras que impedem a recuperação de sistemas degradados. Essas barreiras podem resultar de fatores bióticos ou fatores abióticos (HOBBS; CRAMER, 2008).

A escolha do modelo mais adequado de recuperação depende de uma série de fatores, como informações sobre as condições ecológicas da área, estado de degradação, aspectos da paisagem regional, disponibilidade de mudas e sementes, nível de conhecimento ecológico e silvicultural das espécies a serem utilizadas. Além dos fatores econômicos e sociais para a definição do modelo mais adequado (MARTINS, 2007).

Para efeito dessa pesquisa será adotado o termo recuperação, por se tratar de estudos de metodologias que visam o restabelecimento dos processos ecológicos originais das áreas, mesmo entendendo que o termo restauração, vem sofrendo modificações e poderá em um futuro breve ser conceitualmente igual ao termo recuperação.

3.2 Técnicas e abordagens de recuperação, restauração e reabilitação de ambientes degradados.

As atividades de recuperação tem como base a aplicação de métodos e procedimentos organizados. Essas atividades remontam tempos distantes onde buscavam reverter quadros de degradação em atividades diretas, como controle de erosão e recuperação do solo (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

Há algumas décadas tem-se intensificado a realização de estudos de recuperação visando o retorno dos processos ecológicos em ambientes degradados. Esses estudos buscam a reconstrução da dinâmica das formações naturais e reconstrução das complexas interações entre as comunidades, alterando assim a visão de recuperação como sendo apenas a introdução de espécies arbóreas em uma determinada área (RODRIGUES, 2004).

As metodologias de recuperação tratam a recuperação de forma diferenciada. É importante saber qual resultado e o prazo para alcançá-lo ao decidir qual técnica de recuperação será implantada. Na Tabela 3-1, Bechara (2006), compara as diferentes visões com relação às metodologias tradicionais (plantio) e as técnicas nucleadoras.

Concentrar os estudos nos processos ecológicos é muito mais importante do que tentar identificar a espécie ou o método perfeito de restauração. Mais do que uma seleção da melhor espécie, do melhor método ou do melhor manejo, temos que conseguir dispor de um grande “menu” de opções que poderão ser distintamente adotadas, manipuladas e consorciadas de acordo com as especificidades locais da área degradada, buscando sempre a formação de comunidades e ecossistemas restaurados que sejam biodiversos e que se auto-perpetuem (GANDOLFI; RODRIGUES, 2013).

Atualmente, é possível realizar plantio de muitas espécies, mas a transição de simples plantações a uma comunidade florestal para envolver e se autosustentar, de acordo com o modelo de sucessão natural, é ainda um raro evento (SCHIRONE, 2011).

Tabela 3-1 Comparação entre linhas de pensamento das metodologias de recuperação de áreas degradadas: metodologia tradicional versus técnicas nucleadoras

<i>Sistema de Recuperação</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Nucleação</i>
Visão	Dendrológica (espécies arbóreas)	Ecológica (todas formas de vida)
Objetivo	Altura, área basal (biomassa).	Interações interespecíficas (polinização, dispersão, predação).
Níveis Tróficos Trabalhados	Produtores	Produtores, consumidores, decompositores.
Mecanismos	Técnicas silviculturais, plantações.	Técnicas nucleadoras, sucessão natural.
Dinâmica da comunidade	Baixa (populações longevas)	Alta (populações efêmeras e longevas)
Aspecto inicial	Regular, “limpo”, fácil de andar.	Irregular, “sujo” difícil de andar.
Resultado a longo prazo	Bosque, dossel contínuo.	Mosaico florestal, dossel descontínuo.
Compromisso	Revegetação, aparência, legislação.	Conservação, fluxos gênicos, futuras gerações.

Fonte: Bechara (2006) – adaptado.

3.2.1 Plantio de mudas nativas

Embora neste projeto não houve avaliação de áreas onde houve recuperação por meio de plantio de mudas, esse método constitui a principal técnica de recuperação de áreas degradadas usada atualmente e prevista em

vários locais da atual legislação ambiental brasileira, sendo portanto importante tecer uma breve explanação sobre tal técnica.

O plantio de mudas nativas avançou a partir dos conceitos de sucessão ecológica e dos denominados grupos ecológicos, dividindo-se as espécies arbóreas em grupos de espécies com comportamento semelhante (MARTINS, 2007).

O entendimento de que a sucessão ecológica é a que permite que as diferentes espécies regenerem-se no ambiente natural, permitiu o delineamento dos modelos de regeneração artificial das espécies nas plantações (MARTINS, 2007).

Embora haja diferentes modelos usados na composição, disposição e espaçamento de espécies florestais nativas, o uso de modelos com plantio de mudas é ainda muito oneroso, tornando-se muitas vezes inviável aos pequenos e médios proprietários.

Exemplificando, os valores de plantio de mudas nativas para recuperação ambiental variavam segundo a bibliografia entre R\$6.547,20/ha (JOLY; SPIGOLON; LIEBERG, 1995) e R\$3.300,00/ha (KAGEYAMA; GANDARA, 2000), Engel e Parota (2001) descrevem valores entre R\$ 2.640,00/ha à R\$5.500,00/ha para o plantio sem contar valores de tratamentos culturais posteriores. Bechara (2006) estimou um valor de R\$ 3.850,00/ha para implantação de técnicas nucleadoras diversas, contabilizando todos cuidados necessários posteriormente. (todos os valores foram convertidos em reais utilizando a cotação do dólar de 07/04/2014 em R\$2,20).

Contudo, mesmo com o avanço nas técnicas de recuperação ambiental por meio do plantio, a verdade é que, no Brasil, a avaliação do êxito de plantios de recuperação com espécies nativas tem demonstrado que são muito raros os exemplos bem sucedidos, enquanto inúmeros são os insucessos (DURIGAN et al., 2004).

Mais de 200 anos de prática de reflorestamento podem demonstrar que a recuperação florestal leva um longo tempo, frequentemente com resultados insatisfatórios (SCHIRONE; SALIS; VESSELLA, 2011).

Apesar de inúmeros relatos de insucesso quando bem feito os plantios para recuperação ambiental podem ter um rápido rendimento e produzir benefícios previsíveis, incluindo cobertura de dossel, complexidade estrutural, aumento da

riqueza e composição biótica aproximados a uma floresta sem distúrbio (RODRIGUES et al., 2009)

3.2.2 Técnicas nucleadoras.

A teoria clássica de Yarranton e Morrison (1974) apresenta o processo de nucleação por descrever a dinâmica espacial de sucessão primária (a formação de áreas naturais), em dunas canadenses, baseando-se no fato de que a vegetação remanescente em uma área degradada atua como núcleos de dispersão de sementes. A nucleação pode atuar em todos os níveis de diversidade nos processos sucessionais envolvendo solo, produtores consumidores e decompositores (REIS et al. 2003).

Porém há hipóteses que afirmam que locais apresentando intermediário nível de distúrbio são mais apropriados para a aplicação de núcleos. Diversas pesquisas sugerem que a chuva de sementes de espécies de florestas tropicais e temperadas é muito menor em áreas de agricultura e cai drasticamente mesmo em curtas distâncias da borda de áreas florestadas (CORBIN; HOLL, 2012).

3.2.2.1 Transposição de solo

A função básica desta técnica é a introdução de espécies herbáceo-arbustivas pioneiras que se desenvolvem e proliferam-se em núcleos, atraindo a fauna (herbívoros, polinizadores e dispersores de sementes), bem como preparando o ambiente para os seres subsequentes, já que estas espécies entram em senescência precocemente e cumprem seu papel de facilitadoras (TRES; REIS, 2009).

Esta técnica baseia-se na formação de áreas nucleares onde são implantadas espécies-chave que irradiarão para o restante da área. Uma vez estabelecidos, estes indivíduos podem representar centros de dispersão de propágulos necessários para a ocupação do restante do terreno. Se assim realizado, o processo simplifica-se, pois considera-se que os centros de alta diversidade propiciem o reinício de um processo sucessional para toda a área, restabelecendo a resiliência local (REIS; NAKANO; ZAMBONIM, 1999). A aplicação de técnicas nucleadoras acelera os processos de sucessão natural e mantém as características ecológicas da área (CORBIN; HOLL, 2012), a Figura

3-2 mostra a evolução sucessional da vegetação com aplicação de métodos nucleadores.

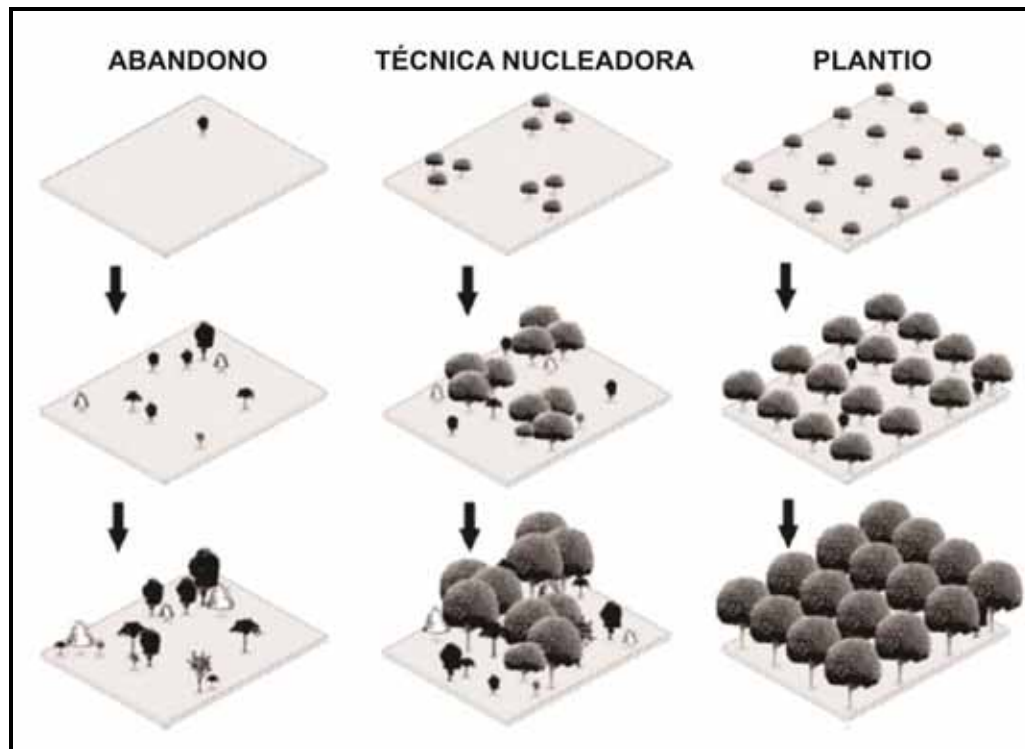


Figura 3-2 Desenvolvimento sucessional da vegetação com diferentes formas de recuperação. Extraído de Corbin e Holl (2012).

Reis et al. (2003) sugerem transpor solos sob distintos estádios sucessionais. Quando o “novo” banco de sementes é disposto na área degradada, grande parte das sementes das espécies pioneiras, que originalmente estavam enterradas no solo, ficam na superfície e tendem a germinar, uma vez que, em geral, estas sementes são fotoblásticas positivas.

As sementes que após a transposição continuarem enterradas e não germinarem, comporão o novo banco de sementes na área degradada. Esta ação é parte integrante de um programa de resgate da biota, pois representa uma forma eficiente de garantir a sobrevivência de muitas populações de micro, meso e macrorganismos que vivem no solo.

Esses núcleos de diversidade são alternativas eficientes para proporcionar uma maior resiliência na sucessão das áreas degradadas, e podem servir como trampolins ecológicos distribuídos na paisagem, potencializando o fluxo gênico dos organismos entre habitats e, conseqüentemente, aumentando a conectividade da paisagem. (REIS; TRES; SCARIOT, 2007).

3.2.2.2 Poleiros artificiais

Aves e morcegos são os animais mais efetivos na dispersão de sementes, principalmente quando se trata de transporte entre fragmentos de vegetação. Propiciar ambientes para que estes animais possam pousar, constitui uma das formas mais eficientes para aumentar o aporte de sementes em áreas degradadas (REIS et al. 2003). Holl (1999) considera as baixas taxas de chegada de sementes como o principal fator limitante da regeneração de áreas degradadas, problema que pode ser diminuído na implantação desse método.

Melo (1997) relata a maior deposição de sementes sob poleiros artificiais e do efeito da distância da fonte de sementes sobre a sua dispersão, comprovando que a dispersão de sementes foi mais afetada pela disponibilidade de poleiros do que pela distância da fonte de sementes.

No entanto este método apresenta algumas desvantagens, dentre as quais podemos citar: lenta cobertura do local pela vegetação, necessidade de uma fonte de sementes próxima e necessidade da presença de dispersores de sementes no local (MELO, 1997).

3.2.3 Abandono de eucalipto para regeneração.

O gênero *Eucalyptus* spp. é formado por indivíduos vegetais, de característica arbórea e oriundo da Austrália e da África do Sul. No Brasil são popularmente chamados de eucalipto, há mais de 700 espécies, com genótipos adaptados às mais variadas condições de solo e clima ao longo do planeta. Sua introdução no Brasil foi feita em 1868, sendo o primeiro brasileiro a se interessar pelo seu estudo e cultivo o Edmundo Navarro de Andrade, com o objetivo principal de utilizar árvores plantadas para alimentar as caldeiras das locomotivas e produzir dormentes, moirões e postes.

Ele também introduziu inicialmente no Horto Florestal de Rio Claro (SP) (hoje Floresta Estadual), todas as espécies de eucalipto hoje cultivadas no país (REZENDE; CAMELLO; REBELO, 2011), porém é preciso ressaltar que quase a totalidade dos plantios comerciais de eucalipto realizados no país hoje são feitos por meio de clonagem.

Para o caso específico do Brasil, o eucalipto possui um caráter estratégico, uma vez que a sua madeira é responsável pelo abastecimento da maior parte do setor industrial de base florestal (REZENDE; CAMELLO; REBELO, 2011).

Segundo Onofre, Engel e Cassola (2010) áreas com plantio de *Eucalyptus saligna* possibilitaram o estabelecimento e a manutenção de diversas espécies nativas de diferentes grupos sucessionais, o que evidencia a potencialidade desta espécie exótica agindo como uma espécie pioneira alternativa, em modelos de recuperação da vegetação nativa, favorecendo o estabelecimento de núcleos de floresta nativa.

Porém, as respostas quanto à potencialidade do eucalipto como espécie pioneira ainda requerem muito estudo, uma vez que existem aproximadamente 700 espécies utilizadas comercialmente e as respostas podem ser diferentes baseadas na espécie em consórcio com as condições ambientais.

3.3 Solo – Conceito e indicadores de qualidade.

O solo é constituído por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta (EMBRAPA, 1999). Os solos são recursos fundamentais para a produção de alimentos, rações, fibras e combustíveis, e eles também desempenham papel central na determinação da qualidade do meio ambiente (Palm et al., 2007).

O conceito de qualidade do solo está ligado a capacidade de manutenção do equilíbrio entre as condições químicas, físicas e biológicas do solo (VAN BRUGGEN; SEMENOV, 2000) dessa forma a qualidade sua qualidade está ligada a capacidade desse funcionar dentro dos limites ecossistêmicos de forma a sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994; KARLEN; DITZLER; ANDREWS, 2003).

A interpretação da qualidade do solo (Figura 3-3) dos aspectos químicos, físicos e biológicos deve ser integrada como parte da avaliação ecossistêmica (KARLEN; ANDREWS; DORAN, 2001).

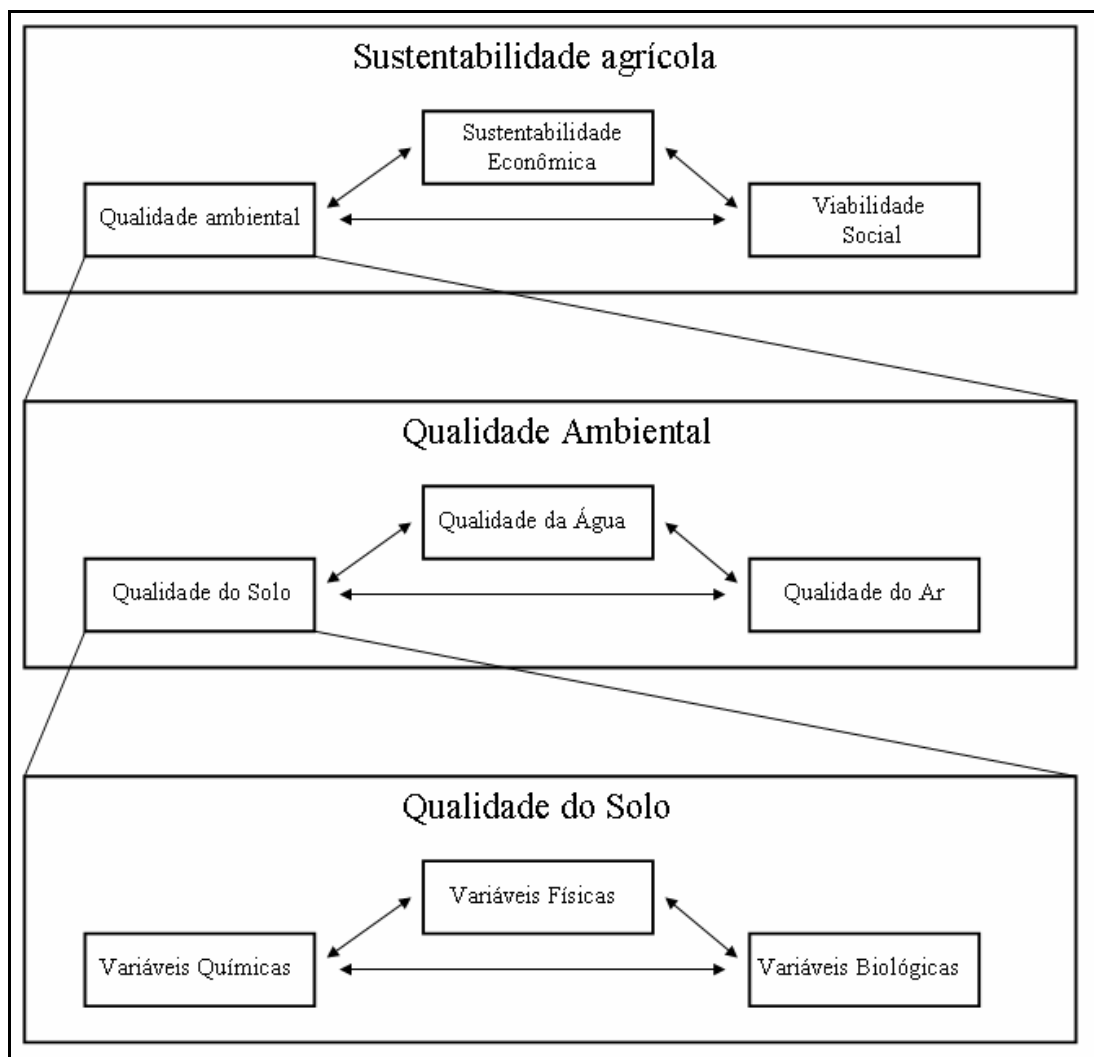


Figura 3-3 Hierarquia das relações de qualidade do solo para a sustentabilidade agrícola (KARLEN; DITZLER; ANDREWS, 2003).

Quando trata-se de avaliação da qualidade do solo não há índices ótimos e a avaliação deve ser feita priorizando o manejo do solo de forma a atingir as metas, identificar as funções críticas necessárias para alcançar essas metas e selecionar os indicadores que promovam o uso completo e as informações de como funciona um solo (KARLEN; DITZLER; ANDREWS, 2003).

A manutenção e melhora da qualidade do solo é um critério comum quando avalia-se o sentido completo da sustentabilidade de ecossistemas florestais. No entanto, a tarefa de estabelecer um critério específico para a qualidade do solo é um desafio porque as funções e valores subsequentes prestados pelos ecossistemas florestais são variáveis e dependem da interação física, química, e processos biológicos que muitas vezes diferem significativamente entre escalas espaciais e temporais (SCHOENHOLTZ; MIEGROET; BURGER, 2000).

3.3.1 Indicadores químicos de qualidade do solo.

O conhecimento da composição química da solução do solo é importante para verificar a disponibilidade de nutrientes, determinar o potencial osmótico e até a presença de íons tóxicos, ao longo do ciclo de uma cultura (SILVA; ANTI; CARMELLO, 2000).

Uma divisão, de certa forma arbitrária, quanto à exigência, classifica os nutrientes que ocorrem em teores mais elevados nas plantas como Macronutrientes - N, P, K, Ca, Mg e S. Por sua vez, os exigidos em menores quantidades são denominados Micronutrientes - Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B e Cl. A remoção de vegetação arbórea nativa pode reduzir a qualidade química do solo, independentemente do tempo dessa remoção (CARDOSO, et al. 2011).

Sugere-se que um modelo de recuperação de áreas degradadas recomponha o teor de MOS (Matéria Orgânica no Solo) e também os nutrientes necessários à exploração de um maior volume de solo pelo aprofundamento do sistema radicular (CASAGRANDE; SOARES, 2008).

A MOS é comumente reconhecida como um dos parâmetros chave da qualidade do solo, mas a avaliação quantitativa da sua contribuição para a qualidade do solo é muitas vezes inexistente. É um parâmetro crítico no ciclo de carbono (C) e um repositório de nutrientes. Através da sua influência sobre diversos processos biológicos e químicos fundamentais, desempenha um papel crucial na liberação e disponibilidade de nutrientes (JOHNSON, 1985).

As relações Ca/Al em solução têm sido propostas como um indicador de um potencial estresse ecológico nutricional por causa de suspeitas de efeitos prejudiciais de níveis elevados de Al sobre a proliferação de raízes, na absorção de cations básicos e na nutrição (principalmente Ca e também, em certa medida, Mg). (CRONAN; GRIGAL, 1995).

3.3.2 Indicadores físicos de qualidade do solo.

A vegetação tem papel primordial na qualidade do solo, visto que solos desprovidos de material vegetal ou que passaram por recuperação recente, além de mais suscetível à erosão, apresenta tempo menor de recuperação de seus

atributos, quando comparado com restaurações mais antigas, fazendo que geralmente apresente maior nível de degradação (BERTACCHI et al., 2012).

A proporção de água que infiltra no solo e que escoia sobre o mesmo é influenciada diretamente pelas propriedades físicas e pelas condições na superfície do solo (presença de vegetação), interferindo indiretamente na qualidade ambiental. A compactação de solos, que modifica a relação de poros e sólidos do solo, está diretamente associada aos fluxos de água no perfil e tem sido apontada como o principal fator responsável pela degradação ambiental dos solos (CARDOSO et al. 2011).

A condutividade hidráulica é reconhecida como uma das mais importantes propriedades do solo, a qual controla uma variada gama de propriedades inter-relacionadas, que impactam diretamente na terra e na qualidade ambiental, incluindo infiltração de água, perfil de abastecimento, escoamento superficial, lixiviação de agrotóxicos e migração de poluentes de locais contaminados à água subterrânea (McGARRY, 2013).

Variáveis físicas indicadoras de qualidade do solo geralmente não possuem valores de referência, para possibilitar a comparação entre os dados, geralmente coletam-se amostras numa área considerada não impactada e esta área é considerada como referência ou controle (SILVA, 2012).

As medidas físico-químicas são análises críticas na investigação de importantes elementos responsáveis pela degradação do solo globalmente.

A cor é amplamente reconhecida como uma medida primária identificadora de solos. Propriedades físicas, químicas e mineralógicas de solos podem ser derivadas de sua cor (CAMPOS; DEMATTE 2004). A MOS (Matéria Orgânica no Solo) e os óxidos de ferro são os principais agentes responsáveis pela cor dos solos.

Textura é um termo empregado para designar a proporção relativa das frações argila, silte ou areia no solo (Figura 3-4). Estes se diferenciam entre si pelo tamanho de suas partículas (granulometria). Muitas vezes, a textura pode ser avaliada diretamente no campo, como é o caso das descrições de perfis de solos (EMBRAPA,1999).

Os resultados das análises granulométricas estão relacionados com o tipo de solo, ao manejo aplicado. As características da textura do solo são de suma importância para a recuperação das áreas restauradas, pois essas características

se apresentam correlacionadas com a distribuição de muitas das espécies em florestas (RODRIGUES et al., 2007).

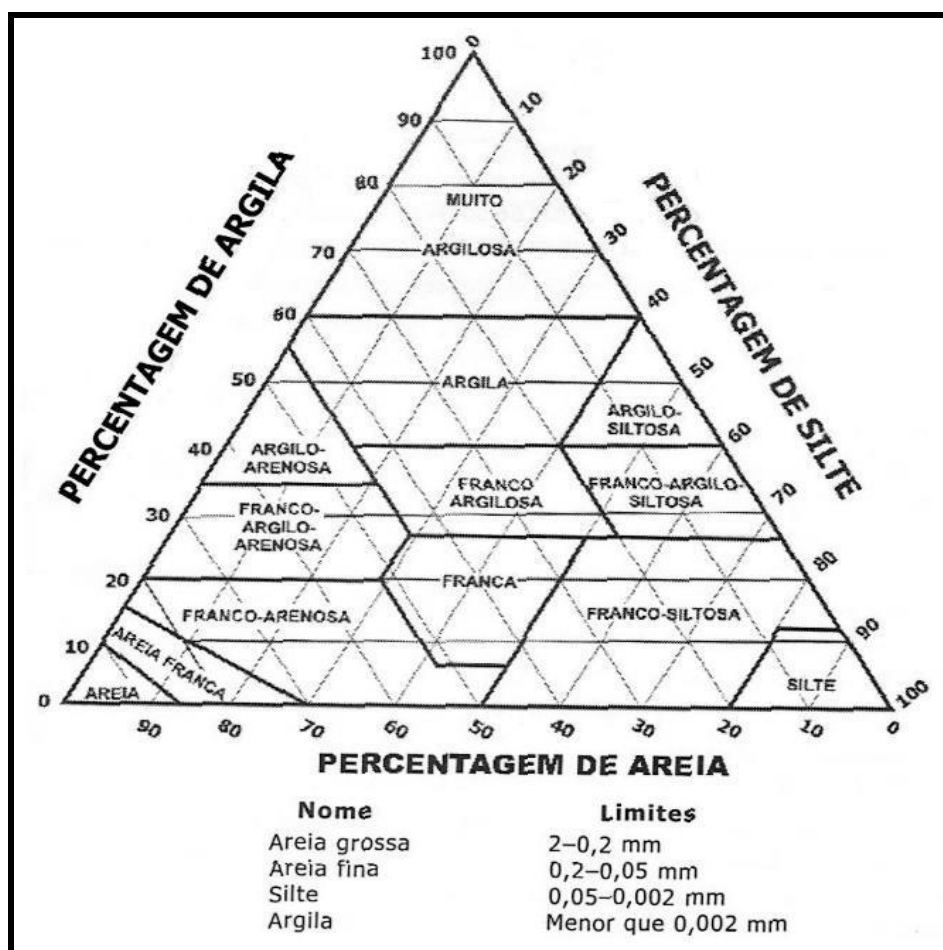


Figura 3-4. Diagrama triangular para a classificação textural do solo. Fonte: U.S Departamento of Agriculture(1993)

A textura do solo apresenta grande importância na vulnerabilidade do solo ao processo de compactação. Quando determinada pressão externa é aplicada ao solo por máquinas, equipamentos de transporte e animais ocorre um novo acomodamento e ou arranjo das partículas, diminuindo o espaço aéreo do solo, incrementando a densidade, a resistência à penetração e conseqüentemente aumento da compactação (SATO; OLIVEIRA; LIMA, 2011).

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma importante propriedade físico química do solo, que explica a relação entre a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos tóxicos.

Os valores de pH dos solos variam grandemente, numa faixa entre 3 e 10. A reação do solo é o fator que, em geral, mais afeta a disponibilidade dos nutrientes

às plantas. Sabe-se que a disponibilidade da maioria dos nutrientes ocorre predominantemente na faixa de pH entre 6,0 e 7,0. Sob acidez ou alcalinidade excessiva, entre outros problemas para as plantas, tem-se uma baixa biodisponibilidade de nutrientes.

O pH deve ser incluído como um indicador químico-físico chave, visto que esse parâmetro sofre influência de relações químicas e biológicas ao mesmo tempo, por ser rotineiramente incluso nas análises de solo onde outros parâmetros não são avaliados. Apesar dos valores de pH não fornecerem muitas informações sobre os fatores que alteram a qualidade no solo, afeta gravemente sua capacidade produtiva (SCHOENHOLTZ; MIEGROET; BURGER, 2000).

Os solos podem ser naturalmente ácidos, ou podem ter sua acidez aumentada, por erosão, extração de cátions básicos pelas culturas e, principalmente, por lixiviação.

Segundo Malavolta (1993), a origem da acidez dos solos pode ser explicada por quatro processos mais importantes: (a) lixiviação de bases ao longo dos anos (Ca, Mg e, em menor grau, K), que são substituídas por íons H^+ e, principalmente, íons Al^{+3} , os quais, em parte, passam para a solução do solo; (b) processos de troca de cátions da solução do solo (K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} , principalmente), durante a absorção radicular, por íons H^+ ; (c) adubos nitrogenados não nítricos, ao serem nitrificados no solo, geram H^+ ; e (d) utilização do cloreto de potássio durante a adubação aumenta os teores de Al e Mn, componentes da acidez do solo.

A umidade do solo é determinada pela relação entre o peso de água numa amostra de solo e o peso total desta amostra. Os teores variam predominantemente entre 10 e 40%, podendo ocorrer valores muito baixos (solos secos) ou muito altos (PINTO, 2006). A variação na porcentagem de água no solo é uma variável importante para as diversas funções que esse ocupa.

A análise da condutividade elétrica em solos florestais é geralmente limitada a circunstâncias muito específicas (por exemplo, recuperação de solos de minas) onde as soluções de solo altamente concentradas são conhecidos ou suspeitos para inibir o crescimento da floresta e da produtividade (SCHOENHOLTZ; MIEGROET; BURGER, 2000).

A densidade aparente ou densidade do solo possibilita a avaliação do estado de conservação da sua estrutura, pois é a relação entre a massa de uma amostra de terra seca e o seu volume na condição natural (sem destruir sua estrutura).

Possui uma grande amplitude de variação, principalmente devido à granulometria do solo, à profundidade e ao manejo adotado.

A densidade e porosidade do solo, apesar de não serem as propriedades que recebem maior impacto com a modificação da estrutura do solo, têm sido largamente usadas, para análise de qualidade ambiental do solo, pela facilidade de determinação e de receber pequena influência do teor de água no momento da coleta de amostra de solo.

A conversão de áreas com vegetação nativa em pastagem ocasiona a diminuição da densidade do solo (CARDOSO et al. 2011) em experimentos realizados na região do Pantanal observou-se que a conversão da vegetação arbórea nativa em pastagem cultivada e o sistema de pastejo contínuo da pastagem nativa promoveram leve degradação da qualidade física do solo, evidenciada pelo aumento da densidade do solo. Isso se dá por além de outros fatores a diminuição da oferta de MOS.

Densidade e porosidade propriedades são relacionadas com mudanças de volume do solo, áreas com maior nível de degradação da cobertura florestal exibem maior densidade do solo (HAJABBASI; JALALIAN; KARIMZADEH, 1997), desmatamento acarreta perda estrutural do solo (aumento da densidade e diminuição da porosidade), o que indica aumento da compactação (SAHANI; BEHERA, 2001).

A porosidade é um dos indicadores físicos mais importantes da qualidade do solo, expressa o grau de compactação e o quanto as atividades antrópicas impactam o solo. Cardoso et al. (2011) relatam a redução na porosidade total, macroporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado em todas as áreas com pastagens em comparação à áreas com vegetação nativa.

Essa propriedade reflete diretamente a estrutura e textura do solo, sendo os poros determinados pelo arranjo e geometria das partículas, diferindo quanto a forma, comprimento, largura e tortuosidade (AGUIAR, 2008).

3.4 Microclima.

A cobertura promovida pelo dossel controla a quantidade, qualidade e distribuição temporal e espacial da luz, determinando níveis diferenciados de umidade do ar, temperatura e condições de umidade do solo (JENNINGS;

BROWN, SHEIL, 1999), além de promover a interceptação das chuvas, reduzindo o impacto direto sobre o solo. Portanto, entende-se que a cobertura florestal é fator importante para a manutenção do microclima no interior das áreas vegetadas, contribuindo para o crescimento de plântulas, manutenção da umidade e inibindo a propagação de espécies invasoras.

Por outro lado, o impacto do clima na diversidade vegetal também não é muito diferente, as características microclimáticas podem alterar significativamente a diversidade biológica de uma área, favorecendo ou inibindo o crescimento de espécies importantes para a restauração do sistema ecológico local (AYOADE, 2003).

Da mesma forma a presença de vegetação arbórea pode alterar o clima local. Holl (1999), em estudo realizado em áreas de pastagem abandonada e floresta, ao Sul da Costa Rica, durante duas semanas no mês de fevereiro (estação seca), verificou que a temperatura do ar é 5°C mais alta em áreas de pastagem comparadas a áreas de floresta, o que significou uma alteração na germinação de espécies arbóreas.

Lopes et al. (2011) também verificaram que existe uma variabilidade da temperatura do ar, em um estudo em Serranópolis (GO), entre os meses de junho a agosto de 2010, nos pontos onde possui cobertura vegetal, o sombreamento proporcionado pelas árvores contribuiu para o registro de valores elevados de umidade relativa do ar, conseqüentemente diminuindo a temperatura do ar, outro fator é a radiação solar absorvida e refletida em cada ambiente.

A incidência luminosa no interior da vegetação florestal é fator predominante para a germinação das espécies arbóreas pioneiras, porém limitante às espécies secundárias tardias e climáceas. Dessa forma a luminosidade é considerada como um fator seletivo na definição da comunidade vegetal durante os estágios sucessionais em áreas sob recuperação (FREITAS et al., 2012). A incidência de luz em estrutura microclimática tem se mostrado como característica que influencia outras variáveis microclimáticas, como umidade relativa e temperatura (GEHLHAUSEN; SCHWARTZ; AUGSPURGER, 2000).

O consumo de dióxido de carbono e as taxas de transpiração tendem a crescer com o aumento da velocidade do vento, até certo nível. Negativamente, o vento pode causar ressecamento da planta, quando são constantes e muito

intensos. Juntamente com a dispersão de pólen e sementes, podem transportar plantas indesejáveis, como ervas daninhas (AYOADE, 2003).

Em áreas perturbadas, o número de espécies anemocóricas tende a ultrapassar ou se aproximar do número de espécies zoocóricas, principalmente pela redução de agentes dispersores e maior ação de ventos (CANDIANI, 2006).

A alta umidade do ar provoca mudanças na estrutura da cutícula, nos depósitos de cera, nas células do mesófilo e dos estômatos das folhas (HEMPEL, 1993), tornando as plantas suscetíveis a grandes perdas de água por transpiração (FACHINELLO et al., 1995). Porém, locais com altas taxas de umidade relativa proporcionam às plantas possibilidades de desenvolvimento de folhas maiores, as quais não sofrerão com o dessecamento e terão maiores taxas de fotossíntese.

A temperatura do ar e do solo afeta todos os processos de crescimento das plantas. Geralmente as altas temperaturas não são tão destrutivas para as plantas quanto às baixas temperaturas, desde que o suprimento da umidade seja suficiente para evitar o murchamento e que a planta esteja adaptada a referida região climática (AYOADE, 2003).

3.5 Biodiversidade.

A palavra biodiversidade vem da junção do termo “Diversidade Biológica” do termo em inglês “*Biological diversity*” (WILSON; PETER, 1988), adotado por Huston (1994) conceituando como a união de todos os níveis de variação natural, do nível molecular e genético até o nível de espécie. Ricklefs (1990) afirmou que a diversidade representa uma medida da variedade de espécies em uma comunidade considerando a abundância relativa de cada espécie.

A composição de espécies é um importante componente da estabilidade, responsável pela manutenção de diversos processos ecológicos através de características diferenciadas das espécies, como o potencial para fixação de nitrogênio atmosférico (McCANN 2000). Constitui o resultado tanto de processos que ocorreram e continuam ocorrendo em grande escala no tempo e no espaço, como de processos locais e de curta duração. As espécies vegetais que são encontradas compondo uma determinada comunidade evoluíram e se adaptaram às condições físicas e bióticas do seu meio (BARBOSA, 2006). A biodiversidade

presente em uma determinada região é crucial para manutenção dos processos ecológicos locais.

Devido às dezenas de estudos feitos em florestas tropicais e subtropicais, sabemos que essa alta diversidade florística é acompanhada de uma grande variação na composição de espécies. Assim, florestas relativamente próximas, na escala de alguns quilômetros, dificilmente chegam a ter mais de 30% de espécies em comum, salvo situações especiais (BARBOSA, 2006).

Com a fragmentação florestal, dois fatores têm sofrido impactos de forma predominante. Primeiro a perda da diversidade, uma vez que espécimes mais sensíveis necessitam de áreas menos degradadas e maiores para sobrevivência. O segundo é a perda da variabilidade genética (biodiversidade intraespecífica), uma vez que a autofecundação em ambientes menores provoca entre outros transtornos à susceptibilidade dos espécimes locais.

Por abrigar mecanismos ecológicos variados, a diversidade de espécies pode aumentar a estabilidade do ecossistema, atribuindo capacidade de reação a distúrbios. Sendo assim, mesmo em caso de extinção de espécies, o mais importante não é saber quantas espécies são perdidas, mas quais espécies (McCANN, 2000).

As comunidades vegetais diversificadas são potencialmente mais estáveis pela provável existência de mais e diversas respostas a processos básicos variáveis. As respostas diferenciais pelas populações vão, assim, se somando ao longo do tempo, criando comunidades estáveis (McCANN, 2000).

As espécies vegetais da floresta tropical são divididas em grupos ecológicos onde são separados principalmente pela relação entre a germinação e a exposição à luz o que torna mais fácil a compreensão sobre processos florestais. (SWAINE; WHITEMORE, 1988), os grupos apresentam características e exigências distintas, por exemplo, as espécies pioneiras, produzem grande número de sementes, com crescimento rápido, sob luz plena e possuindo comunidades com baixa diversidade de espécies e mais alta densidade populacional. Enquanto as plantas climáceas possuem características geralmente contrárias, com menor produção de sementes, crescimento mais lento, desenvolvendo-se preferencialmente à sombra e com comunidades de maior diversidade de espécies e menor densidade populacional. (GONÇALVES; NOGUEIRA; DUCATTI, 2003).

3.6 Recuperação Ambiental em áreas de silvicultura.

Silvicultura é a junção de duas palavras (silva = floresta + cultura = manejo). O conceito de silvicultura tem oscilado entre alguns pesquisadores e através dos anos. Aproveitando um conceito formado por Ribeiro, Siteo e Guedes (2002) que aglutinaram conceito de outros pesquisadores, gerou-se o seguinte conceito de Silvicultura: Manejo da floresta visando produzir produtos madeireiros e/ou não madeireiros, de maneira economicamente rentável.

Devido ao fato de que algumas espécies florestais possuem habilidade diferenciada de produzir produtos de interesse para uso humano, as florestas para este fim são constituídas de poucas até mesmo uma única espécie de interesse. Isto faz com que as “florestas plantadas” possuam características ecológicas diferentes daquelas formadas naturalmente.

Alguns proprietários rurais ou mesmo empresas do ramo do agronegócio, após usar um determinado espaço territorial cultivando espécies florestais de interesse comercial, disponibilizam áreas para a recuperação, algumas vezes tentando fazer com que ocorra um processo de formação de uma nova floresta com características as mais próximas possíveis da floresta original em termos de estrutura e funcionamento.

Ainda são raros os trabalhos que relacionam recuperação ambiental em áreas utilizadas para silvicultura e maior parte dos trabalhos relacionados à recuperação dessas áreas prevê duas formas distintas de ação, além do método clássico de corte e plantio de mudas: a primeira sendo a retirada do eucalipto após o desenvolvimento da vegetação do seu entorno e a segunda o abandono de áreas onde outrora seria realizada a exploração silvícola.

Candiani (2006) avaliou o potencial de regeneração de espécies nativas em áreas de *Eucalyptus saligna*, no interior do estado de São Paulo e verificou que existe o estabelecimento de espécies nativas em áreas de plantio com eucalipto e que a remoção do eucalipto e a condução do processo de regeneração natural, certamente criam condições adequadas para o restabelecimento de comunidades secundárias nativas e a perpetuação das mesmas ao longo do tempo, pela alta possibilidade de abrigar espécies nativas originárias do processo de regeneração natural.

Por sua vez Boyd (1997) analisou a retirada de eucaliptos de uma área de vegetação nativa na Califórnia, tendo sugerido que a qualidade da remoção dos eucaliptos em áreas naturais é determinada pelo nível de manejo das atividades, quando bem planejadas e executadas as ações podem garantir um processo acelerado de restauração.

4 ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO E BREVE HISTÓRICO.

4.1 Localização

O presente estudo foi realizado na Fazenda Santa Terezinha, localizada no município de Bofete (Figura 4-1), distando aproximadamente 10 km do centro urbano do município. Bofete está situado no centro do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 23°3' 05" de latitude Sul e 48°9'57" de longitude Oeste.

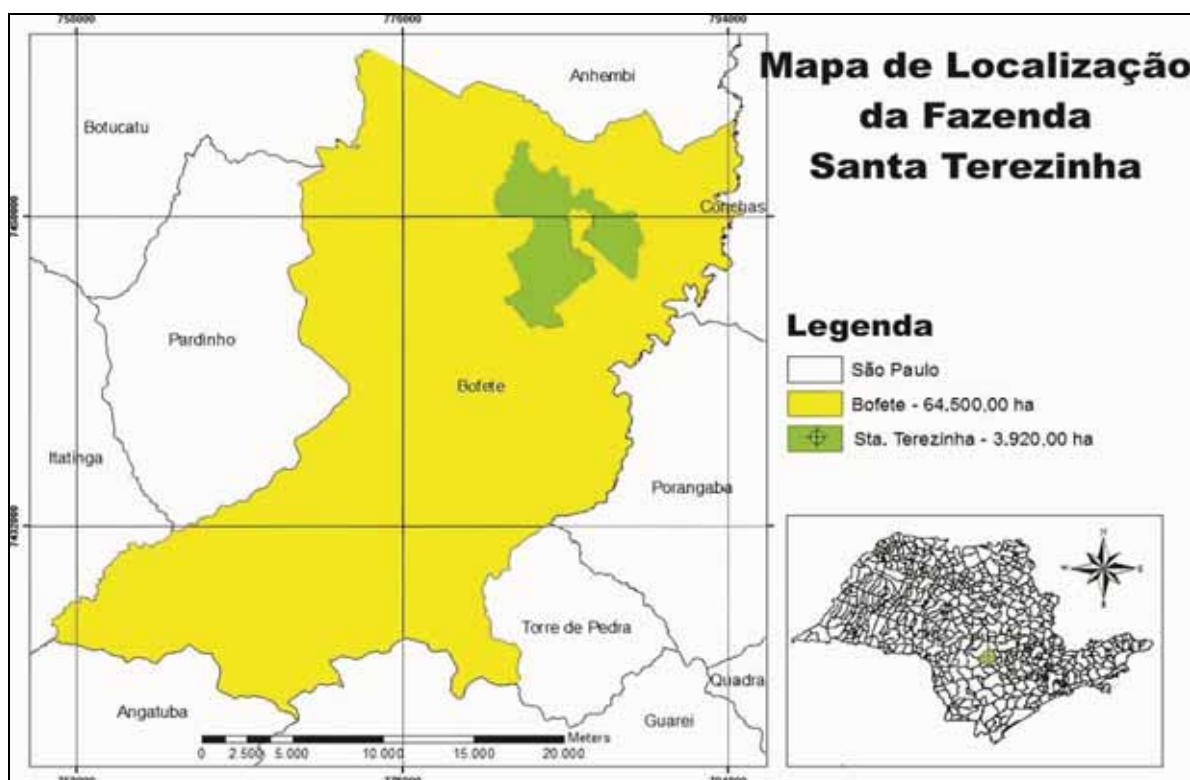


Figura 4-1 Localização, no Estado de São Paulo, do município onde se está situada a propriedade Sta. Terezinha. Fonte: Eucatex (2011).

Uma parte expressiva do território pertencente à fazenda tem seu uso destinado a silvicultura. Ali são cultivadas várias espécies de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), todas provenientes de processo de clonagem. A inserção da eucaliptocultura no município se deu a partir da década de 1970. Os primeiros plantios foram de *Eucalyptus saligna*, para fins de obtenção de madeira para serraria. A partir de 1990 a área foi reformada com o *E. grandis*, por sua melhor adaptação ao tipo de solo do local, sendo usado o espaçamento de 3,00 x 1,75 m (MOSCA, 2003).

4.2 Caracterização ambiental.

Segundo o sistema de classificação climática proposto por Köppen (1948), o município de Bofete apresenta clima do tipo Cwa (Figura 4-2), o que caracteriza clima subtropical de altitude com chuvas de verão e verões rigorosos, temperatura média entre 19°C e 27°C e pluviosidade média inferior a 2.000mm.ano⁻¹.

Julho e agosto são os meses menos chuvosos, com média de apenas 41mm. Janeiro é o mês mais chuvoso, com precipitação de 247mm. A precipitação média anual é de 1.490,6 mm e a temperatura média anual é 21,5°C, sendo julho o mês mais frio do ano, com 17,7°C, e fevereiro o mês mais quente, com 24,5°C (CEPAGRI, 2013). A Figura 4-2 apresenta o diagrama ombrotérmico do município de Bofete, de acordo com dados do CEPAGRI (dados coletados em 23°3' de latitude Sul e 48°9' de longitude Oeste em altitude de 570m).

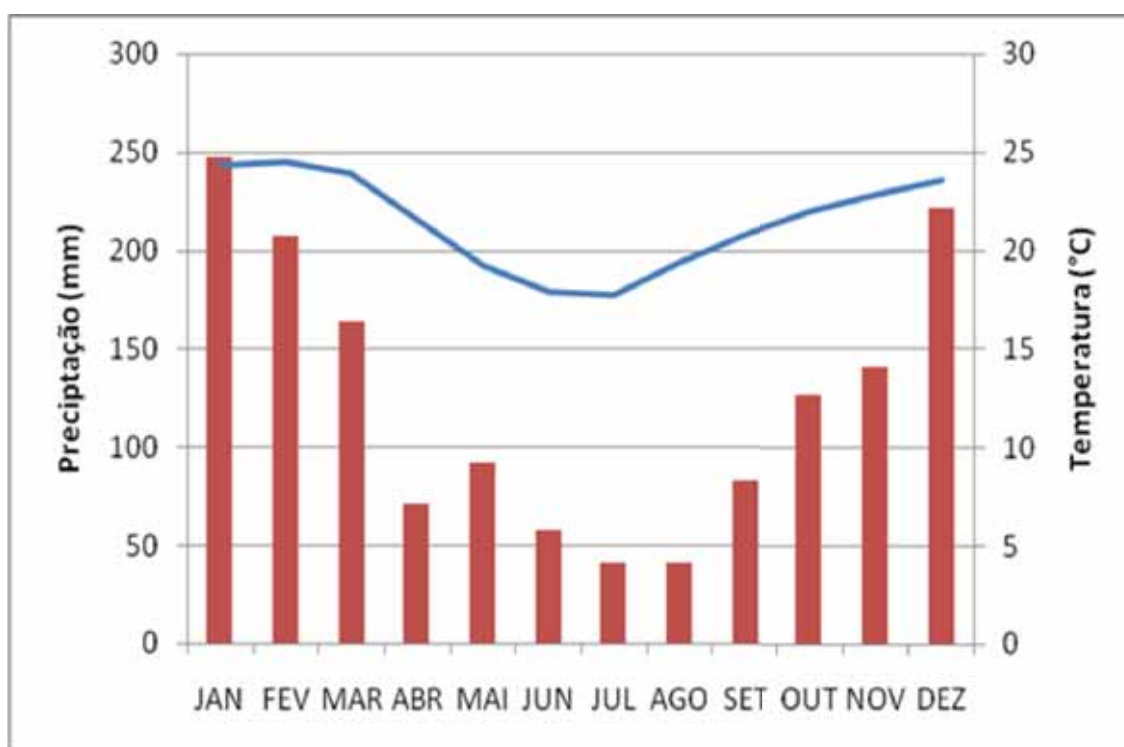


Figura 4-2. Diagrama ombrotérmico do município de Bofete. Dados do CEPAGRI UNICAMP, SP. (normais climatológicas entre 1961 à 1990)

O relevo regional é predominantemente suave ondulado ou mesmo aplainado nos aluviões, caracterizado como área de depressão. Porém há trechos onde ocorre a “quebra” brusca do relevo, formando as Cuestas de Botucatu e áreas elevadas no município de Pardinho (1.000m). A altitude média de Bofete é

650m, com mínima de 480m e podendo chegar a elevadas regiões de morros, onde há altitudes de até 950m (CARVALHO; PANOSO; MORAES, 1991).

Em termos geomorfológicos, a região onde se encontra a propriedade situa-se na transição das Cuestas Arenítico-Basálticas e a Depressão Periférica Paulista. Quanto a sua constituição geológica, o material de origem é resultante de arenitos, argilitos, siltitos, basaltos e diabásios, sendo comum a ocorrência de espessos depósitos de intemperismo modernos resultantes do retrabalhamento desses materiais (Figura 4-3).

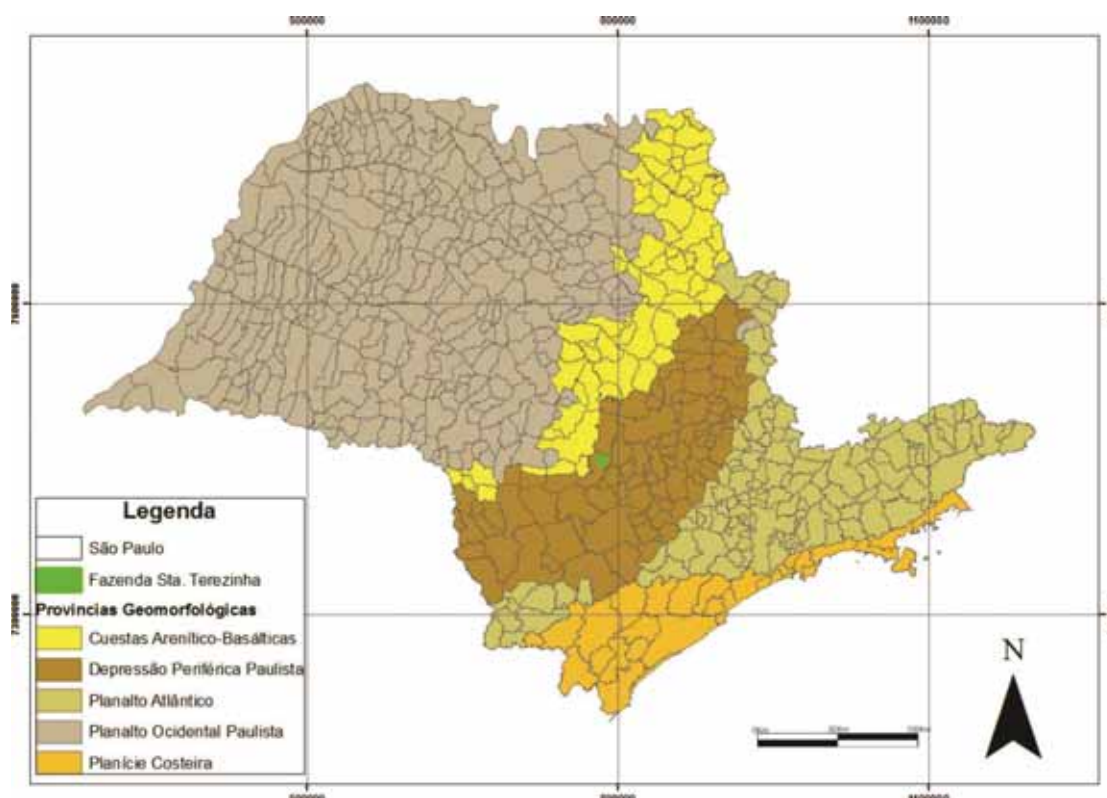


Figura 4-3 Detalhe da localização geomorfológica/relevo da região onde se encontra a Fazenda Santa Terezinha em São Paulo. Fonte: Eucatex (2011).

Na fazenda Santa Terezinha objeto do estudo a variação de altitude está entre 490 e 645m, conforme modelo de elevação digital Figura 4-4.

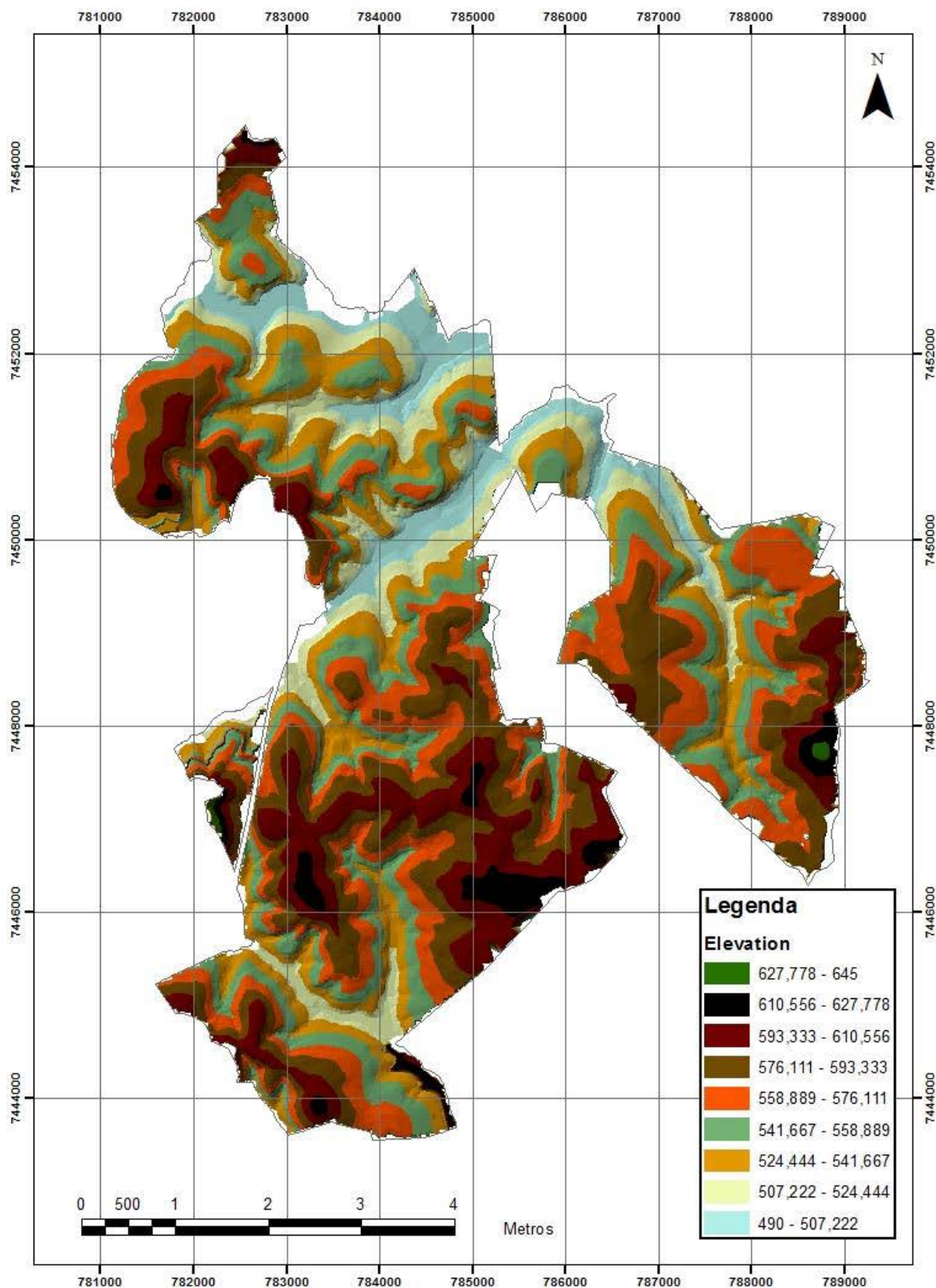


Figura 4-4. Modelo de Elevação Digital da Fazenda Santa Terezinha, elaborado a partir de um arquivo digital, disponibilizado pela Eucatex (2011), utilizando o Software Arcgis versão 10.1.

A região insere-se no contexto hidrográfico da Bacia do Paraná e na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI) do Tietê-Sorocaba, também conhecida como UGRHI 10 (Figura 4-5).

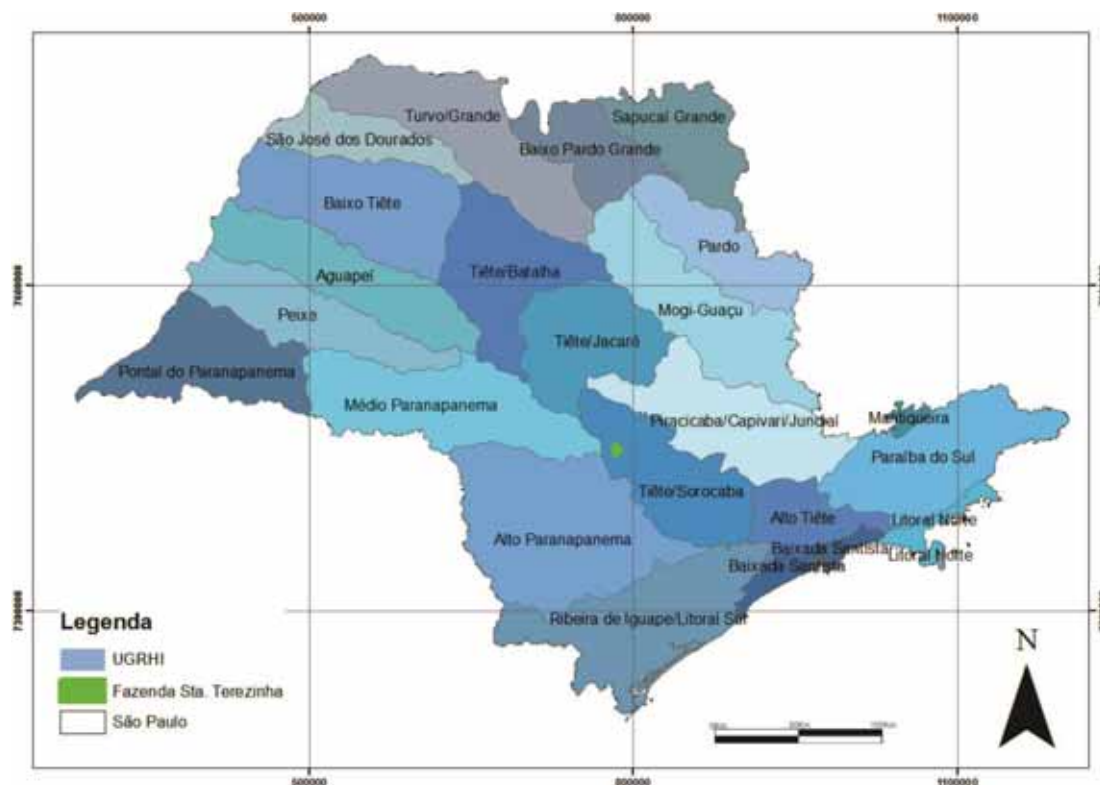


Figura 4-5 UGRHIs de São Paulo, a propriedade está inserida na UGRHI do Tietê-Sorocaba (10) (Ministério do Meio Ambiente – MMA). Fonte: Eucatex (2011).

A partir da classificação proposta pelo IBGE (1992), a região insere-se no bioma Mata Atlântica. A vegetação predominante na região é de contato/transição entre Floresta Estacional e Savana, ou seja, Mata Atlântica e Cerrado (Figura 4-6).

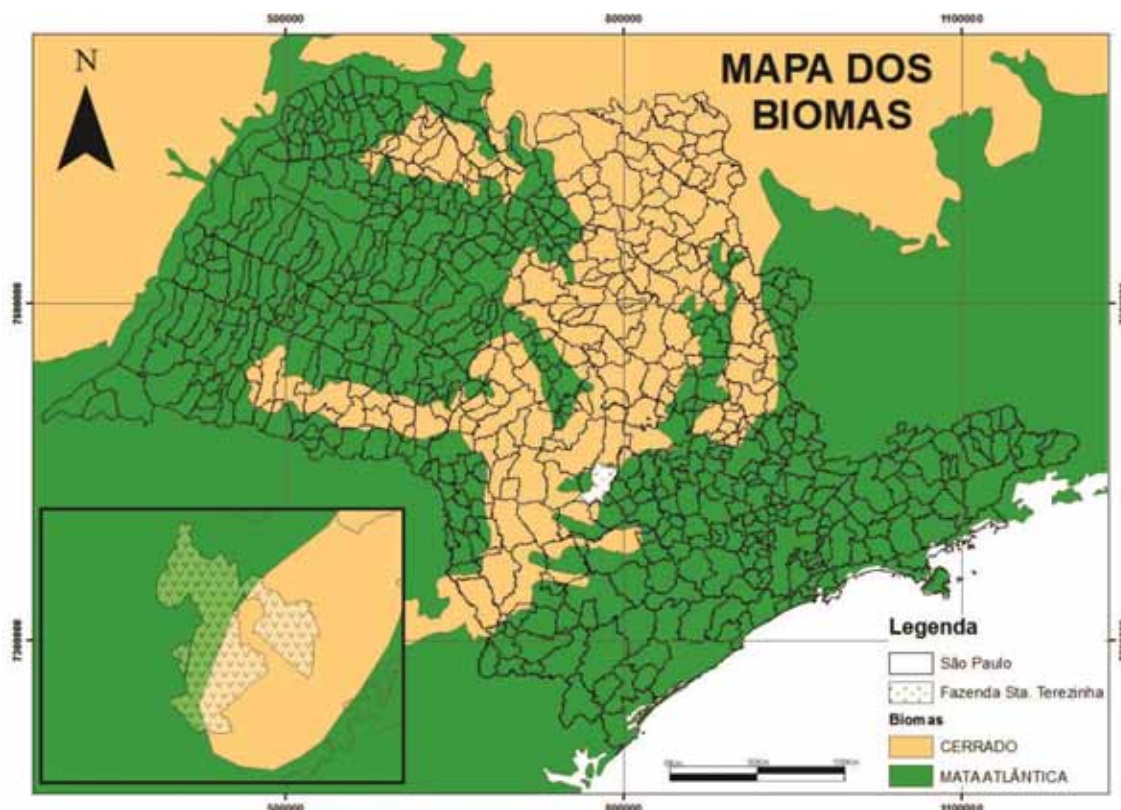


Figura 4-6. Localização da Fazenda Santa Terezinha no mapa de Biomas do Instituto Florestal de São Paulo. Fonte: Eucatex (2011).

A região ecotonal é bastante descontínua, formando um mosaico de vegetação, ocorrendo fragmentos de cerrado e fragmentos de floresta estacional e extensas áreas de vegetação de transição. Segundo Oliveira-Filho e Ratter (2002), onde os solos são mais férteis, a vegetação clímax é definitivamente floresta mesofítica (incluindo florestas decíduas e semidecíduas).

Quanto à cobertura vegetal natural, o município apresenta aproximadamente 2% da sua cobertura por vegetação nativa do bioma mata Atlântica e 0,21% por vegetação de Savana Cerrado (KRONKA et al., 2005). Porém, verifica-se pelo mapa do município de Bofete que as áreas naturais da fazenda não foram computadas, sendo possível constatar uma área ainda maior de vegetação nativa no município (Figura 4-7).

Os solos da fazenda são de textura arenosa predominantemente classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Quartzarênico nas áreas de relevo suave ondulado e Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho em menores proporções (PESSOTTI, 1998), na Figura 4-8 está detalhado o tipo de solo da fazenda.

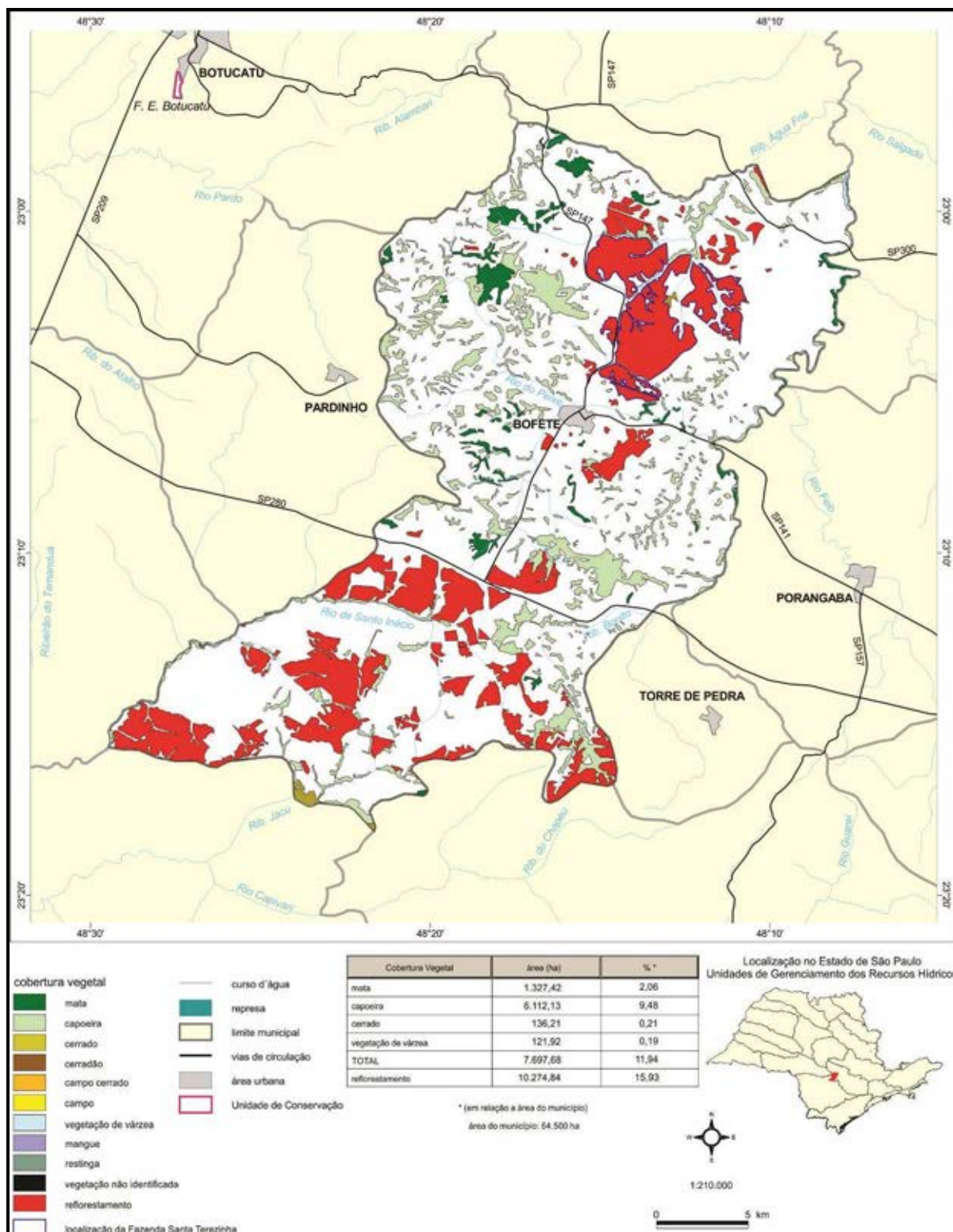


Figura 4-7. Mapa da vegetação do Município de Bofete. Fonte: KRONKA et al., 2005.

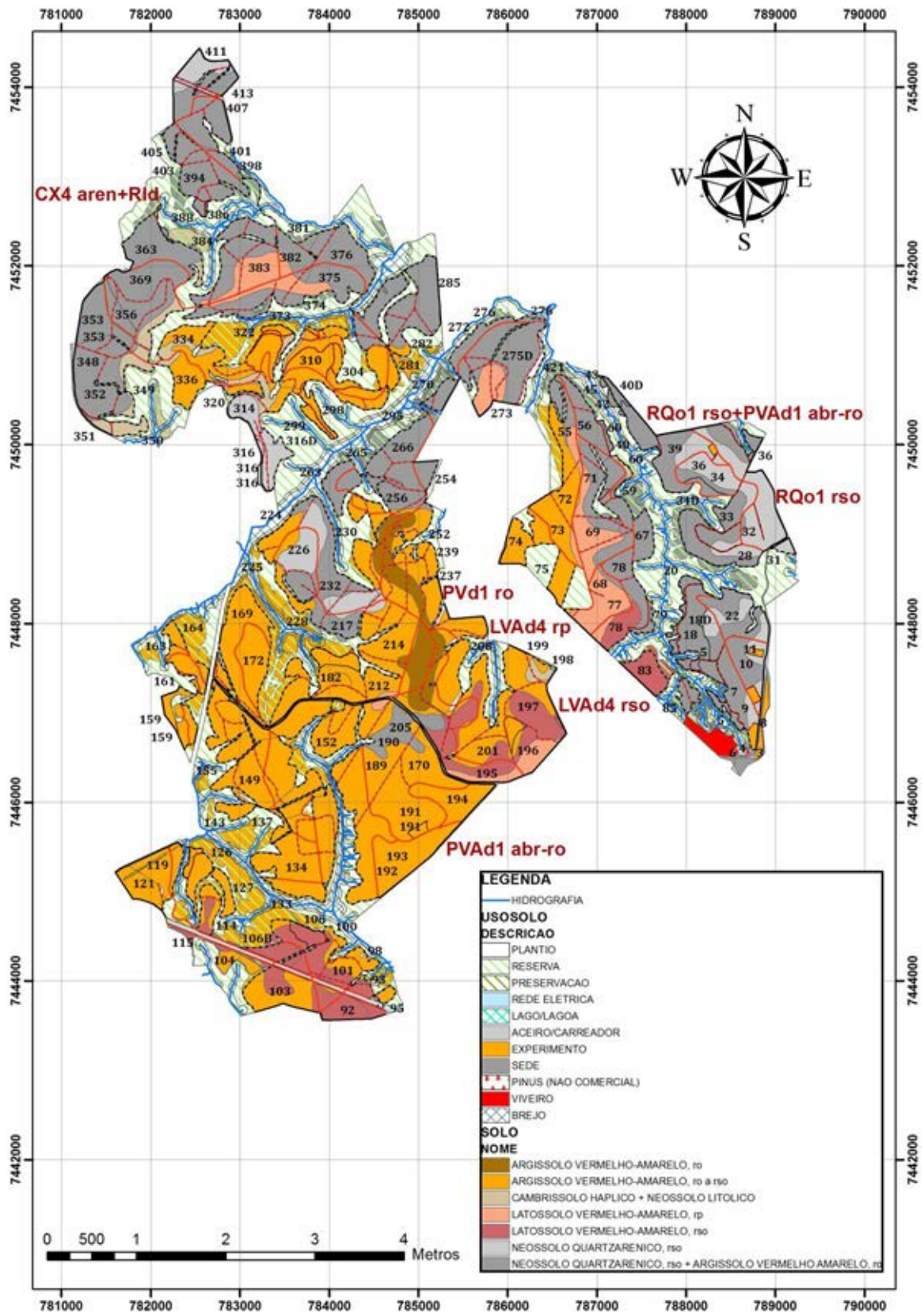


Figura 4-8. Mapa pedológico da fazenda Santa Terezinha atualização 2010 – EUCATEX, 2010.

4.3 Descrição sobre as áreas objeto do estudo.

A fazenda realiza atividades silviculturais no local desde a década de 70, sendo a área anteriormente utilizada na cafeicultura. A principal degradação das áreas se deve pela retirada da vegetação nativa o que contribui para a mudança do topoclíma, perda da qualidade do solo, além de prejuízos a biodiversidade local.

Na propriedade foram aplicadas 3 diferentes técnicas de recuperação de área degradada, todas implantadas em junho de 2006 visando reestabelecer as funções ecológicas pré-distúrbio.

Na primeira foi realizada transposição de solo, na segunda implantação de poleiros (através de eucaliptos mortos em pé) na terceira houve o abandono de eucalipto para desenvolvimento do sub-bosque.

Como comparativo vem sendo considerada também uma área com floresta nativa do Bioma Mata Atlântica Floresta Estacional Semi-decidual em estágio avançado de regeneração, a qual representa um estado pré-distúrbio. Esta área tem a função de gerar dados considerados dados de referência.

A Figura 4-9, demonstra as áreas onde foram realizados os experimentos e apresenta as coordenadas geográficas em UTM das parcelas de estudo.

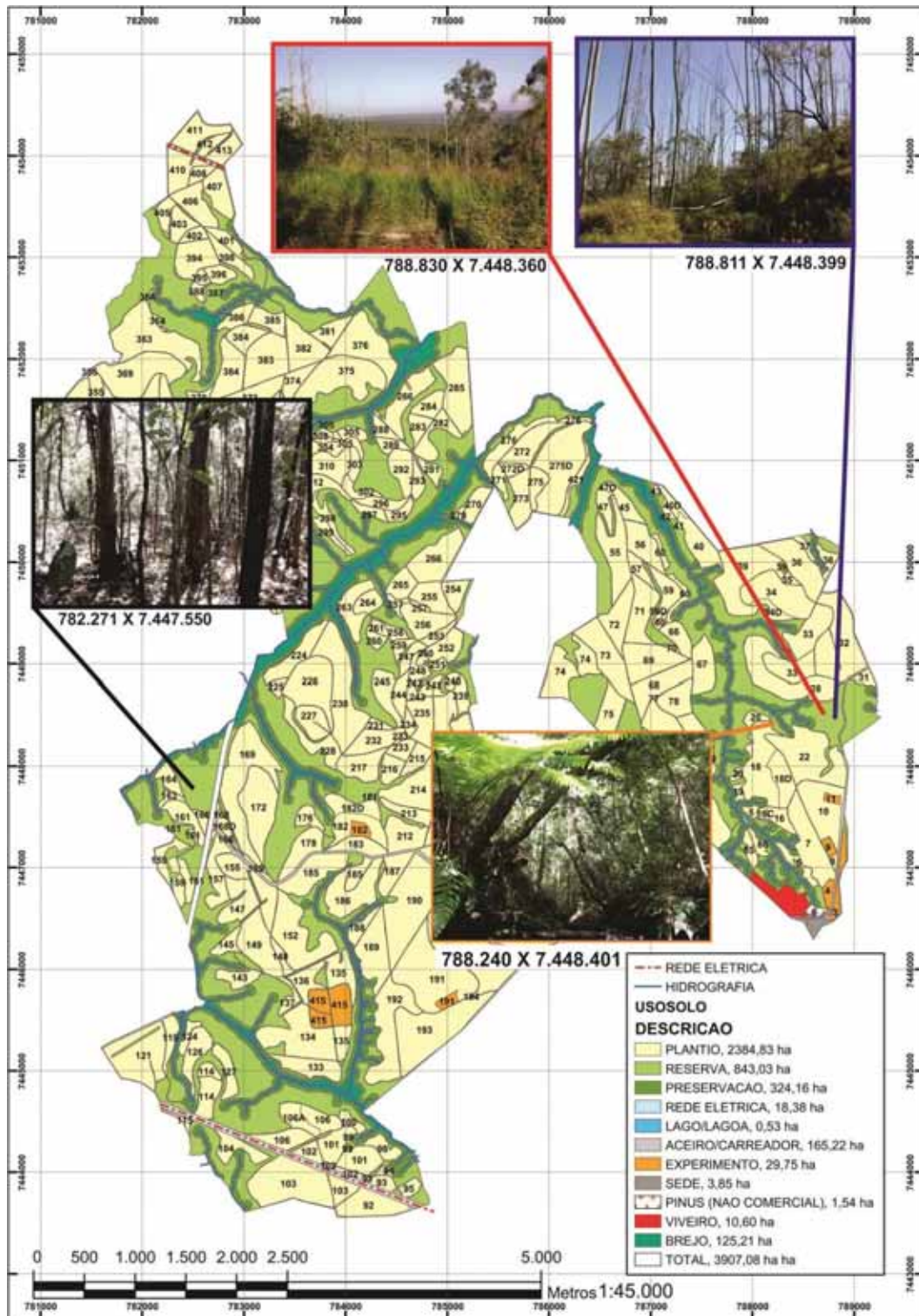


Figura 4-9. Área da fazenda e os respectivos locais de interesse para o estudo. Em cima à esquerda Transposição de solo (vermelho), à direita Poleiro (azul), em baixo à esquerda Eucalipto abandonado para regeneração (preto) e à direita área Referência (Laranja). Abaixo de cada imagem consta a coordenada do ponto onde foi obtida a informação (sistema de coordenadas UTM, zona 22K, sistema SAD69).Fonte: Eucatex (2011)

4.3.1 Poleiro

No método dos poleiros foi realizada a aplicação por meio de inoculação de herbicida tipo chopper, nos eucaliptos vivos, para ocasionar a sua morte. O método foi aplicado em 1,71ha, dessa forma as parcelas implantadas para avaliação da área (3 parcelas de 10x10 metros) representam 1,96% da área total da implantação do método.

O solo da área de estudo é Classificado como Neossolo Quartzênico com Argissolo Vermelho Amarelo.

As parcelas do poleiro encontram-se nas Coordenadas UTM, zona 22K, sistema SAD69 788.811 x 7.448.399.

Em análise da cobertura vegetal do raio de um quilômetro da área da parcela, verificou-se que após as áreas de plantio comercial as áreas com vegetação nativa em bom estado de regeneração são as maiores áreas no entorno da parcela, conforme Tabela 4-1 e Figura 4-10.

Tabela 4-1. Classes de uso de solo no entorno da parcela do poleiro

Uso do solo	Área ha
Área abandonada com elevada regeneração natural	2,67
Área experimental - Transposição de solo	3,09
Bambuzal	0,44
Carreador	1,44
Eucalipto abandonado com elevada regeneração	4,35
Eucalipto morto em pé com elevada regeneração	2,15
Eucalipto morto em pé com plantio de mudas nativas	3,02
Floresta Estacional Semi-decidual em estágio avançado de regeneração	23,16
Floresta Estacional Semi-decidual em estágio médio de regeneração	2,51
Plantio comercial de Eucalipto	255,57
Reflorestamento com espécies exóticas	0,11
Solo exposto	0,11
Transição de Cerradão para Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	5,37
Transição de Cerradão para Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	9,23
Voçoroca	0,94
Total	314,16

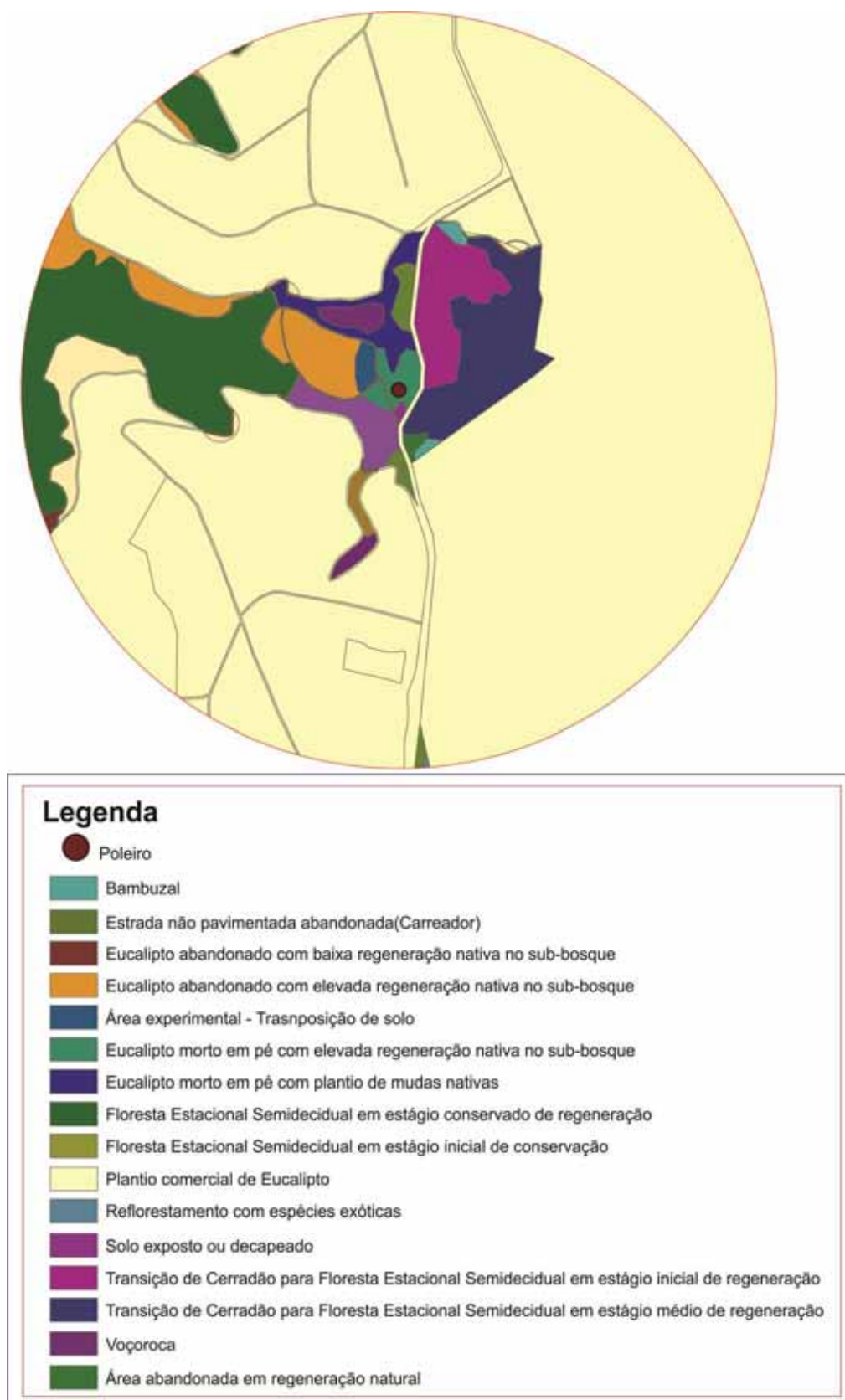


Figura 4-10. Uso e ocupação do solo no raio de 1 Km da parcela de poleiro elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).

4.3.2 Transposição

Para a implantação da transposição de solo foi realizada a coleta de 30 partes de 1m² de solo de uma área não degradada, através da utilização de um quadro de madeira de 1x1m. Após a coleta essas partes foram dispostas aleatoriamente em 0,61ha, ocupando a mesma área em que foram coletadas (1m²). Utilizando-se, portanto a proporção de 49m² de solo por hectare.

O solo da área de estudo é Classificado como Neossolo Quartzênico com Argissolo Vermelho Amarelo.

Dessa forma as parcelas para avaliação da técnica (3 parcelas de 10x10 metros) correspondem a 4,91% da área total de transposição.

As parcelas da transposição estão localizadas nas Coordenadas UTM, zona 22K, sistema SAD69 788.830x 7.448.360, localizam-se próximo às áreas de poleiro. A maior cobertura de solo também se dá pelas áreas de plantio comercial seguida de vegetação nativa conforme pode ser verificada na Tabela 4-2 e Figura 4-11.

Tabela 4-2. Classes de uso de solo no entorno da parcela transposição

Classe de uso do solo	Área (ha)
Área abandonada com elevada regeneração natural	2,65
Bambuzal	0,44
Carreador	1,58
Eucalipto abandonado com elevada regeneração nativa no sub-bosque	8,80
Eucalipto morto em pé com baixa regeneração nativa no sub-bosque	0,61
Eucalipto morto em pé com elevada regeneração nativa no sub-bosque	1,54
Eucalipto morto em pé com plantio de mudas nativas	3,02
Floresta Estacional Semidecidual em estágio avançado de regeneração	33,74
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de conservação	2,51
Plantio comercial de Eucalipto	243,59
Reflorestamento com espécies exóticas	0,02
Solo exposto ou decapeado	0,11
Transição de Cerradão para Floresta Estacional Semidecidual, em estágio inicial de regeneração	5,38
Transição de Cerradão para Floresta Estacional Semidecidual, em estágio médio de regeneração	9,23
Voçoroca	0,94
Total	314,16

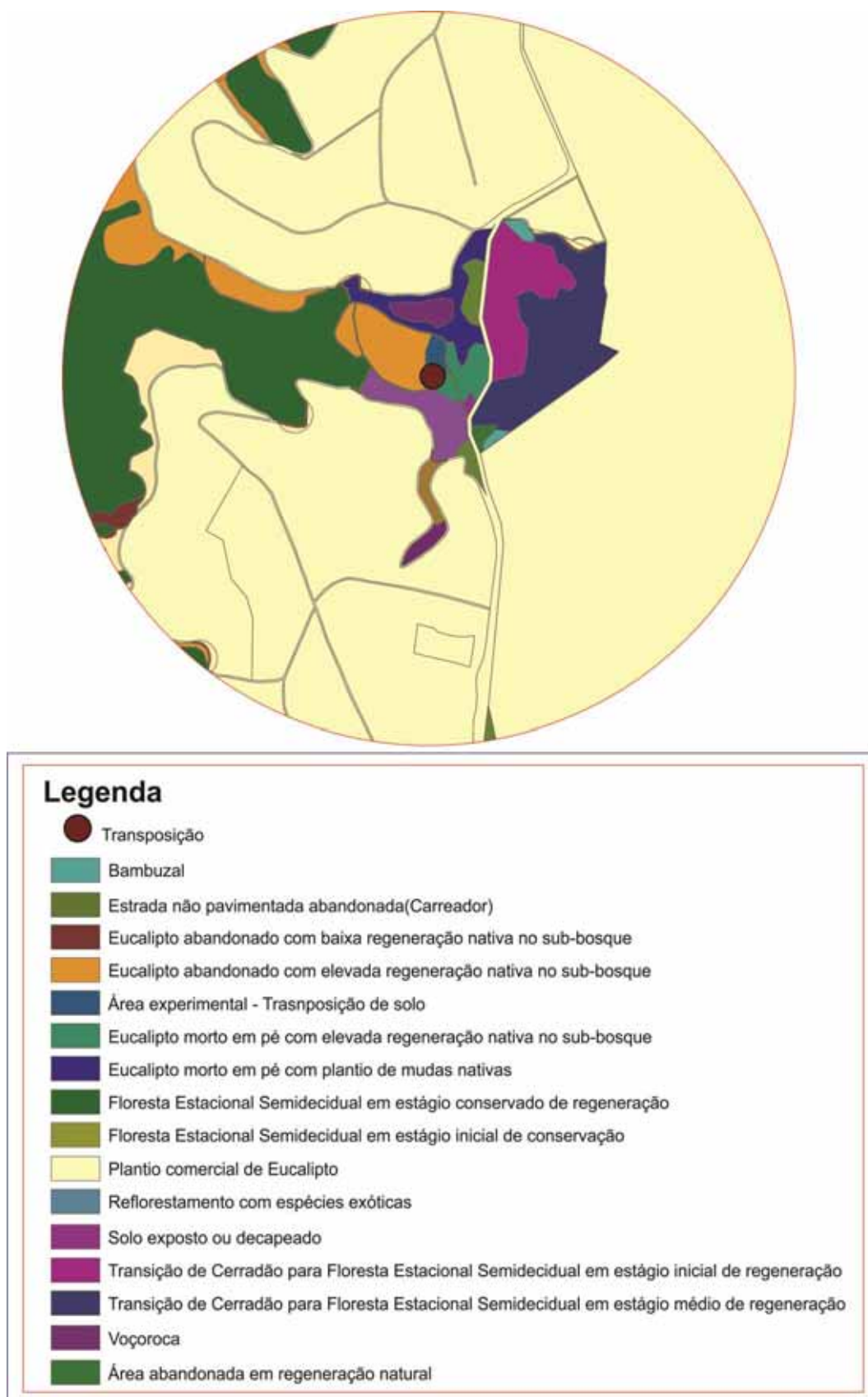


Figura 4-11. Uso e ocupação do solo no entorno de 1Km de raio da transposição de solo elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).

4.3.3 Abandono

No abandono, após o plantio de eucalipto e manutenção por 5 anos de atividades normais de cultivo tratos culturais foram simplesmente interrompidos propiciando a recuperação do sub-bosque.

Houve o abandono em área de 1,75ha, desse modo as parcelas implantadas para avaliação da técnica (3 parcelas de 10x10 metros) correspondem a 1,71% da área total de aplicação. As parcelas de abandono estão localizadas nas Coordenadas UTM, zona 22K, sistema SAD69 782.271x 7.447.550.

O solo da área de estudo é Classificado como Argissolo Vermelho Amarelo.

A cobertura de solo predominante se dá pelas pastagens no entorno da área, seguida por plantio comercial e vegetação nativa conforme pode ser verificado na Tabela 4-3 e na Figura 4-12

Tabela 4-3 Classes de uso de solo no entorno da parcela Abandono

Uso do Solo	Área (ha)
Área abandonada em regeneração	10,39
Área de uso da estrada municipal(Gramado)	0,58
Campo úmido assoreado sem ou com baixa regeneração natural	4,33
Carreador	2,01
Eucalipto abandonado com elevada regeneração nativa no sub-bosque	8,04
Eucalipto morto em pé com baixa regeneração nativa no sub-bosque	10,08
Estrada municipal	10,02
Floresta Estacional Semi-decidual em estágio médio de conservação	26,73
Pastagem	213,60
Plantio comercial abandonado com baixa regeneração natural com Eucalipto	4,11
Plantio comercial de Eucalipto	24,27
Total	314,16



Figura 4-12. Uso e ocupação do solo no entorno da parcela Abandono elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).

4.3.4 Área referência – Mata

Á área referencia trata-se de uma região onde Segundo a resolução CONAMA 01/1994, a vegetação pode ser caracterizada como em estágio avançado de regeneração por ocorrer fisionomia florestal fechada, tendendo a ocorrer distribuição contígua de copas, com grande número de estratos, com árvores, arbustos, ervas terrícolas, trepadeiras, epífitas. As copas superiores são horizontalmente amplas, as alturas máximas ultrapassam 10 m, epífitas estão presentes em grande número de espécies, a serapilheira está presente, no sub-bosque os estratos arbustivos e herbáceos aparecem frequentemente, a diversidade biológica é grande devido a complexidade estrutural e ao número de espécies. O solo da área de estudo é Classificado como Neossolo Quartzênico com Argissolo Vermelho Amarelo.

A parcela de Mata está localizada nas Coordenadas UTM, zona 22K, sistema SAD69 782.240x 7.448.401. A maior cobertura de solo se dá pelas áreas de plantio comercial seguida de vegetação nativa conforme pode ser verificado na Tabela 4-4 e na Figura 4-11

Tabela 4-4. Classes de uso de solo no entorno da parcela de referência

Uso do Solo	Área (ha)
Área abandonada em regeneração natural	2,49
Bambuzal	0,44
Carreador	2,37
Eucalipto abandonado com baixa regeneração nativa no sub-bosque	1,55
Eucalipto abandonado com elevada regeneração nativa no sub-bosque	16,40
Área experimental- Transposição de solo	0,60
Eucalipto morto em pé com elevada regeneração nativa no sub-bosque	2,15
Eucalipto morto em pé com plantio de mudas nativas	3,02
Floresta Estacional Semidecidual em estágio avançado de regeneração	69,17
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de conservação	5,87
Plantio comercial de Eucalipto	193,94
Reflorestamento com espécies exóticas e/ou com baixa diversidade	0,15
Represas	0,44
Solo exposto	0,11
Transição de Cerradão para Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração	5,38
Transição de Cerradão para Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	9,14
Voçoroca	0,94
Total	314,16

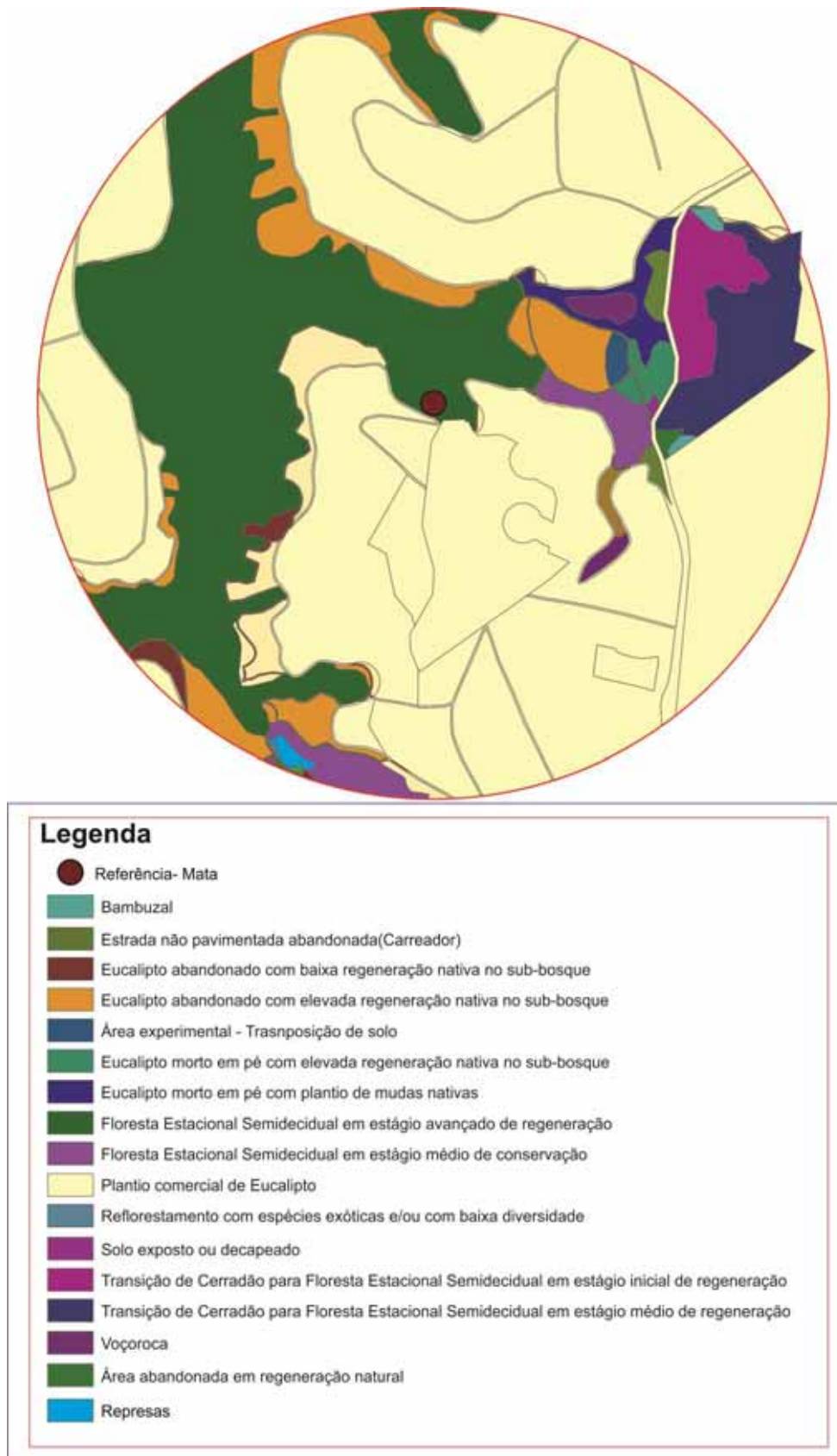


Figura 4-13. Uso e ocupação de solo no entorno da parcela de referência-mata elaborado com base em Levantamento realizado de uso do solo (EUCATEX, 2011).

5 PROCEDIMENTOS DE CAMPO E LABORATÓRIO

Em cada área de estudo (poleiro, transposição de solo, eucalipto abandonada e a área controle) foram demarcadas 3 parcelas de 10m x 10m delimitadas por cordas e marcos de madeira (CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1986). Todas as parcelas foram inseridas a no mínimo 20 metros da divisa de área de implantação do método.

Foram realizadas visitas mensais às áreas de estudo durante o período de um ano, (junho de 2012 a maio de 2013) nas quais foram coletados dados sobre atributos climatológicos, edáficos e fitossociológicos. Adicionalmente, nos meses de junho a outubro de 2013 foram finalizadas as coletas de dados fitossociológicos.

Nos dias 27 de junho, 04 de setembro, 04 de dezembro e 26 de março de 2013, foram realizadas coletas de serapilheira e amostras de solo para análises físicas. Nos dias 11 de julho, 15 de agosto, 14 de outubro, 11 de novembro (2012) e 23 de abril e 01 de maio (2013) foram realizados levantamento de dados fitossociológicos e em 10 de janeiro de 2013 coleta de amostras de solo para análises químicas.

5.1 Florística e fitossociologia.

Em cada parcela foram amostrados e marcados, com placas numeradas, todos os indivíduos arbóreos ou arbustivos com diâmetro à altura do peito (DAP, altura média de leitura a 1,30m acima do solo) maior ou igual a 1cm. Optou-se por DAP de 1cm a fim de ser possível observar a regeneração nos processos de recuperação e ainda na área referência analisar o sub-bosque. Estes indivíduos foram mapeados segundo suas posições nas parcelas e plotados num sistema gráfico (mapa), adotando-se na parcela um sistema cartesiano.

Adicionalmente, flores e/ou frutos foram coletadas, com auxílio de podão, quando os indivíduos estudados estavam em época de floração e/ou frutificação. As identificações, quando impossibilitadas de serem feitas no campo, foram feitas em laboratório, por meio de chaves de identificação e com o auxílio de especialistas.

5.2 Variáveis dos Solos.

Trimestralmente (junho, setembro, dezembro, março) foram coletadas, em uma faixa de 3 metros no entorno imediato das parcelas, três amostras de solo em estrutura natural. Assumiu-se a estratégia de coletar as amostras no entorno da parcela, pois devido as pessoas circularem para obtenção das informações fitossociológicas, boa parte do solo poderia estar com suas características originais alteradas, especialmente a densidade do solo. As amostras foram coletadas com anéis volumétricos metálicos de volume aproximado de 30 cm³ cada. As amostras foram coletadas sempre na profundidade de 0 – 20 cm. As amostras foram embaladas com filmes plásticos, etiquetadas e transportadas ao laboratório do grupo de pesquisas Natel da Unesp – Sorocaba.

Em laboratório, as amostras foram cuidadosamente removidas da embalagem, pesadas, colocadas em estufa a 60°C até atingir peso constante e novamente pesadas. Adicionalmente, o volume da amostra contida em cada anel também foi anotado. Desta forma foi possível quantificar as seguintes variáveis:

- Umidade do solo: subtração da massa total de solo (amostra fresca, já descontado o peso do anel) pela massa de solo seco, dividido pelo peso total da amostra. O resultado foi multiplicado por 100, obtendo a porcentagem de água contida na amostra.
- Densidade do solo(Ds): relação entre a massa seca e o volume original da amostra indeformada (VIEIRA, 1988).
- Densidade das partículas(Dp): relação entre a massa seca e o volume da amostra após o destorroamento desta (VIEIRA, 1988).
- Porosidade: através de equação apresentada por Vieira (1988) (Equação 1).

$$P_s = 1 - \frac{D_s}{D_p} \quad \text{Equação (1)}$$

Amostras complementares foram coletadas na mesma profundidade acima mencionada e numa única data (10/01/2013), com a finalidade de realizar análise das variáveis físicas, físico-químicas e químicas descritas abaixo. Em seguida o conteúdo das amostras foi embalado em sacos plásticos, devidamente identificados e transportados ao laboratório.

No laboratório estas amostras de solo foram secas em estufa de circulação de ar forçada, a temperatura de até 60°C. Depois de secas, as amostras tomadas foram destorroadas manualmente e passadas em peneira com malha de 2 mm (separou-se os resíduos de plantas, raízes e outras impurezas). As seguintes variáveis foram analisadas:

- Cor: Verificada usando-se a Tabela de Munsell (SANTOS et al., 2005).
- Granulometria: determinada por dispersão em NaOH 1N – frações de areia quantificadas pelo método do peneiramento e frações de silte e argila quantificados pelo método da pipeta.
- Condutividade elétrica: medida através de um condutímetro após a elaboração de uma solução solo x água destilada na proporção 1:1, após 30 min de repouso da solução.
- Quantidade de MOS: (Silva et al., 1999) - Equação 2

$$\text{g de MOS/kg} = \text{g de C/kg} \times 1,724. \quad \text{Equação (2)}$$

onde: MOS – matéria orgânica do solo; C teor de carbono na amostra (determinado por espectrometria de massa no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA – USP) em Piracicaba – SP) e 1,724 constante de análise de MOS

Parte de cada uma destas amostras foi enviada a um laboratório credenciado pelo sistema de qualificação do Instituto Agrônomo de Campinas para determinação das seguintes variáveis segundo metodologia padrão prevista pela Embrapa e descrita com detalhes em Silva et al. (1998): Magnésio, Alumínio, Potássio, Sódio e Cálcio, Fósforo, Carbono Orgânico e pH (em KCl).

5.3 Serapilheira acumulada.

Trimestralmente, nas mesmas datas em que procederam-se as coletas de amostras de solo, determinou-se a quantidade de serapilheira acumulada em cada situação experimental.

Para isso foram coletadas três amostras em cada uma das 4 situações estudadas. Utilizando-se um quadro de madeira de 0,50 m de lado. Após o quadro ser disposto randomicamente sobre o solo, todo o conteúdo de serapilheira contida dentro do quadro era coletada, embalada, etiquetada e transportada ao laboratório do grupo Natel. Cada amostra foi seca em estufa a 60°C e, após seca a amostra foi pesada. O valor foi corrigido para t.ha⁻¹ após dividir o valor do peso (em gramas), pelo fator 25.

5.4 Variáveis microclimatológicas.

Foram realizadas avaliações da condição microclimática de cada área de estudo. As medições foram efetuadas utilizando um equipamento termo-higro-anemômetro-luxímetro digital da marca Instrutherm modelo THAL-300. Este equipamento mede o nível de luminosidade, umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento.

Mensalmente foram tomadas informações em 3 pontos de coleta em cada área amostral, com distância média de 5 metros entre os pontos. No dia da coleta as informações eram coletadas de maneira que a variação horária entre a coleta na primeira área amostral e a última não ultrapassasse 60 minutos. As coletas foram feitas sempre no período da manhã entre nove e dez horas.

5.5 Análise dos dados.

Para análise da biomassa das florestas foi utilizada a fórmula de Cálculo de biomassa viva ou morta em pé (AREVALO; ALEGRE; VILCAHUAMIN, 2002), a qual estima a quantidade de carbono presente na área (Equação 3).

$$BA = 0,0018 \times DAP^{2,53} \quad \text{Equação(3)}$$

Onde:

BA = biomassa de árvores vivas e mortas em pé

0,1184 = constante

DAP= diâmetro da altura do peito DAP (cm)

2,53 = constante

Executou-se um teste estatístico não paramétrico Kruskal-Wallis, utilizando o software Biostat 5.0 (AYRES et al., 2007), o qual visa avaliar a variância entre as amostras das áreas de estudo.

Foi realizada análise do índice de variabilidade de Shannon, pela fórmula (ODUM; BARRET, 2007):

$$\bar{H} = - \sum P_i * \log P_i \quad \text{Equação (4)}$$

Foi realizado também análise comparativa entre os tratamentos por meio do índice de Jaccard (LUDWIG; REYNOLDS, 1988):

$$J(A, B, \dots) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad \text{Equação (5)}$$

Para realização de análise multivariada dos dados foi utilizado o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa, por meio do Software Xlstat 5.0 (ADDINSOFT, 2014)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Florística e Fitossociologia

Observa-se que as áreas submetidas à recuperação possuem menor quantidade de biomassa que a área referência, porém não há significativa diferença estatística entre elas.

Os valores médios de DAP, Altura e Biomassa da área de abandono não apresentam diferença estatisticamente significativa da área de controle. Os resultados apresentados quanto às diferenças estatística do DAP não se alteraram independente da inclusão ou exclusão dos Eucaliptos - nas parcelas de poleiro e abandono -, para análise dos dados.

Apesar dos dados apresentados na Tabela 6-1, quanto a DAP, altura e biomassa das áreas de transposição, serem maiores aos apresentados nas áreas de poleiro, em campo observa-se que nas áreas de poleiro há um menor índice de gramíneas exóticas, fator que contribui para um desenvolvimento mais elevado das espécies não arbóreas nativas (BARBOSA; PIVELLO; MEIRELLES, 2008), favorecendo o desenvolvimento do banco de semente, e apresentando aspecto de vegetação em estágio mais desenvolvido de sucessão.

Tabela 6-1. Biomassa das áreas de recuperação e controle. Para cada variável, mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%), segundo teste de Kruskal Wallis. CV% - Coeficiente de Variação.

Área Amostral	Nº médio		DAP		Altura		Biomassa	
	Indivíduos por parcela	CV%	médio (cm)	CV%	média (m)	CV%	média(kg)	CV%
Referência	61 ^b	11,9	5,75 ^a	14,9	4,75 ^c	5,4	48,12 ^a	32,8
Abandono	52 ^{a,b}	15,1	5,47 ^a	18,7	5,70 ^{b,c}	15,8	26,16 ^a	52,7
Transposição de solo	17 ^{a,c}	17,2	2,50 ^a	16,3	2,40 ^a	18,0	6,68 ^a	111,9
Poleiro	15 ^c	38,1	5,85 ^a	2,0	3,44 ^{a,b,c}	12,1	12,52 ^a	51,1

Na análise da relação entre altura e DAP observou-se que há um grande número de indivíduos jovens de diâmetro menores que 10 cm (Tabela 6-2) e altura menor que 5 metros. Apenas alguns indivíduos nas parcelas de abandono estarem mais dispersos no tamanho e altura (Figura 6-1).

Tabela 6-2 Porcentagem de distribuição Diamétrica dos indivíduos.

DAP	<5	5-10	10-30	30-50	>50
Referência	76,2 ^{a,b}	13,3 ^{a,b}	7,5 ^a	2,5 ^a	0,5 ^a
Abandono	57,7 ^{a,b}	33,9 ^a	7,7 ^a	0,6 ^a	0,0 ^a
Transposição	96 ^a	2,0 ^b	2,0 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a
Poleiro	66,7 ^a	24,5 ^{a,b}	4,4 ^a	4,4 ^a	0,0 ^a

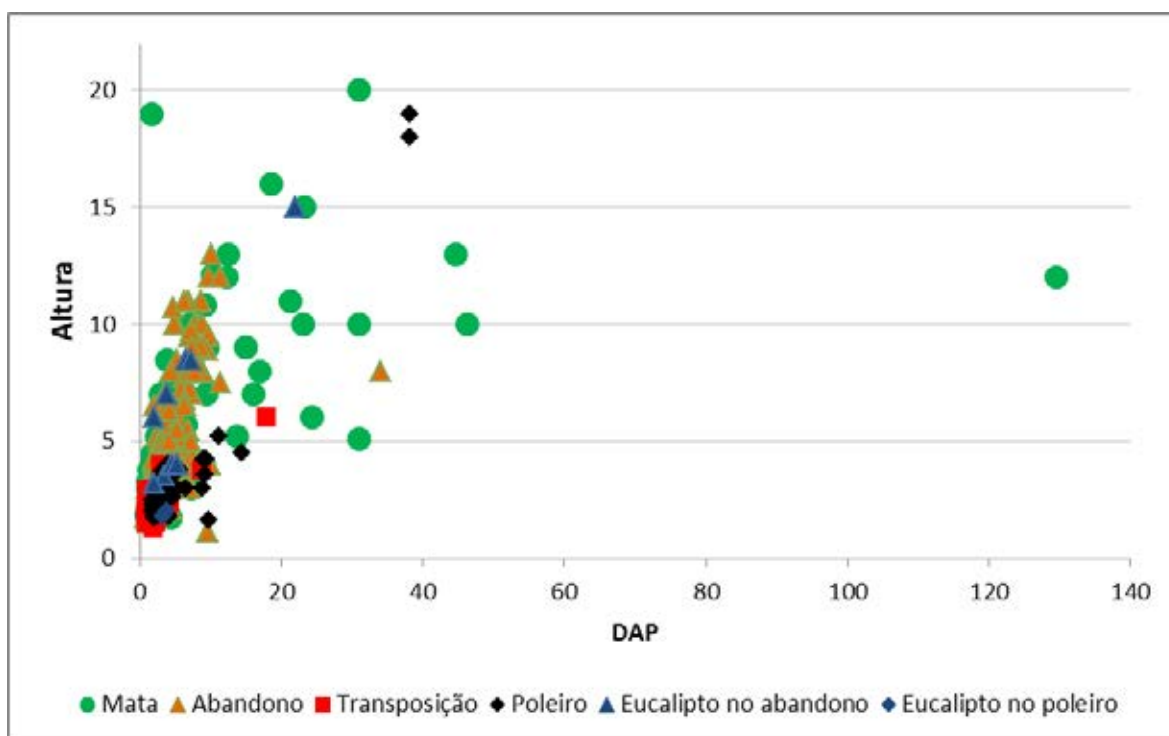


Figura 6-1. Gráfico da dispersão entre altura (m) x DAP (cm) nas áreas de estudo.

A distribuição diamétrica dos indivíduos demonstra baixo índice de regeneração nas áreas de estudo, visto que não há indivíduos regenerantes

maiores de 12 metros e a concentração dos indivíduos se mantém entre a altura de 5m e DAP de 20cm na transposição e no poleiro e no abandono atinge altura de 15m e DAP também de 20cm.

Onde há maior distribuição entre DAP e altura dos indivíduos são nas parcelas de abandono fato que pode ser devido a presença dos espécimes de eucalipto como espécies pioneira o que contribuiu para o desenvolvimento das espécies nativas no sub-bosque e ainda impediu a propagação das gramíneas exóticas nesse local.

Foram identificados 435 indivíduos de 49 espécies e 29 famílias, sendo a família com maior representatividade a Myrtacea (Tabela 6-4), quarenta espécies apresentam síndrome de dispersão biótica (Tabela 6-3). A parcela com maior número de indivíduos e maior variabilidade situa-se na área referência, apresentando variabilidade de 30 espécies de 21 famílias em 300m² de área estudada, comparando com estudo realizado por Guaratini et al. (2008) em área da Reserva Municipal, no município de Campinas-SP, os autores encontraram diversidade de 108 espécies em 1000m², sendo a segunda família mais representativa a Myrtacea.

Tabela 6-3. Distribuição das espécies arbóreas por área de estudo.

Variável		Referência	Abandono	Transposição	Poleiro
Total de espécies por tratamento amostrado		30	29	8	7
Índice de Shannon (H')		1.05	1.17	0.65	0.58
Número de indivíduos amostrados		184	156	50	45
Porcentagem de indivíduos por síndrome de dispersão	Biótico	90	80	87	57
	Abiótico	10	20	13	43
Porcentagem de indivíduos por grupo ecológico	Pioneira	31	33	38	86
	Secundária	62	67	62	14
	Climácea	7	0	0	0
Porcentagem de espécies nativas		100	95	100	86

Das espécies relacionadas apenas 7 são secundárias tardias ou climáceas e o restante pioneiras e secundárias iniciais, não havendo incidência nas parcelas de Poleiro e Transposição de espécies secundárias tardias e climáceas, o que pode ser um indício do baixo grau de regeneração dessas áreas. Quanto aos índices de diversidade, a área de abandono apresentou o maior valor para o índice de Shannon (Tabela 6-3), o que mostra um processo sucessional satisfatório em relação ao o desenvolvimento arbóreo.

Apenas uma espécie é similar entre as quatro áreas estudadas *Siparuna guianensis* (Aubl), a qual é classificada como espécie com síndrome de dispersão biótica sendo sua dispersão realizada principalmente por aves (PIJL, 1982).

Tabela 6-4. Distribuição das espécies por parcelas e relação quanto a grupo ecológico, Síndrome de Dispersão e origem da espécie. Área Amostral: A- Abandono, R- Referência, T- Transposição de solo, P-Poleiro; GE – Grupo Ecológico: P- Pioneiras, SI- Secundária inicial; ST- Secundária Tardia; C- Climax; SC- Sem Classificação; SD- Síndrome de Dispersão (PIJL, 1982): B- Biótica; A-Abiótica; O- Origem: N-Nativa e E- Exótica. (Continua)

FAMÍLIA	Nome Científico	Área Amostral				GE	SD	O
		R	A	T	P			
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X	X	X	X	P	B	N
ANNONACEAE	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	X	X			SI	B	N
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.		X	X	X	P	B	N
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	X				C	B	N
ASTERACEAE	<i>Syagrus romanzuffiana</i> (Cham.) Glassman			X		SI	B	N
	<i>Gochnatia polymorpha</i> Less		X	X		P	A	N
	<i>Vernonia diffusa</i> Less				X	P	A	N
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X	X			SI	B	N
CANNABACEAE	<i>Celtis fluminensis</i> Caurata			X		ST	B	N
CELASTRACEAE	<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	X				ST	B	N
EBENACEAE	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.		X			SI	B	N
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	X	X			SI	B	N
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	X	X			SI	B	N
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	X				P	A	N
FABACEAE	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	X				P	B	N
	<i>Copaifera lansdorffii</i> desf		X			SI	A	N
	<i>Dalbergia</i> sp.	X						
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Steffeld		X			P	B	N
LACISTEMATACEAE	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	X				C	B	N
LAURACEAE	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	X				ST	B	N

Tabela 6-4. Distribuição das espécies por parcelas e relação quanto a grupo ecológico, Síndrome de Dispersão e origem da espécie. Área Amostral: A- Abandono, R- Referência, T- Transposição de solo, P-Poleiro; GE – Grupo Ecológico: P- Pioneiras, SI- Secundária inicial; ST- Secundária Tardia; C- Climax; SC- Sem Classificação; SD- Síndrome de Dispersão (PIJL, 1982); B- Biótica; A-Abiótica; O- Origem: N-Nativa e E- Exótica. (Continuação)

FAMILIA	Nome Científico	Área Amostral						SD	O
		R	A	T	P	GE	SD		
LAURACEAE	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	X				SI	B	N	
	<i>Ocotea velutina</i> (Nees) Rohwer		X			ST	B	N	
LECYTHIDACEAE	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	X				P	B	N	
MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	X	X			SI	B	N	
MYRTACEAE	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg		X	X		P	B	N	
	<i>Eucalyptus</i> sp.		X		X	P	A	E	
	<i>Eugenia florida</i> DC.		X	X		ST	B	N	
	<i>Eugenia francavilleana</i> O.Berg		X			SC	B	N	
	<i>Myrceugenia</i> sp.	X				SC	B	N	
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.		X			SC	B	N	
	<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	X				SC	B	N	
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	X				SC	B	N	
	<i>Psidium guajava</i>			X		P	B	N	
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	X				ST	B	N	
PERACEAE	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.		X			SI	A	N	
PIPERACEAE	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	X	X	X		SC	B	N	
POLYGONACEAE	<i>Triplaris americana</i> L.		X			P	A	N	
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	X				P	B	N	
RUBIACEAE	<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.	X				ST	B	N	

Tabela 6-4. Distribuição das espécies por parcelas e relação quanto a grupo ecológico, Síndrome de Dispersão e origem da espécie. Área Amostral: A- Abandono, R- Referência, T- Transposição de solo, P-Poleiro; GE – Grupo Ecológico: P- Pioneiras, SI- Secundária inicial; ST- Secundária Tardia; C- Climax; SC- Sem Classificação; SD- Síndrome de Dispersão (PIJL, 1982): B- Biótica; A-Abiótica; O- Origem: N-Nativa e E- Exótica. (Conclusão)

FAMILIA	Nome Científico	Área Amostral						SD	O
		R	A	T	P	GE			
RUBIACEAE	<i>Randia calycina Cham.</i>		X			ST	B	N	
RUTACEAE	<i>Citrus X limon (L.) Osbeck</i>		X			P	A	E	
SALICACEAE	<i>Casearia sylvestris Sw.</i>	X	X			P	B	N	
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.</i>	X	X			ST	B	N	
	<i>Cupania vernalis Cambess.</i>	X	X			P	B	N	
	<i>Matayba elaeagnoides Radlk.</i>	X	X			P	B	N	
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum gonocarpum (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.</i>		X			ST	B	N	
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna guianensis Aubl.</i>	X	X	X	X	SI	B	N	
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	X				P	B	N	
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis fasciculata (Meisn.) Nevlng</i>	X				SC	B	N	
	<i>Sem Identificação (Morta)</i>	X	X						

Na parcela de poleiro a espécie mais presente foi a *Gochnathia polymorpha* Less (Cambará), com 27 indivíduos, o que representa 60% da população dessa área. A *G. polymorpha* é uma espécie nativa que se desenvolve em vegetações de transição entre Mata-Atlântica e cerrado, possui tolerância a luminosidade e ao calor e ainda apresenta desenvolvimento satisfatório em áreas de solos pobres e ácidos (LORENZI, 2002), o que pode ser determinante na sua dispersão nas áreas de poleiro.

Das espécies encontradas nas parcelas de poleiros 4 são zoocóricas, as quais utilizam avifauna como dispersores de sementes (PIJL,1982), essas representam 14 indivíduos, 31% do total existente nas parcelas.

O alto índice de indivíduos com síndrome de dispersão abiótica pode ser evidência de que os poleiros de eucalipto não estão sendo muito atrativos para a fauna dispersora ou corroborando a análise de Candiani, 2006, podemos acreditar que a área apresenta certo grau de perturbação uma vez que as espécies com síndrome de dispersão abiótica se aproxima às espécies com síndrome de dispersão biótica.

Em análise de estudos relacionados a áreas onde foram implantados poleiros observou-se que poleiros implantados com varas de bambu de 3 metros e utilizando bambu para formação de “ramos” perpendiculares, em área de Bangladesh encontrou-se uma variabilidade de 13 espécies vegetais arbóreas (SCOTT, 2000). Tres et al. (2007) mostram que a implantação de seis poleiros secos implantados em áreas de Santa Catarina também confeccionados com bambu com ramificações laterais apresentou diversidade de 50 espécies, das quais 18% são espécies zoocóricas.

Bechara (2006) relata em área de restinga, no município de Florianópolis, utilizando espécies de *Pinus* spp. mortos em pé como poleiro foi verificada a atração de 24 espécies vegetais.

Com isso pode-se concluir que houve melhores resultados na regeneração natural nos estudos apresentados. Isso pode ser um indicador de que os poleiros de eucalipto não possuem aporte adequado para o pousio de muitas espécies de aves, o que prejudica a dispersão ornitocórica nessa área, uma vez que apenas 32% dos indivíduos foi classificado com hábito de dispersão zoocórica.

Outro fato que pode ser levado em conta para os resultados apresentados pode ser devido aos efeitos alelopáticos causados pela decomposição das folhas

de eucalipto (EVARISTO; RIBEIRO E NASCIMENTO, 2006), o qual pode causar a inibição da germinação de diversas espécies arbustivas e arbóreas.

Na parcela de abandono foi verificada a existência de 164 indivíduos de 29 espécies, sendo duas espécies exóticas *Eucalyptus sp.* e *Citrus x limon*. A família mais incidente foi a Myrtaceae com 20% das espécies amostradas, coincidente com as informações levantadas por Calegario et al. (1993), Sartori, Poggiani e Engel (2002) e Ferreira, Ferreira e Martins (2007), sendo esta a terceira família mais presente segundo pesquisa de Onofre, Engel e Cassola (2010).

Tabela 6-5. Análise comparativa de estudos realizados em área abandonadas com *Eucalyptus sp.*

Autor	Local	Tipologia Vegetal	Idade anos	Método de amostragem/ Critério para considerar indivíduos	H'	Nº Espécies
Calegario et al. (1993)	Belo Oriente MG	Floresta Estacional Semidecidual	16	CAP >= 5,0cm	3,08	48
Calegario et al. (1993)	Belo Oriente MG	Floresta Estacional Semidecidual	6	CAP >= 5,0cm	2,20	56
Sartori, Poggiani e Engel (2002)	Itatinga SP	Cerrado	-	Altura >= 1,5m	2,51	24
Sartori, Poggiani e Engel (2002)	Itatinga SP	Transição floresta-Cerrado	-	Altura >= 1,5m	3,75	90
Onofre, Engel e Cassola (2010)	Bertioga SP	Floresta ombrófila densa	15	Altura >= 1,3m	2,83	111
Ferreira, Ferreira e Martins (2007)	Lavras MG	-	30	DAP >= 15cm	2,43	33
Este estudo	Bofete SP	Floresta Estacional Semidecidual	7	DAP >= 1cm	1,17	28

É possível verificar na Tabela 6-5, maior valor para o índice de Shannon (H') nos estudos analisados, porém é difícil constatar que trata-se de uma relação concreta, pois os métodos de análises florísticas foram bastante distintos, no

entanto é possível constatar que as áreas com presença de eucalipto tem-se mostrado efetiva para garantia da regeneração natural.

Na área onde foi realizado o abandono do eucalipto foi possível o desenvolvimento de 29 espécies nativas no sub-bosque o que corrobora o avaliado por Onofre, Engel e Cassola (2010), porém, é importante verificarmos qual espécie de eucalipto será utilizada, visto que, uma espécie pode ter respostas diferentes de outra ao consórcio com espécies nativas.

Nas áreas de transposição do solo foram encontrados 50 indivíduos de 8 espécies. Em análise à literatura Neto et al. (2010) analisaram o potencial de regeneração em áreas do município de Viçosa (MG) com solos coletados de áreas de vegetação floresta estacional, nos estágios inicial e avançado de regeneração. Após 9 meses de implantação da técnica encontraram 231 indivíduos de 22 espécies, na área de 1.000m² estudada. O grupo ecológico mais abundante foi o das pioneiras, como já era esperado, por serem as primeiras na regeneração florestal e as que suportam altas condições de luminosidade.

Tres et al. (2007) em propriedades de plantio comercial de eucalipto, onde foi implantado transposição, em Rio Negrinho (SC) encontraram 36 espécies das quais 12 de porte arbóreo. Bechara (2006) verificou a presença de 4 espécies arbóreas após 4 meses de implantação da técnica em área de restinga em Florianópolis (SC), relatou a variabilidade de 13 espécies após 16 meses de implantação da técnica.

Acredita-se que a baixa diversidade florística encontrada na área de transposição se deve, sobretudo pela inexistência de acompanhamento posterior à implantação da técnica, uma vez que a área de implantação do método encontra-se invadida por *Brachiaria decumbens*, a qual possui agente alelopático o que pode ter sido relevante na inibição das germinação das espécies nativas (BARBOSA; PIVELLO; MEIRELLES, 2008).

No presente estudo a diversidade florística na área de referência foi de 30 espécies, valor maior que o observado em estudos realizados em floresta estacional no Rio de Janeiro com presença de 7 espécies arbóreas (ROPPA; VALCARCEL; BAYLÃO JUNIOR, 2012).

Tabela 6-6. Tabela de valores de similaridade por índice de Jaccard.

Combinação	Valor de J
Transposição x Poleiro	0,25
Transposição x Referência	0,06
Transposição x Abandono	0,09
Poleiro x Referência	0,06
Poleiro x Abandono	0,17
Referência x Abandono	0,63
Referência x Transposição x Abandono	0,02
Transposição x Poleiro x Referência	0,02
Transposição x Poleiro x Abandono	0,06
Poleiro x Referência x Abandono	0,04
Poleiro x Referência x Transposição x Abandono	0,02

Para avaliar a similaridade da diversidade florestal entre as parcelas foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard (Tabela 6-6), onde foi possível verificar baixa similaridade entre as áreas amostrais. As únicas áreas que apresentam similaridade significativa são as de abandono e referência (0,63), nenhuma outra relação ultrapassa os valores de 50% de similaridade. Sendo a similaridade entre todas as parcelas apresentar valor próximo à zero (0,02).

Quanto a distribuição espacial dos indivíduos ao longo das parcelas não houve uniformidade, tampouco foi possível avaliar uma maior distribuição dos indivíduos nas proximidades dos poleiros, nota-se apenas uma maior concentração de indivíduos na parcela 2 (Referência), a qual encontra-se mais próxima a curso d'água existente. De maneira geral, em todos os tratamentos, a distribuição espacial dos indivíduos é claramente aleatória (Figura 6-2 à Figura 6-5).

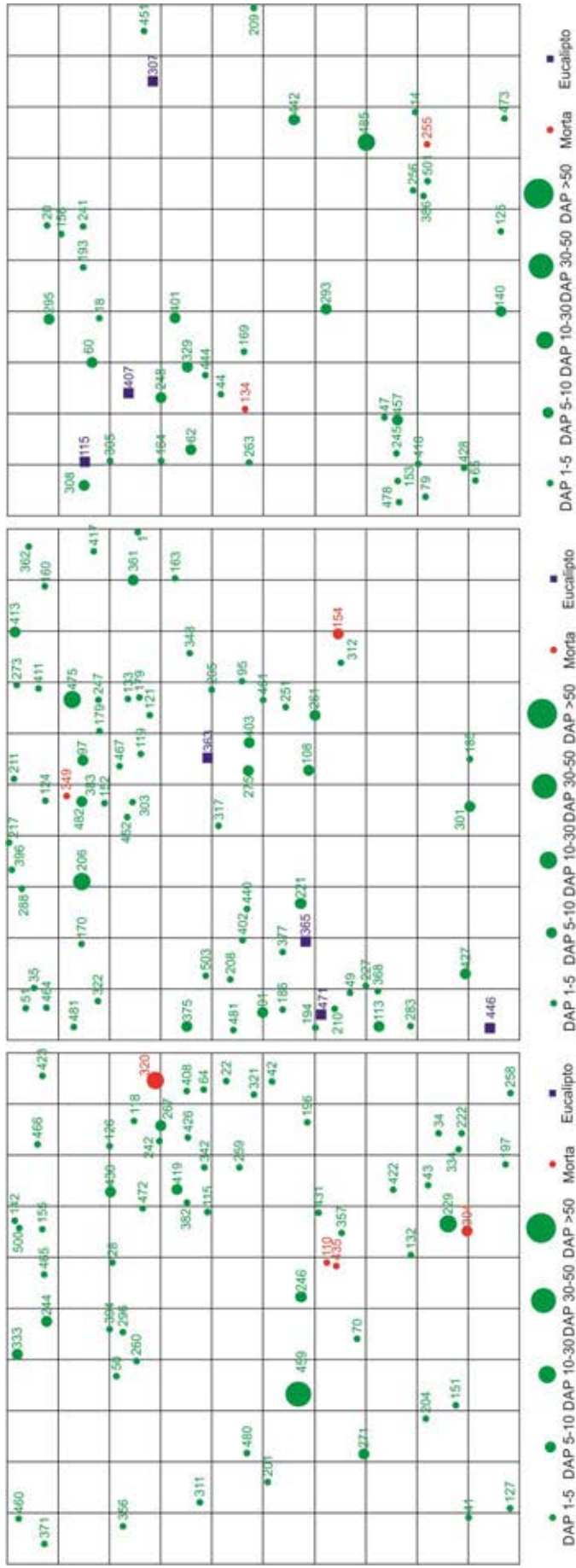


Figura 6-2. Disposição dos indivíduos nas parcelas do abandono (parcela quadrada de 10 m de lado).

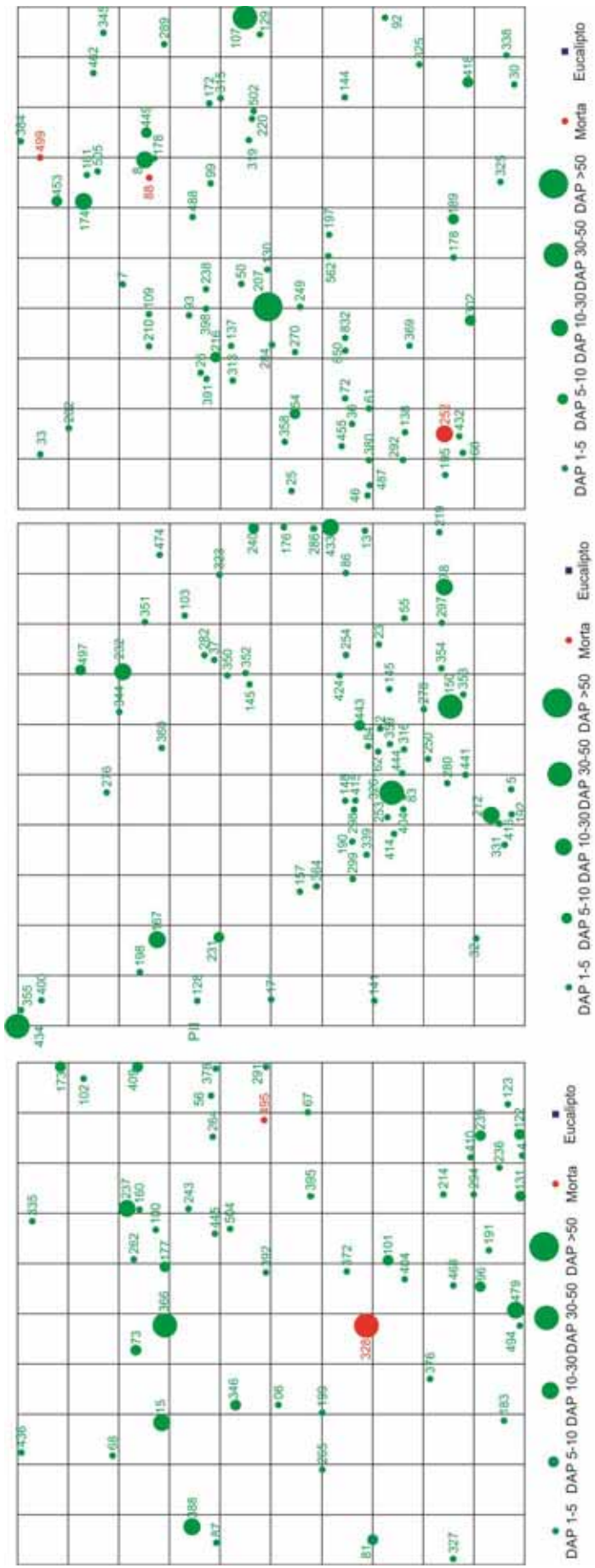


Figura 6-3. Disposição dos indivíduos nas parcelas da área referência (parcela quadrada de 10 m de lado).

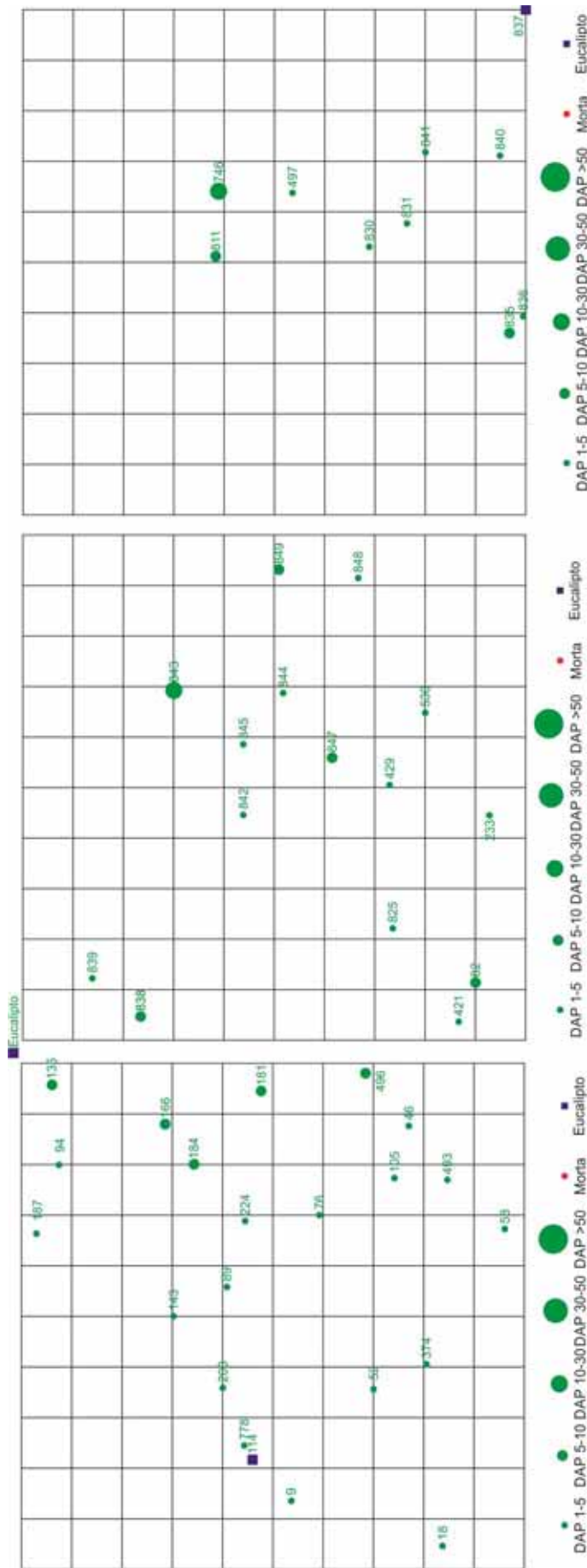


Figura 6-4. Disposição dos indivíduos nas parcelas do poleiro (parcela quadrada de 10 m de lado). Foi plotado um eucalipto morto fora da parcela para avaliar seu efeito sobre vegetação no interior da parcela.

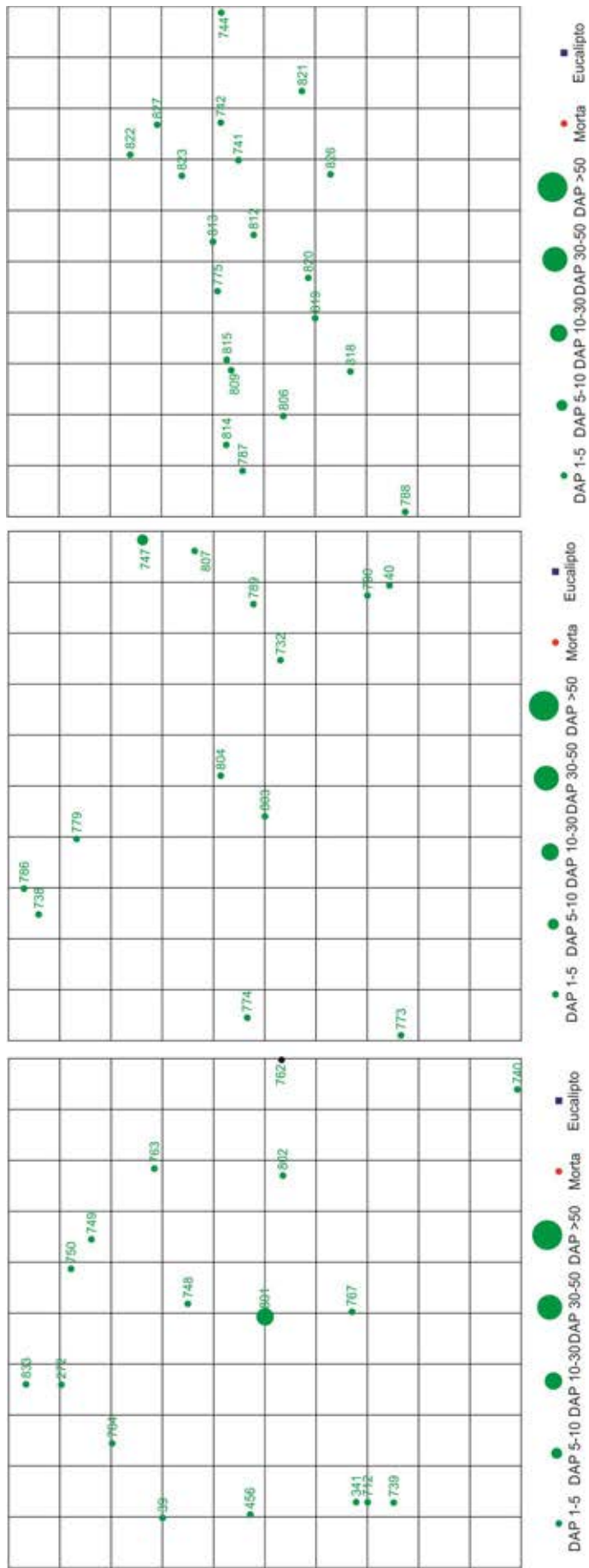


Figura 6-5. Disposição dos indivíduos nas parcelas da Transposição de solo (parcela quadrada de 10 m de lado).

6.2 Solos.

6.2.1 Parâmetros físicos e físico-químicos.

6.2.1.1 Densidade do solo:

Os valores de densidade do solo encontrados variaram entre $1,42 \text{ g/cm}^3$ e $0,97 \text{ gm/cm}^3$ (Figura 6-6). Em análise estatística, não foi verificada variância significativa entre os valores médios das parcelas amostradas.

Em comparação com estudo realizado por Bertacchi et al. (2012), em áreas recuperadas por meio de plantio convencional no município de Campinas, foi verificado valores entre $1,48 \text{ g/cm}^3$ em plantios de 10 anos e $1,22 \text{ g/cm}^3$ em plantios de 55 anos, enquanto Araújo, Goedert e Lacerda (2007) encontraram valores de $0,75 \text{ g/cm}^3$ em áreas de Cerrado nativo no DF, comparativamente a área de transposição apresentou densidade menor que a verificada em áreas mais novas de plantio, o que demonstra uma boa evolução na densidade do solo nessas áreas em comparação a outros estudos utilizando métodos de recuperação convencional.

Em estudo realizado por Mosca (2003), na mesma propriedade em locais de pastagem e plantio comercial de eucalipto os valores de densidade encontrados variaram entre $1,50 \text{ g/cm}^3$ e $1,70 \text{ g/cm}^3$.

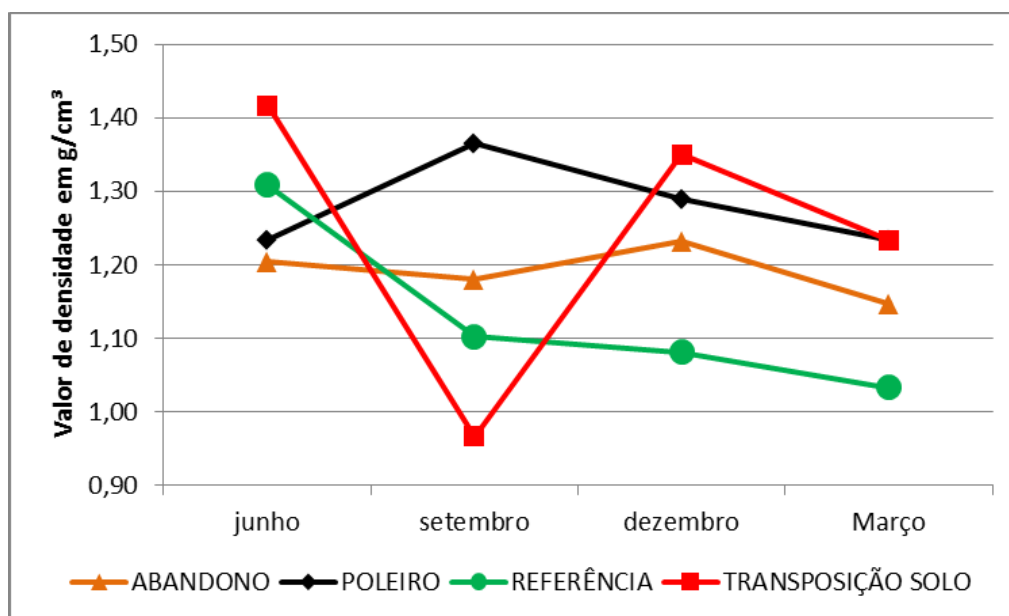


Figura 6-6. Densidade do solo ao longo das coletas. Valores em g/cm^3

6.2.1.2 Porosidade

A porosidade do solo não apresentou variação estatística significativa (Tabela 6-7) sendo compatíveis a valores apresentados para solos arenosos em áreas cultivadas, os quais normalmente são encontrados entre 35 a 50%, (PREVEDELLO, 1996).

Valores adequados de porosidade do solo contribuem para a infiltração de água no solo e para satisfatória acomodações das raízes. Tais valores podem ser devido tanto a uniformidade do solo quanto sua composição de partículas uma vez que solos com partículas maiores, nesse caso arenosos, tendem a possuir maiores espaços entre as partículas e portanto maior porosidade.

Tabela 6-7 Porosidade do solo (dados em %). Mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%).

Área Amostral	Junho	Setembro	Dezembro	Março	Média	CV%
Referência	49,0	57,2	49,8	59,9	54,0 ^a	6,0
Abandono	54,2	55,0	48,5	56,5	53,5 ^a	4,9
Transposição de solo	45,6	62,8	52,9	52,5	53,4 ^a	11,4
Poleiro	52,5	47,5	58,3	52,5	52,7 ^a	7,3

6.2.1.3 Granulometria

Nos solos há ocorrência predominante de areia, permitindo classificá-los como arenosos pouco argilosos. Verificou-se também que não há variação nas classes dos solos na maior parte das parcelas. No poleiro a porcentagem de argilas é maior que nas demais áreas, fazendo com que o teor de areia seja ligeiramente mais baixo, uma vez que o teor de silte praticamente não é alterado (Tabela 6-8)

Apesar do ponto de vista pedológico as alterações percentuais apresentadas quanto a granulométrica possam ser relevante, as variações observadas nas áreas de estudo não apresentam diferença significativa nas áreas de recuperação estudadas e na área de referência (Figura 6-7).

Sahani e Behera (2001) verificaram que em áreas desprovidas de vegetação florestal ocorreu diminuição na quantidade de argila no solo, pelo aumento da erosão, o que levou a remoção dessas partículas. Porém essa tendência não foi

verificada no presente estudo, sendo as áreas de poleiro a qual é a mais sujeita a erosão e arraste de solo local com maior quantidade de argila em sua composição.

Tabela 6-8. Constituição granulométrica e valores médios de densidade de partículas dos solos das áreas de estudo.

Área amostral	Argila(%)	Silte (%)	Areia (%)	Densidade das partículas (g/cm ³)
Referência	3	4	93	2,57
Abandono	2	2	96	2,62
Transposição de solo	4	3	93	2,59
Poleiro	9	3	88	2,61

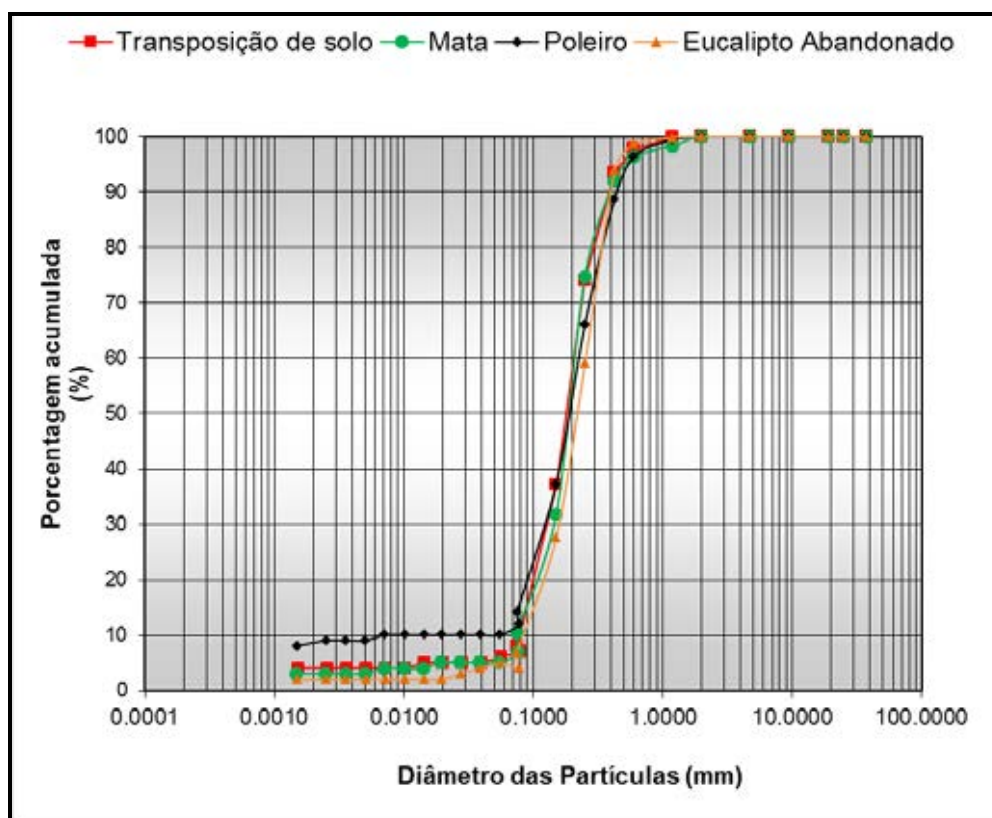


Figura 6-7. Gráfico da variação granulométrica.

6.2.1.4 Densidade de partículas:

Foram obtidos valores médios de 2,57g/cm³ na área referência, 2,62g/cm³ na área de abandono, 2,59g/cm³ na área do Poleiro e 2,61g/cm³ na área de transposição de solo. Valores esse com uma variação não significativa, o que é

esperado, visto que os solos estão sobre mesmo substrato geológico. A determinação da densidade de partículas do solo (D_p) possui grande relevância como indicativa da composição mineralógica e determinação indireta da porosidade (FORSYTHE, 1975).

Comparando dados de densidade com os dados granulométricos (Tabela 6-8), observa-se que os maiores valores de densidade, também correspondem a áreas com maior quantidade de areia na composição granulométrica.

6.2.1.5 Cor

O solo das áreas de análise apresentam as seguintes determinações de cor, Transposição: Marron acinzentado; Referência: Marrom muito escuro Acinzentado; Poleiro: Marrom Amarelado; Abandono: Marrom escuro amarelado.

6.2.1.6 pH

Foi verificado valores mínimo de 3,9 na área referência e máximo de 4,9 na área de abandono (Tabela 6-9). Associando a quantidade de Al encontrada nas áreas de referência e poleiro, é possível relacionar esses dados com a alta acidez encontrada nessas áreas amostrais. Outro fator que pode estar relacionado à maior acidez do solo nessas áreas é a presença de matéria orgânica, visto que na Tabela 6-13, os maiores valores de MOS são da área controle a qual apresenta os menores valores de pH.

Em comparação com estudos apresentados por Bertacchi (2011) em plantios de 10, 22 e 55 anos, os valores médios encontrados foram 4,5; 4,2 e 5,2 respectivamente, Silva, Moraes e Buzetti (2011) encontraram valores médios de 4,0 a 4,9 em plantio de 20 anos em áreas de Cerrado, por sua vez Mosca (2002) encontrou valores de 4,3 e 3,9 em pasto e áreas de Eucalipto na mesma propriedade, observando que os valores de pH nas áreas de Eucalipto do estudo foram semelhantes ao encontrado nas áreas de referência.

Valores de pH significativamente mais baixos em áreas cobertas com vegetação foram encontrados também por Farias et al. (2012) em estudo em Mata ciliar e área em recuperação por meio de plantio de sementes e mudas de leguminosas, obtendo valores de 4,0 na mata e 5,0 nas áreas em recuperação.

Associando assim novamente os baixos valores de pH com a maior decomposição de matéria orgânica nessas áreas.

Em análise de significância da variação dos dados, observou-se similaridade entre a área controle apenas na área de poleiro o que pode ser explicado pela maior quantidade de MOS.

Tabela 6-9. Valores médios de pH. Mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa, letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%).

Área amostral	Valor de pH médio	CV (%)
Referência	3,9 ^b	1,7
Abandono	4,9 ^a	3,6
Transposição de solo	5,0 ^a	3,3
Poleiro	4,1 ^b	1,5

6.2.1.7 Umidade do solo

É interessante observar que no mês de junho a porcentagem de umidade da área de transposição de solo foi de 11,4% e do poleiro 11,9%, enquanto que das áreas de referência e abandono (onde há maior quantidade de vegetação arbórea) os valores foram de 9,8% e 5,1%. Por sua vez, setembro apresentou os menores valores de umidade, mostrando maior perda de água pela evaporação (Figura 6-8). Em dezembro novamente houve maior umidade pela maior retenção e menor consumo de água.

Os valores de Mosca (2003) variaram entre 5% na linha de plantio de eucalipto e 4,4% na área de pasto.

A área de abandono apresentou a menor média de umidade de todas as áreas. Acredita-se que os valores menores de umidade podem estar relacionado à maior necessidade dos espécimes arbóreos de absorção de água, nas áreas de mata e abandono.

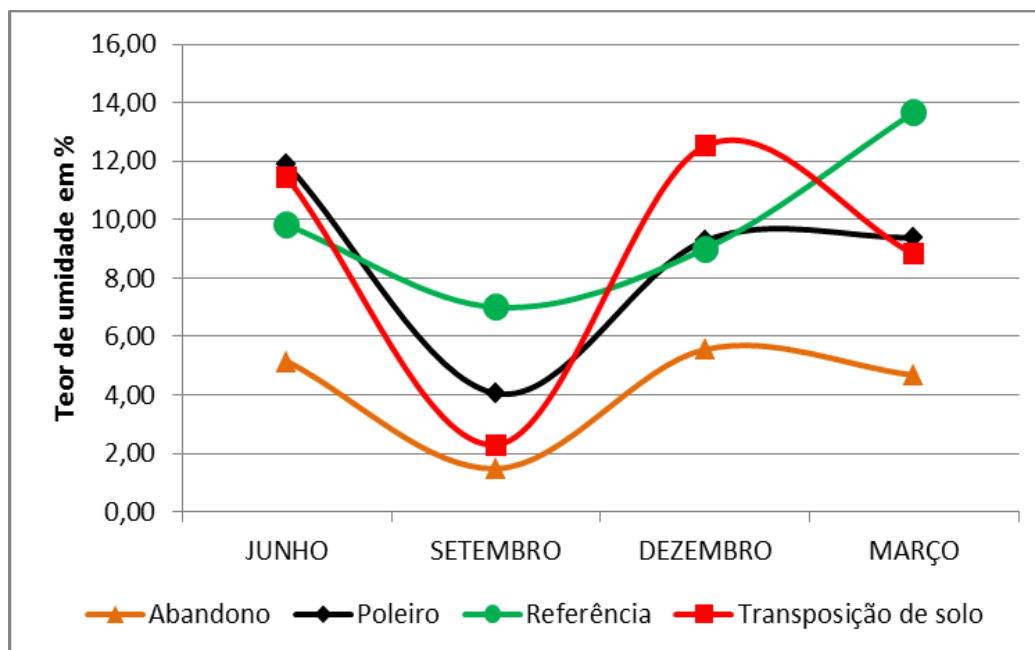


Figura 6-8. Teor de umidade no solo. Valor em % de umidade do solo.

6.2.1.8 Condutividade elétrica da solução aquosa do solo.

Os maiores valores de condutividade elétrica (Tabela 6-10) foram encontrados nas áreas de abandono e mata. Na área de abandono pode ser devido ao tratamento da área para o plantio de eucalipto, o que aumentou a quantidade de sais dispostos no solo. No caso da mata o fator preponderante foi a presença de grande quantidade de Al e outros íons. Essas duas áreas são ainda as que apresentam maiores teores de MOS (Matéria Orgânica no Solo), o que pode aumentar a condutividade elétrica.

Tabela 6-10. Média da condutividade elétrica. Mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%).

Área Amostral	Média ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	CV
Referência	26,8 ^a	2,7
Abandono	18,5 ^a	6,2
Transposição de solo	15,1 ^a	5,5
Poleiro	15,5 ^a	7,1

6.2.2 Variáveis Químicas

Pode se observar na Tabela 6-11, a presença de alto teor de Al permite caracterizar o solo como álico nas áreas referência e nas áreas de poleiro, o que aumenta a toxicidade do solo, impede a absorção de diversos macronutrientes e diminui a fertilidade. Por outro lado, os solos da área de abandono são os que possuem maior fertilidade, chamados solos eutróficos. Os solos da área de transposição são pouco férteis e caracterizados como distróficos.

Apesar da área de Abandono ser a única a qual há diferença na classificação do solo (Argissolo vermelho amarelo), há quanto aos parâmetros químicos semelhança estatística com o solo da área de Transposição (Neossolo Quartzênico com Argissolo Vermelho Amarelo).

O maior índice de fertilidade do solo, indicado como solo eutrófico, na área de abandono, pode ser devido à utilização anterior da área para plantio comercial, visto que foram realizados tratamentos para a correção e aumento da fertilidade do solo.

Estatisticamente, o solo onde houve menor quantidade de parâmetros com significância estatística em relação a área referência, foi a área de poleiro. Porém isso não representa que o solo dessa área vem se recuperando de processos de degradação ambiental, uma vez que solos da área de referência são pouco férteis e apresentam alto índice de Al.

Tabela 6-11. Propriedades químicas do solo. Parâmetros com a mesma letra entre as condições experimentais significam diferença estatística não significativa. Letras diferentes significam diferenças significativas (P = 5%). Área Amostral: A- Abandono; R- Referência; T- Transposição de solo; P- Poleiro.

Área Amostral	P (Resina) mg/dm ³	CV%	K-trocável mmolc/dm ³	CV%	Ca - mmolc/dm ³	CV%	Mg - Trocável mmolc/dm ³	CV%	Na (Mehlich) mmolc/dm ³	CV%	Al ³ (KCl) mmolc/dm ³	CV%	H mmolc/dm ³	CV%	S.B. mmolc/dm ³	CV%
R	6,4 ^a	25,4	1,0 ^a	25,5	4,8 ^b	27,6	1,6 ^b	30,6	0,1 ^a	57,1	15,4 ^a	21,2	34,0 ^b	18,5	7,6 ^b	27,2
A	5,6 ^a	29,0	1,5 ^a	24,2	11,2 ^a	29,0	4,6 ^a	22,2	0,1 ^{ab,c}	81,6	1,4 ^b	72,8	13,6 ^a	11,9	17,4 ^a	24,8
T	6,2 ^a	18,8	1,8 ^a	30,4	10,2 ^a	25,1	4,4 ^a	23,2	0,0 ^b	200,0	2,2 ^b	72,7	16,2 ^{ac}	9,1	16,4 ^{ac}	21,1
P	4,8 ^a	15,6	1,1 ^a	56,0	5,4 ^b	22,2	3,6 ^b	28,3	0,1 ^{ac}	0,0	16,4 ^a	29,0	25,2 ^{b,c}	9,5	10,2 ^{b,c}	21,3

Em comparação com estudo realizado por Silva, Moraes e Buzetti (2011), os valores encontrados em área de reflorestamento com 20 anos, sob domínio do bioma cerrado apresentaram valores próximos no P e K, semelhantes as áreas de recuperação e referência estudadas. Quanto ao Ca valores encontrados no referido estudo estiveram próximos aos observados nas áreas de transposição e abandono e Mg apresentou valores mais altos que os encontrados em todas as áreas estudadas. Quanto a SB a área de Cerrado apresentou maiores valores que todas as áreas estudadas nesse trabalho.

Tabela 6-12. Tabela comparativa dos parâmetros químicos encontrados em diferentes trabalhos de recuperação.

Autor	Município	Forma de recuperação	P	K	Ca	Mg	Al
Esse Estudo	Bofete/SP	Vegetação nativa	6,4	1,0	4,8	1,6	15,4
		Eucalipto abandonado	5,6	1,5	11,2	4,6	1,4
		Transposição de Solo	6,2	1,8	10,2	4,4	2,2
		Poleiros	4,8	1,1	5,4	3,6	16,4
Bertacchi et al., 2012	Campinas/SP	Plantio de 10 anos	3,9	5,2	9	5,4	5,87
		Plantio de 22 anos	16,7	0,8	10,7	4,5	17,3
		Plantio de 55 anos	24,5	1,6	58,9	19,1	4,6
Silva; Moraes; Buzetti, 2011	Selvíria/MS	Plantio de 20 anos	6	1,1	10	6	5

As variáveis químicas comparáveis a outros trabalhos demonstram baixa fertilidade do solo, em grande parte dos parâmetros analisados. O P apresentou valores mais altos em todas as parcelas em comparação ao Plantio de 10 anos.

Tais características podem evidenciar a baixa qualidade do solo na região do presente estudo, o que é corrigida nas áreas onde será realizado plantio

demonstrando assim melhores valores para áreas de abandono, na qual teria sido realizadas adubações para plantio comercial de eucalipto.

6.2.3 Matéria Orgânica no Solo (MOS):

Os maiores teores de MOS encontrados foram na área referência 0,18 g/Kg, as áreas de abandono e transposição apresentaram similaridade estatística a essa área (Tabela 6-13). Isto representa a mesma relação observada na composição de serapilheira, indicando adequado grau de decomposição do material orgânico depositado nessas áreas.

Porém, diferente do observado com a serapilheira, a parcela de abandono apresentou os valores mais baixos no que tange o acumulo de MOS.

Tabela 6-13. Valores médios de MOS. Tratamentos com letras iguais não são estatisticamente diferentes, enquanto que letras diferentes são significativamente diferentes (P=5%) segundo o teste de Kruskal Wallis.

Área Amostral	Valores médios de MOS, em g /Kg	CV (%)
Referência	0,18 ^{a,b}	34,9
Abandono	0,14 ^a	73,5
Transposição de solo	0,96 ^{b,c}	13,1
Poleiro	0,13 ^a	14,2

6.3 Serapilheira acumulada.

Observa-se na Figura 6-9, maior acúmulo de serapilheira nas áreas com densidade vegetal maior, no mês de setembro verifica-se grande acúmulo na área referência, o que é característico das florestas semi-decíduais que perdem parte de suas folhas no período de inverno (PAGANO,1989).

Apenas o mês de dezembro apresentou variação significativa entre as áreas, sendo as áreas de poleiro a menos semelhante às outras áreas amostrais.

Das áreas onde foram implantadas técnicas de recuperação o local com maior quantidade de serapilheira acumulada são as parcelas de abandono, nas quais há uma maior diversidade vegetal.

Nas parcelas de transposição observa-se que apesar de relevante acumulo de serapilheira, esta é composta basicamente por gramínea exótica *Brachiaria*

decumbens., o que pode ser importante para a camada de material em decomposição e ainda contribui para a manutenção da umidade do solo, mas pode ser um potencial impedimento para a criação de um banco de sementes e/ou plântulas no solo, devido ao sufocamento causado pela espessa e densa camada de *mulch* formada. Apesar do alto índice de gramíneas nas áreas do poleiro, essa vegetação pouco representou em diversidade de material orgânico morto (Figura 6-10).

Londe (2013) encontrou valores de Serapilheira médio ao longo do ano de 8,4t/ha na divisa de Belo Horizonte e Sabará em MG em área de plantio de recuperação, Sperandio (2003) encontrou valores de 4,2 t/ha, 5,6 t/ha e 6,0 t/ha em áreas de Capoeira, Capoeirão e floresta secundária respectivamente.

Os valores encontrados nesse estudo são maiores que os valores encontradas em ambos estudos observados, porém em correspondência com estudo de Londe (2012) os maiores valores de serapilheira encontrados foram no final da estação seca.

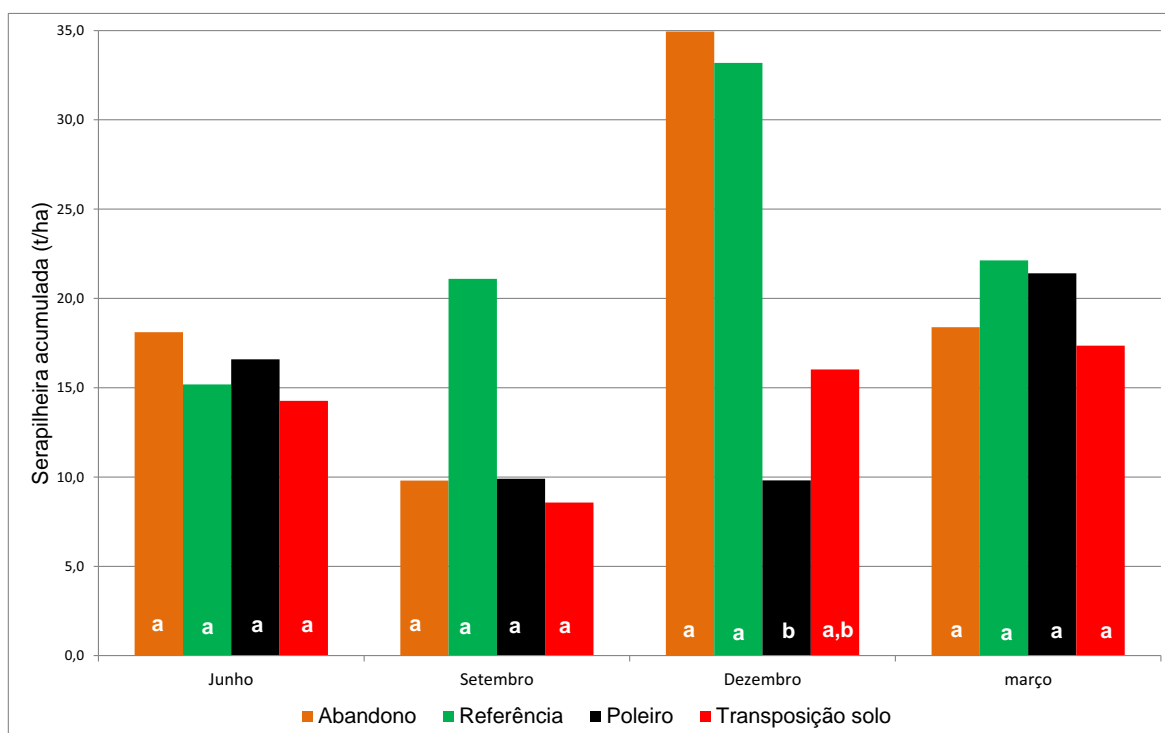


Figura 6-9. Serapilheira acumulada (t/ha). Tratamentos com letras iguais não são estatisticamente diferentes, enquanto que letras diferentes são significativamente diferentes ($P=5\%$) segundo o teste de Kruskal Wallis.

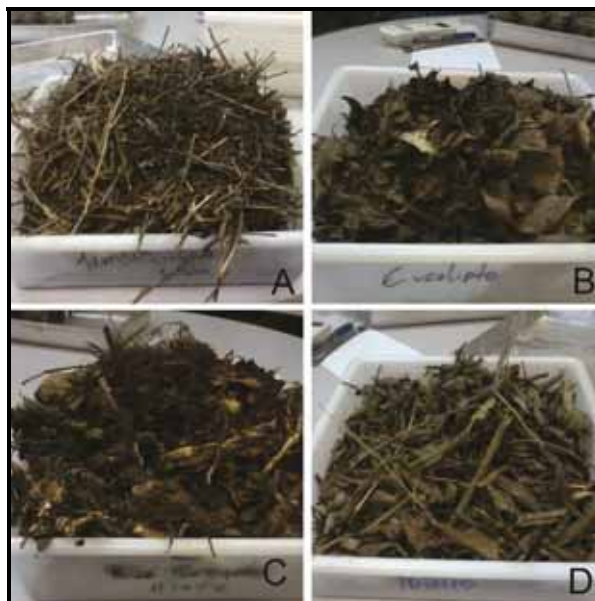


Figura 6-10. Variação do aspecto e da composição da serapilheira acumulada. A-Transposição de solo. B-Eucalipto abandonado. C-Referência. D-Poleiro.

6.4 Variáveis microclimatológicas.

Há maior incidência de luz e vento nas áreas dos tratamentos de transposição de solo e poleiros (Figura 6-11 à Figura 6-14). Isto é justificado pela menor cobertura vegetal nesses locais. A ausência de dossel contribuiu para que os valores de temperaturas máximas fossem mais elevados.

Valores de temperatura e umidade relativa do ar nas áreas em recuperação seguem as mesmas tendências, mostrando similaridade entre as áreas controle e tratamento (Tabela 6-14).

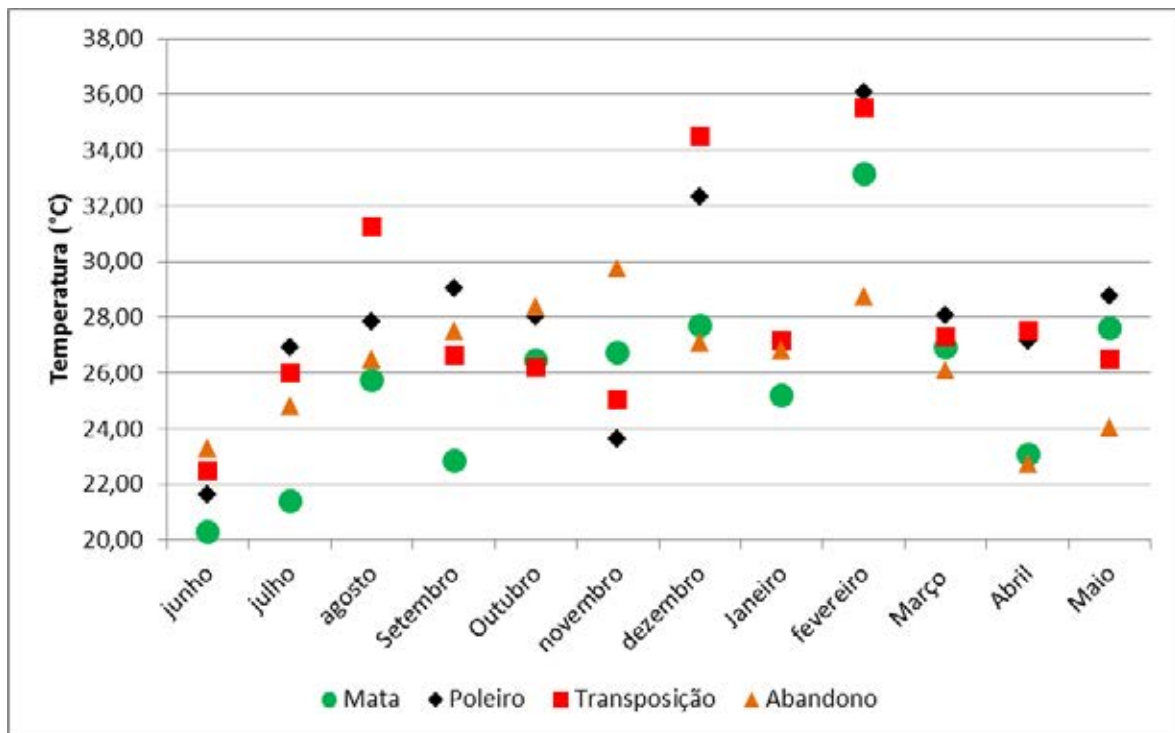


Figura 6-11 Valores de temperatura em (°C) de junho de 2012 a maio de 2013.

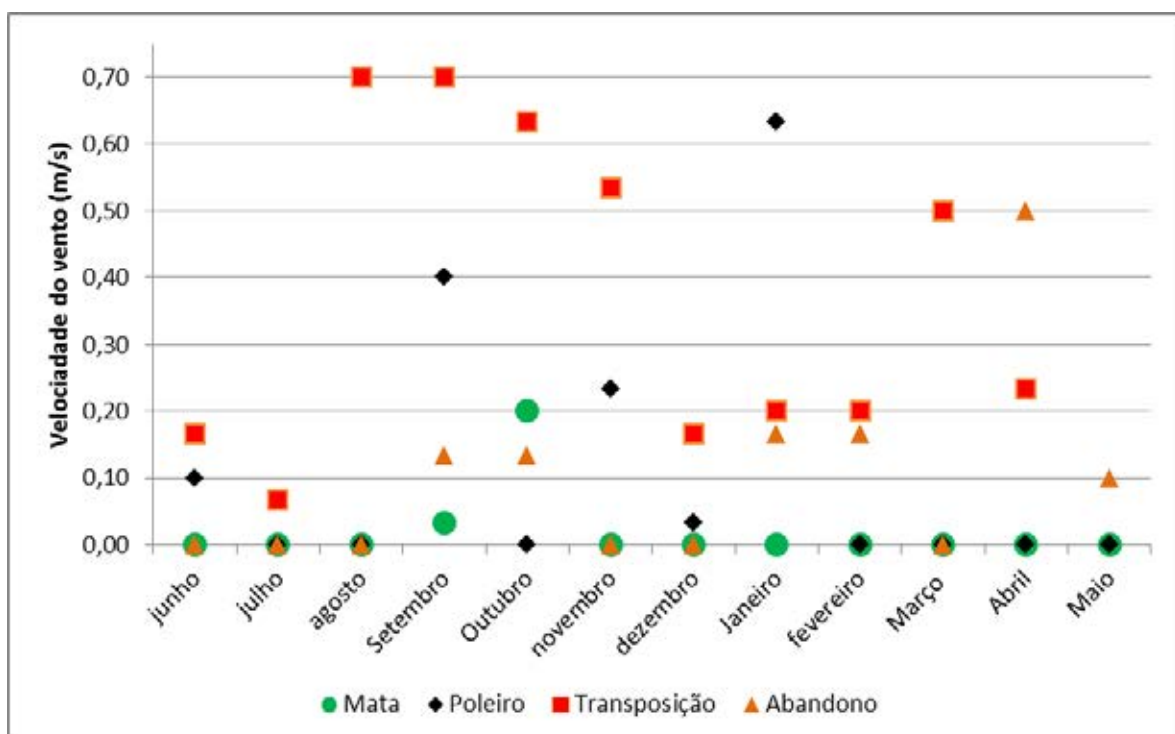


Figura 6-12. Valores de velocidade do vento obtidos (m/s) de junho de 2012 a maio de 2013

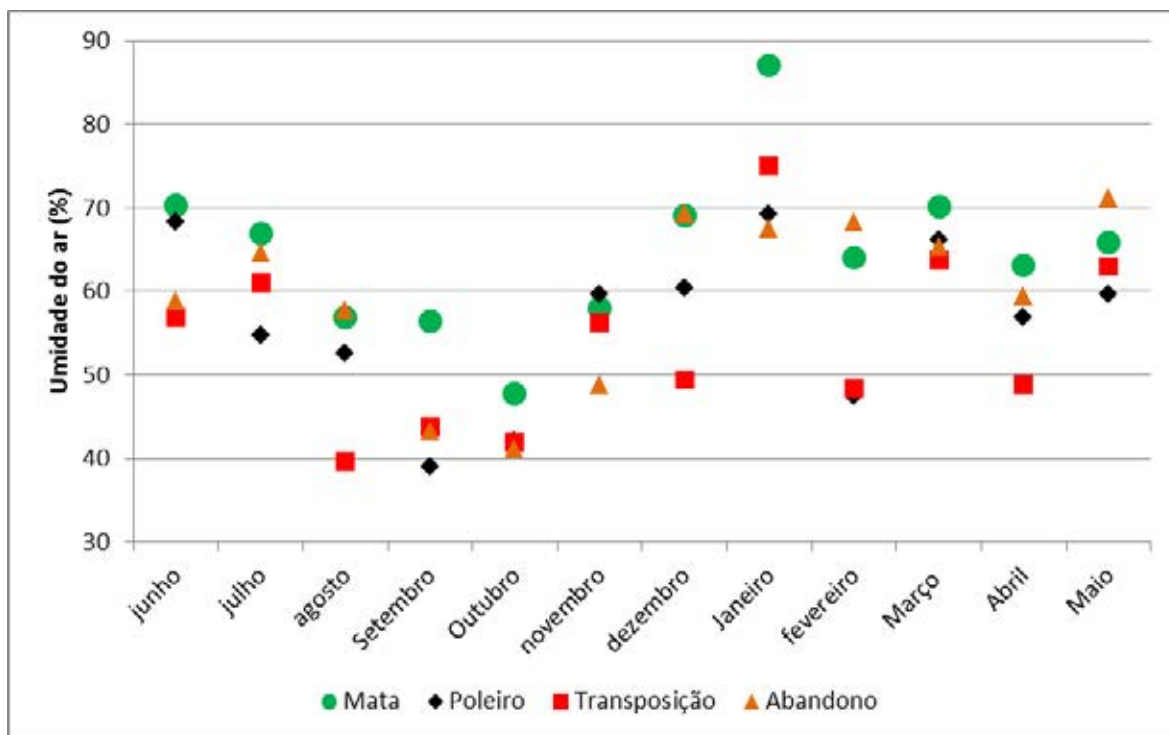


Figura 6-13. Valores de umidade relativa do ar (%) de junho de 2012 a maio de 2013.

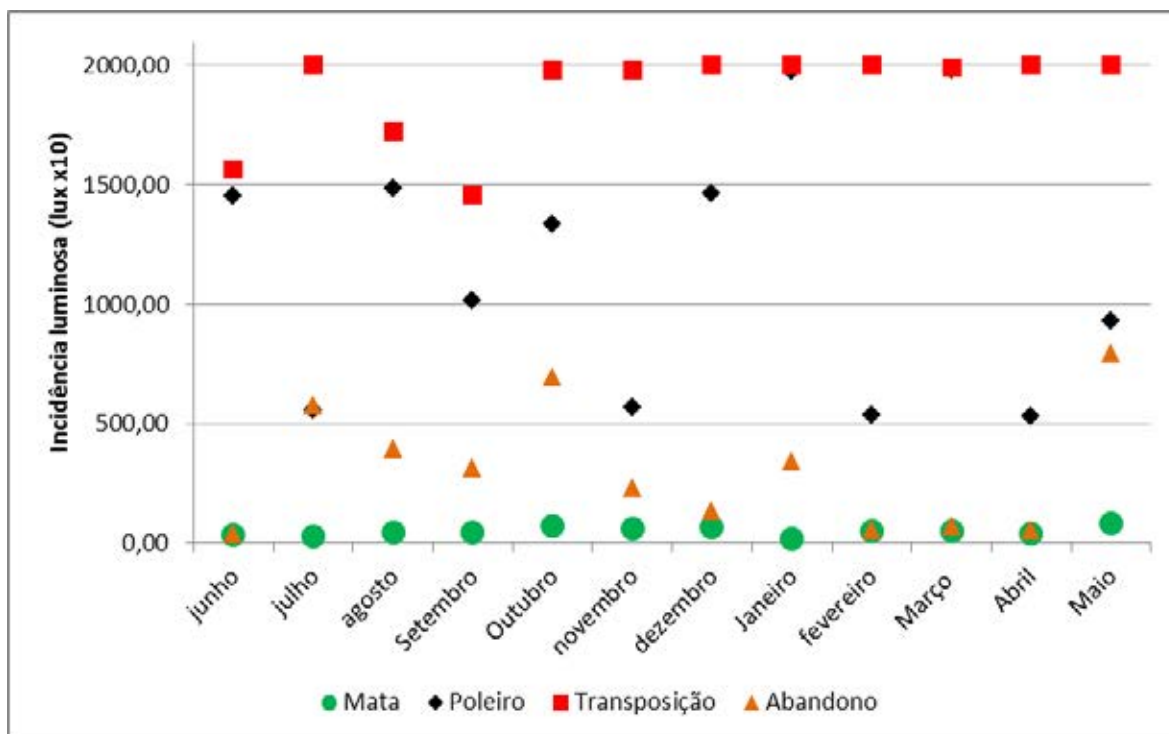


Figura 6-14. Valores de incidência luminosa (lux x10) de junho de 2012 a maio de 2013.

A análise estatística (Tabela 6-14) revelou significativa variação entre as áreas de mata e transposição. Isto sugere influência importante do efeito de borda, o qual pode ser responsável pela alta propagação de gramíneas exóticas e baixo desenvolvimento das espécies nativas nessa área amostral.

Quanto aos valores climáticos houve grande variação entre as áreas de estudo, o que foi também encontrado por Tatsch (2006) onde valores de vento alcançaram médias 3,2m/s nas áreas de cerrado *strictu sensu* e 2,2m/s nas áreas de plantio comercial de eucalipto.

Farias et al. (2012) apresentam variações significativas entre a temperatura nas áreas com presença de vegetação 27,7°C, enquanto a média nas áreas em recuperação atingem 30,7°C.

A umidade da mesma forma é menor em áreas desprovidas de vegetação, conforme verificado nesse estudo e analisado também por Tatsch (2006) e Farias et al. (2012).

Tais fatos demonstram que a presença da vegetação é importante para a manutenção do microclima, uma vez que a incidência luminosa pode ser fator predominante para a presença ou ausência de germinação de determinadas espécies na área.

Tabela 6-14. Valores médios de variáveis climáticas reportados entre junho/2012 à maio de 2013. Tratamentos com letras iguais não são estatisticamente diferentes, enquanto que letras diferentes são significativamente diferentes ($p=5\%$) segundo o teste de Kruskal Wallis.

Área Amostrai	Temp. °C		UR %		Vento m/s	Incidência de Luz (Lux x10)		CV%
	Temp. °C	CV%	UR %	CV%		Temp. °C	CV%	
Referência	25,59 ^a	0,2	64,61 ^a	0,2	0,01 ^a	93,5	49,03 ^a	3,2
Abandono	26,33 ^{a,b}	0,6	59,65 ^{a,b}	2,0	0,10 ^{a,b}	49,0	308,62 ^{a,b}	18,4
Transposição	28,00 ^b	2,7	53,97 ^b	4,3	0,34 ^b	9,6	1924,64 ^b	3,1
Poleiro	28,04 ^b	0,2	56,33 ^b	1,9	0,12 ^{a,b}	44,4	777,23 ^{a,b}	60,7

6.5 Análise multivariada de dados.

Em análise multivariadas de todos os dados obtidos com relação às características fitossociológicas, verificou-se que há significativa similaridade entre as parcelas de Abandono e Transposição, sendo que a parcela de referência apresenta similaridade a este grupo, porém tal similaridade não é estatisticamente significativa (Figura 6-15).

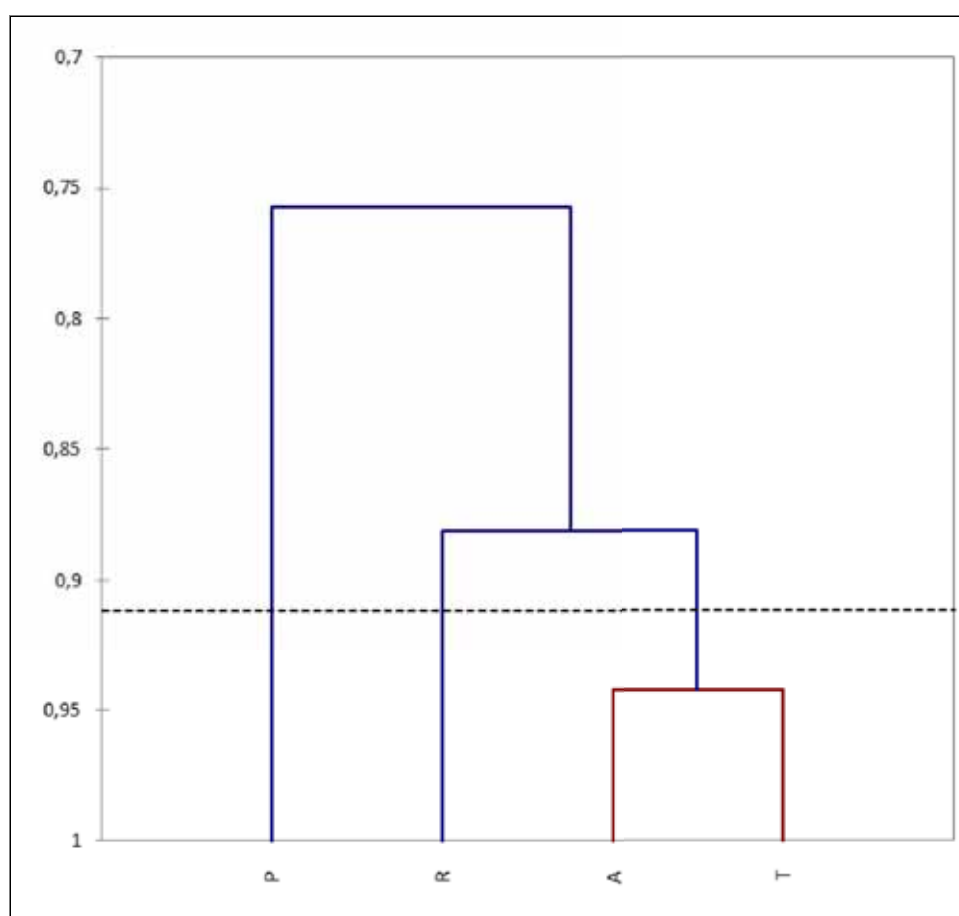


Figura 6-15. Dendrograma de análise multivariada dos caracteres fitossociológicos, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.

Da mesma forma os dados microclimáticos, na Figura 6-16 demonstram similaridade perfeita entre as parcelas Abandono, Poleiro e Transposição.

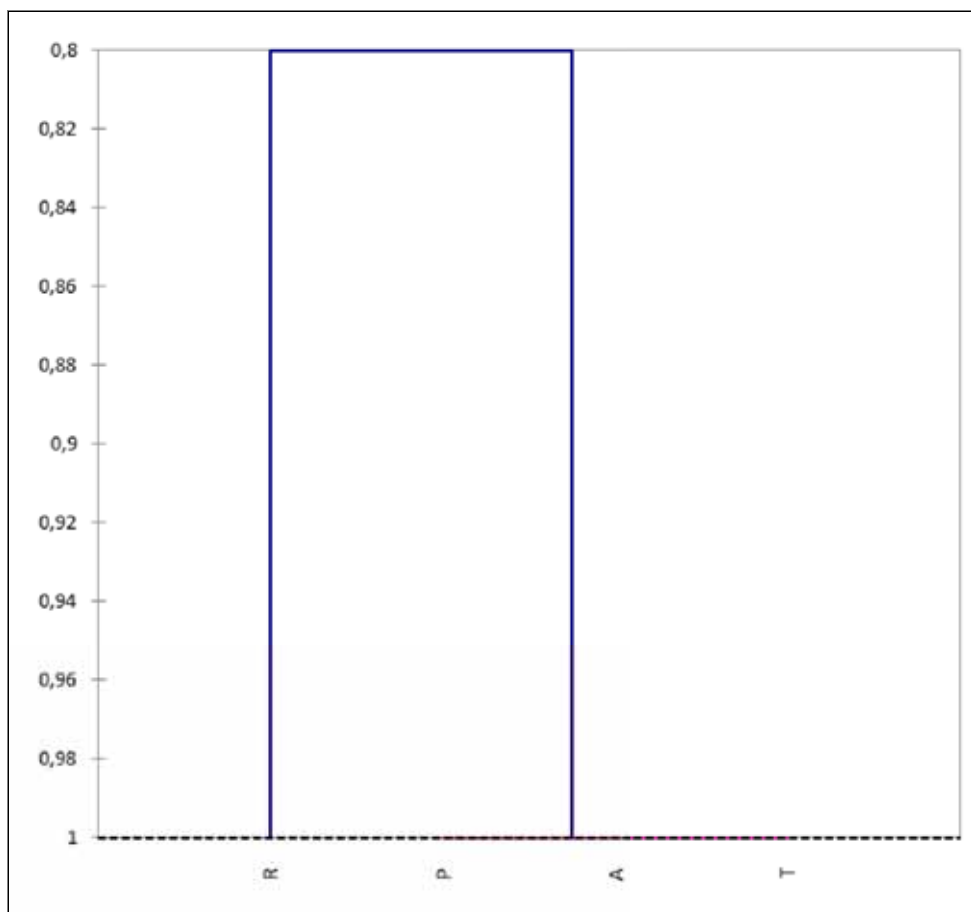


Figura 6-16. Dendrograma de análise multivariada dos caracteres microclimáticos, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.

No entanto, em relação as características do solo há uma similaridade significativa entre as parcelas de Abandono e Transposição (Figura 6-17), há similaridade relevante, porém sem significância estatística entre as parcelas de referência e poleiro.

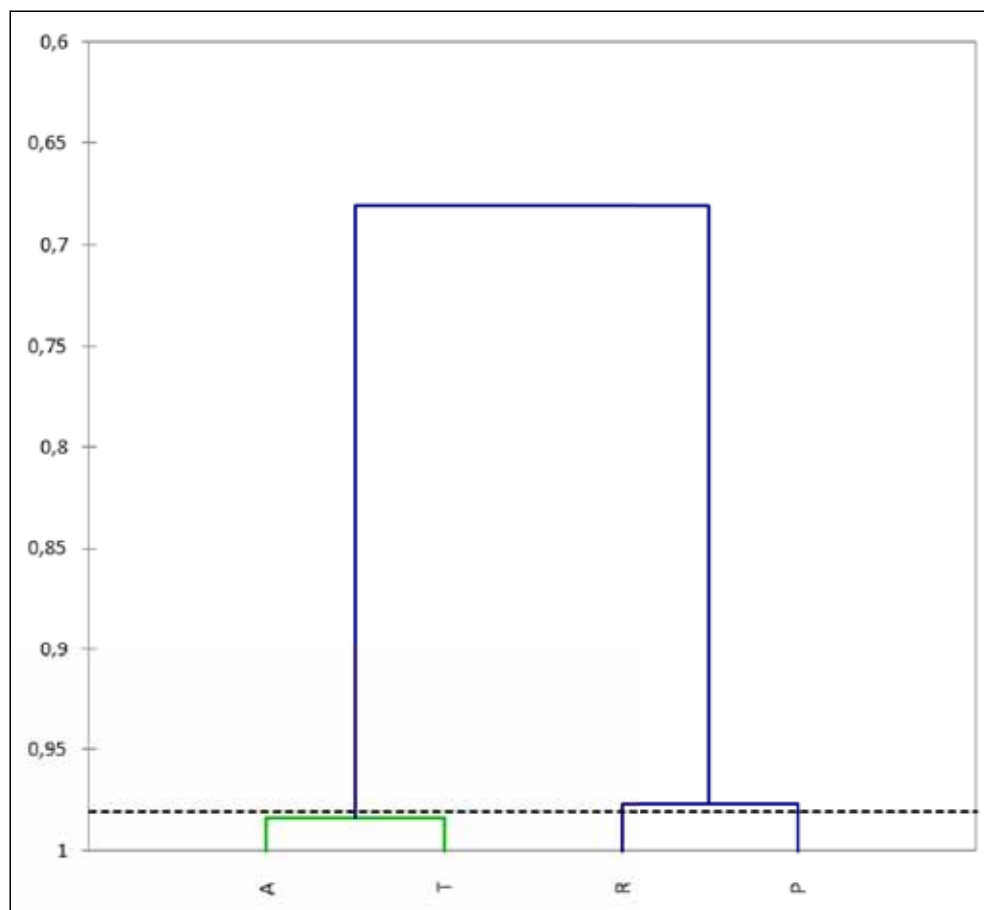


Figura 6-17. Dendograma de análise multivariada efetuada exclusivamente com os atributos do solo, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.

Analisando a similaridade das variáveis que diz respeito a solo e vegetação conjuntamente, observa-se que há uma similaridade significativa entre as áreas de abandono e transposição (Figura 6-18), e apesar de sem similaridade estatística a relação entre as parcelas de referência e poleiro.

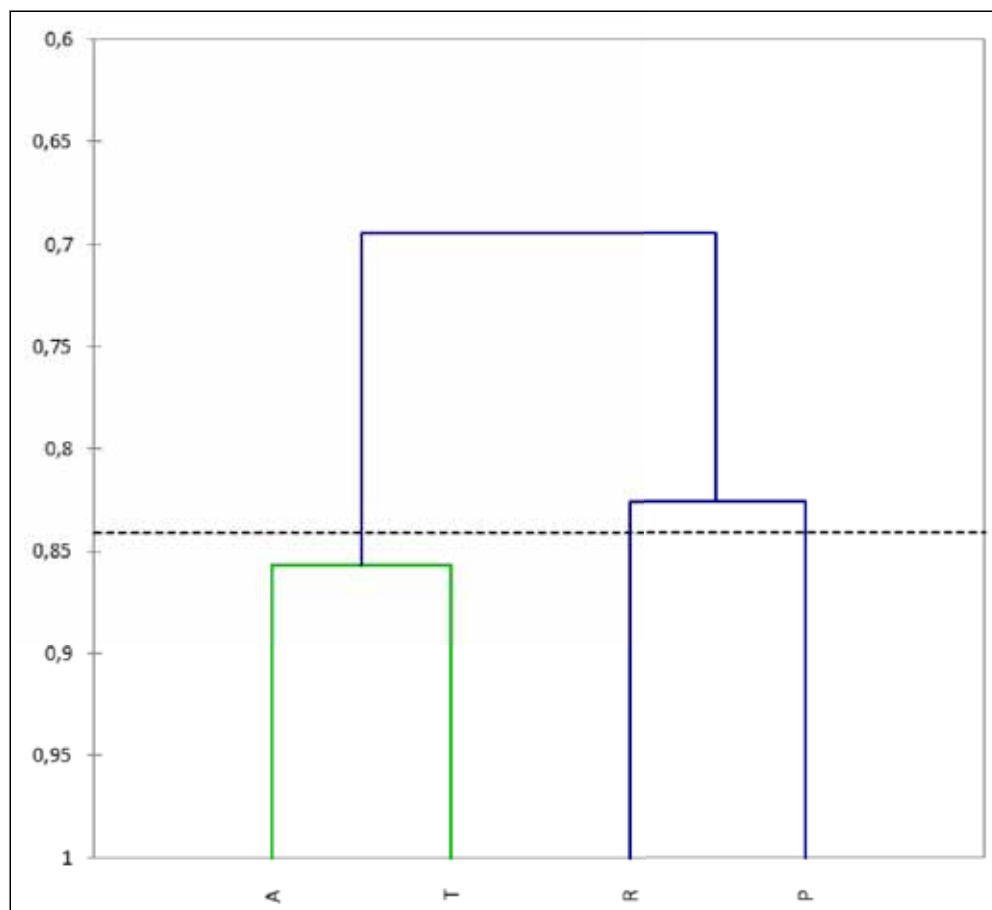


Figura 6-18. Dendrograma de análise multivariada dos caracteres do solo junto com dados de vegetação, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de lincagem completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.

Em análise de todos os parâmetros analisados nesse trabalho (Figura 6-19) verificamos uma maior similaridade entre Abandono e Transposição, porém essa similaridade não é estatisticamente significativa.

Sendo a similaridade significativa entre as áreas de Transposição e Abandono. Dessa forma avalia-se que para as análises multivariadas os fatores edáficos foram bastante relevantes.

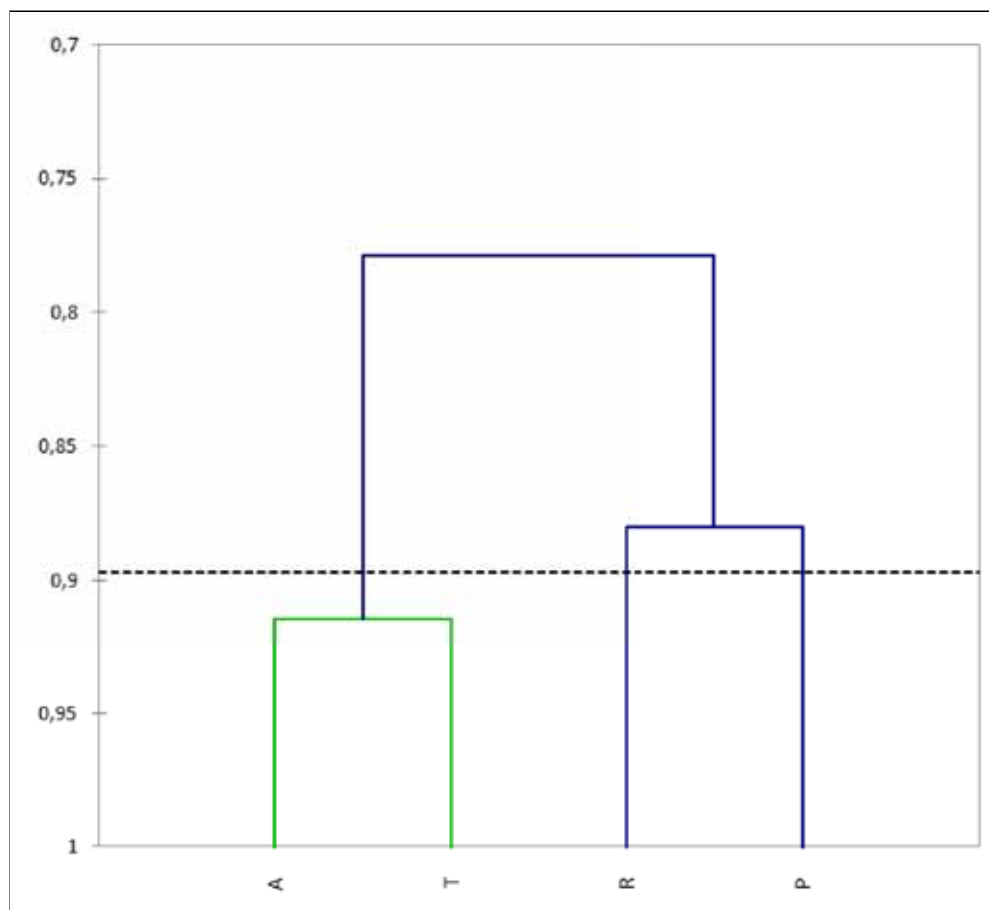


Figura 6-19. Dendrograma de análise multivariada de todos os dados obtidos, utilizando o teste de similaridade de Spearman pelo método de ligação completa. A- Eucalipto abandonado; R- Referências; T- Transposição de Solo e P- Poleiro.

6.6 Análise integrada dos dados

A recuperação de uma área degradada pela ausência de vegetação só será eficiente se todos os aspectos da degradação forem analisados e tratados de forma relevante.

Na parcela de poleiro houve presença significativa da espécie *G. polymorpha*, espécie pioneira típica de solos pobres, por se tratar de área com solo pouco fértil essa espécie se fez dominante na área (LORENZI, 2002).

A cobertura do dossel influenciou a quantidade de distribuição luminosa determinando diferentes níveis de umidade do ar, temperatura e velocidade do vento (JENNINGS; BROWN; SHEIL, 1999) da mesma forma influencia na constituição vegetal da área de estudo.

As parcelas de poleiro e transposição de solo são as com maior incidência luminosa e maiores valores de velocidade do vento (vide Tabela 6-14), o que contribuiu para o desenvolvimento de espécies secundárias iniciais e pioneiras, devido a incidência luminosa ser fator determinante para o desenvolvimento de espécies fotoblásticas positivas.

A luminosidade e a presença de vento influem também na germinação de espécies exóticas como a *B. Decumbens*, a qual impediu o estabelecimento de espécies arbóreas nativas (BARBOSA; PIVELLO; MEIRELLES, 2008).

Mesmo sendo a área de mata a área com menor fertilidade de solo das áreas analisadas, esta mantém aporte de material orgânico para o solo, confirmado pelos expressivos valores de concentrações de matéria orgânica.

Diferente do verificado por Gonçalves, Nogueira e Ducatti (2003) a densidade do solo não apresentou grande relação com a cobertura florestal uma vez que o menor valor de densidade do solo foi verificado na parcela de transposição a qual não apresenta significativa cobertura florestal.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Ao menos até o presente momento, os indicadores ambientais aqui pesquisados mostraram que as técnicas de recuperação por meio de nucleação - transposição de solo e poleiros artificiais - se mostraram longe de padrões comparáveis com a área de referência. Na área de poleiro, a principal razão se dá devido ao fato da área de pousio em eucaliptos mortos ser pequena para sustentar comunidade de aves suficientes para dispersão vegetal. Na área de transposição pela invasão da espécie gramínea exótica *B. decumbens*, devido as favoráveis condições climáticas de luz e vento.

Entretanto na área de poleiro houve um restabelecimento vegetal por meio de dispersão de propágulos do entorno. Contudo, para um efetivo restabelecimento dessa área sugere-se o adensamento da vegetação por meio de plantio de espécies com sucessão entre secundárias tardias e climáceas.

Na área de transposição recomenda-se a utilização da roçada seletiva, ou aplicação de herbicida para resgatar espécies nativas em desenvolvimento que possam eventualmente estar sofrendo efeitos do recobrimento por *B. decumbens*.

Na área de Abandono houve boa regeneração vegetal apresentando quantidade de espécies bastante próxima à área de referência. No entanto não houve espécies de estágio sucessional mais elevados, secundárias tardias e clímaceas, sugerindo-se, portanto o emprego de um enriquecimento com espécies desses grupos ecológicos no local.

Os parâmetros físicos analisados nas áreas não apresentaram diferenças estatísticas significantes, o que mostra que: ou o solo estava pouco degradado em termos físicos, ou houve influência da técnica de restauração para melhoramento da qualidade física do solo.

Quanto aos parâmetros químicos, houve melhor qualidade nas áreas onde foi realizado tratamento prévio para plantio, como no caso da área de abandono, sugerindo uma infertilidade do solo na região. E também o tempo de aplicação das técnicas é curto para ocasionar uma efetiva melhora nas qualidades químicas do solo.

A vegetação cumpre papel fundamental para o microclima, uma vez que a taxa de umidade relativa do ar e temperatura foram significativamente menores

nos locais onde a maior riqueza arbórea. Da mesma forma a incidência luminosa e velocidades do vento se apresentaram menores nesses locais.

Portanto conclui-se que nesses locais não houve efetiva regeneração das áreas onde foram implantadas técnicas nucleadoras, sendo necessário para implantação dessas técnicas, a realização de maiores cuidados posteriores para garantir a regeneração ambiental da área.

Como medida de recuperação acredita-se que o ideal seria a manutenção do eucalipto para a regeneração do sub-bosque até que a área atinja a proporção de cobertura de 1700ind/ha e com presença média de 30 espécies por hectare. Posteriormente realizar o corte ou a morte em pé seletivamente dos exemplares de eucalipto.

É necessária a manutenção das atividades de análise do desenvolvimento da vegetação para que dessa forma possamos analisar se não há apenas um atraso no desenvolvimento da vegetação nas áreas onde foram implantadas as técnicas, sendo que o período de implantação foi de apenas 6 anos e as análises realizadas no período de 12 meses.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR13030**: Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração, 1999.
- ADDINSOFT. **XLSTAT: your data analysis solution**. Versão 2014 <<http://www.xlstat.com/>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2014.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 31:1099-1108, 2007.
- AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. Colombo, **EMBRAPA Florestas**, 2002.
- AGUIAR, M.I. **Qualidade Física do Solo em sistemas Agroflorestais**. Dissertação apresentada para obtenção de título de mestre em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia pra os trópicos**, Tradução: de Maria Juraci Zani dos Santos. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand 2003.
- AYRES M., AYRES J.R.M., AYRES D.L.; SANTOS A.S. BioEstat 5.0-Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas: **Sociedade Civil Mamirauá**, Belém. CNPq, Brasília. 290p., 2007.
- BARBOSA, L.M. (coord). **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**: matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.
- BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian Cerrados. **Brazilian Archives of Biology Technology**, Curitiba, v. 51, n. 4, 2008
- BECHARA, F.C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Tese Doutorado (Recursos Florestais) Esalq, 2006
- BERTACCHI, M.I.F.; BRANCALION, P.H.S.; BRONDANI, G. E.; MEDEIROS, J.C.; RODRIGUES, R.R. Caracterização das condições de microssítio de áreas em restauração com diferentes idades. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, V.36, n.5, p.895-905, 2012.
- BITTAR, O. Y.; BRAGA, T. O. **O meio físico na recuperação de áreas degradadas. Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão Geologia, 1995.

- BOYD, D. Eucalyptus removal on Angel Island. In: Kelly M, Wagner E, Warner P (eds) California exotic pest plant council symposium. **California Exotic Pest Plant Council**, Concord, pp 73–75, 1997.
- CALEGARIO, N.; SOUZA, A.L.S.; MARAGON, L.C.; SILVA, A.F. Parâmetros Florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamento de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa. V.17, n.1 p. 16-29, 1993.
- CAMPOS, R. C.; DEMATTE, J. A. M. Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 5, 2004
- CANDIANI, G. **Análise da chuva de sementes em áreas ocupadas anteriormente por floresta de Eucalyptus saligna no município de Caieiras (SP)**. Dissertação mestrado em Biodiversidade vegetal e meio ambiente (Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais), Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2006.
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M.L.N.; NILTON, C.; FERREIRA, M.M.; FREITAS, D.A.F. de. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:613-622, 2011.
- CARVALHO, W. A.; PANOSO, L. A.; MORAES, M. H. **Levantamento semidetalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia – Município de Botucatu**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, 467 p., 1991.
- CASAGRANDE, J.C; SOARES, M.R. Interação Solo – Planta: A Importância Da Recuperação De Solos Degradados Para Reflorestamento Heterogêneo, In: **II Simpósio de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente Instituto de Botânica. 2008
- CEPAGRI CENTRO DE PESQUIDAS METEREOLÓGICAS APLICADAS A AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_078.html> Acesso: 10 de Nov. 2013
- CINTRÓN, G.; SHAFFER-NOVELLI, Y. **Guia para estudo de áreas de manguezal - estrutura, função flora**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986.
- CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente, **Resolução 01 de 31 de Janeiro de 1994**. Ministério do Meio Ambiente, Brasil. 1994
- CORBIN, J.D.; HOLL, K.D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**. 265 37–46, 2012

- CRONAN, C.S.; GRIGAL,D.F. Use of calcium/aluminum ratios as indicators of stress in forest ecosystems **Journal of Environmental. Quality**. 24 pp. 209–226,1995
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, **Soil Science Society of America**, (SSSA Special Publication, 35). p.3-21. 1994.
- DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. DE ; CONTIERI, W. A.; NAKATA, H. **Regeneração Natural da Vegetação de Cerrado sob Florestas Plantadas com Espécies Nativas e Exóticas**. In: Bôas, O. V.; Durigan, G. (Org.). Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão. 1 ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA.. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** . Brasília, 412p, 1999.
- ENGEL, V.L.; PARROTTA,J.A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo stat, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam v. 152, n1/3, p. 169-181, 2001
- EUCATEX: **Programa de Diagnostico Ambiental das Áreas de Reserva Legal e preservação Permanente Fazenda Santa Terezinha**, 2011.
- EUCATEX: **Mapa de solo (Pedológico)**- Fazenda Santa Terezinha, 2010.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. de. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: 1995, 178 p
- FARIAS,AL.N.; SILVA, N.M.; BARBOSA, D.S.; CÂNDICO, A.K.A.A.; PIETRO-SOUZA, W. Parâmetros microclimáticos e atributos químicos e físicos do solo em área de preservação permanente situada na cabeceira do Rio São Lourenço, Campo Verde – MT. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v.9, n.1, p 83-99, 2012.
- FERREIRA, W.C.; FERREIRA, M.J.; MARTINS,J.C. Regeneração Natural de Espécies Arbustivo-arbóreas no Sub-bosque de *Eucalyptus grandis* em Mata Ciliar, no Município de Lavras, MG **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, V. 5, supl. 1, p 579-581, 2007.
- FORSYTHE, W. **Física de suelos**. Costa Rica: IICA, 212p., 1975.
- FREITAS, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C.A.O.; LUCENA,G.N.L.; SILVA, R.R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. Vol. 3, N^o 3 2012.

- GEHLHAUSEN, S.M.; SCHWARTZ, M. W.; AUGSPURGER, C.K. Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. **Plant Ecology** 147: 21–35, 2000.
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES R.R. Quando o melhor pode ser o pior: como pensar a biodiversidade na restauração ecológica. **Revista Caititu – aproximando teoria ecológica e aplicação**. 1(1): 17-20 doi: 10.7724/caititu.v1.n1.d02, 2013
- GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA Jr., L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEP AF. p.111-163, 2003.
- GUARATINI, M.T.G.; GOMES, E.P.C.; TAMASHIRO, J.Y.; RODRIGUES, R.R. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, V31, n2, p. 323-337, 2008
- GUNDERSON, L. H. Resilience in theory and practice. **Annual Review of Ecology and Systematics** 31:425-439, 2000.
- HAJABBASI, M. A.; JALALIAN, A.; KARIMZADEH, H. R. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. **Plant and Soil**, v.190, n.2, p.301-308, 1997.
- HEMPEL, M. From micropropagation to “microponics”. **Practical Hydroponics International**, November/December, p.21-23, 1993.
- HOBBS, R. J.; CRAMER, V.A. Restoration Ecology: Interventionist Approaches for Restoring and Maintaining Ecosystem Function in the Face of Rapid Environmental Change. **Annual Review of Environment and Resources**. 33:39–61, 2008.
- HOLL, K. D. Factors limiting rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**, Vol. 31, No. 2. ,p. 229-242, 1999.
- HUSTON, M.A. **Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes**. Cambridge: Cambridge University Press., 1994.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.
- JANZEN, D. H. Guanacaste National Park: tropical ecological and biocultural restoration. In *Rehabilitating Damaged Ecosystems*, ed. J Cairns Jr, II:143–92. Boca Raton, FL: CRC. 1988. In: Cairns, JR. J.; Heckman, J.R. RESTORATION ECOLOGY: The State of an Emerging Field; **Annual Review of Environment and Resources**. 21:167–89. 1996.
- JENNINGS, S.B.; BROWN, N.D.; SHEIL, D. Assessing forest canopies and understory illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. **Forestry**, v.72, n.1, p.59-73, 1999.

- JOHNSON, D.W. Forest nutrient cycles as affected by climate, species composition, stand age and intensive harvesting. **IEA/ENFOR Report No. 1**, 15, p. 1985.
- JOLY, C.A.; SPIGOLON, J.R.; LIEBERG, S. Projeto Jacaré-Pepira V - O uso de espécies nativas para a recomposição de matas ciliares. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, XLVI, Ribeirão Preto, 1995**, Anais. Ribeirão Preto: FFCLRP/USP, p. 320-321, 1995.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Mata ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP; Fapesp, p 249-269, 2000.
- KARLEN, D. L., ANDREWS, S. S., DORAN, J. W. Soil Quality: current concepts and applications. **Advances in Agronomy**, 74, p. 1–40, 2001.
- KARLEN, D. L., DITZLER, C. A., ANDREWS, A. S. Soil quality: why and how? **Geoderma**, 114, p. 145 – 156, 2003.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica. México, 1948.
- KRONKA, F. J. N.; et al. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 200 p., 2005.
- LONDE, V. **Avaliação da sustentabilidade de um trecho de mata ciliar inundável à margem do Rio das Velhas, Sabará MG, com uso de indicadores vegetais de restauração**. Dissertação apresentada para obtenção de título de Mestre em ecologia de biomas Tropicais, UFOP, 2013.
- LOPES, M.R.; MARIANO,Z.F.; CABRAL,J.B.P.;ROCHA,J.R.R.; Análise microclimática da reserva particular do patrimônio natural pousada das araras Serranópolis-Go. **Revista Geográfica de América Central**. P 1-16. 2011.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**,vol.1. Nova Odessa, SP, Editora Plantarum 4 ed. p.105, 2002
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical Ecology – a prime on methods and computing**. John Wiley and Sons, New York, 1988
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas máximas**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1993. 210p.
- MARTINS, S.V. **Restauração de matas Ciliares**. 2.ed.rev. e ampl.-Viçosa, MG: CPT, 2007.
- MARTINEZ-GARZA, C., H. F. HOWE. Restoring tropical diversity: beating the time tax on species loss. **Journal of Applied Ecology** 40:423–429, 2003.

- McCANN, K.S. The diversity-stability debate. **Nature**, 405: 228-233, 2000.
- McGARRY, D. **A methodology of a Visual Soil – Field assessment Toll- to support, enhance and contribute to the LADA program**. FAO, 2013 Disponível em <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/lada/vsfast_methodology.pdf> acesso em 15 de agosto de 2013.
- MELO, V. A.. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais**. Dissertação Mestrado (Ciências Florestais) Universidade Federal Viçosa, 1997.
- MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas**. Dissertação apresentada para obtenção de título de mestre em recursos florestais Esalq, 2003.
- NETO, A. M.; KUNZ, S.H.; MARTINS, S.V.; SILVA, K.A.; SILVA, D.A. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n.6, 2010.
- ODUM, E.P.; BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia** (5th ed.)Thomsom Learning, São Paulo. pp. 612, 2007
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woddy flora of the cerrado Biome. **The cerrados of Brazil - Ecology and natural history of neotropical savanna**. (P.S. Oliveira & R. J. Marquis,orgs) Columbia University Press, New York, p.91-12, 2002
- ONOFRE, F.F.; ENGEL, L.E.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de Eucalyptus saligna Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 39-52, 2010
- PALM, C., SANCHEZ, P., AHAMED, S., AWITI, A. Soils: a contemporary perspective. **Annual Review of Environment and Resources**, 32, p. 99-129, 2007.
- PAGANO, S.N. Produção De folheda em mata mesófila Semidecídua no Município de Rio Claro – SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.49 n3. p.633-639, 1989
- PARROTTA, J.A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as 'foster ecosystems'. In: Lieth H, Lohmann M (eds) Restoration of tropical forest ecosystems. **Kluwer Academic Publishers, Dordrecht**, p 63–73, 1993.
- PÉREZ-ESPAÑA, H. ;ARREGUÍN-SANCHEZ, F. A measure of ecosystem maturity. **Ecological Modelling**,119: 79-85. 1999.
- PESSOTTI, J.E.E. **Levantamento semidetalhado dos solos da fazenda Santa Terezinha**. Campinas: Pessotti Serviços Agrícolas e Florestais, 58p., 1998.

- PINTO, A. L. A. et al. Recuperação de áreas degradadas no município de São Paulo: Projeto-Piloto Jd. Walquíria. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Goiânia, 2006.
- PIJL, L. van der **Principles of dispersal in higher plants**. Springer-Verlag, Berlin, 1982.
- PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: SAEAFS, 446p., 1996.
- REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, I.L.. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v.1 1 (1): 28-36. 2003.
- REIS, A.; KAGEYAMA. P.Y. **Restauração de áreas degradadas utilizando interações interspecíficas**. In: Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gondara, F.B. (Org). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003.
- REIS, A.; NAKAZONO, E. ; ZAMBONIM, R.. **Recuperação de áreas degradadas através das interações planta-animais**. São Paulo: CETESB, v. 1. 45. 1999.
- REIS, A; TRES, E.R.; SCARIOT, E.C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.,p.67-73, 2007.
- REZENDE, L.V.B.; CAMELLO, T.C.F.; REBELO; L.P. O eucalipto resseca o solo? Mito ou verdade?. **Revista Internacional de Ciências**, n1. V1, 2011.
- RIBEIRO, N., SITOE, A. A., GUEDES, B. S., STAISS, C. **Manual de Silvicultura Tropical**. Publicação produzida com apoio da FAO (Projeto GCP/Moz/O56/Net. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo (Portugal), 130 p, 2002.
- RICKLEFS, R.E. **Ecology**. 3rd. ed. New York: W.H. Freeman and Company. 1990.
- RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1. 2010.
- RODRIGUES, L.A.; CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, vol.31, n.1, pp. 25-35. 2007

- RODRIGUES, R.R. **Uma discussão nomenclatural das formações ciliares.** In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. *Matas ciliares: conservação e recuperação.* São Paulo, EDUSP, pp. 91-99, 2004.
- RODRIGUES R.R.; GANDOLFI S. **Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares** in: (R.R. Rodrigues, H. F. Leitão-Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*, pp.235-247, 2004.
- RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, 142. pp. 1242–1251, 2009.
- ROPPE, C.; VALCARCEL, R.; BAYLÃO JUNIOR, H.F.B. Avaliação da regeneração em ecossistemas perturbados como indicador da restauração em ambientes com marcada estacionalidade, Nova Iguaçu (RJ). Curitiba. **Floresta**. V. 42, n.2, p. 257-268, 2012
- SAHANI, U.; BEHERA, N. Impact of deforestation on soil physicochemical characteristics, microbial biomass and microbial activity of tropical soil. **Land Degradation and Development**, v.12, n.2, p.93-105, 2001
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Resolução SMA -32, de 03 de Abril de 2014**, São Paulo, 05 abr. 2014. Seção 1, p. 36 - 37. 2014
- SARTORI, M.S.; POGGIANI, F.; ENGEL, V.L. Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. localizado no Estado de São Paulo. **Scientia forestalis**.N.62, p.86-103, 2002
- SATO, M. K.; DE OLIVEIRA, P. D.; LIMA, H.V. Textura e Grau de Compactação do Solo no Desenvolvimento de Plantas. **Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica**, 2011.
- SCHIRONE, B.; SALIS, A.; VESSELLA, F. Effectiveness of the Miyawaki method in Mediterranean Forest restoration programs. **Landscape Ecology Engineering**, 7:81–92. 2011.
- SCHOENHOLTZ, S.H., MIEGROET, H., BURGER, J.A. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. **Forest Ecology and Management** V. 138: 335-356, 2000.
- SILVA, A.M. **Efeito da mudança da cobertura da terra para fins de urbanização na quantidade e qualidade do C e do N da faixa superficial dos solos de uma microbacia em Sorocaba – SP** Tese Livre Docência (Avaliação Manejo e Conservação dos Recursos Naturais) Unesp. 2012.

- SILVA, A.M.; MORAES, M.L.T.; BUZETTI, S. Propriedades químicas de solo sob reflorestamento ciliar após 20 anos de plantio em área de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, fev, 2011.
- SILVA, E.F.F; ANTI, G. R.; CARMELLO, Q. A. C. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.785-789, out./dez, 2000.
- SILVA, F.C.; EIRA, P. A., BARRETO, W. O.; PÉREZ, D. V.; SILVA, C. A.. **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. Publicação Embrapa Número 3 (Embrapa – Solos), 1998.
- SILVA, F. C.; EIRA, P.A. DA ; RAIJ, B. VAN ; ABREU, C A. DE ; GIANELLO,C. ; PEREZ, D.V. ; QUAGGIO, J.A. ; TEDESCO, M. ; ABREU, M.F.DE ; BARRETTO, W. DE O. Análises Químicas para Avaliação da Fertilidade do Solo. In: EMBRAPA Solos & Informática Agropecuária; SILVA, F.C.da. (Org.). **Manual de Análise Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. 1ed.** BRASILIA, DF.: EMBRAPA PRODUÇÃO DA INFORMAÇÃO, v. 1, p. Cap 3. 1999.
- SCOTT, R., PATTANAKAEW, P.; MAXWELL, J.F.; ELLIOTT,S.; GALE, G. The effect of artificial perches and local vegetation on bird-dispersed seed deposition into regenerating sites. Pp 326-337 in ELLIOTT, S., J., KERBY, D. BLAKESLEY, K. HARDWICK, K. WOODS and V. ANUSARNSUNTHORN (Eds), **Forest Restoration for Wildlife Conservation**. Chiang Mai University, 2000.
- SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL - SER-, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004
- SPERANDIO, H.V. **Tephosia cândida D.C. e Mimosa velloziana Mart: biomassa, serapilheira e fertilidade do solo**. Dissertação apresentada para obtenção de título de Mestre em Ciências Florestais, UFES, 2003
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*, **The Hague**, v. 75, p. 81-86, 1988
- TATSH, J.D. **Uma análise dos fluxos de superfície e do microclima sobre Cerrado, Cana-de-açúcar e eucalipto, com implicações para Mudanças Climáticas regionais**. Dissertação apresentada para obtenção de título de mestre em ciências USP, 2006.
- TRES, D.R.; SANT'ANNA, C.S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS JR, U.; REIS, A. Poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares. **Revista brasileira de Biociências**. Porto alegre, v.5, supl.1, p.312-314, 2007.

- TRES, D.R.; REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Biotemas** 22 (4): 54-71, 2009.
- U.S. Department of Agriculture **SOIL survey manual**. Washington, D.C., (National soil handbook), 1993.
- VAN BRUGGEN, A.H.C.; SEMENOV, A.M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. **Applied Soil Ecology** 15: 13–24, 2000.
- VIEIRA, L.S. **Manual da Ciência do Solo**. 2ª. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1988.
- WILSON, E.O. Biodiversity. Washington,DC: Natl. Acad. 1988. In: CAIRNS, JR. J.; HECKMAN, J.R. RESTORATION ECOLOGY: The State of an Emerging Field; In: **Annual Review of Environment and Resources**. 21:167–89, 1996.
- WILSON, E.O.;PETER, F.M.. **Biodiversity**. Washington: National Academy Press. (eds.), 1988
- YARRANTON, GA; MORRISON, RG Dinâmica espacial de uma sucessão primária: nucleação. **Journal of Ecology** 62: 417-428, 1974.