



**ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E  
SUSTENTABILIDADE**

RELAÇÕES ENTRE A FERTILIDADE DO SOLO E A BIOMASSA FLORESTAL  
NO CORREDOR ECOLÓGICO DA FAZENDA ROSANELA EM TEODORO  
SAMPAIO, SP

Por

MARINA IZABEL GRAVE FERREIRA

NAZARÉ PAULISTA, 2018



## **ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

RELAÇÕES ENTRE A FERTILIDADE DO SOLO E A BIOMASSA FLORESTAL NO  
CORREDOR ECOLÓGICO DA FAZENDA ROSANELA EM TEODORO SAMPAIO, SP

Por

MARINA IZABEL GRAVE FERREIRA

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

PROF. LAURY CULLEN JR

PROF. CARLOS EDUARDO CERRI

PROF. ALEXANDRE UEZU

TRABALHO FINAL APRESENTADO AO PROGRAMA DE MESTRADO  
PROFISSIONAL EM CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM ECOLOGIA

IPÊ – INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS

## **Ficha Catalográfica**

Ferreira, Marina

Relações entre a fertilidade do solo e a biomassa florestal no corredor ecológico da Fazenda Rosanela em Teodoro Sampaio, SP, 2018. XX pp.  
Trabalho Final (mestrado): IPÊ – Instituto de Pesquisas ecológicas

1. Solos
2. Fertilidade
3. Restauração

## **BANCA EXAMINADORA**

NAZARÉ PAULISTA, 20 DE MARÇO DE 2018

---

Prof. Dr. Laury Cullen Jr.

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Cerri

---

Prof. Dr. Alexandre Uezu

Dedico esse trabalho a todos que me ajudaram de alguma forma a finalizá-lo até mesmo quando eu não acreditava que podia.

## AGRADECIMENTOS

Descrever como foi o caminho até esse momento onde tenho que agradecer por finalmente terminar esse projeto (digo projeto, pois sempre pareceu isso pra mim), é incrivelmente difícil. Mas sei que várias lições posso tirar disso e com certeza restou MUITO aprendizado.

Agradeço ao apoio financeiro da CTG – China Three Gorges, no Projeto “Desenvolvimento de tecnologias para valoração de serviços ecossistêmicos e do capital natural em programas de meio ambiente” e por terem disponibilizado as bolsas de estudo para os alunos de mestrado.

Ao Parque Estadual Morro do Diabo por viabilizar a hospedagem.

Ao proprietário da Fazenda Rosanela, por disponibilizar a área de estudo.

Aos alunos bolsistas que estavam sempre comigo nas coletas ou nas discussões dos grupos de what's app tirando dúvidas, compartilhando angústias e dando muita risada: Rapha, Nat, Vitor e Anália.

Aos colegas de turma por serem pessoas incríveis com quem pude compartilhar vários momentos maravilhosos.

Ao Nivaldo por ter sido nosso guia durante as coletas e ter botado a mão na massa junto com a gente, sem você nem sei como teria sido essas coletas. Gratidão demais!

Aos meus orientadores, por tantos ensinamentos, dedicação, confiança e, porque não, aos puxões de orelha merecidos. Ao Dr. Laury Cullen, por toda dedicação, sabedoria e palavras de incentivo principalmente, acho que ele sempre acreditava mais na gente do que a gente mesmo. Ao Dr. Alexandre Uezu por todo o auxílio com a parte estatística, pela paciência, pela calma ao ensinar e pelo modo sereno que tinha de cobrar o que era necessário. Ao Dr. Carlos Eduardo Cerri por toda a contribuição que só um verdadeiro especialista poderia compartilhar.

A equipe do IPÊ que sempre estava super disposta a ajudar em qualquer problema: Simone, Rose, Ivete, Maria Helena, Cristiana e todos da cozinha e da manutenção. Meu muito obrigada.

A minha mãe e meu irmão que me apoiaram nas horas mais difíceis, muito obrigada!

Aos meus amigos que sempre acreditaram que eu era capaz de qualquer coisa e que sempre me apoiaram em qualquer situação: Mariana, Makeo, Thamires, Danielle, vocês salvaram minha vida esse ano, espero que saibam disso. Amo vocês.

Aos meus colegas de trabalho do Outback que me apoiaram diversas vezes quando eu já estava exausta da jornada dupla e achava que não daria conta, vocês me fizeram acreditar que tudo ia dar certo e não é que deu mesmo? Gratidão!

Ao Erick por me incentivar e acreditar em mim, mesmo quando eu não estava acreditando mais.

À todos que me apoiaram, enxugaram minhas lágrimas e aguentaram meu stress e desespero durante toda essa fase, muito obrigada!

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
LISTA DE TABELAS .....	8
LISTA DE FIGURAS .....	9
RESUMO .....	11
1.INTRODUÇÃO .....	13
2. OBJETIVOS.....	18
4. RESULTADOS .....	27
5.DISSCUSSÃO.....	34
6. CONCLUSÕES.....	37
8. REFERÊNCIAS .....	39
ANEXO A .....	45
RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO .....	45
ANEXO B .....	48
RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO .....	48

## LISTA DE TABELAS

<u>TABELA</u>	<u>PÁGINA</u>
Tabela 1 - Número de amostras de acordo com a área.....	22
Tabela 2 – Parâmetros do solo que serão usados como indicadores de sua qualidade.....	23
Tabela 3 - Variáveis da paisagem para os quinze modelos de regressão linear propostos para altura de dossel e biomassa florestal. x1= PC1 das variáveis físicas do solo; x2= PC2 das variáveis físicas do solo; x3= PC1 das variáveis químicas do solo; x4= PC2 das variáveis químicas do solo.....	27
Tabela 4 – Melhores modelos de regressão na explicação das variações da Biomassa e na altura de dossel no corredor ecológico do Pontal do Paranapanema, SP, usando o critério de informação de Akaike (AIC). As variáveis independentes foram: x1= eixo 1 da PCA com as variáveis físicas do solo; x2= eixo 2 da PCA com variáveis físicas do solo; x3= eixo 1 da PCA com variáveis químicas do solo ; x4= eixo 2 da PCA com variáveis químicas do solo. As outras colunas representam: AICc – estimativa da distância relativa ao modelo “real”; $\Delta$ AIC – diferença relativa ao menor valor de aic; wAIC – chance do modelo ser selecionado; Razão de evidência – razão relativa ao maior valor de w AIC.....	32
Tabela 5 - Importância relativa das variáveis independentes para os quinze modelos propostos: soma dos wAIC (chance do modelo ser selecionado, que varia de 0 a 1) de todos os modelos em que uma determinada variável estava presente. Os valores mais altos expressam maior importância da variável. Para cada variável estão destacados em negrito os resultados mais elevados. Pontal do Paranapanema, SP.....	33

## LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
Figura 1 - Tipos de solos presentes na região de estudo.....	20
Figura 2 - Mapa das áreas selecionadas para análise de solo e florística.....	22
Figura 3 - Mapa com os pontos de solo e florística selecionados no plantio de 2011.....	24
Figura 4 - Mapa com os pontos de solo e florística selecionados no plantio de 2012.....	25
Figura 5 - Matriz de correlação entre variáveis químicas do solo. Os valores em vermelho são os de maior correlação ( $r \geq 0.60$ ) e os valores em negrito são os não significativos.....	28
Figura 6 - Estimativas entre pontos pareados no pasto e na área de restauração das diferenças de atributos químicos do solo. Os intervalos de confiança (barras pretas) abaixo de zero (linha vermelha tracejada) indicam que no pasto os valores são mais elevados do que na área de restauração, enquanto valores positivos de ICs indicam o contrário. Valores de ICs que interseccionam com o zero indicam não haver diferença entre pasto e áreas restauradas.....	29
Figura 7 - Distribuição dos pontos amostrais do pasto e das áreas de restauração segundo os eixos 1 (PC1) e 2 (PC2) de uma análise de componentes principais (PCA), realizada a partir de atributos químicos do solo.....	30
Figura 8 - Estimativas entre pontos pareados no pasto e na área de restauração das diferenças de atributos físicos do solo. A intersecção dos intervalos de confiança	

(barras pretas) com o valor zero (linha vermelha tracejada) indica que não há diferença significativa entre as áreas do pasto e as áreas restauradas.....31

Figura 9 - Distribuição dos pontos amostrais do pasto e das áreas de restauração segundo os eixos 1 (PC1) e 2 (PC2) de uma análise de componentes principais, realizada a partir de atributos físicos do solo.....31

Figura 10 – Variação da a) Altura média e b) Biomassa da vegetação em função do eixo 1 de uma Análise de Componentes Principais gerado a partir de variáveis químicas do solo, de pontos das áreas de pasto, adjacente ao local de coleta dos dados de vegetação.....33

Figura 11 – Variação do eixo 1 de uma Análise de Componentes Principais gerado a partir de variáveis químicas do solo (de pontos das áreas de restauração), em função do acúmulo de a) biomassa e b) da Altura média do dossel.....34

## RESUMO

Resumo do Trabalho Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia

RELAÇÕES ENTRE A FERTILIDADE DO SOLO E A BIOMASSA FLORESTAL NO CORREDOR ECOLÓGICO DA FAZENDA ROSANELA EM TEODORO SAMPAIO, SP

Por

Marina Izabel Grave Ferreira

Janeiro de 2018

Orientador: Prof. Dr. Laury Cullen Jr.

Este trabalho consistiu de uma análise das propriedades químicas e físicas do solo do corredor ecológico localizado na Fazenda Rosanela, em Teodoro Sampaio, SP. A análise foi feita a fim de avaliar as relações entre o solo e a planta, base para entendimento dos serviços ecossistêmicos, analisando como a fertilidade do solo afeta o acúmulo de biomassa florestal e como a restauração florestal afeta a fertilidade do solo. Os procedimentos adotados incluíram a análise química e física das amostras coletadas; comparação entre as variáveis da área de restauração e pasto adjacente através do teste-t pareado; análise de componentes principais; teste de influência das variáveis químicas e físicas através dos Modelos Lineares Generalizados - GLM, com distribuição Gaussiana; verificação de modelos que mais se ajustavam através do Critério de Informação de Akaike - AIC; teste de influência do desenvolvimento das áreas em restauração sobre as variáveis químicas do solo através de análise de regressão simples. Os resultados mostram que a fertilidade do solo afeta positivamente o acúmulo de biomassa florestal, pois provêm os minerais necessários ao desenvolvimento de uma vegetação; não pudemos concluir se a restauração florestal

afeta positivamente a fertilidade do solo, pois devido ao tempo de implantação da restauração e ao tipo de análise que fizemos, não temos ainda como saber se há realmente uma influência da mesma na fertilidade do solo; a granulometria do solo é um fator importante para a escolha da área para restauração, pois ele não tem alteração significativa após a restauração.

## 1.INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica brasileira tem um dos maiores graus de endemismo e riqueza de espécies do planeta, porém sofreu uma grande perda florestal devido ao desmatamento. Atualmente calcula-se que haja apenas 11,4% a 16% de sua cobertura florestal, sendo que mais de 80% são fragmentos com menos de 50ha. (Ribeiro et al, 2009). No estado de São Paulo a Mata Atlântica ocupa 24,29% do território. Destes, 1,81% são referentes às Floresta Estacional Semidecidual, principal vegetação ocorrente no interior do estado, considerada uma das formações mais degradadas e em risco no país, com aproximadamente 4% de sua cobertura original remanescente (SOS Mata atlântica, 2017; IESB, IGEO/UFRJ, 2007; Ribeiro et al, 2009). Diante deste cenário torna-se urgente a restauração desse domínio fitogeográfico e a conservação dos fragmentos ainda pouco afetados (Kageyama, 2003).

A substituição da cobertura florestal natural por áreas agrícolas é muito preocupante, pois além dos processos erosivos, também há uma enorme extinção de espécies vegetais e animais (Bensusan, 2008; Barbosa, 2006; Pires et al, 2006 Galindo-Leal et al., 2003; Young, 2003). Segundo Resende, 2006, há uma diminuição na vegetação ripária, o que causa diversos problemas ecológicos, citando como exemplo a erosão, a diminuição da diversidade de fauna terrestre e aquática, redução da produtividade dos solos e aumento da emissão de gases estufa (Teresa et al, 2010; Resende, 2006; Heartsill-Scalley & Aide, 2003).

Devido às alterações causadas pela ação antrópica a partir da substituição da cobertura florestal natural pela pastagem, há uma maior dificuldade para a recuperação do mesmo, pois é necessário reestabelecer as condições anteriores ao distúrbio para garantir que sejam adequadas à vegetação. Melo et al (2002) mostra que em São Paulo a principal causa de degradação do solo é a pecuária pois causa empobrecimento do solo devido a substituição da vegetação nativa que além de interferir na química do solo, também interfere na fauna do local que necessita de determinada vegetação para subsistir no ambiente.

A recuperação desse domínio fitogeográfico é extremamente necessária uma vez que, as matas ciliares são fundamentais para o equilíbrio ambiental, protegendo a água e o solo, proporcionando abrigo e sustento para a fauna e funcionando como barreira para propagação de pragas e doenças nas culturas agrícolas. Além de que florestas em crescimento fixam carbono, minimizando os impactos do efeito estufa (Rochadelli, 2013; Brasil, 2012; Cerruto et al, 2009; Silveira et al, 2008; Barbosa, 2006).

A degradação de áreas florestais representa risco também a seus respectivos solos, reduzindo sua capacidade produtiva, onde as propriedades intrínsecas do novo uso adotado influenciarão diretamente os processos físicos, químicos e biológicos do solo, modificando-o e propiciando por muitas vezes sua degradação (Moraes et al, 2010; Melloni et al, 2008; Islam & Weill 2000; Miranda, 1993).

O solo tem ação direta no crescimento das plantas, influenciando na composição e estrutura da vegetação através da disponibilização de macro e micronutrientes e na criação de condições favoráveis para o desenvolvimento de raízes de plantas cultivadas ou presentes em florestas nativas (Castilho et al, 2006).

A matéria orgânica do solo está entre um dos indicadores mais estudados para avaliar a qualidade do solo, por estar intimamente ligada a várias funções essenciais, entre elas, é a fonte primordial de carbono no solo (Maia & Parron, 2015).

Devido a suas múltiplas funções nos serviços prestados pelos ecossistemas, a avaliação da qualidade do solo deve levar em conta um conjunto de atributos físicos, químicos e biológicos (Maia & Parron, 2015; Prado et al, 2015; Brown et al, 2015). Portanto, é preciso lançar mão de um conjunto de indicadores que possam representar bem os diferentes serviços ecossistêmicos promovidos pelo solo. Dentre esses atributos, a medição da biomassa mostra-se importante, pois fornece estimativas dos reservatórios florestais de carbono, sendo que cerca de 50% da biomassa é composta por carbono (Lacerda et al, 2009).

A medição da quantidade de carbono sequestrado também é um indicador ambiental. As florestas tropicais armazenam grande quantidade de carbono no solo,

cerca de 213 a 216 G.ton de Carbono (Lal 2004). Portanto, as emissões de carbono deste compartimento florestal para a atmosfera podem influenciar diretamente as mudanças climáticas globais devido ao aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, causando o aquecimento global (Houghton 1990; Fearnside 1997; Lal 2004; Houghton 2007). O balanço da concentração de carbono entre solo, planta e a atmosfera é fundamental para definir os impactos das ações humanas sobre o clima (Bombelliet et al. 2009).

Para esse trabalho, entre os serviços prestados pelo solo, nos concentramos na fertilidade do solo e no armazenamento do carbono, avaliando as relações entre o solo e a planta, base para entendimento dos serviços ecossistêmicos prestados pelo corredor ecológico da Fazenda Rosanela. Desse modo, analisamos como a fertilidade do solo afeta o desenvolvimento florestal e como a restauração florestal afeta a fertilidade e o armazenamento de carbono no solo.

## **1.1 Referencial Teórico**

### **Serviços ecossistêmicos fornecidos pelo solo**

A espécie humana necessita de ecossistemas saudáveis e dos serviços resultantes do funcionamento dos ecossistemas em equilíbrio para ter uma vida mais saudável e confortável. Esses serviços garantem o bem-estar para a sociedade provendo água, solo, ar, fauna e flora (Costanza et al 1997; Ditt et al 2010; Parron& Garcia, 2015). Porém não se tratam somente dos benefícios à espécie humana, mas envolvem também diferentes tipos de gestão de ecossistemas, envolvendo práticas de agricultura sustentável e gestão de paisagens naturais (Cardoso et al, 2015). Esses serviços chamados ambientais ou ecossistêmicos são divididos em quatro categorias: suporte, provisão, regulação e cultural (Millennium EcosystemAssessment, 2005)

Os serviços de suporte fornecem a base para a provisão dos demais serviços, de modo que estes fiquem disponíveis para a sociedade, eles geralmente acontecem de forma indireta e em longo prazo, como exemplo temos a formação do solo e a produção primária. Os serviços de provisão são os que proporcionam os produtos que são diretamente consumidos pelos seres humanos, por exemplo, alimentos, água

potável e recursos medicinais. Os serviços de regulação estão relacionados com o controle natural dos processos ecossistêmicos que beneficiam as pessoas, por exemplo a regulação da qualidade do ar, regulação do clima e a fertilidade do solo. Os serviços culturais compreendem os benefícios não materiais que promovem o bem-estar dos seres humanos, como os valores estéticos, recreação e turismo e valores educacionais (Parron& Garcia, 2015).

Os solos estão relacionados a provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos que são essenciais ao ser humano, como exemplo, podemos citar: 1. De suporte - a manutenção da biodiversidade do solo e a ciclagem de nutrientes; 2. De provisão - o fornecimento de nutrientes e matérias-primas; e 3. De regulação - a manutenção da qualidade da água, através da infiltração da água no solo, retenção de carbono e nitrogênio e da redução da lixiviação de nitrato; e equilíbrio do clima, através do sequestro de carbono (Rachwal et al 2015). A qualidade do solo, foi definida por Doran e Parkin (1994) como a capacidade de sustentar a produtividade agrícola, manter a qualidade do ambiente e garantir a saúde humana, animal e vegetal; e ela está diretamente relacionada aos serviços ambientais provenientes do solo (Palm et al, 2013), sendo estes fortemente influenciados pelos seus uso e manejo (Lal et al, 1999).

Há vários impactos que podem gerar a diminuição da qualidade do solo, como o processo de erosão, o aumento da temperatura climática, o uso inadequado da terra e o mau manejo do solo (Parron et al, 2015). O uso inadequado do solo pode gerar processos erosivos desencadeando vários impactos econômicos e ecológicos, tais como: a) perda da camada de matéria orgânica e da fertilidade natural do solo; b) carreamento de sedimentos para a rede de drenagem, causando o assoreamento dos corpos d'água; c) compactação do solo; d) abertura de sulcos e ravinas, reduzindo a área disponível para o uso agropecuário; e) emissão de carbono para a atmosfera; f) necessidade de reposição de nutrientes para garantir a fertilidade do solo (Bertoni e Lombardi Neto 1992; Pimentel et al 1995). Todos esses fatores alteram de alguma forma a qualidade do solo e conseqüentemente os serviços ecossistêmicos prestados pelo mesmo.

No ciclo hidrológico, o solo participa de forma reguladora (Lima, 2008). É dele que afloram as nascentes que originam os cursos d'água (rios, córregos e ribeirões) e as represas e lagos. Além da importância da qualidade da água é imprescindível que o fornecimento seja em abundância e perene afim de garantir este recurso continuamente. Isso significa que a bacia hidrográfica não deve escoar em um curto período de tempo toda a água recebida durante as chuvas. Ao contrário, deve absorver essa água através do solo, armazená-la em seu lençol freático e aos poucos ofertá-la aos cursos d'água através das nascentes e olhos d'água, mantendo a vazão, principalmente em períodos de estiagem. Essas condições são influenciadas diretamente pelas características da bacia hidrográfica (composição, estrutura e textura do solo, declividade do terreno, precipitação) e pela forma como o ser humano utiliza e maneja o solo nessas áreas (Lima & Zakia 2008; Chaves & Piau 2006, Calder et al 2007, Van Dessel et al 2008).

O aumento na quantidade de carbono no solo geralmente está relacionado à redução dos efeitos negativos das mudanças climáticas, mas a presença de carbono no solo e na biomassa vegetal é também benéfica para outras funções ecossistêmicas e serviços ambientais (Parron et al, 2015). O carbono orgânico componente da matéria orgânica do solo é o principal recurso para a comunidade microbiana do solo (Scholes et al, 2009).

A concentração de carbono no solo depende de vários fatores como o clima, o tipo e quantidade de vegetação, manejo do uso do solo, tempo de adoção das práticas de manejo, textura do solo, microorganismos, entre outros. O clima influencia na taxa de decomposição da matéria orgânica, em locais mais frios e secos essa taxa é menor ocasionando um maior acúmulo de matéria orgânica do que em regiões quentes e úmidas (Fritzsos et al, 2015). Ecossistemas florestais com diferentes composições e/ou estágios sucessionais também apresentam teores de carbono diferenciados. E o manejo de culturas que reduzem o revolvimento do solo e promovem a proteção superficial, tendem a aumentar o teor de matéria orgânica no solo. Dessa forma, é sempre relevante fazer uma caracterização pedológica em uma área para verificar a

aptidão do solo e revelar qual o tipo de manejo é mais adequado para diferentes condições (Rachwal et al 2015).

### **Características do solo**

Os macronutrientes P, K, Ca, Mg e N são altamente absorvidos pelas plantas e são encontrados na solução do solo. Alguns desses nutrientes podem estar em baixa concentração ou de forma que as raízes não possam absorvê-los, por isso a importância do manejo do solo, facilitando a absorção desses nutrientes pelas plantas. A matéria orgânica concentra a maioria dos macro e micronutrientes e, além disso, aumenta a fertilidade por proporcionar melhor estrutura ao terreno (Ronquin, 2010).

A capacidade de troca de cátions (CTC) de um solo nos mostra a quantidade total de cátions retidos à superfície que estão em condição mutável. Ela representa o grau de capacidade de liberação de nutrientes que favorecem a fertilidade, além de reduzir ou evitar os efeitos tóxicos da aplicação dos fertilizantes. Quando a CTC considera todos os cátions permutáveis do solo ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ ) ela é expressa como CTC total. Quando ela não considera o íon  $\text{H}^{+}$ , ela é expressa como CTC efetiva.

A soma de bases trocáveis (SB) de um solo representa a soma dos teores de cátions permutáveis, enquanto a saturação por bases (V%) é a soma das bases trocáveis expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions ( $V\% = 100 \cdot \text{SB} / \text{CTC total}$ ). A saturação é um ótimo indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. Um baixo índice de V% significa que há pequenas quantidades de cátions importantes, então provavelmente o solo estará ácido. Valores de V% entre 50 e 80% e valor de pH entre 6,0 e 6,5 propiciam um solo de boa fertilidade.

## **2. OBJETIVOS**

Nesse estudo avaliamos as relações entre o solo e a planta, base para entendimento dos serviços ecossistêmicos prestados pelo corredor ecológico da

Fazenda Rosanela, analisando como a fertilidade do solo afeta o desenvolvimento florestal e como a restauração florestal afeta a fertilidade. A hipótese é de que a fertilidade do solo afeta positivamente o desenvolvimento florestal e a restauração afeta positivamente a fertilidade.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de Estudo**

A área de estudo localiza-se no extremo oeste do estado de São Paulo. O corredor estudado encontra-se no interior da Fazenda Rosanela.

O Pontal do Paranapanema situa-se na província geomorfológica Planalto Ocidental de São Paulo que se caracteriza pela presença de colinas amplas, com declividade baixa (com média de 2,5%) que decrescem em direção aos rios Paraná e Paranapanema, e interflúvios de 4 km<sup>2</sup> (Ponçano *et al.*, 1981). Na área de estudo as altitudes variam, e média entre 255 e 597 metros (dados do SRTM), sendo o ponto mais alto o Morro do Diabo que está a 600m acima do nível do mar.

O solo tem origem de rochas sedimentares do grupo Bauru. Os tipos predominantes são o Latossolo e o Argissolo que se caracterizam por solos de baixa fertilidade, pois geralmente são solos ácidos e com porcentagem de saturação por bases menor que 50% (Figura 1). Devido à concentração alta de areia, apresentam baixa fertilidade, boa permeabilidade e drenagem excessiva (Duarte e Casagrande, 2006; Cadernos Itesp2 1998). Em decorrência disso, o solo na região é particularmente susceptível à erosão (Governo do Estado de São Paulo 1999, Oliveira *et al* 1999).

O clima da região é o tropical úmido - Aw (Sparovek *et al* 2007, segundo a classificação de Koeppen), apresenta alternância de períodos seco e frio no inverno, com temperaturas médias entre 17 e 20°C, podendo chegar a -2°C, e quente e úmido no verão, com temperaturas chegando a 42°C (Instituto Florestal, 2003). As chuvas concentram-se entre setembro e março com precipitação média anual de 1.280 mm, e as médias mensais variando de 37 mm a 204 mm (Colodro *et al*, 2002).

A vegetação é denominada “Floresta Estacional Semidecidual” (Veloso *et al.*, 1991; IBGE). A devastação das áreas florestais do Pontal do Paranapanema é um fato recente na história de ocupação da Mata Atlântica, em relação ao que aconteceu em muitas áreas mais a leste do Estado de São Paulo (Dean, 1998; Uezu e Metzger 2016). Atualmente no Pontal encontramos fragmentos que variam aproximadamente de 1 a 2.000 ha (Uezu e Metzger 2011). A matriz da paisagem é composta principalmente por pasto e cana-de-açúcar. Entre as práticas de conservação do solo verificadas na região estão a construção de barraginhas ao longo das estradas e nas pastagens e o terraceamento do terreno, com o plantio e cultivo de pastagens em curvas de nível.

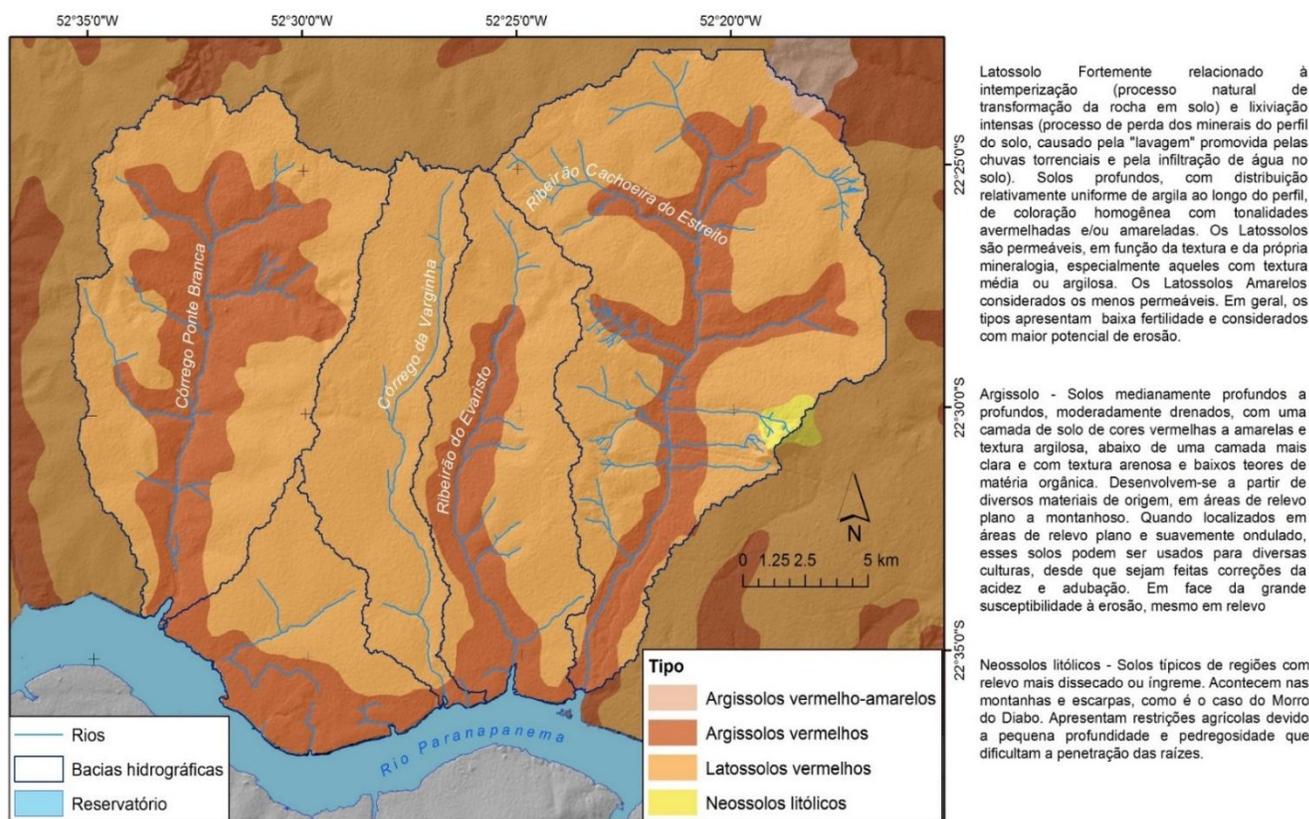


Figura 1 - Tipos de solos presentes na região de estudo.

### 3.2 Desenho Experimental

Foram coletadas amostras para um diagnóstico da fertilidade e porcentagem de carbono. O intuito foi verificar como essas variáveis influenciam a restauração e como elas podem ser influenciadas pela mesma.

Na avaliação da qualidade do solo nas áreas de restauração do corredor da fazenda Rosanela, foram consideradas duas áreas nas margens do rio Paranapanema, sendo uma entre o Parque Estadual do Morro do Diabo e o Ribeirão do Evaristo, que foi restaurada entre outubro e dezembro de 2011; e outra permeando o Ribeirão do Evaristo, indo em direção ao Córrego da Varginha, que foi restaurada em maio de 2012 (Figura 2). Ambas áreas têm matriz de pastagem e tiveram o mesmo tipo de manejo na implantação e a mesma fonte de mudas, porém, ao longo dos plantios observa-se uma heterogeneidade no desenvolvimento da vegetação, refletido na altura e estrutura da vegetação nas imagens do Light Detection And Ranging (LIDAR). A fim de verificar o efeito da qualidade do solo sobre essa diferença na vegetação, para cada uma das duas áreas escolhidas, categorizamos a área de estudo em cinco classes de altura de dossel. Dentro dessas classes foram divididos os pontos de coleta de solos.

No total foram coletadas 90 amostras de solo, com amostras para as classes de pasto e floresta restaurada (Figuras 3 e 4). Esse desenho amostral foi proposto de forma a poder responder os objetivos ao qual esse trabalho se propõe.

As amostras de solo foram coletadas de acordo com as classes de altura da vegetação, sendo quatro pontos centróides amostrais para cada classe de altura (Figuras 3 e 4). Os pontos centróides foram escolhidos de forma manual no mapa gerado pelo ArcGIS, e eles foram o ponto central das parcelas de 20m x 20m ao qual coletamos as subamostras. As amostras foram retiradas a uma distância média de 10 metros para dentro do corredor (amostras do corredor) e 10 metros para fora do corredor (amostras do pasto).

Foram coletadas 60 amostras de solo do corredor e 30 amostras pareadas no pasto. Essa diferença no número de amostras do corredor e do pasto se deve a tendência de maior homogeneidade da área de pasto, devido a homogeneidade das plantas em toda a extensão de coleta, assim sendo o número de pontos amostrais foi menor para o pasto. Entretanto no corredor, o uso e manejo da área foi modificado pela restauração. Dessa forma, para respondermos as perguntas que propusemos, necessitamos de um número maior de amostras para termos mais dados de

parâmetros físicos do solo, assim tendo uma caracterização pedológica mais completa da área do corredor que estamos analisando (Tabela 1). As amostras pareadas serão utilizadas para compararmos os atributos do solo anterior a restauração com o atual de restauração.

Tabela 1 - Número de amostras de acordo com a área.

<b>Análises</b>	<b>Pasto</b>	<b>Reflorestamento</b>
Análises químicas	30p	30p
Análises Físicas	30p	30p + 30np
Total de amostras	60	90

As amostras pareadas do pasto foram escolhidas de acordo com os pontos de coleta da área de reflorestamento ao qual passariam por análises de parâmetros químicos e físicos. Apenas as amostras pareadas entre reflorestamento e pasto foram analisadas quimicamente. Todas as coletas de solo passaram por análise de parâmetros físicos. Dessa forma, temos no corredor 60 pontos amostrais e no pasto 30 pontos amostrais.

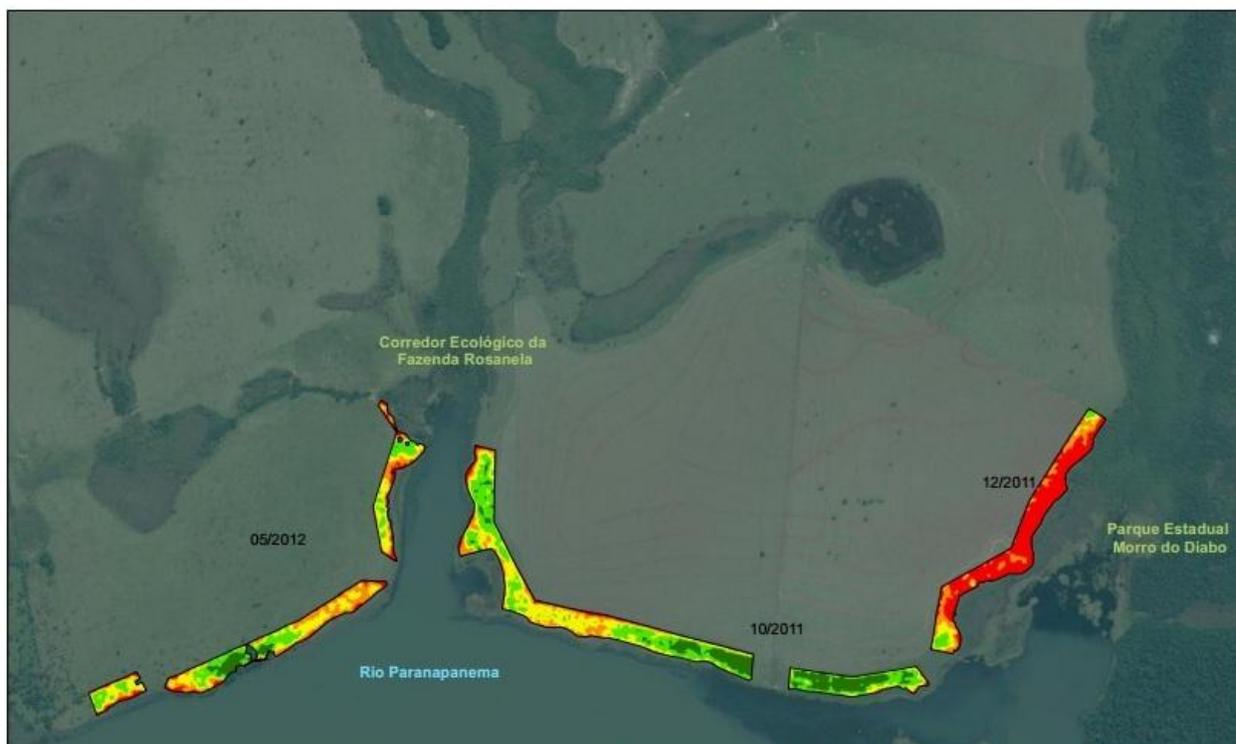


Figura 2 - Mapa das áreas selecionadas para análise de solo e florística.

### 3.3 Coleta de Amostras

As amostras foram do tipo compostas, coletando-se em cada ponto 5 amostras simples a uma profundidade de 20 centímetros e distância de no mínimo 5 metros entre as “subamostras”. As coletas simples foram feitas no centro do quadrado e nos vértices do mesmo. Cada amostra composta foi homogeneizada e retiramos aproximadamente 400g para encaminhar ao laboratório de análises.

As análises de solo foram feitas pelo laboratório do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP - Piracicaba. O método de análise para fósforo, cálcio, potássio e magnésio foi por extração pela resina trocadora de íons. A determinação da quantidade de carbono acima e abaixo do solo foi feita por medição do CAP (circunferência a altura do peito) das árvores de cada parcela amostral. A metodologia utilizada foi a publicada no “Sourcebook for Land use, Land-use change and forestry projects” em 2005 pela Winrockinternational (Pearson et al, 2005)

Os parâmetros químicos e físicos que serão analisados nesse trabalho estão na tabela 2.

**Tabela 2 – Parâmetros do solo que foram usados como indicadores de sua qualidade.**

<b>Tipo de análise</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidade</b>
Química	Matéria orgânica	M.O.	g/dm <sup>3</sup>
	Fósforo	P	mg/dm <sup>3</sup>
	Soma das bases	S.B.	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
	Acidez potencial	H+Al	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
	Capacidade de Troca de Cátions efetiva	C.T.C.	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
	Percentagem de saturação por bases	V%	%
	Cálcio	Ca	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>

	Potássio	K	mmol/dm <sup>3</sup>
	Magnésio	Mg	mmol/dm <sup>3</sup>
	pH (CaCl <sub>2</sub> )	pH	—
	Carbono	C	g.kg <sup>-1</sup>
Física	Argila (<0.002 mm)		%
	Silte (0.002 a 0.053 mm)		%
	Areia Fina (0.053mm a 0.2mm)		%
	AreiaGrossa (0.2 a 2mm)		%
	Areia total (0.053 a 2 mm)		%

### Corredor Ecológico da Fazenda Rosanela Polígonos Seleccionados - 2011

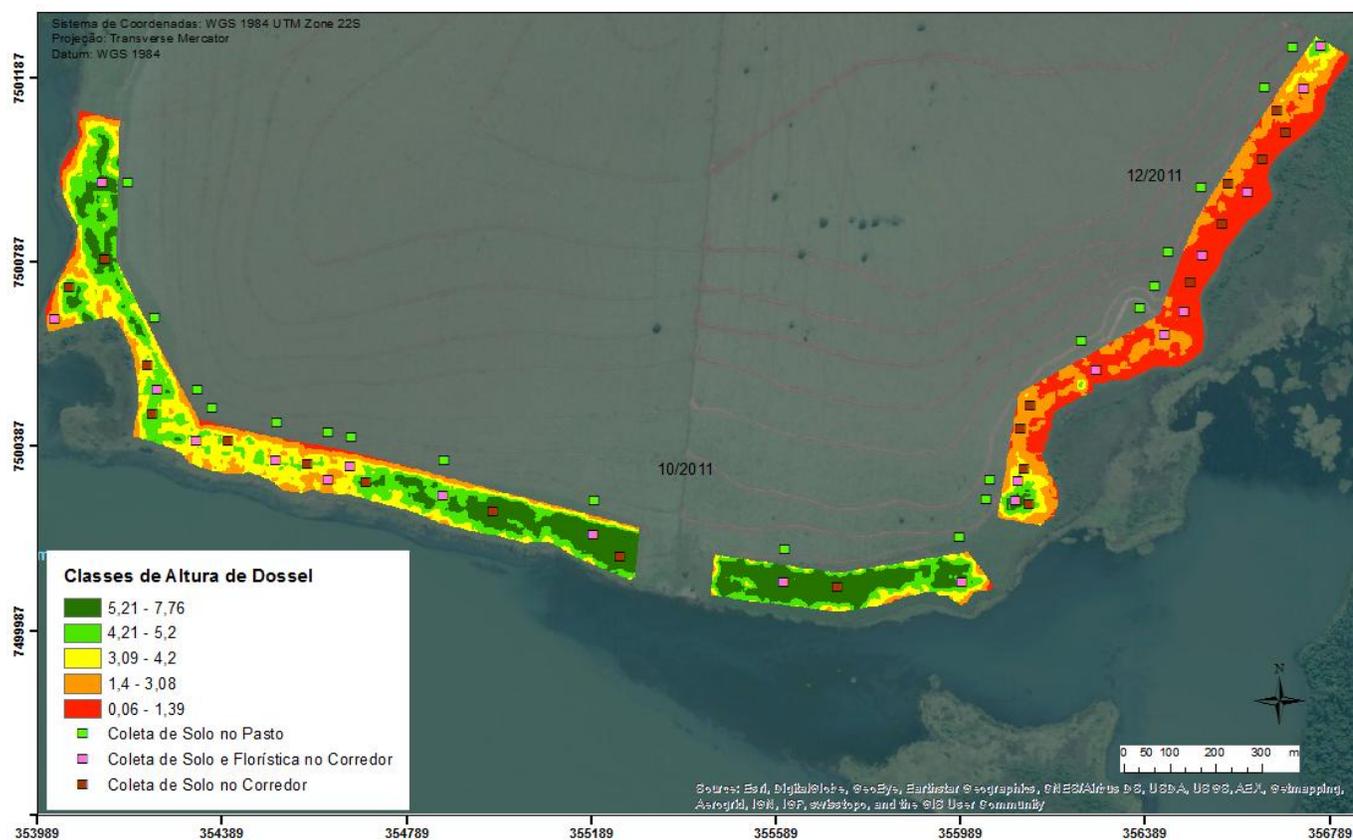


Figura 3 - Mapa com os pontos de solo e florística seleccionados no plantio de 2011.

## Corredor Ecológico da Fazenda Rosanela Polígonos Seleccionados - 2012

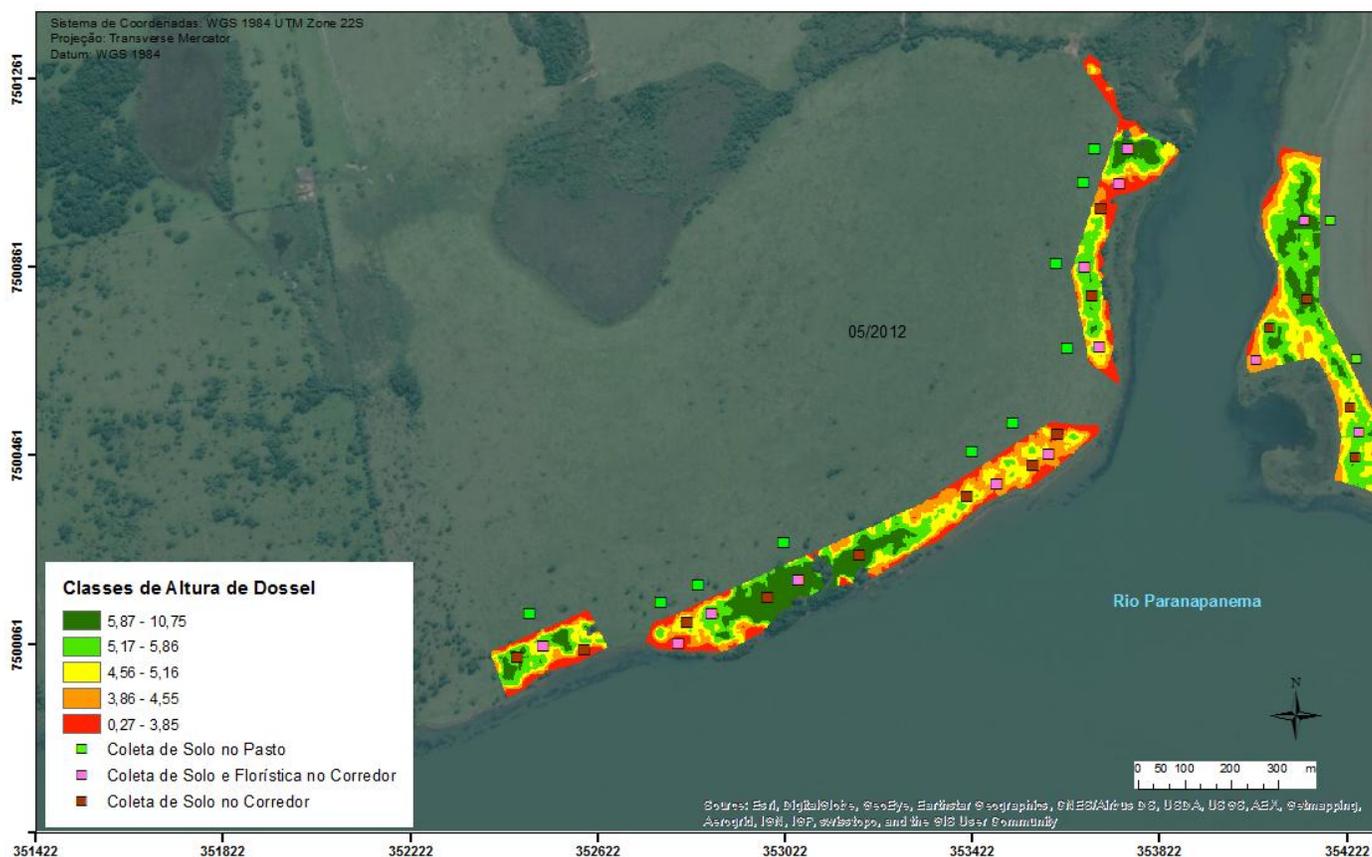


Figura 4 - Mapa com os pontos de solo e florística selecionados no plantio de 2012.

### Análise dos dados

Os dados coletados foram analisados no software R a fim de responder todas as questões levantadas nesse trabalho. Alguns valores da tabela de análises de solo para Cálcio e Magnésio foram discriminados da seguinte forma: “Cálcio (Ca) <3” e “Magnésio (Mg) <1”, portanto eles foram substituídos por 2 e 0 respectivamente para possibilitar a análise estatística.

As variáveis químicas e físicas do solo foram comparadas entre as áreas de restauração e o pasto adjacente por meio do teste-t pareado, com todas as variáveis

individualmente. Ou seja, foram testadas se as diferenças entre os pares de amostras, dentro e fora da área de restauração, eram iguais a zero. Para verificarse as variáveis apresentavam valores distintos, os intervalos de confiança das diferenças foram plotados em relação ao zero.

A fim de verificar como os pontos amostrais se distribuíam segundo as características do solo, foram realizadas análises de componentes principais para as variáveis químicas e físicas separadamente (ACP; McGarigal et al, 2000). Para as análises posteriores utilizamos os primeiros e os segundos eixos dessas PCAs como *proxis* das variáveis químicas e físicas de cada ponto.

A fim de testar a influência das variáveis químicas e variáveis físicas do solo (variáveis independentes– PC-01 e PC-02 das amostras pareadas coletadas no pasto) sobre o desenvolvimento da floresta (variáveis dependentes - biomassa florestal e a altura da floresta) foram utilizados os Modelos Lineares Generalizados – GLM, com distribuição Gaussiana. Quinze modelos foram gerados (tabela 3), aplicados para cada variável resposta.

Para verificar quais modelos se ajustavam melhor foi utilizado o Critério de Informação de Akaike, AIC. Esse método ordena os modelos propostos indicando aqueles com a maior probabilidade de serem selecionados dentro do conjunto de dados amostrais, para tanto foram gerados diversos parâmetros: o AICc, que faz a estimativa da distância relativa de um determinado modelo ao modelo “real”;  $\Delta_i$  AIC, que apresenta a diferença relativa entre um determinado modelo e o menor valor de AIC dentre todos os modelos;  $w$  AIC, mostra a chance do modelo ser selecionado o que varia de 0 a 1; e a Razão de evidência, que é a razão relativa de um determinado modelo ao maior valor de  $w$  AIC. Além disso, também foi calculada a importância relativa das variáveis resposta, somando-se a chance da seleção dos modelos ( $w$  AIC) em que cada variável estava presente (Dal Bello et al, 2010).

**Tabela 3 - Variáveis da paisagem para os quinze modelos de regressão linear propostos para altura de dossel e biomassa florestal. x1= PC1 das variáveis físicas do solo; x2= PC2 das variáveis físicas do solo; x3= PC1 das variáveis químicas do solo; x4= PC2 das variáveis químicas do solo.**

<i>Modelos</i>	<i>Variáveis Resposta</i>
md1	x1
md2	x2
md3	x3
md4	x4
md5	x1+x2
md6	x1+x3
md7	x1+x4
md8	x2+x3
md9	x2+x4
md10	x3+x4
md11	x1+x2+x3
md12	x1+x2+x4
md13	x2+x3+x4
md14	x1+x3+x4
md15	x1+x2+x3+x4

Para testar a influência do desenvolvimento das áreas em restauração (variáveis independentes – biomassa florestal e altura média do dossel) sobre as variáveis químicas do solo (variável dependente coletada nas áreas de restauração – PC-01 dos dados químicos) foi utilizada análise de regressão simples.

#### **4. RESULTADOS**

##### *Variação dos atributos físicos e químicos do solo*

De acordo com os resultados, a fertilidade do solo é baixa. As análises indicaram que o solo da área estudada é ácido, apresentando valores de pH entre 3,9 e

4,8 e a acidez potencial (H+Al) com valores entre 12mmol<sub>c</sub>/dm e 31 mmol<sub>c</sub>/dm. Além disso, os valores encontrados para a saturação por bases estão baixos (4% a 57%), o que significa uma baixa concentração de cátions importantes, explicando a acidez do solo.

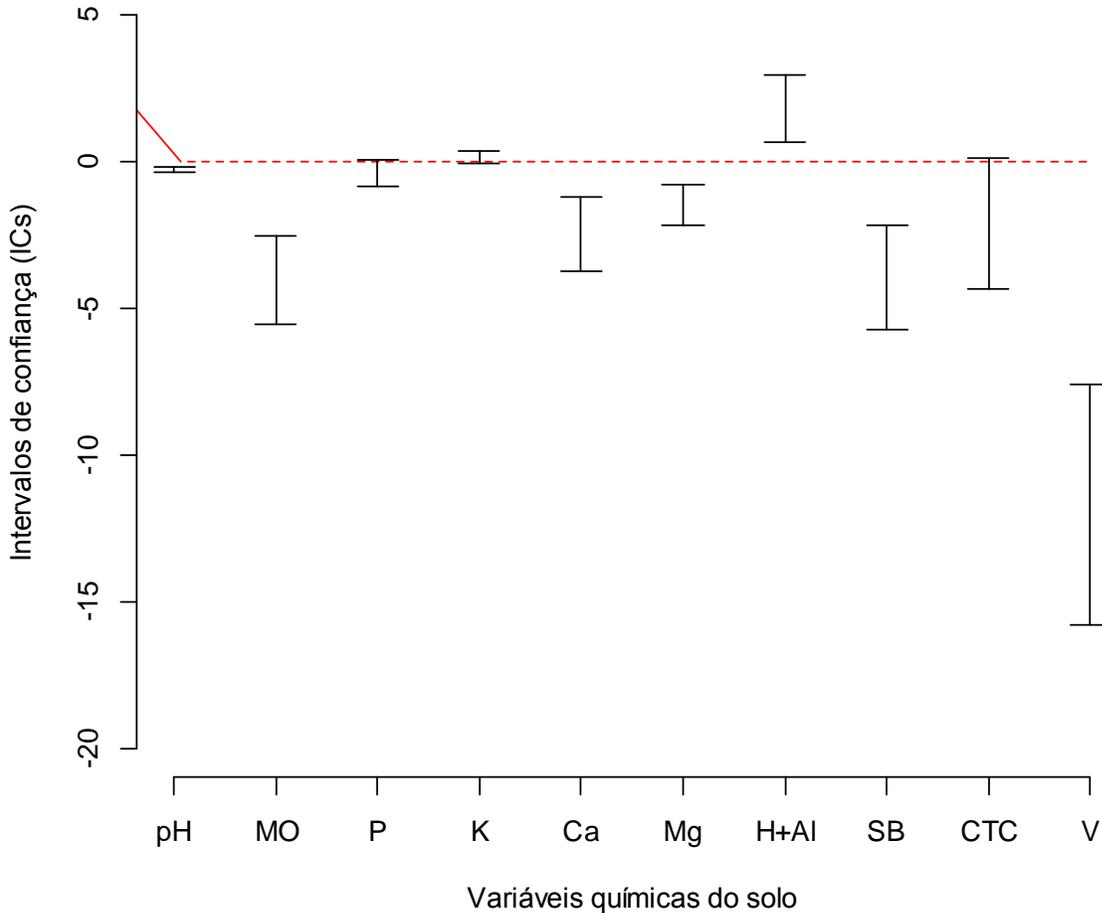
Existe uma alta correlação entre a maioria dos atributos químicos analisados neste trabalho (Figura 5). A quantidade de matéria orgânica foi a variável que apresentou o maior número de correlações altas com outras variáveis, sendo que apenas para K e pH os índices de correlação ficaram abaixo de 0.60. Já, as variáveis SB, CTC, V%, Mg e Ca foram as variáveis que apresentaram as maiores correlações ( $r \geq 0.8$ ).

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+ Al	SB	CTC	V%
pH	1	0,48	0,45	<b>0,11</b>	0,60	0,66	-0,13	0,68	0,43	0,84
MO		1	0,67	0,35	0,68	0,72	0,60	0,77	0,84	0,65
P			1	0,32	0,54	0,55	0,44	0,61	0,65	0,52
K				1	<b>0,11</b>	0,38	0,27	0,29	0,34	0,27
Ca					1	0,64	0,34	0,95	0,84	0,79
Mg						1	0,34	0,84	0,77	0,86
H+ Al							1	0,39	0,75	<b>0,08</b>
SB								1	0,90	0,90
CTC									1	0,68
V%										1

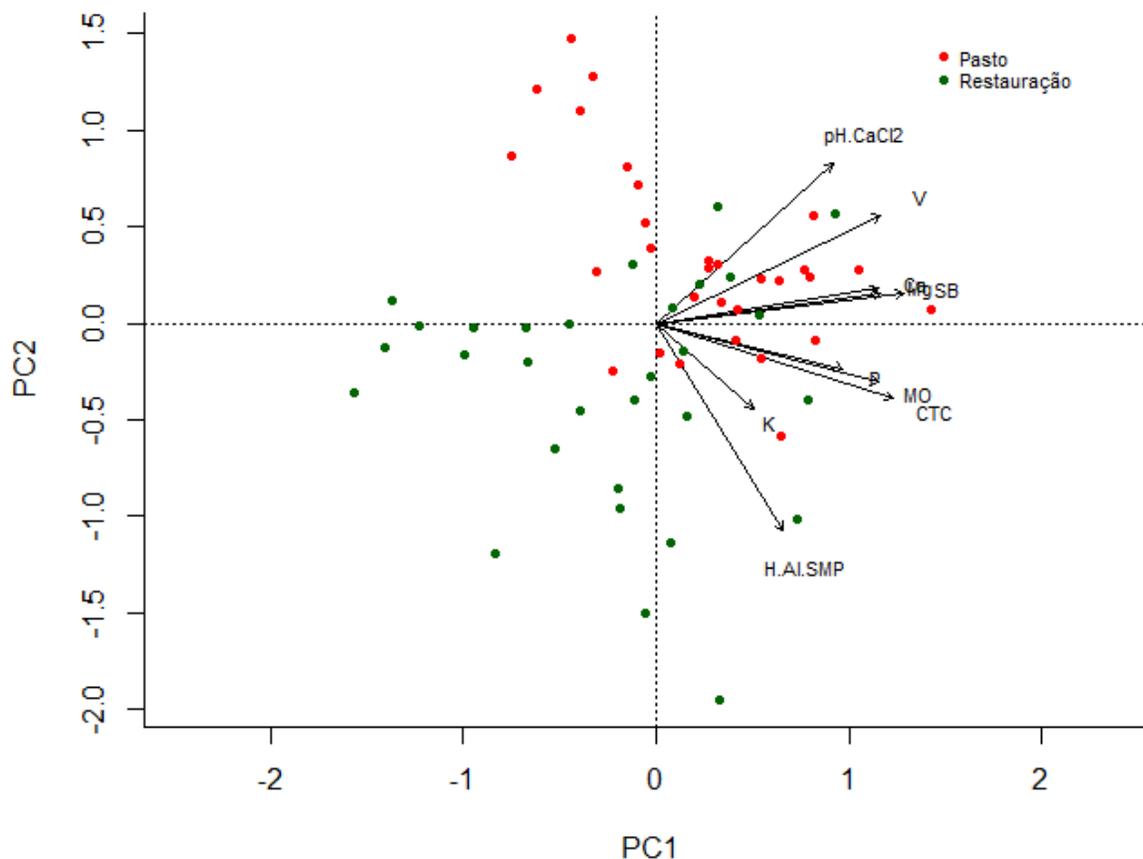
**Figura 5 - Matriz de correlação entre variáveis químicas do solo. Os valores em vermelho são os de maior correlação ( $r \geq 0.60$ ) e os valores em negrito são os não significativos.**

Os parâmetros químicos apresentaram diferença entre a área de restauração e a área de pastagem adjacente. Para a maior parte dos atributos químicos, a área de pasto tem valores mais elevados comparados aos valores da área de restauração. A acidez potencial (H + Al) foi a única variável que apresentou valor mais elevado na área de restauração. Os valores de P, K e CTC não apresentaram diferença significativa entre as duas categorias de uso do solo (Figura 6). As variações dos atributos químicos sobre o uso do solo (área de pasto e área de restauração) podem ser ilustradas pelos

eixos 1 e 2 da PCA que representam juntos 78% e mostram a separação existente entre as amostras de pasto e das áreas de restauração (Figura 7).

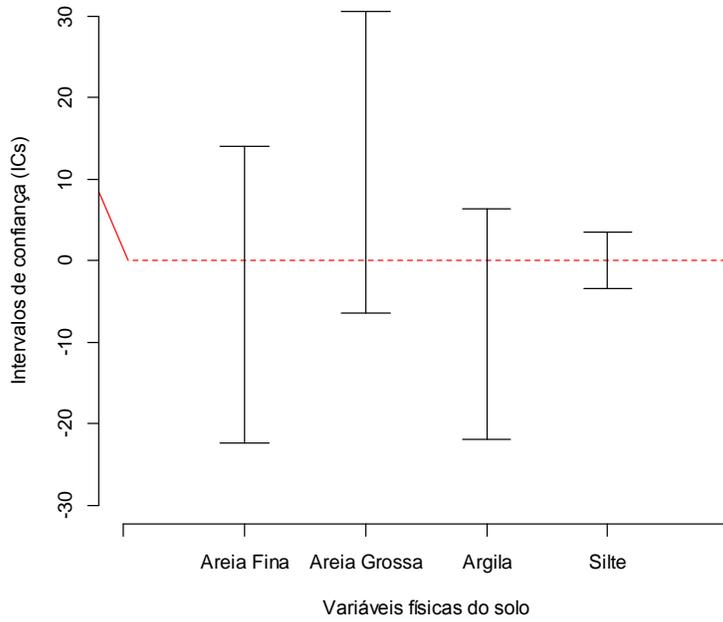


**Figura 6 - Estimativas entre pontos pareados no pasto e na área de restauração das diferenças de atributos químicos do solo. O intervalo de confiança (barras pretas) abaixo de zero (linha vermelha tracejada) indicam que no pasto os valores são mais elevados do que na área de restauração, enquanto valores positivos de ICs indicam o contrário. Valores de ICs que interseccionam com o zero indicam não haer diferença entre pasto e área restaurada.**

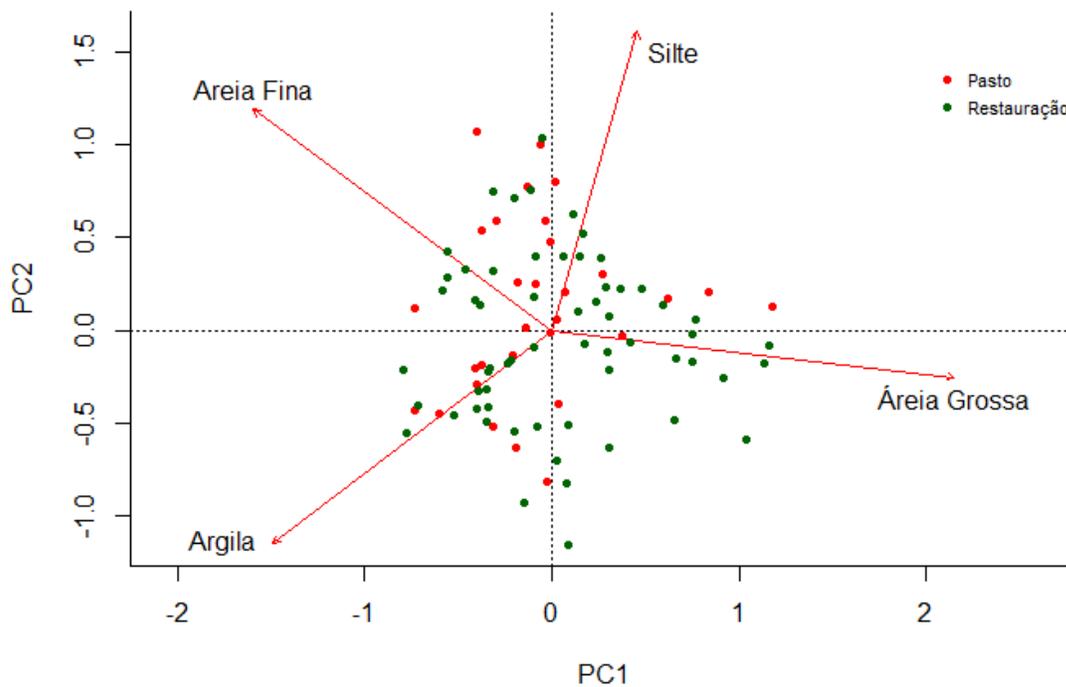


**Figura 7 - Distribuição dos pontos amostrais do pasto e das áreas de restauração segundo os eixos 1 (PC1) e 2 (PC2) de uma análise de componentes principais (PCA), realizada a partir de atributos químicos do solo.**

A análise das classes de textura do solo mostrou que, dentre as 90 parcelas, 57,7% delas possui solo arenoso; 41,1% possui solo médio arenoso e 1,2% possui solo médioargiloso. Os resultados obtidos através dos parâmetros físicos mostram que não há diferença dessas variáveis entre as áreas de restauração e de pastagem. Quando comparamos esses atributos entre pontos pareados no pasto e na área restaurada, observamos que o intervalo de confiança das diferenças desses atributos entre os pontos contém o valor zero (Figura 8), indicando que esses atributos individualmente também não se diferenciam entre as duas categorias de uso do solo. Os eixos 1 e 2 da PCA representam juntos 79% (Figura 9) e nota-se que há grande sobreposição dos pontos entre os dois usos de solo, confirmando essa homogeneidade entre as áreas de pasto e de restauração.



**Figura 8 - Estimativas entre pontos pareados no pasto e na área de restauração das diferenças de atributos físicos do solo. A intersecção dos intervalos de confiança (barras pretas) com o valor zero (linha vermelha tracejada) indica que não há diferença significativa entre as áreas do pasto e as áreas restauradas.**



**Figura 9 - Distribuição dos pontos amostrais do pasto e das áreas de restauração segundo os eixos 1 (PC1) e 2 (PC2) de uma análise de componentes principais, realizada a partir de atributos físicos do solo.**

### Seleção dos modelos e importância relativas das variáveis

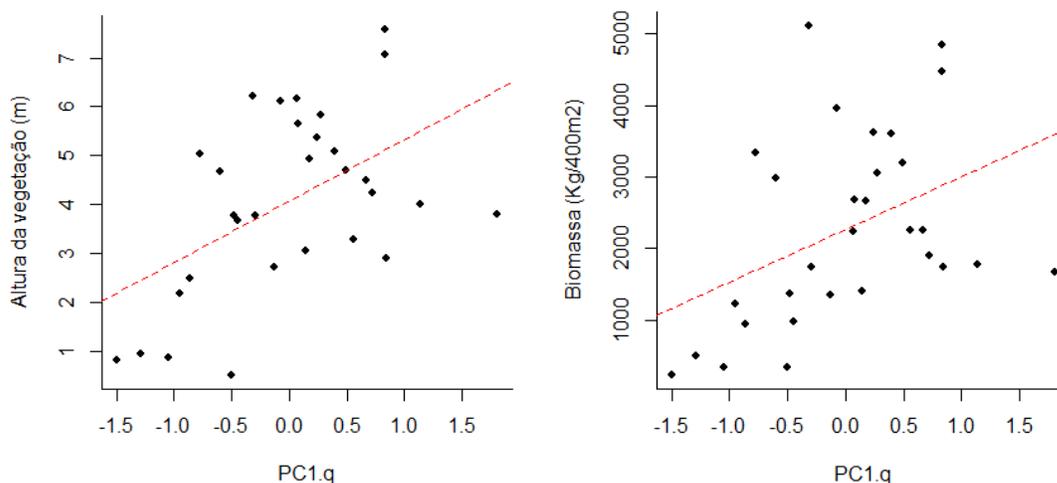
Na seleção de modelos foi observado que os modelos com mais de uma variável (mais complexos), estão entre os que melhor explicam a variação de biomassa e da altura de dossel (Tabela 4). De forma geral, os modelos selecionados são compostos por combinações das variáveis x1 (eixo 1 da PCA das variáveis físicas do solo), x2 (eixo 2 da PCA das variáveis físicas do solo) e x3 (eixo 1 das variáveis químicas do solo). No entanto a análise de importância relativa das variáveis (Tabela 5) revela que a variável que melhor explica a biomassa e a altura de dossel é o eixo 1 da PCA com as variáveis químicas do solo (x3, Figura 10).

**Tabela 4 – Melhores modelos de regressão na explicação das variações da Biomassa e na altura de dossel no corredor ecológico do Pontal do Paranapanema, SP, usando o critério de informação de Akaike (AIC). As variáveis independentes foram: x1= eixo 1 da PCA com as variáveis físicas do solo; x2= eixo 2 da PCA com variáveis físicas do solo; x3= eixo 1 da PCA com variáveis químicas do solo; x4= eixo 2 da PCA com variáveis químicas do solo. As outras colunas representam: AICc – estimativa da distância relativa ao modelo “real”;  $\Delta$  AIC – diferença relativa ao menor valor de aic; wAIC – chance do modelo ser selecionado; Razão de evidência – razão relativa ao maior valor de w AIC.**

Variável Dependente	Modelos	Variáveis Independentes	AICc	$\Delta$ AIC	wAIC	Razão de Evidência
Biomassa	md08	x2+x3	515	0	0,23692	1
	md11	x1+x2+x3	516	0,915	0,14997	1,58
	md01	x1	516	0,955	0,14695	1,61
	md06	x1+x3	517	1,716	0,10046	2,36
Altura média da vegetação	md11	x1+x2+x3	111	0	0,42	1
	md08	x2+x3	112	1,03	0,25	1,67

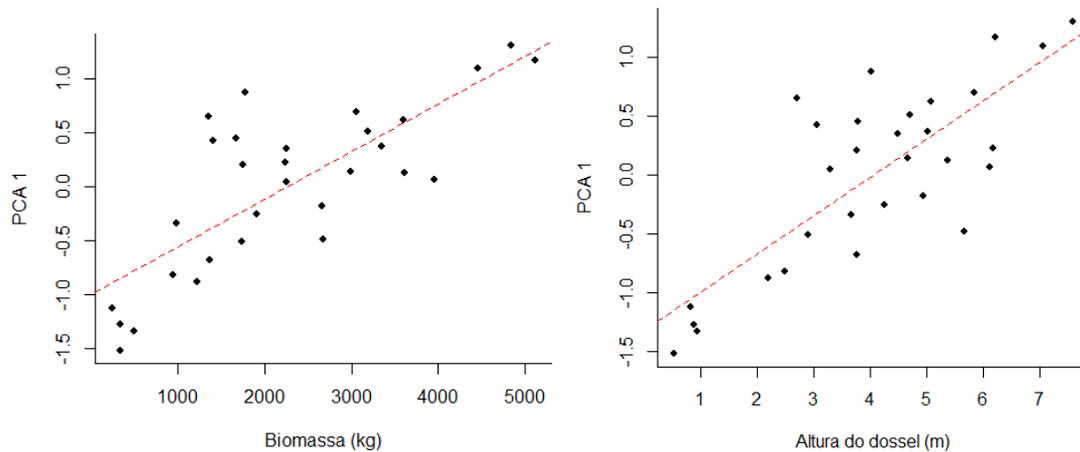
**Tabela 5 - Importância relativa das variáveis independentes para os quinze modelos propostos: soma dos wAIC (chance do modelo ser selecionado, que varia de 0 a 1) de todos os modelos em que uma determinada variável estava presente. Os valores mais altos expressam maior importância da variável. Para cada variável estão destacados em negrito os resultados mais elevados. Pontal do Paranapanema, SP.**

Variáveis	Biomassa	Altura do dossel
Eixo 1 da PCA com variáveis físicas do solo	0,583	0,675
Eixo 2 da PCA com variáveis físicas do solo	0,572	<b>0,869</b>
Eixo 1 da PCA com variáveis químicas do solo	<b>0,703</b>	<b>0,917</b>
Eixo 1 da PCA com variáveis químicas do solo	0,227	0,243



**Figura 10 – Variação da a) Altura média e b) Biomassa da vegetação em função do eixo 1 de uma Análise de Componentes Principais gerado a partir de variáveis químicas do solo, de pontos das áreas de pasto, adjacente ao local de coleta dos dados de vegetação.**

As análises de regressão entre o eixo 1 da PCA (com as variáveis químicas do solo nas áreas de restauração) e as variáveis biomassa e altura do dossel apresentaram relações significativas e coeficientes de determinação muito altos ( $R^2=0.60$ ,  $p<0.01$ ;  $R^2=0.62$ ,  $p<0.01$ ; respectivamente), indicando uma grande influência da biomassa sobre essas variáveis.



**Figura 11 – Variação do eixo 1 de uma Análise de Componentes Principais gerado a partir de variáveis químicas do solo (de pontos das áreas de restauração), em função do acúmulo de a) biomassa e b) da Altura média do dossel.**

## 5.DISSCUSSÃO

A principal e mais difícil recuperação a ser feita no solo degradado é qualitativa e diz respeito ao seu potencial para o desenvolvimento da vegetação, englobando retenção de água e nutrientes. A capacidade produtiva do solo, no entanto, depende também de fatores quantitativos que englobam além do solo fértil, fatores climáticos, por exemplo (quantidade de chuva, quantidade de radiação solar). Os atributos qualitativos e quantitativos do solo estão presentes em suas propriedades químicas e granulométricas.

A propriedade química mais importante do solo é a capacidade de troca de cátions (CTC), responsável pela magnitude da retenção e impedimento da lixiviação de cátions (Na, K, Ca e Mg) ao longo do perfil do solo, deixando-os próximos ao sistema radicular. A CTC é tanto mais importante e mais crítica quanto mais arenoso é o solo. Os solos mais arenosos apresentam menores teores de matéria orgânica e argila e, conseqüentemente, menores CTC.

A matéria orgânica da camada superficial dos solos (cerca de 20cm) representa cerca de 70% da CTC, sendo que esta matéria orgânica diminui com a perda da vegetação. Além da CTC se tornar menor, a formação de agregados e microagregados pela matéria orgânica também é diminuída (a matéria orgânica funciona como agente cimentante de partículas de argila e outros colóides do solo), resultando em menor microporosidade e, conseqüentemente, menor capacidade de retenção de água.

O Ferro e o Cálcio são atributos que interferem diretamente na alongação das raízes das plantas, pois suas baixas concentrações impedem o desenvolvimento radicular, principalmente se o solo apresentar alta concentração de alumínio. A baixa concentração de Ca pode levar ao insucesso da restauração. Observa-se que os atributos químicos do solo são uma boa indicação da qualidade do solo, uma vez que havendo baixa concentração há grandes alterações da qualidade do mesmo.

De acordo com a análise do solo podemos inferir que o solo é ácido e de baixa fertilidade (Duarte e Casagrande, 2006). Observaram-se que os parâmetros químicos foram mais elevados na área de pastagem comparado às áreas de restauração adjacentes. Isso pode ser explicado pelo tipo de análise de solo que foi realizada e pelo tempo de restauração que a área estudada tem. Existem dois métodos de quantificação de matéria orgânica mais utilizados nos laboratórios brasileiros, um por via úmida e um por via seca (Silva et al, 1999). As amostras desse trabalho foram submetidas ao método por via úmida. Portanto, por ser um processo de oxidorredução, ele quantifica somente a parte lábil do solo (que é mais instável), não quantificando a parte estável (húmus).

Em uma vegetação nativa existe um equilíbrio maior da parte lábil com o húmus, enquanto no pasto existe um desequilíbrio, tendo maior porcentagem de parte lábil do que de húmus. Portanto, é de se entender o porquê dos resultados terem sido maiores para pastagem comparados a área de restauração devido ao método de análise laboratorial, e visto que pelo tempo que tem de restauração, o solo ainda não se recuperou totalmente dos distúrbios anteriores. Alvarenga (1996) também encontrou em seu trabalho essa diferença nos atributos químicos, onde ecossistemas que não

recebiam nutrientes constantemente apresentaram propriedades químicas esfavoráveis em relação ao ecossistema original. Esses resultados se repetem em Melloni et al, 2008.

Na estimativa de diferenças entre atributos químicos nas áreas de pastagem e restauração, observou-se que apenas a acidez potencial teve valor mais alto na área de restauração. A acidez potencial limita o crescimento das raízes e ocupa espaços nos colóides possibilitando que os nutrientes livres na solução do solo sejam lixiviados. Existe diversos fatores para que a acidificação do solo ocorra, entre eles: dissociação do gás carbônico que está presente no solo, reação dos fertilizantes quando aplicados no solo, hidrólise do  $Al^{3+}$  que libera  $H^+$ , decomposição da matéria orgânica, água das chuvas, erosão do solo, secreções ácidas das raízes das plantas. Devido ao fato do solo de restauração ter sido revolvido para que houvesse o plantio das mudas, alguns desses fatores podem ter tido maior influência nessa área do solo e por isso ter uma acidificação maior, se comparada ao da área de pastagem adjacente.

A concentração de matéria orgânica é um bom indicador das condições de fertilidade do solo, visto que apresenta alta correlação com todas as outras variáveis químicas, exceto com o potássio e pH. Se acompanharmos os valores de matéria orgânica ao longo do tempo, ele vai ter alta correlação com a CTC. Assim, somente avaliando a matéria orgânica pode-se já ter um diagnóstico preliminar da fertilidade do solo, pois a partir dele se extrai a CTC, isso resulta em menos análises e em uma forma mais simples para monitoramento de uma restauração.

Solos que estão sujeitos a muita chuva, por exemplo em áreas tropicais, tem propensão a ter carência em potássio (Souza et al., 1979), pois o potássio é um elemento facilmente lixiviado e como já foi dito anteriormente, o solo da área estudada é bem suscetível a lixiviação, devido a sua estrutura e ao clima da região. Além de que, a baixa concentração de CTC implica na baixa capacidade de armazenamento de potássio (Souza et al., 1979) e o efeito do potássio está condicionado à correção da acidez e à deficiência de outros nutrientes (Vilela et al, 2002). Outra explicação para a correlação não ter sido significativa para o potássio é de que existe uma competição

entre o Ca e Mg e entre Mg e K por sítios de adsorção (Silvia e Ritchey, 1982), assim podendo ter elevado os outros atributos químicos e diminuído o potássio.

Não houve diferença significativa nos parâmetros granulométricos, o que só corrobora com o fato de que a granulometria do solo não é alterada pelo tipo de plantio. Desse modo, onde se tem maior quantidade de areia continuará a ter e onde o solo é mais argiloso continuará mais argiloso. Não existe um tipo de plantio que consiga alterar esse parâmetro do solo. *Cavenage et al* (1999) fez uma análise das propriedades físicas do solo sob diferentes culturas e mostrou que as análises granulométricas não tiveram influência do tipo de plantio, porém outros parâmetros físicos do solo tiveram alteração.

O desenvolvimento da vegetação das áreas de restauração é mais bem explicado por modelos compostos por diferentes variáveis do solo, indicando a alta complexidade da relação entre o solo e o processo de restauração. Porém, de acordo com a importância relativa das variáveis independentes, os atributos químicos são os que melhor explicam o desenvolvimento da vegetação. O que é corroborado com as análises de regressão, que mostram que a biomassa tem uma grande influência nas variáveis químicas estudadas.

## **6. CONCLUSÕES**

De acordo com as análises pode-se concluir que a fertilidade do solo afeta positivamente o acúmulo de biomassa florestal, pois provêm os minerais necessários ao desenvolvimento de uma vegetação, e que uma vez que haja um distúrbio no solo, isso afetará automaticamente o desenvolvimento da mesma. Não pudemos concluir se a restauração florestal afeta positivamente a fertilidade do solo, pois devido ao tempo de implantação da restauração e ao tipo de análise que fizemos, não temos ainda como saber se há realmente uma influência da mesma na fertilidade do solo. Talvez com a repetição dessas análises e com a inclusão de análises dos parâmetros físicos

do solo (microporosidade, macroporosidade, densidade, entre outros) teríamos uma resposta melhor para essa pergunta.

Nota-se que a granulometria do solo é um fator importante para a escolha da área para restauração, pois ele não tem alteração significativa após a restauração. Portanto, deve-se conhecer muito bem o tipo de solo da área para que o processo de restauração seja bem sucedido. Como vê-se no caso estudado, o solo é do tipo arenoso, ácido e com baixa fertilidade, o que já auxilia na escolha do tipo de vegetação e plantio que será feito na área para que haja uma maior probabilidade de sucesso do projeto.

## 8. REFERÊNCIAS

- Alvarenga, M.I.N. Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1996. 211p. (Tese de Doutorado)
- Barbosa, L. M. "Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista". São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.
- Bensusan, N. A impossibilidade de ganhar a aposta e a destruição da natureza. Bensusan, Nurit. Seria melhor mandar ladrilhar, 2008, 17-39.
- Bertoni J, Lombardi Neto F, 1992 Conservação do Solo. 3. ed., São Paulo: Ícone.
- Bombelli A, Avitabile V, Marchesini B, Balzter H, Bernoux M, Hall R, Henry M, Law BE, Manlay R, Marklund LG, Shimabukuro YE. Assessment of the status of the development of the standards for the Terrestrial Essential Climate Variables: Biomass. Food and Agriculture Organization – Global Terrestrial Observation System, 2009, 18p.
- Brasil. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Instituto de Química Agrícola. Método de análise de solos. Rio de Janeiro, 1949. (IQA. Boletim, 11).
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. Brasília, DF, 2012. 275 p. (Biodiversidade, 42).
- Brown GG, Niva CC, Zagatto MR, Ferreira SA, Nadolny HS, Cardoso GB, Santos A, Martinez GA, Pasini A, Bartz ML, Sautter KD, Thomazini MJ, Baretta D, Silva E, Antonioli ZI, Decaëns T, Lavelle PM, Sousa JP, Carvalho F. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (Eds). Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica. Embrapa, Brasília, 2015. Pág. 122.
- Doran JW, Parkin TB. Defining and assessing soil quality. In: Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF, Stewart BA (Eds). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: Soil Science Society of America: American Society of Agronomy, 1994. p. 1-20.

- Cadernos Itesp 2. Pontal Verde: plano de recuperação ambiental nos assentamentos do Pontal do Paranapanema. Secretaria da Justiça e da Defesa da Cidadania – Itesp, São Paulo, 1998.
- Calder I, Hofer T, Vermont S, Warren P. Towards a new understanding of forests and water. *Unasylva*, 2007, 229: 3-10.
- Cardoso DJ, Parron LM, Franciscan L. Carbono de biomassa em floresta nativa e sistemas florestais como indicador de serviços ambientais. In: Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (Eds). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa, Brasília, 2015. Pág. 84.
- Castilho CV, Magnusson WE, Araújo RNO, Luizão RCC, Luizão FJ, Lima AP, Higuchi N. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: effects of soil and topography. *Forest Ecology and Management*, 2006. 234:85-96.
- Cavenage, A., Moraes, M. L. T., Alves, M. C., Carvalho, M. A. C., Freitas, M. L. M., & Buzetti, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 1999, 23 (4).
- Cerruto Ribeiro, S., Gonçalves Jacovine, L. A., Boechat Soares, C. P., Martins, S. V., Lopes de Souza, A., & Brandi Nardelli, A. M. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 2009, 33(5).
- Chaves HML, Piau L. Efeito da variabilidade climática e do uso e manejo do solo sobre o escoamento superficial e o aporte de sedimento em uma pequena bacia hidrográfica do Distrito Federal. *Annals of VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos*, Porto Alegre, 2006.
- Colodro G, Carvalho MP, Roque CG, Prado RM. Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 3: 809-818. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/114558>>.
- Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M. The value of the world's service and natural capital. *Nature*, 1997. 387: 253–260.
- Dal B, Luiz Henrique A. Modelagem em experimentos mistura-processo para otimização de processos industriais. Rio de Janeiro, 2010. 155: 94.
- Dean W. A ferro e fogo – A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das Letras, São Paulo, 1996. 484p.

- Ditt EH, Mourato S, Ghazoul J, Knight J. Forest conversion and provision of ecosystem services in the Brazilian Atlantic Forest. *Land Degradation & Development*, 2010. 21: 591-603.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 1v.
- Fearnside PM. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. *Climatic Change*, 1997. 35:321–360.
- Fritzsons E, Mantovani LE, Prates V, Wrege MS. Caracterização ambiental de duas regiões do Bioma Mata Atlântica no Paraná e sua importância para estudos em serviços ambientais. In: Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (Eds). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa, Brasília, 2015. Pág. 47.
- Galindo-Leal, C., T.R. Jacobsen, P.F. Langhammer & S. Olivieri. State of the hotspots: the dynamics of biodiversity loss. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. 2003, pp. 12-23. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington. D.
- Governo do Estado de São Paulo. Pontal do Paranapanema: zoneamento ecológico-econômico. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 1999.
- Heartsill-Scalley, T., & Aide, T. M. Riparian vegetation and stream condition in a tropical agriculture–secondary forest mosaic. *Ecological Applications*, 2003, 13(1), 225-234.
- Houghton RA. The global effects of tropical deforestation. *Environmental Science and Technology*, 1990.24:414–422.
- Houghton RA. Balancing the global carbon budget. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 2007. 35:313-347.
- Instituto de Estudos Sócio Ambientais do Sul da Baía; Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro; Universidade Federal Fluminense. Levantamento da cobertura vegetal nativa do bioma Mata Atlântica: relatório final. Rio de Janeiro, 84p, 2007.
- Islam, K.R. & Weil, R.R. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environments*, 79: 9-16.
- Kageyama, P. Y.; Gandara, F. B. Restauração e conservação de ecossistemas florestais. In: Cullen Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C.B. *Métodos de*

- estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. 1. ed. Curitiba: UFPR, 2003. p. 383-394.
- Lal R, Follett RF, Kimble J, Cole CV. Managing U.S. cropland to sequester carbon in soil. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v. 5, 1999. Pág. 374.
- Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 2004. 123: 1-22.
- Lima WP, Zakia MJ. As florestas plantadas e a água: implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos, Rima, 2006. Pág 226.
- Maia CM, Parron LM. Matéria orgânica como indicador da qualidade do solo e da prestação de serviços ambientais. In: Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (Eds). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa, Brasília, 2015. Pág. 101.
- Melloni, Rogério, Guimarães Pereira Melloni, Eliane, Nogueira Alvarenga, Maria Inês, Bueno Marcondes Vieira, Fernanda, Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [en linea] 2008, 32 (Noviembre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214064023>> ISSN 0100-0683
- Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, DC: Island Press, 2003. Pág. 245. Disponível em: <[http://pdf.wri.org/ecosystems\\_human\\_wellbeing.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf)>.
- Miranda, J. Caracterização de solução do solo e das propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes coberturas vegetais. 1993. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa/UFV, Viçosa.
- Moraes, L. D., Campello, E. F. C., & Franco, A. A. (2010). Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. *Oecologia Australis*, 14(2), 437-451.
- Oliveira JB, Camargo MN, Rossi M, Calderano Filho B. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida, Instituto Agrônomo, Campinas, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 1999.

- Palm C, Blanco-Canqui H, Clerckc F, Gatere L, Grace P. Conservation agriculture and ecosystem services: an overview. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, 2013. V. 187, Pág. 87.
- Parron LM, Garcia JR. Serviços Ambientais: conceitos, classificação, indicadores e aspectos correlatos. In: Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (Eds). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa, Brasília, 2015. Pág. 29
- Parron LM, Rachwal MF, Maia CM. Estoques de carbono no solo como indicador de serviços ambientais. In: Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (Eds). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa, Brasília, 2015. Pág. 92.
- Pearson T, Walker S, Brown S. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. *Winrock International and the BioCarbon Fund of the World Bank*, v. 57, 2005. Pág. 43.
- Pimentel D, Harvey C, Resosudarmo P, Sinclair K, Kurz D, MacNair M, Crist S, Shpritz, Fitton L, Saffouri R, Blair R. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 1995. 267: 1117-1123.
- Pires, AS, Fernandez, FA, & Barros, CS. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. *Biologia da Conservação: essências*. São Carlos, RiMa, 2006, 582p, 231-260.
- Ponçano WL, Carneiro CD, Bistrichi CA, Almeida FF, Prandini F. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, vol.1. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1981.
- Rachwal MF, Maia CM, Parron LM. Uso e manejo da terra e aspectos pedológicos na avaliação de serviços ambientais. In: Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (Eds). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa, Brasília, 2015. Pág. 57
- Resende, R.U, Programa de matas ciliares da secretaria do meio ambiente do estado de São Paulo. Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica (2006): 129.
- Rochadelli, R. (2013). A estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamentos (Estudo de caso: *Mimosa scabrella* Bentham, bracatinga).

- Ronquin CC. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8. Embrapa, Campinas, 2010.
- Scholes RJ, Monteiro PM, Sabine CL, Canadell JG. Systematic long-term the global carbon cycle. Trends in Ecology&Evolution, Amsterdam, v. 24 , n. 8, p. 427-430, 2009.
- Silveira, P., Koehler, H. S., Sanquetta, C. R., & Arce, J. E. (2008). O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. *Floresta*, 38(1).
- S.O.S. Mata Atlântica, relatório técnico do atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica (período 2015-2016), 2017.
- Sparovek G, Lier QJ, Neto DD. Computer assisted Koeppen climate classification for Brazil. International Journal of Climatology, 2007, 27: 257-266.
- Teresa, Fabricio Barreto; Casatti, Lilian. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. Pan-american Journal of Aquatic Sciences. , v. 5, n. 3, p. 444-453, 2010.
- Uezu A, Metzger JP. Vanishing bird species in the Atlantic Forest: relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. Biodiversity and Conservation, 2011.20: 3627-3643.
- Van Dessel W, Van Rompaey A, Poelmans L, Szilassi P. Predicting land cover changes and their impact on the sediment influx in the Lake Balaton catchment. LandscapeEcology, 2008. 23: 645-656.
- Veloso HP, Rangel-Filho AL, Lima LC. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio
- Young, C.E.F. Socioeconomic causes of deforestation in the Atlantic forest of Brazil. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. 2003. pp. 103-117. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, D.C.

## ANEXO A

### RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO

Tabela 6. Resultados encontrados da análise granulométrica do solo para cada parcela amostral. Legenda da primeira coluna: FL: parcelas da restauração onde também foram feitas análises químicas; S: parcelas da restauração onde foram feitas apenas análises granulométricas; P: parcelas no pasto adjacente. Os números representam a numeração das parcelas. Representando as alturas de dossel - MA: Muito Alto; A: Alto; M: Médio; B: Baixo; MB: Muito Baixo.

PARCELAS 2011 RESTAURAÇÃO	AF	AG	AT	Argila (c/ dispersante)	Silte	Classe de Textura
FL_01_MA	400	498	898	76	26	ar
FL_02_B	338	571	909	76	16	ar
FL_03_A	488	401	889	75	36	ar
FL_04_M	472	396	868	99	33	ar
FL_05_M	435	372	807	175	18	md-ar
FL_06_B	498	324	822	151	27	md-ar
FL_07_M	434	374	807	176	16	md-ar
FL_08_A	482	298	780	201	18	md-ar
FL_09_MA	504	364	868	102	30	ar
FL_10_MA	456	420	875	103	22	ar
FL_11_A	463	462	925	50	25	ar
FL_12_MA	498	380	879	100	21	ar
FL_13_M	430	436	866	100	34	ar
FL_14_MB	327	575	902	75	24	ar
FL_15_B	383	494	877	102	22	ar
FL_16_MB	414	486	900	75	25	ar
FL_17_MB	408	494	902	75	22	ar
FL_18_MB	327	569	896	75	29	ar
FL_19_B	455	485	940	38	22	ar
FL_20_A	442	457	899	75	26	ar
S_01_MA	234	630	864	100	36	ar
S_02_A	329	569	898	75	27	ar
S_03_M	453	430	884	100	16	ar
S_04_A	450	384	834	149	17	ar

S_05_M	407	394	801	175	24	md-ar
S_06_M	404	371	776	199	25	md-ar
S_07_A	486	370	855	125	20	ar
S_08_MA	468	317	785	199	15	md-ar
S_09_MA	376	430	806	175	19	md-ar
S_10_MA	450	385	835	150	15	md-ar
S_11_A	508	390	898	75	27	ar
S_12_M	363	460	822	149	28	ar
S_13_B	409	524	933	50	17	ar
S_14_B	282	642	924	50	26	ar
S_15_MB	403	522	926	50	24	ar
S_16_MB	342	559	902	75	23	ar
S_17_B	329	614	943	37	19	ar
S_18_MB	269	637	905	75	20	ar
S_19_MB	382	545	926	50	24	ar
S_20_B	404	505	909	75	16	ar

<b>PARCELAS 2011</b>				<b>Argila (c/ dispersante)</b>		<b>Classe de Textura</b>
<b>PASTO</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>AT</b>		<b>Silte</b>	
P_01	424	463	888	101	12	ar
P_02	419	480	899	75	26	ar
P_03	485	406	892	88	20	ar
P_04	416	435	851	126	23	ar
P_05	411	406	817	152	31	md-ar
P_06	527	338	864	101	35	ar
P_07	448	309	758	225	18	md-ar
P_08	447	337	784	200	16	md-ar
P_09	524	308	832	150	18	md-ar
P_10	454	415	869	100	31	ar
P_11	434	444	878	100	21	ar
P_12	481	383	864	125	11	ar
P_13	449	415	864	100	36	ar
P_14	378	547	925	50	25	ar
P_15	279	638	917	50	33	ar
P_16	394	510	904	76	21	ar
P_17	489	401	890	75	35	ar
P_18	318	574	892	75	33	ar
P_19	452	452	904	75	21	ar
P_20	384	456	840	150	10	md-ar

<b>PARCELAS 2012</b>				<b>Argila (c/ dispersante)</b>		<b>Classe de Textura</b>
<b>RESTAURAÇÃO</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>AT</b>		<b>Silte</b>	

FL_01_MA	350	442	792	174	35	md-ar
FL_02_MB	370	463	832	150	18	md-ar
FL_03_A	439	406	845	125	30	ar
FL_04_M	423	385	808	175	17	md-ar
FL_05_B	378	468	846	124	30	ar
FL_06_B	378	373	751	226	23	md-ar
FL_07_MA	459	337	796	174	30	md-ar
FL_08_A	468	358	826	150	24	md-ar
FL_09_MB	329	501	831	151	19	md-ar
FL_10_M	485	327	812	162	26	md-ar
S_1_B	269	461	730	250	20	md-arg
S_10_A	365	380	745	224	31	md-ar
S_2_A	390	424	814	149	36	ar
S_3_MB	378	460	838	150	13	md-ar
S_4_B	337	421	758	225	17	md-ar
S_5_M	353	399	751	224	24	md-ar
S_6_MA	478	322	799	175	26	md-ar
S_7_MA	432	351	782	200	17	md-ar
S_8_M	298	453	751	226	23	md-ar
S_9_MB	452	307	759	225	15	md-ar

<b>PARCELAS 2012</b>				<b>Argila (c/ dispersante)</b>		<b>Clase de Textura</b>
<b>PASTO</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>AT</b>	<b>Silte</b>		
P_01	448	423	871	100	29	ar
P_02	393	416	809	176	15	md-ar
P_03	417	359	776	200	24	md-ar
P_04	453	385	838	125	37	ar
P_05	395	400	795	176	29	md-ar
P_06	410	364	774	201	25	md-ar
P_07	372	379	751	226	23	md-ar
P_08	459	360	819	147	34	ar
P_09	428	401	829	150	21	md-ar
P_10	469	349	818	150	32	md-ar

## ANEXO B

### RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Tabela 7. Resultados encontrados da análise química do solo para cada parcela amostral. Legenda da primeira coluna: FL: parcelas da restauração onde foram feitas análises químicas; P: parcelas no pasto adjacente. Os números representam a numeração das parcelas. Representando as alturas de dossel - MA: Muito Alto; A: Alto; M: Médio; B: Baixo; MB: Muito Baixo.

PARCELAS 2011 PASTO	pH CaCl2	M.O. Colorimétrica (g.dm. <sup>-3</sup> )	P Resina	K Resina	Ca Resina	Mg Resina	H+Al SMP	SB	CTC	V%
P_1	4,5	18	5	1,1	6	5	18	12,1	30,1	40
P_2	4,8	19	6	2	8	7	16	17	33	52
P_3	4,6	13	3	0,8	5	5	16	10,8	26,8	40
P_4	4,6	14	3	0,9	4	6	18	10,9	28,9	38
P_5	4,4	17	4	1	5	5	20	11	31	35
P_6	4,4	18	3	0,8	7	5	22	12,8	34,8	37
P_7	4,5	22	4	1,2	21	7	22	29,2	51,2	57
P_8	4,5	18	3	1,3	11	7	20	19,3	39,3	49
P_9	4,6	24	4	1,6	11	6	18	18,6	36,6	51
P_10	4,4	18	3	1,2	7	4	16	12,2	28,2	43
P_11	4,5	16	4	1,3	9	5	18	15,3	33,3	46
P_12	4,5	17	4	1,1	7	6	18	14,1	32,1	44
P_13	4,5	14	3	0,8	6	5	16	11,8	27,8	42
P_14	4,7	8	3	0,8	4	4	12	8,8	20,8	42
P_15	4,6	12	3	0,9	5	3	13	8,9	21,9	41
P_16	4,5	10	3	0,8	3	2	13	5,8	18,8	31
P_17	4	14	3	1,1	4	6	18	11,1	29,1	38
P_18	4,6	10	2	0,7	4	3	13	7,7	20,7	37
P_19	4,6	10	3	0,7	4	5	13	9,7	22,7	43
P_20	4,4	11	3	0,9	5	4	18	9,9	27,9	35

PARCELAS 2012 PASTO	pH CaCl2	M.O. Colorimétrica (g.dm. <sup>-3</sup> )	P Resina	K Resina	Ca Resina	Mg Resina	H+Al SMP	SB	CTC	V%
P_1	4,6	18	4	1,4	7	5	18	13,4	31,4	43
P_2	4,6	23	5	1	9	5	25	15	40	38
P_3	4,5	19	5	0,8	9	5	20	14,8	34,8	43

P_4	4,6	20	5	0,7	9	6	20	15,7	35,7	44
P_5	4,7	21	6	0,9	9	7	20	16,9	36,9	46
P_6	4,7	26	5	1	14	6	20	21	41	51
P_7	4,6	22	5	1	13	5	22	19	41	46
P_8	4,5	19	5	1,2	11	3	20	15,2	35,2	43
P_9	4,5	20	4	0,8	10	4	20	14,8	34,8	43
P_10	4,4	21	5	1,2	10	5	20	16,2	36,2	45

PARCELAS 2011 RESTAURAÇÃO	pH CaCl2	M.O. Colorimétrica (g.dm <sup>-3</sup> )	P Resina	K Resina	Ca Resina	Mg Resina	H+Al SMP	SB	CTC	V%
FL_1_MA	4,2	13	5	1,6	4	3	22	8,6	30,6	28
FL_2_B	4,2	10	3	1,4	2	3	16	6,4	22,4	29
FL_3_A	4,3	13	4	1,5	5	4	20	10,5	30,5	34
FL_4_M	4,1	12	3	1,4	3	3	20	7,4	27,4	27
FL_5_M	4,1	21	4	1,6	3	4	25	8,6	33,6	26
FL_6_B	4,2	22	4	1,4	5	5	31	11,4	42,4	27
FL_7_M	4,4	19	3	1,5	6	5	22	12,5	34,5	36
FL_8_A	4,2	17	3	1,7	5	5	25	11,7	36,7	32
FL_9_MA	4,4	18	5	2,1	9	6	25	17,1	42,1	41
FL_10_MA	4,6	17	5	2,2	10	6	22	18,2	40,2	45
FL_11_A	4,2	13	4	1,7	3	3	18	7,7	25,7	30
FL_12_MA	4,2	13	3	0,9	2	3	18	5,9	23,9	25
FL_13_M	3,9	12	3	1,1	2	2	22	4,1	26,1	16
FL_14_MB	4,2	6	2	0,7	2	0	15	1,7	16,7	10
FL_15_B	4	9	2	1,1	2	2	16	5,1	21,1	24
FL_16_MB	4,1	8	3	0,6	2	0	15	2,6	17,6	15
FL_17_MB	3,9	4	2	0,6	2	0	16	0,6	16,6	4
FL_18_MB	4	5	3	0,5	2	0	15	1,5	16,5	9
FL_19_B	4,1	8	3	0,8	2	2	16	4,8	20,8	23
FL_20_A	4,5	15	4	2,4	4	5	16	11,4	27,4	42

PARCELAS 2012 RESTAURAÇÃO	pH CaCl2	M.O. Colorimétrica (g.dm <sup>-3</sup> )	P Resina	K Resina	Ca Resina	Mg Resina	H+Al SMP	SB	CTC	V%
FL_1_MA	4,3	13	4	0,6	6	5	22	11,6	33,6	35
FL_2_MB	4,2	14	4	0,5	6	3	25	9,5	34,5	28
FL_3_A	4,5	12	3	1,3	6	4	18	11,3	29,3	39
FL_4_M	4,6	13	3	1,3	9	6	18	16,3	34,3	48
FL_5_B	4,2	11	3	0,9	4	4	18	8,9	26,9	33
FL_6_B	4,5	14	6	1,1	9	6	20	16,1	36,1	45
FL_7_MA	4,7	15	4	1,2	16	6	20	23,2	43,2	54
FL_8_A	4,5	15	4	0,9	12	4	20	16,9	36,9	46
FL_9_MB	4,4	15	4	0,6	9	4	22	13,6	35,6	38
FL_10_M	4,4	14	4	0,6	11	4	20	15,6	35,6	44

