

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Área de concentração: Solos



Dissertação

**Alterações nos atributos microbiológicos e nos estoques
de carbono do solo decorrentes do cultivo de eucalipto no
Bioma Pampa**

Júlia Rodegheiro de Moraes

Pelotas, 2012

JÚLIA RODEGHEIRO DE MORAES

**ALTERAÇÕES NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS E
NOS ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO DECORRENTES
DO CULTIVO DE EUCALIPTO NO BIOMA PAMPA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Solos, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área de conhecimento: Solos).

Orientadora:

Dr^a. Rosa Maria Vargas Castilhos (UFPEL/FAEM)

Co-Orientador (es):

Dr. Danilo Dufech Castilhos (UFPEL/FAEM)

Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto (UFPEL/FAEM)

Pelotas, 2012

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Vargas Castilhos: _____
(Departamento de Solos/FAEM/UFPEL)

Prof^a. Dr^a. Flavia Fontana Fernandes: _____
(Departamento de Solos/FAEM/UFPEL)

Dr^a. Daiane Carvalho dos Santos: _____
(Bolsista Pós Doc do Departamento de Solos/UFRGS)

Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto: _____
(Departamento de Solos/FAEM/UFPEL)

AGRADECIMENTOS

Neste momento de grande felicidade em que mais uma etapa de minha vida é terminada, são muitas as pessoas a quem quero deixar meu carinho e gratidão.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e à Universidade Federal de Pelotas por disponibilizar infra-estrutura para a realização do trabalho;

À professora Rosa Maria Vargas Castilhos, professores Danilo Dufech Castilhos e Luiz Fernando Spinelli Pinto, pela orientação, ensinamentos transmitidos, confiança, atenção, compreensão e conselhos dados durante todo o período de trabalho;

Aos membros da banca examinadora: Professoras Dr^a. Flavia Fontana Fernandes , professor Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto e a Dr^a. Daiane Carvalho dos Santos pelas sugestões e contribuições para a melhoria deste trabalho.

Aos bolsistas de iniciação científica Douglas Schulz Bergmann da Rosa, Márcio Renato Nunes, Suélen Oldra, Letiane Helwig Penning, Letícia Hellwig e Denison Pogorzelski, pela amizade, carinho e saudável convivência no período de trabalho e momentos divertidos das cansativas coletas de solos e análises laboratoriais.

Aos funcionários do Departamento de Solos que me ensinaram e auxiliaram em muitos procedimentos e análises laboratoriais, em especial Rosane, Bruna, Paulo e Valéria.

Aos amigos que fiz durante curso de agronomia e da pós-graduação, Juliane, Vanessa, Jonas, Renata, Diony, Rafaela pelos momentos sérios de estudos e divertidos que passamos juntos.

À minha família que sempre me apoiou e me incentivou. Meus pais Pedro e Mara Teresa (in memoriam) minha eterna gratidão por terem me proporcionado uma vida com muito amor, princípios e educação. Minhas irmãs Gisele e Marina, que sempre acreditaram e torceram para que este sonho se tornasse realidade. Meus cunhados Anderson e Igor por muitos conselhos, incentivos e amizade. Minha sogra Iglê, pela amizade, carinho e cuidado.

Ao meu noivo Leandro, pelo seu amor, paciência, seriedade, sabedoria e principalmente pelo seu apoio que me conforta e me deixa mais forte para superar meus desafios.

À Deus e a todas as pessoas que fizeram e fazem parte deste sonho, que agora se concretiza, minha eterna gratidão.

“Nenhuma grande vitória é possível sem que tenha sido precedida de pequenas vitórias sobre nós mesmos”

(L. M. Leonov)

Aos meus pais Pedro e Mara (in memoriam), pela vida, amor, dedicação, carinho, apoio e que nunca mediram esforços para que este sonho fosse realizado, dedico, e a meu noivo Leandro ofereço.

RESUMO

Moraes, Júlia Rodegheiro de. **Alterações nos atributos microbiológicos do solo e nos estoques de carbono decorrentes do cultivo de eucalipto no Bioma Pampa** 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Solos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Orientadora: Dr^a. Rosa Maria Vargas Castilhos.

Na região sul do Estado do Rio Grande do Sul o plantio de eucalipto tem se intensificado nos últimos anos, levantando questões sobre os possíveis impactos que essa atividade possa causar sobre o bioma local, caracterizado por predomínio de vegetação herbácea e arbustiva. O presente trabalho teve por objetivo avaliar as alterações nos atributos microbiológicos e nos estoques de carbono do solo pela introdução do cultivo de eucalipto no Bioma Pampa. Os solos avaliados foram: Argissolo Amarelo e Neossolo Regolítico, desenvolvidos de rochas ígneas plutônicas (granitos), Neossolo Litólico, desenvolvido de rochas metamórficas (xistos e quartzitos), e Chernossolo-Vertissolo Ebânico, desenvolvido de rochas sedimentares (siltitos). As coberturas vegetais selecionadas foram: área de cultivo homogêneo de *Eucalyptus saligna* (7 anos) e área de campo nativo. Em cada solo e tipo de cobertura foram abertas três trincheiras até a profundidade mínima de 50 cm. Os horizontes pedogenéticos foram identificados e descritos morfológicamente, coletando-se amostras deformadas e indeformadas, sendo o horizonte A estratificado de 5 em 5 cm. Em todos os horizontes e camadas avaliaram-se os atributos químicos (cátions trocáveis, acidez potencial, P disponível, pH em água e em SMP, C orgânico e N total) e físicos (granulometria e frações da amostra total) para fins de classificação e a densidade do solo para o cálculo dos estoques de carbono no perfil. Nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-15 cm do horizonte A realizou-se o fracionamento físico granulométrico da matéria orgânica, quantificando-se teores, estoques e distribuição de carbono e nitrogênio total nas frações lábil

(COP e NP) e associada aos minerais (CAM e NAM) e o índice de manejo de carbono (IMC). Nas profundidades de 0-5 e 5-10cm, avaliou-se biomassa microbiana do solo, C microbiano (Cmic) e N microbiano (Nmic), respiração basal do solo, coeficiente metabólico, relações Cmic/COT, Nmic/NT, Cmic/Nmic. Em comparação ao campo nativo, o cultivo do eucalipto no bioma Pampa, após sete anos, não alterou os estoques totais de carbono (COT) no perfil dos solos avaliados. O COT na camada de 0-50cm decresceu na seqüência Chernossolo/Vertissolo > Neossolo Litólico > Argissolo Amarelo = Neossolo Regolítico. O estoque da fração lábil (COP e NP) do Chernossolo-Vertissolo Ebânico foi aumentado nas camadas de 0-5 e 5-10cm. A fração associada aos minerais (CAM e NAM) manteve-se inalterada em todos os solos. A distribuição do COT e NT nas frações lábil (COP/COT e NP/NT) e na fração estável (CAM/COT e NAM/NT) somente foi modificada na camada 5-10 cm do Chernossolo-Vertissolo Ebânico. Os índices de manejo de carbono, à exceção do Neossolo Regolítico, indicam que o sistema do cultivo de eucalipto não reduziu os estoques de matéria orgânica e a qualidade desses solos. A atividade e a biomassa microbiana do solo não se mostraram alterada em comparação ao campo nativo, com exceção do carbono microbiano na camada de 5-10 cm do Neossolo Regolítico.

Palavras-chave: matéria orgânica do solo, *Eucalyptus saligna*, campo nativo, fracionamento físico, microbiota do solo.

ABSTRACT

Moraes, Júlia Rodegheiro de. **Change in soil microbiological attributes and carbon stocks due to eucalyptus cultivation in the Pampa Biome.** 2012. 126 p. Dissertation (Master in Science) – Post-Graduation Program in Agronomy, Soil Concentration Area. Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil. Adviser: Dr. Rosa Maria Vargas Castilhos.

In southern Rio Grande do Sul State, Brazil, cultivation of eucalyptus forests have been growing in the last few years, raising questions about possible impacts on local biomes, characterized by herbaceous and shrub vegetation. This study aimed to evaluate soil microbial and carbon stocks changes due to eucalyptus cultivation in Pampa Biome. The evaluated soils were: Udalfs and Typic Udorthents derived from igneous plutonic rocks (granites), Lithic Udorthents derived from metamorphic rocks (schists and quartzites), and Udolls/Uderts derived from sedimentary rocks (shales and siltstones). Vegetation covers were homogeneous *Eucalyptus saligna* (7 years old) and native grassland. In each area three soil pits were opened with no less than 50cm deep. Pedogenetic horizons were identified and soil morphology was described. Disturbed and non disturbed soil samples were collected, the A horizon in 5cm intervals. Chemical attributes (exchangeable cations, potential acidity, water and SMP pH, total organic carbon and nitrogen) and physical attributes (particle size and coarse fractions) were determined for classification purposes. Soil bulk density was determined for soil profile carbon stocks calculation. In the 0-5, 5-10 and 10-15cm A horizon layers, the organic matter granulometric fractionation was performed for quantification of carbon and nitrogen in labile (POC and PN) and mineral associated (MOC and MN) fractions, as well as carbon management index (CMI). In the 0-5 and 5-10cm layers soil microbial biomass, microbial C (Cmic) and microbial N (Nmic), soil basal respiration, metabolic coefficient, and Cmic/TOC, Nmic/TN, Cmic/Nmic rates

were determined. Compared to the native grassland, the seven years cultivation of eucalyptus did not modify soil carbon stocks of the profiles. Carbon stocks decrease in order Udolls/Uderts > Lithic Udorthents > Udalfs = Typic Udorthents. Labile fraction stocks (POC and PN) of the Udolls/Uderts were increased in the 0-5 and 5-10cm layers. Mineral associated fractions (MOC and MN) remained unaltered in all soils. TOC and TN distribution in the labile (POC/TOC and PN/TN) and stable (MON/TOC and MN/TN) fractions were modified only in the 5-10cm layer of the Udolls/Uderts. Carbon management indexes, except in Lithic Udorthents, indicate that eucalyptus cultivation did not decrease the organic matter quality and stocks in the soils. Soil microbial activity and biomass were not altered in comparison to the native grassland, with the exception of microbial carbon in the 5-10cm layer of the Typic Udorthents.

Key words: Key-words: soil organic matter, *Eucalyptus saligna*, native grassland, physical fractionation, soil microbiota.

LISTA DE ABREVIATURAS

QS – Qualidade do solo

MOS – Matéria orgânica do solo

COT – Carbono orgânico total do solo

COP – Carbono orgânico particulado

CAM – Carbono associado aos minerais

IMC – Índice de manejo do carbono

NT – Nitrogênio total

NP – Nitrogênio particulado

NAM – Nitrogênio associado aos minerais

RBS – Respiração basal do solo

Cmic – Carbono da biomassa microbiana do solo

qCO₂ – quociente metabólico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. Caracterização do Bioma Pampa	16
2.2. Sistema de produção florestal no Brasil e no Bioma Pampa	18
2.3. Matéria orgânica do solo (MOS)	19
2.3.1. Matéria orgânica como indicadora da qualidade do solo	19
2.3.2. Mecanismos de estabilização da matéria orgânica	21
2.3.3. Compartimentos da matéria orgânica	22
2.3.4. Fracionamento da matéria orgânica	24
2.4. Atividade biológica do solo	27
2.4.1. Biomassa microbiana do solo	27
2.4.2. Indicadores da biomassa microbiana	27
2.4.3. Biomassa microbiana e a relação com os atributos físico-químicos do solo	29
2.5. Efeito de sistemas florestais sobre a MOS, biomassa e atividade Microbiana	30
2.6. Práticas de manejo no setor florestal	33
2.7. Índice de manejo de carbono (IMC)	34
3. OBJETIVOS E HIPÓTESES	36
3.1. Objetivo Geral	36
3.2. Objetivos específicos	36
3.3. Hipóteses	36
4. MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1. Caracterização do local do estudo e dos solos coletados	38
4.2. Descrição dos perfis, coleta e preparo das amostras	43
4.3. Análises físicas no perfil	43
4.4. Análises químicas no perfil	43
4.4.1 Cálculo do estoque de COT em kg m^{-2}	44
4.5. Fracionamento da matéria orgânica	44
4.5.1. Cálculo do estoque de C e N em Mg ha^{-1} nas frações da M.O	45
4.5.2. Índice de manejo do carbono (IMC)	45
4.6. Análises microbiológicas	46
4.6.1. Biomassa microbiana do solo	46
4.6.2. Carbono (C_{mic}) e Nitrogênio (N_{mic}) da biomassa microbiana	47
4.6.3. Respiração basal do solo	47
4.6.4. Quociente metabólico (qCO_2)	48
4.6.5. Relação C_{mic}/COT	48
4.6.6. Relação N_{mic}/NT	49
4.6.7. Relação C_{mic}/N_{mic}	49
4.7. Análise Estatística	49

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
5.1. Caracterização morfológica, física e química dos perfis e distribuição do carbono no solo.....	50
5.2. Estoques de carbono e nitrogênio nas frações lábil e não lábil da MOS.....	65
5.3. Análises Microbiológicas nas camadas de 0-5 e 5-10 cm.....	74
6. CONCLUSÕES	80
6. REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICES.....	93
ANEXOS	127

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro contribui com uma parcela importante da economia nacional, pois gera produtos para consumo interno ou para exportação, impostos e empregos para a população e ainda, pode contribuir para conservação e na preservação dos recursos naturais. De acordo com a classificação do Programa Nacional de Florestas (PNF), do Ministério do Meio Ambiente, oito cadeias produtivas exploram o patrimônio florestal: chapas e compensados, óleos e resinas, fármacos, cosméticos, alimentos, carvão, lenha e energia, madeira e móveis e papel e celulose como destaque do setor industrial (VITAL, 2007). Segundo esse autor, as principais plantações de eucalipto situam-se em Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Espírito Santo e no Rio Grande do Sul.

A região sul do Estado do Rio Grande do Sul é um território com grandes extensões de aproximadamente 154.099 Km² e com 105 municípios, que faz fronteira com o Uruguai e a Argentina. Caracteriza-se economicamente pela atividade primária, a qual está alicerçada na pecuária bovina (corte e leite) e ovina (corte e lã) (PROMESO, 2010). Esta região foi escolhida para investimentos por parte de empresas do setor florestal, primeiramente, atraídas por medidas de incentivos fiscais, menor custo de produção com mão de obra aliada a características climáticas adequadas para o desenvolvimento vegetativo do eucalipto (BINKOWSKI, 2009).

Muito se tem especulado sobre os possíveis impactos ambientais que a implantação da silvicultura na região pode causar, especialmente pela modificação do bioma local (Bioma Pampa/Campos Sulinos), localizado na “Metade Sul” do RS. Este bioma apresentando em torno de 176 mil Km² (IBGE, 2006), equivalente a 63% do território gaúcho (abrangendo as regiões fisiográficas de parte do planalto, depressão periférica, escudo sul-rio-grandense e planície costeira) é caracterizado por sua vegetação de campo (vegetação herbácea, de 10 a 50 cm de altura) e por planícies vastas e abertas, vegetação densa, arbustiva e arbórea, nas encostas e ao

longo dos cursos de água, além de haver a ocorrência de banhados (CHOMENKO, 2008), sendo este um dos ecossistemas mais ricos em relação à biodiversidade. Possuindo também uma heterogeneidade de solos, tais como Argilossos, derivados do basalto e ácidos que predominam mais a norte, arenito no centro-oeste do RS que conservam menor quantidade de água. Solos litólicos são comuns em muitas áreas, principalmente no sudeste do RS, sendo predominantemente graníticos. Solos hidromórficos acompanham a Planície Costeira e a rede hidrográfica, principalmente em áreas mais planas.

A substituição da vegetação natural do Bioma regional para a produção de cultivos florestais pode levar a um decréscimo nos estoques de carbono e conseqüentemente a redução da atividade microbiana do solo.

Nesse sentido, a biomassa microbiana e seus processos bioquímicos, assim como o carbono avaliado nas frações lábeis da matéria orgânica como COP, tem sido utilizados como indicadores de qualidade do solo, devido a capacidade de responder rapidamente as alterações no ambiente, sendo importantes atributos no monitoramento da qualidade do solo.

Apesar da relevância do setor florestal para a economia brasileira e do estado do Rio Grande do Sul, alguns aspectos, principalmente os relacionados às interações destes plantios com o meio ambiente e os possíveis impactos que possam ocasionar, ainda não foram amplamente estudados para todas as regiões do País e para os diferentes tipos de solos.

Neste sentido, torna-se importante realizar pesquisas na região Sul do Brasil, principalmente na região de abrangência do Bioma Pampa, onde são escassos os estudos que avaliam os impactos da introdução de sistemas de produção florestal com eucalipto. Assim como também os impactos deste cultivo em diferentes tipos de solo e sobre indicadores da qualidade do solo (físicos, químicos e microbiológicos).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização do Bioma Pampa

Segundo o IBGE (2009), Bioma é conceituado como um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria.

O Bioma Pampa no Brasil se restringe ao Rio Grande do Sul e ocupa 63% do território do estado este bioma apresenta continuidade estrutural, florística e faunística em território uruguaio e argentino, trata-se de um bioma complexo, composto por várias formações vegetacionais, dentre as quais o campo dominado gramíneas é o mais representativo. A paisagem característica da metade Sul do Estado são de campos limpos que cobrem grandes extensões, em relevo suave-ondulado na porção central do Estado a forte-ondulado na Serra do Sudeste e plano nas regiões litorâneas e na divisa com a Argentina (BOLDRINI, et. al., 2010).

Em virtude da ampla riqueza de condições geológicas e geomorfológicas, são observadas inúmeras classes de solos, que podem variar com o distanciamento de poucos metros. Dentre elas, podem ser citados os Neossolos, Latossolos, Gleissolos, Planossolos, Argissolos, Vertissolos e Chernossolos.

Os Neossolos são solos de formação muito recente, presentes sobre as mais distintas formas de relevo e drenagem. No entanto, os Latossolos são solos minerais profundos, sobre avanço estágio de intemperismo sendo amplamente destinado à produção agrícola devido sua estrutura e boa drenagem. Os Gleissolos são solos minerais que apresentam lençol freático permanente ou periodicamente próximo à superfície, característica que influi diretamente na distribuição da vegetação pela aeração deficiente e má drenagem. Os Planossolos estão presentes em relevo plano a suave ondulado e possuem horizontes superficiais mais arenosos que os subsuperficiais, o que favorece o acúmulo de água nos primeiros e essa

característica faz com que esse solo seja amplamente utilizado para o cultivo do arroz irrigado. Assim como os Planossolos, os Argissolos apresentam um acúmulo de argila no horizonte subsuperficial. Os Vertissolos são solos minerais, presentes com frequência em relevo plano a suave-ondulado. Caracterizam-se por apresentarem argilas expansivas, que permitem a alteração do volume do solo com o aumento do seu teor de água e formação de rachaduras quando em época de estiagem. Os Chernossolos são solos minerais ricos em matéria orgânica, característica que se reflete na sua coloração enegrecida e alta fertilidade. Encontram-se em grande parte degradados pelo manejo agrícola inadequado, o que resultou na ocorrência de erosão do horizonte superficial transformando-os, em alguns casos em Cambissolos (BOLDRINI et. al., 2010).

O Pampa é uma região de clima temperado ao longo do ano, com temperaturas médias de 18°C, havendo uma tendência à seca de verão em direção ao interior do estado, em especial na Fronteira Oeste. As pastagens naturais são apropriadas para criação extensiva de gado (HASENACK, 2009). A região sul tem na pecuária, uma tradição que se iniciou com a colonização do Brasil.

Segundo dados de um levantamento sobre a diversidade florística e fisionômica do bioma Pampa descrito por Boldrini et. al (2010), as áreas de solos rasos como Neossolos, há predomínio de gramíneas cespitosas de porte baixo como *Aristida murina*, *A. uruguayensis*, *Paspalum indecorum* entre outras, também encontram-se outras famílias de compostas, leguminosas, verbenácea, solanácea, convolvulácea, euforbiácea, comuns também plantas espinoscentes. Em solos um pouco mais profundos ocorre um estrato contínuo de gramíneas rizomatosas e estoloníferas como *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis* entremeado por leguminosas também estoloníferas como *Arachis burkartii*. Já nos solos profundos como os Chernossolos e Vertissolos predominam espécies de gramíneas em relação a outras famílias, é marcante também o predomínio de gramíneas hibernais como flechilhas em especial *Stipa setigera*, ocorrem também, as ciperáceas como *Eleocharis dunensis* restrita a metade sul do RS, as leguminosas são menos representativas as mais frequentemente encontradas são os trevos (*Trifolium polymorphum*).

2.2. Sistema de produção florestal no Brasil e no Bioma Pampa

Dentre as espécies utilizadas em cultivos florestais está o eucalipto, do gênero *Eucalyptus* pertencente à família das *Mirtaceae*, o qual conta, com cerca de 600 espécies e grande número de variedades e híbridos. É de suma importância no contexto mundial, pois seu crescimento é rápido, possui grande capacidade de adaptação a qualquer tipo de solo e clima, assim como, pode ser aproveitado em inúmeros setores (LIMA, 1996), especialmente para a produção da madeira e celulose. Outro aspecto favorável do cultivo desta espécie é a possibilidade da associação do plantio florestal a outros cultivos, possibilitando assim a denominada exploração silvipastoril das áreas e a otimização do uso dos solos.

O eucalipto foi introduzido no Brasil há aproximadamente 142 anos, mas o início da atividade silvicultural no país ocorreu por volta de 1903 (MARCHIORI; SOBRAL, 1997). Os principais estados produtores florestais são os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul e se destacaram no cenário nacional como os estados detentores de 87,7% da área total de plantios florestais (ABRAF, 2012).

A atividade florestal brasileira é um importante componente do agronegócio brasileiro. Em 2007, o Brasil alcançou, a sexta posição no ranking de produtores mundiais com US\$ 4 bilhões de exportação (representando 17% de aumento em relação ao ano anterior) e empregando mais de 6,5 milhões de pessoas direta e indiretamente e com 1,7 milhões de ha de área plantada para indústria.

Em 2009 a área total de florestas plantadas de eucalipto e pinus no Brasil atingiram 6.310.450 ha, apresentando um crescimento de 2,5 % em relação ao total de 2008, considerado modesto tendo em vista o crescimento médio anual de 5,5 % no período de 2005 a 2008. Essa redução da taxa de crescimento das áreas de florestas plantadas com eucalipto e pinus em 2009 decorreram da crise financeira internacional que afetou a economia mundial, reduzindo significativamente a demanda dos mercados compradores dos produtos das cadeias produtivas baseadas em madeira originária de florestas de eucalipto e pinus. No entanto, em 2010, o setor florestal retoma o seu crescimento em relação ao ano anterior, com um aumento de 3,2% da área de plantios florestais (ABRAF, 2010).

Em 2011, a área de plantios de eucalipto totalizou 4.873.952 ha, representando crescimento de 2,5% (119.617 ha) frente ao indicador de 2010, o principal fator que

alavancou esse crescimento foi o estabelecimento de novos plantios frente à demanda futura dos projetos industriais do segmento de papel e celulose (ABRAF 2012). No Rio grande do sul, especialmente no bioma Pampa, a metade sul conta com cerca de 47 mil hectares de plantio de eucalipto (FIBRIA, 2012).

2.3. Matéria orgânica do solo (MOS)

A matéria orgânica do solo (MOS) refere-se ao material orgânico total do solo, incluindo os resíduos identificáveis de plantas, resíduos de animais e microrganismos, MOS dissolvida, exsudatos radiculares e substâncias húmicas.

A dinâmica da MOS se dá através da deposição de resíduos orgânicos principalmente de origem vegetal, os quais contêm, em média, 40% de carbono na matéria seca. Através da fotossíntese, as plantas captam o CO₂ atmosférico, fixando-o na forma de compostos orgânicos no tecido vegetal.

Através da liberação de exsudatos radiculares no perfil do solo, durante o período de crescimento dos vegetais, parte do carbono fixado fotossinteticamente é incorporado ao solo. O restante é depositado sobre o solo ou no seu interior pelas raízes das plantas, quando dá sua senescência ou morte (PILLON et al., 2004).

A quantidade de MOS que é armazenada no solo depende das características edafoclimáticas da região, da vegetação e/ou espécie cultivada e do manejo utilizado (PILLON, 2006). Sistemas de cultivos que têm a capacidade de adicionar MOS em maiores profundidades via biomassa radicular, contribuem significativamente para o armazenamento de carbono no solo (BAYER et al., 2000).

2.3.1. Matéria orgânica como indicadora da qualidade do solo

A comunidade científica desde os anos 90 vêm demonstrando preocupação com a degradação ambiental, e a importância do solo neste contexto para sustentabilidade agrícola e qualidade ambiental, a partir daí surgiram muitos autores que refletiram sobre este tema (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). Segundo Karlen et. al. (1994), a qualidade do solo (QS) é definida como sendo a capacidade desse solo em desempenhar a sua função em um ecossistema para suportar plantas e animais e resistir à erosão e resistir a impactos negativos associados aos recursos água e ar. Doran (1997), define QS como a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites

de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens.

A maioria do pensamento em relação a QS esta centrada na identificação de um índice capaz de servir como indicador, assim como existem indicadores para qualidade do ar e da água. Para Islam e Weil (2000), a QS não pode ser medida diretamente, mas pode ser inferida a partir de propriedades do solo designadas como propriedades indicadoras da qualidade do solo IQS. Os indicadores podem ser distinguidos em três grandes grupos: os efêmeros, cujas alterações ocorrem em curto espaço de tempo ou são modificados pelas práticas de cultivo, tais como: umidade do solo, densidade, pH, disponibilidade de nutrientes; os permanentes, que são inerentes ao solo, tais como: profundidade, camadas restritivas, textura, mineralogia; e, entre esses dois extremos, estão os indicadores intermediários, que demonstram uma crítica influência da capacidade do solo em desempenhar suas funções, tais como: agregação, biomassa microbiana, quociente respiratório, carbono orgânico total e ativo. Para esses autores, os indicadores intermediários são os de maior importância para integrarem um índice de QS.

Segundo Doran e Parkin, (1994) um IQS deve identificar um conjunto de propriedades do solo, atendendo aos seguintes critérios: elucidar processos do ecossistema e relacionar aos processos-modelo; integrar propriedades biológicas, físicas e químicas do solo e os respectivos processos; ser acessível a muitos usuários e aplicável a condições de campo; ser sensível a variações de manejo e de clima ao longo do tempo; e, quando possível, ser componente de banco de dados já existente.

Nesse contexto, a matéria orgânica do solo (MOS) constitui-se um dos principais indicadores da qualidade do solo (QS) sendo sensível a modificações pelo manejo do solo (DORAN, 1997; REEVES, 1997; MIELNICZUK, 1999) pelo fato que várias funções e processos biológicos, físicos e químicos que ocorrem no solo estão relacionadas diretamente com sua presença além disso, a MOS juntamente com a biomassa microbiana, são diretamente afetada quantitativa e qualitativamente, sendo um indicador da degradação ou conservação dos solos quando submetidos a cultivos agrícolas. Assim, torna-se importante o monitoramento destas variáveis, nas áreas florestadas, como identificador dos impactos ocasionados e da qualidade do sistema de manejo empregado.

2.3.2. Mecanismos de estabilização da matéria orgânica

Existem mecanismos que podem proteger a MOS da ação dos microrganismos decompositores, determinando que moléculas de mesma composição e complexidade sejam diferentemente suscetíveis à decomposição. Tais mecanismos são: recalcitrância molecular, proteção física e interação química ou coloidal (ou também chamada de organomineral) que podem ser utilizados para classificar as diferentes frações da matéria orgânica do solo (PILLON, 2000).

A recalcitrância química das moléculas que compõe a MOS é definida como uma resistência da molécula em ser decomposta e depende da sua conformação molecular, presença de grupos funcionais e sua composição elementar (TISDALL; OADES, 1982). Os principais compostos orgânicos do solo podem ser agrupados em carboidratos (celulose, hemicelulose e amino açúcares) lignina, compostos protéicos (polipeptídios e aminoácidos) e lipídeos. As estruturas aromáticas derivadas de lignina ou compostos humificados, por possuírem uma forte energia de ligação no seu anel, são mais resistentes à decomposição que as cadeias alifáticas de carboidratos (BALDOCK et al., 1992). Os microrganismos degradam seletivamente compostos menos recalcitrantes, aumentando a recalcitrância média do resíduo remanescente.

A proteção física é exercida pelos agregados do solo. Ocorre pela encapsulação da MO no interior dos microagregados ou em microporos inacessíveis aos microrganismos decompositores (TISDALL; OADES, 1982; GOLCHIN et al., 1994). O tempo de estabilização da matéria orgânica protegida fisicamente depende diretamente da estabilidade de agregados e dos seus agentes ligantes, que por sua vez dependem da ação de raízes e hifas de fungos que estão intimamente relacionados à presença de plantas e/ou adição de resíduos ao solo (TISDALL; OADES, 1982). Com o revolvimento e remoção da cobertura do solo a estabilidade e quantidade de agregados diminuem, reduzindo o conteúdo de matéria orgânica no solo. A matéria orgânica particulada (fração grosseira) é protegida principalmente por proteção física.

A interação química ou coloidal compreende associações intermoleculares entre substâncias orgânicas e a superfície mineral através de reações como: adsorção química, interações eletrostáticas, pontes de hidrogênio, troca de ligantes e pontes de cátions. Ela depende basicamente da textura e mineralogia do solo,

sofrendo pouca ou nenhuma influência do sistema de manejo. Quanto maior a área superficial específica (ASE) das partículas minerais do solo e quanto maior a densidade de grupos funcionais (-O-, -OH, -OH+) nessas superfícies minerais, maior é a interação organomineral (CORNEJO; HERMOSÍN, 1996). Solos argilosos tendem a possuir maior ASE que solos arenosos. Solos com elevada concentração de minerais do tipo 2:1 expansivos (como nos Vertissolos) ou de óxidos de ferro e alumínio (como nos Latossolos) tendem a possuir maior densidade de grupos funcionais de superfície. A interação organomineral pode ser considerada como uma barreira ao ataque microbiano à MOS presente nas frações silte e argila, pois as enzimas são inativadas pela ligação de seus grupamentos funcionais às superfícies minerais.

Costa et al. (2004), avaliando o efeito do sistema plantio direto (PD) sobre os estoques de carbono orgânico total (COT) e carbono orgânico particulado (COP, >53µm) de um Latossolo Bruno alumínico câmbico, em comparação ao sistema de preparo convencional (PC) constaram que o não revolvimento do solo e a adição dos resíduos das culturas na superfície do solo em PD desencadeia inúmeros processos físicos, químicos e biológicos fortemente inter-relacionados, geralmente sinérgicos entre si, como é o caso dos processos que levam ao aumento da estabilidade dos agregados e dos estoques de matéria orgânica no solo. O maior COT determina maior estabilidade de agregados, e esta, por sua vez, maior proteção física da matéria orgânica, assim, ocorre uma relação causa-efeito entre agregação e a matéria orgânica (SIX et al., 1999), na qual o aumento da estabilidade de agregados do solo é, ao mesmo tempo, uma causa e uma consequência dos maiores estoques de MOS. Por sua vez, a quebra dos agregados de solo no PC expõe a matéria orgânica à atividade microbiana, reduzindo o conteúdo de COT.

2.3.3. Compartimentos da matéria orgânica

A matéria orgânica possui um caráter multi-compartimental relacionado aos seus componentes e suas vias de transformação e estabilização (ANDREUX, 1996). Esta diversidade de critérios levam a separação da matéria orgânica em compartimentos que podem ser operacionais (frações obtidas por fracionamento químico ou físico) ou funcionais (compartimentos com diferentes tempos de permanência no solo) (PILLON, 2000). As frações da matéria orgânica relacionadas

com suas funções no solo podem ser dividida em lábil (ativa) e estável (passiva, humificada).

A fração lábil é formada por substâncias de baixo peso molecular, provenientes de resíduos de plantas e animais (fração leve, grosseira ou particulada), seus produtos primários da decomposição e pela biomassa microbiana (THENG et al., 1989, citado por KROLOW, 2005), estes compostos decompõem em semanas a meses e servem de fonte de nutrientes às plantas e de energia e C aos microorganismos do solo (DUXBURY et al., 1989). Esta fração responde rapidamente às mudanças no uso e manejo do solo, é controlada principalmente pela adição de resíduos, pelo clima e por propriedades químicas e físicas do solo que afetam a atividade microbiana.

Em relação ao clima, em regiões mais frias, as baixas temperaturas favorecem o acúmulo de resíduos, podendo a fração lábil representar até 50% da MO total (FRANZLUEBBERS; ARSHAD, 1997). Nas regiões de clima quente e úmido, tais condições favorecem a decomposição dos resíduos vegetais e da MO lábil presente no solo, limitando seu estoque a aproximadamente 20% do total (BAYER, 1996; SHANG; THIESSEN, 1997; PILLON, 2000).

O aumento da proporção de carbono nas frações particulada e/ou na fração leve reflete-se em aumento da labilidade da MOS, também indicando matéria orgânica de melhor qualidade, devido à importância do C lábil nos fluxos de matéria e energia no solo. Nesse sentido, a labilidade da MOS é complementar na avaliação da qualidade dos sistemas de manejo do solo.

Por outro lado, a fração estável é composta por substâncias húmicas solúveis e outras macro moléculas orgânicas resistentes ao ataque microbiano, seja por interagir com a superfície mineral do solo ou por estar localizada no interior dos agregados (LADD et al., 1993). Esta fração responde a 2/3 do carbono do solo, possui maior tempo de permanência no solo e, por sua ciclagem mais lenta, atua como reservatório de nutrientes e na estabilização dos agregados (STEVENSON, 1994).

Em regiões subtropicais cerca de 80% da MOS está presente na fração estável no entanto, a taxa de decomposição da fração lábil é cerca de 4 vezes superior (BAYER, 1996), podendo-se inferir então que a capacidade de ciclagem e de fornecimento de nutrientes por ambas frações (lábil e estável) pode ser considerada equivalente.

Perdas de carbono da fração lábil da matéria orgânica do solo, devido a conversão de um solo com uma vegetação nativa em um solo cultivado, pode variar de dois a onze vezes maiores do que perdas da fração estável (DALAL; MAYER, 1986).

2.3.4. Fracionamento da matéria orgânica

Estudar a matéria orgânica do solo significa estudar um conjunto de materiais orgânicos que diferem em composição, grau de disponibilidade para a microbiota do solo e função no ambiente e comportamento (ROSCOE; MACHADO, 2002). Segundo Nicoloso (2005) quando se dá ênfase em entendermos a dinâmica da MOS num sistema agrícola as avaliações de estoques de COT e de NT são suficientes. No entanto, quando se pensa em situações de curtos períodos de históricos de manejo as variações nos conteúdos de COT e NT são insuficientes para que possamos diferenciar os tipos de manejos aplicados ao solo.

Nesse sentido, lança-se mão de técnicas de fracionamento. Os fracionamentos físicos são, em geral, menos destrutivos e mais relacionados à função e estrutura da matéria orgânica do solo *in situ* do que os métodos químicos e, portanto, são adotados na maioria dos estudos da MOS (CHRISTENSEN, 1992).

O fracionamento do solo em estudos da MOS tenta reduzir a heterogeneidade, buscando separar frações homogêneas quanto à natureza, dinâmica e função. A escolha do método de fracionamento depende do objetivo do estudo, seja para caracterização e identificação química dos componentes da matéria orgânica do solo, ou para a quantificação e descrição de compartimentos da mesma (ROSCOE; MACHADO, 2002). Assim, o fracionamento da MOS em frações químicas ou físicas e posterior caracterização, é freqüentemente empregado em estudos de manejo e uso do solo, os quais visam avaliar a dinâmica da MOS e sua reatividade (BAYER et al., 2002) podendo ser uma alternativa interessante para incremento de sensibilidade ao manejo.

O fracionamento físico separa a MOS em função de sua densidade e/ou tamanho de partícula, e é adotado na maioria dos estudos comumente usado para avaliar a relação entre a estabilização da MOS nos diferentes compartimentos e as funções destes na dinâmica da mesma (CHRISTENSEN, 1992). Existem dois

métodos de fracionamento físico da matéria orgânica do solo: granulométrico e densimétrico.

O fracionamento físico por densidade baseia-se na diferença de densidade entre a fração orgânica e a mineral. Em geral a densidade dos minerais do solo excede 2g cm^{-3} , enquanto a de compostos orgânicos é inferior a $1,5\text{g cm}^{-3}$.

Para o fracionamento físico densimétrico é necessária a utilização de ultra-som para romper os agregados antes da utilização de líquidos densos. Este líquido corresponde a uma solução orgânica ou salina inorgânica (politungstato de sódio ou iodeto de sódio) que possui alta densidade ($1,8$ a $2,2\text{ g cm}^{-3}$), o que permite a separação da matéria orgânica do solo em frações com densidades mais baixas e mais altas que a da solução utilizada (ROSCOE; MACHADO, 2002). Neste fracionamento são obtidas as frações leve (FL) e pesada (FP). A FL corresponde à resíduos de plantas parcialmente decompostos, seus produtos de decomposição parcial e a biomassa microbiana. Esta fração é geralmente $> 53\ \mu\text{m}$, com tamanho da fração areia do solo, ocorrendo de forma livre (fração leve livre) ou protegida no interior de agregados do solo (fração leve oclusa) (GREGORICH; JANZEN, 1996).

A FP é constituída por materiais orgânicos, em avançado estágio de decomposição, fortemente ligados à fração mineral do solo. Essa fração ($< 53\ \mu\text{m}$), formada predominantemente por compostos orgânicos com elevada recalcitrância e materiais resistentes, sintetizados pela microbiota durante a decomposição (ROSCOE; MACHADO, 2002) apresenta forte interação com os minerais presentes nas frações silte e argila e um grau de humificação mais avançado que a matéria orgânica leve do solo (MARTIN-NETO et al., 1994). O C da FL é predominantemente lábil, enquanto o C da FP encontra-se num estágio de composição avançado e em grande proporção associado à partículas minerais do solo.

O fracionamento físico granulométrico baseia-se na separação de frações da matéria orgânica associadas a constituintes minerais do solo e de diferentes granulometrias.

Após dispersão dos agregados do solo, o material retido na peneira de diâmetro $53\ \mu\text{m}$ constitui a fração grosseira da MOS, ou seja, aquela associada a fração areia do solo, denominado carbono da fração grosseira (CFG) ou carbono orgânico particulado (COP). Esta é composta de resíduos vegetais em estágio inicial de decomposição e para a qual, possivelmente, a recalcitrância e a proteção física sejam os mecanismos de proteção atuantes se encontra em menor proporção,

contribuindo com cerca de 3 a 20% do COT. Golchin et al. (1994) caracterizaram o COP como sendo partículas derivadas de resíduos de plantas e hifas com estrutura celulares reconhecíveis, cuja permanência do solo está condicionada a proteção física que normalmente é desempenhada por macroagregados. Além da agregação, a textura do solo influencia a capacidade do solo em proteger o COP, sendo esta capacidade maior em solos argilosos do que em solos arenosos.

Em solos cultivados de clima temperado, a COP corresponde aproximadamente a 10% da MOS, enquanto que em áreas sob vegetação permanente a proporção desta fração é mais significativa (CHRISTENSEN, 2001). Pode-se verificar aumentos nos teores desta fração em sistemas com menor revolvimento do solo e em condições climáticas menos favoráveis à decomposição (SILVA; MENDONÇA, 2007). Mendham et al. (2004) ao analisar mudanças na qualidade do solo após implantação de florestas de *Eucalyptus globulus* sob áreas de pastagens no sudoeste da Austrália, observaram que a concentração de COP foi maior no solo sob eucalipto (75%) do que em solo sob pastagens (62%) , isso ocorreu em virtude da maior deposição de resíduo orgânico ocasionada por essa cultura. Guo e Gifford (2002) também concluíram que o COP pode ser usado como indicador sensível à mudança de uso do solo, quando observaram que a concentração de COP foi maior no solo sob eucalipto, em virtude da maior deposição de resíduo orgânico por essa cultura quando a mata nativa foi substituída por eucalipto.

O material que passa na peneira ($< 53 \mu\text{m}$) corresponde à MOS associada às partículas de tamanho silte e argila, denominado carbono associado aos minerais (CAM) possivelmente estabilizadas por mecanismos de interação química e proteção física. Christensen (1996) definiu o CAM como a fração da MOS que interage com a superfície de partículas minerais, formando os complexos organominerais, estando protegida através do mecanismo de proteção coloidal. Ainda, segundo Jastrow (1996) quanto maior o tempo de residência da COP no interior dos agregados, maior a probabilidade de que este C e N presentes na fração particulada venha a ser incorporado à CAM. Os estoques de CAM são menos sensíveis a alterações provocadas pelo manejo do solo do que os estoques de COP (BAYER et al., 2001, CONCEIÇÃO et al., 2005).

De acordo com Christensen (2001), a proporção da MOS ligada à fração argila varia de 50 a 75 % em solos temperados, enquanto que para o silte este valor está entre 20 e 40 % da MOS

2.4. Atividade biológica do solo

2.4.1. Biomassa microbiana do solo

A biomassa microbiana pode ser definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, incluindo bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna que participam de importantes funções do solo, como a ciclagem de nutrientes e energia, regulando as transformações da matéria orgânica. Excluindo raízes de plantas e animais do solo maiores do que aproximadamente 5.000 μm . É parte da fração lábil da MOS, contendo em média de 2 a 5% do carbono orgânico total (JENKINSON; LADD, 1981) e em torno de 1 a 4% do nitrogênio total do solo (SMITH; PAUL, 1990). A biomassa microbiana é responsável pelo fluxo de carbono no solo, tanto na fase gasosa (CO_2) como na fase de carbono orgânico dissolvido (FILHO, 1999).

A quantificação da biomassa microbiana possibilita interpretar os processos de ciclagem de nutrientes e a dinâmica da matéria orgânica em ecossistemas naturais e agrícolas, sendo utilizada como um indicador biológico da qualidade do solo (SANTOS et al., 2004). Através dela, pode-se avaliar modificações do solo antes de ser possível detectarem alterações físicas e químicas.

2.4.2. Indicadores da biomassa microbiana

Os dados de biomassa microbiana do solo, expressos pelo teor de carbono, de nitrogênio e a taxa de respiração do solo, fornecem índices que permitem avaliar a dinâmica da matéria orgânica do solo. Outros parâmetros que têm sido avaliados, conjuntamente com a biomassa microbiana são: respiração basal; quociente metabólico ($q\text{CO}_2$); relação C microbiano/N microbiano; relação C microbiano/C org.total; relação N microbiano/N total; relação C total/ N total (DOMSCH; INSAN, 1988; WARDLE; HUNGRIA, 1994).

A atividade dos microrganismos é geralmente medida em através de indicadores como CO₂ liberado, O₂ absorvido, atividades enzimáticas e caloríficas, N, P, S mineralizados (GRISI, 1995; DE-POLLI; GUERRA, 2008). O termo respiração do solo é definido como a absorção de O₂ e/ou a liberação de CO₂ pelos organismos vivos e metabolizantes do solo. A respiração microbiana inclui além da absorção de O₂ e/ou a liberação de CO₂ pelas bactérias fungos, algas e protozoários no solo, as trocas gasosas que resultam de ambos metabolismos aeróbios e anaeróbios (ANDERSON, 1992).

De acordo com Waker e Reuter (1996) o quociente metabólico (qCO₂) é a taxa de respiração basal por unidade de biomassa microbiana (razão entre C-CO₂ da atividade microbiana liberada e C da sua biomassa). Esse atributo tem sido apontado como um indicador do estresse microbiano. Por exemplo, comunidades microbianas em estágios iniciais de desenvolvimento tem maior proporção de microrganismos ativos em relação aos inativos, segundo Bardgett e Saggar, 1994, ele expressa a energia necessária para a manutenção da atividade metabólica em relação à energia necessária para síntese da própria biomassa, confirmando essa informação.

Nesse sentido, uma biomassa mais eficiente seria aquela que perderia menos C na forma de CO₂ com a respiração e incorporasse mais C aos tecidos microbianos. Em amostras que apresentam os mesmos valores de biomassa, aquela que mostra uma taxa de respiração menor (<qCO₂) é considerada mais eficiente. Islam e Weil (2000) obtiveram resultados consistentes para afirmar que com a melhoria da qualidade do solo o quociente metabólico diminui, ou seja, o quociente metabólico é negativamente relacionado com a qualidade do solo, sendo portanto um indicador do seu estresse, distúrbio ou desequilíbrio funcional.

A respiração basal que é obtida pela medida do fluxo de CO₂ evoluído de uma amostra de solo, está relacionada diretamente com carbono do solo ou da biomassa microbiana.

As relações Cmic/COT e Nmic/NT expressam índices da qualidade nutricional da MOS. Para solos com matéria orgânica de baixa qualidade nutricional, a biomassa encontra-se sob condições de estresse, tornando-se incapaz de utilizar totalmente o N e o C orgânico. Nesse caso, Cmic/COT e Nmic/NT diminuem. A biomassa microbiana poderá aumentar rapidamente, ainda que os níveis de COT permaneçam inalterados, quando a adição de matéria orgânica for de boa qualidade

nutricional (WARDLE, 1992). A relação C_{mic}/N_{mic} também é usada como índice para expressar a eficiência da biomassa microbiana em imobilizar C ou N, refletindo a qualidade nutricional da MOS.

A quantidade de biomassa encontrada no solo está relacionada à quantidade de carbono que este recebe. Em solos com vegetação nativa, com teores mais elevados de argila ou sob cultivo mínimo ela é favorecida, porém, geralmente é baixa nos solos cultivados, arenosos ou degradados pela erosão ou por contaminação com substâncias orgânicas tóxicas ou metais pesados. Em estudos realizados no Planalto Sul Catarinense, observou-se a diminuição da densidade de organismos do solo por ocasião de formação de serrapilheira composta predominantemente por acícula de Pínus (SOUZA, 2005). Baretta et. al. (2005) ao avaliar o impacto da queima tradicional de campo nativo e do monocultivo de pinus sobre a QS, através da quantificação de teores de COT, carbono da biomassa microbiana (C_{mic}), respiração basal do solo ($C-CO_2$), quociente metabólico (qCO_2) e relação C_{mic}/COT , em comparação com áreas de campo nativo não submetido à queima e de mata de araucária constatou que os maiores valores de liberação de $C-CO_2$ foram encontrados na mata e no pinus, sendo também os maiores valores de C_{mic} , COT e relação C_{mic}/COT encontrados na mata e o qCO_2 foi maior no pinus.

2.4.3. Biomassa microbiana e a relação com os atributos físico-químicos do solo

O desenvolvimento de microrganismos no solo é dependente da disponibilidade de matéria orgânica, aeração, umidade, temperatura, estrutura, textura, nutrientes, pH, e presença de microrganismos parasitas e antagonistas.

A biomassa microbiana é influenciada pelo teor de argila nos solos. A argila aumenta a adsorção de compostos orgânicos e nutrientes, proporciona maior capacidade tampão de acidez e protege os microrganismos contra predadores (SMITH; PAUL, 1990). Solos com elevado teor de argila apresentam maior imobilização de C e N pela biomassa microbiana (GAMA-RODRIGUES, 1997). Pfernning et al, (1992), estudando solos da Amazônia sob mata natural, encontraram, para solos muito argilosos, valores de C da biomassa microbiana 76% mais elevado do que em solos com teores de argila mais baixo.

Gama-Rodrigues et al (2005) ao avaliar nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto concluíram que os teores de COT e NT foram mais fortemente influenciados pelo teor de argila do que a própria biomassa microbiana. A argila dá maior proteção e estabilidade à matéria orgânica do solo preservando-a da biodegradação (VOLKOFF et al., 1984). Segundo a autora, isto promove um efeito indireto na biomassa microbiana pelo aumento da quantidade de substrato para o metabolismo dos microrganismos (JENKINSON; RAYNER, 1977; VAN VEEN et al., 1987). Assim, os solos sob eucalipto, quanto mais argilosos, além de apresentarem maior estoque de COT e NT, apresentariam maior potencial de fornecimento de N para as plantas e uma biomassa microbiana mais ativa.

Além do teor de argila, outra característica edáfica que regula a atividade dos microrganismos no solo é a umidade Araújo (2003), ao avaliar atributos biológicos do solo sob diferentes coberturas vegetais (solos de pastagem) em duas estações do ano numa topossequência no Noroeste Fluminense – RJ observou que os solos com maior percentual de argila foram aqueles que apresentaram maiores valores de carbono da biomassa microbiana (C_{mic}), respiração acumulada (RA) e da relação C_{mic}/COT , evidenciando a interação da argila com os microrganismos do solo. A autora não encontrou diferença significativa entre as épocas de coleta (verão e inverno) para COT e NT do solo. Contudo, o C_{mic} , a RA e a relação C_{mic}/COT foram significativamente maiores no verão. Inferiu também que o aumento da quantidade de água e nutrientes no solo na época do verão favoreceu a atividade dos microrganismos e, conseqüentemente, a eficiência da biomassa microbiana em imobilizar C.

2.5. Efeito de sistemas florestais sobre a MOS, biomassa e atividade Microbiana

O cultivo de espécies florestais como o eucalipto em áreas de pastagens ou campo pode levar a alterações no processo de decomposição de resíduos vegetais e na formação da MOS, principalmente pela contribuição de diferentes compostos orgânicos, e afetar a atividade e a diversidade microbiana (PERGORARO, 2007).

Em plantações florestais é sempre bom ressaltar a importância da serapilheira e liteira sobre o solo. A serrapilheira possui importante papel regulador do fluxo de C,

N e nutrientes que se localizam entre a biomassa vegetal e o solo. Sua decomposição, mediada pela fauna e por microorganismos do solo, propicia a ciclagem de nutrientes no sistema (SCHUMACHER et al., 2003) e a incorporação como MOS. O acúmulo de serrapilheira na superfície do solo é mediado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. As folhas, geralmente representam a maior proporção de resíduos. Ricas em nutrientes, são rapidamente mineralizadas. Os galhos finos são decompostos a seguir, suprindo nutrientes em uma fase posterior àquela das folhas (REIS; BARROS, 1990; CAMPOS et al, 2004). A manutenção da umidade e da relação C/N do resíduo são fundamentais no processo de decomposição da serrapilheira e liteira. A composição estrutural dos resíduos de cada espécie florestal pode promover efeito diferenciado sobre o acúmulo de MOS.

Outro aspecto fundamental reside no tipo de sistema radicular das espécies florestais e pastagens/campo. Estes possuem sistema radicular volumoso e profundo (KUZYAKOV; DOMANSKI, 2000) que possuem uma rápida ciclagem, enquanto que o sistema radicular de florestas é permanente, com raízes mais grossas com um tempo de ciclagem mais longo em relação às pastagem/campo. As espécies florestais depositam os resíduos vegetais na superfície, onde as condições para sua deposição são mais favoráveis (POST; KWON, 2000). As pastagens/campo alocam a maior parte de sua biomassa na camada subsuperficial do solo.

A acumulação de carbono no solo, segundo estudo realizado por Jackson et al. (2002), é significativamente maior em áreas campos do que em florestas, em regiões onde as chuvas ultrapassam a média de 800 mm anuais. Segundo os mesmos autores, a quantidade de C acumulada no solo em áreas de campos sob tais condições climáticas pode ser superior ao carbono acumulado na biomassa das plantas florestais. Essa diferença no estoque de carbono no solo entre áreas de campos e as de florestas está relacionada a toda a biota (plantas, animais invertebrados do solo e fungos) envolvida no processo de estoque de carbono. Nas áreas campos, há uma maior concentração de raízes na porção próxima à superfície e com isso há também uma presença muito maior dos outros componentes e processos da biota como por exemplo, a formação de exsudatos radiculares importantíssimo no processo de acumulação do C no solo em relação ao que se encontra em áreas florestais (JACKSON et al. 2002).

A maior entrada de carbono em solos de florestas advém da celulose e hemicelulose, compostos orgânicos predominantes nas plantas (KAISER; BENNER, 2000; MÖLLER et al., 2002; LOEFFELMANN, 2002). A lignina é o principal componente da parede celular de plantas lenhosas o qual contribui significativamente para o conteúdo de C terrestre (KÖGEL-KNABNER, 2002, SUHAS; CARROT, 2007) sua decomposição no solo se limita a poucos microrganismos do solo, destacando-se fungos e actinomicetos como principais agentes degradadores. Dentre os componentes do liteira, a lignina é o que decompõe mais lentamente devido à maior complexidade estrutural contribuindo substancialmente para o compartimento C estável no solo. (STEVENSON, 1994; RASSE et al., 2006).

Mudanças no uso e em práticas de manejo em ambientes naturais, como os de pastagens ou florestas naturais, devido ao plantio de culturas agrícolas ou florestas influenciam a composição química e biológica da MOS (GUGGENBERGER et al., 1995, GLASER et al., 2000) assim como os compartimentos de proteção da mesma por alterar a qualidade e a disponibilidade de substrato e nutrientes à comunidade microbiana do solo, principalmente responsável pela ciclagem do C e do N do solo.

Pillon et al. (2011) constatou que a constante adição e manutenção de resíduos vegetais ao solo e a minimização das operações de revolvimento do solo nos sistemas de produção comercial de eucalipto, ao longo do tempo. Contribuíram para a manutenção dos estoques de carbono e nitrogênio total na fração leve livre da MO comparativamente a uma área de mata nativa, em um Argissolo Vermelho Distrófico latossólico, no RS.

Vergutz et al. (2010) avaliando mudanças na MOS causadas pelo tempo de adoção de um sistema agrossilvopastoril com eucalipto em um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico do bioma Cerrado observaram que os estoques de COT (0-100cm) na linha de plantio do eucalipto foi mantido ao longo do tempo, enquanto na entrelinha houve tendência de perda em comparação aos valores originais. O estoque de N mostrou comportamento semelhante na linha e entrelinha reduzindo acentuadamente no início e aumentando com o tempo de cultivo. A fração leve foi a mais sensível às alterações de manejo.

Garay et al. (2003) observaram que resíduos vegetais de acácia propiciaram mais acúmulo de COT e NT do que um sistema com eucalipto, possivelmente pelo maior aporte e ciclagem de nitrogênio promovido pela espécie leguminosa.

Mendham et al. (2004) ao estudar três tipos de vegetação (floresta nativa, *E. globulus* 7-10 anos e pastagem 20-71 anos) em dez localidades da Austrália com uma ampla faixa de clima e tipo de solos, observou que o cultivo do eucalipto não influenciou significativamente os teores de COT em comparação à vegetação nativa e pastagem plantada. Também não foram observadas diferenças significativas no COT entre áreas com florestas e áreas com pastagens no Canadá (FITZSIMMONS et al., 2003).

Neves et al. (2004) verificou as alterações nos teores e no estoque de COT em sistemas agrossilvopastoril, pastagem cultivada e reflorestamento de eucalipto de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, no noroeste do Estado de Minas Gerais, o sistema agrossilvopastoril desempenhou um papel de emissor de C-CO₂, quando comparado com o campo nativo e que com a evolução do sistema agrossilvopastoril, houve uma tendência de recuperação do estoque de carbono original.

O que se deve ter em mente é que o efeito das alterações ocorridas pela introdução dos sistemas florestais sobre a MOS e a biomassa microbiana é decorrente de vários fatores: edafo-climáticos (precipitação, temperatura, textura do solo) manejo, espécies introduzidas, tipo de uso anterior ao plantio, que devem ser analisados sempre que possível em conjunto para que não se tire conclusões precipitadas a respeito desse assunto.

2.6. Práticas de manejo no setor florestal

No passado a prática de manejo mais comum era a retirada do material grosseiro da área de plantio (galhos, cascas) por dificultar as operações das máquinas, atualmente, na maioria dos plantios comerciais de eucalipto, a colheita das árvores é feito por máquinas que promovem o corte descascamento e seccionamento das mesmas no talhão onde os resíduos são deixados à superfície do solo. A dúvida é se esses resíduos podem acelerar ou retardar o retorno da MOS ao solo. Blumfield et al. (2004), verificaram que a mistura de folhas e galhos acelerou a decomposição dos galhos em 50% e reduziu em 50% a decomposição das folhas, em comparação com aquela observada para esses componentes isoladamente indicando que a retirada de material mais lignificado tais como cascas e galhos da área podem ser desfavorável a manutenção da MOS. No entanto, o grande volume de resíduos deixados e o seu tamanho dificultam o seu contato com o solo e, assim,

restringem a estabilização física e coloidal da matéria orgânica, podendo tornar-se prejudicial à sustentabilidade desses plantios no longo prazo (DEMOLINARI, 2008).

Assim, torna-se importante refletir sobre o manejo do solo após primeiro corte, visando a manutenção e estabilização dos estoques da MOS a longo prazo. Para isso deve-se prezar por práticas sustentáveis na implantação, manutenção e colheita da floresta, tais como cultivo mínimo, manutenção dos resíduos no sítio florestal sem a sua posterior queima, descasque no local ou devolução da casca, elevando-se, assim, os teores de C no solo e garantindo a produtividade futura da floresta.

2.7. Índice de manejo de carbono (IMC)

O Índice de Manejo de Carbono (IMC) é um indicador de qualidade do manejo do solo e permite avaliar o processo de perda ou ganho de qualidade do solo: quanto maior o IMC, maior a sua qualidade e vice-versa. Nesse sentido, o IMC que vem a ser uma medida relativa das alterações provocadas pelo manejo ao solo, comparando-o com uma situação considerada original ou ideal. Ele utiliza uma condição de referência, para o qual é definido o $IMC=100$ Blair et al. (1995).

O IMC mede as alterações nos estoques de COT e leva em consideração aspectos da labilidade do C do solo. No método original, os autores consideraram como fração lábil da MOS aquela que é oxidada ao ataque de $KmnO_4$ 333 mmol L^{-1} . No entanto, Diekow (2003) demonstrou ser possível a utilização dos estoques de MO para o cálculo do IMC, considerando que a fração particulada da MOS (COP) fosse proporcional a fração lábil. O IMC é calculado pela fórmula $IMC = IEC \times IL \times 100$ sendo o IEC = índice de estoque de carbono e IL = índice de labilidade. O "IEC" é calculado pela fórmula $IEC = C_t \text{ tratamento} / C_t \text{ referência}$ no qual o $C_t \text{ tratamento}$ = estoque de COT no tratamento avaliado, $C_t \text{ referência}$ = estoque de COT num tratamento de referência, normalmente no solo sobre vegetação nativa. O "IL" é calculado pela razão: $IL = L \text{ tratamento} / L \text{ referência}$ no qual: $L \text{ tratamento}$ = labilidade da MOS no tratamento avaliado, $L \text{ referência}$ = labilidade da MOS no tratamento de referência. O "L" é a razão $L = CFG \text{ (COP)} / CAM$. Sendo o CFG (COP) = estoque de C na fração grosseira da MOS, CAM = estoque de C na fração associada a minerais da MOS.

Avaliando diferentes sistemas convencionais (área submetida a desmatamento e queima, após cultivada com milho, cultivo intensivo em pousio, e vegetação nativa

da caatinga) e agroflorestais no semiárido brasileiro Campanha et al. (2009) observou que os maiores valores de IMC foram nos sistemas agrossilvopastoril justificados pela manutenção da cobertura vegetal, incorporação do material originado da poda das árvores e arbustos, a aplicação do esterco produzido pelos ovinos na área, revolvimento mínimo da superfície e formação de cordões de contenção da erosão hídrica no sentido perpendicular ao declive. Campanha et al. (2009) constatou também que comportamentos similares foram observados por diferentes autores estudando sistemas agroflorestais ou sistemas que apresentam alguma similaridade quanto a algumas propriedades (MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 2000; SOUZA; MELO, 2003; AGUIAR et al., 2006; MAIA et al., 2006; RANGEL et al., 2007; RANGEL et al., 2008). Nesse sentido, o IMC parece ser uma ferramenta útil em indicar os melhores sistemas de manejos de solos e culturas, conclui sobre a direção do sistema solo a sustentabilidade ou a degradação por integrar numa mesma medida as variações ocorridas nas diferentes frações da MOS (NICOLOSO et al., 2008).

Por outro lado, Vergutz et al. (2010) ao estudar o impacto do sistema agrossilvopastoril (SASPs) de cultivo do eucalipto em diferentes frações de C e de N da MOS, como variável do tempo de implantação dos SASPs utilizou IMC proposto por Blair et al. (1995) que é calculado a partir do C da fração lábil (IMC_{CL}) e propôs também uma modificação no cálculo do IMC ao invés de utilizar o IL no IMC, ele substituiu-o pelo IC, calculado a partir do carbono da matéria orgânica leve, IMC_{CMOL} , e concluiu que IMC_{CL} não apresentou tendência clara como variável do tempo de adoção dos SASPs, ao contrário deste, o IMC_{CMOL} foi sensível às alterações ocorridas na MOS ao longo do tempo de implantação dos SASPs.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESES

3.1. Objetivo Geral

Avaliar, nos principais tipos de solos da região Sul do RS (bioma Pampa), as alterações nos atributos químicos, microbiológicos e nos estoques de carbono e de nitrogênio do solo, pela introdução de sistemas de produção florestal com eucalipto, usando como referência áreas com campo nativo.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Caracterizar a morfologia e os atributos químicos do perfil dos solos, relacionando os resultados com os estoques de carbono orgânico total (COT) nas diferentes camadas.

3.2.2. Quantificar no horizonte A, estratificado de 0-5, 5-10 e 10-15cm os estoques de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total NT e sua distribuição em fração lábil e fração estável, em solos com cultivo de eucalipto, comparando-os com áreas de campo nativo

3.2.3. Avaliar a atividade e a biomassa microbiana do solo através da respiração basal e dos valores de carbono e de nitrogênio microbianos existentes na camada superficial estratificada em 0-5 e 5-10 cm de solos submetidos a cultivo do eucalipto comparando-os com áreas de campo nativo.

3.3. Hipóteses

- 1) O cultivo do eucalipto modifica os estoques totais de matéria orgânica e de nitrogênio do solo e sua distribuição nas frações lábil e estável, em comparação com o campo nativo.

- 2) O processo de deposição e decomposição de resíduos vegetais decorrentes do primeiro cultivo do eucalipto modifica a atividade e a biomassa microbiana do solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização do local do estudo e dos solos coletados

O estudo foi realizado em quatro áreas do Bioma Pampa inseridas nas regiões geomorfológicas do Escudo Sul-Rio-Grandense (ESRG) e Depressão Periférica (DP), no Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). As principais características ambientais da região de estudo são mostradas na Tabela 1.

Em cada área foram coletadas amostras de três perfis de solo, sob cobertura vegetais de eucalipto e de campo nativo (Figuras 2 a 6). As áreas sob cobertura de eucalipto eram compostas por floresta homogênea de plantio clonal de *Eucalyptus saligna* com sete anos de cultivo, estabelecidas em espaçamento simples com três metros entrelinhas, cujo solo foi preparado com uso do escarificador. As áreas sob campo nativo eram compostas por uma vegetação diversa de espécies herbáceas e arbustivas, característica de cada região. (Boldrini et. al., 2010). A descrição morfológica e a caracterização física e química dos perfis constam nos Apêndices.

Foram coletadas amostras de um Neossolo Regolítico do ESRG (Área 1, perfis 1 a 3 - eucalipto, perfis 4 a 6 - campo nativo - Figuras 2 e 3) e de um Argissolo Amarelo (Área 2, perfis 7 a 9 - eucalipto, perfis 10 a 12 - campo nativo - Figura 4), desenvolvidos de rochas ígneas plutônicas (granitos), na Fazenda Ferrara localizada no município de Piratini. Ainda na área do ESRG foram coletadas amostras de um Neossolo Litólico (Área 3, perfis 13 a 15 - eucalipto, perfis 16 a 18 - campo nativo - Figura 5), desenvolvido de rochas metamórficas (xistos e quartzitos), na Fazenda Cerro Alegre, também localizada no município de Piratini. Na área da DP coletou-se amostras de Chernossolos e Vertissolos Ebânicos (Área 4 - perfis 19 a 21 - eucalipto, perfis 22 a 24 - campo nativo - Figura 6), na Fazenda Aroeira no município de Candiota.

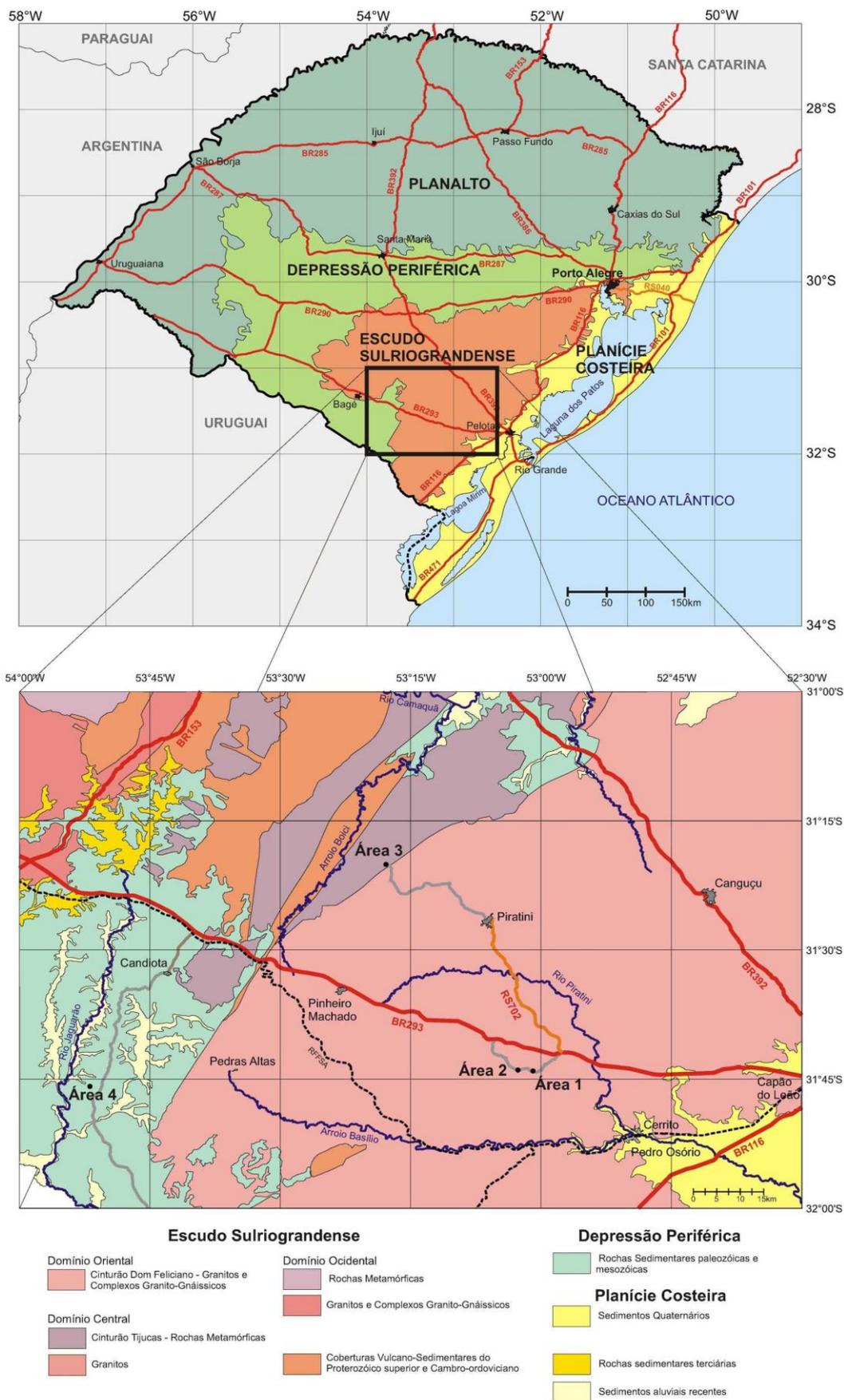


Figura 1. Localização e arcabouço geológico das áreas estudadas.

Tabela 1. Principais características ambientais da região de estudo.

Características	Área 1	Área 2	Área 3*	Área 4*
Latitude	31°44'05"S	31°43'58"S	31°20'06"S	31°45'53"S
Longitude	53°00'56"S	53°02'42"S	53°17'51"S	53°53'56"S
Município (RS)	Piratini	Piratini	Piratini	Candiota
Precipitação pluvial (mm)	1400	1400	1400	1400
Temperatura média anual (°C)	17	17	17	17
Temperatura mínima média julho (°C)	8	8	8	8
Temperatura máxima média janeiro (°C)	29	29	29	30
Excedente hídrico anual (mm)	300	300	300	300
Déficit hídrico anual (mm)	100	100	100	100
Altitude média (m)	170	211	381	154
Relevo local	Ondulado	suave ondulado	ondulado	suave ondulado
Relevo regional	Ondulado	ondulado	forte ondulado	suave ondulado
Geologia	Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado		Complexo Metamórfico Porongos	Formação Estrada Nova

*Área 1 e 2 Piratini, *Área 3 Pinheiro Machado, *Área 4 Candiota.

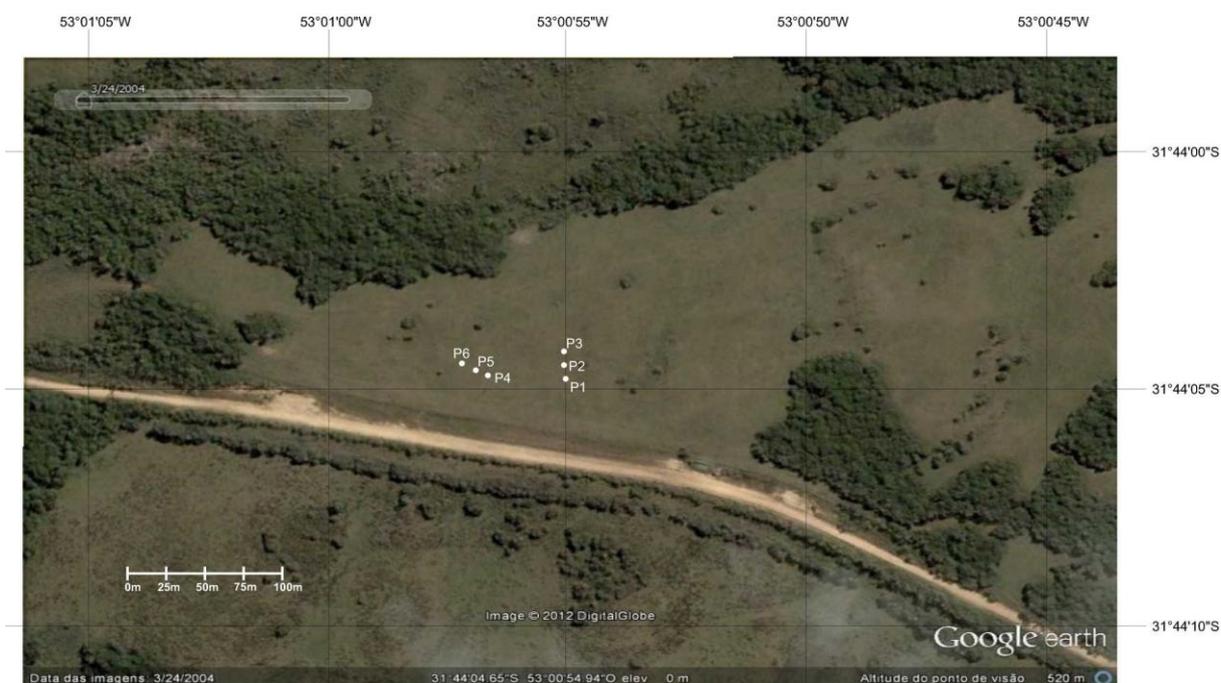


Figura 2. Localização dos perfis amostrados na Área 1 em imagem de 24/03/2004, anterior ao plantio do eucalipto.

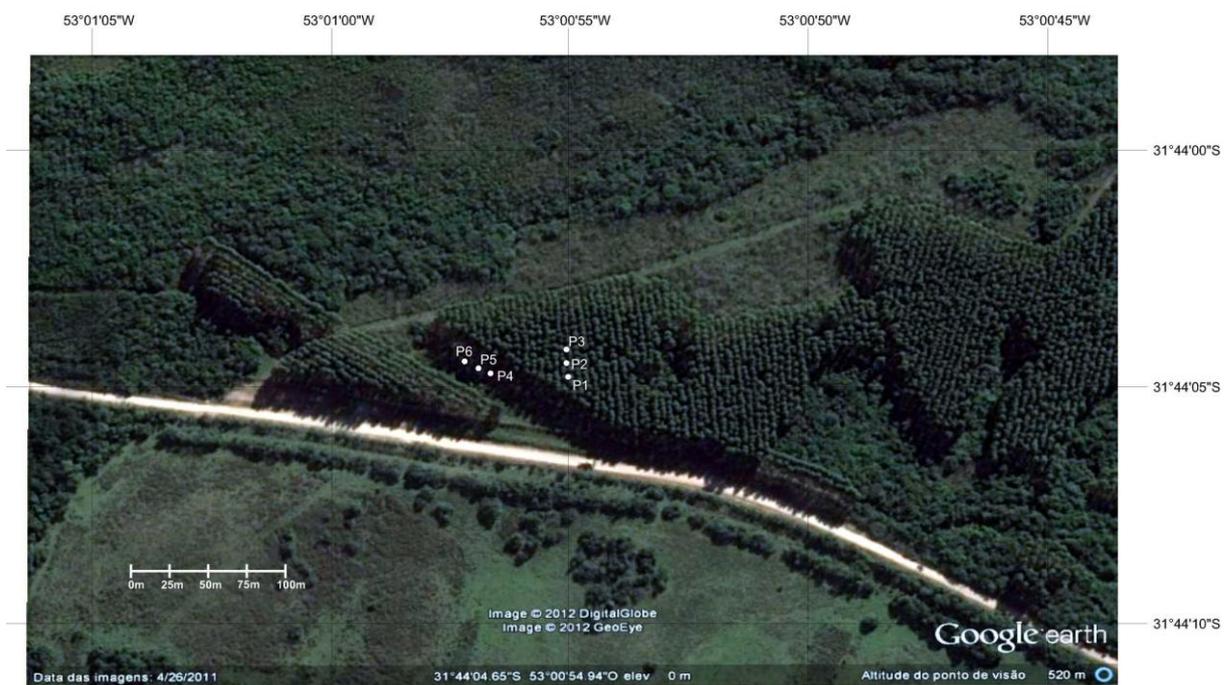


Figura 3. Localização dos perfis amostrados na Área 1 em imagem de 26/04/2011.

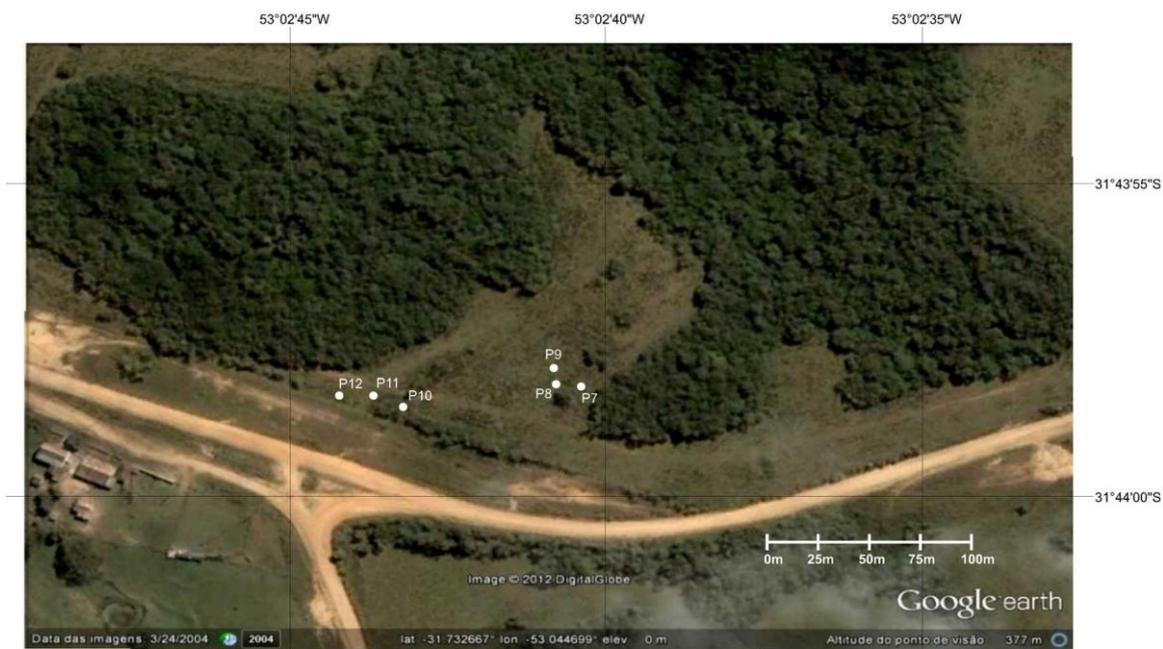


Figura 4. Localização dos perfis amostrados na Área 2 em imagem de 24/03/2004, anterior ao plantio do eucalipto.

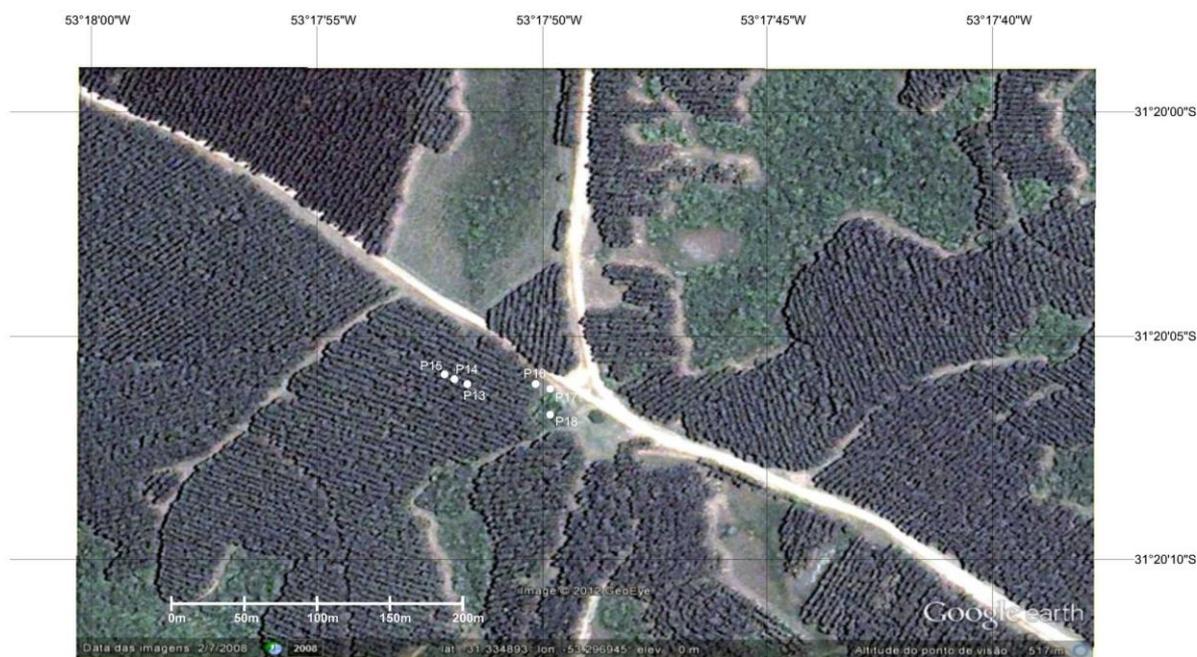


Figura 5. Localização dos perfis amostrados na Área 3 em imagem de 07/02/2008.



Figura 6. Localização dos perfis amostrados na Área 4 em imagem de 05/07/2005 (início do plantio do eucalipto), à direita imagem de 25/03/2008, mostrando o eucalipto já desenvolvido.

4.2. Descrição dos perfis, coleta e preparo das amostras

Em cada área e tipo de cobertura vegetal (eucalipto e campo nativo) foram abertas três trincheiras aleatoriamente até a profundidade mínima de 50 cm. Os horizontes pedogenéticos foram identificados e amostras deformadas e indeformadas foram coletadas, sendo o horizonte A estratificado de 5 em 5 cm.

As amostras indeformadas foram coletadas em triplicata em cada trincheira, utilizando anéis volumétricos metálicos com diâmetro de 4,65 cm e altura de 3 cm para avaliação da densidade do solo (Ds). O excesso de vegetação foi cuidadosamente retirado utilizando-se uma enxada.

No Departamento de Solos, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Capão do Leão, RS, as amostras deformadas foram dispostas em bandejas e secas ao ar e passadas em peneira de malha de 2,0 mm, correspondente a fração de terra fina seca ao ar (TFSA). Uma parte das amostras das profundidades 0-5 e 5-10 cm, na mesma condição de campo, foi destinada às análises microbiológicas e conservadas em geladeira a 4°C.

4.3. Análises físicas no perfil

Em todos os horizontes coletados foram determinados densidade do solo, densidade de partículas e distribuição do tamanho das partículas. A densidade de partículas (Dp) foi determinada pelo método do picnômetro com água conforme Blake e Hartge (1986). A avaliação da densidade do solo (Ds) ocorreu segundo Pauletto (1997).

A distribuição do tamanho das partículas (areia, silte e argila) foi procedida segundo Gee e Bauder (1986), utilizando-se hidróxido de sódio 1M como dispersante. Também foi determinada a argila naturalmente dispersa em água e as frações da amostra total (calhaus, cascalho e terra fina) conforme Embrapa (1997).

4.4. Análises químicas no perfil

Em todos os horizontes coletados foram determinados cátions trocáveis (Ca^{2+} e Mg^{2+}), pH em água, índice SMP, P e K extraíveis, capacidade de troca de cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , H^+ + Al^{3+}), saturação por bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) e

saturação por Al^{3+} conforme metodologia descrita Tedesco et al. (1995). A determinação do H+Al foi segundo Embrapa (1997).

O carbono orgânico total do solo (COT) foi determinado pelo em analisador elementar TruSpec CHN, na Central analítica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), Pelotas/RS.

4.4.1 Cálculo do estoque de COT em $kg\ m^{-2}$

O cálculo do estoque de carbono foi determinado conforme equação 1:

$$\text{Estoque de COT} = \frac{\text{COT} \times Ds \times E \times TF}{1000} \quad (1)$$

Onde:

Estoque de COT $kg\ m^{-2}$

COT = teor de C orgânico total em $g\ kg^{-1}$ solo

Ds = densidade do solo ($kg\ dm^{-3}$)

E = espessura da camada amostrada (m)

TF= terra fina $g\ kg^{-1}$ (descontados cascalhos e calhaus)

4.5. Fracionamento da matéria orgânica

O fracionamento granulométrico da MOS foi realizado em amostras do horizonte A nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-15 cm, conforme descrito por Cambardella e Elliott (1992). Foram pesadas 20g de TFSA (<2,00mm) e acondicionadas em frascos “snap-cap” de 100mL, adicionando-se 60mL de uma solução de hexametáfosfato de sódio ($5g\ L^{-1}$). As amostras foram agitadas em um agitador do tipo horizontal (150 oscilações por minuto) por 15 horas. O material foi então passado em peneira de 0,053mm com auxílio de jatos de água, e o material retido na peneira foi transferido para latas, seco em estufa a $50^{\circ}C$, pesado e moído finamente para análise dos teores de C e N. Os teores de C e N da amostra inteira (COT e NT) e da fração retida na peneira foram determinados em analisador elementar TruSpec CHN, na Central analítica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), Pelotas/RS.

O C do material retido na peneira 0,053mm corresponde ao carbono da fração grosseira ou carbono orgânico particulado (COP), enquanto que o carbono

associado aos minerais (CAM) foi obtido pela diferença entre o COT e o COP. Da mesma forma foram obtidos os valores de nitrogênio particulado (NP) e nitrogênio associado aos minerais (NAM).

4.5.1. Cálculo do estoque de C e N em Mg ha⁻¹ nas frações da M.O

O estoque de carbono e nitrogênio das frações granulométricas e do COT e NT foi calculado através das seguintes equações 2 e 3:

$$\text{Estoque de COT} = \frac{\text{COT} \times \text{Ds} \times \text{E}}{10} \quad (2)$$

Onde:

Estoque de COT em Mg ha⁻¹

COT = teor de C orgânico total em g kg⁻¹ solo

Ds = densidade do solo (kg dm⁻³)

E = espessura da camada amostrada (cm)

$$\text{Estoque de NT} = \frac{\text{NT} \times \text{Ds} \times \text{E}}{10} \quad (3)$$

Onde:

Estoque de NT em Mg ha⁻¹

NT = teor de N total g kg⁻¹ solo

Ds = densidade do solo (kg dm⁻³)

E = espessura da camada amostrada (cm)

Para fins de cálculos dos estoques foram descontados cascalhos e calhaus visto que estes solos possuem considerável quantidade dos mesmos.

4.5.2. Índice de manejo do carbono (IMC)

O Índice de Manejo de Carbono (IMC) foi calculado de acordo com Blair et al. (1995), adaptado de Diekow (2003), utilizando-se COP como a porção lábil da MOS e CAM como porção não lábil, através da equação:

$$\text{IMC} = \text{IEC} \times \text{IL} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

IEC (índice de estoque de carbono) = estoque de COT do solo com eucalipto / estoque de COT do solo referência (campo nativo)

IL (índice de labilidade) = L solo com eucalipto / L do solo referência (campo nativo)

$$L \text{ (labilidade)} = \text{COP} / \text{CAM}$$

4.6. Análises microbiológicas

4.6.1. Biomassa microbiana do solo

A biomassa microbiana do solo foi determinada pelo método descrito por Vance, Brookes e Jenkinson (1987), porém usando-se forno de microondas 2.450 MHz, Panasonic[®], Modelo EM 9003B por quatro minutos para eliminar os microrganismos substituiu-se a fumigação com clorofórmio pela irradiação sugerido em um estudo preliminar realizado por Ferreira, Camargo e Vidor (1999). Amostras equivalentes a 40g de solo, a base de solo seco, foram retiradas de cada tratamento, em duplicata. Um grupo destas amostras, sem tratamento de irradiação foi colocado em frascos “snap-cap” de 100 mL contendo 50mL de solução de K₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹. O outro grupo, destinado a irradiação da microbiota, também colocado em frascos “snap-cap” de 100 mL foi irradiado por quatro minutos (2X2 min) logo após resfriar colocou-se a mesma solução de K₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹ anterior. Todas as amostras foram agitadas por trinta minutos em um agitador horizontal por 60 oscilações por minuto. Após transferiu-se o conteúdo para tubos de centrifuga e efetuou-se a centrifugação por 10 minutos para decantar a amostra. Após decantação, pipetou-se o sobrenadante sendo retirada uma alíquota de 25 mL para determinação do carbono microbiano e uma alíquota de 5 mL para determinação de nitrogênio microbiano.

4.6.2. Carbono (Cmic) e Nitrogênio (Nmic) da biomassa microbiana

O carbono foi determinado pelo método Walkley-Black e o nitrogênio pelo método Kjeldahl conforme metodologias descritas por Tedesco et al. (1995). Para quantificação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana utilizaram-se as equações 5 e 6:

$$C_{mic} = \frac{C_i - C_{ni}}{K_c} \quad (5)$$

Sendo:

C_{mic} = Carbono da biomassa microbiana do solo (mg kg^{-1})

C_i = Carbono da amostra irradiada

C_{ni} = Carbono da amostra não irradiada

K_c = 0,45 fator de correção proposto por Sparling e West (1988).

$$N_{mic} = \frac{N_i - N_{ni}}{K_n} \quad (6)$$

Sendo:

N_{mic} = Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (mg kg^{-1})

N_i = Nitrogênio da amostra irradiada

N_{ni} = Nitrogênio da amostra não irradiada

K_n = 0,54 fator de correção proposto por Brookes et al. (1985).

4.6.3. Respiração basal do solo

A respiração basal do solo foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO_2) liberado no processo de respiração microbiana, durante um período de incubação de 35 dias, conforme metodologia proposta por Stotzky (1965). Amostras equivalentes a 100g, a base de solo seco, foram retirados de cada tratamento e acondicionados em vasos respirométricos com capacidade de 0,8L hermeticamente fechados. Cada vaso recebeu um copo de polietileno de 50mL contendo 20 mL de $\text{NaOH } 1\text{mol L}^{-1}$ para captar o CO_2 liberado pela microbiota do solo. O CO_2 foi determinado aos 35 dias para isso adicionou-se 5mL de uma solução

de BaCl₂ 25% e 3 gotas de fenolftaleína 1% em cada copo, titulou-se o excesso de NaOH com uma solução de HCl 1 mol L⁻¹ padronizada. Foram preparados dois vasos contendo apenas a solução de NaOH como prova em branco.

A quantidade de CO₂ liberada em cada tratamento e período de avaliação foi calculada conforme a equação 7, e expresso em mg C-CO₂ 100 g⁻¹.

$$RBS = (VPB-VA) \times M \text{ ácido} \times \text{Eq. C-CO}_2 \quad (7)$$

Sendo:

VPB = volume de HCl gasto na prova em branco;

VA = Volume de HCl gasto na amostra;

M ácido = concentração do HCl;

Eq. C-CO₂ = Equivalente grama do C-CO₂.

4.6.4. Quociente metabólico (qCO₂)

A taxa de respiração por unidade de biomassa ou quociente metabólico (qCO₂), foi obtida pela relação entre a taxa de respiração basal, que consiste na medida da produção de CO₂, resultante da atividade metabólica do solo e biomassa microbiana (Anderson & Domsch, 1990). Segundo a equação 8:

$$(qCO_2) = \frac{RBS (\mu g \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1})}{Cmic (\mu g \text{ g}^{-1})} \quad (8)$$

4.6.5. Relação Cmic/COT

O quociente microbiano ou relação Cmic/COT em porcentagem foi obtida pela razão entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total do solo (COT_{WB}) determinado pelo método Walkley Black (TEDESCO et al., 1995). Segundo a equação 9:

$$Cmic/COT (\%) = \frac{Cmic (mg \text{ kg}^{-1})}{COT_{WB} (mg \text{ kg}^{-1})} \times 100 \quad (9)$$

4.6.6. Relação Nmic/NT

A relação Nmic/NT expressa em porcentagem foi obtida pela razão entre o nitrogênio da biomassa microbiana e o nitrogênio total do solo determinado pelo método Kjeldahl, descrito por Tedesco et al., (1995), segundo a equação 10:

$$\text{Nmic/NT (\%)} = \frac{\text{Nmic (mg kg}^{-1}\text{)}}{\text{NT (mg kg}^{-1}\text{)}} \times 100 \quad (10)$$

4.6.7. Relação Cmic/Nmic

A relação Cmic/Nmic foi obtida pela razão entre o carbono da biomassa microbiana e o nitrogênio da biomassa microbiana. Segundo a equação 11:

$$\text{Cmic/Nmic} = \frac{\text{Cmic (mg kg}^{-1}\text{)}}{\text{Nmic (mg kg}^{-1}\text{)}} \quad (11)$$

4.7. Análise Estatística

Os resultados dos parâmetros avaliados foram submetidos a análise de variância e ao teste F e, quando significativo, aplicou-se o teste DMS de Fisher ($\alpha=0,05$), para comparação de médias, utilizando-se o programa estatístico WINSTAT, conforme Machado, (2001).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização morfológica, física e química dos perfis e distribuição do carbono no solo

A classificação taxonômica dos perfis de solos coletados, conforme o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2006), encontra-se na Tabela 2. Na Fazenda Ferraria foram amostrados solos pertencentes às classes dos Neossolos Regolíticos e Litólicos (área 1) e dos Argissolos Amarelos (área 2). Na Fazenda Cerro Alegre (área 3) foram coletados solos da classe dos Neossolos Litólicos, e na Fazenda Aroeira (área 4) foram encontrados solos pertencentes a duas classes distintas, dos Chernossolos e dos Vertissolos.

Observa-se que, mesmo tendo coletado os perfis em áreas de campo nativo adjacente as de eucalipto, e dentro dessas em distâncias entre 15-30m, ocorre uma variação nas propriedades morfológicas, físicas e químicas entre os perfis dentro de uma mesma área.

Na área 1, os perfis sob eucalipto foram classificados como Neossolos Regolíticos (Perfis 1 e 3) e Neossolo Litólico (Perfil 2). No terceiro nível, o Perfil 1 é Eutro-úmbrico (saturação por bases superior a 50% e horizonte A proeminente) e o Perfil 2 é Distro-úmbrico (saturação por bases inferior a 50% e horizonte A proeminente), ambos qualificados como lépticos no quarto nível, por apresentarem contato lítico entre 50 e 100cm de profundidade. O Perfil 2, Neossolo Litólico (contato lítico dentro de 50cm da superfície do solo), é Eutro-úmbrico no terceiro nível e típico no quarto nível, em função do contato lítico ser típico (não fragmentário). A textura nesses perfis variou de média com cascalho na superfície a média muito cascalhenta em profundidade (Tabela 2). A sequência de horizontes foi: A, AC, AC/CR, CR (perfis 1 e 2) e A, AC, AC/CR, CR/AC, CR (perfil 3) (Apêndices). No horizonte diagnóstico superficial (A proeminente), o horizonte A + AC apresenta uma espessura variando de 15cm (perfil 3) até 28cm (perfil 1), com cores brunadas muito escuras no matiz 10YR, mesclando-se com o horizonte CR, de cores variegadas bruno-amareladas e esbranquiçadas no matiz 10YR, até mais de 50cm nos Neossolos Regolíticos.

Tabela 2. Classificação dos perfis.

Local / área - cobertura vegetal	Perfis	Classificação (Embrapa, 2006)
Fazenda Ferraria / Área 1 - Eucalipto	1	Neossolo Regolítico Distro-úmbrico léptico, textura média com cascalho / média muito cascalhenta
	2	Neossolo Litólico Eutro-úmbrico típico, textura média com cascalho / média muito cascalhenta
	3	Neossolo Regolítico Eutro-úmbrico léptico, textura média cascalhenta / média muito cascalhenta
Fazenda Ferraria / Área 1 - Campo	4	Neossolo Regolítico Eutro-úmbrico léptico, textura média cascalhenta / média muito cascalhenta
	5	Neossolo Regolítico Eutro-úmbrico léptico, textura média cascalhenta / média muito cascalhenta
	6	Neossolo Litólico Eutrófico típico, A chernozêmico textura média cascalhenta / média muito cascalhenta
	7	Argissolo Amarelo Eutrófico típico, A moderado textura média com cascalho / argilosa com cascalho
Fazenda Ferraria / Área 2 - Eucalipto	8	Argissolo Amarelo Distrófico abruptico, A moderado textura média com cascalho / argilosa com cascalho
	9	Argissolo Amarelo Distrófico típico, A moderado textura média com cascalho / argilosa
	10	Argissolo Amarelo Eutrófico típico, A moderado textura média / argilosa
Fazenda Ferraria / Área 2 - Campo	11	Argissolo Amarelo Eutrófico típico, A moderado textura média com cascalho / argilosa com cascalho
	12	Argissolo Amarelo Eutrófico típico, A moderado textura média com cascalho / argilosa com cascalho
Fazenda Cerro Alegre / Área 3 - Eucalipto	13	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa
	14	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa
	15	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa
Fazenda Cerro Alegre / Área 3 - Campo	16	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa
	17	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa com cascalho
	18	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa cascalhenta
Fazenda Aroeira / Área 4 - Eucalipto	19	Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico, textura argilosa
	20	Chernossolo Ebânico Órtico vertissólico, textura argilosa / muito argilosa
	21	Chernossolo Ebânico Órtico vertissólico, textura argilosa / muito argilosa
Fazenda Aroeira / Área 4 - Campo	22	Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico, textura argilosa
	23	Chernossolo Ebânico Órtico vertissólico, textura argilosa / argilosa com cascalho
	24	Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico, textura argilosa

Com relação ao campo nativo da área 1, os perfis foram classificados como Neossolos Regolíticos Eutro-úmbricos lépticos (perfis 4 e 5) e como Neossolo Litólico Eutrófico típico (perfil 6). A textura, como na área do eucalipto, variou de média cascalhenta na superfície a média muito cascalhenta em profundidade. A sequência dos horizontes foi A, AC, AC/CR, CR/AC, CR no perfil 4 e A, AC/CR, CR nos perfis 5 e 6 (Apêndices). O horizonte diagnóstico superficial é do tipo proeminente (escuro e $V < 65\%$) nos perfis 4 e 5 e chernozêmico (escuro e $V > 65\%$) no perfil 6. O horizonte A + AC apresentou uma espessura entre 15 e 20 cm, mesclando-se com o CR (AC/CR) até profundidades que variaram entre 38cm (perfil 6) a mais de 50cm (perfis 4 e 5), com cores semelhantes as da área do eucalipto.

Na área 2 sob eucalipto, os perfis foram classificados como Argissolos Amarelos, sendo o perfil 7 Eutrófico no terceiro nível e os perfis 8 e 9 Distróficos, no quarto nível típicos (perfis 7 e 9) ou abrupático (perfil 8), todos com horizonte A do tipo moderado em função das cores claras. A textura nesses perfis variou de média com cascalho na superfície a argilosa com cascalho no horizonte Bt. A sequência de horizontes foi A, AB, B nos perfis 7 e 8 e A, AB, BA, B no perfil 9, com a espessura do horizonte A+AB variando de 23 a 30cm, com cores brunadas nos matizes 7,5YR ou 10YR nos horizontes superficiais e bruno-forte no matiz 7,5YR nos horizontes B.

No campo nativo da área 2, todos perfis foram classificados como Argissolos Amarelos Eutróficos típicos, com A moderado e texturas variando de média com cascalho a argilosa com cascalho. A sequência de horizontes é A, AB, BA, B, com o horizonte A+AB variando de 13cm a 20cm de espessura, e cor bruno no matiz 10YR no horizonte superficial e bruno-forte no matiz 10YR e 7,5YR no horizonte subsuperficial.

Os perfis referentes à área 3 sob eucalipto foram classificados como Neossolos Litólicos Distróficos fragmentários, com A moderado e textura argilosa. A sequência de horizontes foi A, AC, R/AC, com o contato lítico fragmentário (R/AC) encontrado entre 20 e 30cm, com cores bruno no matiz 7,5YR (Apêndices).

Em relação ao campo nativo da área 3, os solos também foram classificados como Neossolos Litólicos Distróficos fragmentários, com A moderado porém com textura variando de argilosa com cascalho a argilosa cascalhenta. A sequência dos perfis foi A, AC, R/AC nos perfis 16 e 17 e A, AC/R, R/AC no perfil 18. Nesses perfis o horizonte A+AC variou de 15 a 30cm de espessura até o contato lítico fragmentário, com cores semelhantes a da área com eucalipto.

Na área 5 com eucalipto, os solos foram classificados como Chernossolo Ebânico Órtico vertissólico com textura argilosa/muito argilosa (perfis 20 e 21) e

Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico textura argilosa (perfil 19). A sequência de horizontes destes perfis foi A, AB, (BA), Bt nos Chernossolos e A, AB, Bi no Vertissolo (Apêndices). O horizonte A+AB variou de 20cm a 30cm de espessura, com cores pretas ou cinzentas muito escuras no matiz 10YR tanto no horizonte A como no B, o que os caracteriza como ebânicos.

Em relação à cobertura com campo os solos foram classificados como Vertissolos Ebânicos Órticos chernossólicos nos perfis 22 e 24 e como Chernossolo Ebânico Órtico vertissólico no perfil 23, com textura argilosa nos Vertissolos e argilosa / muito argilosa no Chernossolo, com presença mais significativa de cascalhos em alguns horizontes do que nos solos da área de eucalipto (Apêndices). A sequência de horizonte destes perfis foram A, AB, B com horizonte A chegando a 17 cm e este com cores úmidas e secas de 10YR com valor e croma 2/1 úmido e 3/1 a 3,5/2 seco.

Os dados físicos e químicos médios dos perfis de solos da área 1 (Neossolos Regolíticos e Litólicos - Fazenda Ferraria) encontram-se nas tabelas 3 e 4, respectivamente. Quanto às análises físicas percebe-se que na área de campo nativo o horizonte A, em média, apresenta uma maior quantidade de cascalhos e calhaus do que na área de eucalipto, com teores menores de argila e maiores de areia, porém, em todos os horizontes, à exceção do AC/CR do campo nativo, enquadrando-se dentro da classe textural franco-argilo-arenosa. A densidade do solo só foi menor na camada de 0-5cm da área do eucalipto, com as demais variando entre 1,3 e 1,4 Mg m⁻³.

Em relação às análises químicas os solos da área do eucalipto e do campo nativo apresentaram em média valores de CTC bastante próximas (entre 13 e 16 cmolc kg⁻¹), com os maiores valores na camada de 0-5cm; sendo, no entanto, a saturação por bases mais elevada nos solos do campo nativo, resultado de teores maiores de Ca⁺⁺ e menores de H⁺ e Al⁺³, refletindo em um pH em água 0,3 a 0,4 unidades mais elevado em todas as camadas e uma menor saturação por Al. Nesse sentido, destaca-se a camada de 0-5cm, com maior teor de Ca, maior saturação por bases e menor teor e saturação por Al. Os teores de carbono orgânico são semelhantes e os de fósforo um pouco maiores no campo nativo.

Tabela 3. Atributos físicos dos Neossolos Regolíticos e Litólicos (Fazenda Ferraria) em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média de três perfis.

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total			Granulometria			Argila disp. em água	Grau de floculação	Silte Argila	Densidade
		Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
	cm	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹			g kg ⁻¹	---	%	Mg m ⁻³
Eucalipto											
A	0-5	0,00	108,55	891,45	537,83	215,57	246,59	92,00	62,78	0,88	1,16
	5-10	0,00	150,94	849,06	556,17	202,88	240,95	106,56	56,00	0,84	1,43
	10-15	3,66	177,66	818,68	531,25	221,42	247,33	118,20	52,63	0,90	1,43
AC		0,00	382,02	617,98	492,00	227,07	280,93	125,28	55,61	0,81	1,42
AC/CR		23,23	573,93	402,85	531,75	190,14	278,11	142,80	49,08	0,68	1,44
Campo Nativo											
A	0-5	0,00	251,80	748,20	580,33	209,07	210,59	89,60	57,81	0,99	1,33
	5-10	9,67	282,67	707,66	587,33	198,07	214,59	201,84	23,04	0,92	1,39
	10-15	44,95	355,52	599,53	604,75	156,80	238,45	133,56	44,76	0,66	1,31
AC/CR		9,37	474,72	515,91	599,00	229,27	171,73	128,76	26,16	1,95	1,43

Tabela 4. Atributos químicos dos Neossolos Regolíticos e Litólicos (Fazenda Ferraria) em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média de três perfis.

Horiz.	Prof.	pH		Complexo Sortivo								COT	T argila	V	m	P
		Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T					
	cm	cmol _c kg ⁻¹										g kg ⁻¹	-----	%	-----	mg kg ⁻¹
Eucalipto																
A	0-5	5,33	4,09	6,10	2,11	0,42	0,11	8,73	0,33	7,16	16,22	35,61	65,91	54,12	3,63	8,74
	5-10	5,15	3,86	4,63	1,64	0,31	0,12	6,70	0,97	6,78	14,45	26,02	59,93	46,56	12,58	4,74
	10-15	5,14	3,82	4,89	1,58	0,35	0,11	6,93	1,32	6,44	14,69	22,08	59,06	47,34	15,70	4,54
AC		5,21	3,85	4,50	1,31	0,34	0,11	6,26	1,21	6,04	13,51	17,91	48,09	46,30	16,28	3,80
AC/CR		5,33	3,92	5,33	1,76	0,28	0,12	7,49	1,72	5,24	14,46	13,47	51,67	50,91	19,89	5,06
Campo Nativo																
A	0-5	5,70	4,72	8,36	1,99	0,42	0,15	10,91	0,20	4,16	15,27	34,38	72,31	70,22	2,15	9,97
	5-10	5,51	4,35	6,27	1,50	0,36	0,15	8,27	0,33	4,49	13,09	25,57	60,87	61,67	4,95	7,60
	10-15	5,41	4,27	6,26	1,43	0,39	0,12	8,21	0,68	4,98	13,87	22,63	57,78	57,11	10,26	9,65
AC/CR		5,62	4,26	6,90	1,76	0,21	0,14	9,01	0,80	4,57	14,38	14,55	113,44	61,72	9,62	5,92

As médias das análises físicas e químicas dos perfis do Argissolo Amarelo (área 2 - Fazenda Ferrara) são apresentadas nas tabelas 5 e 6. Em média, maiores quantidades de cascalhos foram encontradas na área de eucalipto em relação a do campo, com as frações grosseiras da maioria dos horizontes sendo qualificadas como “com cascalho” (entre 80 e 150g kg⁻¹), havendo uma tendência de acúmulo nos horizontes transicionais (AB e/ou BA), onde chega a ser cascalhento, particularmente no perfil 7, que além disso também apresenta uma linha de pedras nessa posição do perfil (Apêndices). Em relação à textura observa-se um incremento gradual no teor de argila, menor nos solos do campo nativo, sendo franco-argilo-arenosos na superfície, franco-argilosos nos horizontes intermediários e argilosos no horizonte Bt. Esse incremento de argila devido ao acúmulo de argila iluvial, característico dos horizontes Bt da maioria dos Argissolos, se refletiu em um aumento da densidade (1,5 a 1,6 Mg m⁻³) desse horizonte, provavelmente por um processo de adensamento. Na superfície a densidade encontrada foi de 1,2 a 1,4 Mg m⁻³, com a menor densidade na camada de 0-5cm da área do eucalipto.

A CTC dos Argissolos é semelhante nas áreas de eucalipto e de campo (de 8,0 a 11,6 cmol_c kg⁻¹), sendo um pouco menor do que a dos Neossolos da área 1 (entre 13,1 a 16,2 cmol_c kg⁻¹). Nessa, entretanto, a soma de bases e o H⁺ diferem, sendo maior e menor, respectivamente, na área de campo, resultando em uma maior saturação por bases e pH (0,3 a 0,6 unidades). O Al trocável é levemente maior na área do eucalipto, porém com saturação maior. O fósforo disponível é mais elevado na camada de 0-5cm, à exceção do perfil 9 (Apêndices). Os teores de carbono orgânico são semelhantes entre os solos de campo e eucalipto, sendo menores do que nos Neossolos da área 1.

Os Neossolos da área 1 e os Argissolos da área 2, nos levantamentos de solos do Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973 e IBGE, 1986) estão inseridos dentro da mesma unidade de mapeamento: Associação Bexigoso, Camaquã e Pinheiro Machado (Luvisolo Háplico Órtico típico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico úmbrico e Neossolo Regolítico Distro-úmbrico típico ou léptico, conforme Streck et al., 2008) e PVd13 (Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico + Podzólico Bruno-Acinzentado eutrófico e distrófico + Solo Litólico eutrófico e distrófico), conforme Brasil (1973) e IBGE (1986), respectivamente.

Tabela 5. Atributos físicos do Argissolo Amarelo (Fazenda Ferraria) em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média de três perfis.

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total			Granulometria			Argila disp. em água	Grau de floculação	Silte Argila	Densidade
		Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
	cm	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹			g kg ⁻¹	----		Mg m ⁻³
Eucalipto											
A	0-5	0,00	121,52	878,48	514,33	253,95	231,71	89,12	61,59	1,10	1,21
	5-10	0,00	138,06	861,94	509,67	246,82	243,51	95,60	61,08	1,02	1,45
	10-15	9,11	171,98	818,91	484,25	269,26	246,49	109,20	55,79	1,09	1,41
AB		63,48	210,84	725,68	484,50	239,91	275,59	133,44	52,46	0,89	1,51
BA		0,00	108,57	891,43	426,75	190,98	382,27	202,68	47,06	0,54	1,63
B		0,00	91,97	908,03	308,83	159,05	532,11	302,64	43,06	0,31	1,59
Campo Nativo											
A	0-5	0,0	66,2	933,8	474,17	204,96	320,87	152,72	52,55	0,65	1,34
	5-10	0,0	80,0	920,0	450,00	202,65	347,35	198,60	42,83	0,58	1,43
AB	10-15	0,0	89,8	910,2	412,00	193,17	394,83	62,64	82,77	0,45	1,45
BA		0,0	103,4	896,6	396,83	183,77	419,39	78,40	80,09	0,48	1,55
B		0,0	94,6	905,4	415,50	165,99	418,51	4,24	98,96	0,41	1,55

Tabela 6. Atributos químicos do Argissolo Amarelo (Fazenda Ferraria) em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média de três perfis.

Horiz.	Prof.	pH		Complexo Sortivo								COT	T argila	V	m	P
		Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T					
	cm	cmol _c kg ⁻¹										g kg ⁻¹	-----	-----	-----	mg kg ⁻¹
Eucalipto																
A	0-5	4,82	3,85	3,06	1,47	0,33	0,10	4,96	1,34	4,89	11,18	25,76	48,34	43,45	22,82	2,69
	5-10	4,64	3,64	1,20	0,86	0,24	0,05	2,35	2,24	3,66	8,25	18,81	34,06	27,79	47,06	1,76
	10-15	4,79	3,64	1,20	0,89	0,22	0,10	2,41	2,58	3,00	7,99	15,60	32,49	29,31	52,86	0,84
AB		4,76	3,69	2,07	1,22	0,17	0,07	3,54	2,60	3,35	9,49	12,13	34,70	36,71	43,29	1,02
BA		5,03	3,72	2,31	1,34	0,18	0,13	3,97	2,87	3,21	10,04	10,36	27,01	39,65	41,61	0,96
B		5,09	3,86	3,36	1,93	0,19	0,11	5,60	2,77	3,27	11,64	7,35	21,87	48,45	32,17	3,04
Campo Nativo																
A	0-5	5,18	4,05	3,56	2,31	0,32	0,08	6,27	1,07	4,21	11,54	25,21	36,00	54,60	14,56	2,33
	5-10	5,36	4,01	2,89	1,99	0,31	0,12	5,30	1,45	3,57	10,32	18,83	29,70	51,03	21,99	0,38
AB	10-15	5,37	3,91	3,12	2,05	0,24	0,10	5,51	2,45	2,17	10,12	12,43	24,85	55,37	29,94	0,69
BA		5,35	3,95	3,00	2,20	0,19	0,14	5,52	2,30	1,83	9,66	7,82	21,84	57,88	28,23	0,96
B		5,53	3,95	2,80	2,13	0,12	0,15	5,20	2,38	1,12	8,71	4,55	21,08	60,97	30,88	0,96

Dessa forma, a variação encontrada nos solos das áreas de estudo na Fazenda Ferrara se enquadra melhor no que é apresentado por IBGE (1986) do que por Brasil (1973), uma vez que IBGE (1986) descreve a ocorrência de solos eutróficos e de distróficos, tanto nos Argissolos como nos Neossolos, enquanto Brasil (1973) relata somente solos distróficos para essas classes. Essa diferença entre os levantamentos decorre do fato daquele ser sido posterior e mais detalhado, com maior número de perfis caracterizados, incluindo outros além dos descritos por Brasil (1973). A grande variabilidade das características físicas e químicas dos solos derivados de rochas graníticas na região foi discutida por Silveira (2006), tendo sua causa atribuída por esse autor à heterogeneidade da composição dessas rochas, distribuídas em várias suítes intrusivas, de composição variando de ácida a intermediária, com ocorrência de tipos diferenciados em pequenas áreas.

Nas tabelas 7 e 8 são apresentadas as médias das análises físicas e químicas dos perfis de Neossolo Litólico (área 3 - Fazenda Cerro Alegre). Esses solos, em média, possuem uma quantidade de cascalhos (e calhaus) menor do que os solos das áreas 1 e 2, derivados de granito, sendo que somente os perfis 17 e 18 (Tabela 1 e Apêndice A), da área de campo nativo, chegaram a receber o qualificativo com cascalho e cascalhento, respectivamente. Em relação à textura, os Neossolos Litólicos da área 3 apresentam maiores teores de argila e silte e menores de areia em comparação com os solos derivados de granito, enquadrando-se nas classes texturais argila (eucalipto) e franco argilosa a franco argilo-siltosa (campo nativo) em superfície e argilosa siltosa em profundidade. A densidade, como nas áreas da Fazenda Ferrara, foi menor na camada de 0-5cm do solo com cobertura de eucalipto.

Em relação aos parâmetros químicos percebe-se que em média a CTC do solo das áreas de eucalipto e campo nativo foram bastante próximas, com valores um pouco mais altos para o solo da área de eucalipto (de 15,6 a 21,2 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ contra 13,7 a 19,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Essa diferença pode ser explicada em função dos maiores teores de carbono e de argila do solo na área do eucalipto (Tabela 7). A soma de bases pouco difere, porém os teores de H+Al, principalmente o Al, são mais elevados no solo da área do eucalipto, resultando em uma saturação por bases menor e pH mais baixo. Os teores de Al podem

Tabela 7. Atributos físicos do Neossolo Litólico (Fazenda Cerro Alegre) em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média de três perfis.

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total			Granulometria			Argila disp. em água	Grau de flocculação	Silte Argila	Densidade
		Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
	cm	----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----			g kg ⁻¹	---- % ----		Mg m ⁻³
Eucalipto											
A	0-5	0,00	19,06	980,94	190,67	388,34	420,99	195,92	53,47	0,92	1,08
	5-10	0,00	21,07	978,93	161,00	407,57	431,43	227,36	47,38	0,95	1,33
	10-15	1,89	21,38	976,73	143,67	422,14	434,19	249,28	42,48	0,98	1,44
AC		0,00	22,50	977,50	144,08	414,62	441,29	198,28	54,89	0,94	1,45
Campo Nativo											
A	0-5	0,00	75,03	924,97	237,33	380,63	382,03	243,12	36,59	1,00	1,34
	5-10	42,37	169,60	788,03	210,83	396,17	392,99	193,60	50,75	1,01	1,49
	10-15	2,05	50,09	947,86	226,00	394,43	379,57	214,44	43,53	1,04	1,57
AC		1,95	52,44	945,60	182,75	392,80	424,45	275,28	35,04	0,93	1,55

Tabela 8. Atributos químicos do Neossolo Litólico (Fazenda Cerro Alegre) em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média de três perfis.

Horiz.	Prof.	pH		Complexo Sortivo								COT	T argila	V	m	P
		Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T					
	cm	----- cmol _c kg ⁻¹ -----								g kg ⁻¹	----- % -----			mg kg ⁻¹		
Eucalipto																
A	0-5	4,34	3,51	3,45	1,52	0,32	0,09	5,38	4,55	11,24	21,16	52,50	50,35	25,62	45,80	5,07
	5-10	4,29	3,49	1,51	1,11	0,23	0,06	2,92	5,51	8,27	16,70	34,68	38,80	17,69	65,37	3,83
	10-15	4,31	3,56	1,10	0,83	0,18	0,05	2,16	5,89	7,57	15,62	26,33	36,71	13,95	73,14	2,92
AC		4,32	3,59	0,81	0,68	0,13	0,05	1,66	6,51	7,76	15,94	21,43	35,63	10,57	79,61	1,36
Campo Nativo																
A	0-5	4,84	3,76	4,31	1,88	0,51	0,08	6,78	1,83	10,43	19,04	41,40	49,02	38,91	25,14	10,99
	5-10	4,78	3,67	2,31	1,25	0,39	0,05	4,00	2,85	8,16	15,02	28,12	36,36	29,71	37,99	14,84
	10-15	4,77	3,67	1,43	0,98	0,31	0,04	2,75	3,46	7,47	13,67	21,90	36,02	20,07	55,80	2,78
AC		4,94	3,71	1,32	0,95	0,36	0,03	2,66	3,68	9,07	15,41	16,01	36,48	17,17	58,30	2,51

ser considerados como bastante elevados, nos solos da área do eucalipto, apresentando caráter alítico ($> 4 \text{ cmolc kg}^{-1}$). As camadas de 0-5cm na área do eucalipto e de 0-10cm na área do campo nativo se caracterizam por apresentar uma maior saturação por bases e menor por Al, com maiores teores de fósforo disponível.

Os Neossolos Litólicos da Fazenda Cerro Alegre (área 3), estão inseridos na unidade de mapeamento Associação Ibaré + Afloramentos Rochosos no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973) (Neossolo Regolítico Húmico léptico ou típico conforme Streck et al., (2008)) e na unidade Rd11 de IBGE (1986) (Associação Solo Litólico distrófico + Cambissolo distrófico + Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico + Podzólico Bruno-Acinzentado distrófico e eutrófico + Afloramentos de Rocha). Os solos estudados, portanto, são mais rasos do que os apontados por Brasil (1973) e com caráter químico mais próximo (distrófico) do descrito por IBGE (1986), uma vez que o perfil modal do Ibaré é eutrófico, não se podendo, no entanto, aferir se a antiga classe de Solos Litólicos dessa unidade se referia a Neossolos Regolíticos (mais profundos) ou Neossolos Litólicos (mais rasos).

As tabelas 9 e 10 apresentam as médias das análises físicas e químicas dos Chernossolos e Vertissolos Ebânicos (área 4 – Fazenda Aroeira). Esses solos apresentam uma pequena quantidade de cascalhos, insuficiente para qualificar a textura com cascalho, com a presença de alguns calhaus no horizonte A da área de eucalipto (perfis 20 e 21 - Apêndices). Em média os teores de argila e silte, em proporção equilibrada, predominaram sobre os de areia, com destaque para os de silte na área do eucalipto e de argila em profundidade, sendo, no entanto, bastante variáveis entre os perfis. A quantidade de argila no horizonte A variou de 340 a 370 g kg^{-1} na área do eucalipto e de 290 a 480 g kg^{-1} no campo nativo e no horizonte B de 400 a 650 g kg^{-1} na área do eucalipto e de 310 a 500 g kg^{-1} no campo nativo, com incremento de argila nos Chernossolos e pouco ou nenhum gradiente textural nos Vertissolos (Apêndices). Com isso, os solos apresentaram classe textural franco-argilosa ou argilosa em superfície e desde franco-argilosa até muito argilosa em profundidade. As densidades, como nos solos das outras áreas, foram mais baixas nas camadas de 0-5cm das áreas de eucalipto (1,0 a 1,1 Mg m^{-3}), variando de 1,3 a 1,5 Mg m^{-3} em profundidade, com exceção do perfil 22, que apresentou densidades relativamente baixas em todo o perfil (Apêndices).

Tabela 9. Atributos físicos dos Chernossolos e Vertissolos Ebânicos (Fazenda Aroeira) - em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média de três perfis.

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total			Granulometria			Argila disp. em água	Grau de flocculação	Silte Argila	Densidade
		Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
	cm	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹			g kg ⁻¹	---- % ----		Mg m ⁻³
Eucalipto											
A	0-5	21,53	3,51	974,95	218,17	425,76	356,07	186,64	47,67	1,20	1,10
	5-10	37,30	9,92	952,78	206,50	405,35	388,15	230,08	40,88	1,05	1,23
	10-15	0,00	15,47	984,53	166,33	382,15	451,51	263,44	41,68	0,89	1,37
AB		0,00	4,70	995,30	164,67	374,06	461,27	305,04	34,38	0,88	1,37
B		0,00	15,88	984,12	135,33	304,15	560,51	413,12	26,99	0,60	1,40
Campo Nativo											
A	0-5	0,00	9,64	990,36	301,83	341,41	356,75	282,72	19,04	1,03	1,33
	5-10	0,00	18,43	981,57	273,00	348,77	378,23	314,08	17,58	1,00	1,34
	10-15	0,00	74,59	925,41	282,25	302,96	414,79	301,20	23,88	0,78	1,43
AB		0,00	70,14	929,86	233,83	373,09	393,07	399,52	3,30	1,00	1,36
B		0,00	46,74	953,26	218,17	346,88	434,95	366,40	17,41	0,85	1,32

Tabela 10. Atributos químicos dos Chernossolos e Vertissolos Ebânicos (Fazenda Aroeira) - em horizontes, sob cultivo de eucalipto e campo nativo - média três de perfis.

Horiz.	Prof.	pH		Complexo Sortivo								COT	T argila	V	m	P
		Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T					
	cm	cmol _c kg ⁻¹										g kg ⁻¹	----- % -----		mg kg ⁻¹	
Eucalipto																
A	0-5	4,89	4,16	18,42	4,22	0,18	0,06	22,88	0,18	10,21	33,27	55,15	93,69	68,31	0,83	11,25
	5-10	5,05	4,16	16,62	4,16	0,13	0,06	20,97	0,22	8,87	30,06	37,55	77,57	69,48	1,04	7,94
	10-15	5,28	4,22	18,71	5,02	0,10	0,05	23,88	0,25	8,03	32,17	30,91	71,64	73,62	1,06	2,01
AB		5,48	4,20	19,21	5,10	0,08	0,07	24,46	0,32	7,51	32,29	16,48	69,72	74,32	1,53	0,71
B		5,72	4,25	22,15	6,53	0,06	0,13	28,87	0,37	6,28	35,53	11,57	52,36	80,38	1,20	1,08
Campo Nativo																
A	0-5	6,80	5,80	23,72	3,08	0,13	0,02	26,95	0,07	2,65	29,67	36,24	83,23	92,21	0,26	34,16
	5-10	6,88	5,87	26,70	3,09	0,08	0,02	29,88	0,07	1,99	31,95	27,29	83,31	94,97	0,24	24,25
	10-15	6,68	5,51	29,14	3,35	0,05	0,03	32,57	0,16	3,34	36,07	22,57	85,48	92,23	0,49	24,28
AB		7,07	5,92	29,20	2,98	0,02	0,03	32,23	0,15	2,36	34,74	17,22	86,99	94,52	0,42	24,73
B		6,46	5,52	31,02	3,54	0,02	0,02	34,60	0,04	5,17	39,81	11,62	91,62	88,67	0,10	17,98

Quanto aos parâmetros químicos, os Chernossolos e Vertissolos apresentaram altas CTC, soma e saturação por bases, com teores muito baixos de Al, que são característicos dessas classes de solos. Os teores médios de fósforo foram muito altos na camada de 0-5cm da área do eucalipto e em todo o perfil do solo da área de campo nativo, caracterizando uma alta fertilidade química, ocorrendo, no entanto, alguns valores muito baixos nas camadas de 5-20cm dos horizontes A e nos horizontes subsuperficiais (Apêndices). O pH em água, apesar da saturação por bases sempre acima de 65% (A chernozêmico) e dos teores de Al próximos de zero, chegou a ser muito ácido (<5) na camada de 0-5cm da área de eucalipto, sem que, no entanto, fosse acompanhado por um decréscimo do pH em KCl. Por outro lado, dois perfis da área do campo nativo apresentaram pHs alcalinos (Apêndices).

Os Chernossolos e Vertissolos da Fazenda Aroeira (área 4) estão inseridos na unidade de mapeamento Aceguá no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973), composta por Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico (STRECK et al., 2008). Em IBGE (1986) eles fazem parte da unidade V4 (Associação Vertissolo cálcico com A chernozêmico + Brunizém Vértico + Solo Litólico eutrófico com A chernozêmico). Dessa forma, como nas outras áreas, os solos estudados se enquadram melhor no descrito por IBGE, que aponta a ocorrência tanto de Chernossolos como de Vertissolos. As características morfológicas, físicas e químicas (cores subsuperficiais pretas ou cinzento-escuras - caráter ebânico, e o A chernozêmico), por outro lado, também se enquadram no mostrado por Brasil (1973). O verificado no campo nativo nesse estudo, por sua vez, indica que a variação desses solos, de Vertissolo para Chernossolo, ocorre em pequena distância, constituindo esses um intergrade, ou seja, o Chernossolo é vertissólico e o Vertissolo é chernossólico, ambos com caráter ebânico. Importantes variações na textura e no caráter químico (bases mais ou menos altas em superfície), com reflexo no pH, porém são observadas.

Na tabela 11 são apresentados a média dos estoques COT do solo em kg m^{-2} até 50cm, com as respectivas proporções nas camadas de 0-5cm, 0-10cm e 0-20cm, nas áreas de eucalipto e de campo nativo nos solos estudados. No Apêndice A constam os valores de estoque por horizonte no perfil, e no caso do horizonte A por camada de 0-5cm, 5-10cm, e de 10cm até o próximo horizonte.

Tabela 11. Estoque de Carbono Orgânico Total (COT) e suas proporções em relação a camada 0-50 cm, em quatro tipos de solos em diferentes profundidades sob cobertura vegetal de eucalipto e campo nativo no bioma Pampa.

Tipo de solo*	Cobertura vegetal	Estoque COT					Proporção em relação ao total (0-50cm)		
		0-50cm	0-5cm	5-10cm	10-20cm	20-50cm	0-5cm	0-10cm	0-20cm
		kg m ⁻²					%		
RR	Eucalipto	7,55c	1,85bc	1,58cd	1,79d	2,33b	25	46	69
	Campo	7,79c	1,65c	1,25d	1,91cd	2,97b	22	38	62
PA	Eucalipto	7,82c	1,38c	1,18d	1,89cd	3,37b	18	33	58
	Campo	6,61c	1,58c	1,12d	1,68d	2,22b	24	41	66
RL	Eucalipto	10,21bc	2,78a	2,24a	3,31ab	1,88b	27	49	82
	Campo	8,95bc	2,63a	1,76bc	3,03abc	1,52b	30	50	85
MVE	Eucalipto	14,52a	2,93a	2,19ab	4,01a	5,39a	20	35	63
	Campo	12,29ab	2,32ab	1,78abc	2,79bcd	5,39a	20	34	57

*RR: Neossolo Regolítico, PA: Argissolo Amarelo, RL: Neossolo Litólico, MVE Chernossolo + Vertissolo Ebânico.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de DMS de Fisher ao nível de 5% de probabilidade em cada profundidade.

Observa-se na Tabela 11 que não ocorrem diferenças nos estoques de carbono de 0-50 cm entre os solos com cobertura de eucalipto e de campo nativo dentro de uma mesma área, porém com diferenças entre os solos. Sendo os estoques dos Chernossolos - Vertissolos mais elevados do que dos Neossolos Regolíticos e dos Argissolos, os Neossolos Litólicos apresentaram valores intermediários para o estoque de COT.

De maneira geral, os estoques de COT encontrados nas áreas do estudo estão de acordo com os dados do mapa mundial de estoque de COT de 0-50cm (em kg m⁻²) apresentado pelo Departamento de Agricultura dos EUA (NRCS, 2012) (Figura 7), com os solos das áreas 1, 2 e 3 (Neossolo Regolítico, Argissolos e Neossolo Litólico) na faixa de 4-8 kg m⁻² e os solos da área 4 (Chernossolos e Vertissolos) na faixa de 12-16 kg m⁻².

Estudos sobre a distribuição de carbono em camadas de 0-50 cm em diferentes solos no noroeste dos EUA (KERN et al., 1997) mostraram uma variação muito grande no estoque de COT. Os teores de COT, desconsiderando as subordens áquicas, variaram nos Mollisols na faixa de 3 a 15 kg m⁻², nos Vertisols entre 3 a 7 kg m⁻², nos Ultisols de 5 a 16 kg m⁻², nos Alfisols entre 4-11 kg m⁻² e nos Entisols entre 2 a 8 kg m⁻². Dessa forma, comparando os solos estudados com os do noroeste dos EUA, os Chernossolos - Vertissolos (Mollisols e Vertisols) e os Neossolos Litólicos e Regolíticos (Entisols) se enquadraram em uma faixa mais alta, entre 10-18 kg m⁻² e entre 6-12 kg m⁻², respectivamente, ao passo que os Argissolos

(Alfisols, os eutróficos, e Ultisol, o distrófico) apresentaram valores semelhantes, entre $5-9 \text{ kg m}^{-2}$ (Apêndices). Em outro estudo semelhante, no Canadá, em sete das nove ordens de solos, isto é, desconsiderando os solos orgânicos e gleissolos, na camada de 0-30 cm os estoques variaram em média entre 5 e 10 kg m^{-2} , e no perfil todo de $9-19 \text{ kg m}^{-2}$ (TARNOCAI, 1997), portanto, em faixas também semelhantes aos solos estudados. Por outro lado, estudos em solos da região tropical, em Alfisols da Nigéria (LAL, 1997) e em Argissolos de Rondônia - Brasil (NEILL et al., 1997), mostraram valores levemente inferiores, de $6-7 \text{ kg m}^{-2}$ nos alfisols da Nigéria e 4 e 6 kg m^{-2} , nos solos de floresta e pastagem com 81 anos, respectivamente, no Argissolo de Rondônia.

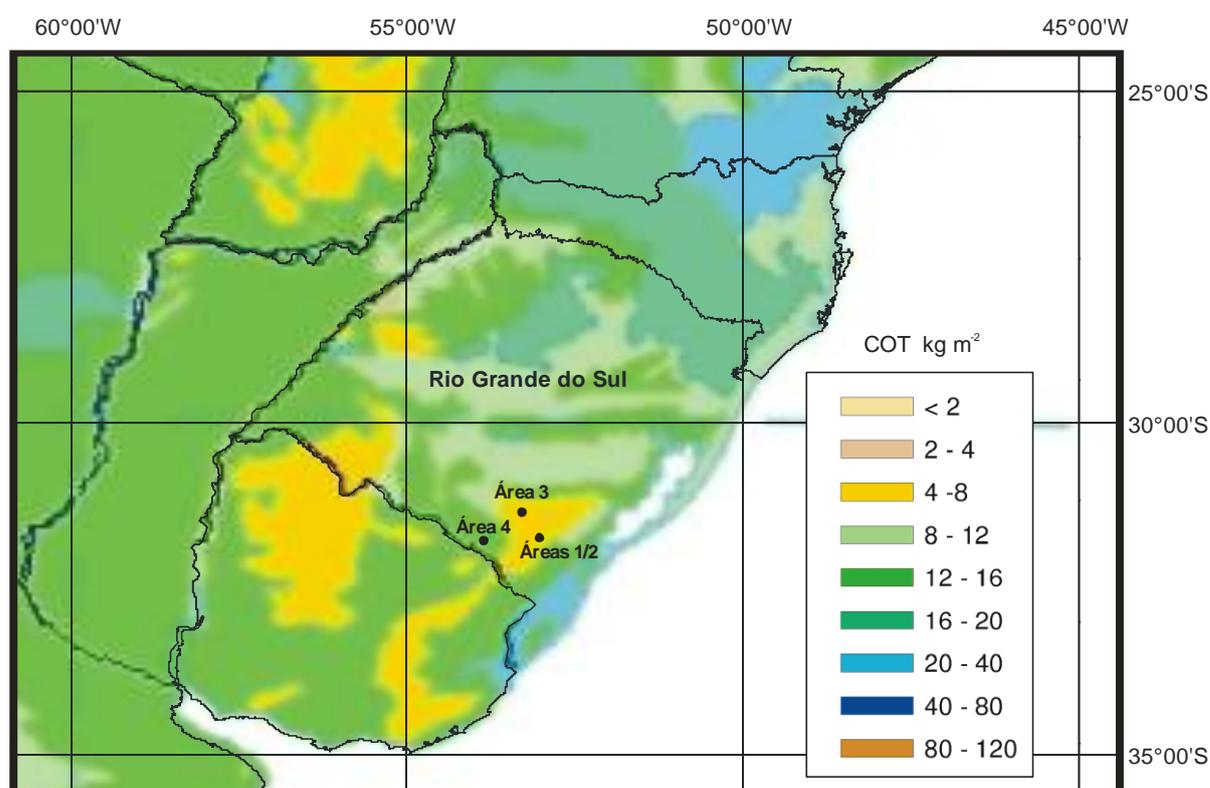


Figura 7. Estoque de carbono nos solos do Rio Grande do Sul, conforme o mapa de mapa mundial de estoque de carbono de 0-50cm (em kg m^{-2}) (adaptado de <http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/soc.html>).

Na camada de 0-5 cm também não se observaram diferenças entre as coberturas nos solos de uma mesma área. No entanto, em comparação com os estoques da profundidade de 0-50cm, os estoques de COT dos Neossolos Litólicos estão mais próximos dos Chernossolos - Vertissolos do que dos Neossolos Rególicos e Argissolos. Em média, essa camada concentra entre 18 e 30% do

estoques de COT até 50cm, com maiores concentrações no Neossolo Litólico (27 a 30%).

Na Tabela 11 são apresentadas também as proporções em relação a camada de 0-50 cm. A proporção em relação da camada de 0-5 cm variou entre 18% e 30% para os solos Argissolo Amarelo e Neossolo Litólico, respectivamente. West et.al., (2010), em um estudo sobre o estoque de carbono em solos nos EUA, com dois diferentes bancos de dados, encontrou dados de proporção relativa do estoque da camada de 0-5 cm em relação ao estoque até 100cm, uma proporção variando de 9-24% em uma fonte e de 13-28% em outra. A proporção dos estoques de carbono de 0-5cm nos solos estudados, dessa forma, se enquadra em uma faixa relativamente alta, quando comparados aos solos dos Estados Unidos.

Nos estoques de 5-10cm e, de forma menos pronunciada nos de 10-20cm, ainda se observa a tendência de maiores estoques nos Neossolos Litólicos e nos Chernossolos-Vertissolos do que nos Neossolos Regolíticos e Argissolos (Tabela 11). Nessas camadas, em contraste com a de 0-5cm, observaram-se diferenças estatísticas entre as coberturas, no Neossolo Litólico na de 5-10cm e no Chernossolo - Vertissolo na de 10-20cm. Essas diferenças, porém, podem não ser devidas ao tipo de cobertura, uma vez que coincidem com as algumas diferenças morfológicas entre os solos, com os horizontes A mais rasos em ambos os solos nas áreas de campo. A camada de 0-10cm concentrou de 33 a 50% do estoque até 50cm e a de 0-20cm de 57 a 85%, com as maiores concentrações observadas nos Neossolos Litólicos, em torno de 50% e acima de 80%, respectivamente.

Em relação ao estoque de COT na camada de 20-50cm, destacou-se um maior acúmulo nos Chernossolos – Vertissolos em relação aos demais. As cores escuras, praticamente pretas dos horizontes subsuperficiais desses solos (caráter ebânico), com teores de COT superiores a 10 mg kg^{-1} nos horizontes B refletem essa situação. Não se observaram diferenças entre tipo de cobertura vegetal em relação ao estoque de COT nessa camada para os diferentes solos.

5.2. Estoques de carbono e nitrogênio nas frações lábil e não lábil da MOS

Na tabela 12 encontram-se os dados de estoques de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e carbono associado aos minerais (CAM) e as relações COP/COT, CAM/COT nos quatro tipos de solos do bioma Pampa (Neossolo Regolítico, Argissolo Amarelo, Neossolo Litólico e Chernossolos/Vertissolos Ebânicos) de áreas com cultivo de eucalipto e campo nativo, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm.

Os estoques de COT não diferiram entre os tipos de cobertura (eucalipto e campo nativo) nos diferentes solos e em todas as camadas avaliadas (0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm). Entretanto, diminuíram com o aumento da profundidade, variando de 15,28 Mg ha⁻¹ a 30,12 Mg ha⁻¹ na camada 0-5 cm, de 11,32 Mg ha⁻¹ a 22,93 Mg ha⁻¹ na camada 5-10 cm e de 8,54 Mg ha⁻¹ a 20,85 Mg ha⁻¹ na camada 10-15 cm (Tabela 12). Em geral os maiores estoques de COT foram encontrados nos Chernossolos/Vertissolos Ebânicos e Neossolos Litólicos em comparação com os demais, provavelmente devido aos maiores teores de argila destes solos (Tabelas 7 e 9) e no caso do Chernossolo/Vertissolo à presença de argilas 2:1, com caráter ebânico.

Mendham et al. (2004), não observaram diferenças entre os estoques de COT em solos cultivados com eucalipto, pastagem e mata nativa, após 7-10 anos de implantação de eucalipto em áreas anteriormente ocupadas por pastagens na Austrália. Segundo esses autores o tempo transcorrido pode ter sido insuficiente em produzir possíveis alterações no C orgânico do solo pela mudança de uso.

Antunes (2007) ao estudar o estoque da MOS em áreas de florestamento de eucalipto com 13 e 20 anos em comparação com áreas de pastagens e mata natural de um Argissolo Vermelho na região de Butiá, RS, em condições edafoclimáticas bastante semelhantes, encontrou valores de 16,78 Mg ha⁻¹ na camada de 0-5 cm em cultivos de eucalipto com 13 anos, decrescendo a 8,13 Mg ha⁻¹ na camada de 5-10 cm. Na camada de 0-5 cm o estoque de COT foi similar aos encontrados neste estudo, enquanto que o tempo de cultivo seja de apenas 7 anos para o presente trabalho, no entanto o estoque de COT da camada de 5-10 cm do trabalho de Antunes foi inferior ao encontrado neste estudo.

Tabela 12. Estoques de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP), carbono associado aos minerais (CAM) e relações COP/COT, CAM/COT em quatro tipos de solos do bioma Pampa, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm. Média de três perfis.

Tipo de Solo*	Cobertura	COT	COP	CAM	COP/COT	CAM/COT
		----- Mg ha ⁻¹ -----			----- % -----	
0-5 cm						
RR	Eucalipto	20,73cd	5,57cd	15,17abc	27cd	73ab
	Campo	22,52bc	5,65cd	16,87abc	26d	75a
PA	Eucalipto	15,28d	3,74d	11,54c	25d	75a
	Campo	16,94cd	4,68d	12,26bc	28cd	72ab
RL	Eucalipto	28,27ab	7,63bc	20,63a	28cd	72ab
	Campo	28,82ab	10,37b	18,44ab	36bc	64bc
MVE	Eucalipto	30,12a	15,27a	14,85abc	51a	49d
	Campo	23,41abc	10,06b	13,35bc	44ab	56cd
5-10 cm						
RR	Eucalipto	18,53a	4,46b	14,07b	24bcd	76abc
	Campo	17,68ab	4,92b	12,76b	28bc	72bc
PA	Eucalipto	12,64bc	3,95b	8,69c	32b	68c
	Campo	11,32c	2,70b	8,62c	24bcd	76abc
RL	Eucalipto	22,93a	4,63b	18,30a	20cd	80ab
	Campo	21,15a	3,58b	17,57a	17d	83a
MVE	Eucalipto	22,89a	10,28a	12,61b	44a	56d
	Campo	18,20a	4,70b	13,50b	25bcd	75abc
10-15 cm						
RR	Eucalipto	15,39bc	2,38b	13,01a	16d	84a
	Campo	14,79bc	2,58b	12,20a	17d	83a
PA	Eucalipto	11,08cd	2,59b	8,48bc	23cd	77ab
	Campo	8,54d	2,12b	6,42c	26cd	74abc
RL	Eucalipto	18,02ab	7,52a	10,49ab	42a	58d
	Campo	17,43ab	5,71ab	11,72a	33abc	67bcd
MVE	Eucalipto	20,85a	8,24a	12,61a	37ab	63cd
	Campo	16,97ab	5,56ab	11,41a	32abc	68bcd

*RR: Neossolo Regolítico, PA: Argissolo Amarelo, RL: Neossolo Litólico e MVE: Chernossolo Vertissolo Ebânico.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de DMS de Fisher ao nível de 5% de probabilidade em cada profundidade.

O estoque de carbono da fração particulada (COP) do Chernossolo/Vertissolo Ebânico na área com eucalipto foi maior do que na área com campo nativo, nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm. Nos outros solos as coberturas vegetais não influenciaram os estoques dessa fração. No Chernossolo/Vertissolo, a vegetação nativa era mais desenvolvida do que os outros solos e com presença de pastagem de azevém. Como o eucalipto foi plantado diretamente sobre a vegetação nativa, resíduos desta podem ter se somado aos aportados pelo eucalipto, justificando as diferenças encontradas. Na camada de 10-15 cm não houve diferenças significativas nos estoques de COP entre as coberturas em cada solo (Tabela 12). De um modo geral, os valores apresentados para a fração lábil pelo Chernossolo/Vertissolo

Ebânico (MVE) e Neossolo Litólico em todas as camadas foram maiores em relação aos demais solos, refletindo a mesma tendência do COT.

Observa-se de maneira geral, com o aumento da profundidade os estoques da fração lábil tendem a diminuir, refletindo o predomínio do processo de adição de carbono jovem em superfície, tanto na floresta de eucalipto como no campo nativo, em detrimento da contribuição do sistema radicular para essa fração. Além disso, também pode ser explicado pelo grau de transformação do material depositado ou seja, na superfície existe maior quantidade de resíduo grosseiro, parcialmente decomposto (fração lábil) e, com o aumento da profundidade este resíduo tende a se transformar com um estágio maior de decomposição. Em sistemas conservacionistas os incrementos de MO ocorrem em superfície decorrente do acúmulo dos resíduos vegetais nos primeiros anos e em maiores profundidades com o decorrer do tempo (SANTOS; TOMM, 2003).

Corroborando com os valores do MVE observado neste estudo, Mendham et al. (2004) e Santos (2011) encontraram maior estoque de COP em solo sob eucalipto, comparativamente a pastagem ou campo nativo, indicando alto potencial desta cultura em depositar resíduos na superfície do solo, atribuindo essa diferença a natureza física e química da serrapilheira de eucalipto, oriundo principalmente de materiais grosseiros, sendo menos susceptível a fragmentação devido a quantidade de lignina e tanino. Por outro lado, em um argissolo da região de Butiá RS, não foram observadas diferenças nos estoques da fração lábil da MO entre áreas com eucalipto (13 anos), pastagem e mata, até a profundidade de 0-40cm (ANTUNES, 2007).

Moreira e Malavolta (2004) verificaram que a substituição da vegetação nativa da Amazônia Ocidental pelo cultivo do eucalipto reduziu em curto prazo os estoques de C da fração leve livre.

O estoque de carbono da fração associado aos minerais (CAM) não diferiu entre os tipos de cobertura vegetais nos diferentes solos e camadas avaliadas (Tabela 12), seguindo a mesma tendência do COT e evidenciando que o CAM é menos sensível do que o COP em detectar no curto prazo as alterações na matéria orgânica decorrentes do manejo do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005). Isto porque o CAM é a fração mais estável da MO do solo, compõe-se das frações de tamanho silte e argila (<53µm), constituídas de material orgânico mais humificado, altamente estabilizado como por exemplo, compostos orgânicos remanescentes do processo

de degradação mais lenta e produtos de origem microbiana, e concentram as maiores proporções da MO, basicamente por formar associações organominerais, que as preserva da decomposição (CONCEIÇÃO, 2006; DIEKOW, 2003; GREGORICH et al., 2006). Além disso, nos ambientes estudados (eucalipto e campo nativo) o manejo adotado ao longo dos sete anos foi semelhante, ou seja, caracterizado por pouca ação antrópica, e não revolvimento do solo.

Por outro lado, Santos (2011) ao avaliar as frações físicas da matéria orgânica em agroecossistemas de um Argissolo Vermelho de textura arenosa do bioma Pampa encontrou maiores estoques de CAM na camada de 0-7,5 cm em áreas de floresta de homogênea de eucalipto do que em áreas de campo nativo, porém com ambos valores menores aos encontrados no presente estudo.

Campanha et al. (2009) ao avaliar sistemas agroflorestais e cultivos tradicionais (área submetida ao desmatamento e queima e após cultivada com milho, área de cultivo intensivo com milho e feijão e depois em pousio) com área de vegetação natural de caatinga no semiárido brasileiro encontraram em áreas com vegetação natural estoques da fração CAM entre 13 a 19 Mg ha⁻¹, enquanto que áreas silvipastoris e agrosilvipastoris tiveram valores entre 16 a 18 Mg ha⁻¹ (camada de 0-5 cm), valores estes muito próximos aos encontrados neste estudo. Estes autores também constaram que as menores perdas nessa fração ocorreram nos sistemas silvipastoris e agrosilvipastoris em comparação a sistemas de cultivo tradicionais e vegetação natural, atribuindo isso a interação dessa fração com a fração mineral e a sua localização no interior dos microagregados favorecendo uma maior resistência desta à mineralização.

Entre solos, o Argissolo Amarelo (PA) apresentou estoques de CAM menores do que os demais solos nas camadas de 5-10 e 10-15cm e embora não diferindo estatisticamente na camada de 0-5cm os seus valores também foram menores. Isso pode ser explicado pelos menores estoques de COT encontrados nesse solo, uma vez que a fração CAM, por ocorrer em maior proporção (em média 74%), tende a refletir o comportamento do COT no solo. Além disso, esse solo possui menores teores de argila (Tabela 5).

Os quocientes COP/COT e CAM/COT indicam a importância relativa das frações lábil e estável sobre os estoques totais de carbono no solo (Tabela 12). A MO particulada é um importante compartimento por ser considerada fonte de energia para a biota do solo e por atuar como fonte de nutrientes às plantas, principalmente

o nitrogênio (GREGORICH; JANSEN, 1996) e a mudança de áreas naturalmente vegetadas para áreas intensamente cultivadas, pode resultar em perdas consideráveis da fração particulada, principalmente nos primeiros anos de cultivo, o que a torna um importante indicador das mudanças de manejo do solo (BAYER et al., 2004; CONCEIÇÃO et al., 2005; GREGORICH; JANSEN, 1996).

Neste estudo, a relação COP/COT fração lábil variou de 16% a 51%, com médias de 33%, 27% e 28% nas camadas de 0-5cm, 5-10 e 10-15 cm respectivamente (Tabela 12). Geralmente, em áreas intensamente cultivadas, a matéria orgânica da fração particulada é encontrada em menor proporção (3-20%) do COT, no entanto, pode haver um aumento nos teores desta fração em sistemas sem ou com menor revolvimento do solo e em condições climáticas menos favoráveis à decomposição (SILVA; MENDONÇA, 2007). No caso do presente estudo, os valores elevados obtidos para a relação COP/COT, justificam-se por serem as áreas avaliadas localizadas em regiões de clima temperado onde a decomposição é mais lenta e também, pela pouca ação antrópica e não revolvimento do solo nos sistemas avaliados.

A mudança das áreas de campo nativo para cultivo com eucalipto não alterou a relação COP/COT das camadas 0-5 cm e 10-15 cm nos diferentes solos. Somente na camada de 5-10 cm, essa relação foi maior na área de eucalipto (44%) em comparação ao campo nativo (22%), no Chernossolo/Vertissolo Ebânico, não havendo diferenças nos demais solos. Santos (2011) ao avaliar as proporções de COP/COT em um Argissolo Vermelho no bioma Pampa também encontrou valores semelhantes em áreas de eucalipto e áreas de campo nativo, na camada de 0-7,5 cm. No entanto, Mendham et al. (2004), estudando plantações de eucalipto com 14 anos, sob áreas de pastagens no sudoeste da Austrália observaram maior relação COP/COT em áreas de plantio de eucalipto (75%) do que sob pastagens (62%).

Quanto as diferenças entre solos, destaca-se a maior relação COP/COT no MVE sob eucalipto na camada 5-10 cm e o seu elevado valor absoluto, nas outras camadas, porém não diferindo estatisticamente de alguns solos, este fato pode ser atribuído a condição de drenagem moderada que esse solos apresentam, o que dificulta a decomposição da MO.

A relação CAM/COT variou de 49 a 84% com média de 67%, 73% e 72% nas camadas de 0-5cm, 5-10 e 10-15 cm respectivamente (Tabela12). Na camada de 0-5 cm não houve diferença significativa entre as coberturas estudadas sendo

observadas apenas diferenças entre solos, onde o Chernossolo/Vertissolo Ebânico apresentou menor relação CAM/COT do que os demais. Na camada de 5-10 cm, houve diferença significativa entre as coberturas apenas no Chernossolo/Vertissolo Ebânico, no qual a área de eucalipto apresentou menor relação CAM/COT (56%) do que a área de campo nativo (75%) e do que todos os demais solos. A menor relação nos estoques CAM/COT obtida neste solo justifica-se pela maior proporção de COP/COT do mesmo, já que a fração CAM é calculado por diferença. Na camada de 10-15 cm, assim como ocorrido na camada de 0-5 cm não houve diferenças significativas entre as coberturas estudadas nos diferentes solos.

Em relação ao perfil nota-se de maneira geral, que houve um aumento da relação CAM/COT com a profundidade, nas camadas de 5-10 cm e 10-15 cm, reflexo da redução da relação COP/COT nessas camadas.

Na tabela 13 encontram-se os dados de estoques de nitrogênio total (NT), nitrogênio particulado (NP) e nitrogênio associado aos minerais (NAM) e relações NP/NT, NAM/NT nos quatro tipos de solos do bioma Pampa (Neossolo Regolítico, Argissolo Amarelo, Neossolo Litólico e Chernossolos/Vertissolos Ebânicos) de áreas com cultivo de eucalipto e campo nativo, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm.

Quanto aos estoques de NT, à exceção do Chernossolo/Vertissolo Ebânico que apresentou maior estoque na área de eucalipto na camada de 0-5 cm, não houve diferenças significativas entre as coberturas para cada tipo de solo, em todas as profundidades avaliadas. De maneira geral com o aumento da profundidade os estoques de NT em cada solo diminuíram (Tabela 13). Antunes, (2007), também não observou diferenças nos estoques de NT, na camada de 0-5 cm ao comparar florestas de eucalipto (13 anos e 20 anos) com pastagem de braquiária e mata natural em um Argissolo no bioma Pampa, no entanto, constatou que na camada de 5-10 cm a e a pastagem obtiveram maior estoque de NT quando comparado a área de eucalipto, nas outras camadas até 60cm não encontrou diferenças nos estoques de NT entre os sistemas avaliados.

Rangel, (2007) ao estudar diferentes sistemas de uso e manejo de um Latossolo Vermelho em região tropical, também não observou diferenças nos estoques de NT entre áreas de eucalipto em comparação com mata nativa, no entanto com o aumento da profundidade os estoques de NT aumentaram em ambos sistemas.

Observa-se que na fração NP, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm houve diferença significativa entre as coberturas apenas no Chernossolo/Vertissolo Ebânico, onde a área de eucalipto apresentaram maiores estoques do que a áreas de campo nativo e também em relação aos demais solos. Nas camada de 10-15 cm não houve diferenças significativas entre as coberturas e entre solos (Tabela 13).

Tabela 13. Estoques de nitrogênio total (NT), nitrogênio particulado (NP), Nitrogênio associado aos minerais (NAM) e relações NP/NT, NAM/NT em quatro tipos de solos do bioma Pampa, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm. Média de três perfis.

Tipo de Solo*	Cobertura	NT	NP	NAM	NP/NT	NAM/NT
		----- Mg ha ⁻¹ -----			----- % -----	
0-5 cm						
RR	Eucalipto	1,51cde	0,40bc	1,12bc	27c	73a
	Campo	1,68bcd	0,47bc	1,21abc	29c	71a
PA	Eucalipto	1,18e	0,37c	0,81c	32bc	68ab
	Campo	1,23de	0,36c	0,86c	31bc	69ab
RL	Eucalipto	1,91abc	0,61bc	1,30ab	31bc	69ab
	Campo	2,25a	0,62bc	1,64a	27c	73a
MVE	Eucalipto	2,10ab	0,97a	1,14bc	46a	54c
	Campo	1,51cde	0,65b	0,86c	43ab	57bc
5-10 cm						
RR	Eucalipto	1,37abc	0,40b	0,97bc	30abc	70abc
	Campo	1,42ab	0,42b	1,00bc	30abc	70abc
PA	Eucalipto	0,98c	0,39b	0,59d	43a	57c
	Campo	1,00bc	0,31b	0,70cd	37ab	63bc
RL	Eucalipto	1,71a	0,27b	1,44a	16c	84a
	Campo	1,60a	0,27b	1,32ab	17c	83a
MVE	Eucalipto	1,72a	0,73a	0,98bc	42a	58c
	Campo	1,33abc	0,30b	1,02bc	23bc	77ab
10-15 cm						
RR	Eucalipto	1,11ab	0,42a	0,69abc	38abc	62abc
	Campo	1,02bc	0,43a	0,59bcd	43abc	57abc
PA	Eucalipto	0,93bc	0,43a	0,50cd	47ab	53bc
	Campo	0,64c	0,30a	0,34d	54a	46c
RL	Eucalipto	1,33ab	0,53a	0,80abc	41abc	59abc
	Campo	1,35ab	0,35a	1,00a	26c	74a
MVE	Eucalipto	1,50a	0,59a	0,90ab	37abc	63abc
	Campo	1,23ab	0,37a	0,86ab	29bc	71ab

*RR: Neossolo Regolítico, PA: Argissolo Amarelo, RL: Neossolo Litólico e MVE: Chernossolo Vertissolo Ebânico.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de DMS de Fisher ao nível de 5% de probabilidade em cada profundidade.

A fração do nitrogênio associada aos minerais (NAM) não foi influenciada pela cobertura nos solos estudados nas camadas avaliadas. Assim como CAM as alterações nessa fração são pouco sensíveis ao manejo e difíceis de se perceber em um curto espaço de tempo (Tabela 13).

A relação NP/NT variou de 16% a 54%, com médias de 33%, 30% e 39% nas camadas de 0-5cm, 5-10 e 10-15 cm respectivamente (Tabela 13). Maior diferença nas proporções, foram observadas no Chernossolo/Vertissolo Ebânico na camada de 5-10 cm da área de eucalipto com maior valor (42%) em relação campo nativo (23%). Assim como observado para a proporção COP/COT, destacam-se nas camadas de 0-5cm e 5-10 a maior relação NP/NT obtida no MVE sob eucalipto em comparação aos demais solos, indicando que ocorreu um maior aporte de resíduos jovens na superfície deste solo que nos demais.

A relação NAM/NT também diferiu apenas na camada de 5-10 cm do Chernossolo/Vertissolo Ebânico, no entanto com comportamento inverso, ou seja maior proporção ocorre na área de campo (77%) em relação ao eucalipto (58%), reflexo do comportamento da relação NP/NT (Tabela 13).

Em função da distribuição do carbono nas frações físicas da MOS, sendo a fração grosseira (COP) considerado o compartimento da fração lábil e a fração associada aos minerais (CAM) a fração não lábil, calculou-se os índices de estoque de carbono (IEC) e manejo de carbono (IMC) para as áreas com eucalipto na a profundidade de 0-15 cm (Tabela 14), usando o campo nativo foi considerado como área de referência. O IMC é um indicador de qualidade do manejo do solo, onde um valor de 100% indica um manejo semelhante ao da área de referência, com manutenção dos estoques de C nos compartimentos lábil e total (VERGUTZ et al.,2010). Valores menores do que 100 significa que está havendo perda nesses compartimentos em comparação a área de referência.

Tabela 14. Índice de estoque de carbono (IEC), índice de labilidade (IL) e índice de manejo do carbono (IMC), na profundidade 0-15 cm*. Média três perfis.

Tipos de solos	IEC	IL	IMC
Neossolo Regolítico	0,99	0,93	92
Argissolo Amarelo	1,06	1,03	109
Neossolo Litólico	1,03	0,97	100
Chernossolo-Vertissolo Ebânico	1,26	1,59	200

Tratamento= Eucalipto e Referência=Campo Nativo;

IEC = COT tratamento / COT referência;

L = COP/ CAM;

IL = L tratamento / L referência;

IMC= IEC x IL x 100;

* Valores calculados pela soma dos estoques das camadas 0-5, 5-10 e 10-15cm.

Com exceção do Neossolo Regolítico que apresentou um índice de manejo de carbono de 92, os demais solos apresentaram índices igual ou superior a 100, indicando que o sistema do cultivo de eucalipto não alterou os estoques de MOS e a qualidade desses solos, havendo inclusive uma expressiva melhora no manejo, no caso do Chernossolo -Vértico Ebânico que apresentou IMC igual a 200 (Tabela 14). Esse valor se justifica em razão da alta labilidade da MO (IL) e do maior IEC deste solo, resultante da maior proporção de COP/COT e dos maiores valores de COT nas áreas com eucalipto do que na áreas de referência (campo nativo).

Campanha, et. al. (2009) ao avaliar sistemas agroflorestais (agrossilvipastoril e silvipastoril), cultivos anuais tradicionais e vegetação natural de caatinga no semiárido brasileiro encontraram maiores valores de IMC em áreas de agrosilvipastoril (106,78%) e áreas silvipastoril (78,31%), cultivo intensivo em pousio (69,08%), vegetação natural 1 e 2 (78,25 e 90,36% respectivamente) e tradicionais 1 e 2 (77,43 e 43,77% respectivamente). Estes autores relacionaram os resultados com a variabilidade espacial encontrada nesses sistemas, como declividade e curvatura do terreno que podem influenciar no transporte, nas perdas e aumentos de nutrientes e MOS.

5.3. Análises Microbiológicas nas camadas de 0-5 e 5-10 cm

Na tabela 15 encontram-se os dados referentes a liberação de CO₂ na atividade microbiana (RBS) estoque de carbono da biomassa microbiana (Cmic), quociente metabólico (qCO₂), teor de carbono orgânico do solo (COT) e relação Cmic/COT nos quatro tipos de solos do bioma Pampa (Neossolo Regolítico, Argissolo Amarelo, Neossolo Litólico e Chernossolos/Vertissolos Ebânicos) de áreas com cultivo de eucalipto e campo nativo, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm.

A liberação de CO₂ pela atividade microbiana não diferiu estatisticamente entre o eucalipto e o campo nativo assim como tipo de solo com valores que variaram entre 0,26 a 0,38 µg CO₂ h⁻¹g⁻¹ na camada de 0-5 cm (Tabela 15). Esse fato se deve, provavelmente, às condições ambientais semelhantes nos solos estudados. A atividade dos microrganismos esta muito relacionada com a quantidade de carbono incorporada ao solo, nos ambientes estudados (campo nativo e eucalipto) independente do tipo de solo o aporte de carbono foi semelhante, ou seja, a incorporação dos resíduos se deu de forma natural sem interferência antrópica. No entanto os valores encontrados na camada de 5-10 cm foram um pouco menores na faixa de 0,15 a 0,31 µg CO₂ h⁻¹g⁻¹. Isto entretanto era esperado, visto que com o aumento da profundidade no solo a atividade microbiológica diminui. Contudo, nessa camada, houve diferença entre coberturas, sendo maiores os valores nas áreas de campo nativo do Neossolo Regolítico e Argissolo, e nas áreas de eucalipto dos solos Neossolo Litólico e Chernossolo-Vertissolos Ebânicos.

O carbono assimilado pela biomassa microbiana do solo (Cmic) apresentou diferenças significativas entre as coberturas do solo Neossolo Regolítico (Tabela 15). Nos demais solos as diferenças não foram significativas. Mesmo assim, os maiores estoques de Cmic com cobertura de eucalipto foram nos solos Neossolo Regolítico e Neossolo Litólico com 604,85 e 800,65 mg kg⁻¹ respectivamente, enquanto que no campo nativo o maior estoque de Cmic foi encontrado no Argissolo Amarelo, com 894,71 mg kg⁻¹. Os Chernossolo e Vertissolos são solos com uma alta fertilidade química com elevada quantidade de argila do tipo 2:1, e, portanto, tendem a acumular mais COT e água em decorrência da interação argilo - matéria orgânica, que provavelmente contribuiu para uma maior atividade microbiológica e conseqüentemente maior teor de Cmic. Na camada de 5-10 cm com exceção do Argissolo Amarelo houve um decréscimo nos teores de Cmic. O aumento nas

concentrações de Cmic do Argissolo Amarelo pode ser explicado pelo incremento de argila ocorrido nesta camada (Tabela 5) cerca de 104 g kg^{-1} .

Um maior teor de argila no solo contribui para uma maior absorção de compostos orgânicos, água e nutrientes proporcionando também maior capacidade tampão de acidez, o que protege os microrganismos contra ação de predadores (SMITH; PAUL, 1990).

Tabela 15. Liberação de CO_2 na atividade microbiana (RBS), estoque de carbono da biomassa microbiana do solo (Cmic), quociente metabólico ($q\text{CO}_2$), teor de carbono orgânico total do solo (COT), relação Cmic/COT do solo, sob coberturas vegetais de eucalipto e campo nativo nas camadas de 0-5 e 5-10cm do bioma Pampa.

Tipo de Solo*	Cobertura	RBS	Cmic	$q\text{CO}_2$	COT	Cmic/COT
		$\mu\text{g CO}_2\text{h}^{-1}\text{g}^{-1}$	mg kg^{-1}	$\times 10^{-3}$	g kg^{-1}	%
0-5 cm						
RR	Eucalipto	0,31a	604,85c	0,50ab	30,87cd	1,95bcd
	Campo	0,26a	463,96cd	0,65ab	32,21bcd	1,43d
PA	Eucalipto	0,38a	537,47cd	0,74a	23,95d	2,23bc
	Campo	0,36a	800,65abcd	0,50ab	28,39d	2,75b
RL	Eucalipto	0,36a	894,71abc	0,49ab	43,77a	2,00bcd
	Campo	0,32a	679,24bcd	0,46ab	37,99abc	1,78cd
MVE	Eucalipto	0,37a	1141,12a	0,32b	42,89ab	2,72b
	Campo	0,31a	1055,83ab	0,30b	26,77d	3,99a
5-10 cm						
RR	Eucalipto	0,15b	572,63c	0,28b	24,05b	2,38cd
	Campo	0,23ab	256,90d	0,78a	23,23bc	1,11d
PA	Eucalipto	0,18b	679,99bc	0,29b	17,14cd	4,01bc
	Campo	0,20ab	894,20ab	0,22b	14,25d	7,00a
RL	Eucalipto	0,22ab	714,87bc	0,33b	31,59a	2,30cd
	Campo	0,19b	777,27abc	0,25b	28,18ab	2,76cd
MVE	Eucalipto	0,31a	999,95a	0,32b	28,68ab	3,59bc
	Campo	0,16b	867,60ab	0,19b	16,88cd	5,29ab

*RR: Neossolo Regolítico, PA: Argissolo Amarelo, RL: Neossolo Litólico e MVE: Chernossolo Vertissolo Ebânico.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de DMS de Fisher ao nível de 5% de probabilidade em cada profundidade.

Observa-se na camada de 0-5 cm que não houve diferenças significativas entre as áreas eucalipto e áreas de campo nativo nos valores do quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) nos solos Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico e Chernossolo-Vertissolos Ebânicos. O maior valor de $q\text{CO}_2$ encontrado nesta camada (0,74) foi na área de eucalipto do Argissolo Amarelo, justamente onde o ambiente foi mais acidificado ($\text{pH } 4,82$, $\text{Al}^{+++} 1,34 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $\text{H}^+ 4,89 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $m=22,82\%$, Tabela 6). Em relação ao tipo de solo com exceção dos Chernossolo-Vertissolos Ebânicos, com valores mais baixos, não houve diferenças significativas. Um baixo $q\text{CO}_2$ indica

economia na utilização de energia pelos microorganismos e supostamente reflete um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio (SAKAMOTO; OBO, 1994). Na camada de 5-10 cm apenas a área de campo nativo do Neossolo Regolítico apresentou maior valor de qCO_2 , de 0,78, não havendo diferenças entre áreas de campo nativo e eucalipto nos outros solos (Tabela 15).

Os teores de COT encontrados referente à cobertura vegetal, na camada de 0-5 cm, não diferiram significativamente entre áreas do Argissolo Amarelo e Neossolo Litólico. O solo Neossolo Regolítico da área de campo nativo apresentou maior teor de COT com $32,21 \text{ g kg}^{-1}$ entretanto, os Chernossolos-Vertissolos Ebânicos tiveram maiores teores de COT em áreas de eucalipto com $42,89 \text{ g kg}^{-1}$. O maior teor foi observado no Neossolo Litólico não diferindo, porém do Chernossolo-Vertissolo Ebânico provavelmente devido quantidade alta de argila encontrada em ambos em relação aos demais (Tabela 9). A argila é responsável por dar maior proteção e estabilidade à MOS preservando-a da biodegradação (VOLKOFF et al., 1984) promovendo com isto, um efeito indireto na biomassa microbiana pelo aumento da quantidade de substrato para o metabolismo dos microorganismos (JENKINSON; RAYNER, 1977; VAN VEEN et al., 1987). Na camada de 5-10 cm como já esperado houve um decréscimo relevante entre os teores de COT encontrados em relação à superfície, no entanto, não demonstrando diferenças significativas entre tipos de cobertura nos Neossolo Regolítico e Neossolo Litólico havendo maiores teores nas áreas de eucalipto no Argissolo Amarelo e Chernossolo-Vertissolo Ebânico com valores $6,81$ e $9,81 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente, acima das áreas de campo nativo (Tabela 15).

A relação C_{mic}/COT na camada de 0-5 cm diferiu entre o tipo de cobertura apenas nos Neossolo Regolítico e Chernossolo-Vertissolo Ebânico sendo a área de eucalipto com maior relação (1,95%) no Neossolo Regolítico e a área de campo nativo com maior teor no Chernossolo-Vertissolo Ebânico (3,99%). De maneira geral, percebe-se que na camada de 5-10 cm que essa relação aumenta com destaque nas áreas de campo nativo dos Argissolo Amarelo (7%) e Chernossolo-Vertissolo Ebânico (5,29%) provavelmente reflexo da fertilidade química e V% bastante elevada (Tabela 9). Segundo Catelan e Vidor (1992) essa relação permite acompanhar, de forma mais rápida, as perturbações sofridas pelo desequilíbrio ecológico e variações no total da MOS, ocasionadas pelo manejo do solo, pois reage com maior rapidez do que os parâmetros físico-químicos. D'Andréa et al. (2002)

obtiveram, em estudos com sistemas de produção comparados com campos nativos, valores da relação C_{mic}/COT (%) variando de 1,52 a 8,10. Alvarenga et al. (1999) verificaram valores menores desta relação, variando de 1,34 a 3,08, em estudos do solo sob diferentes manejos. Já Jenkinson e Ladd (1981) consideram normais valores da relação C_{mic}/COT entre 1 e 4 %, sendo estes dependentes de clima, pH, sistemas de cultura, preparo do solo e quantidade e qualidade do aporte de resíduos ao solo (LUTZOW et al., 2002). Por esse motivo, a relação C_{mic}/COT não deve ser analisada isoladamente como um indicador da qualidade e da recuperação da MOS.

Na tabela 16 encontram-se os dados referentes ao teor de nitrogênio microbiano da biomassa microbiana (N_{mic}), teor de nitrogênio total (NT) e relações N_{mic}/NT e COT/NT nos quatro tipos de solos do bioma Pampa (Neossolo Regolítico, Argissolo Amarelo, Neossolo Litólico e Chernossolos/Vertissolos Ebânicos) de áreas com cultivo de eucalipto e campo nativo, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm.

Em relação ao nitrogênio microbiano (N_{mic}) não houve diferenças entre as coberturas e o tipo de solo. Na camada de 0-5 cm, na área de campo nativo destacou-se o solo Argissolo Amarelo ($10,80 \text{ mg kg}^{-1}$) com maior valor em relação à área de eucalipto. Na área de eucalipto o Neossolo Regolítico teve maior valor de N_{mic} ($5,83 \text{ mg kg}^{-1}$) em relação a áreas de campo nativo porém não houve diferenças estatísticas entre as coberturas. Na camada de 5-10 cm com exceção do Argissolo Amarelo que aumentou sua concentração na área de eucalipto e o Neossolo Litólico que se manteve com a mesma concentração na área campo nativo, os demais diminuíram suas concentrações em relação à camada superficial, e não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 16).

Nos teores de nitrogênio total do solo (NT) da camada de 0-5 cm, observa-se diferenças significativas em relação ao tipo de cobertura apenas no Chernossolo-Vertissolo Ebânico, com maiores valores ($3,88 \text{ g kg}^{-1}$) em áreas de eucalipto, não havendo diferenças quanto aos demais solos. Quanto ao tipo de solo, o Chernossolo-Vertissolo Ebânico e Neossolo Litólico obtiveram os maiores valores de NT em relação aos demais. Na camada de 5-10 cm a exceção da área de campo nativo Chernossolo-Vertissolo Ebânico com menor valor ($1,70 \text{ g kg}^{-1}$), não houve diferenças significativas. De maneira geral, com o aumento da profundidade o valor de NT manteve-se no Argissolo Amarelo. No Neossolo Regolítico da área de campo nativo houve uma diminuição ($0,6 \text{ g kg}^{-1}$) e permanecendo em torno de 0,8 a $1,1 \text{ g kg}^{-1}$ abaixo nos Neossolo Litólico e Chernossolo-Vertissolo Ebânico respectivamente

(Tabela 16). Gama-Rodrigues, (1997) trabalhando com coberturas florestais no sul da Bahia não encontrou diferenças significativas nos teores de COT e NT, no entanto C e N da biomassa microbiana variaram significativamente entre as coberturas estudadas.

Tabela 16. Teor de nitrogênio microbiano da biomassa microbiana (Nmic), nitrogênio total (NT) e relações Nmic/NT, Cmic/Nmic e COT/NT do solo sob coberturas vegetais de eucalipto e campo nativo nas camadas de 0-5 e 5-10cm do bioma Pampa.

Tipo de Solo*	Cobertura	Nmic mg kg ⁻¹	NT g kg ⁻¹	Nmic/NT %	Cmic/Nmic	COT/NT
0-5 cm						
RR	Eucalipto	5,83cd	2,68bc	0,22de	113,52ab	11,53a
	Campo	2,59d	2,50c	0,10e	260,30a	12,90a
PA	Eucalipto	6,05cd	1,91c	0,33cd	93,06b	12,75a
	Campo	10,80b	2,28c	0,50bc	78,10b	12,42a
RL	Eucalipto	4,65cd	3,49ab	0,13de	192,42ab	12,55a
	Campo	7,67bc	3,47ab	0,22de	110,63ab	10,98a
MVE	Eucalipto	22,90a	3,88a	0,60b	50,40b	11,10a
	Campo	26,90a	2,49c	1,13a	39,10b	10,92a
5-10 cm						
RR	Eucalipto	4,97d	2,70ab	0,19c	184,05b	9,57ab
	Campo	3,67d	1,89bc	0,21c	75,73b	12,63a
PA	Eucalipto	11,34bc	2,09abc	0,60b	60,49b	8,68ab
	Campo	7,13cd	2,02abc	0,37bc	137,10b	8,11b
RL	Eucalipto	2,48d	2,73ab	0,09c	618,75a	11,58ab
	Campo	7,35cd	2,33abc	0,32bc	114,74b	12,11ab
MVE	Eucalipto	16,74ab	2,78a	0,64b	64,43b	10,28ab
	Campo	18,58a	1,70c	1,12a	47,81b	10,11ab

*RR: Neossolo Regolítico, PA: Argissolo Amarelo, RL: Neossolo Litólico e MVE: Chernossolo Vertissolo Ebânico.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de DMS de Fisher ao nível de 5% de probabilidade em cada profundidade.

Quanto à relação Nmic/NT na camada de 0-5 cm houve diferença significativa apenas entre coberturas no Chernossolo-Vertissolo Ebânico sendo a área de campo nativo com maior relação (1,13%) os demais solos não apresentaram diferenças. Na camada de 5-10 cm de maneira geral a relação Nmic/NT se manteve como ocorrido na camada superficial com destaque novamente do Chernossolo-Vertissolo Ebânico. A relação Nmic/NT assim como Cmic/COT expressa à eficiência da biomassa em imobilizar N e C de acordo com a qualidade nutricional da MOS (Tabela 16). Em solos com pouca adição de resíduo ou resíduo de baixa qualidade nutricional os microrganismos encontram-se sob estresse, tornando incapazes de utilizar totalmente o N e o C orgânico (WARDLE, 1993).

A relação C_{mic}/N_{mic} na camada de 0-5 cm não mostrou diferenças entre os tipos de cobertura dos solos estudados, quanto ao tipo de solo o Neossolo Litólico apresentou uma maior relação não diferindo, porém dos demais solos. Na camada de 5-10 cm apenas a área de eucalipto do Neossolo Litólico se destacou apresentando considerável relação em relação aos demais.

Na relação COT/NT na camada de 0-5 cm não houve diferenças entre o tipo de cobertura assim como entre os tipos de solos estudados com valores entre 10,92 a 12,90. Na camada de 5-10 cm de maneira geral, os valores mantiveram-se a baixo dos valores encontrados na superfície com valores entre 8,11 a 12,63 não havendo diferença entre as coberturas estudadas como ocorrido na camada superficial. Rangel & Silva, 2007 não encontraram diferenças significativas entre as relações COT/NT em áreas de mata nativa e eucalipto nas camadas de 0-5 e 0-10 cm em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo na região de Minas Gerais. Para solos de regiões tropicais não revolvidos existe equilíbrio na relação COT/NT em torno de 10 a 15/1 (STEVENSON, 1994).

Para Wardle (1992), atributos químicos e variáveis macroclimáticas (como precipitação pluvial) considerados em conjunto são quase sempre capazes de explicar a variação global da atividade e dos teores de C e N da biomassa microbiana, especialmente em solos florestais.

6. CONCLUSÕES

1. O cultivo do eucalipto no bioma Pampa após sete anos não alterou os estoques totais de carbono (COT) no perfil do solos avaliados, em comparação as áreas com campo nativo. Os estoques totais de carbono na camada de 0-50cm diferem entre os solos, decrescendo na seqüência Chernossolo/Vertissolo > Neossolo Litólico > Argissolo Amarelo = Neossolo Regolítico, sendo que de 57 a 85% destes, se concentram na camada de 0-20cm.
2. Em comparação ao campo nativo, o cultivo do eucalipto após sete anos somente alterou o estoque da fração lábil de carbono e nitrogênio (COP e NP) do Chernossolo-Vertissolo Ebânico (MVE), aumentando-as nas camadas de 0-5 e 5-10cm. A fração de carbono e nitrogênio associada aos minerais (CAM e NAM) manteve-se inalterada pelo cultivo do eucalipto em todos os solos.
3. A distribuição do COT e NT nas frações lábil (COP/COT e NP/NT) e na fração estável (CAM/COT e NAM/NT) somente foi modificada pelo cultivo do eucalipto, no Chernossolo-Vertissolo Ebânico (MVE), na camada 5-10 cm, onde a proporção do carbono e nitrogênio lábil aumentou em 76% e 83%, respectivamente em comparação ao campo nativo.
4. Com exceção do Neossolo Regolítico que apresentou um índice de manejo de carbono de 93, os demais solos apresentaram índices iguais ou superiores a 100, indicando que o sistema do cultivo de eucalipto não reduziu os estoques de matéria orgânica e a qualidade desses solos.
5. O processo de deposição e decomposição de resíduos vegetais decorrentes do primeiro cultivo do eucalipto não alterou a atividade microbiana do solo em comparação ao campo nativo. De modo geral, o cultivo de eucalipto não afetou a biomassa microbiana, com exceção do carbono microbiano na camada de 5-10 cm do Neossolo Regolítico.

6. REFERÊNCIAS

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, “**Anuário Estatístico**”, 2012.

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, “**Anuário Estatístico**”, 2010.

AGUIAR, M. I. de; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. de Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p.270-278, 2006.

ALVARENGA, M.I.N.; SIQUEIRA, O.S.; da VIDE, A.C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.23, n.3, p.617-625, 1999.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of ecophysiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Cambridge, v.22, p.251–255, 1990.

ANDREUX, F. Humus in World Soils. In: PICCOLO, A. (Ed.) **Humic Substances in Terrestrial Ecosystems**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p.45-100.

ANTUNES, L. D. **Estoques e labilidade da material orgânica em um sistema de produção de eucalipto**. 2007. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ARAÚJO, E.L. Diversidade de herbáceas na vegetação da caatinga. *In* **Desafios da Botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal** (E.A.G. Jardim, M.N.C. Bastos & J.U.M. Santos, eds.). Sociedade Brasileira de Botânica, Belém, p.82-84, 2003.

BALDOCK, J. A.; OADES, J. M.; WATERS, A. G.; PENG, X.; VASSALLO, A.M.; WILSON, M. A. Aspects of the chemical structure of soil organic materials as revealed by solid-state C¹³ NMR spectroscopy. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v.16, p.1-42, 1992.

BARDGETT, R.D.; SAGGAR, S. Effect of heavy metal contamination on the short-term decomposition of labeled (¹⁴ C) in a pasture soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, p. 727- 733, 1994.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEIREDO, S.R. & KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **R. Bras. Ci. Solo**, v.29 p.715-724, 2005.

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. 1996. 240f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2004, 39, p.677-683.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PILLON, C. N.; SANGOI, L. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. **Soil Science Society of America Journal**, v.65, p.1473-1478, 2001.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C. et al. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in Southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.54, p. 101-109. 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; ERNANI, P. R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. **Soil and Plant**, v.238, p.133-140, 2002.

BINKOWSKI, P. **Conflitos ambientais e significados sociais em torno da expansão da silvicultura de eucalipto na “metade sul” do Rio Grande do Sul**. 212p. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento Rural - Faculdade de Ciências Econômicas) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BLAIR, S.N.; KOHL III, H.W.; BARLOW, C.E.; PAFFENBARGER, R.S.; GIBBONS, L.W.; MACERA, C.A. Changes in physical fitness and all-cause mortality. **JAMA**. v. 273, p. 1093-1098, 1995.

BLAKE, G.R., HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A, ed. **Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods**. Madison: ASA, 1986. p.363-375.

BOLDRINI, I. I.; FERREIRA, P. M. A.; ANDRADE, B. O.; SCHNEIDER, A. A.; SETUBAL, R. B.; TREVISAN, R.; FREITAS, E. M. 2010. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre Ed. Palotti 64p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife : convênio MA/DPP – SA/ DRNR, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.56, p.777-783, 1992.

CAMPANHA, M.M.; NOGUEIRA, R. S.; OLIVEIRA, T.S.; TEXEIRA, A.S.; ROMERO, R. S. Teores e estoques de carbono no solo de sistemas agroflorestais e tradicionais no semiárido brasileiro. **Circular técnica 42**, on line, ISSN 1676-7667 dez, 2009.

CAMPOS, S., SILVA, M., PIROLI, E.L., CARDOSO, L.G. & BARROS, Z.X.. Evolução do uso da terra entre 1996 e 1999 no município de Botucatu-SP. **Engenharia Agrícola 24**:211-218, 2004.

CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.2, p. 125-132, 1992.

CHOMENKO, L. Rio Grande do Sul, Brasil: Um estado multifuncional. *Revista IHU*, São Leopoldo, UNISINOS, Instituto Humanitas. Disponível em: <http://www.unisinos.br/_ihu/index.php?option=com_noticias&Itemid=18&task=detalhe&id=11749>. Acesso em: 19 jan. 2008.

CHRISTENSEN, B.T. Carbon in primary and secondary organomineral complexes. In: **Structure and organic matter storage in agricultural soils**. Boca Raton: CRC Lewis, 1996. p.97-165.

CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. **Advances in Soil Science**, New York, v.20, p.1-90, 1992.

CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 52, p.345-353, 2001.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005.

CORNEJO, J.; HERMOSÍN, M. C. Interaction of Humic Substances and Soil Clays. In: PICCOLO, A. (Ed.) Humic substances in terrestrial ecosystems. Amsterdam: **Elsevier**, 1996. p.595-624.

COSTA, F. S. de; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. Aumento de matéria orgânica num Latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.587-589, mar-abr, 2004.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.26, n.4, p.913-923, 2002.

DALAL, R.C.; MAYER, R.J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland, II. Total organic carbon and

its rate of loss from the soil profile. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.24, p.281-292, 1986.

DEMOLINARI, M. S. M.; **Transferência do carbono de resíduos da colheita de eucalipto para frações da matéria orgânica do solo**. 2008. 64p. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. 2008. Carbono, nitrogênio e fósforo da biomassa microbiana do solo. p. 263-276. *In.*: Santos, G. de A.; Silva, L.S. da; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2ª. edição revisada e atualizada. Metrópole, Porto Alegre, RS, Brasil.

DIEKOW, J. **Estoque e qualidade da matéria orgânica do solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema plantio direto**. 2003. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo-Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

DOMSCH, K.H.; INSAN, H. Relationshipbetweensoilorganiccarbonand microbial biomassonchronosequencesofreclamation sites. **Microbial. Ecology.**, v.15, p.177-188, 1988.

DORAN, J.W. Soil quality and sustainability. *In*: **Proceedings of the XXVI Brazilian Congress of Soil Science**, Rio de Janeiro, Brazil, 20–26 July 1997.

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, SSSA, 1994. p.1-20. (Special, 35)

DUXBURY, J.M.; SMITH, M.S.; DORAN, J.M. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. *In*: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: University of Hawaii, p.33-67, 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1999, v.23, p. 991-996.

FIBRIA – Fibria Celulose S.A. **Negócios Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.fibria.com.br/web/pt/negocios/floresta/riogrande.htm> Acesso em: 15 mai. 2012.

FILHO, S.P.V. **Microbiota e sua atividade em uma cronossequência sob sistema plantio direto**: Esalq, 1999.65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

FITZSIMMONS, M.J.; PENNOCK, D.J.; THORPE, J. Effects of deforestation on ecosystem carbon densities in central Saskatchewan, Canada. **Forest Ecology and Management**, v.188, p.349-361, 2003.

FRANZLUEBBERS, A.J., ARSHAD, M.A. Particulate organic carbon content and potential mineralization as affected by tillage and texture. **Soil Science Society of America Journal** 61 (5), 1382–1386, 1997.

GAMA-RODRIGUES, A. C. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solos tabuleiros da Bahia, Brasil**. 1997. 107f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:393-901, 2005.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & BARROS, N.F. Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio de solos sob diferentes coberturas florestais **R. Bras. Ci. Solo**, 21:361-365, 1997.

GARAY, I; KINDEL, A; CARNEIRO, R; FRANCO, A. A; BARROS, E; ABBADIE, L. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.705-712, 2003.

GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, **Soil Science Society of America**, 1986. p.383-411. (Agronomy Series, 9).

GLASER, B.; BALASHOV, E.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G. AND ZECH, W. Org **Geochem**. 2000, 31, 669-678.

GOLCHIN, A.; OADES, J. M.; SKJEMSTAD, J.O. et al. Study of free and occluded particulate organic matter in soils by solid state ¹³C CP/MAS NMR spectroscopy and scanning electron microscopy. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 32, p. 285-309, 1994.

GOLCHIN, A.; OADES, J.M.; SKJEMSTAD, J.O. & CLARKE, P. Soil-structure and carbon cycling. **Austr. J. Soil Res.**, 32:1043-1068, 1994.

GREGORICH, E.G. & JANZEN, M.H. Storage of soil carbon in the light fraction and macro organic matter. In: CARTER, M.R. & STEWART, B.A., eds. Advances in soil

science. Structure and organic matter storage in agricultural soils. Boca Raton, CRC Lewis, 1996.p.167-385.

GREGORICH, E.G.; BEARE, M.H.; MCKIM, U.F.; SKJEMSTAD, J.O. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. **Soil Science Society of America Journal**, v.70, p.975-985, 2006.

GRISI, B.M. Biomassa e atividade de microrganismos do solo: revisão metodológica. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 10, n. 1, p.1-22, 1995.

GUGGENBERGER, G., W. ZECH AND R.J. THOMAS. Lignin and carbohydrate alteration in particle-size separates of an oxisol under tropical pastures following native savanna. **Soil Biol. Biochem.**, 27: 1629-1638, 1995.

GUO, L.B.; GIFFORD, R.M. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. **Global Change Biology**, v.8, p.345-360, 2002.

HASENACK, H. Campos gaúchos estão ameaçados. Jornal da Universidade, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/biociencias/imagens/P%2005%20-%20Atualidade.pdf>> Acesso em: 05 jun. 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169> Acesso em: 05 jun. 2009.

IBGE. **Levantamento de recursos naturais do projeto RadamBrasil**. Folha SH.22. Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e Si. 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986. 796p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Bioma do Brasil. 2006. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169>. Acesso em: 10 ago. 2010.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **J. Soil Water Conser.**, 55:69-78, 2000.

JACKSON, R.B.; BANNER, D.L.; JOBBÁGY, E.G.; POCKMAN, W.T. & WALL D.H. Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands. **Nature** 418:623-626, 2002.

JASTROW, J.D. Soil aggregate formation and the accrual of paniculate and mineral-associated organic matter. **Soil Biol. Biochem.** 28: 665-676, 1996.

JENKINSON D. S. AND RAYNER J. H. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments. **Soil Science** 123, 298-303, 1977.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A.; Ladd J.N (eds). **Soil biochemistry**. Marcel Deker, p.425-471, 1981.

KAISER, K.; BENNER, R. Determination of amino sugars in environmental samples with high salt content by high-performance anion-exchange chromatography and pulsed amperometric detection. **Analytical Chemistry**, v.72, p.2566-2572, 2000.

KARLEN, D.L.; WOLLWHAUPT, N.C.; ERBACH, D.C.; BERRY, E.C.; SWAN, J.L.; JORDAHL, J.L.; Crop residue effects on soil quality following 10-years of no-till corn. **Soil Tillage Residue**, V. 31, p 149-167, 1994.

KERN, J.S.; TURNER, D.P.; D.R.F. Spatial of Soil Organic Carbon Pool Size in the Northwestern United States. In: Lal, R.; Kimble, J.M.; Follett, R.F.; Stewart, B.A. **Soil Process and Carbon Cycle**. Boca Raton, Florida. 1997. 3: 29-43.

KÖGEL-KNABNER, I. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. **Soil Biology and Biochemical**, v.34, p.139-162, 2002.

KROLOW, D. da R.V. **Estabilidade da matéria orgânica à oxidação com permanganato de potássio em solos do sul do Rio Grande do Sul**, 43p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Pelotas, 2005.

KUZYAKOV, Y.; DOMANSKI, G. Carbon input by plants into the soil. Review. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v.163, n. 4, p. 421-431, 2000.

LADD, E. F., DEANE, J. R., SANDERS, D. B., & WYNN-WILLIAMS, C. G. 1993, ApJ, 419, 186

LAL, R. Land Use and Soil Management Effects on Soil Organic Matter Dynamics on Alfisols in Western Nigeria In: Lal, R.; Kimble, J.M.; Follett, R.F.; Stewart, B.A. **Soil Process and Carbon Cycle**. Boca Raton, Florida. 9: 109-126, 1997.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 301p. 1996.

LOEFFELMANN, K. L; MARTENS, D. A. Improved accounting of carbohydrate carbon from plants and soils. **Soil Biology and Biochemical**, v.34, p.1393-1399, 2002.

LÜTZOW M. von, LEIFELD, J., KAINZ M., KOGEL-KNABNER I., MUNCH J. C. Indications for soil organic matter quality in soils under different management. **Geoderma**, v. 105, p. 243–258, 2002.

MACHADO, A. **Sistema de análise estatística para Windows (Winstat)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2001.

MAIA, L.C., SILVEIRA, N.S.S. & CAVALCANTE, U.M.T. Interaction between arbuscularmycorrhizal fungi and root pathogens. In **Handbook of microbial biofertilizers** (M.K. Rai, org.). The Haworth Press Inc, New York, p.325-352. 2006.

MARCHIORI JÚNIOR, M. & MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, p.1177-1182, 2000.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas: Myrtales**. Santa Maria. Ed. da UFSM, 304p,1997.

MARTIN-NETO, L.; ANDRIULO, A.E.; TRAGHETTA, D.G. Effects of cultivation on ESR spectra of organic matter from soil size fractions of a Mollisol. **Soil Science**, Baltimore, v.157, p.365-372, 1994.

MENDHAM, D.S.; HEAGNEY, E.C.; CORBEELS, M.; O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S.; McMURTRIE, R.E. Soil particulate organic matter effects on nitrogen availability after afforestation with *Eucalyptus globulus*. **Soil Biology Biochemistry**, v.36, p.1067-1074, 2004.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, p.1-8, 1999.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; SILVA L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2Ed. Porto Alegre: Metrópole, p.1-4, 2008.

MÖLLER, A.; KAISER, K.; ZECH, W. Lignin, carbohydrate, and amino sugar distribution and transformation in the tropical highland soils of northern Thailand under cabbage cultivation, *Pinus* reforestation, secondary forest, and primary forest. **Australian Journal of Soil Research**, v.40, p.977-998, 2002.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1103-1110, 2004.

NEILL ET AL, C.; CERRI,C.C.; MELILLO, J.M.; FEIGL, B.J.; STEUDLER, P.A.; MORAES, J.F.L.; PICCOLO, M.C. Stocks and Dynamics of Soil Carbon Following Deforestation for Pasture in Rondônia. In: Lal, R.; Kimble, J.M.; Follett, R.F.; Stewart, B.A. **Soil Process and Carbon Cycle**. Boca Raton, Florida. 2: 9-28, 1997.

NEVES, C. M N das; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, set.out., 2004.

NICOLOSO, R. D. S. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto**. Santa Maria, 2005. 150 p. Dissertação(Mestrado em Ciência do Solo) – Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

NICOLOSO, R. da S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M.E.; GIRARDELLO, V.C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1723-1734, 2008.

NRCS - NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Soil Organic Carbon Map**. Disponível em: <http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/soc.html>. Acesso em 27 fev. 2012.

PAULETTO, E. A. **Manual de Laboratório: determinação de atributos físicos do solo**. Pelotas, 1997, 59p.

PEGORARO, R. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; e FONSECA, S. Fenóis derivados da lignina, carboidratos e aminoaçúcares em serapilheira e solos cultivados com eucalipto e pastagem. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.359-370, 2011.

PFENNING, L., EDUARDO, B.P., CERRI, C.C. Os métodos da fumigação-incubação e fumigação-extração na estimativa da biomassa microbiana de solo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 16, 31–37, 1992.

PILLON, C.N., SANTOS, D.C., LIMA, C.L.R., ANTUNES, L.O. Carbono e nitrogênio de um Argissolo Vermelho sob floresta, pastagem e mata nativa. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.3, p.447-453, 2011.

PILLON, C.N. **Alterações no conteúdo e qualidade da matéria orgânica do solo, induzidas por sistemas de cultura em plantio direto**, 232p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PILLON, C.N. Manejo da matéria orgânica do solo. In: **Noções sobre produção de leite**. Pelotas: EMBRAPA – CPACT, 2006. p.41-49.

PILLON, C.N.; MIELNICZUK, J.; MARTIN NETO, L. **Ciclagem da matéria orgânica em sistemas agrícolas**. Pelotas – RS. EMBRAPA – CPACT, Documentos 125, 2004.

POST, W. M., KWON, K. C. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. **Global Change Biol.** 6: 317-327, 2000.

PROMESO - PROGRAMA DE SUSTENTABILIDADE DE ESPAÇOS SUB-REGIONAIS. **Dados sobre a região Metade Sul do Rio Grande do Sul**. Disponível em: [198<http://www.integracao.gov.br/programas/programasregionais/index.asp?are_a=spr_promeso>](http://www.integracao.gov.br/programas/programasregionais/index.asp?are_a=spr_promeso). Acesso em: 29 ago. 2010.

RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1609-1623, 2007.

RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A.; GUIMARÃES, P.T.G; MELO, L.C.A.; JUNIOR, A.C.de O. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 32, p.2051-2059, 2008.

RASSE, D.P., DIGNAC, M.F., BAHRI, H., RUMPEL, C., MARIOTTI, A., CHENU, C. Lignin turnover in an agricultural field: from plant residues to soil-protected fractions. **European Journal of Soil Science** 57, 530–553, 2006.

REEVES, D.W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil&TillageResearch**, Amsterdam, v.43, p.131-167, 1997.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa-MG: Folha de Viçosa, p. 265-301, 1990.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O.de A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica, Dourados – MS: Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Solos, 86p. 2002.

SANTOS, D. C. **Frações físicas e qualidade da matéria orgânica em agroecossistemas do Bioma Pampa**. 141p. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas . 2011.

SANTOS, V.B.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; PAULETTO, E.A; GOMES, A.S; SILVA, G. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, p.333-338, 2004.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E.J; RODRIGUES, I. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG v27 p791-798, 2003.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in a tropical oxissol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. *Soil Science*, Baltimore, v. 162, n. 11, p. 795-807, 1997.

SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. **Matéria orgânica do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.275-374. 2007.

SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p.275-374. 2007.

SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.477-486, 2003.

SILVEIRA, R. J C. da **Correlação geopedológica em solos de área do Batólito Pelotas**. 146p. Doutorado (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2006.

SIX, J.; ELLIOT, E.T.; PAUSTIAN, K. Aggregate and organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. **Soil Sci Soc Am J**, v.63, p.1350-1358, 1999.

SMITH, J. L. & E. A. PAUL. The significance of soil microbial biomass estimations. p. 357-396. In J. M. Bollag, & G. Stotzky, (Eds.). **Soil Biochemistry**. Vol. 6. Marcel Dekker, New York. 367 p., 1990.

SOUZA, I.M.Z. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo em áreas reflorestadas comparadas ao campo e mata nativa no planalto dos campos gerais, SC**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Lages, 55p. Universidade do Estado de Santa Catarina. 2005.

SOUZA, W.J.O. & MELO, W.J. Matéria orgânica em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.1113-1122, 2003.

STEVENSON, F.J. Humus chemistry: Genesis, composition, reaction. New York, Wiley Interscience, 443p. 1994.

STEVENSON, J.F. Humus chemistry, gênese, composition, reactions. 2ed. New York, John Wiley, 496p. 1994.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, **American Society of Agronomy**, v.2. p.1550-1570. 1965.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Emater/RS – UFRGS, 126 p. 2002.

SUHAS, P. J. M. C.; CARROTT, M. M. L. R. Lignin - from natural adsorbent to activated carbon: A review. **Bioresource Technology**, v.98, p.2301-2312, 2007.

TARNOCAI, C. The Amount of Organic in Various Soil Orders and Ecological Provinces in Canada. In: Lal, R.; Kimble, J.M.; Follett, R.F.; Stewart, B.A. **Soil Process and Carbon Cycle**. Boca Raton, Florida. 6: 81-92. 1997.

TEDESCO, M.J.; BOHNEN H.; VOLKWEISS S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos – UFRGS, 174 p. 1995.

TISDALL, J.M. & OADES, L.M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **J. Soil Sci.**, 33:141-163, 1982.

van VEEN, J.A.; LADD, J.N.; MARTIN, J.K. & AMATO, M. Turnover of carbon, nitrogen and phosphorus through the microbial biomass in soils incubated with ^{14}C , ^{15}N and ^{32}P labeled bacterial cells. **Soil. Biol. Biochem.**, 19:559-565, 1987.

VANCE, E.D. & BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, p. 703-707, 1987.

VERGUTZ, L. et al. Mudanças na matéria orgânica do solo causada pelo tempo de adoção de um sistema agrossilvopastoril com eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.34, p.34-43, 2010.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, dez. 2007.

VOLKOFF, B.; CERRI, C.C.; MELFI, J.A. Húmus e mineralogia dos horizontes superficiais de três solos de campo de altitude dos Estados de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.3, p.277-283, 1984.

VEZZANI, F. M., MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V. 33, p. 743-755, 2009.

WALKER, J.; REUTER, D.J. Indicators of catchment health: a technical perspective Melbourne: CSIRO, 174p. 1996.

WARDLE, D.A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biol. Rev.**, 67:321-358, 1992.

WARDLE, D.A. Changes in the microbial biomass and metabolic quotient during leaf litter succession in some New Zealand forest and scrubland ecosystem. **Funct. Ecol.**, 7:346-355, 1993.

WARDLE, D.A.; HUNGRIA, M. A biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. Microorganismos de importância agrícola. Brasília: EMBRAPA-CNPAP. p.195-216. 1994.

WEST, L.T.; WALTMAN, S.W.; WILLS, S.; REINSCH, T.G.; BENHAM, E.C.; SMITH, C.S. FERGUSON, R. Soil Carbon Stocks in the U.S.: Current Data and Future Inventories *Proc. of Int. Workshop on Evaluation and Sustainable Management of Soil Carbon Sequestration in Asian Countries*. Bogor, Indonesia Sept. 28-29, 2010.

APÊNDICES

PERFIL 1**Localização:** Fazenda Ferrara – município de Piratini – 31°44'04,9"S, 53°00'55,0"W (WGS84) **Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO REGOLITICO Distro-úmbrico léptico, textura média com cascalho / média muito cascalhenta**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 12% **Altitude:** 169m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ligeira **Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5			0,0	104,5	895,5	544,0	225,6	230,4	73,0	68,33	0,98	1,17
		5-10	10 YR 3/2	10 YR 4,5/2	0,0	118,2	881,8	575,0	194,4	230,6	84,5	63,36	0,84	1,42
		10-15			0,0	133,3	866,7	556,5	210,5	233,0	93,6	59,83	0,90	1,48
AC		15-22/28	10 YR 2/2	10 YR 4,5/2	0,0	339,0	661,0	492,0	232,8	275,2	94,8	65,56	0,85	1,34
AC/CR		22/28-50/60	*		46,5	596,8	356,8	567,0	177,7	255,3	116,6	54,31	0,70	1,44
CR		50/60-65+												

*Var. 10 YR 2,5/2, 10 YR 5/6 e 10 YR 8/2

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,29	4,00	4,90	1,96	0,33	0,06	7,25	0,29	5,87	13,42
	5,07	3,80	4,07	1,65	0,41	0,13	6,25	0,77	5,54	12,57
	5,10	3,85	4,19	1,39	0,39	0,09	6,06	0,97	5,44	12,48
AC	5,09	3,83	4,19	1,24	0,40	0,11	5,94	1,26	5,81	13,01
AC/CR	5,20	3,76	3,77	1,26	0,34	0,13	5,51	1,94	4,77	12,21

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	35,87	1,88	58,26	54,06	3,89	6,55
	24,28	1,52	54,49	49,72	11,02	3,96
	23,29	1,49	53,55	48,60	13,80	3,25
AC	17,75	1,57	47,27	45,67	17,52	2,17
AC/CR	12,68	1,63	47,84	45,07	26,08	1,81

PERFIL 2**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°44'04,6"S, 53°00'55,0"W (WGS84) **Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Eutro-úmbrico típico, textura média com cascalho / média muito cascalhenta**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 12% **Altitude:** 169m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ligeira **Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5			0,0	81,0	919,0	540,0	219,2	240,8	102,0	57,64	0,91	1,14
		5-10	10 YR 2,5/2	10 YR 3,5/2	0,0	125,9	874,1	514,5	227,5	258,0	128,2	50,32	0,88	1,50
		10-10/15			7,3	222,1	770,6	506,0	232,3	261,7	142,8	45,43	0,89	1,38
AC		10/15-18/22	10 YR 2/2	10 YR 3,5/2	0,0	425,1	574,9	492,0	221,4	286,6	155,8	45,66	0,77	1,50
AC/CR		18/22-40/48	*		0,0	551,1	448,9	496,5	202,6	300,9	169,0	43,85	0,67	1,44
CR		40/48-55+												

*Var. 10 YR 2/2 10 YR 8/3 e 10 YR 7/4

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,35	4,15	6,86	2,18	0,47	0,12	9,63	0,29	9,33	19,25
	5,24	3,90	5,49	1,80	0,25	0,13	7,67	1,16	6,55	15,38
	5,18	3,79	5,59	1,77	0,31	0,12	7,79	1,66	7,45	16,90
AC	5,33	3,86	4,82	1,38	0,28	0,10	6,58	1,17	6,27	14,02
AC/CR	5,45	4,07	6,88	2,26	0,23	0,11	9,48	1,50	5,72	16,70

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	35,04	1,84	79,96	50,02	2,94	9,58
	27,47	1,80	59,64	49,85	13,17	4,51
	20,86	0,55	64,57	46,09	17,60	5,83
AC	18,07	1,17	48,91	46,94	15,05	5,42
AC/CR	14,26	2,77	55,50	56,75	13,69	8,31

PERFIL 3**Localização:** Fazenda Ferrara – município de Piratini – 31°44'04,3"S, 53°00'55,0"W (WGS84) **Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO REGOLITICO Eutro-úmbrico léptico, textura média cascalhenta / média muito cascalhenta**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 12% **Altitude:** 169m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ligeira **Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)		Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³			
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A	0-5	10 YR 3/2	10 YR 3,5/2	0,0	140,1	859,9	529,5	201,9	268,6	101,0	62,39	0,75	1,18
	5-10			0,0	208,7	791,3	579,0	186,7	234,3	107,0	54,32	0,80	1,36
AC	10-15	*	10 YR 3/2	40,7	381,7	577,6	509,5	232,2	258,3	148,6	42,49	0,90	1,20
AC/CR	15-20/25			180,8	484,1	335,0	536,0	195,8	268,2	139,2	48,09	0,73	1,63
CR/AC	20/25-50+	**		44,3	536,4	419,2	519,5	205,6	274,9	146,4	46,74	0,75	1,37

*Var. 10YR 2/2 e 10 YR 8/3 **Var. 10 YR 8/3 e 10 YR 2/2

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,35	4,13	6,54	2,18	0,46	0,13	9,32	0,39	6,27	15,98
	5,15	3,89	4,33	1,47	0,26	0,11	6,17	0,97	8,25	15,39
AC	5,32	3,84	6,38	1,74	0,17	0,08	8,37	1,59	7,50	17,45
AC/CR	5,23	3,88	5,88	1,63	0,16	0,17	7,85	1,17	6,66	15,68
CR/AC	5,30	3,92	6,61	1,89	0,10	0,19	8,80	1,31	4,46	14,57

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	35,92	1,82	59,50	58,28	4,06	10,10
	26,30	1,42	65,67	40,11	13,54	5,76
AC	24,14	0,84	67,57	47,96	15,94	7,10
AC/CR	19,87	0,81	58,46	50,06	12,97	4,72
CR/AC	9,83	1,55	53,00	60,39	13,00	6,48

PERFIL 4**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°44'04,8"S, 53°00'56,6"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO REGOLITICO Eutro-úmbrico léptico, textura média cascalhenta / média muito cascalhenta**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 12%**Altitude:** 170m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ligeira **Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5			0,0	149,5	850,5	654,5	157,4	188,1	68,4	63,64	0,84	1,46
		5-10	10 YR 2,5/2	10 YR 4/2	0,0	201,3	798,7	628,0	170,2	201,8	315,4	0,00	0,84	1,49
		10-15			0,0	176,9	823,1	615,5	164,3	220,2	99,4	54,87	0,75	1,39
AC		15-20	10 YR 2/1	10 YR 3/2	0,0	230,4	769,6	544,5	186,7	268,8	147,6	45,08	0,69	1,61
AC/CR		20-28/35			18,7	509,7	471,5	576,5	169,3	254,2	121,2	52,33	0,67	1,45
CR/AC		28/35-50+	*		0,0	359,2	640,8	565,5	163,8	270,7	113,0	58,24	0,61	1,54

*Var. 10 YR 2,5/2, 10 YR 6/6 e 10 YR 8/3

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,36	4,27	5,23	1,59	0,25	0,12	7,19	0,30	4,58	12,08
	5,30	4,02	3,80	1,12	0,20	0,12	5,25	0,69	4,10	10,03
	5,21	3,91	3,81	1,18	0,12	0,07	5,17	1,26	5,13	11,56
AC	5,19	3,90	4,22	1,25	0,10	0,08	5,64	1,17	5,29	12,10
AC/CR	5,46	3,92	4,81	1,64	0,10	0,15	6,70	1,51	4,91	13,13
CR/AC	5,57	3,94	5,73	2,14	0,08	0,16	8,12	1,81	4,97	14,90

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	23,26	1,44	64,20	59,57	4,00	3,72
	19,95	1,19	49,71	52,32	11,56	3,65
	18,98	1,09	52,52	44,73	19,56	5,04
AC	17,43	1,08	45,04	46,63	17,21	3,46
AC/CR	11,98	0,94	51,63	51,06	18,39	1,14
CR/AC	10,14	1,85	55,06	54,50	18,19	1,89

PERFIL 5**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°44'04,7"S, 53°00'56,8"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO REGOLITICO Eutro-úmbrico léptico, textura média cascalhenta / média muito cascalhenta**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 12%**Altitude:** 170m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ligeira **Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	10 YR 2/2	10 YR 3,5/2	0,0	147,4	852,6	530,5	234,7	234,8	108,2	53,90	1,00	1,28
		5-13/15	10 YR 2/2	10 YR 3,5/2	29,0	231,8	739,2	572,5	198,5	229,0	162,7	28,95	0,87	1,44
A/CR		13/15-25/37	*	10 YR 3,5/2	35,0	371,5	593,6	555,5	182,8	261,7	92,4	64,69	0,70	1,47
AC/CR		25/37-50+	**		0,0	595,8	404,2	538,0	178,8	283,2	145,7	48,55	0,63	1,50

*Var. 10 YR 2/2, 10 YR 6/6 e 10 YR 8/3 **Var. 10 YR 8/3, 10 YR 6/6 e 10 YR 2/1

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,43	4,39	8,01	2,28	0,47	0,15	10,91	0,20	5,49	16,60
	5,45	4,24	5,82	1,67	0,35	0,12	7,97	0,20	5,43	13,59
A/CR	5,45	4,10	5,72	1,52	0,13	0,10	7,48	0,69	5,29	13,46
AC/CR	5,48	4,05	5,40	1,57	0,12	0,16	7,26	1,30	5,32	13,88

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	38,79	2,12	70,69	65,72	1,77	8,98
	29,42	2,82	59,35	58,60	2,45	5,77
A/CR	20,54	3,05	51,43	55,58	8,42	0,37
AC/CR	18,70	2,15	49,01	52,30	15,22	0,93

PERFIL 6**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°44'04,6"S, 53°00'57,1"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A chernozêmico textura média cascalhenta / média muito cascalhenta**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 12%**Altitude:** 170m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ligeira **Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	10 YR 2,5/2	10 YR 3,5/2	0,0	458,4	541,6	556,0	235,1	208,9	92,2	55,88	1,13	1,26
		5-10	10 YR 2,5/2	10 YR 3,5/2	0,0	415,0	585,0	561,5	225,5	213,0	127,4	40,16	1,06	1,24
		10-15/20	10 YR 2,5/2	10 YR 3,5/2	89,9	534,2	375,9	594,0	149,2	256,8	167,8	34,66	0,58	1,22
AC/CR		15/20-32/38	*		0,0	439,7	560,3	621,5	242,2	136,3	136,3	0,00	3,24	1,40
CR		32/38-55+												

*Var. 10 YR 2/2, 10 YR 6/6 e 10 YR 8/2

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	6,31	5,50	11,82	2,09	0,53	0,18	14,63	0,10	2,41	17,14
	5,78	4,79	9,18	1,70	0,53	0,20	11,61	0,10	3,96	15,66
	5,61	4,62	8,72	1,69	0,66	0,18	11,25	0,11	4,83	16,18
AC/CR	5,78	4,60	8,99	1,88	0,31	0,14	11,32	0,10	4,22	15,64

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	41,10	1,40	82,06	85,35	0,67	17,21
	27,35	0,99	73,54	74,11	0,85	13,38
	26,28	0,90	63,03	69,49	0,95	14,25
AC/CR	17,12	2,35	175,25	72,39	0,85	10,71

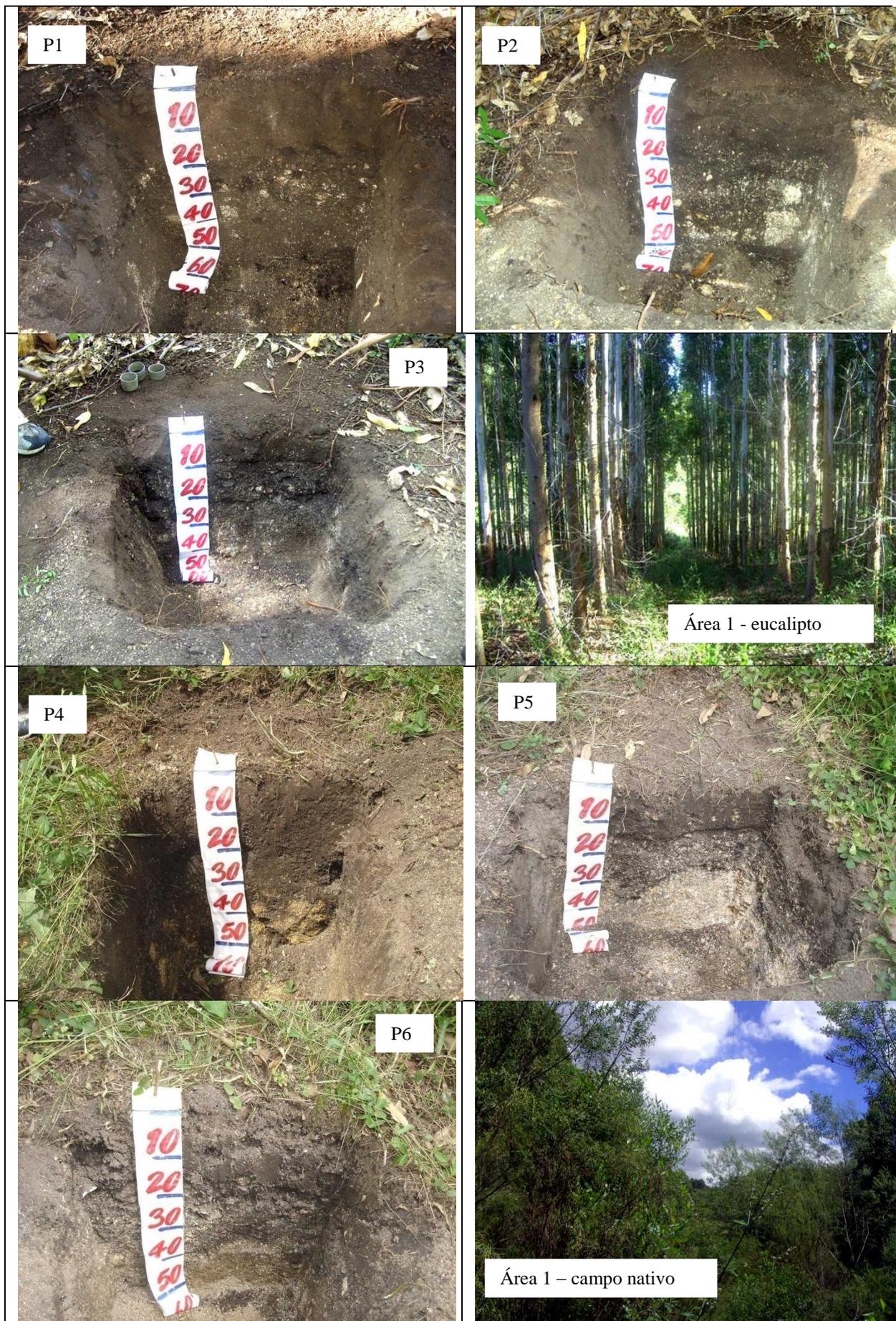


Figura 8. Perfis coletados na área 1, com cobertura de eucalipto (P1, P2, P3) e de campo nativo (P4, P5, P6)

PERFIL 7**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°43'58,2"S, 53°02'40,4"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** ARGISSOLO AMARELO Eutrófico típico, A moderado textura média com cascalho / argilosa com cascalho**Situação e declividade:** trincheira em situação de topo, com declividade de 4%**Altitude:** 212m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ausente **Pedregosidade:** ligeira**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)		Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp.	Grau de	Argila	Densidade			
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	em água	floculação		Mg m ⁻³			
							(g kg ⁻¹)	(%)					
A	0-5			0,0	103,5	896,5	516,0	251,6	232,4	75,6	67,47	1,08	1,23
	5-10	7,5YR 4/3	7,5YR 4/3	0,0	133,5	866,5	508,0	253,6	238,4	86,9	63,56	1,06	1,38
	10-20			18,2	173,8	807,9	479,0	279,7	241,3	96,2	60,11	1,16	1,35
AB	20-28	7,5YR 4/3,5	7,5YR 4/4	190,4	251,1	558,5	426,0	252,6	321,4	181,9	43,40	0,79	1,59
B	28-55+	7,5YR 5/6		0,0	131,8	868,2	317,0	204,1	478,9	294,5	38,51	0,43	1,52

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,99	4,13	4,51	1,92	0,29	0,06	6,78	0,49	5,64	12,91
	4,81	3,73	1,82	1,15	0,31	0,07	3,35	0,69	5,42	9,46
	4,81	3,71	1,86	1,08	0,28	0,10	3,31	2,06	3,40	8,77
AB	4,90	3,78	2,70	1,50	0,22	0,12	4,54	1,98	4,05	10,58
B	5,19	3,91	3,34	1,99	0,23	0,16	5,72	1,40	3,40	10,51

Horizonte	C org.	C org.	T	V	m	P
	(g kg ⁻¹)	(kg m ⁻²)	argila	(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)
A	31,07	1,71	55,55	52,54	6,76	5,67
	18,20	1,09	39,68	35,40	17,18	1,85
	17,01	1,86	36,35	37,72	38,43	1,10
AB	11,76	0,61	32,90	42,91	30,42	0,78
B	8,33	1,47	21,95	54,39	19,64	1,11

PERFIL 8**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°43'58,2"S, 53°02'40,8"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico, A moderado textura média com cascalho / argilosa com cascalho**Situação e declividade:** : trincheira em situação de topo, com declividade de 4% **Altitude:** 212m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ausente **Pedregosidade:** ausente**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)		Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³			
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina					Areia	Silte	Argila
A1	0-5	10 YR 4/3	10 YR 4/3	0,0	142,8	857,2	523,5	251,1	225,4	84,7	62,42	1,11	1,23
	5-14			0,0	128,5	871,5	500,5	268,1	231,4	74,6	67,75	1,16	1,54
A2	14-20	10 YR 4/4	10 YR 5/4	0,0	128,2	871,8	493,0	269,0	238,0	93,6	60,68	1,13	1,55
AB	20-30	7,5 YR 4/4		0,0	156,7	843,3	461,0	234,2	304,8	160,1	47,47	0,77	1,60
B	30-45+	7,5 YR 5/6		0,0	82,8	917,2	278,0	184,9	537,1	260,9	51,43	0,34	1,60

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A1	4,72	3,80	3,11	1,27	0,35	0,11	4,85	1,37	4,95	11,16
	4,52	3,62	1,30	0,74	0,21	0,05	2,29	2,61	3,12	8,01
A2	4,73	3,70	2,41	1,23	0,16	0,03	3,84	2,60	2,88	9,31
AB	4,93	3,73	2,26	1,25	0,19	0,19	3,89	2,35	3,10	9,34
B	4,86	3,83	3,54	1,95	0,13	0,06	5,68	3,38	2,69	11,75

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A1	23,56	1,24	49,51	43,42	22,03	1,64
	20,03	2,42	34,63	28,57	53,23	1,80
A2	15,51	1,26	39,11	41,21	40,37	0,56
AB	10,52	1,42	30,64	41,60	37,72	0,76
B	7,92	2,32	21,88	48,34	37,29	1,35

PERFIL 9**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°43'58,0"S, 53°02'40,8"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado textura média com cascalho / argilosa**Situação e declividade:** : trincheira em situação de topo, com declividade de 4% **Altitude:** 212m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ausente **Pedregosidade:** ausente**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	7,5 YR 4/3,5	10 YR 5/4	0,0	118,3	881,7	503,5	259,2	237,3	107,0	54,89	1,09	1,18
		5-10	7,5 YR 4/3,5	10 YR 5/4	0,0	152,2	847,8	520,5	218,8	260,7	125,3	51,95	0,84	1,43
		10-15	7,5 YR 4/3,5	10 YR 5/4	0,0	170,1	829,9	489,5	258,8	251,7	122,2	51,47	1,03	1,46
AB		15-23	7,5 YR 3/4	7,5 YR 5/4	0,0	253,3	746,7	534,5	198,2	267,3	124,8	53,31	0,74	1,38
BA		23-30	7,5 YR 4/4		0,0	60,4	939,6	392,5	147,7	459,8	245,3	46,65	0,32	1,65
B		30-45+	7,5 YR 4,5/6		0,0	61,3	938,7	331,5	88,1	580,4	352,6	39,25	0,15	1,65

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,75	3,63	1,58	1,22	0,36	0,11	3,26	2,14	4,08	9,48
	4,58	3,57	0,47	0,69	0,21	0,04	1,41	3,41	2,44	7,27
	4,76	3,56	0,54	0,71	0,16	0,10	1,51	3,10	2,60	7,21
AB	4,64	3,60	1,11	0,93	0,13	0,07	2,23	3,22	3,13	8,58
BA	5,13	3,71	2,37	1,44	0,17	0,08	4,05	3,38	3,31	10,75
B	5,21	3,84	3,20	1,84	0,23	0,12	5,39	3,53	3,72	12,65

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	22,66	1,18	39,96	34,41	39,66	0,75
	18,20	1,10	27,87	19,41	70,76	1,63
	14,20	0,86	28,63	20,90	67,28	0,58
AB	12,31	1,01	32,10	26,01	59,08	1,71
BA	10,19	1,11	23,38	37,70	45,50	1,16
B	9,05	2,80	21,80	42,62	39,60	6,66

PERFIL 10**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°43'58,6"S, 53°02'43,2"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** ARGISSOLO AMARELO Eutrófico típico, A moderado textura média / argilosa**Situação e declividade:** : trincheira em situação de topo, com declividade de 4% **Altitude:** 211m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ausente **Pedregosidade:** ausente**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	10 YR 4/3	10 YR 4,5/3	0,0	60,2	939,8	480,5	206,9	312,6	126,0	59,69	0,66	1,41
		5-13	10 YR 4/3	10 YR 4,5/3	0,0	55,5	944,5	423,0	232,9	344,1	194,2	43,58	0,68	1,44
AB		13-20	10 YR 4/4	10 YR 5/4	0,0	71,1	928,9	442,0	197,0	361,0	178,3	50,61	0,55	1,44
BA		20-30	7,5 YR 4/6		0,0	139,4	860,6	428,5	179,7	391,8	221,0	43,58	0,46	1,64
B		30-45+	7,5 YR 5/6		0,0	62,1	937,9	412,0	163,6	424,4	1,0	99,77	0,39	1,64

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,14	3,95	3,44	2,30	0,40	0,15	6,30	1,10	5,42	12,82
	5,14	4,01	2,37	1,71	0,22	0,13	4,43	1,66	3,25	9,34
AB	5,22	3,84	3,00	1,86	0,14	0,08	5,08	2,13	2,51	9,72
BA	5,33	4,03	2,51	1,74	0,13	0,13	4,51	1,59	2,21	8,31
B	5,38	3,98	2,64	2,29	0,08	0,14	5,16	2,30	0,78	8,24

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	28,67	1,90	41,01	49,17	14,83	3,46
	19,00	2,07	27,14	47,46	27,23	0,56
AB	16,96	1,59	26,92	52,31	29,48	1,14
BA	9,93	1,40	21,20	54,31	26,01	1,53
B	4,43	1,36	19,41	62,61	30,86	0,93

PERFIL 11**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°43'58,4"S, 53°02'43,7"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** ARGISSOLO AMARELO Eutrófico típico, A moderado textura média / argilosa**Situação e declividade:** : trincheira em situação de topo, com declividade de 4% **Altitude:** 211m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ausente **Pedregosidade:** ausente**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)		Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³			
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina					Areia	Silte	Argila
A	0-5	10 YR 4/3	10 YR 4/4	0,0	98,2	901,8	465,0	205,4	329,6	162,2	50,78	0,62	1,31
	5-12	10 YR 4/3	10 YR 4/4	0,0	104,6	895,4	477,0	172,4	350,6	203,0	42,09	0,49	1,42
AB	12-20	10 YR 4/4	10 YR 6/4	0,0	97,4	902,6	351,0	169,8	479,2	3,8	99,20	0,35	1,44
BA	20-27	10 YR 5/6		0,0	98,8	901,2	301,0	197,4	501,6	8,9	98,23	0,39	1,47
B	27-45+	10 YR 6/6		0,0	81,6	918,4	345,5	193,3	461,2	7,0	98,49	0,42	1,47

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,96	4,15	3,37	2,20	0,40	0,07	6,03	1,29	3,40	10,72
	5,58	4,00	3,41	2,26	0,39	0,11	6,17	1,24	3,89	11,31
AB	5,43	3,88	3,12	2,01	0,29	0,15	5,58	3,72	2,56	11,86
BA	5,43	3,84	3,17	2,27	0,21	0,17	5,82	3,92	1,96	11,70
B	5,63	3,84	2,91	2,09	0,17	0,18	5,35	3,22	2,00	10,58

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	26,58	1,57	32,54	56,24	17,62	2,77
	18,66	1,66	32,26	54,60	16,76	0,19
AB	10,77	1,12	24,75	47,02	40,01	0,19
BA	6,13	0,57	23,32	49,73	40,23	0,78
B	4,70	1,46	22,93	50,61	37,56	0,78

PERFIL 12**Localização:** Fazenda Ferraria – município de Piratini – 31°43'58,4"S, 53°02'44,2"W (WGS84)**Data:** 25/02/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** ARGISSOLO AMARELO Eutrófico típico, A moderado textura média com cascalho / argilosa com cascalho**Situação e declividade:** : trincheira em situação de topo, com declividade de 4% **Altitude:** 211m**Formação geológica e litologia:** Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado – Ortognaisses granodioríticos a monzograníticos**Rochosidade:** ausente **Pedregosidade:** ausente**Relevo regional:** ondulado **Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)		Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp.	Grau de	Argila	Densidade
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	em água	floculação		Mg m ⁻³
							(g kg ⁻¹)	(%)		
A	0-7	10 YR 4/3	10 YR 5/4	0,0	40,1	959,9	169,9	47,18	47,18	0,66
AB	7-13	10 YR 4/6	10 YR 6/6	0,0	101,0	899,0	5,8	98,50	98,34	0,59
BA	13-22	10 YR 5/6	10 YR 6/6	0,0	72,0	928,0	5,3	98,48	98,62	0,46
B	22-48+	10 YR 5/8		0,0	140,1	859,9	4,8	98,63	98,70	0,38

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,43	4,05	3,87	2,43	0,14	0,03	6,47	0,82	3,79	11,08
AB	5,47	4,00	3,23	2,28	0,28	0,07	5,86	1,50	1,42	8,78
BA	5,29	3,99	3,32	2,60	0,21	0,11	6,24	1,41	1,32	8,97
B	5,58	4,04	2,86	2,02	0,10	0,12	5,10	1,63	0,59	7,32

Horizonte	C org.	C org.	T	V	m	P
	(g kg ⁻¹)	(kg m ⁻²)	argila	(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)
A	20,38	1,77	33,91	58,38	11,24	0,76
AB	9,55	0,76	25,35	66,76	20,32	0,74
BA	7,39	0,94	23,38	69,58	18,46	0,56
B	4,51	1,66	19,79	69,69	24,22	1,15



Figura 9. Perfis coletados na área 2, com cobertura de eucalipto (P7, P8, P9) e de campo nativo (P10, P11, P12)

PERFIL 13**Localização:** Fazenda Cerro Alegre – município de Piratini – 31°20'06,1"S, 53°17'51,6"W (WGS84)**Data:** 04/03/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 8% **Altitude:** 383m**Formação geológica e litologia:** Complexo Metamórfico Porongos – xistos pelíticos e quartzitos**Rochosidade:** moderada**Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** forte ondulado**Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	7,5 YR 3,5/3	7,5 YR 4/4	0,0	11,9	988,1	193,0	396,3	410,7	198,7	51,62	0,96	1,12
		5-10	7,5 YR 3,5/3	7,5 YR 4/4	0,0	28,6	971,4	165,5	400,7	433,8	221,3	48,98	0,92	1,36
		10-15	7,5 YR 3,5/3	7,5 YR 4/4	0,0	18,9	981,1	160,5	384,9	454,6	241,4	46,89	0,85	1,37
AC		15-20/22	7,5 YR 3/3	7,5 YR 5/4	0,0	25,1	974,9	155,0	382,0	463,0	223,9	51,64	0,82	1,50
R/AC		20/22-40+	*											

*var. 7,5 YR 4/4 e 10 YR 8/1

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,37	3,53	3,28	1,29	0,37	0,09	5,03	4,53	9,70	19,26
	4,27	3,50	1,78	0,92	0,19	0,04	2,93	5,43	7,75	16,11
	4,37	3,57	1,48	0,78	0,18	0,03	2,48	5,48	6,70	14,66
AC	4,23	3,57	0,96	0,64	0,14	0,02	1,76	6,36	6,42	14,55

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	43,49	2,41	46,90	26,13	47,38	4,08
	33,55	2,22	37,15	18,21	64,94	2,56
	24,71	1,66	32,24	16,89	68,88	2,53
AC	19,87	2,91	31,41	12,10	78,32	1,55

PERFIL 14**Localização:** Fazenda Cerro Alegre Fazenda Cerro Alegre – município de Piratini – 31°20'06,0"S, 53°17'51,9"W (WGS84)**Data:** 04/03/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 8% **Altitude:** 383m**Formação geológica e litologia:** Complexo Metamórfico Porongos – xistos pelíticos e quartzitos**Rochosidade:** moderada**Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** forte ondulado**Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** pantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5			0,0	34,2	965,8	167,5	397,1	435,4	206,4	52,60	0,91	1,09
		5-10	7,5 YR 3,5/3	7,5 YR 4,5/3	0,0	15,8	984,2	155,0	403,9	441,1	258,2	41,45	0,92	1,35
		10-15			5,7	21,9	972,4	144,0	444,7	411,3	245,5	40,31	1,08	1,48
AC		15-20/25	7,5 YR 3/3	7,5 YR 4,5/3	0,0	26,7	973,3	129,0	425,4	445,6	143,3	67,85	0,95	1,64
R/AC		20/25-35+	*											

*var. 7,5 YR 4/4 e 10 YR 8/1

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,38	3,54	3,16	1,67	0,33	0,04	5,20	4,10	9,76	19,07
	4,30	3,52	1,45	1,29	0,26	0,05	3,05	5,29	6,71	15,05
	4,33	3,59	0,96	0,93	0,22	0,07	2,18	5,88	7,60	15,67
AC	4,36	3,61	0,73	0,74	0,13	0,03	1,64	6,27	7,24	15,15

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	46,15	2,43	43,80	27,29	44,09	3,48
	30,11	2,00	34,12	20,25	63,47	2,49
	26,41	1,90	38,10	13,94	72,93	3,11
AC	20,74	3,31	33,99	10,79	79,33	2,33

PERFIL 15**Localização:** Fazenda Cerro Alegre – município de Piratini – 31°20'05,9"S, 53°17'52,2"W (WGS84)**Data:** 04/03/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 8% **Altitude:** 383m**Formação geológica e litologia:** Complexo Metamórfico Porongos – xistos pelíticos e quartzitos**Rochosidade:** moderada**Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** forte ondulado**Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** pantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5			0,0	11,1	988,9	211,5	371,7	416,8	182,6	56,18	0,89	1,04
		5-10	7,5 YR 3,5/3	7,5 YR 4,5/3	0,0	18,8	981,2	162,5	418,0	419,5	202,6	51,71	1,00	1,27
		10-15			0,0	22,9	977,1	149,0	434,6	416,4	247,2	40,63	1,04	1,16
		15-20			0,0	8,4	991,6	147,5	438,4	414,1	208,1	49,75	1,06	1,23
AC		20-25/30	7,5 YR 4/3,5	7,5 YR 4,5/4	0,0	23,4	976,6	126,5	436,9	436,6	260,9	40,25	1,00	1,46
R/AC		25/30-35+	*											

*var. 7,5 YR 4/4 e 10 YR 8/1

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,26	3,46	3,90	1,61	0,27	0,12	5,89	5,01	14,26	25,15
	4,29	3,46	1,31	1,13	0,23	0,10	2,77	5,80	10,37	18,94
	4,27	3,49	0,92	0,80	0,15	0,02	1,89	6,25	7,83	15,97
	4,20	3,56	0,79	0,75	0,17	0,04	1,75	6,36	8,96	17,07
AC	4,36	3,60	0,73	0,66	0,11	0,09	1,60	6,89	9,63	18,11

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	67,87	3,49	60,35	23,43	45,93	7,66
	40,39	2,52	45,15	14,61	67,70	6,44
	30,33	1,72	38,35	11,84	76,78	3,93
	25,42	1,55	41,23	10,23	78,46	2,32
AC	23,67	2,53	41,48	8,81	81,19	0,19

PERFIL 16**Localização:** Fazenda Cerro Alegre - município de Piratini – 31°20'06,1"S, 53°17'50,1"W (WGS84)**Data:** 04/03/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 8%**Altitude:** 383m**Formação geológica e litologia:** Complexo Metamórfico Porongos – xistos pelíticos e quartzitos**Rochosidade:** moderada**Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** forte ondulado**Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A1		0-5	7,5 YR 4/3	7,5 YR 5/3	0,0	51,6	948,4	264,5	361,9	373,6	175,2	53,11	0,97	1,31
		5-10			0,0	79,4	920,6	212,5	394,3	393,2	206,9	47,38	1,00	1,55
A2		10-18	7,5 YR 4/4	7,5 YR 4,5/4	0,0	0,7	999,3	252,5	374,7	372,8	204,7	45,08	1,01	1,66
AC		18-30/33	7,5 YR 4/4		0,0	42,5	957,5	184,5	366,9	448,6	283,2	36,87	0,82	1,49
R/AC		30/33-40+	*											

*var. 7,5 YR 4/4 e 10 YR 8/1

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A1	4,78	3,69	3,67	1,66	0,59	0,10	6,02	2,26	10,56	18,84
	4,73	3,63	1,79	1,10	0,42	0,03	3,34	3,36	7,96	14,66
A2	4,66	3,66	1,28	0,83	0,30	0,03	2,43	3,65	7,31	13,39
AC	4,93	3,71	1,07	0,78	0,38	0,04	2,27	3,79	8,83	14,89

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A1	43,41	2,70	50,42	31,95	27,33	3,10
	26,29	1,88	37,29	22,79	50,15	2,50
A2	22,46	2,98	35,92	18,18	59,97	2,67
AC	15,53	2,99	33,19	15,24	62,57	2,32

PERFIL 17**Localização:** Fazenda Cerro Alegre - município de Piratini – 31°20'06,2"S, 53°17'49,8"W (WGS84) **Data:** 04/03/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa com cascalho**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 8% **Altitude:** 383m**Formação geológica e litologia:** Complexo Metamórfico Porongos – xistos pelíticos e quartzitos**Rochosidade:** moderada **Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** forte ondulado **Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado **Erosão:** não aparente **Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte				Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp.	Grau de	Argila	Densidade
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila	em água (g kg ⁻¹)	floculação (%)		Mg m ⁻³
A	0-5			0,0	107,6	892,4	227,5	387,9	384,6	217,9	43,33	1,01	1,32
	5-10	7,5 YR 4/3	7,5 YR 4,5/3	28,8	140,0	831,2	225,0	386,7	388,3	177,8	54,20	1,00	1,48
	10-15			4,1	99,5	896,4	199,5	414,1	386,4	224,2	41,98	1,07	1,48
AC	15-20/22	7,5 YR 4/4	7,5 YR 5/3	3,9	62,4	933,7	181,0	418,7	400,3	267,4	33,21	1,05	1,61
R/AC	20/22-30+	*											

*var. 7,5 YR 4/4 e 10 YR 8/1

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,91	3,87	5,44	2,36	0,49	0,06	8,35	1,34	11,21	20,90
	4,87	3,68	2,57	1,48	0,36	0,03	4,43	2,44	8,56	15,43
	4,87	3,68	1,57	1,12	0,32	0,05	3,06	3,27	7,62	13,96
AC	4,94	3,70	1,57	1,12	0,33	0,02	3,04	3,57	9,31	15,92

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	43,41	2,56	54,34	39,96	13,84	5,83
	26,91	1,66	39,74	28,73	35,52	2,68
	21,33	1,41	36,13	21,96	51,62	2,89
AC	16,48	1,73	39,78	19,11	54,02	2,69

PERFIL 18**Localização:** Fazenda Cerro Alegre - município de Piratini – 31°20'06,8"S, 53°17'49,8"W (WGS84)**Data:** 04/03/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário, A moderado textura argilosa cascalhalenta**Situação e declividade:** trincheira em terço superior de encosta, com declividade de 8%**Altitude:** 383m**Formação geológica e litologia:** Complexo Metamórfico Porongos – xistos pelíticos e quartzitos**Rochosidade:** moderada**Pedregosidade:** moderada**Relevo regional:** forte ondulado**Relevo local:** ondulado**Drenagem:** bem drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)					Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp.	Grau de	Argila	Densidade
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila	em água (g kg ⁻¹)	floculação (%)		Mg m ⁻³
A	0-5	7,5 YR 4/3	7,5 YR 4,5/3	0,0	65,9	934,1	220,0	392,1	387,9	336,2	13,32	1,01	1,39
	5-10	7,5 YR 4/3	7,5 YR 4,5/3	98,3	289,4	612,3	195,0	407,5	397,5	196,1	50,67	1,03	1,44
AC/R	10-15/18	*	7,5 YR 5/3	538,6	342,2	119,2	236,5	351,5	412,0	233,3	43,38	0,85	1,38
R/AC	15/18-25+	**											

*var. 7,5 YR 4/3 e 7,5YR 7/3 **var. 7,5 YR 4/4 e 10 YR 8/1

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,82	3,72	3,82	1,61	0,45	0,07	5,96	1,89	9,54	17,39
	4,74	3,70	2,57	1,16	0,41	0,09	4,23	2,75	7,97	14,95
AC/R	4,83	3,78	2,52	1,19	0,51	0,08	4,31	2,76	7,55	14,61

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	42,29	2,75	44,82	34,27	24,04	1,50
	32,04	1,41	37,62	28,31	39,34	1,72
AC/R	25,84	0,34	35,46	29,49	39,01	1,54



Figura 10. Perfis coletados na área 3, com cobertura de eucalipto (P13, P14, P15) e de campo nativo (P16, P17, P18).

PERFIL 19**Localização:** Fazenda Aroeira - município de Candiota – 31°45'52,5"S, 53°51'56,1"W (WGS84)**Data:** 06/05/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** VERTISSOLO EBÂNICO Órtico chernossólico, textura argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço médio de encosta, com declividade de 3%**Altitude:** 153m**Formação geológica e litologia:** Formação Estrada Nova – argilitos e siltitos com intercalações de lentes e concreções calcíferas**Rochosidade:** ausente**Pedregosidade:** ligeira**Relevo regional:** suave ondulado**Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** moderadamente drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³	
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				Argila disp. em água (g kg ⁻¹)
A		0-5	10 YR 2/1	10 YR 3/1	0,0	3,3	996,7	207,5	450,4	342,1	166,1	51,45	1,32	1,03
		5-10	10 YR 2/1	10 YR 3/1	0,0	9,4	990,6	190,5	439,3	370,2	218,6	40,93	1,19	1,17
		10-20	10 YR 2/1	10 YR 3/1	0,0	24,3	975,7	188,0	427,8	384,2	220,3	42,65	1,11	1,27
AB		20-28	10 YR 2/1	10 YR 3/2	0,0	3,9	996,1	186,5	414,2	399,3	258,5	35,27	1,04	1,38
B		28-40+	10 YR 2/1	10 YR 3/2	0,0	19,3	980,7	206,5	390,7	402,8	270,7	32,79	0,97	1,48

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,00	4,28	22,75	4,48	0,17	0,06	27,45	0,11	10,41	37,97
	5,01	4,20	18,92	4,02	0,13	0,05	23,12	0,22	9,85	33,19
	5,10	4,30	17,77	3,63	0,05	0,03	21,49	0,11	9,66	31,25
AB	5,50	4,36	17,82	3,89	0,04	0,03	21,78	0,11	8,82	30,70
B	5,77	4,34	15,84	3,46	0,04	0,09	19,43	0,11	6,78	26,31

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	63,94	3,28	111,01	72,29	0,39	14,52
	47,24	2,74	89,68	69,66	0,94	9,44
	44,98	5,57	81,35	68,75	0,49	5,18
AB	20,29	2,23	76,89	70,93	0,48	0,62
B	12,68	4,05	65,33	73,84	0,54	0,62

PERFIL 20**Localização:** Fazenda Aroeira - município de Candiota – 31°45'52,5"S, 53°51'55,5"W (WGS84)**Data:** 06/05/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico vertissólico, textura argilosa / muito argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço médio de encosta, com declividade de 3%**Altitude:** 153m**Formação geológica e litologia:** Formação Estrada Nova – argilitos e siltitos com intercalações de lentes e concreções calcíferas**Rochosidade:** ausente**Pedregosidade:** ligeira**Relevo regional:** suave ondulado**Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** moderadamente drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³		
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia					Silte	Argila
A	0-5	10 YR 2/1	10 YR 3/1	64,6	2,9	932,5	214,5	415,0	370,5	202,8	45,26	1,12	1,12
	5-10	10 YR 2/1	10 YR 3/1	0,0	11,7	988,3	201,5	381,1	417,4	265,9	36,30	0,91	1,22
	10-20	10 YR 2/1	10 YR 3/1	0,0	2,1	997,9	131,5	305,0	563,5	329,0	41,60	0,54	1,41
AB	20-30	10 YR 2/2	10 YR 3/2	0,0	3,0	997,0	110,0	280,7	609,3	418,8	31,27	0,46	1,33
B	30-45+	10 YR 2/1	10 YR 3/1	0,0	4,1	995,9	102,0	268,3	629,7	542,2	13,90	0,43	1,38

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,93	4,25	18,75	4,41	0,22	0,07	23,45	0,21	9,99	33,65
	5,27	4,28	18,34	4,59	0,14	0,07	23,14	0,22	8,25	31,61
	5,56	4,24	24,55	6,68	0,14	0,10	31,46	0,33	7,44	39,23
AB	5,65	4,25	27,93	7,37	0,11	0,12	35,53	0,34	7,18	43,04
B	5,74	4,34	28,04	7,66	0,05	0,17	35,92	0,22	6,24	42,38

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	55,72	2,91	90,83	69,67	0,90	8,13
	35,77	2,16	75,73	73,21	0,93	3,21
	24,06	3,39	69,63	80,20	1,04	0,43
AB	14,04	1,86	70,64	82,54	0,94	0,88
B	11,51	3,16	67,30	84,74	0,62	0,88

PERFIL 21**Localização:** Fazenda Aroeira - município de Candiota – 31°45'52,5"S, 53°51'55,1"W (WGS84)**Data:** 06/05/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico vertissólico, textura argilosa / muito argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço médio de encosta, com declividade de 3%**Altitude:** 153m**Formação geológica e litologia:** Formação Estrada Nova – argilitos e siltitos com intercalações de lentes e concreções calcíferas**Rochosidade:** ausente**Pedregosidade:** ligeira**Relevo regional:** suave ondulado**Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** moderadamente drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** plantio de eucalipto

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	10 YR 3/1	10 YR 3/2	0,0	4,3	995,7	232,5	411,9	355,6	191,0	46,28	1,16	1,14
		5-10	10 YR 3/1	10 YR 3/2	111,9	8,7	879,4	227,5	395,6	376,9	205,7	45,42	1,05	1,29
		10-18	10 YR 3/1	10 YR 3/2	0,0	20,0	980,0	179,5	413,6	406,9	241,0	40,78	1,02	1,43
AB		18-30	10 YR 3/1	10 YR 4/2	0,0	7,1	992,9	197,5	427,3	375,2	237,8	36,61	1,14	1,39
B		30-48+	10 YR 3/1	10 YR 4/1	0,0	24,3	975,7	97,5	253,5	649,0	426,5	34,29	0,39	1,35

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	4,74	3,96	13,77	3,77	0,15	0,05	17,74	0,22	10,22	28,18
	4,88	4,00	12,60	3,87	0,12	0,04	16,63	0,21	8,52	25,36
	5,17	4,12	13,80	4,76	0,11	0,04	18,70	0,32	6,99	26,01
AB	5,28	4,00	11,87	4,05	0,08	0,06	16,06	0,53	6,53	23,12
B	5,64	4,08	22,58	8,48	0,07	0,13	31,27	0,78	5,83	37,88

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	45,78	2,60	79,24	62,96	1,21	11,09
	29,64	1,68	67,30	65,58	1,25	11,16
	23,69	2,66	63,93	71,90	1,66	0,41
AB	15,11	2,50	61,62	69,49	3,18	0,62
B	10,52	2,77	58,37	82,55	2,42	1,74

PERFIL 22**Localização:** Fazenda Aroeira - município de Candiota – 31°45'54,2"S, 53°51'57,0"W (WGS84)**Data:** 06/05/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** VERTISSOLO EBÂNICO Órtico chernossólico, textura argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço médio de encosta, com declividade de 3%**Altitude:** 155m**Formação geológica e litologia:** Formação Estrada Nova – argilitos e siltitos com intercalações de lentes e concreções calcíferas**Rochosidade:** ausente**Pedregosidade:** ligeira**Relevo regional:** suave ondulado**Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** moderadamente drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	10 YR 3/1	10 YR 2/1	0,0	3,1	996,9	229,0	294,4	476,6	335,5	29,60	0,62	1,08
		5-10	10 YR 3/1	10 YR 2/1	0,0	15,3	984,7	145,5	324,4	530,1	453,8	14,39	0,61	1,25
		10-15	10 YR 3/1	10 YR 2/1	0,0	128,4	871,6	157,0	312,9	530,1	336,7	36,48	0,59	1,30
AB		15-28	10 YR 2,5/1	10 YR 2,5/1	0,0	58,4	941,6	161,5	339,0	499,5	486,7	2,56	0,68	1,18
B		28-50+	10 YR 2,5/1	10 YR 2,5/1	0,0	1,4	998,6	176,5	336,1	487,4	423,8	13,04	0,69	1,14

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							H ⁺	T
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺			
A	5,72	4,80	28,26	4,72	0,36	0,03	33,37	0,11	6,20	39,67	
	5,77	4,79	36,82	5,25	0,12	0,04	42,24	0,11	5,07	47,42	
	5,70	4,58	36,60	4,90	0,05	0,04	41,60	0,22	6,32	48,14	
AB	5,51	4,49	35,98	4,63	0,02	0,04	40,67	0,24	6,69	47,60	
B	5,23	4,39	31,72	4,42	0,03	0,03	36,20	0,11	10,79	47,09	

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	48,19	2,59	83,25	84,10	0,33	18,50
	26,51	1,63	89,45	89,07	0,27	1,11
	22,69	1,29	90,81	86,41	0,54	0,22
AB	11,73	1,69	95,28	85,45	0,58	0,46
B	10,78	2,70	96,62	76,86	0,31	19,62

PERFIL 23**Localização:** Fazenda Aroeira - município de Candiota – 31°45'54,5"S, 53°51'56,2"W (WGS84)**Data:** 06/05/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico vertissólico, textura argilosa / argilosa com cascalho**Situação e declividade:** trincheira em terço médio de encosta, com declividade de 3%**Altitude:** 155m**Formação geológica e litologia:** Formação Estrada Nova – argilitos e siltitos com intercalações de lentes e concreções calcíferas**Rochosidade:** ausente**Pedregosidade:** ligeira**Relevo regional:** suave ondulado**Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** moderadamente drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³		
Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia					Silte	Argila
A	0-5	10 YR 3,5/1	10 YR 2/1	0,0	6,7	993,3	332,0	364,3	303,7	277,0	8,80	1,20	1,46
	5-10	10 YR 3,5/1	10 YR 2/1	0,0	5,9	994,1	335,0	352,1	312,9	249,8	20,16	1,13	1,42
	10-17	10 YR 3,5/1	10 YR 2/1	0,0	20,7	979,3	407,5	293,0	299,5	265,7	11,28	0,98	1,56
AB	17-30	10 YR 3,5/1	10 YR 2/1	0,0	59,4	940,6	268,0	368,3	363,7	337,0	7,35	1,01	1,46
B	30-45+	10 YR 3/1	2,5 YR 2,5/1	0,0	104,4	895,6	169,5	326,1	504,4	453,4	10,12	0,65	1,48

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	7,16	6,16	20,61	2,34	0,03	0,02	23,00	0,10	0,73	23,83
	7,40	6,35	21,28	1,99	0,06	0,01	23,34	0,10	0,40	23,84
	7,65	6,43	21,67	1,80	0,06	0,01	23,53	0,11	0,36	24,00
AB	7,73	6,30	29,55	2,42	0,02	0,01	32,00	0,22	0,40	32,62
B	6,34	5,30	34,48	4,31	0,02	0,02	38,82	0,00	4,73	43,56

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	26,12	1,89	78,48	96,50	0,45	29,64
	25,68	1,81	76,20	97,90	0,45	39,34
	22,44	2,40	80,14	98,06	0,45	48,34
AB	14,58	2,60	89,69	98,11	0,68	40,53
B	10,78	2,86	86,35	89,13	0,00	2,19

PERFIL 24**Localização:** Fazenda Aroeira - município de Candiota – 31°45'55,1"S, 53°51'55,4"W (WGS84)**Data:** 06/05/2011**Classificação (Embrapa, 2006):** VERTISSOLO EBÂNICO Órtico chernossólico, textura argilosa**Situação e declividade:** trincheira em terço médio de encosta, com declividade de 3%**Altitude:** 155m**Formação geológica e litologia:** Formação Estrada Nova – argilitos e siltitos com intercalações de lentes e concreções calcíferas**Rochosidade:** ausente**Pedregosidade:** ligeira**Relevo regional:** suave ondulado**Relevo local:** suave ondulado**Drenagem:** moderadamente drenado**Erosão:** não aparente**Cobertura vegetal:** campo nativo

Análises Físicas e químicas:

Horizonte	Símbolo	Prof.(cm)	Cor úmida	Cor seca	Frações da amostra total (g kg ⁻¹)			Granulometria (g kg ⁻¹)			Argila disp. em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)	Argila	Densidade Mg m ⁻³
					Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia	Silte	Argila				
A		0-5	10 YR 3,5/2	10 YR 2/1	0,0	19,1	980,9	344,5	365,5	290,0	235,7	18,73	1,26	1,46
		5-12	10 YR 3,5/2	10 YR 2/1	0,0	34,1	965,9	338,5	369,8	291,7	238,6	18,21	1,27	1,34
AB		12-30/40	10 YR 3/2	10 YR 2/1	0,0	92,6	907,4	272,0	412,0	316,0	374,9	0,00	1,30	1,45
B		30/40-50+	10 YR 3,5/1	10 YR 2/1	0,0	34,4	965,6	308,5	378,5	313,0	222,0	29,08	1,21	1,33

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmol _c kg ⁻¹)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	7,53	6,44	22,29	2,18	0,01	0,01	24,49	0,00	1,02	25,51
	7,46	6,48	21,98	2,01	0,06	0,01	24,07	0,00	0,50	24,58
AB	7,96	6,96	22,09	1,89	0,01	0,02	24,01	0,00	0,00	24,01
B	7,82	6,86	26,85	1,89	0,01	0,02	28,76	0,00	0,00	28,76

Horizonte	C org. (g kg ⁻¹)	C org. (kg m ⁻²)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg kg ⁻¹)
A	34,4	2,46	87,96	96,02	0,00	54,35
	29,67	2,69	84,26	97,95	0,00	32,30
AB	25,36	7,67	75,99	100,00	0,00	33,19
B	13,31	2,56	91,89	100,00	0,00	32,13



Figura 11. Perfis coletados na área 4, com cobertura de eucalipto (P19, P29, P21) e de campo nativo (P22, P23, P24).

Teor de carbono orgânico Total (COT), carbono orgânico particulado (COP), carbono associado aos minerais (CAM), teor de nitrogênio total (NT), nitrogênio particulado (NP), nitrogênio associado aos minerais (NAM) em quatro tipos de solos, nas profundidades de 0-5 cm do bioma Pampa.

Prof.	Solo	Cobertura	Trincheira	COT	COP	COP	CAM	NT	NP	NP	NAM
					Fração>53	C no solo peneira>53	C no solo da peneira>53		Fração>53	N no solo peneira>53	N no solo da peneira>53
----- g kg ⁻¹ -----											
0 - 5 cm	RR	EUC	T1	35,87	15,20	8,66	27,21	3,01	1,12	0,64	2,38
0 - 5 cm	RR		T2	35,04	17,10	9,55	25,49	2,38	1,18	0,66	1,72
0 - 5 cm	RR		T3	35,92	18,50	10,48	25,44	2,40	1,32	0,75	1,65
0 - 5 cm	RR	CN	T1	23,26	11,30	6,95	16,31	1,75	1,07	0,66	1,09
0 - 5 cm	RR		T2	38,79	13,10	7,26	31,53	2,74	1,17	0,65	2,09
0 - 5 cm	RR		T3	41,10	18,60	11,52	29,58	3,22	1,32	0,82	2,41
0 - 5 cm	PA	EUC	T1	31,07	13,00	7,40	23,67	2,26	1,14	0,65	1,61
0 - 5 cm	PA		T2	23,56	11,10	5,76	17,80	2,02	1,25	0,65	1,37
0 - 5 cm	PA		T3	20,87	9,93	5,34	15,53	1,55	1,00	0,54	1,01
0 - 5 cm	PA	CN	T1	28,67	16,60	8,41	20,26	2,26	1,18	0,60	1,66
0 - 5 cm	PA		T2	26,58	13,00	6,21	20,37	1,86	1,07	0,51	1,35
0 - 7 cm	PA		T3	20,38	13,40	6,24	14,14	1,34	1,10	0,51	0,83
0 - 5 cm	RL	EUC	T1	43,49	42,40	13,53	29,96	3,27	2,64	0,84	2,43
0 - 5 cm	RL		T2	46,15	46,96	13,45	32,70	3,18	2,60	0,74	2,44
0 - 5 cm	RL		T3	67,87	37,20	15,38	52,49	4,17	4,48	1,85	2,32
0 - 5 cm	RL	CN	T1	43,41	48,21	16,48	26,93	3,05	2,60	0,89	2,16
0 - 5 cm	RL		T2	43,41	59,33	20,28	23,13	3,70	3,78	1,22	2,48
0 - 5 cm	RL		T3	42,29	33,59	9,99	32,30	3,33	2,26	0,67	2,66
0 - 5 cm	MVE	EUC	T1	63,94	73,38	35,58	28,36	4,46	4,70	2,28	2,18
0 - 5 cm	MVE		T2	55,72	64,32	25,70	30,02	3,75	4,08	1,63	2,12
0 - 5 cm	MVE		T3	45,78	57,30	22,85	22,93	3,32	3,52	1,40	1,91
0 - 5 cm	MVE	CN	T1	48,19	56,57	20,47	27,72	3,17	3,68	1,33	1,83
0 - 5 cm	MVE		T2	26,12	25,06	13,10	13,02	1,76	1,66	0,87	0,89
0 - 5 cm	MVE		T3	34,40	33,43	13,07	21,33	2,08	2,02	0,79	1,30

Teor de carbono orgânico Total (COT), Carbono orgânico particulado (COP), carbono associado aos minerais (CAM), teores de nitrogênio total (NT), nitrogênio particulado (NP), nitrogênio associado aos minerais (NAM) em quatro tipos de solos, nas profundidades de 5-10 cm do bioma Pampa.

Prof.	Solo	Cobertura	Trincheira	COT	COP	COP	CAM	NT	NP	NP	NAM
					Fração>53	C no solo peneira>53	C no solo da peneira>53		Fração>53	N no solo peneira>53	N no solo da peneira>53
5 - 10 cm					----- g kg ⁻¹ -----						
5 - 10 cm	RR	EUC	T1	24,28	8,51	5,31	18,97	1,91	0,94	0,59	1,32
5 - 10 cm	RR		T2	27,47	13,00	6,67	20,80	1,90	1,02	0,52	1,38
5 - 10 cm	RR		T3	26,30	12,60	6,82	19,48	1,96	1,10	0,59	1,36
5 - 10 cm	RR	CN	T1	19,95	8,86	5,58	14,37	1,73	0,88	0,56	1,18
5 - 10 cm	RR		T2	29,42	11,60	6,25	23,17	2,23	1,08	0,58	1,65
5 - 10 cm	RR		T3	27,35	17,50	9,82	17,53	2,17	1,23	0,69	1,48
5 - 10 cm	PA	EUC	T1	18,20	11,70	6,27	11,93	1,49	1,14	0,61	0,88
5 - 10 cm	PA		T2	20,03	10,10	5,46	14,57	1,64	0,94	0,51	1,13
5 - 10 cm	PA		T3	14,04	8,81	4,67	9,37	0,91	0,96	0,51	0,40
5 - 10 cm	PA	CN	T1	19,00	9,75	4,20	14,80	1,69	1,02	0,44	1,25
7 - 12 cm	PA		T2	18,66	10,60	4,63	14,03	1,84	0,99	0,43	1,41
5 - 10 cm	PA		T3	9,55	5,31	2,41	7,14	0,65	0,86	0,39	0,26
5 - 10 cm	RL	EUC	T1	33,55	22,36	5,53	28,02	2,49	1,65	0,41	2,09
5 - 10 cm	RL		T2	30,11	22,68	5,25	24,86	2,36	1,47	0,34	2,02
5 - 10 cm	RL		T3	40,39	35,52	10,36	30,03	2,91	2,16	0,63	2,28
5 - 10 cm	RL	CN	T1	26,29	18,67	4,60	21,69	1,77	1,41	0,35	1,42
5 - 10 cm	RL		T2	26,91	17,67	4,33	22,58	2,15	1,10	0,27	1,88
5 - 10 cm	RL		T3	32,04	21,67	5,51	26,53	2,53	1,90	0,48	2,05
5 - 10 cm	MVE	EUC	T1	47,24	47,60	25,57	21,67	3,36	3,18	1,71	1,65
5 - 10 cm	MVE		T2	35,77	33,61	14,97	20,80	2,55	2,47	1,10	1,45
5 - 10 cm	MVE		T3	29,64	28,52	10,38	19,26	2,51	2,19	0,80	1,71
5 - 10 cm	MVE	CN	T1	26,51	18,92	4,36	22,15	2,06	1,26	0,29	1,77
5 - 10 cm	MVE		T2	25,68	16,68	6,19	19,49	1,93	0,93	0,35	1,59
5 - 10 cm	MVE		T3	29,67	26,20	10,47	19,20	1,98	1,80	0,72	1,26

Teor de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP), carbono associado aos minerais (CAM), teores de nitrogênio total (NT), nitrogênio particulado (NP), nitrogênio associado aos minerais (NAM) em quatro tipos de solos, nas profundidades de 10-15 cm do bioma Pampa.

Prof.	Solo	Cobertura	Trincheira	COT	COP	COP	CAM	NT	NP	NP	NAM
					Fração>53	C no solo peneira>53	C no solo da peneira>53		Fração>53	N no solo peneira>53	N no solo da peneira>53
----- g kg ⁻¹ -----											
10 - 15 cm	RR	EUC	T1	23,29	4,49	3,41	19,88	1,71	0,80	0,61	1,11
10 - 15 cm	RR		T2	20,86	4,93	3,60	17,26	1,50	0,92	0,67	0,83
10 - 15 cm	RR		T3	24,14	4,61	3,53	20,61	1,73	0,76	0,58	1,15
10 - 15 cm	RR	CN	T1	18,98	4,42	3,15	15,83	1,23	0,83	0,60	0,64
20 - 25 cm	RR		T2	20,54	5,28	4,01	16,53	1,45	0,85	0,65	0,80
10 - 15 cm	RR		T3	26,28	5,64	4,27	22,01	1,86	0,85	0,64	1,21
10 - 15 cm	PA	EUC	T1	17,01	5,81	4,07	12,94	1,60	0,78	0,54	1,05
15 - 20 cm	PA		T2	15,51	4,76	3,68	11,83	1,19	0,87	0,67	0,52
10 - 15 cm	PA		T3	13,32	4,86	2,99	10,33	1,09	0,92	0,57	0,53
15 - 20 cm	PA	CN	T1	16,96	6,09	3,29	13,67	1,42	0,91	0,49	0,93
15 - 20 cm	PA		T2	10,77	7,29	3,33	7,44	0,74	0,88	0,40	0,34
15 - 20 cm	PA		T3	7,39	4,86	2,09	5,30	0,46	0,78	0,34	0,12
10 - 15 cm	RL	EUC	T1	24,71	22,23	11,31	13,40	2,01	1,10	0,56	1,45
10 - 15 cm	RL		T2	26,41	21,22	9,45	16,96	1,96	1,40	0,62	1,34
10 - 15 cm	RL		T3	30,33	26,86	13,50	16,83	2,01	1,95	0,98	1,03
10 - 15 cm	RL	CN	T1	22,46	17,12	7,65	14,81	1,74	0,82	0,37	1,38
10 - 15 cm	RL		T2	21,33	16,41	6,87	14,46	1,42	1,00	0,42	1,01
10 - 15 cm	RL		T3	25,84	17,55	8,23	17,61	2,23	1,34	0,63	1,61
10 - 15 cm	MVE	EUC	T1	44,98	42,42	22,54	22,44	3,24	3,15	1,68	1,56
10 - 15 cm	MVE		T2	24,06	21,67	7,80	16,26	1,50	1,35	0,49	1,02
10 - 15 cm	MVE		T3	23,69	19,80	6,79	16,90	1,91	1,49	0,51	1,40
10 - 15 cm	MVE	CN	T1	22,69	18,79	4,33	18,36	1,47	1,15	0,26	1,21
10 - 15 cm	MVE		T2	22,44	16,55	6,51	15,93	1,84	1,04	0,41	1,43
15 - 20 cm	MVE		T3	25,36	19,25	11,94	13,42	1,81	1,40	0,87	0,95

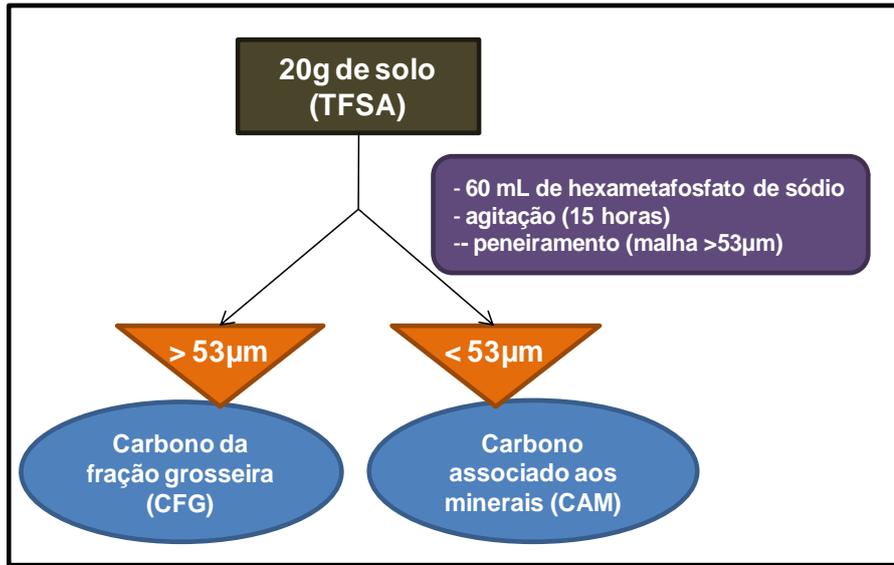
Liberção de CO₂ na atividade microbiana (RBS), carbono da biomassa microbiana do solo (Cmic), quociente metabólico (qCO₂), teor de carbono orgânico total do solo (COT), relação Cmic/COT do solo, teor de nitrogênio microbiano da biomassa microbiana (Nmic), nitrogênio total (NT) e relações Nmic/NT, Cmic/Nmic e COT/NT do solo sob coberturas vegetais de eucalipto e campo nativo na camada de 0-5 cm do bioma Pampa.

Trinch.	Cobertura	Solo	RBS	C mic	q CO ₂	COT	Cmic/COT	Nmic	NT	Nmic/NT	Cmic/Nmic	COT/NT
			(µg CO ₂ /g/hs)	(mg kg ⁻¹)	(10 ⁻³)	g Kg ⁻¹	%	mg Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	%		
I	Eucalipto	RR	0,2500	589,37	0,4242	29,73	1,982	3,56	2,54	0,1403	165,33	11,70
I	Eucalipto	PA	0,2786	655,68	0,4249	26,01	2,521	4,86	2,28	0,2137	134,88	11,43
I	Eucalipto	RL	0,3036	753,20	0,4030	36,85	2,044	5,51	3,16	0,1745	136,72	11,67
I	Eucalipto	MVE	0,3036	988,18	0,3072	49,50	1,996	22,36	4,54	0,4930	44,19	10,91
I	Campo Nativo	RR	0,2821	269,14	1,0483	23,23	1,159	2,59	1,91	0,1357	103,81	12,15
I	Campo Nativo	PA	0,3214	542,96	0,5920	28,18	1,927	5,83	2,58	0,2258	93,08	10,91
I	Campo Nativo	RL	0,2571	609,28	0,4220	36,23	1,682	3,24	3,61	0,0899	188,01	10,05
I	Campo Nativo	MVE	0,3893	1244,05	0,3129	33,11	3,758	29,49	3,37	0,8741	42,18	9,81
II	Eucalipto	RR	0,2286	506,72	0,4511	30,35	1,670	6,81	2,72	0,2499	74,46	11,15
II	Eucalipto	PA	0,3857	500,24	0,7711	23,85	2,098	7,13	1,95	0,3651	70,16	12,21
II	Eucalipto	RL	0,4893	589,01	0,8307	40,88	1,441	3,24	3,05	0,1064	181,75	13,42
II	Eucalipto	MVE	0,5464	1279,34	0,4271	42,45	3,014	26,90	3,89	0,6924	47,56	10,93
II	Campo Nativo	RR	0,2571	603,82	0,4259	32,83	1,839	4,21	3,00	0,1403	143,32	10,93
II	Campo Nativo	PA	0,4143	1260,43	0,3287	34,99	3,602	12,96	2,33	0,5561	97,23	15,01
II	Campo Nativo	RL	0,4857	813,74	0,5969	41,19	1,976	10,37	3,42	0,3030	78,47	12,03
II	Campo Nativo	MVE	0,3107	882,31	0,3522	20,49	4,306	25,60	1,88	1,3596	34,46	10,88
III	Eucalipto	RR	0,4464	718,46	0,6214	32,52	2,210	7,13	2,77	0,2579	100,77	11,76
III	Eucalipto	PA	0,4643	456,49	1,0171	21,99	2,076	6,16	1,51	0,4091	74,14	14,61
III	Eucalipto	RL	0,2986	1341,93	0,2225	53,57	2,505	5,19	4,26	0,1216	258,80	12,57
III	Eucalipto	MVE	0,2535	1155,82	0,2193	36,71	3,148	19,44	3,21	0,6065	59,44	11,45
III	Campo Nativo	RR	0,2431	518,92	0,4684	40,57	1,279	0,97	2,60	0,0374	533,75	15,62
III	Campo Nativo	PA	0,3403	598,57	0,5685	21,99	2,722	13,61	1,94	0,7020	43,98	11,34
III	Campo Nativo	RL	0,2222	614,71	0,3615	36,54	1,682	9,40	3,37	0,2791	65,41	10,85
III	Campo Nativo	MVE	0,2396	1041,12	0,2301	26,72	3,897	25,60	2,21	1,1574	40,67	12,08

Liberção de CO₂ na atividade microbiana (RBS), carbono da biomassa microbiana do solo (Cmic), quociente metabólico (qCO₂), teor de carbono orgânico total do solo (COT), relação Cmic/COT do solo, teor de nitrogênio microbiano da biomassa microbiana (Nmic), nitrogênio total (NT) e relações Nmic/NT, Cmic/Nmic e COT/NT do solo sob coberturas vegetais de eucalipto e campo nativo na camada de 5-10 cm do bioma Pampa.

Trinch.	Cobertura	Solo	RBS	C mic	q CO ₂	COT	Cmic/COT	Nmic	NT	Nmic/NT	Cmic/Nmic	COT/NT
			(µg CO ₂ /g/hs)	(mg kg ⁻¹)	(10 ⁻³)	g Kg ⁻¹	%	Mg Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	%		
I	Eucalipto	RR	0,1536	455,37	0,3372	23,85	1,910	1,30	2,60	0,0499	351,29	9,18
I	Eucalipto	PA	0,1000	864,19	0,1157	16,10	5,367	11,99	1,74	0,6879	72,07	9,24
I	Eucalipto	RL	0,1143	868,85	0,1315	31,28	2,778	0,65	2,53	0,0256	1340,51	12,38
I	Eucalipto	MVE	0,3250	1094,06	0,2971	36,22	3,020	12,96	3,43	0,3779	84,40	10,56
I	Campo Nativo	RR	0,1857	241,10	0,7703	21,68	1,112	3,56	1,51	0,2369	67,63	14,40
I	Campo Nativo	PA	0,2000	828,39	0,2414	19,82	4,180	4,21	1,74	0,2417	196,63	11,37
I	Campo Nativo	RL	0,1500	865,85	0,1732	27,87	3,107	6,48	2,18	0,2977	133,59	12,80
I	Campo Nativo	MVE	0,2036	926,42	0,2197	13,60	6,810	15,88	1,86	0,8560	58,34	7,33
II	Eucalipto	RR	0,0786	687,72	0,1142	24,46	2,811	5,19	1,90	0,2733	132,63	12,90
II	Eucalipto	PA	0,2607	666,76	0,3910	17,65	3,777	13,61	1,66	0,8204	48,99	10,64
II	Eucalipto	RL	0,3464	794,06	0,4363	29,42	2,699	5,51	2,72	0,2023	144,13	10,80
II	Eucalipto	MVE	0,3964	847,01	0,4680	26,55	3,190	12,96	2,51	0,5173	65,34	10,60
II	Campo Nativo	RR	0,2464	231,52	1,0644	24,46	0,946	2,27	2,37	0,0956	102,06	10,31
II	Campo Nativo	PA	0,2643	1228,86	0,2151	16,10	7,631	8,75	1,53	0,5708	140,44	10,50
II	Campo Nativo	RL	0,2643	676,68	0,3906	26,94	2,512	10,05	2,29	0,4389	67,36	11,77
II	Campo Nativo	MVE	0,1393	926,42	0,1503	18,19	5,092	23,33	1,48	1,5798	39,70	12,32
III	Eucalipto	RR	0,2143	574,79	0,3728	23,85	2,410	8,43	3,59	0,2346	68,22	6,64
III	Eucalipto	PA	0,1893	509,01	0,3719	17,65	2,884	8,43	2,86	0,2943	60,41	6,17
III	Eucalipto	RL	0,2014	481,71	0,4181	34,06	1,414	1,30	2,95	0,0440	371,61	11,56
III	Eucalipto	MVE	0,2049	1058,77	0,1935	23,27	4,549	24,31	2,40	1,0123	43,56	9,69
III	Campo Nativo	RR	0,1493	298,08	0,5009	23,54	1,267	5,19	1,79	0,2905	57,49	13,19
III	Campo Nativo	PA	0,1250	625,35	0,1999	6,81	9,179	8,43	2,78	0,3032	74,22	2,45
III	Campo Nativo	RL	0,1528	789,28	0,1936	29,73	2,655	5,51	2,53	0,2180	143,26	11,76
III	Campo Nativo	MVE	0,1389	749,96	0,1852	18,85	3,979	16,53	1,76	0,9369	45,38	10,69

ANEXOS



Anexo A. Processo de fracionamento físico granulométrico das amostras. Conforme Cabardella e Elliot (1992).

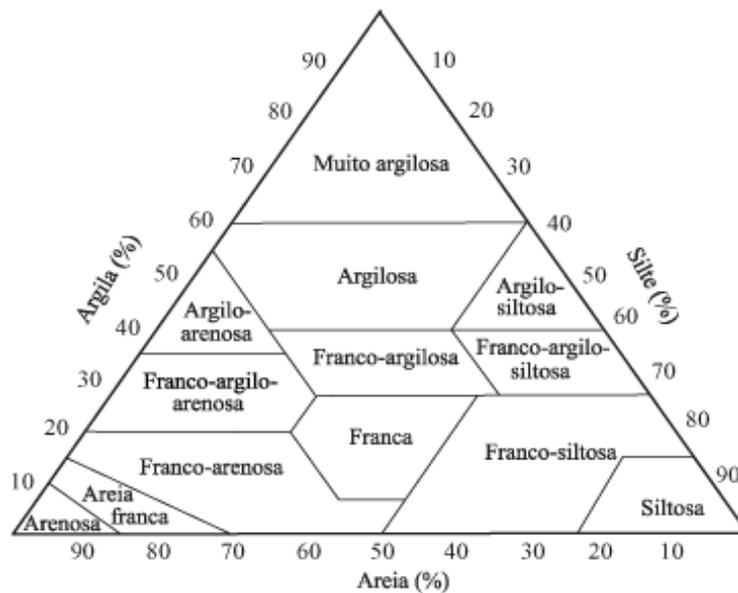


Figura 1. Triângulo de classificação textural de solos (Lemos & Santos, 1984).