

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

**Cinética intra-anual da matéria orgânica
como um indicador da qualidade
de sistemas de manejo em ambiente de terras baixas**

Carla da Silva Moraes

Pelotas, 2007

CARLA DA SILVA MORAES

**CINÉTICA INTRA-ANUAL DA MATÉRIA ORGÂNICA
COMO UM INDICADOR DA QUALIDADE
DE SISTEMAS DE MANEJO EM AMBIENTE DE TERRAS BAIXAS**

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia da Universidade Federal
de Pelotas, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em
Ciências (área do conhecimento:
Produção Vegetal).**

**Orientador: Dr Clenio Nailto Pilon – Embrapa Clima Temperado
Co-orientadora: Dra. Tânia Morselli - UFPEL**

Pelotas, 2007

Banca examinadora:

Dr. Clenio Nailto Pillon (Presidente)
Orientador -Embrapa Clima Temperado

Dr^a. Cláudia Liane Rodrigues Lima
FAPEG

Dr. Carlos Rogério Mauch
UFPel/FAEM/Departamento de Fitotecnia

Dr. José Maria Filippini Alba
Embrapa Clima Temperado

Aos meus pais Iraci e Aramyr um exemplo de vida

Ao meu amor Fabio

Aos meus irmãos e sobrinhos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia, pela atenção e dedicação.

Ao professor Lotar Siewerdt do departamento de Zootecnia, por ceder gentilmente os dados de fitomassa seca do campo nativo.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), pelo apoio técnico e financeiro para a realização deste trabalho.

Ao meu Orientador Dr. Clenio Pillon, que foi meu grande parceiro para a realização deste sonho, pelo incentivo, por ensinar que tudo é possível basta a gente querer e correr atrás, que o céu é o nosso único limite, pela orientação desde o tempo da graduação e por ser a primeira pessoa que me estendeu a mão e acreditou realmente em mim, pela confiança e amizade, pelos momentos alegres e outros nem tantos, mas que tiramos grandes ensinamentos de vida, e pela perseverança, pelo profissionalismo.

A minha Co-orientadora Prof^o Tânia Beatriz Morselli, pelo apoio, amizade e incentivo para ingressar no mestrado.

Aos funcionários e estagiários do Laboratório de Física do Solo, Paulão, José Carlos, Pingo, Roni, Patrícia, Lúcia, Mariana, Mauara, por ser uma ótima equipe de trabalho, pelo companheirismo, incentivo, dedicação e pelos momentos do café, almoço, pelas saídas de campo que sempre terminavam em “pão com salsichão” ou com “pastel e recheada” e nas habituais “brigas” antes de começar a trabalhar, isso com certeza ficará marcado para sempre nos nossos corações.

Ao José Carlos o “zé carlinhos” pelo exemplo de profissional, responsável e dedicado, pelo apoio emocional, pela confiança, amizade e consideração meu eterno agradecimento.

A Cláudia Lima, pelo apoio moral e palavras de incentivo, pela ajuda na conclusão dos dados e análise estatística.

Aos funcionários Sr Édson pelo apoio e caronas, ao Adão pela confiança, conhecimento e apoio dentro do laboratório.

As minhas amigas, companheiras e irmãs de coração Lúcia e Mariana, pelo apoio emocional, incentivo para entrar no mestrado e para a realização deste trabalho, apoio técnico de “estagiárias”, pelos ótimos momentos juntas de

aprendizagem, pelos puxões de orelhas que nos permitimos dar, pelos momentos difíceis que passamos, mas que no final saímos mais amigas e unidas.

As minhas colegas e amigas de mestrado Adriana e Roberta, pelo apoio e ajuda nas aulas, por sempre terem uma palavra de incentivo e um olhar de carinho.

As minhas amigas Camila, Cinara, Dilene, Márcia Michele, Nathália e as professoras: Adriana e Jara, pelo apoio, atenção e carinho.

Aos meus pais Iraci e Aramyr pelo apoio incondicional, por mostrar a mim e aos meus irmãos que temos que sermos pessoas humildes, de caráter e honestidade. Pela garra e determinação que sempre mostraram na vida, pelo carinho, confiança e amor a mim dedicados.

Aos meus irmãos Kátia e André pelo amor, confiança que mesmo pela distância sempre demonstraram. Aos meus sobrinhos e afilhados André, Kadrise, Isadora, Bruno e Vitória, pelo olhar, gestos e palavras de amor e confiança que sempre dedicaram a mim.

Ao meu amor, amigo Fabio, pelo apoio para entrar no mestrado, pelos momentos difíceis que passamos, pelas horas de conversa sobre a dissertação, mesmo sem ser da área, sempre tinha uma luz, uma palavra ou um olhar de amor e respeito. Por agüentar o mau humor e as conversar intermináveis com a Lúcia e a Mariana.

A família Azzolin e Tonin pelo carinho e apoio, em especial a D Geni minha avó do coração pelo apoio, por ter sempre uma palavra de incentivo e pelo carinho que tem por mim e a minha família.

RESUMO

MORAES, Carla da Silva. **Cinética intra-anual da matéria orgânica como um indicador da qualidade de sistemas de manejo em ambiente de terras baixas.** 2007. 72f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS.

Sistemas conservacionistas de manejo contribuem para o aumento do estoque de matéria orgânica (MO) e para a melhoria da qualidade do solo, do ar e da água. Escassos são os estudos que avaliam a dinâmica intra-anual da MO em ambiente de terras baixas do sul do Brasil. Objetivou-se avaliar a variação sazonal dos estoques de MO no solo inteiro e na fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura em um Planossolo Háplico. Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0,000-0,025m; 0,025-0,075m; 0,075-0,125m; 0,125-0,175m, em quatro estações (verão, outono, inverno e primavera), em três sistemas de cultura sob plantio direto [Azevém (*Lolium multiflorum* Lam)+Cornichão (*Lotus corniculatus*)/Pousio (Az+Corn/P); Azevém+Trevo branco (*Trifolium repens*)/Milho (*Zea mays* L.) (Az+Tr/M); Azévem/Soja (*Glycine max* L) (Az/Sj)] e em uma área de campo nativo adjacente ao experimento. No solo inteiro e na FLL, obtida por flotação em NaI 1,8g cm⁻³, quantificou-se as concentrações e estoques de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT), por oxidação em analisador de combustão seca. Os estoques de COT e NT no solo inteiro e na FLL da MO foram afetados pela estação do ano, especialmente na camada superficial. A FLL demonstrou maior sensibilidade à sazonalidade das adições de resíduos vegetais pelas culturas comparativamente ao solo inteiro. A dinâmica intra-anual da MO foi afetada diretamente pelo processo de adição de resíduos vegetais pelas culturas. Nas condições deste estudo, a FLL representou 20% do COT no solo mantido sob campo nativo e, em média, 14% nos sistemas de cultura sob plantio direto.

Palavras-chave: carbono orgânico total, fração leve, sistema de cultura, plantio direto.

Abstract

MORAES, Carla da Silva. **Intra-annual kinetics of organic matter as an indicator of the quality of management systems on low lands.** 2007. 72f. (Master's Degree) – Agronomy Post-Graduation Program. Concentration area: Vegetal Production. Federal University of Pelotas, Pelotas-RS.

Conservation management systems contribute to the increase of the soil organic matter stock (SOM) and for the improvement of the soil, air and water quality. Scarce are the studies that evaluate the intra-annual dynamics of the SOM in low lands of the south of Brazil. I was aimed at to evaluate the seasonal variation of the stocks of SOM in the whole soil and in the free light fraction (FLL) in different cropping systems and manegement; ii) to quantify the SOM lability in different cropping systems and management in a Typic Albaquult. Soil samples were collected in the 0,000-0,025; 0,025-0,075; 0,075-0,125 and 0,125-0,175m depths, in four stations (summer, autumm, winter and spring), in three crop systems under no tillage Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam)+Trefoil (*Lotus corniculatus*)/Aside (Az+Corn/P); Ryegrass +White Clover (*Trifolium repens*)/Corn (*Zea mays* L.) (Az+Tr/M); Ryegrass /Soy(*Glycine max* L) (Az/Sj), and in an area of native pasture adjacent to the experiment. In the whole soil and in FLL, obtained by flotation in NaI 1,8g cm⁻³, it was quantified the TOC and TN pools by use of the dry combustion analyzer. The stocks of TOC and TN in the whole soil and in the FLL of the SOM it were affected for the season, especially in the surface layer. The FLL demonstrated larger sensitivity to the seaseeness of the additions of crop residues to the soil comparatively to the whole soil. The intra-annual dynamics of the SOM it was affected directly by the process of addition of the crop residues. In the conditions of this study, FLL represented 20% of TOC in the soil maintained under native field and, on average, 14% in the cropping systems under no tillage.

Keywords: soil organic carbon, light fraction, cropping system, no tillage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação acumulada e a temperatura média mensal durante os dez meses do ano de 2006. Estação meteorológica da UFPEL/Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão-RS.	27
Figura 2. Croqui da área experimental. Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão, RS.....	29
Figura 3. Detalhe dos procedimentos para coleta de solo na área experimental. Estação Experimental Terras Baixas. Capão do Leão, RS.	31
Figura 4. Fração leve livre em suspensão (a) e filtragem em filtro de fibra de vidro sob vácuo (b).	32
Figura 5. Variação no estoque de carbono orgânico total (COT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,025m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.	52
Figura 6. Variação no estoque de nitrogênio total (NT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,025m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.....	53
Figura 7. Variação no estoque de carbono orgânico total (COT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,175m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.	53
Figura 8. Variação no estoque de nitrogênio total (NT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,175m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura e sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Seqüência de culturas da área experimental, para o período de 2004-2007. Capão do Leão, RS.	30
Tabela 2. Estimativa das adições anuais de fitomassa seca (FS) e de carbono (C) por sistemas de cultura sob plantio direto em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, RS, 2007.	34
Tabela 3. Concentração de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) do solo inteiro em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.	36
Tabela 4. Estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) do solo inteiro em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.	39
Tabela 5. Concentração de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.	42
Tabela 6. Estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007....	47
Tabela 7. Proporção do C e N da FLL em relação ao carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.	51
Tabela 8. Relação C/N do solo inteiro, da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Ambiente de Terras Baixas	15
2.1.1 Solos.....	15
2.1.2 Diversificação de culturas em terras baixas	17
2.2 Dinâmica da matéria orgânica	19
2.3 Mecanismos de proteção e compartimentos da matéria orgânica.....	20
2.4 Métodos de fracionamento da matéria orgânica.....	21
2.4.1 Fracionamento químico	21
2.4.2 Fracionamento físico granulométrico.....	22
2.4.3 Fracionamento físico densimétrico	22
2.5 Sistemas de manejo e estoque de matéria orgânica do solo	24
3. METODOLOGIA.....	27
3.1 Localização e caracterização edafo-climática do experimento.....	27
3.2 Descrição do experimento	28
3.3 Amostragem de solo.....	30
3.4 Obtenção da fração leve livre da matéria orgânica do solo.....	31
3.5 Amostragem da parte aérea das culturas.....	32
3.6 Análises Químicas.....	33
3.6.1 Carbono orgânico total e nitrogênio total	33
3.7 Análise Estatística	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Adição de fitomassa seca e de C pelos sistemas de cultura	34
4.2 Carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) no solo inteiro.....	35
4.2.1 Concentração	35
4.2.2 Estoque	38
4.3 Fracionamento físico da matéria orgânica do solo	41
4.3.1 Concentração de carbono orgânico total e nitrogênio total na fração leve livre da matéria orgânica.....	41
4.3.2 Estoque de carbono orgânico total e nitrogênio total da fração leve livre da matéria orgânica.....	44

4.3.3 Proporção do carbono e nitrogênio da fração leve livre (FLL) em relação ao carbono orgânico total e nitrogênio total do solo	48
4.3.4 Variação no estoque de carbono e de nitrogênio da fração leve livre da matéria orgânica e do solo inteiro (SI).....	52
4.3.5 Relação C/N do solo inteiro e da fração leve livre da matéria orgânica.....	54
5 CONCLUSÕES	57
6 REFERÊNCIAS	58
APÊNDICES.....	65

1. INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo (MO) é resultante do balanço entre a taxa de adição de resíduos de origem vegetal e/ou animal e a taxa de perda por unidade de tempo e área. Parte do carbono (C) presente nos resíduos é liberada para a atmosfera como CO_2 e o restante passa a fazer parte da MO (BAYER & MIELNICZUK, 1999). Em regiões tropicais e subtropicais, a MO constitui um dos principais fatores determinantes da qualidade do solo (PILLON, 2000).

Geralmente, sistemas conservacionistas de manejo, baseados no mínimo revolvimento do solo, no uso de plantas de cobertura e na rotação de culturas promovem a manutenção ou o incremento no estoque de MO, com reflexos positivos sobre a melhoria da qualidade do solo e do ambiente (BAYER, 1996; PILLON, 2000).

O monitoramento do estoque de MO do solo inteiro e em seus diferentes compartimentos, como a fração leve livre (FLL), a fração leve oclusa (FLO) e a fração pesada (FP) é importante para o entendimento do comportamento da dinâmica da MO e de sua variabilidade sazonal. Adicionalmente, a identificação de indicadores da qualidade do sistema de manejo/cultura fornece subsídios para o desenho de sistemas agrícolas sustentáveis, bem como para a proposição de boas práticas agrícolas adequadas a diferentes agroecossistemas.

Uma das estratégias metodológicas utilizadas para o estudo da dinâmica da MO é o seu fracionamento. Pelo fracionamento químico, três frações (ácido fúlvico, ácido húmico e humina) segundo Stevenson, (1994) representam compartimentos da MO com diferentes graus de solubilidade em meio ácido e alcalino. Apresenta como vantagem a facilidade de desenvolvimento de estudos para conhecimento da estrutura da MO, porém, torna difícil o relacionamento dessas frações a sua função no sistema. O fracionamento físico densimétrico, baseado na diferença de densidade entre a fração leve (FL) (de menor densidade) e a fração pesada (FP) (geralmente de densidade superior a $2,2 \text{ g cm}^{-3}$) e o fracionamento físico densimétrico, o qual leva em consideração a associação da MO a diferentes tamanhos de partículas (Roscoe & Machado, 2002), permitem estabelecer relações entre estes compartimentos e suas funções no ambiente.

Escassos são os estudos sobre a dinâmica da MO em ambiente de terras baixas, especialmente aqueles que visam monitorar a sua variação sazonal ao longo

do tempo e a sua relação com a dinâmica de adição e decomposição de resíduos vegetais em diferentes sistemas de manejo.

Diante deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi: avaliar a variação sazonal dos estoques de matéria orgânica no solo inteiro e na fração leve livre em diferentes sistemas de cultura em um Planossolo Háplico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ambiente de Terras Baixas

2.1.1 Solos

Os solos de ecossistemas de terras baixas geralmente são oriundos de sedimentos depositados em planícies de rios, lagoas e lagunas e apresentam deficiência de drenagem interna (hidromorfismo). No Rio Grande do Sul, ocupam extensas áreas, que representam cerca de 20% da área total do Estado (aproximadamente 5.400.000 ha), com relevo variando de plano a suavemente ondulado, sendo encontrados nas regiões das Planícies Costeiras, Interna e Externa e no Litoral Sul, principalmente junto às Lagoas dos Patos e a Lagoa Mirim, nas planícies dos rios da Depressão Central, como os rios dos Sinos, Taquari, Caí e Jacuí e na região da Campanha e Fronteira Oeste, ao longo dos rios Ibicuí, Santa Maria, Quaraí e outros, em geral de baixas altitudes (0-200m) (PINTO, et al., 2006).

Tanto em Santa Catarina (SC) como no Rio Grande do Sul (RS), o cultivo com arroz irrigado constitui o principal uso a essas áreas. Em SC, essas áreas ocupam aproximadamente 7% da área total do Estado (685.000 ha), as quais estão localizadas nas Planícies Litorâneas (cerca de 90% das áreas de várzeas), ao sul, da divisa com o RS até Cabo de Santa Marta, e ao norte, na Baía de Babitonga e região de Joinville e Itajaí-Açu, Itapocu e Piraí. Os 10% restantes ocorrem no Planalto de Canoinhas, nas várzeas dos rios Negro, Canoinhas e Iguaçu, em altitudes que variam desde valores próximos ao nível do mar até 1.100m (PINTO, et al., 2006). O RS cultiva anualmente cerca de 1 milhão de hectares de arroz irrigado (IRGA, 2006).

No RS, os solos de terras baixas desenvolveram-se a partir de sedimentos fluviolacustres, lagunares e marinhos da Planície Costeira (Litoral e parte da Encosta do Sudeste) e de sedimentos oriundos de rochas sedimentares e basálticas da Depressão Periférica e Planalto (parte da Depressão Central, Campanha e Missões). Devido à origem diversa e à intensidade do fluxo de transporte, esses sedimentos são muito heterogêneos em relação à composição mineralógica e granulométrica, resultando na formação de solos com grandes variações nos atributos físicos, químicos e mineralógicos e na aptidão de uso (PINTO, et al., 1999).

A drenagem natural deficiente deve-se ao relevo predominantemente plano, associado a um perfil com camada superficial pouco profunda e subsuperficial impermeável. Esta característica é identificada, em sua intensidade máxima, por meio da cor cinzenta ou gleizada e, numa intensidade menos acentuada, por manchas avermelhadas e/ou amareladas (mosqueados) em uma cor cinzenta. Na paisagem, esse caráter manifesta-se de forma menos acentuada nos solos situados em patamares mais elevados, podendo até estar ausente no caso de solos arenosos (PINTO, et al., 1999; PINTO, et al., 2006).

Em adição ao hidromorfismo, esses solos apresentam densidade naturalmente elevada, relação entre micro e macroporos muito alta, fertilidade natural baixa a moderada, comumente baixa, presença de níveis insuficientes de fósforo e, na maior parte da área, a presença de níveis insuficientes de MOS e baixos valores de pH (PINTO, et al., 2006).

Segundo Pinto et al. (1999), no RS, as principais classes de solos de terras baixas são os Planossolos (56,0% da área), seguindo-se, em ordem decrescente, Chernossolos (16,1%), Neossolos (11,6%), Plintossolos (incluindo Luvissolos e Argissolos) (8,3%), Gleissolos (7,1%) e Vertissolos (0,9%).

O manejo dos solos de terras baixas parece simples quando analisado do ponto de vista topográfico, do risco à erosão e da facilidade da irrigação, pois são áreas planas, contínuas e mecanizáveis. Entretanto, devido às características peculiares, principalmente àquelas relacionadas à degradação do seu estado físico e à presença de minerais expansivos, com altos índices de plasticidade e pegajosidade, o seu manejo é de extrema complexidade. Geralmente, são muito duros quando secos e, muito pegajosos quando úmidos. Aliado a esses aspectos, a monocultura do arroz apresenta baixa rentabilidade, problemas com plantas daninhas e com doenças. O pousio de primavera/verão e o uso dessas áreas pela pecuária de corte têm sido adotado como estratégia pelos agricultores. Entretanto, há preocupação em desenvolver alternativas para diversificação da matriz produtiva neste ambiente, incluindo culturas de sequeiro adaptadas ao ambiente, de modo a garantir maior sustentabilidade ao sistema produtivo (PAULETTO, et al., 1999; PINTO, et al., 2004).

Segundo Bertol et al., (2004), o cultivo do solo altera suas propriedades físicas em relação ao solo não cultivado, como aquele encontrado em campos nativos. Tais alterações são mais pronunciadas nos sistemas convencionais de

preparo quando comparado aos sistemas conservacionistas, as quais se manifestam, em geral, na densidade, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando a infiltração da água e erosão hídrica.

O sistema de preparo convencional em solos de terras baixas no RS, o qual envolve intensa movimentação do solo com aração e gradagem, tem contribuído para aumentar os custos de produção, para disseminar sementes de plantas daninhas e para degradar a qualidade do solo, especialmente pela redução no estoque de MO. Dentre as alternativas de manejo do solo, destacam-se os sistemas plantio de direto (PD) e o cultivo mínimo (CM) (GOMES, et al., 2006).

2.1.2 Diversificação de culturas em terras baixas

O cultivo do arroz irrigado e a pecuária de corte constituem-se os sistemas de produção predominantes no agroecossistema de terras baixas do RS. A monocultura do arroz irrigado associada a práticas inadequadas de manejo têm contribuído para a degradação da qualidade deste agroecossistema, devido principalmente à compactação dos solos, à infestação de plantas daninhas (arroz vermelho) e à ocorrência de flora de sucessão de baixa qualidade. Este processo tem resultado em redução de competitividade da cadeia produtiva, muitas vezes, inviabilizando o uso de culturas alternativas (GOMES, et al., 1997).

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo, baseados na redução das operações de revolvimento, como o cultivo mínimo e o plantio direto, a manutenção dos resíduos vegetais em superfície e a rotação ao arroz irrigado com culturas de sequeiro, como a soja, o milho e o sorgo, constituem-se estratégias sustentáveis de manejo, as quais contribuem para a melhoria da qualidade do solo, do ambiente e para o aumento da rentabilidade (GOMES, et al., 1997).

O desenvolvimento de sistemas de manejo do solo baseados em uso de espécies de cobertura de inverno com potencial forrageiro e de culturas de sequeiro em rotação ao arroz irrigado, têm contribuído também para a redução da população de plantas daninhas e para o aumento da produtividade do arroz irrigado (SOSBAI, 2003; GASTAL, et al., 2004).

Assumindo-se que em agroecossistemas a maior parte do C adicionado ao solo é oriundo dos resíduos vegetais e que a fração leve da MO é dependente deste processo, o estoque desta fração na camada superficial do solo está sujeito à variabilidade sazonal e espacial (CHRISTENSEN, 1992).

Por esses fatores que o calendário de amostragem do solo pode ser mais decisivo para observar mudanças na concentração e no estoque da fração leve da MO, especialmente na camada superficial, que propriamente os efeitos dos sistemas de manejo. Monitorando a fração leve livre (FLL) da matéria orgânica obtida por flotação em solução de NaI com densidade $1,65 \text{ g cm}^{-3}$, na camada 0,000-0,03m de um solo sob floresta, Spycher et al. (1983) observaram que esta fração representou 53% do carbono orgânico total (COT) nessa camada, aumentando de 50% a 100% desde o início da primavera/verão, atingindo valor máximo no outono, indicando que a FLL é sensível à sazonalidade das adições de resíduos e que esta fração representa um compartimento lábil de carbono e nutrientes ao solo.

No planejamento de rotação de culturas, é necessário o manejo adequado do solo e da água, com ênfase para a implantação de um eficiente sistema de drenagem em cada talhão da lavoura, sendo importante o emprego das recomendações técnicas para as culturas, dentre elas, a escolha correta das cultivares (PORTO, et al., 2004).

A cultura do milho tem demonstrado ser uma alternativa econômica, com efeito direto na produtividade de grãos, adaptabilidade ao sistema e efeito indireto de aumento de produtividade do arroz irrigado, principalmente pela redução da incidência de pragas e pela ciclagem de nutrientes. Para o sucesso da lavoura de milho em ambiente de terras baixas, devem ser considerados fatores relacionados ao solo como drenagem, descompactação, fertilidade, temperatura e clima (GASTAL, et al., 2004; PORTO, et al., 2004).

A soja constitui-se em uma das melhores alternativas para a diversificação da matriz produtiva em terras baixas, pois, além de apresentar grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes, possui um histórico de cultivo no RS. Adicionalmente, possui grande capacidade para tolerar estresses abióticos, como períodos de déficit ou excesso hídrico e alto potencial de fixação de nitrogênio atmosférico (GASTAL, et al., 2004; PORTO, et al., 1998).

O azevém é uma gramínea anual que apresenta alta produção e qualidade de forragem. Resiste ao pastejo e a excessos de umidade, suportando altas

lotações. Pode ser manejada para permitir a ressemeadura natural. O trevo branco tolera excesso de umidade e o pastejo intenso e ressemeia facilmente (GONÇALVES, et al., 2000; MITTELMANN, 2006).

O cornichão é uma leguminosa de inverno, mas apresenta um ciclo mais longo que o azevém, chegando a apresentar crescimento durante o verão quando não houver falta de chuvas. Possui alta qualidade de forragem e bom desenvolvimento em diferentes condições de solo e de clima (GONÇALVES, et al., 2000; MITTELMANN, 2006).

2.2 Dinâmica da matéria orgânica

Estima-se que aproximadamente metade do carbono que é fotoassimilado pelas plantas é consumido na respiração dos seres vivos para a manutenção e crescimento. O restante vai para a serapilheira, sofre rizodeposição ou é extraído como produto vegetal ou indiretamente como produto animal no caso de exploração agropastoril. Ao atingir o solo, os resíduos orgânicos são utilizados pelos microrganismos heterotróficos como fonte de carbono, nutrientes e energia, processo que resulta na liberação de grande parte do carbono na forma de CO₂ para a atmosfera, sendo que parte deste carbono (geralmente inferior a 20% do total adicionado ao solo) é incorporado na MO em diferentes compartimentos (STEVENSON, 1994; BAYER et al., 1999; MOREIRA, et al., 2006).

A MO desempenha diversos papéis importantes nos agroecossistemas (Gliessman, 2001), como melhoria na estabilidade de agregados (Paladini & Mielniczuk, 1991), aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) (Burle et al., 1997) e ciclagem de nutrientes (PAVINATO, 1993).

O conteúdo de MO é resultado do balanço entre a taxa de adição de carbono orgânico ao solo e a taxa de perda anual da MO já existente no sistema (BAYER, 1996). A taxa de adição é determinada principalmente pela capacidade de produção de biomassa vegetal pelas plantas, enquanto que as perdas resultam dos processos de oxidação biológica, erosão e lixiviação (DIEKOW, 2003; SILVA et al., 2006; PILLON, 2006).

Ambos processos de adição e perda de C dependem, direta e indiretamente, das estratégias de manejo do solo. Sob altas temperaturas e umidade, o mínimo revolvimento do solo é determinante para o acúmulo de carbono e nitrogênio (N) (PILLON, 2006).

2.3 Mecanismos de proteção e compartimentos da matéria orgânica

Mielniczuk (1999) e Moreira, et al. (2006), baseados na proposta de compartimentação da MO estabelecida por Duxbury et al. (1989), propuseram a distribuição do carbono orgânico do solo em compartimentos interligados, cujos fluxos de matéria e energia são definidos pelos fatores bióticos e abióticos e pelas estratégias de manejo empregadas para cada agroecossistema. Os compartimentos foram divididos em quatro grupos: 1) biomassa vegetal viva com tempo de residência de 0,25 anos, a qual contribui para a ciclagem de nutrientes e diminuição da erosão; 2) resíduos vegetais em decomposição, raízes e exsudados, com tempo de residência de 0,25 anos, constitui fonte de alimento para a biota, proteção do solo contra erosão e fonte de nutrientes para a planta; 3) matéria orgânica não protegida subdividindo-se em: biomassa microbiana com tempo de residência de 0,25 anos e que atua na decomposição dos resíduos e na formação de agregados estáveis de caráter temporário e matéria orgânica lábil, com tempo de residência de 2 a 5 anos e que serve como fonte de energia aos microrganismos, agregação temporária, CTC e fonte de nutrientes para as plantas; 4) matéria orgânica protegida, a qual subdivide-se em: proteção estrutural ou física, cuja principal função está relacionada com a agregação e a CTC e proteção coloidal, com tempo de residência de 1000 anos, com a mesma função da matéria orgânica protegida fisicamente.

Sollins et al. (1996) classificaram os mecanismos de proteção da MO em recalctrância química, a qual está diretamente relacionada a sua composição química e a conformação molecular. Neste caso, estruturas orgânicas mais recalctrantes tendem a ser seletivamente preservadas; interação organo-mineral, a qual se refere a associações inter-moleculares entre substâncias orgânicas e inorgânicas ou outras substâncias orgânicas, cujo resultado reflete-se na alteração das taxas de degradação das moléculas orgânicas ou na síntese de novas

moléculas e; a inacessibilidade, a qual se refere à localização de substâncias orgânicas em sítios inacessíveis aos microorganismos e suas enzimas.

De acordo com Cornejo & Hermosin (1996), os principais mecanismos de ligação entre as estruturas orgânicas e as superfícies minerais envolvem ligações do tipo força de Van der Waals, troca de cátion, protonação, troca de ânion, ponte de água, ponte de cátion, pontes de hidrogênio e troca de ligante e interação hidrofóbica. Em solos altamente intemperizados, com predomínio de minerais de carga variável, como caulinita e óxidos de ferro e de alumínio, a ligação do tipo troca de ligante constitui-se o principal mecanismo de interação organo-mineral e, conseqüentemente, de estabilização da MO, enquanto que em solos com predomínio de minerais de carga permanente, a reação tipo ponte de cátion é mais freqüente (TISDALL & OADES, 1982; CORNEJO & HERMOSIN, 1996).

2.4 Métodos de fracionamento da matéria orgânica

Os métodos de fracionamento da MO são baseados na sua localização na matriz mineral (fracionamento físico granulométrico), no seu grau de associação com a fração mineral (fracionamento físico densimétrico) ou em características de solubilidade dos compostos orgânicos (fracionamento químico) (PILLON, 2000).

2.4.1 Fracionamento químico

O fracionamento químico é efetuado com base na solubilidade de compostos orgânicos em diferentes pHs, obtendo-se três frações: a fração ácido húmico (AH), solúvel em álcali e insolúvel em meio ácido; a fração ácido fúlvico (AF), solúvel em meio ácido e alcalino e a fração humina (HUM), insolúvel em qualquer pH, representando a MO associada à fração mineral do solo (STEVENSON & ELLIOTT, 1989). A solubilidade das substâncias húmicas em meio alcalino resulta do rompimento das ligações entre as moléculas orgânicas e as superfícies minerais e/ou cátions polivalentes e da conversão de compostos acídicos em sais solúveis (PILLON, 2000). Dentre as principais limitações do fracionamento químico, citam-se i) a possibilidade de alteração química dos compostos orgânicos; ii) a contaminação por compostos inorgânicos; iii) a extração ser parcial e iv) a composição da matriz mineral a qual afeta a capacidade de extração (STEVENSON, 1994).

Adicionalmente, as frações obtidas não se relacionam com as suas funções no sistema (CHRISTENSEN, 1992).

2.4.2 Fracionamento físico granulométrico

O fracionamento físico da MO permite relacionar cada compartimento com funções no solo. A separação física da MO pode ser efetuada de três formas: por peneiramento; densitometria ou por sedimentação. A separação por peneiramento é usada para obter frações da MO cujas partículas possuam diâmetro superior a 53µm (matéria orgânica particulada); a separação por sedimentação é baseada na Lei de Stokes e utilizada para separação de frações da MO associadas a tamanhos de partícula entre 2-53µm (PILLON, 2000; ROSCOE & MACHADO, 2002.; DIEKOW, 2003).

2.4.3 Fracionamento físico densimétrico

A separação por densitometria utiliza como princípio a menor densidade da MO comparativamente a matriz mineral do solo (PILLON, 2000). Assim, a utilização de soluções de densidade entre 1,6 a 2,2 g cm⁻³ permite separar a MO leve da MO associada aos minerais. Dentre os principais sais utilizados para a obtenção destas soluções, destacam-se o iodeto de sódio e o politungstato de sódio.

O fracionamento físico por densidade tem sido usado em estudos da MO para separar a FLL (interagregados), a fração leve oclusa (FLO) (intraagregados) da fração pesada (FP) (complexos organo-minerais) (TURCHENEK & OADES, 1979).

A obtenção da FLL ocorre mediante agitação branda em líquidos de densidade conhecida antes da dispersão completa dos agregados. A FLO é separada após a completa dispersão das partículas primárias (por agitação ou sonicação) e a FP corresponde ao C ligado aos complexos organo-minerais (COM-primários) (ROSCOE & MACHADO, 2002).

Estas frações se diferenciam pelo grau de acessibilidade aos microorganismos e, conseqüentemente, variação na estabilidade e tempo de permanência no solo. A separação da FLL da FLO ajuda na definição de reservatórios com diferentes taxas de decomposição (GOLCHIN, et al., 1994a).

A FLL consiste de resíduos de plantas parcialmente decompostos e seus produtos de decomposição parcial, hifas de fungos, esporos e restos animais (SOLLINS, et al., 1984; CHRISTENSEN, 1992). Embora seus compostos sejam semelhantes ao da liteira, sendo dominada por carboidratos de origem vegetal, principalmente celulose, esta fração sofre transformações, perdendo parte dos compostos de rápida decomposição como os carboidratos e as proteínas (CONCEIÇÃO, 2006).

A recalcitrância molecular é um mecanismo de proteção que atua em todos os reservatórios da MO, sendo exclusivo somente para a FLL (SOLLINS, et al., 1996; ROSCOE & MACHADO, 2002). A quantidade desta fração pode ser influenciada pelo tipo de vegetação, clima e fatores que influenciam o balanço entre a produção da liteira e decomposição (CHRISTENSEN, 1992; GOLCHIN, et al., 1994a).

A FLO possui um grau de decomposição mais avançado que a FLL, consiste de um conjunto diversificado de compostos orgânicos, incluindo resíduos de plantas, peletes fecais, pêlos radiculares e estruturas fúngicas com um tamanho reduzido (GOLCHIN et al., 1994b; CHRISTENSEN, 2001).

A FL tende a reduzir relativamente em profundidade, pois sua magnitude é diretamente dependente da adição constante de resíduos vegetais, os quais geralmente depositam-se em superfície. A recalcitrância molecular e a oclusão ou proteção física pelos agregados constituem os principais mecanismos de proteção desta fração (SOLLINS, et al., 1996).

Esses métodos de fracionamento físico, isolados ou em combinação, têm sido utilizados em diversos estudos da dinâmica da MO (GOLCHIN, et al., 1994a; NETO, et al., 1996; PILLON, 2000; MACHADO, 2002; CONCEIÇÃO, 2002; PINHEIRO, et al. 2004; CONCEIÇÃO, 2006).

2.5 Sistemas de manejo e estoque de matéria orgânica do solo

A adoção de sistemas de manejo que promovam o revolvimento mínimo do solo, como o sistema PD e a manutenção dos resíduos culturais sobre a superfície reduzem a degradação, assegurando maior racionalidade na utilização dos recursos naturais (FANCELLI, 2000).

A intensidade e frequência do revolvimento do solo afetam diretamente a taxa de decomposição do carbono orgânico. Sistemas de preparo convencional (PC) que mobilizam intensamente o solo favorecem a quebra de agregados, estimulam a atividade microbiana pela exposição de material orgânico anteriormente protegido fisicamente no interior de agregados, tendo como resultado aumento da taxa de decomposição do carbono orgânico total (COT) (PILLON, et al., 2004).

Sistemas conservacionistas, como PD, permitem a manutenção da estrutura e conseqüentemente, de seus agregados por um período maior de tempo, estimulam a formação de macroagregados e a proteção dos resíduos orgânicos em do solo, contribuindo para a redução da taxa de decomposição (PILLON, et al., 2004; DIEKOW, et al., 2005). Porém, apenas o não revolvimento ou o mínimo revolvimento não garante a manutenção ou o aumento do estoque de MO ao solo ao longo do tempo, pois a adoção de sistemas de cultura intensivos, com o uso de plantas de cobertura com alto aporte de resíduos, adubação nitrogenada, rotação de culturas com inclusão de leguminosas são estratégias fundamentais para o incremento da MO (JANTALIA, et al., 2006).

Segundo Bayer (1996), após nove anos de cultivo, o estoque de COT apresentou redução sob PC e um acúmulo de $5,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ sob PD na camada de 0,000-0,175m de um Argissolo Vermelho sob sistema aveia+ervilhaca/milha+caupi, sem adubação nitrogenada. Para o sistema aveia/milho, com baixa adição de resíduos vegetais quando não adubado com nitrogênio, as perdas de COT foram expressivas, sendo que o solo nesta situação atuou como emissor de CO_2 para a atmosfera, contribuindo para o efeito estufa. Segundo o autor estes resultados comprovam que somente o sistema PD sem um sistema de culturas que propicie alto aporte de resíduos vegetais ao solo, não é suficiente para manter ou aumentar os estoques de COT.

A importância da inclusão de plantas de cobertura em sistemas agrícolas reside no fato das mesmas realizarem o processo biológico que é a fixação de CO_2

através da fotossíntese, transferindo o C da atmosfera para as plantas e, posteriormente, para o solo. Quando leguminosas são empregadas, é possível valorizar o processo biológico mais importante que é a fixação biológica de nitrogênio (FBN), envolvendo a conversão enzimática do N₂ atmosférico em amônia através de bactérias associadas simbioticamente às leguminosas (AITA & GIACOMINI, 2006).

Associado ao sistema PD, o uso de plantas de cobertura com elevada adição de fitomassa ao solo tem demonstrado ser uma das práticas mais eficazes no aumento do COT (CONCEIÇÃO, 2002; JANTALIA, et al., 2006). Quando leguminosas são incluídas no sistema, além da adição de C há a adição de N através FBN (AITA & GIACOMINI, 2006).

Em um estudo realizado por Cruz (2005) em um Cambissolo Háplico sob PD, os sistemas de culturas aveia+ervilha+nabo/rotação, aveia+ervilhaca/rotação, ervilhaca/rotação e aveia/rotação apresentaram incrementos de 10, 2, 11 e 9%, respectivamente, em relação aos COT na camada 0,000-0,275 m, após dois anos de instalação do experimento. O sistema de cultura azevém/milho sob PC apresentou redução no estoque de COT, provavelmente devido ao intenso revolvimento do solo com arado de disco e grade niveladora deve ter contribuído para um aumento na taxa de oxidação da MO e o incremento na perda de MO por erosão.

O aumento do estoque de C no solo com PD depende fundamentalmente do aporte de C via resíduos culturais. A adição contínua de resíduos culturais com diferentes quantidades e qualidades contribui para a melhoria da qualidade do solo e do ambiente, pelo aumento da MO e pela mitigação de gases de efeito estufa como o CO₂ (AITA & GIACOMINI, 2006).

3. METODOLOGIA

3.1 Localização e caracterização edafo-climática do experimento

O estudo foi realizado ao longo do ano de 2006 numa área localizada na Estação Experimental Terras Baixas (EETB), da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão, RS, pertencente à região da Planície Costeira. As coordenadas geográficas são aproximadamente 31°52' S e 52°21' W, altitude média 13m. Informações sobre a precipitação e a temperatura média mensal foram obtidas junto a Estação Meteorológica da UFPEL/Embrapa Clima Temperado, localizada próxima a área experimental (Figura 1).

O solo é um Planossolo Háplico (Embrapa, 2006), com conteúdo geral de 149 g kg⁻¹ de argila na camada de 0,000-0,175m.

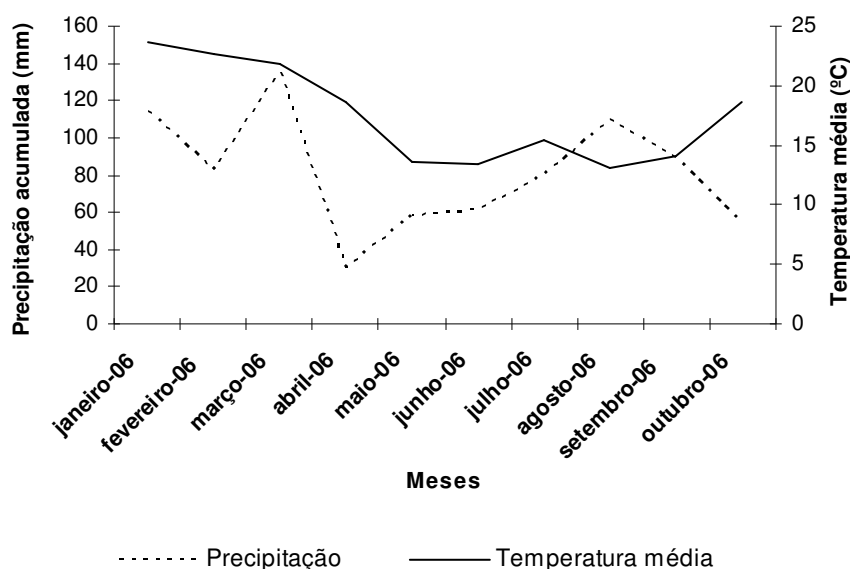


Figura 1. **Precipitação** acumulada e a temperatura média mensal durante os dez meses do ano de 2006. Estação meteorológica da UFPEL/Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão-RS.

3.2 Descrição do experimento

O experimento foi instalado em 2006, nas quatro estações do ano, o qual está inserido dentro de um conjunto de ações experimentais programados e implementados em 2003, com previsão para ser de longa duração, numa área total de 4 ha. Para a implantação do experimento em 2003, o solo foi revolvido com grade aradora (preparo primário) e grade niveladora (preparo secundário), na primavera de 2003. No primeiro ano, a cultura teste foi o arroz irrigado, visando uniformizar o solo em toda a área experimental. Quando da implantação dos sistemas, o solo apresentava as seguintes propriedades: pH-H₂O=6,0; MO= 20gkg⁻¹; K= 42mgdm⁻³; P= 17,9mgdm⁻³; Ca= 3,6cmol_cdm⁻³; Mg= 2,0cmol_cdm⁻³ e 149gkg⁻¹ de argila.

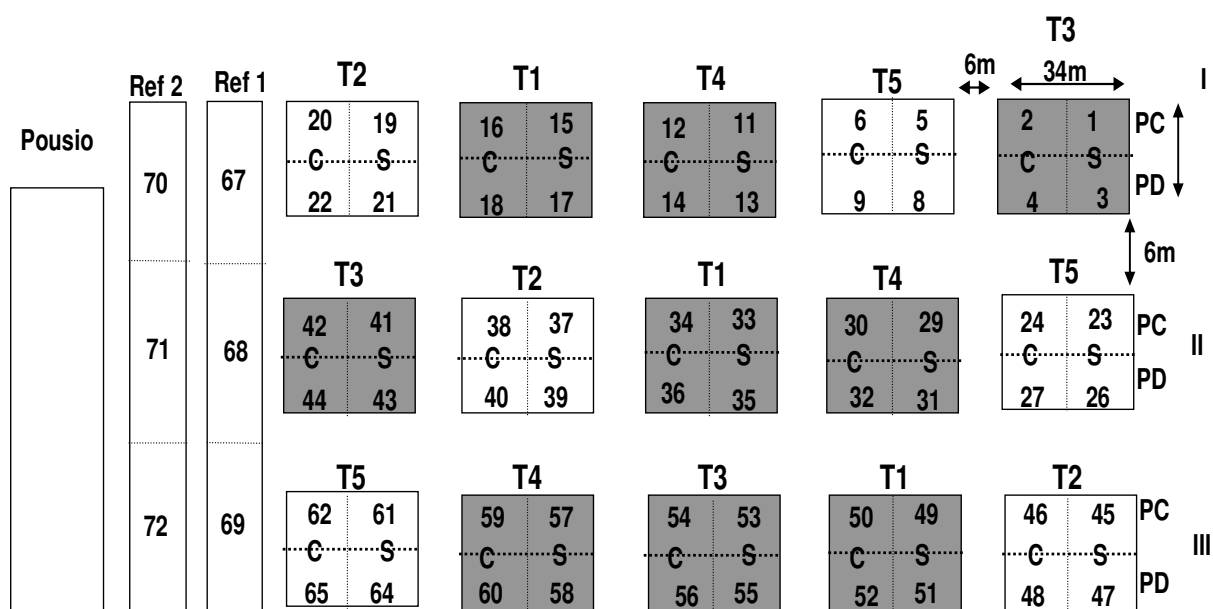
O delineamento experimental é de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições, composto por cinco sistemas de cultura e dois sistemas de preparo do solo (PD e PC). Os sistemas de cultura estão dispostos em parcelas medindo 34 x 34m, enquanto que os sistemas de preparo estão dispostos em subparcelas medindo 17 x 34m. Em cada sistema de cultura e preparo do solo, duas doses de adubação nitrogenada (sem adubação nitrogenada mineral e a dose de N recomendada para a cultura comercial gramínea de verão) estão dispostas em sub-subparcela medindo 17x17m (Figura 2).

Os sistemas de cultura contemplam culturas alternativas ao arroz irrigado de interesse comercial no verão e culturas de cobertura no inverno, sendo três sistemas em sucessão e dois sistemas em rotação no verão. As práticas de manejo adotadas seguem as recomendações de adubação para as culturas de verão com PK (superfosfato triplo e cloreto de potássio) e de cobertura com N, na forma de uréia, somente para o milho, sorgo e o arroz irrigado (área de referência).

Neste trabalho, somente os tratamentos T1, T3 e T4 sob PD sem a adubação nitrogenada foram utilizados (Figura 2). Uma área de campo nativo, adjacente ao experimento, foi utilizada no estudo como referência, sendo composto basicamente por espécies gramíneas.

Para este estudo, utilizou-se os seguintes sistemas: azevém (*Lolium multiflorum* Lam)+cornichão (*Lotus corniculatus*)/pousio de verão (Az+Corn/P); azevém+trevo branco (*Trifolium repens*)/milho (*Zea mays* L.) em sucessão (Az+Tr/M) e azevém/soja (*Glycine max* L) em sucessão (Az/Sj).

O experimento foi conduzido sob condições climáticas naturais, sem uso de irrigação.



S: sub parcela sem aplicação de N mineral cobertura

PC: Preparo convencional

PD: Plantio direto

Ref1: Arroz todos anos PC, pousio invernal

Ref2: Arroz dois anos PC, pousio dois anos

Figura 2. Croqui da área experimental. Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão, RS.

A descrição da seqüência de culturas no período 2004/07 está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Seqüência de culturas da área experimental, para o período de 2004-2007. Capão do Leão, RS.

Sistemas	Tratamento	2004/05	2005	2005/06	2006	2006/07	2007
		verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno
Az+Corn/P	T1	P	Az+Corn	P	Az+Corn	P	Az+Corn
P/R	T2	Sj	P	M	P	S	P
Az+Tr/M	T3	M	Az+Tr	M	Az+Tr	M	Az+Tr
Az/Sj	T4	Sj	Az	Sj	Az	Sj	Az
Az+Corn/R	T5	Sj	Az+Corn	M	Az+Corn	S	Az+Corn

Az – Azevém (*Lolium multiflorum* Lam); Corn – Cornichão (*Lotus corniculatus*); Sj – Soja (*Glycine max* L); M – Milho (*Zea mays* L.); S – Sorgo (*Sorghum vulgare*); Tr – Trevo branco (*Trifolium repens*); P – Pousio; R – Rotação (soja/milho/sorgo).

3.3 Amostragem de solo

Amostras deformadas e não deformadas foram coletadas no verão, outono, inverno e primavera de 2006, nos três sistemas de cultura (Az+Corn/P, Az+Tr/M e Az/Sj) (Tabela 1) e no campo nativo. No verão e primavera (primeira e última época de amostragem), coletou-se o solo nas camadas de 0,000-0,025; 0,025-0,075; 0,075-0,125; 0,125-0,175m, enquanto que nas estações de outono e inverno, amostrou-se somente a camada de 0,000-0,025m. A amostragem mais detalhada em profundidade efetuada no verão e primavera justifica-se pela baixa probabilidade de alterações na FLL em profundidade nesse curto espaço temporal e pelo elevado custo do fracionamento densimétrico.

De forma aleatória na parcela, uma trincheira medindo 0,30 x 0,50 x 0,30m foi aberta com uma pá-de-corte. O solo foi retirado com auxílio de ferramentas manuais, homogeneizado, subamostrado e seco ao ar. Os resíduos vegetais presentes na superfície do solo foram cuidadosamente retirados antes da amostragem. Em cada camada, foram coletados anéis volumétricos para a determinação da densidade do solo, conforme a metodologia descrita em (BLAKE & HARTGE, 1986).

Uma visualização dos procedimentos de coleta de solo pode ser obtida na Figura 3.



Figura 3. Detalhe dos procedimentos para coleta de solo na área experimental. Estação Experimental Terras Baixas. Capão do Leão, RS.

3.4 Obtenção da fração leve livre da matéria orgânica do solo

A separação da FLL da MO foi efetuada segundo Golchin et al. (1994a), modificada por Conceição (2006), utilizando-se uma solução de Iodeto de Sódio (NaI) a $1,8\text{g cm}^{-3}$. Adicionou-se 80ml de NaI $1,80\text{gcm}^{-3}$ a 20g de solo em tubo de centrífuga de 250ml. O tubo foi fechado com a tampa e cuidadosamente invertido manualmente cinco vezes para evitar quebras de agregados. As partículas que aderiram à tampa e ao tubo da centrífuga foram lavadas para dentro da suspensão usando solução de NaI de mesma densidade. Após uma hora em repouso, a suspensão foi centrifugada a $2000 \times g$ por 60 minutos.

Testes preliminares de Pillon (2000) indicaram que este procedimento torna mais firme a massa de solo no fundo do tubo e mais fácil a flotação do material orgânico leve, reduzindo a contaminação de partículas minerais pesadas, em comparação aos 30 minutos de repouso e de centrifugação proposto por Golchin et al., (1994a). Depois de centrifugado, o sobrenadante com as partículas da fração leve livre da MO foi passado em filtro de fibra de vidro GF 50-A, diâmetro de 47mm - Millipore, porosidade de $1,2\mu\text{m}$, sob vácuo. Após a lavagem do excesso de NaI com 200ml de água destilada, o material orgânico e o filtro foram acondicionados em placas de petri, secos em estufa a 65°C por 24h e moídos em gral de porcelana,

para análises do teor de C e N. Detalhes do procedimento de separação da FLL da MO podem ser observados na Figura 4.

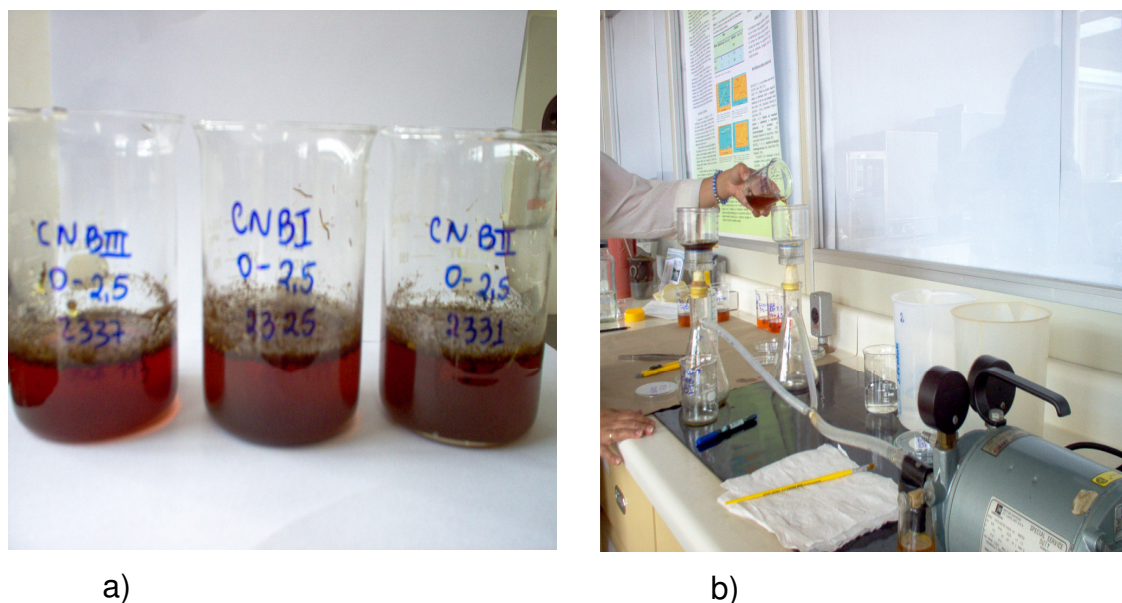


Figura 4. Fração leve livre em suspensão (a) e filtragem em filtro de fibra de vidro sob vácuo (b).

O procedimento de obtenção da FLL foi efetuado nos sistemas Az+Corn/P, Az+Tr/M, Az/Sj e no campo nativo, nas camadas 0,000-0,025; 0,025-0,075; 0,075-0,125 e 0,125-0,175m para as coletas de verão e primavera e somente na camada 0,000-0,025m, para as demais estações.

3.5 Amostragem da parte aérea das culturas

A adição de fitomassa pelas culturas de inverno e de verão foi efetuada no estágio de pleno florescimento das espécies, utilizando-se um quadro medindo 1,0 x 1,0m para as culturas semeadas a lanço. Para a quantificação da fitomassa do milho e da soja, efetuou-se a contagem da população de plantas em cinco metros lineares de quatro linhas (20m lineares), escolhidas de forma aleatória na parcela. Em cada uma das culturas e em 20m lineares, cinco plantas foram selecionadas, pesadas, secas em estufa com ventilação a 60 °C, até a obtenção de peso constante. Após secagem, a fitomassa seca foi moída em um moinho modelo Willey até 0,5mm.

A adição de C ao solo pela fitomassa seca das espécies vegetais foi estimada assumindo-se um teor de 40% de C no tecido vegetal da parte aérea.

3.6 Análises Químicas

3.6.1 Carbono orgânico total e nitrogênio total

A quantificação da concentração de COT e de NT em amostras de solo inteiro (<2mm) e da FLL foi efetuada por oxidação via seca em um Analisador Elementar modelo Flash EA 1112 Thermo Electron..

O estoque de COT e de NT foi calculado com base em uma massa equivalente para cada camada de solo, corrigidos pela densidade.

3.7 Análise Estatística

Para avaliar os resultados foi efetuada a análise de variância e o teste t de comparação de médias que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. Pelo fato de ser observado interação significativa entre os parâmetros COT, NT do solo inteiro e da fração leve livre e a época de avaliação, considerou-se que não há necessidade da apresentação das diferenças estatísticas existentes entre as médias destes mesmos parâmetros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Adição de fitomassa seca e de C pelos sistemas de cultura

Os sistemas de cultura apresentaram valores médios de adições de fitomassa seca de 5,58 a 8,14Mgha⁻¹, as quais não diferiram estatisticamente entre si. O consórcio de plantas leguminosas com gramíneas Az+Tr/M (8,14Mgha⁻¹) obteve o maior valor de fitomassa seca. Para um campo natural mantido sob pastejo neste mesmo ambiente, Siewerdt (1994) observou produção de fitomassa seca total anual média de 8,97Mgha⁻¹.

Tabela 2. Estimativa das adições anuais de fitomassa seca (FS) e de carbono (C) por sistemas de cultura sob plantio direto em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, RS, 2007.

Sistema de cultura	Fitomassa seca, Mg ha ⁻¹		Adição média ano ⁻¹	
	Verão	Inverno	Fitomassa seca, Mg ha ⁻¹	C Mg ha ⁻¹ *
Az+Corn/P	2,32	3,26	5,58 A	2,23
Az+Tr/M	5,09	3,05	8,14 A	3,26
Az/Sj	4,03	1,77	5,80 A	2,32

Az=azevém; Corn=cornichão P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

* Estimativa baseada em uma concentração média de 40% de C na fitomassa seca.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna comparam a produção de fitomassa entre os sistemas de cultura pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%.

Cruz (2005) avaliou a produção de fitomassa seca por sistemas de cultura sob PD em um Cambissolo Háplico no município de Piratini (RS) e observou maior potencial de produção de fitomassa seca (4,42Mgha⁻¹) para sistemas que incluem consorciação de gramíneas e leguminosas no inverno, como o azevém e a ervilhaca e a rotação de culturas no verão, evidenciando a importância do aporte de N pelas leguminosas e da rotação de culturas para o processo de adição de resíduos vegetais ao solo. Bayer (1996), em um experimento de longa duração sob um Argissolo Vermelho, localizado no município de Eldorado do Sul (RS), obteve maior potencial de adição anual de C ao solo nos sistemas de cultura lablab+milho (6,14Mgha⁻¹) e guandu+milho (8,89Mgha⁻¹), sem adubação nitrogenada, comparativamente ao sistema aveia/milho (4,37Mgha⁻¹).

Segundo Lovato, (2001), espécies leguminosas contribuem para o aporte de N ao solo e para o aumento da produtividade de fitomassa e de grãos das espécies gramíneas.

4.2 Carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) no solo inteiro

4.2.1 Concentração

Maiores concentrações de COT e NT foram observadas em superfície, decrescendo em profundidade, para todos os sistemas de cultura e manejo (Tabela 3). Concentrações mais elevadas de MO em camadas superficiais estão diretamente relacionadas ao processo de adição preferencial de resíduos vegetais pela parte aérea das culturas em superfície (BAYER, 1996; BURLE et al., 1997; PILLON, 2000; BAYER et al., 2000a; DIEKOW, 2003).

Geralmente, aumentos significativos na concentração e no estoque de COT e NT em camadas inferiores ocorrem no decorrer do tempo em sistemas com elevado aporte de resíduos vegetais. Por exemplo, em sistemas de manejo para produção de grãos, implantados sobre um Argissolo Vermelho, aumentos significativos de C e N no solo foram observados por Teixeira (1988) após o terceiro ano na camada 0,000-0,025m, após o quinto ano para a camada 0,00-0,075m (Testa, 1989), no oitavo ano para a camada 0,000-0,125m (Pavinato, 1993) e décimo ano para a camada 0,00-0,175m (BURLE, 1995).

Para a camada 0,000-0,025m, à exceção da primavera, onde o sistema Az+Corn/P apresentou menor concentração de COT e NT, nas demais estações, as maiores concentrações de COT e NT foram observadas no CNativo comparativamente aos demais sistemas, os quais não diferiram entre si (Tabela 3). Possivelmente, a utilização do PC e a manutenção da área experimental em pousio durante alguns anos anteriormente à implantação dos sistemas de cultura sob PD em 2004, tenham contribuído para a redução do aporte de fitomassa e para o aumento da taxa de decomposição da MO (Bayer, 1996), determinando uma redução na concentração de COT e NT comparativamente ao campo nativo (CNativo).

Pillon (2000) observou um decréscimo na concentração de C e N em um Argissolo Vermelho submetido ao revolvimento intenso por 14 anos previamente à instalação dos sistemas de cultura sob PD em 1983. Após a implantação do experimento, os sistemas de cultura com maior aporte de fitomassa seca e com inclusão de leguminosas promoveram a recuperação dos estoques de C e N, inicialmente na camada superficial e, com o decorrer do tempo, nas camadas mais profundas. Este comportamento somente é observado em sistemas sob PD. Por exemplo, Conceição (2006), avaliando a distribuição do COT ao longo do perfil de um Argissolo Vermelho, sob PC, observou uma homogeneidade da concentração do COT ao longo do perfil, fato explicado pela incorporação dos resíduos culturais em profundidade, enquanto que sob PD, ocorreu maior concentração de COT na camada superficial (0,000-0,05m), devido à adição preferencial de resíduos em superfície pelas culturas.

No sistema CNativo, na camada 0,000-0,025m, maiores concentrações de COT e NT foram observadas durante o período de verão e outono, comparativamente as demais épocas de amostragem (Tabela 3). No hemisfério sul, o período de primavera/verão apresenta maior incidência de radiação solar e maior temperatura, o que contribui para maior produção de fitomassa pelas espécies vegetais no CNativo, resultando em uma maior taxa de adição de resíduos vegetais ao solo, tanto pela parte aérea quanto pelas raízes. A diminuição na produção de fitomassa nas estações mais frias (outono e inverno) determina uma redução na taxa de adição de resíduos ao solo, contribuindo para a redução na concentração e estoque de MO na camada superficial.

Na camada 0,000-0,025m, dentre os sistemas de cultura avaliados, a concentração de COT e de NT não foi afetada pela época de amostragem somente no sistema Az/Sj (Tabela 3). Para o sistema Az+Tr/M, a menor concentração de COT foi obtida na amostragem de outono, não havendo diferença entre as demais épocas. Algumas hipóteses podem contribuir para a explicação deste comportamento: i) uma maior taxa de decomposição da MO durante a estação anterior (verão), justificada pela maior temperatura média mensal nesta época do ano (dados não apresentados); ii) os subprodutos do processo de decomposição dos resíduos vegetais das culturas de inverno (azevém e trevo branco), o qual se processam ao final da primavera e durante todo verão, ainda não foram incorporados a MO neste período; iii) em adição a primeira pressuposição, os

subprodutos do processo de decomposição dos resíduos vegetais das culturas de inverno foram rapidamente incorporados a MO na camada superficial ainda ao final da primavera e no início do verão e mineralizados pelos microorganismos e; iv) variabilidade espacial da concentração de COT no solo.

Cruz et al. (2007), avaliando a dinâmica de decomposição de resíduos vegetais de azevém e trevo branco consorciados usando como metodologia sacos de decomposição a campo, nesta mesma área experimental, observou 50% de redução na fitomassa seca até 30 dias após a disposição do experimento a campo. Considerando-se esta rápida dinâmica de decomposição dos resíduos vegetais neste ambiente, a segunda hipótese poderia ser descartada.

No sistema Az+Tr/M, embora a menor concentração de NT tenha sido observada no outono, esta não diferiu significativamente das outras épocas de amostragem. Possivelmente, o aporte de N ao solo pela decomposição dos resíduos do trevo branco tenha contribuído para este fato.

4.2.2 Estoque

Dentre os sistemas de cultura e manejo, na camada 0,000-0,025m, os maiores estoques de COT e NT em todas as épocas de amostragem foram observados para o sistema CNativo, os quais variaram entre 8,93 a 6,31Mgha⁻¹ e entre 703 a 474kggha⁻¹, respectivamente, no verão e primavera (Tabela 4). Os estoques de COT e NT para o CNativo na camada 0,000-0,025m são similares aos observados por Pillon (2000) e por Diekow (2003) para a mesma camada de solo de uma área mantida sob campo nativo em um Argissolo Vermelho de Eldorado do Sul-RS. Provavelmente, a utilização do PC e a manutenção da área experimental em pousio durante alguns anos anteriormente à implantação dos sistemas de cultura sob PD em 2004, tenham contribuído para a redução do aporte de fitomassa vegetal e para o aumento da taxa de decomposição da MOS (Bayer,1996), determinando uma redução no estoque de COT e NT comparativamente ao CNativo.

Tabela 4. Estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) do solo inteiro em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.

Sistemas de cultura	Época de amostragem									
	Verão/06			Outono/06			Inverno/06			Média
	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	
C Nativo	8,93 aA	703 a A	7,80 ab A	607 ab A	6,32 b A	494 b A	6,31 b A	474 b A	7,34	569
Az+Corn/P	3,95 ab B	314 bc B	4,04 ab B	373 ab B	4,46 a B	410 a AB	3,55 b B	272 c B	4,00	342
Az+Tr/M	5,02 ab B	409 a B	4,48 b B	363 a B	4,85 ab B	409 a AB	5,49 a A	452 a A	4,96	408
Az/Sj	4,72 a B	409 a B	4,97 a B	423 a B	4,64 a B	389 a B	5,30 a A	432 a A	4,90	413
Média	5,65	459	5,32	441	5,06	425	5,16	407	-	-
C Nativo	12,88	1013	n.a	n.a	n.a	n.a	12,80	939	12,83 A	976 A
Az+Corn/P	6,64	516	n.a	n.a	n.a	n.a	8,14	609	7,39 C	562 C
Az+Tr/M	8,26	702	n.a	n.a	n.a	n.a	10,41	1028	9,33 B	865 AB
Az/Sj	7,37	638	n.a	n.a	n.a	n.a	9,05	745	8,21 BC	691 BC
Média	8,79 b	717 a	-	-	-	-	10,10 a	830 a	-	-
C Nativo	8,60	604	n.a	n.a	n.a	n.a	9,38	698	8,99 AB	651 BC
Az+Corn/P	6,66	519	n.a	n.a	n.a	n.a	9,16	653	7,91 B	586 C
Az+Tr/M	9,33	819	n.a	n.a	n.a	n.a	10,70	851	10,01 A	835 A
Az/Sj	7,54	713	n.a	n.a	n.a	n.a	9,66	774	8,60 AB	743 AB
Média	8,03 b	663 a	-	-	-	-	9,72 a	744 a	-	-
C Nativo	7,26	515	n.a	n.a	n.a	n.a	7,26	478	7,26 B	469 C
Az+Corn/P	6,58	500	n.a	n.a	n.a	n.a	8,06	586	7,32 B	543 BC
Az+Tr/M	10,95	927	n.a	n.a	n.a	n.a	9,75	729	10,35 A	828 A
Az/Sj	7,49	657	n.a	n.a	n.a	n.a	7,74	648	7,62 B	652 B
Média	8,07 a	650 a	-	-	-	-	8,20 a	610 a	-	-
C Nativo	37,68	2835	n.a	n.a	n.a	n.a	35,75	2589	36,71	2712
Az+Corn/P	23,83	1849	n.a	n.a	n.a	n.a	28,91	2120	26,37	1984
Az+Tr/M	33,58	2858	n.a	n.a	n.a	n.a	36,34	3060	34,96	2959
Az/Sj	27,12	2417	n.a	n.a	n.a	n.a	31,75	2600	29,43	2508
Média	30,55	2490	-	-	-	-	33,18	2592	-	-

C Nativo= campo nativo; Az=azevém; Corn=cornichão; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja; P=pousio; n.a=não analisado; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (compara o efeito da época de amostragem dentro do mesmo sistema e camada) e maiúscula na coluna (compara os sistemas dentro de cada camada e época de amostragem) para cada variável não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%.

Pillon (2000) estimou taxas anuais de perda de COT e NT em uma área originalmente sob campo nativo submetida a 14 anos sob PC e monocultura de 1Mgha^{-1} e 100kgha^{-1} , respectivamente, para a camada 0,000-0,175m, previamente à instalação de dez sistemas de cultura sob PD em 1983. A erosão hídrica e o aumento da taxa de oxidação da MO pelo preparo de solo, fato que contribui para expor material orgânico particulado protegido no interior de agregados estáveis aos microorganismos (Golchin et al., 1994b; Conceição, 2006), possivelmente tenham favorecido as perdas de MO.

Dentre os quatros sistemas de cultura avaliados, na camada 0,000-0,025m, somente foi observada diferença significativa para o estoque de COT e NT para a época de amostragem de primavera, sendo os menores valores obtidos no sistema Az+Corn/P (Tabela 4). Possivelmente, esse fato esteja relacionado a menor taxa de adição de resíduos vegetais deste sistema de cultura (Tabela 2) pois, na estação de verão e parte do outono, a área permanece em pousio, o que reduz as adições de resíduos vegetais ao solo, fato que possivelmente reflete-se negativamente no estoque de COT e NT na estação subsequente.

Considerando-se a camada 0,000-0,175m, o maior estoque de COT e NT foi observado nos sistemas CNativo ($37,68\text{Mgha}^{-1}$) e Az+Tr/M (2858kgha^{-1}), respectivamente (Tabela 4). Possivelmente, a elevada taxa de adição de resíduos vegetais deste sistema e a fixação biológica de nitrogênio pelo trevo devem contribuir para o maior estoque de NT no sistema Az+Tr/M comparativamente ao CNativo. Segundo Conceição (2002) e Jantalia (2006), o uso de plantas de cobertura com elevada adição de fitomassa seca ao solo em associação ao sistema PD têm demonstrado ser uma das práticas mais eficazes para o aumento do estoque do COT, especialmente quando plantas leguminosas estão presentes (AITA & GIACOMINI, 2006).

Dentre as camadas de mesma espessura (exceto a camada 0,000-0,025m), os estoques de COT e NT apresentaram tendência geral de redução com o aumento da profundidade, seguindo a mesma tendência observada para a concentração de COT e NT (Tabela 4). Comportamento similar também foi obtido em diversos trabalhos que avaliaram a distribuição da MO no perfil (BAYER, 1996; BURLE et al, 1997; PILLON, 2000; DIEKOW, 2003).

Segundo Bayer (1996), quando a taxa de acúmulo de MO reduz na camada superficial do solo, inicia-se um processo de acúmulo na camada imediatamente

inferior, e assim sucessivamente. Dessa forma, a utilização de sistemas conservacionistas de manejo durante um período prolongado permite acúmulo de MO em profundidade no solo. Para Diekow (2003), é provável que o acúmulo de MO nas camadas mais profundas esteja relacionado com o transporte de resíduos vegetais a partir da superfície por organismos da meso e macrofauna do solo, por movimentação descendente de compostos orgânicos e/ou pela alocação de carbono em profundidade pelo sistema radicular (BOLINDER et al., 1999).

4.3 Fracionamento físico da matéria orgânica do solo

4.3.1 Concentração de carbono orgânico total e nitrogênio total na fração leve livre da matéria orgânica

Concentrações mais elevadas de COT e NT na FLL da MO foram observadas para a camada superficial (0,000-0,025m) e decresceram em profundidade para todos os sistemas de cultura e manejo avaliados (Tabela 5). Comportamento similar foi obtido por Antunes (2007) para um Argissolo Vermelho sob sistemas de produção de eucalipto, pastagem e mata natural. Concentrações mais elevadas de COT e NT na FLL da MOS em camadas superficiais estão diretamente relacionadas ao processo de adição de resíduos vegetais pela parte aérea e sistema radicular das culturas na superfície do solo (BAYER, 1996; BURLE et al., 1997; PILLON, 2000; BAYER et al., 2000a; DIEKOW, 2003). Segundo Spycher et al (1983) e Conceição (2006), essa fração é mais sensível a variação na taxa de adição de resíduos pelos sistemas de manejo quando comparado ao solo inteiro.

Tabela 5. Concentração de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.

Sistemas de cultura	Época de amostragem													
	Verão/06			Outono/06			Inverno/06			Primavera/06			Média	
	COT	NT		COT	NT		COT	NT		COT	NT			
	g kg ⁻¹													
C Nativo	7,42 a A	0,52 a A		5,65 ab A	0,33 ab A		3,33 b A	0,20 b A		2,62 b AB	0,16 b A		4,75	0,30
Az+Corn/P	1,01 bc B	0,06 b B		2,66 a B	0,16 a B		2,00 ab AB	0,14 a AB		0,81 c AB	0,05 b A		1,62	0,10
Az+Tr/M	1,42 ab B	0,09 a B		2,14 ab B	0,15 a B		1,07 b B	0,08 a BC		3,27 a A	0,25 a A		1,97	0,14
Az/Sj	1,16 b B	0,08 b B		2,67 a B	0,19 a B		1,25 ab B	0,08 b C		0,72 b B	0,05 b A		1,45	0,10
Média	2,75	0,18		3,28	0,20		1,91	0,12		1,85	0,12			
	0,000-0,025m													
C Nativo	2,40 a A	0,14 a A		n.a	n.a		n.a	n.a		1,00 b A	0,06 b A		1,70	0,1
Az+Corn/P	0,53 a B	0,03 a B		n.a	n.a		n.a	n.a		0,64 a AB	0,04 a A		0,58	0,03
Az+Tr/M	0,72 a B	0,04 a B		n.a	n.a		n.a	n.a		0,49 b AB	0,04 a A		0,60	0,04
Az/Sj	0,59 a B	0,04 a B		n.a	n.a		n.a	n.a		0,32 a B	0,02 a A		0,45	0,03
Média	1,06	0,06								0,61	0,04			
	0,025-0,075m													
C Nativo	0,86	0,05		n.a	n.a		n.a	n.a		0,47	0,03		0,67 A	0,04 A
Az+Corn/P	0,47	0,03		n.a	n.a		n.a	n.a		0,51	0,03		0,49 AB	0,03 A
Az+Tr/M	0,67	0,04		n.a	n.a		n.a	n.a		0,42	0,03		0,55 AB	0,03 A
Az/Sj	0,45	0,03		n.a	n.a		n.a	n.a		0,20	0,01		0,32 B	0,02 A
Média	0,61 a	0,03 a								0,40 b	0,02 a			
	0,075-0,125m													
C Nativo	0,48	0,03		n.a	n.a		n.a	n.a		0,39	0,02		0,43 B	0,02 B
Az+Corn/P	0,36	0,02		n.a	n.a		n.a	n.a		0,70	0,04		0,53 AB	0,03 AB
Az+Tr/M	1,31	0,07		n.a	n.a		n.a	n.a		0,64	0,04		0,98 A	0,05 A
Az/Sj	0,24	0,02		n.a	n.a		n.a	n.a		0,15	0,01		0,19 B	0,01 B
Média	0,60 a	0,03 a								0,47 a	0,02 a			
	0,125-0,175m													
C Nativo	0,48	0,03		n.a	n.a		n.a	n.a		0,39	0,02		0,43 B	0,02 B
Az+Corn/P	0,36	0,02		n.a	n.a		n.a	n.a		0,70	0,04		0,53 AB	0,03 AB
Az+Tr/M	1,31	0,07		n.a	n.a		n.a	n.a		0,64	0,04		0,98 A	0,05 A
Az/Sj	0,24	0,02		n.a	n.a		n.a	n.a		0,15	0,01		0,19 B	0,01 B
Média	0,60 a	0,03 a								0,47 a	0,02 a			

C Nativo= campo nativo; Az=azevém; Corn=cornichão; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja; P=pousio; n.a=não analisado; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (compara o efeito da época de amostragem dentro do mesmo sistema e camada) e maiúscula na coluna (compara os sistemas dentro de cada camada e época de amostragem) para cada variável não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%.

Na camada de 0,000-0,025m, as concentrações de COT na FLL variaram entre 7,42 a 1,01gkg⁻¹, nos sistemas CNativo e Az+Corn/P, respectivamente para a época de amostragem de verão, as quais foram significativamente diferentes (Tabela 5). Para a mesma época de amostragem, sistemas e camada de solo, as concentrações de NT variaram entre 0,52 a 0,06gkg⁻¹ de solo.

As concentrações de COT na FLL obtidas neste estudo em todas as épocas de amostragem para o CNativo na camada superficial são maiores que as observadas por Conceição (2006) (0,68gkg⁻¹ de solo) para a FLL na camada 0,00-0,05m de um CNativo obtida por extração com iodeto de sódio 1,8gcm⁻³ sobre um Argissolo Vermelho no município de Eldorado do Sul-RS. Entretanto, salienta-se que no trabalho conduzido por Conceição (2006), a espessura da camada de solo avaliada é duas vezes superior a do presente estudo, fato que, em parte, justifica a maior concentração de COT observada para o Planossolo Háplico comparativamente ao Argissolo Vermelho.

Avaliando o efeito de sistemas de cultura após 16 anos em um Argissolo Vermelho sob PD na concentração de COT e NT da fração grosseira da MO (>53µm), obtida pelo fracionamento físico granulométrico, em parte equivalente a FLL, Pilon (2000) observou concentrações de COT e NT, respectivamente, na camada 0,000-0,025m variando entre 2,8 e 0,13gkg⁻¹ de solo no sistema A/M (aveia no inverno e milho no verão) até 8,5 a 0,41gkg⁻¹ de solo no CNativo.

A época de amostragem de solo afetou a concentração de COT e NT na FLL, especialmente na camada superficial (Tabela 5). No sistema CNativo, a concentração de COT foi maior no verão (7,42gkg⁻¹ de solo) e diminuiu significativamente em direção a primavera (2,62 g kg⁻¹ de solo). Comportamento similar foi observado para o NT na mesma camada e sistema de manejo. Considerando que a produção de fitomassa seca no CNativo é maior no período de primavera/verão e decresce consideravelmente em direção ao outono e inverno Siewerdt, (1994), a estreita relação da FLL ao processo de produção e adição de resíduos vegetais ao solo e a dinâmica de decomposição dos resíduos vegetais (intervalo de tempo entre a deposição do resíduo e sua incorporação na FLL da MO), possivelmente estas flutuações na produção de fitomassa pelo CNativo estejam relacionadas à redução na concentração de COT e NT na FLL ao longo das estações do ano.

Na camada 0,000-0,025m, o sistema Az/Sj apresentou maior concentração de COT na FLL ($2,67\text{gkg}^{-1}$) na época de amostragem de outono, a qual foi significativamente maior que as concentrações observadas no verão ($1,16\text{gkg}^{-1}$) e na primavera ($0,72\text{gkg}^{-1}$) (Tabela 5). Possivelmente, parte dos resíduos em decomposição da cultura de inverno (azevém), em adição aos resíduos da cultura da soja, os quais haviam sido depositados ao solo aproximadamente 30 dias antes da amostragem de outono, estejam sendo microbiologicamente processados e incorporados a FLL em superfície. Nas estações subseqüentes (inverno e primavera), a concentração de COT na FLL apresenta tendência de redução, pois grande parte dos resíduos vegetais já foram mineralizados e a cultura do azevém encontra-se em fase de crescimento, contribuindo pouco para a adição de resíduos ao solo. Comportamento similar foi observado para a concentração de NT neste sistema ao longo das épocas de amostragem (Tabela 5).

Cruz et al. (2007), avaliando a dinâmica de decomposição de resíduos vegetais de azevém e de soja em decomposição a campo, nesta mesma área experimental, observou mineralização de 50% do carbono presente nos resíduos do azevém até 30 dias após da disposição dos resíduos vegetais a campo, enquanto que para os resíduos da cultura da soja, este período foi inferior.

Embora a concentração de COT na FLL do sistema Az+Tr/M na primavera tenha sido significativamente maior somente em relação ao inverno, (Tabela 5), a tendência de aumento do COT e NT nesta fração na primavera, provavelmente, esteja diretamente relacionada a incorporação dos resíduos em decomposição especialmente do milho em adição aos resíduos de azevém e trevo a esta fração.

4.3.2 Estoque de carbono orgânico total e nitrogênio total da fração leve livre da matéria orgânica

Os estoques de COT e NT na FLL na camada 0,000-0,175m foram maiores para o CNativo comparativamente aos demais sistemas, sendo as diferenças mais evidentes no verão (Tabela 6), possivelmente, reflexo da elevada produção de fitomassa pelo CNativo na primavera e verão (SIEWERDT, 1994).

Os estoques de COT e NT da FLL seguiram a mesma tendência observada para a concentração e foram maiores em superfície, decrescendo com o aumento da profundidade (Tabela 6), fato que é coerente com o aporte predominante de

resíduos vegetais em superfície pelas culturas (STEVENSON, 1994; BURLE et al., 1997; BOLINDER et al., 1999; PILLON, 2000; CONCEIÇÃO, 2006).

A época de amostragem afetou o estoque de COT e NT na camada superficial (Tabela 6). No sistema CNativo, estoques mais elevados de COT e NT na FLL foram observados no verão e outono, decrescendo significativamente no inverno e primavera. Este comportamento sazonal da FLL reflete sua elevada sensibilidade ao processo de adição de resíduos vegetais ao solo pelos sistemas (SPYCHER et al., 1983). Segundo Doran & Zeiss (2000) e Gregorich et al (1994), o COT constitui-se um indicador adequado da qualidade do solo, porém sua sensibilidade às alterações de curto prazo em sistemas de uso e manejo do solo é menor do que a do carbono orgânico particulado (Conceição et al., 2005) ou da FL (GREGORICH et al., 1994; CRISTENSEN, 2000).

De forma similar ao observado para a concentração, variações sazonais no estoque de COT e NT na FLL estão relacionadas ao processo de adição de resíduos vegetais e a sua dinâmica de decomposição, a qual é dependente da qualidade e composição do resíduo (PILLON et al., 2007).

Os estoques de COT na FLL obtidas no presente trabalho para o CNativo são similares aos obtidos em outros estudos. Zschornack (2007) obteve a FLL da MOS usando politungstato de sódio a $2,0\text{gcm}^{-3}$ de cinco solos de várzea da região sul do RS mantidos sob campo nativo (Gleissolo Melânico, Planossolo Háplico, Argissolo Acinzentado, Planossolo Nátrico e Planossolo Háplico) e observou estoque de COT na FLL da ordem de $3,33\text{Mgha}^{-1}$ para a camada 0,000-0,025m, os quais foram superiores em relação à camada de 0,025-0,05m ($0,88\text{Mgha}^{-1}$), fato atribuído ao efeito da distribuição do sistema radicular e da deposição direta de resíduos das plantas preferencialmente em superfície.

Avaliando a distribuição dos estoques de COT e NT na FLL da MO obtida com politungstato de sódio $1,8\text{gcm}^{-3}$ no perfil de um Argissolo Vermelho em sistemas de cultura sob PD comparativamente ao CNativo, Diekow (2003) observou que os estoques de COT e NT da FLL dos sistemas lablab+milho (LB+MI) e guandu+milho (GD+MI) na camada 0,000-0,025m superaram em pelo menos três vezes os estoques correspondentes ao campo nativo, ao solo descoberto e ao sistema aveia/milho (A/M) (sem e com N mineral).

Embora a maior adição de resíduos pelos sistemas com leguminosas seja a principal causa de tal resultado, também é importante considerar o fato de que a

amostragem de solo nos sistemas guandu+milho e lablab+milho foi feita no mês de agosto, quando elevadas quantidades de resíduos estão na superfície do solo, enquanto que o sistema A/M foi amostrado em maio, quando grande parte do resíduo da aveia e da ervilhaca já haviam sido mineralizados e os resíduos da cultura do milho ainda encontram-se em fase inicial de decomposição.

Conceição (2006) comparou o estoque de COT na FLL obtida com politungstato de sódio $2,0\text{gcm}^{-3}$ em uma área de mata e sob uso agrícola em plantio direto e preparo convencional, em um Latossolo Vermelho de Santo Ângelo-RS e observou que a área de mata apresentou um estoque de COT na FLL de $3,37\text{Mgha}^{-1}$, em média sete vezes superior ao solo sob uso agrícola em plantio direto ($0,46\text{Mgha}^{-1}$) e sob preparo convencional ($0,46\text{Mgha}^{-1}$). Na mata, o C na FLL representou 14% do estoque de COT na camada de 0,000-0,05m.

Tabela 6. Estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.

Sistemas de cultura	Época de amostragem									
	Verão/06		Outono/06		Inverno/06		Primavera/06		Média	
	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹	COT Mg ha ⁻¹	NT Kg ha ⁻¹
C Nativo	2,25 a A	156 a A	1,91ab A	113 ab A	0,000-0,025m	60 b A	0,92 b A	56 b A	1,52	96
Az+Corn/P	0,40 b B	26 b B	1,01 a B	60 a B	0,86 a AB	60 a A	0,32 b A	21 b A	0,64	42
Az+Tr/M	0,55 a B	37 a B	0,77 a B	55 a B	0,44 a B	33 a A	1,09 a A	82 a A	0,71	52
Az/Sj	0,50 b B	33 b B	1,07 a B	76 a B	0,51 b AB	34 b A	0,31 b A	20 b A	0,59	41
Média	0,92	63	1,19	76	0,71	47	0,66	45	-	-
C Nativo	1,87 a A	112	n.a	n.a	0,025-0,075m	n.a	0,91 b A	52	1,39	82 A
Az+Corn/P	0,41 a B	24	n.a	n.a	n.a	n.a	0,53 a AB	33	0,47	28 B
Az+Tr/M	0,55 a B	33	n.a	n.a	n.a	n.a	0,43 b AB	30	0,49	31 B
Az/Sj	0,46 a B	30	n.a	n.a	n.a	n.a	0,31 a B	20	0,38	25 B
Média	0,82	50 a	-	-	-	-	0,54	34 a	-	-
C Nativo	0,68	38	n.a	n.a	0,075-0,125m	n.a	0,43	24	0,56 A	31 A
Az+Corn/P	0,39	22	n.a	n.a	n.a	n.a	0,46	28	0,42 AB	25 A
Az+Tr/M	0,56	32	n.a	n.a	n.a	n.a	0,39	25	0,47 AB	28 A
Az/Sj	0,37	23	n.a	n.a	n.a	n.a	0,20	13	0,28 B	18 A
Média	0,50 A	29 a	-	-	-	-	0,37 A	22 a	-	-
C Nativo	0,38	21	n.a	n.a	0,125-0,175m	n.a	0,31	17	0,34 B	19 B
Az+Corn/P	0,31	18	n.a	n.a	n.a	n.a	0,52	33	0,42 AB	25 AB
Az+Tr/M	1,13	63	n.a	n.a	n.a	n.a	0,52	35	0,82 A	49 A
Az/Sj	0,21	14	n.a	n.a	n.a	n.a	0,13	8	0,17 B	11 B
Média	0,51 a	29 a	-	-	-	-	0,37 a	23 a	-	-
C Nativo	5,18	327	n.a	n.a	0,000-0,175m	n.a	2,57	149	3,87	238
Az+Corn/P	1,51	90	n.a	n.a	n.a	n.a	1,83	115	1,67	102
Az+Tr/M	2,79	165	n.a	n.a	n.a	n.a	2,42	172	2,60	168
Az/Sj	1,54	100	n.a	n.a	n.a	n.a	0,95	61	1,24	80
Média	2,75	170	-	-	-	-	1,94	124	-	-

CNativo= campo nativo; Az=azevém; Corn=cornichão; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja; P=pousio; n.a=não analisado; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (compara o efeito da época de amostragem dentro do mesmo sistema e camada) e maiúscula na coluna (compara os sistemas dentro de cada camada e época de amostragem) para cada variável não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%.

4.3.3 Proporção do carbono e nitrogênio da fração leve livre (FLL) em relação ao carbono orgânico total e nitrogênio total do solo

A proporção de C e N na FLL em relação ao COT e NT foram maiores em superfície e decresceram com o aumento da profundidade (Tabela 7).

Entre os sistemas de cultura e manejo, na camada 0,000-0,025m, maiores proporções de C e N na FLL foram observadas no CNativo em praticamente todas as épocas de amostragem, à exceção do inverno, onde maiores proporções foram obtidas no sistema Az+Corn/P. Dentre os sistemas de cultura, maiores proporções de C e N na FLL foram observadas na coleta de outono, especialmente para o N, o qual variou entre 16 a 19% do NT na camada 0,000-0,025m (Tabela 7). Possivelmente, nos sistemas de cultura com inclusão de espécies leguminosas (Az+Corn/P e Az+Tr/M), a mineralização dos resíduos destas espécies após seu manejo ao final da primavera esteja contribuindo para a incorporação de parte do N ciclado pela planta na fração lábil da MO em estações subseqüentes, especialmente no verão e no outono.

À exceção do CNativo, menores variações na proporção de C e N na FLL em relação ao COT e NT foram observadas entre 0,025 a 0,175m (Tabela 7), possivelmente porque as maiores alterações intra-anuais nas taxas de adição de resíduos vegetais ao solo ocorrem nos primeiros centímetros de solo. Segundo Sollins et al. (1996), a FLL tende a decrescer com a profundidade, uma vez que o teor total de carbono também reduz.

As proporções de C na FLL obtidas no presente estudo são similares a outros estudos para a camada de 0,000-0,025m. Cruz (2005) observou proporção de C na FLL, obtida com NaI de densidade $1,65\text{gcm}^{-3}$ de 8,6 e 8,3% em relação ao COT nos sistemas aveia/rotação e CNativo, respectivamente, em um Cambissolo Háplico há dois anos sob PD.

Conceição (2006) extraiu a FLL da camada 0,00-0,05m de um Argissolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de preparo e culturas com politungstato de sódio na densidade de $2,0\text{gcm}^{-3}$ e observou que a proporção de C na FLL em relação ao COT foi de 12,8% no sistema aveia+vica/milho+caupi (AV/MC) e de 7,8% no sistema aveia/milho (A/M), de menor adição de resíduos, ambos sob PD, e de 6,6% no CNativo.

Utilizando o fracionamento físico granulométrico, Pillon (2000) obteve a fração grosseira da MO ($>53\mu\text{m}$) da camada 0,000-0,025m de um Argissolo Vermelho após 16 anos sob sistema A/M em PD e observou que 17% do COT e 10% do NT do solo inteiro estavam presentes nesta fração, enquanto no campo nativo, esta proporção atingiu 28% do COT na mesma camada do solo. Embora obtidas por processos diferentes, a matéria orgânica grosseira e a FLL apresentam características e funções semelhantes no solo.

Spycher et al. (1983) monitoraram a FLL obtida por flotação em solução de $\text{NaI } 1,65\text{gcm}^{-3}$, na camada 0,00-0,03m de um solo sob floresta em Oregon (EUA) e observaram que a FLL representou 53% do COT e que a magnitude desta fração aumentou de 50% a 100% desde o início da primavera e verão, atingindo valor máximo no outono, indicando que a FLL é sensível a sazonalidade das adições de resíduos ao solo e representa um reservatório lábil de carbono e nutrientes. Este comportamento é esperado em regiões de clima temperado, pois as baixas temperaturas representam condições extremamente desfavoráveis à atividade biológica, as quais favorecem o acúmulo de resíduos vegetais no solo, em detrimento da sua incorporação em frações mais estáveis.

A dinâmica intra-anual da FLL pode ser explicada da seguinte forma: sob condições de temperatura e umidade mais elevadas durante os meses de setembro a março no sul do Brasil, sistemas de cultura com alto potencial de produção de fitomassa acumulam carbono e nitrogênio na parte aérea e raízes. Nessas condições, o acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo, mesmo sob PD, é limitado pela alta atividade biológica. Sob estas condições, a FLL representa somente uma pequena fração de COT e de NT do solo, enquanto que grande parte da MO está protegida no interior de agregados estáveis (Conceição, 2006) e/ou associada à fração mineral por mecanismos de proteção química/coloidal (SOLLINS et al., 1996; CORNEJO & HERMOSIN, 1996).

Dependendo das condições climáticas, da disponibilidade de N e de outros nutrientes e da qualidade dos resíduos vegetais, após alguns meses do manejo das culturas, estes resíduos são processados pela fauna edáfica e pelos microorganismos e irão compor a magnitude do compartimento lábil da MO (FLL). Em continuação ao processo, a FLL é utilizada pelos microorganismos como fonte de C, nutrientes e energia. Produtos metabólicos e estruturas mais recalcitrantes tendem a se associar com partículas de tamanho silte e argila (CHRISTENSEN,

2000; PILLON, 2000). Entretanto, quando a adição de resíduo jovem diminui, os microorganismos preferencialmente mineralizam as frações mais lábeis da MO (FLL), reduzindo sua magnitude.

Tabela 7. Proporção do C e N da FLL em relação ao carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.

Sistemas de cultura	Época de amostragem									
	Verão/06			Outono/06			Inverno/06			Primavera/06
	C-FLL/COT	N-FLL/NT	C-FLL/COT	N-FLL/NT	C-FLL/COT	N-FLL/NT	C-FLL/COT	N-FLL/NT	C-FLL/COT	N-FLL/NT
	-----%									
C Nativo Az+Corn/P Az+Tr/M Az/Sj	26	22	25	19	17	12	14	11		
	10	8	25	16	19	14	9	8		
	11	9	17	15	9	8	19	18		
	10	8	23	19	10	9	6	4		
	0,000-0,025									
C Nativo Az+Corn/P Az+Tr/M Az/Sj	15	11	n.a	n.a	n.a	n.a	7	5		
	6	5	n.a	n.a	n.a	n.a	7	6		
	7	5	n.a	n.a	n.a	n.a	4	3		
	6	5	n.a	n.a	n.a	n.a	3	3		
	0,025-0,075									
C Nativo Az+Corn/P Az+Tr/M Az/Sj	8	6	n.a	n.a	n.a	n.a	5	3		
	6	4	n.a	n.a	n.a	n.a	6	5		
	6	4	n.a	n.a	n.a	n.a	4	3		
	5	3	n.a	n.a	n.a	n.a	2	2		
	0,075-0,125									
C Nativo Az+Corn/P Az+Tr/M Az/Sj	5	4	n.a	n.a	n.a	n.a	4	4		
	4	3	n.a	n.a	n.a	n.a	7	6		
	10	7	n.a	n.a	n.a	n.a	5	5		
	3	2	n.a	n.a	n.a	n.a	2	1		
	0,125-0,175									

C Nativo= campo nativo; Az=azevém; Corn=cornichão; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja; P=pousio; C-FLL=carbono da fração leve livre da matéria orgânica; N-FLL=nitrogênio da fração leve livre da matéria orgânica; COT=carbono orgânico total; NT=nitrogênio total; n.a=não analisado

4.3.4 Variação no estoque de carbono e de nitrogênio da fração leve livre da matéria orgânica e do solo inteiro (SI)

A variação no estoque de COT e NT no solo inteiro e na FLL, obtida a partir da diferença relativa observada entre os estoques do verão (primeira coleta) e da primavera (última coleta) foi mais pronunciada na FLL comparativamente ao solo inteiro (Figura 5, 6, 7 e 8).

Na camada de 0,000-0,025m, as alterações no estoque de COT da FLL variaram entre -59,11 no sistema CNativo a 96,36% para o sistema Az+Tr/M. Para os mesmos sistemas e camada, as alterações do estoque de COT no solo inteiro foram -29,34 e 9,36%, respectivamente (Figura 5). Comportamento similar foi observado para as alterações no estoque de NT no solo inteiro e na FLL (Figura 6). Este comportamento pode ser explicado pela maior sensibilidade da FLL as mudanças ou alterações nas práticas de manejo, aporte de resíduos, tipo de vegetação, umidade, temperatura. Adicionalmente, a FLL apresenta somente um único mecanismo de proteção (recalcitrância molecular), sendo, portanto, mais susceptível a perdas por oxidação biológica (SOLLINS, et al., 1996; ROSCOE & MACHADO, 2002; CHRISTENSEN, 1992).

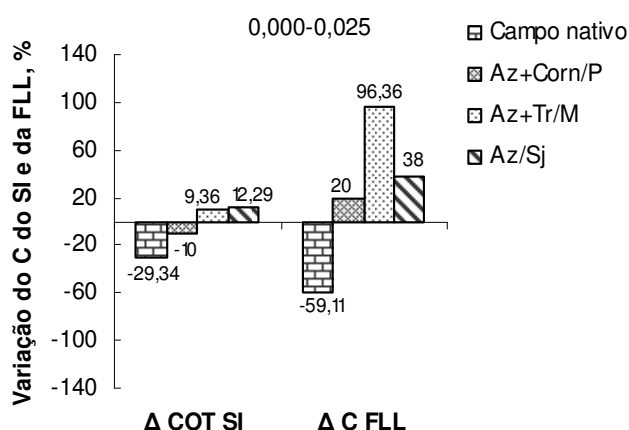


Figura 5. Variação no estoque de carbono orgânico total (COT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,025m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.

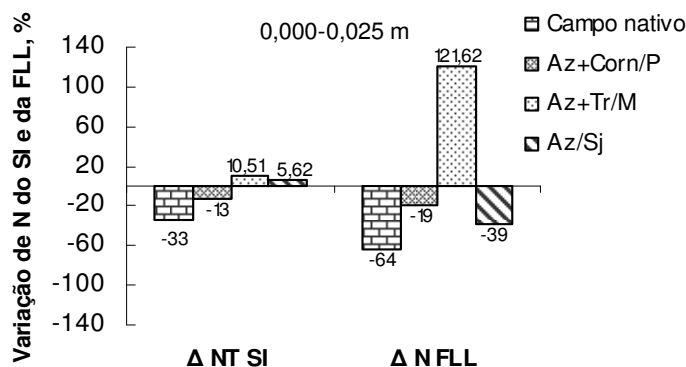


Figura 6. Variação no estoque de nitrogênio total (NT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,025m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.

Considerando-se a camada de 0,000-0,175m (Figura 7, 8), as alterações no estoque tanto de COT quanto para o NT ao longo das estações do ano foram em menor magnitude e se processaram de maneira diferente para os sistemas de cultura e manejo comparativamente a camada 0,000-0,025m.

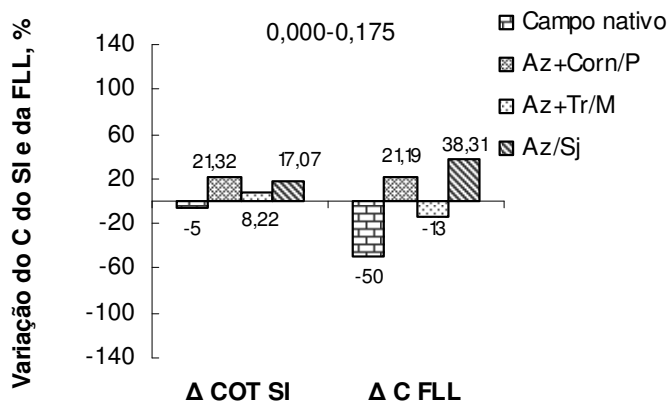


Figura 7. Variação no estoque de carbono orgânico total (COT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,175m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.

Por exemplo, no sistema Az+Tr/M, enquanto que na camada 0,000-0,025m, o estoque de COT da FLL aumentou 96,36% do verão em direção a primavera, diminuindo em -13% na camada 0,000-0,175m.

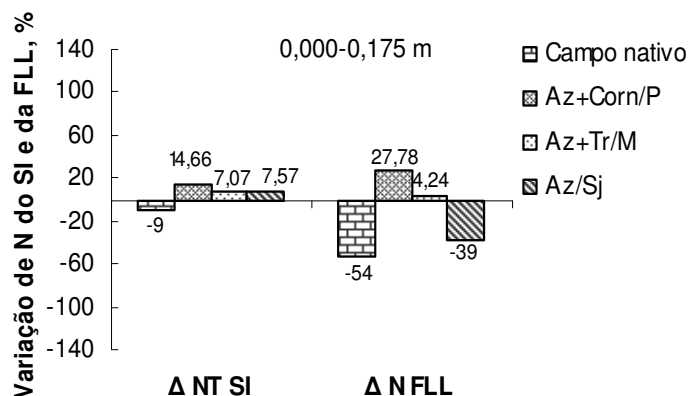


Figura 8. Variação no estoque de nitrogênio total (NT) do solo inteiro (SI) e da fração leve livre (FLL), na camada de 0,000-0,175m de um Planossolo Háplico em diferentes sistemas de cultura e sob plantio direto. Capão do Leão, 2007.

Spycher et al. (1983) observaram que a magnitude da FLL aumentou de 50% a 100% desde o início da primavera e verão na camada 0,00-0,03m, atingindo valor máximo no outono, indicando que a FLL é sensível a sazonalidade das adições de resíduos ao solo e representa um reservatório lábil de carbono e nutrientes.

Pillon (2000) também observou maiores alterações relativas nos estoques de COT e NT na matéria orgânica grosseira - MOG (>53μm) comparativamente a matéria orgânica associada aos minerais – MOAM (<53μm) ao longo de 16 anos na camada 0,000-0,025m de um Argissolo Vermelho, as quais variaram entre 25 a 71% de incremento no estoque para a MOG e entre 17 a 39% na MOAM, considerando os sistemas de cultura com elevado aporte de resíduos vegetais ao solo, indicando que as frações lábeis da MO são mais sensíveis às alterações promovidas pelo manejo quando comparadas as frações mais estáveis ou ao solo inteiro.

4.3.5 Relação C/N do solo inteiro e da fração leve livre da matéria orgânica

Os valores de relação C/N observados para a FLL foram de 9 a 59% superiores ao solo inteiro dentre os sistemas e camadas de solos avaliados (Tabela 8). A FLL é composta por resíduos vegetais, hifas de fungos, fragmentos de raízes e esporos de fungos em estágio inicial de decomposição, cuja relação C/N geralmente é mais elevada comparativamente aos compartimentos mais estáveis da MO, de maior proporção relativa no solo inteiro (SPYCHER et al., 1983; GOLCHIN et al.,

1994b; PILLON, 2000). Segundo Antunes (2007), a relação C/N da FLL obtida pelo fracionamento com NaI na densidade $1,8\text{gcm}^{-3}$ para camadas de solo entre 0,00-0,40m de sistemas de produção de eucalipto, pastagem e mata natural variou entre 11 a 17, sendo os valores ligeiramente superiores aos observados para o solo inteiro.

Houve tendência geral de aumento da relação C/N da FLL em profundidade, possivelmente, devido a maior contribuição das raízes para o aporte de compostos orgânicos comparativamente à parte aérea, a qual geralmente apresenta menor relação lignina/N e C/N comparado às raízes (BALESDENT & BALABANE, 1996).

Pillon (2000) observou valores de relação C/N para a matéria orgânica grosseira, associada a fração de tamanho $> 53\mu\text{m}$, na camada 0,000-0,025m de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de cultura e manejo entre 16 a 22, similares aos observados no presente trabalho para a FLL, aumentando em profundidade para a maioria dos sistemas avaliados, enquanto que no solo inteiro, os valores variaram entre 12 e 13. Diekow (2003) também observou uma tendência de aumento da relação C/N da FLL em profundidade, fato que pode estar relacionado com o aumento da proporção de MO derivada do sistema radicular.

Menores valores de relação C/N na camada superficial, provavelmente estejam relacionados com a maior taxa de perda de C em superfície, enquanto que em maior profundidade, o C pode ser preservado pela proteção física no interior de agregados ou pela adsorção à matriz mineral.

Cruz (2005) após separar a FLL da camada 0,000-0,025m de um Cambissolo Háplico sob diferentes sistemas de cultura e PD, utilizando solução de NaI com densidade $1,65\text{gcm}^{-3}$, observou que a relação C/N desta fração variou entre 16,42 a 18,72.

Resultados similares ao presente estudo foram obtidos por Spycher et al. (1983), onde a relação C/N da FLL, obtida por flotação em solução de NaI com densidade de $1,65\text{gcm}^{-3}$, nas camadas de 0,00-0,30 e 0,43-0,63m foi de 30,8 e 70,7, respectivamente.

Tabela 8. Relação C/N do solo inteiro, da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto, camadas do solo e épocas de amostragem em um Planossolo Háplico. Capão do Leão, 2007.

Sistemas de cultura	Época de amostragem											
	Relação C/N											
	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	SI	FLL	FLL/SI	SI	FLL	FLL/SI	SI	FLL	FLL/SI	SI	FLL	FLL/SI
C Nativo	12,73	14,88	1,17	12,85	17,08	1,33	12,81	17,29	1,35	13,25	17,59	1,33
Az+Corn/P	12,65	15,80	1,25	10,87	16,63	1,53	10,86	14,22	1,31	13,09	15,58	1,19
Az+Tr/M	12,31	15,12	1,23	12,35	14,26	1,15	11,91	13,53	1,14	12,23	13,73	1,12
Az/Sj	11,60	14,98	1,29	11,95	13,88	1,16	11,91	14,83	1,25	12,27	15,32	1,25
0,000 – 0,025m												
C Nativo	12,71	16,90	1,33	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	13,58	17,69	1,30
Az+Corn/P	13,01	16,90	1,30	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	13,37	16,15	1,21
Az+Tr/M	11,78	16,52	1,40	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	10,77	14,22	1,32
Az/Sj	11,61	15,40	1,33	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	12,29	14,83	1,21
0,025 – 0,075m												
C Nativo	14,27	17,95	1,26	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	13,40	18,09	1,35
Az+Corn/P	12,96	17,74	1,37	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	14,03	16,23	1,16
Az+Tr/M	11,40	18,14	1,59	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	12,58	15,59	1,24
Az/Sj	10,62	15,50	1,46	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	12,95	15,73	1,21
0,075 – 0,125m												
C Nativo	14,15	18,00	1,27	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	15,21	18,44	1,21
Az+Corn/P	13,34	16,89	1,27	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	13,75	15,83	1,15
Az+Tr/M	11,79	17,75	1,51	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	13,39	14,55	1,09
Az/Sj	11,44	15,26	1,33	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	11,96	16,10	1,35
0,125 – 0,175m												

C Nativo=campo nativo; Az= azevém; Corn= cornichão; Tr=trevo; M= milho; Sj= soja; P= pousio; SI= solo inteiro; FLL=fração leve livre da matéria orgânica; FLL/SI=relação C/N da fração leve livre da matéria orgânica e do solo inteiro

5 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo permitem concluir que:

- a) Os estoques de carbono orgânico total (COT) e de nitrogênio total (NT) no solo inteiro e na fração leve livre (FLL) da matéria orgânica do solo (MO) são afetados pela estação do ano, especialmente na camada superficial;
- b) A FLL demonstrou maior sensibilidade à sazonalidade das adições de resíduos vegetais ao solo pelas culturas comparativamente ao solo inteiro;
- c) A dinâmica intra-anual da MO, determinada pelo monitoramento dos estoques de COT e NT no solo inteiro e na FLL, é afetada diretamente pelo processo de adição de resíduos vegetais pelas culturas. Geralmente, os efeitos do aporte de resíduos ou de sua supressão são detectados somente na estação seguinte;
- d) A FLL representa 20% do COT no solo mantido sob campo nativo e somente 14% em média nos sistemas de cultura sob plantio direto.

6 REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. Plantas de cobertura de solo em sistemas agrícolas. In: **Manejo de sistemas agrícolas: impacto e seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C.; CAMARGO, F. A. O. (Ed). Porto Alegre: Gênese, 2006. p.59-79.
- ANTUNES, L.O. **Estoque e labilidade da matéria orgânica em um argissolo sob sistemas de produção de eucalipto**. 2007. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BALESDENT, J.; BALABANE, M. Major contribution of roots to soil carbon storage inferred from maize cultivated soils. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.28, n.9, p.1261-1263, 1996.
- BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. 1996. 240p. 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. et al. Effect of no-till cropping systems on soil organic matter in a sandy clay loam Acrisol from Southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.53, p.95-104, 2000a.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A. S. e CAMARGO, F. A. de O. (ed). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**, Porto Alegre: Gênese, 1999. p.9-26.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J. & ZOLDAN JÚNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 155-163, 2004.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: Kwte, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods**. 2. Ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, cap. 13, 1986. p.363-375.
- BOLINDER, M. A.; ANGERS, D. A.; GIROUX, M. et al. Estimating C inputs retained as soil organic matter from corn (*Zea Mays L.*) **Plant and Soil**, The Hague, v.215, p.85-91. 1999.
- BURLE, M. L.; MIELNICZUK, J.; FOCCHI, S. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with enfasis on soil acidification. **Plant and Soil**, The Hague, v.190, p.309-316, 1997.
- BURLE, M. L. **Efeito de sistemas de cultura em características químicas do solo**. Porto Alegre, 1995. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

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. **Organic matter in soil – structure, function and turnover**. p.95. Copenhagen. 2000.

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. **Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do Sul do Brasil**. 2006. 141p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CONCEIÇÃO, P. C. **Indicadores de qualidade do solo visando a avaliação de sistemas de manejo do solo**. 2002. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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**, Viçosa, 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, p.595-624. 1996.

CRUZ, L. E. C. **Potencial de sistemas de cultura para o sequestro de carbono em um cambissolo háplico da Serra do Sudeste – RS**. 2005. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CRUZ, L. E. C; PILLON, C. N.; GIACOMINI, S. J.; SCIVITTARO, W. B.; LIMA, C. L. R.; FERREIRA, L. H. G.; DUPONT, P. B. Dinâmica de decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais por meio de indicadores químicos em ambiente de terras baixas. **Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – Conquistas e desafios da Ciência do Solo – Gramado**, 2007.

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

DIEKOW, J.; BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. Preparo do solo e o ciclo do carbono: preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto. **Anais SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE SEQUESTRO DE CARBONO E QUALIDADE DA ÁGUA**. Foz do Iguaçu – PR, 2005. p.38-43.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.15, p.3-11. 2000.

DUXBURY, J. M.; SMITH, M. S.; DORAN, J. W. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. In: COLEMAN, D. C. et al. (Eds.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: Niftal Project, p.33-67. 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006. 306p.

FANCELLI, A. L. Manejo do solo em plantio direto. **Guia para plantio Direto**. São Paulo. SP, 2000. 110p.

GASTAL, M. F. da C.; RAUPP, A. A. A.; SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M. B.; PORTO, M. P.; BRANÇÃO, N. Rotação e sucessão de culturas em áreas de várzea. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.799-825.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. p. 209-241.

GOLCHIN, A; OADES, J. M.; SKJEMSTAD, J. O.; CLARKE, P. Soil-structure and carbon cycling. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v.32, p.1043-1068, 1994b.

GOLCHIN, A; OADES, J. M.; SKJEMSTAD, J. O.; CLARKE, P. 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, 1994a.

GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A.; SOUSA, R. O.; VERNETTI Jr., F. de J. Sistemas de cultivo-plantio direto e cultivo mínimo em arroz irrigado. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. S.; SANTOS, A. B (eds). **Sistemas de cultivo de arroz irrigado no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p.121-131.

GOMES, A. da S.; PEÑA, Y. A.; GOMES, D. N. Efeito de sistemas de cultivo de arroz irrigado sobre a degradação de solos de várzea. **Anais** Reunião da Cultura do arroz irrigado. Balneário Camboriú, SC, 1997. p.569-572.

GONÇALVES, J. O. N.; OLIVEIRA, O. L. P.; GONZAGA, S. S.; SILVEIRA, V. C. P. Melhoria da oferta forrageira para a Região Sul – Novas Tecnologias. Bagé: Embrapa CPPSul, p. 62. 2000. **Documentos**, 19.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. & ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v.74, p.367-375, 1994.

IRGA – Instituto Rio Grandense de Arroz. Censo da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul – Safra – 2004/2005. Camilo Feliciano de Oliveira (Coordenador) – Porto Alegre: IRGA – Política Setorial, 122p. 2006. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/censodg3.pdf> Acesso em 30 nov. 2007.

JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Mudanças no estoque de C do solo em áreas de produção de grãos: Avaliação do impacto do manejo do solo. In: **Manejo de sistemas agrícolas: impacto e seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C.; CAMARGO, F. A. O. (Ed). Porto Alegre: Gênese, 2006. p.35-57.

LOVATO, T. **Dinâmica do carbono e do nitrogênio do solo afetada por preparos do solo, sistemas de cultura e adubo nitrogenado**. 2001. 132p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento físico do solo por densidade e granulometria para a quantificação de compartimentos da matéria orgânica do solo – um procedimento para a estimativa pormenorizada do seqüestro de carbono pelo solo. Embrapa Solos. **Comunicado Técnico** 09, Rio de Janeiro, RJ, 6p. 2002.

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

MITTELMANN, A. Principais espécies forrageiras. In: CANTARELLI, L. M. **Noções sobre produção de leite**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p. 69-72. MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2° Ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

NETO, L. M.; ANDRIULO, A.; TRAGHETTA, D. G.; Fracionamento físico da matéria orgânica do solo e caracterização por espectroscopia de EPR. Embrapa – CNPDIA. **Comunicado Técnico**, 10. São Carlos, SP, 7p. 1996.

PALADINI, F. L. S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo podzólico vermelho-escuro afetado por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.15, p.135-140, 1991.

PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SOUSA, R. O.; PETRINI, J. A. Manejo de solo de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A. **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 1999. p.61-87.

PAVINATO, A. **Teores de carbono e nitrogênio do solo e produtividade de milho afetados por sistemas de cultura**. Porto Alegre, 1993. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PILLON, C. N. **Alterações no conteúdo e qualidade da matéria orgânica do solo induzidas por sistemas de cultura**. 2000. 214p. Tese (Doutorado em Ciência do solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PILLON, C. N. Principais espécies forrageiras. In: CANTARELLI, L. M. **Noções sobre produção de leite**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006, p. 41-50.

PILLON, C. N.; CRUZ, L. E. C.; GIACOMINI, S. J.; MANGRICH, A. S.; PEREIRA, B. F. Dinâmica da decomposição de resíduos vegetais em ambientes de terras baixas. **Anais VII – Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas**. Florianópolis – Santa Catarina. 2007.

PILLON, C.N.; MORAES, C. S.; POTES, M.; CRUZ, L. E. C.; PEREIRA, J. S.; MICHELS, G. H. Potencial de seqüestro de carbono por sistemas de manejo em experimentos de longa duração no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 5. Pelotas, RS, 25p. 2004.

PINHEIRO, E. F. M.; PREREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.731-737, 2004.

PINTO, L. F. S.; GOMES, A. S.; NETO, J. A. L.; PAULETTO, E. A. Solos cultivados com arroz irrigado na região subtropical: Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. S.; SANTOS, A. B (eds). **Sistemas de cultivo de arroz irrigado no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p.59-72.

PINTO, L. F. S.; NETO, J. A. L.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.75-95.

PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S. SOUSA, R. O. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A. **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 1999. p.11-36.

PORTO, M. P.; PARFITT, J. M. B.; GASTAL, M. F. da C.; RAUPP, A. A. A.; REIS, J. C. L. Culturas alternativas ao arroz irrigado nas várzeas do Sul do Brasil. Pelotas: Embrapa – CPACT, 1998. p. 12-14. **Documentos**, 50.

PORTO, M. P.; SILVA, C. A. S.; SILVA, S. D. dos A.; VARGAS A.; MARCHEZAN, E.; SANTOS F. M.; BRIZOLARA, D.; MANKE, G. Desempenho de cultivares de milho em áreas de arroz irrigado do Rio Grande do Sul nas safras 2002/03 e 2003/04. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 26p. 2004. **Documentos**, 131.

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste: 1 ed. 2002. 86p.

SIEWERDT, L.; JÚNIOR, D. B.; DUTRA, I. M. S.; SIEWERT, F.; SILVEIRA, M. S. Curva de produção acumulada de matéria seca de um campo natural de Planossolo no RS sob quatro doses de adubação nitrogenada. **Anais: XXXI Reunião Anual da SBZ (Sociedade Brasileira de zootecnia)**. Maringá – PR., 1994 p.321-322.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. de O.; CERETTA, C. **Composição da fase sólida orgânica do solo**. In: MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. Porto Alegre, 3° ed, 2006. p 62-90.

SOLLINS, P.; HOMANN, P.; CALDWELL, B. A. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. **Geoderma**, Amsterdam, v.74, n.1, p.65-105, 1996.

SOLLINS, P.; SPYCHER, G.; GLASSMAN, C. A. Net nitrogen mineralization from light-and heavy-fraction forest soil organic matter. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.16, n.1, p. 31-37, 1984.

SOSBAI – SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC, 2003. 126p.

SPYCHER, G.; SOLLINS, P.; ROSE, S. Carbon and nitrogen in the light fraction of forest soil: vertical distribution and seasonal patterns. **Soil Science**, Baltimore, v.135, p. 79-87, 1983.

STEVENSON, F. J. **Húmus chemistry: gênese, composition, reaction**. 2ed. New York: John Wiley, 1994. 496p.

STEVENSON, F. J.; ELLIOT, E. T. Methodologies for assessing the quantity and quality of soil organic matter. In: COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. (Eds.) **Dynamics of soil Organic Matter in Tropical Ecosystems**. Honolulu: University of Hawaii, 1989. p.173-199.

TEIXEIRA, L. A. J. **Fornecimento de nitrogênio ao milho por sistemas de cultura**. Porto Alegre, 1998. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TESTA, V. M. **Características químicas de um solo podzólico vermelho-escuro, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura**. Porto Alegre, 1989. 146f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **Journal of Soil Science**, London, v.33, p.141-163. 1982.

TURCHENEK, L. W.; OADES, J. M. Fractionation of organo-mineral complexes by sedimentation and density techniques. **Geoderma**, Amsterdam, v. 21, p.311-343, 1979.

ZSCHORNACK, T. **Fracionamento e estoques de carbono orgânico de solos de várzea sob campo natural do Rio Grande do Sul**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

APÊNDICES

Apêndice A. Densidade e massa do solo, teor e conteúdo de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) no solo inteiro em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação verão.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	Densidade (Mgm ⁻³)	Massa (Kgha ⁻¹)	COT (gkg ⁻¹ solo)	COT (Mgha ⁻¹)	NT (gkg ⁻¹ solo)	NT (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	1,20	300000	25,18	7,55	1,99	0,60
CNativo	0,000-0,025	2	1,15	287500	29,36	8,44	2,26	0,65
CNativo	0,000-0,025	3	1,25	312500	34,58	10,81	2,77	0,86
CNativo	0,025-0,075	1	1,60	800000	15,11	12,08	1,24	0,99
CNativo	0,025-0,075	2	1,53	765000	17,49	13,38	1,31	1,01
CNativo	0,025-0,075	3	1,55	775000	17,00	13,18	1,34	1,04
CNativo	0,075-0,125	1	1,62	810000	9,71	7,86	0,74	0,60
CNativo	0,075-0,125	2	1,56	780000	12,42	9,69	0,87	0,67
CNativo	0,075-0,125	3	1,57	785000	10,49	8,24	0,68	0,53
CNativo	0,125-0,175	1	1,61	805000	8,57	6,90	0,63	0,50
CNativo	0,125-0,175	2	1,55	775000	10,63	8,24	0,77	0,59
CNativo	0,125-0,175	3	1,57	785000	8,48	6,65	0,57	0,45
Az+Corn/P	0,000-0,025	1	1,64	410000	9,64	3,95	0,69	0,28
Az+Corn/P	0,000-0,025	2	1,72	430000	9,66	4,15	0,81	0,35
Az+Corn/P	0,000-0,025	3	1,48	370000	10,11	3,74	0,84	0,31
Az+Corn/P	0,025-0,075	1	1,58	790000	8,12	6,41	0,56	0,45
Az+Corn/P	0,025-0,075	2	1,63	815000	7,63	6,22	0,59	0,48
Az+Corn/P	0,025-0,075	3	1,51	755000	9,65	7,28	0,83	0,62
Az+Corn/P	0,075-0,125	1	1,60	800000	7,74	6,19	0,54	0,43
Az+Corn/P	0,075-0,125	2	1,79	895000	7,66	6,85	0,62	0,56
Az+Corn/P	0,075-0,125	3	1,57	785000	8,85	6,95	0,72	0,57
Az+Corn/P	0,125-0,175	1	1,73	865000	6,70	5,80	0,45	0,39
Az+Corn/P	0,125-0,175	2	1,82	910000	6,63	6,04	0,53	0,48
Az+Corn/P	0,125-0,175	3	1,69	845000	9,34	7,89	0,75	0,63
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	1,62	405000	14,15	5,73	1,17	0,48
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	1,49	37250	11,49	4,28	0,92	0,34
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	1,50	375000	13,46	5,05	1,09	0,41
Az+Tr/M	0,025-0,075	1	1,53	765000	10,40	7,95	0,86	0,66
Az+Tr/M	0,025-0,075	2	1,54	770000	10,56	8,13	0,92	0,71
Az+Tr/M	0,025-0,075	3	1,54	770000	11,30	8,70	0,97	0,74
Az+Tr/M	0,075-0,125	1	1,68	840000	12,12	10,18	0,98	0,82
Az+Tr/M	0,075-0,125	2	1,73	865000	11,16	9,66	0,96	0,83
Az+Tr/M	0,075-0,125	3	1,60	800000	10,24	8,19	1,01	0,81
Az+Tr/M	0,125-0,175	1	1,74	870000	14,13	12,29	1,12	0,98
Az+Tr/M	0,125-0,175	2	1,72	860000	12,05	10,36	1,04	0,89
Az+Tr/M	0,125-0,175	3	1,69	845000	12,08	10,20	1,08	0,91
Az/Sj	0,000-0,025	1	1,88	470000	9,10	4,28	0,78	0,37
Az/Sj	0,000-0,025	2	1,88	470000	9,68	4,55	0,79	0,37
Az/Sj	0,000-0,025	3	1,59	397500	13,40	5,32	1,23	0,49
Az/Sj	0,025-0,075	1	1,62	810000	8,43	6,83	0,70	0,56
Az/Sj	0,025-0,075	2	1,65	825000	8,63	7,12	0,74	0,61
Az/Sj	0,025-0,075	3	1,49	745000	10,96	8,17	0,99	0,74
Az/Sj	0,075-0,125	1	1,71	855000	8,53	7,29	0,74	0,64
Az/Sj	0,075-0,125	2	1,67	835000	8,46	7,06	0,91	0,76
Az/Sj	0,075-0,125	3	1,53	765000	10,79	8,26	0,97	0,75
Az/Sj	0,125-0,175	1	1,91	955000	6,40	6,11	0,59	0,56
Az/Sj	0,125-0,175	2	1,70	850000	8,01	6,81	0,66	0,56
Az/Sj	0,125-0,175	3	1,78	890000	10,75	9,57	0,95	0,85

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cornichão; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

Apêndice B. Densidade e massa do solo, teor e conteúdo de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) no solo inteiro em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação outono.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	Densidade (Mgm ⁻³)	Massa (Kgha ⁻¹)	COT (gkg ⁻¹ solo)	COT (Mgha ⁻¹)	NT (gkg ⁻¹ solo)	NT (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	1,41	352500	20,32	7,16	1,57	0,55
CNativo	0,000-0,025	2	1,29	322500	25,55	8,24	1,96	0,63
CNativo	0,000-0,025	3	1,38	345000	23,18	8,00	1,85	0,64
Az+Corn/P	0,000-0,025	1	1,60	400000	8,98	3,59	0,81	0,33
Az+Corn/P	0,000-0,025	2	1,60	400000	11,50	4,60	1,10	0,44
Az+Corn/P	0,000-0,025	3	1,40	350000	11,21	3,92	1,01	0,35
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	1,37	342500	13,35	4,57	1,11	0,38
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	1,47	367500	12,71	4,67	1,02	0,38
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	1,50	375000	11,18	4,19	0,88	0,33
Az/Sj	0,000-0,025	1	1,59	397500	10,39	4,13	0,80	0,32
Az/Sj	0,000-0,025	2	1,68	420000	11,20	4,70	0,93	0,39
Az/Sj	0,000-0,025	3	1,56	390000	15,59	6,08	1,43	0,56

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cornichão; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

Apêndice C. Densidade e massa do solo, teor e conteúdo de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) no solo inteiro em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação inverno.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	Densidade (Mgm ⁻³)	Massa (Kgha ⁻¹)	COT (gkg ⁻¹ solo)	COT (Mgha ⁻¹)	NT (gkg ⁻¹ solo)	NT (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	1,13	282500	20,69	5,84	1,58	0,45
CNativo	0,000-0,025	2	1,30	325000	22,09	7,18	1,58	0,51
CNativo	0,000-0,025	3	1,30	325000	18,28	5,94	1,60	0,52
Az+Corn/P	0,000-0,025	1	2,07	517500	9,89	5,12	0,86	0,44
Az+Corn/P	0,000-0,025	2	1,57	392500	10,04	3,94	0,95	0,37
Az+Corn/P	0,000-0,025	3	1,52	380000	11,37	4,32	1,09	0,42
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	1,76	440000	12,42	5,46	1,05	0,46
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	1,47	367500	12,10	4,45	0,97	0,36
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	1,52	380000	12,24	4,65	1,08	0,41
Az/Sj	0,000-0,025	1	1,78	445000	11,19	4,98	0,97	0,43
Az/Sj	0,000-0,025	2	1,67	417500	8,98	3,75	0,79	0,33
Az/Sj	0,000-0,025	3	1,51	377500	13,76	5,19	1,07	0,41

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cornichão; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

Apêndice D. Densidade e massa do solo, teor e conteúdo de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) no solo inteiro em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação primavera.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	Densidade (Mgm ⁻³)	Massa (Kgha ⁻¹)	COT (gkg ⁻¹ solo)	COT (Mgha ⁻¹)	NT (gkg ⁻¹ solo)	NT (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	1,40	350000	14,78	5,17	1,21	0,42
CNativo	0,000-0,025	2	1,39	347500	20,09	6,98	1,42	0,49
CNativo	0,000-0,025	3	1,42	355000	19,10	6,78	1,43	0,51
CNativo	0,025-0,075	1	1,78	890000	11,30	10,06	0,92	0,82
CNativo	0,025-0,075	2	1,82	910000	14,82	13,49	1,00	0,91
CNativo	0,025-0,075	3	1,84	920000	16,13	14,84	1,18	1,08
CNativo	0,075-0,125	1	1,79	895000	9,52	8,52	0,75	0,67
CNativo	0,075-0,125	2	1,81	905000	12,03	10,89	0,82	0,74
CNativo	0,075-0,125	3	1,87	935000	9,32	8,72	0,73	0,68
CNativo	0,125-0,175	1	1,45	725000	7,60	5,51	0,50	0,36
CNativo	0,125-0,175	2	1,50	750000	10,58	7,94	0,67	0,50
CNativo	0,125-0,175	3	1,91	955000	8,75	8,35	0,59	0,57
Az+Corn/P	0,000-0,025	1	1,44	360000	8,76	3,15	0,65	0,23
Az+Corn/P	0,000-0,025	2	1,75	437500	8,20	3,59	0,61	0,27
Az+Corn/P	0,000-0,025	3	1,56	390000	10,01	3,90	0,81	0,32
Az+Corn/P	0,025-0,075	1	1,60	800000	9,65	7,72	0,73	0,58
Az+Corn/P	0,025-0,075	2	1,97	985000	8,70	8,57	0,63	0,62
Az+Corn/P	0,025-0,075	3	1,79	895000	9,09	8,14	0,70	0,62
Az+Corn/P	0,075-0,125	1	1,62	810000	8,73	7,07	0,64	0,52
Az+Corn/P	0,075-0,125	2	2,03	1015000	7,69	7,80	0,54	0,54
Az+Corn/P	0,075-0,125	3	2,57	1285000	9,82	12,62	0,70	0,90
Az+Corn/P	0,125-0,175	1	1,47	735000	10,41	7,65	0,77	0,57
Az+Corn/P	0,125-0,175	2	1,58	790000	10,66	8,43	0,77	0,61
Az+Corn/P	0,125-0,175	3	1,67	835000	9,68	8,09	0,70	0,58
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	1,34	335000	17,24	5,78	1,35	0,45
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	1,30	325000	16,61	5,40	1,25	0,41
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	1,33	332500	15,90	5,29	1,50	0,50
Az+Tr/M	0,025-0,075	1	1,74	870000	12,72	11,06	1,04	0,90
Az+Tr/M	0,025-0,075	2	1,75	875000	11,69	10,23	1,60	1,40
Az+Tr/M	0,025-0,075	3	1,80	900000	11,03	9,93	0,86	0,78
Az+Tr/M	0,075-0,125	1	1,83	915000	11,66	10,67	0,91	0,83
Az+Tr/M	0,075-0,125	2	2,01	1005000	11,17	11,22	0,92	0,92
Az+Tr/M	0,075-0,125	3	1,75	875000	11,65	10,20	0,91	0,80
Az+Tr/M	0,125-0,175	1	1,59	795000	12,73	10,12	0,92	0,73
Az+Tr/M	0,125-0,175	2	1,71	855000	11,36	9,71	0,89	0,76
Az+Tr/M	0,125-0,175	3	1,51	755000	12,49	9,43	0,92	0,69
Az/Sj	0,000-0,025	1	1,99	497500	11,05	5,50	0,83	0,41
Az/Sj	0,000-0,025	2	1,87	467500	10,37	4,85	0,91	0,42
Az/Sj	0,000-0,025	3	1,57	392500	14,14	5,55	1,17	0,46
Az/Sj	0,025-0,075	1	1,79	895000	8,56	7,66	0,65	0,58
Az/Sj	0,025-0,075	2	1,94	970000	9,22	8,95	0,74	0,72
Az/Sj	0,025-0,075	3	1,93	965000	10,93	10,55	0,96	0,93
Az/Sj	0,075-0,125	1	1,98	990000	8,13	8,05	0,52	0,51
Az/Sj	0,075-0,125	2	2,14	1070000	8,70	9,30	0,75	0,80
Az/Sj	0,075-0,125	3	1,92	960000	12,13	11,64	1,05	1,01
Az/Sj	0,125-0,175	1	1,86	930000	8,22	7,65	0,68	0,63
Az/Sj	0,125-0,175	2	1,80	900000	7,64	6,88	0,62	0,56
Az/Sj	0,125-0,175	3	1,72	860000	10,09	8,68	0,87	0,75

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cordeiro; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

Apêndice E. Teores e estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação verão.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	FLL C (gkg ⁻¹ fração)	FLL C (gkg ⁻¹ solo)	FLL C (Mgha ⁻¹)	FLL N (gkg ⁻¹ fração)	FLL N (gkg ⁻¹ solo)	FLL N (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	168,95	9,65	2,90	11,47	0,66	0,20
CNativo	0,000-0,025	2	172,40	4,09	1,18	10,39	0,25	0,07
CNativo	0,000-0,025	3	222,11	8,53	2,66	16,67	0,64	0,20
CNativo	0,025-0,075	1	113,74	2,64	2,11	7,46	0,17	0,14
CNativo	0,025-0,075	2	142,94	2,43	1,86	7,17	0,12	0,09
CNativo	0,025-0,075	3	139,06	2,12	1,64	8,96	0,14	0,11
CNativo	0,075-0,125	1	128,89	1,01	0,82	7,00	0,05	0,04
CNativo	0,075-0,125	2	130,80	0,87	0,68	7,21	0,05	0,04
CNativo	0,075-0,125	3	91,26	0,70	0,55	5,28	0,04	0,03
CNativo	0,125-0,175	1	87,33	0,52	0,42	4,93	0,03	0,02
CNativo	0,125-0,175	2	82,17	0,51	0,40	4,46	0,03	0,02
CNativo	0,125-0,175	3	79,27	0,41	0,32	4,44	0,02	0,02
Az+Corn/P	0,000-0,025	1	102,96	0,83	0,34	6,38	0,05	0,02
Az+Corn/P	0,000-0,025	2	78,97	0,97	0,42	5,13	0,06	0,03
Az+Corn/P	0,000-0,025	3	119,30	1,22	0,45	7,51	0,08	0,03
Az+Corn/P	0,025-0,075	1	66,31	0,43	0,34	4,13	0,03	0,02
Az+Corn/P	0,025-0,075	2	67,78	0,33	0,27	4,02	0,02	0,02
Az+Corn/P	0,025-0,075	3	100,54	0,83	0,63	5,66	0,05	0,04
Az+Corn/P	0,075-0,125	1	57,47	0,44	0,35	3,44	0,03	0,02
Az+Corn/P	0,075-0,125	2	55,65	0,53	0,47	2,89	0,03	0,02
Az+Corn/P	0,075-0,125	3	75,19	0,44	0,35	4,35	0,03	0,02
Az+Corn/P	0,125-0,175	1	46,24	0,16	0,14	2,94	0,01	0,01
Az+Corn/P	0,125-0,175	2	69,40	0,22	0,20	3,79	0,01	0,01
Az+Corn/P	0,125-0,175	3	99,30	0,71	0,60	5,97	0,04	0,04
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	134,25	1,67	0,68	9,52	0,12	0,05
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	133,95	1,43	0,53	8,64	0,09	0,03
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	127,73	1,15	0,43	8,11	0,07	0,03
Az+Tr/M	0,025-0,075	1	86,25	0,69	0,53	5,41	0,04	0,03
Az+Tr/M	0,025-0,075	2	96,59	0,68	0,52	6,12	0,04	0,03
Az+Tr/M	0,025-0,075	3	99,59	0,78	0,60	5,59	0,04	0,03
Az+Tr/M	0,075-0,125	1	117,25	0,94	0,79	6,83	0,05	0,05
Az+Tr/M	0,075-0,125	2	100,37	0,53	0,46	5,80	0,03	0,03
Az+Tr/M	0,075-0,125	3	89,29	0,55	0,44	4,48	0,03	0,02
Az+Tr/M	0,125-0,175	1	159,09	1,70	1,48	9,30	0,10	0,09
Az+Tr/M	0,125-0,175	2	108,84	0,51	0,44	6,38	0,03	0,03
Az+Tr/M	0,125-0,175	3	157,32	1,73	1,46	8,23	0,09	0,08
Az/Sj	0,000-0,025	1	128,67	0,99	0,47	8,86	0,07	0,03
Az/Sj	0,000-0,025	2	99,07	0,54	0,25	6,40	0,03	0,02
Az/Sj	0,000-0,025	3	168,44	1,94	0,77	11,27	0,13	0,05
Az/Sj	0,025-0,075	1	84,69	0,48	0,39	5,61	0,03	0,03
Az/Sj	0,025-0,075	2	80,38	0,37	0,31	5,31	0,02	0,02
Az/Sj	0,025-0,075	3	112,94	0,92	0,69	7,09	0,06	0,04
Az/Sj	0,075-0,125	1	80,78	0,36	0,31	5,35	0,02	0,02
Az/Sj	0,075-0,125	2	107,98	0,64	0,54	6,49	0,04	0,03
Az/Sj	0,075-0,125	3	73,98	0,34	0,26	5,00	0,02	0,02
Az/Sj	0,125-0,175	1	55,66	0,06	0,06	3,69	0,00	0,00
Az/Sj	0,125-0,175	2	81,28	0,32	0,27	4,65	0,02	0,02
Az/Sj	0,125-0,175	3	81,13	0,35	0,31	6,14	0,03	0,02

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cornichão; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

Apêndice F. Teores e estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação outono.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	FLL C (gkg ⁻¹ fração)	FLL C (gkg ⁻¹ solo)	FLL C (Mgha ⁻¹)	FLL N (gkg ⁻¹ fração)	FLL N (gkg ⁻¹ solo)	FLL N (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	207,94	5,11	1,80	12,19	0,30	0,11
CNativo	0,000-0,025	2	193,08	6,35	2,05	10,00	0,33	0,11
CNativo	0,000-0,025	3	193,31	5,48	1,89	13,01	0,37	0,13
Az+Corn/P	0,000-0,025	1	171,01	1,59	0,64	10,96	0,10	0,04
Az+Corn/P	0,000-0,025	2	193,43	2,94	1,18	11,24	0,17	0,07
Az+Corn/P	0,000-0,025	3	138,14	3,45	1,21	8,10	0,20	0,07
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	168,67	2,21	0,76	12,58	0,16	0,06
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	185,03	2,83	1,04	13,44	0,21	0,08
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	94,31	1,39	0,52	6,04	0,09	0,03
Az/Sj	0,000-0,025	1	214,57	3,80	1,51	14,14	0,25	0,10
Az/Sj	0,000-0,025	2	153,05	1,77	0,74	11,81	0,14	0,06
Az/Sj	0,000-0,025	3	193,48	2,45	0,96	14,31	0,18	0,07

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cornichão; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

Apêndice G. Teores e estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação inverno.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	FLL C (gkg ⁻¹ fração)	FLL C (gkg ⁻¹ solo)	FLL C (Mgha ⁻¹)	FLL N (gkg ⁻¹ fração)	FLL N (gkg ⁻¹ solo)	FLL N (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	193,54	3,73	1,05	11,52	0,22	0,06
CNativo	0,000-0,025	2	142,07	1,93	0,63	7,81	0,11	0,03
CNativo	0,000-0,025	3	179,05	4,35	1,41	10,62	0,26	0,08
Az+Corn/P	0,000-0,025	1	176,03	2,06	1,06	11,39	0,13	0,07
Az+Corn/P	0,000-0,025	2	133,61	1,40	0,55	10,58	0,11	0,04
Az+Corn/P	0,000-0,025	3	149,96	2,55	0,97	10,29	0,17	0,07
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	149,56	1,59	0,70	11,49	0,12	0,05
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	91,49	0,69	0,25	6,76	0,05	0,02
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	101,17	0,94	0,36	7,20	0,07	0,03
Az/Sj	0,000-0,025	1	115,80	1,39	0,62	7,54	0,09	0,04
Az/Sj	0,000-0,025	2	80,59	0,44	0,18	5,46	0,03	0,01
Az/Sj	0,000-0,025	3	143,48	1,93	0,73	9,98	0,13	0,05

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cornichão; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.

Apêndice H. Teores e estoque de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) da fração leve livre (FLL) em diferentes sistemas de cultura, sob plantio direto e camadas em um Planossolo Háplico na estação primavera.

Sistemas de cultura	Camada (m)	Bloco	FLL C (gkg ⁻¹ fração)	FLL C (gkg ⁻¹ solo)	FLL C (Mgha ⁻¹)	FLL N (gkg ⁻¹ fração)	FLL N (gkg ⁻¹ solo)	FLL N (Mgha ⁻¹)
CNativo	0,000-0,025	1	142,18	1,68	0,59	7,34	0,09	0,03
CNativo	0,000-0,025	2	131,93	1,81	0,63	7,16	0,10	0,03
CNativo	0,000-0,025	3	128,38	4,38	1,55	8,58	0,29	0,10
CNativo	0,025-0,075	1	87,29	0,68	0,61	4,84	0,04	0,03
CNativo	0,025-0,075	2	98,89	1,10	1,00	5,13	0,06	0,05
CNativo	0,025-0,075	3	103,28	1,23	1,13	6,56	0,08	0,07
CNativo	0,075-0,125	1	74,03	0,34	0,30	4,23	0,02	0,02
CNativo	0,075-0,125	2	84,24	0,60	0,54	4,20	0,03	0,03
CNativo	0,075-0,125	3	64,95	0,48	0,45	3,89	0,03	0,03
CNativo	0,125-0,175	1	65,10	0,39	0,28	3,75	0,02	0,02
CNativo	0,125-0,175	2	79,41	0,51	0,38	3,71	0,02	0,02
CNativo	0,125-0,175	3	53,81	0,27	0,26	3,25	0,02	0,02
Az+Cor/P	0,000-0,025	1	105,28	0,80	0,29	6,60	0,05	0,02
Az+Cor/P	0,000-0,025	2	90,06	0,76	0,33	5,79	0,05	0,02
Az+Cor/P	0,000-0,025	3	77,90	0,87	0,34	5,11	0,06	0,02
Az+Cor/P	0,025-0,075	1	122,08	1,37	1,09	7,69	0,09	0,07
Az+Cor/P	0,025-0,075	2	64,24	0,25	0,25	3,87	0,02	0,01
Az+Cor/P	0,025-0,075	3	47,68	0,29	0,26	2,98	0,02	0,02
Az+Cor/P	0,075-0,125	1	129,68	1,15	0,93	8,00	0,07	0,06
Az+Cor/P	0,075-0,125	2	48,93	0,15	0,15	2,99	0,01	0,01
Az+Cor/P	0,075-0,125	3	50,51	0,23	0,29	3,14	0,01	0,02
Az+Cor/P	0,125-0,175	1	160,83	1,75	1,28	10,36	0,11	0,08
Az+Cor/P	0,125-0,175	2	43,74	0,11	0,09	2,88	0,01	0,01
Az+Cor/P	0,125-0,175	3	49,78	0,23	0,19	2,97	0,01	0,01
Az+Tr/M	0,000-0,025	1	161,52	5,60	1,88	12,85	0,45	0,15
Az+Tr/M	0,000-0,025	2	178,32	2,64	0,86	11,81	0,17	0,06
Az+Tr/M	0,000-0,025	3	113,25	1,57	0,52	8,38	0,12	0,04
Az+Tr/M	0,025-0,075	1	76,27	0,51	0,44	5,72	0,04	0,03
Az+Tr/M	0,025-0,075	2	58,80	0,55	0,48	4,15	0,04	0,03
Az+Tr/M	0,025-0,075	3	76,33	0,40	0,36	5,04	0,03	0,02
Az+Tr/M	0,075-0,125	1	54,89	0,59	0,54	3,52	0,04	0,03
Az+Tr/M	0,075-0,125	2	79,32	0,27	0,27	5,23	0,02	0,02
Az+Tr/M	0,075-0,125	3	64,16	0,40	0,35	4,01	0,02	0,02
Az+Tr/M	0,125-0,175	1	83,62	0,50	0,40	6,25	0,04	0,03
Az+Tr/M	0,125-0,175	2	72,19	0,65	0,56	4,60	0,04	0,04
Az+Tr/M	0,125-0,175	3	118,25	0,78	0,59	8,11	0,05	0,04
Az/Sj	0,000-0,025	1	114,18	0,20	0,10	7,58	0,01	0,01
Az/Sj	0,000-0,025	2	85,76	0,70	0,33	5,93	0,05	0,02
Az/Sj	0,000-0,025	3	112,14	1,25	0,49	6,82	0,08	0,03
Az/Sj	0,025-0,075	1	53,54	0,15	0,14	3,85	0,01	0,01
Az/Sj	0,025-0,075	2	75,38	0,45	0,44	4,93	0,03	0,03
Az/Sj	0,025-0,075	3	61,74	0,35	0,34	4,05	0,02	0,02
Az/Sj	0,075-0,125	1	59,91	0,21	0,20	3,74	0,01	0,01
Az/Sj	0,075-0,125	2	73,58	0,14	0,15	4,93	0,01	0,01
Az/Sj	0,075-0,125	3	61,47	0,26	0,25	3,78	0,02	0,02
Az/Sj	0,125-0,175	1	58,13	0,14	0,13	3,75	0,01	0,01
Az/Sj	0,125-0,175	2	37,22	0,12	0,11	2,31	0,01	0,01
Az/Sj	0,125-0,175	3	38,94	0,18	0,15	2,34	0,01	0,01

CNativo=campo nativo; Az=azevém; Cor=cornichão; P=pousio; Tr=trevo; M=milho; Sj=soja.