



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
***CAMPUS CHAPECÓ***  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**MATTEUS WILLIAN BEGNINI**

**TEORES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO  
DE SOLO DENTRO DE SUB-BACIA COM SUINOCULTURA INTENSIVA**

**CHAPECÓ -SC**

**2019**

**MATTEUS WILLIAN BEGNINI**

**TEORES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO  
DE SOLO DENTRO DE SUB-BACIA COM SUINOCULTURA INTENSIVA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do grau de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da  
Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Mattias

**CHAPECÓ – SC**

**2019**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Begnini, Matteus Willian Teores de carbono e nitrogênio em diferentes sistemas de uso sistemas de uso do solo dentro de sub-bacia com suinocultura intensiva / Matteus Willian Begnini. -2019.  
32 f.:il.

Orientador: Doutor Jorge Luis Mattias.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Chapecó, SC, 2019.

1. Teor de carbono. 2. Teor de nitrogênio. 3. Teor de matéria orgânica. 4. Relação c/n do solo. I. Mattias, Jorge Luis, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MATTEUS WILLIAN BEGNINI

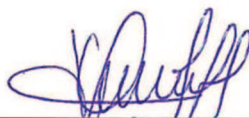
TEORES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO  
DE SOLO DENTRO DE SUB-BACIA COM SUINOCULTURA INTENSIVA

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Mattias

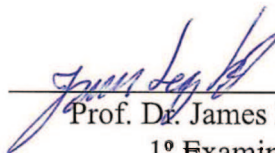
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:  
08/07/2019

BANCA EXAMINADORA



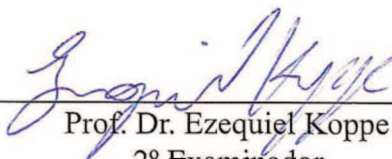
---

Prof. Dr. Jorge Luis Mattias  
Orientador



---

Prof. Dr. James Luiz Berto  
1º Examinador



---

Prof. Dr. Ezequiel Koppe  
2º Examinador

## RESUMO

A produção brasileira de suínos vem crescendo anualmente, seja para atender as demandas por proteína animal no mercado interno, seja para exportar carne ao exterior. Em Santa Catarina, a suinocultura é uma atividade praticada em pequenas propriedades rurais com agricultura familiar diversificada, geralmente localizadas em áreas de declividade acentuada e com pouca área propícia à agricultura. O aumento na produção de suínos tem gerado acúmulo de dejetos, e um destino destes dejetos é o seu uso como fertilizantes de solo, sendo esta uma prática predominante nas regiões de sistemas intensivos de criação. No entanto, muitas vezes estas propriedades acumulam dejetos suínos além da capacidade das áreas ao seu entorno em receber tais resíduos. Assim sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos (DLS) normalmente são feitas em uma mesma área de cultivo. O presente trabalho visa avaliar se a adição de dejetos líquidos de suínos (DLS) interfere nos teores de carbono e nitrogênio presentes no solo. O local de coleta de solos situa-se na Sub-bacia Lajeado Clarimundo, no município de Concórdia – SC. No total foram coletadas 125 amostras para análise de solo. Em laboratório cada amostra teve seus teores de carbono orgânico (C org.) e nitrogênio total (N total) quantificados. Os resultados mostram que as áreas de mata, referências superiores quanto aos teores de carbono, nitrogênio, matéria orgânica e menor relação C/N, serviram de padrão para indicar que a ação antrópica teve mais efeito na alteração dos teores do que a adição de DLS em si. As áreas de mata apresentaram o maior ranqueamento para C org. (86,85), N total (96,66), matéria orgânica (86,84) e o menor valor para relação C/N (50,76). Os menores valores ranqueados para C org., N total, e matéria orgânica foram das áreas com lavoura (43,04; 35,58; e 38,48 respectivamente). As áreas de pastagem sem adição de DLS tiveram o menor valor de relação C/N (97,81). Conclui-se que o tipo de uso do solo é mais impactante aos teores de C org., N total e na relação C/N mineral do que a adição de DLS em si. A adição de dejetos líquidos de suínos é benéfica na manutenção e incremento dos teores de carbono orgânico das áreas agricultáveis quando comparadas às áreas que não possuem adição de dejetos. Conclui-se também que, não há indícios de incremento de N total mesmo com a adição de DLS. A ação antrópica tem mais influência na manutenção e elevação dos teores de C org., N total e na relação C/N do solo do que a aplicação de DLS.

Palavras-chave: Concórdia, SC. Dejetos líquidos de suínos. Teores de carbono. Teores de nitrogênio.

## ABSTRACT

The Brazilian pigs production has been growing annually, either to meet the demands for animal protein in the domestic market, or to export meat abroad. In Santa Catarina, swine farming is an activity practiced on small farms with diversified family farming, generally located in areas of marked declivity and with little area suitable for agriculture. The increase in pig production has generated accumulation of waste, and a destination of these wastes is the use as soil fertilizers, which is a predominant practice in regions of intensive breeding systems. However, these properties often accumulate swine manure in addition to the ability of the surrounding areas to receive such wastes. Thus successive applications of liquid swine manure (DLS) are usually made in the same growing area. The present work aims to evaluate if the addition of liquid pig slurry (DLS) interferes with the carbon and nitrogen contents present in the soil. The site of soil collection is located in the Lajeado Clarimundo Sub-basin, in Concórdia - SC. In total, 125 samples were collected for soil analysis. In the laboratory, each sample had his levels of organic carbon (C org.) and total nitrogen (total N) quantified. The results show that forest areas, superior references to carbon, nitrogen, organic matter and lower C / N, were the norm to indicate that the anthropic action had more effect on the alteration of the contents than the addition of DLS in itself. The forest areas presented the highest ranking for C org. (86.85), total N (96.66), organic matter (86.84) and the lowest value for C / N ratio (50.76). The lowest values for C org., total N, and organic matter were from the areas under cultivation (43.04, 35.58, and 38.48, respectively). The pasture areas without DLS addition had the lowest C / N ratio (97.81). It is concluded that the type of soil use is more impacting to the levels of C org., total N and the mineral C / N ratio than the addition of DLS itself. The addition of liquid pig slurry is beneficial in maintaining and increasing the organic carbon contents of the agricultural areas when compared to the areas that don't have the addition of waste. It is also concluded that, there is no evidence of increase of total N even with the addition of DLS. The anthropic action has more influence on the maintenance and elevation of C org., Total N and C / N ratio of the soil than the application of DLS.

Keywords: Concórdia, SC. Liquid pig slurry. Carbon content. Nitrogen content.

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2.0 OBJETIVOS</b> .....	8
2.1 OBJETIVO GERAL .....	8
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>3.0 JUSTIFICATIVA</b> .....	9
<b>4.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
<b>5.0 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
<b>6.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
5.1 CARBONO ORGÂNICO DO SOLO .....	20
5.2 NITROGÊNIO TOTAL DO SOLO .....	22
5.3 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO .....	24
5.4 RELAÇÃO C/N DO SOLO .....	26
<b>6.0 CONCLUSÕES</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28
<b>ANEXOS</b> .....	31

## 1.0 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial gera pressão nos setores industrial e agropecuário, obrigando-os a produzirem cada vez mais para atender à crescente demanda, sem que se tenha, no entanto, maiores atenções e cuidados com o meio ambiente. Essa desvalorização trouxe consequências em todo o mundo, como a improdutividade de áreas agrícolas de vastas regiões, a eutrofização de importantes rios e lagos, e a contaminação de recursos hídricos (KUNZ *et al.* 2005).

Tal crescimento resultou no aumento na demanda de alimentos, que passaram a ser produzidos em grande escala. Incluso neste a produção de proteína de origem animal, através de sistemas confinados. Por muito tempo, esta prática, presente majoritariamente nas propriedades, permitia a reciclagem de resíduos produzidos na própria unidade produtora, mas, a partir do século XX, sistemas de integração com agroindústrias fomentaram incrementos na produção, o que gerou uma concentração da produção de animais e, por conseguinte, de resíduos (MATTIAS, 2006).

O Estado de Santa Catarina é bastante interessante neste aspecto. A região tem visibilidade nacional na produção intensiva de aves e suínos, fundamentada na agricultura familiar. Mas, esta produção concentrada de aves e suínos tem acarretado grandes excedentes de dejetos. Em especial a suinocultura, dado o fato de a produção concentrada de grande quantidade de dejetos, tem proporcionado a contaminação dos recursos hídricos com carga orgânica, nutrientes e metais pesados. O uso mais intensivo dos solos além da sua aptidão, em paralelo às condições de relevo acidentado de difícil acesso mecanizado e com tecnologias, ou não adequadas, ou obsoletas, gera contaminação e degradação dos solos, atingindo córregos e rios, ocasionando então a contaminação de recursos hídricos com sedimentos, sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e agrotóxicos (BERTO, 2004). Sendo assim, é possível que uma quantidade de dejetos seja depositada ao solo, sem respeitar critérios agronômicos e legais vigentes (KUNZ *et al.* 2005).

O entendimento dinâmico de elementos como carbono e nitrogênio no solo onde dejetos líquidos de suínos são usados como fertilizante possibilita fixar estratégias para corrigir distorções nos sistemas produtivos, buscando a uma maior sustentabilidade ambiental (SCHERER *et al.* 2010).



## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar se a adição de dejetos líquidos de suínos altera os teores de carbono orgânico (C org.) e nitrogênio total (N total) do solo.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar a relação C/N das respectivas amostras de solo;
- Verificar o efeito das adições de dejetos líquidos de suínos comparando-se áreas com e sem adição destes.

### 3.0 JUSTIFICATIVA

O presente estudo é parte de um projeto interinstitucional para valoração de serviços ambientais, onde a quantificação de atributos físico-químicos do solo de determinada região em estudo poderá gerar indicadores ambientais para formulação de políticas públicas que valorizem a produção de suínos em consonância com preservação ambiental.

O comprometimento da provisão de serviços ambientais gera impactos socioeconômicos, à saúde e bem-estar humano etc. A suinocultura intensiva é uma atividade geradora de dejetos que, são úteis para a adubação de áreas agricultáveis, por conter macro e micronutrientes. Em contrapartida estes dejetos são também potenciais poluidores do meio ambiente quando manejados incorretamente.

Elementos em específico, como carbono e nitrogênio são indicadores de produtividade das áreas cultiváveis e de qualidade ambiental dos ecossistemas. Assim, estudos que avaliem alterações nos teores deste elementos nos solos a partir da aplicação dos dejetos líquidos de suínos são importantes para a avaliação do impacto desta prática nos ecossistemas

#### 4.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção brasileira de suínos tem crescimento anual, atendendo as demandas por proteína animal no mercado interno e para exportar carne ao exterior (SEIDEL, *et al.* 2010). Em Santa Catarina, a suinocultura é praticada em minifúndios rurais com agricultura familiar, geralmente localizadas em áreas declivosas, de forma acentuada em alguns casos, e com pouca área apta à agricultura (SCHERER, *et al.* 2010).

O aumento na produção de suínos tem gerado acúmulo de dejetos, e um destino destes dejetos é o seu uso como fertilizantes de solo, sendo esta uma prática comum nas regiões de sistemas intensivos de criação, que englobam tanto suínos, como avicultura e bovinos de leite. No entanto, geralmente estas propriedades acumulam dejetos suínos além da capacidade das áreas em receber tais resíduos. Assim sucessivas aplicações de dejetos suínos normalmente são feitas em uma mesma área de cultivo (SEIDEL, *et al.* 2010; SEGANFREDO, 2013; CERETTA *et al.* 2010).

A compreensão desta opção de manipulação dos dejetos pós-criação é o argumento de que comportam nutrientes de baixo custo às plantas, melhor condicionam os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, aprimorando o desempenho vegetal pela sua diminuição na saturação de alumínio, e de que este modo de reciclagem não proporciona riscos excessivos ao ambiente em geral (CERETTA *et al.* 2003; SEGANFREDO, 2013).

Os dejetos líquidos de são uma boa fonte de nutrientes, porém, quando usados de forma inadequada, se tornam potenciais poluentes, podendo gerar impacto ambiental (SCHERER *et al.* 2010). Mesmo a aplicação destes dejetos em áreas de lavoura e/ou pastagem significarem uma alternativa de adubação, as perdas por escoamento superficial diminuem sua eficiência de nutrição vegetal e exprimem um poluente potencial (CERETTA *et al.* 2005).

A alta frequência de aplicação de dejetos líquidos de suínos sobre uma mesma área de cultivo agrícola vem sendo motivo de preocupação de órgãos ambientais, pois uma vez saturada a capacidade do solo de adsorção, os dejetos podem indiretamente, através de sua adsorção a partículas de solo, ocasionar severos danos ambientais, principalmente, poluição aos recursos hídricos (SEIDEL *et al.* 2010).

Por isso, um estudo apurado do impacto da adoção de diferentes sistemas de manejo é essencial na definição de melhores formas de uso e manutenção do solo (RANGEL & SILVA, 2007).

E a premissa de que o uso de dejetos como fonte de adubo e, que não possuem potencial poluidor ambiental vem requerendo novas avaliações, tendo-se em vista o custo financeiro de

armazenagem e aplicação destes que impedem a competitividade destes resíduos como alternativa de contorno ao uso de fertilizantes convencionais. Além disso, a pouca disponibilidade de terras e a alta densidade de criação de suínos na região em especial na região Sul do Brasil, proporciona uma quantidade de dejetos excedente à capacidade de sua reciclagem exclusivamente como fertilizantes do solo [...] Evitar o acúmulo destes dejetos animais no solo, situação consequente à massiva aplicação destes ao solo se torna uma tarefa complexa devido à desproporção entre as quantidades de nutrientes existentes nos dejetos animais e aquelas removidas pelas plantas (SEGANFREDO, 2013).

Segundo interlocuções com a EMBRAPA Suínos e Aves e a EPAGRI-CETREDIA, os solos da região do presente estudo são enquadrados às classes dos Cambissolos e Nitossolos.

Cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte subsuperficial incipiente a todo tipo de horizonte superficial (com exceção ao horizonte hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente mostrar argila de atividade alta com saturação por bases alta. Vista a heterogeneidade do material de origem, dos tipos de relevo e das condições climáticas, as características destes solos são variáveis de um local para outro. Esta classe abrange solos fortemente a imperfeitamente drenados, rasos a profundos, com cor bruna ou bruno-amarelada indo à vermelho-escura, de alta a baixa saturação por bases e com atividade química da fração argila (SANTOS, *et al.* 2013).

Nitossolos são solos constituídos por material mineral, com 350 g.kg<sup>-1</sup> ou mais de argila, inclusive no horizonte superficial, que apresentam horizonte subsuperficial nítico abaixo do horizonte A. O horizonte B nítico é caracterizado por baixa atividade da fração argila ou caráter alítico, ocorrentes majoritariamente no horizonte B dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (SANTOS, *et al.* 2013).

O uso do solo com finalidade agrícola impacta no acréscimo de carbono (C) pela escolha de sistemas de culturas com aptidões variadas de incremento de fitomassa ao longo do ano e que influenciam negativamente os estoques de Carbono Orgânico (C org.) (LOVATO *et al.* 2004; CONCEICAO *et al.* 2018).

Cotidianamente, sistemas com pousios, culturas pouco produtivas, queima ou exportação de resíduos culturais sugerem fraca adição de C org. Em situação oposta, há os sistemas intensivos, com o emprego de culturas altamente produtivas durante o ano todo, com alto e frequente retorno de resíduos ao solo (LOVATO *et al.* 2004).

O termo “resíduos orgânicos” abarca desde materiais compostados até materiais lábeis e/ou não decompostos, como restos culturais, resíduos de biomassa vegetal, estercos e dejetos, lodo de esgoto, compostos e os subprodutos industriais e agroindustriais (DO CARMO e

SILVA, 2012). O homem, através de suas atividades altera os estoques de carbono nos sistemas tanto na biomassa quanto no solo através do manejo deste e das florestas (SANTOS, 2011). O avanço das fronteiras agrícolas, descrito como a permuta de ecossistemas naturais em áreas agricultáveis, vem se tornando mais evidente nas últimas décadas, induzindo mudanças na qualidade do solo e na dinâmica da matéria orgânica do solo (RANGEL & SILVA, 2007).

O estoque de matéria orgânica no solo é dependente da intensidade dos processos de incremento de resíduos vegetais e de decomposição de compostos orgânicos (SANTOS, 2011). Considerando a amplitude do fluxo de carbono gerado pelo sistema vegetal, o sistema solo possuirá maior ou menor atividade biológica, produção de subprodutos secundários, agregação do solo e surgimento de outros atributos emergentes (LOVATO, *et al.* 2004).

Ceretta *et al.*, (2003) relatam que o não acréscimo de carbono e nitrogênio em profundidade no solo deve-se ao fato de possivelmente haver uma alta atividade microbiótica por intermédio da presença de esterco suíno parcialmente decomposto em superfície de fácil mineralização e praticamente exposto, o que facilita sua decomposição e perdas consideráveis de nitrogênio via volatilização amoniacal, escoamento superficial ou lixiviação nítrica.

A manutenção ou recuperação dos teores de matéria orgânica e da qualidade do solo pode ser oportunizada através do uso de pastagens, ou, para os casos de agricultura intensiva, pelo uso de formas de preparo sem alterações mecânicas ou com reduzida mobilização do solo e por sistemas de uso do solo com alto incremento residual de vegetais, proporcionando assim, baixas taxas de perda e maiores taxas de adição de matéria orgânica ao sistema solo (SANTOS *et al.* 2008).

Em seu estudo, Pulrolnik *et al.* (2009) avaliam que o cultivo de eucalipto gerou aumento de 13% nos estoques de C no solo na camada 0-100 cm em relação ao bioma nativo (no presente caso, Cerrado) mas com paralela redução do estoque de N total.

Cardoso *et al.* (2010) relatam perdas de estoques de C em áreas onde houve conversão de floresta nativa em pastagem cultivada. Além de que a permuta da floresta nativa em pastagem cultivada e a exposição da pastagem nativa ao pastejo contínuo condicionam a diminuição nos estoques de carbono no solo, notadamente mais expressiva nas pastagens cultivadas com maior tempo de implantação, porém não altera os estoques de nitrogênio total do solo.

A interação de moléculas orgânicas com minerais presentes no solo intervém desde a formação e diferenciação de camadas do solo (horizontes), até suas propriedades físico-químicas. Esta interação se dá através da associação dos grupos funcionais da matéria orgânica com os minerais do solo (SANTOS *et al.* 2008).

A matéria orgânica interfere em vários processos do solo, como exemplo a adsorção de cátions e ânions, auxilia na estabilização estrutural do solo e retenção aquosa, influencia diretamente na cor, reduz a plasticidade, imprime a característica de elasticidade em concomitância ao aumento do teor de matéria orgânica geralmente na superfície do solo, e provoca sensível diminuição na compactação, por aumentar a porosidade do solo (BRAIDA, 2008; SANTOS, 2011).

A matéria orgânica é um componente essencial da aptidão produtiva dos solos, visto os seus efeitos sobre o aporte de nutrientes, a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, a quelação de elementos tóxicos e micronutrientes, a agregação, a infiltração e a retenção hídrica, a aeração concomitante à atividade microbiana na manutenção da biomassa do solo. Em solos tropicais e subtropicais, a CTC da matéria orgânica pode constituir um alto percentual da CTC total do solo. Nesses solos, a manutenção ou o aumento dos teores de matéria orgânica é vital na retenção de nutrientes e na redução de sua lixiviação (SANTOS *et al.* 2008).

As quantidades de matéria orgânica presente no solo, variam com o clima vegetação, textura e regime de repleção hídrica do solo, entre outros fatores (SANTOS, 2011). O acúmulo de carbono orgânico pode ser algo paralelo à extrema pobreza dos solos e presença de elementos tóxicos, como o Al trocável, que de alguma forma ocasionam o maior acúmulo de C no solo (CAMPOS *et al.* 2016).

O esgotamento dos estoques de matéria orgânica pode acelerar uma menor resiliência dos ecossistemas, e se transformar em comprometimento da aptidão produtiva e menor oferta de serviços ambientais (CARDOSO *et al.* 2011). A perda de matéria orgânica por oxidação ou erosão têm grande impacto na eletroquímica da superfície sólida. Um dos processos mais sensíveis é a diminuição da aptidão tamponante das cargas elétricas (SANTOS, *et al.* 2008).

A oxidação da matéria orgânica ocorre através de uma gama variada de microorganismos que retiram energia neste processo provendo quimicamente a estabilidade do C no solo. A matéria orgânica exprime a fonte de elétrons primordial às reações de oxidação e redução (redox) no solo, visto que os processos oxidativos são responsáveis pelo controle no balanço de carbono. Os principais elementos envolvidos nas reações redox são o C, N, O, S, Mn e Fe, além dos metais pesados As, Se, Cr, Hg e Pb<sup>n</sup>, presentes em solos casualmente contaminados (SANTOS, *et al.* 2008).

No solo, o nitrogênio é predominantemente encontrado em formas orgânicas (95%), em uma vasta variedade de compostos ou radicais e sendo a matéria orgânica do solo um importante reservatório de formas prontamente disponíveis de nitrogênio aos vegetais, que se resume a uma pequena e muito instável fração do teor total de nitrogênio, encontrada nas formas

inorgânicas de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), o que expressa a variabilidade de compostos orgânicos existentes em plantas e em microorganismos do solo. O nitrato é uma forma estável de nitrogênio em solos sob condições de oxidação (RANGEL & SILVA, 2007; SANTOS, 2011).

A grosso modo, a lixiviação de nitrogênio e a alta concentração de fósforo na camada mais superficial do solo adubado com esterco líquido de suínos pressupõem que esses elementos podem comprometer a qualidade do ambiente, especialmente os cursos hídricos (CERETTA *et al.* 2003).

A falta de sincronismo entre o nitrogênio disponível nos dejetos e a quantidade deste requerida por uma determinada cultura vegetal é outro problema preocupante em relação à manipulação do dejetos como fertilizante, visto que cerca de 50% do nitrogênio total do dejetos se apresenta na forma mineral e, paralelo a isto, como nos casos majoritários em que o dejetos suíno é usado na adubação, a aplicação deste ocorre antes da semeadura das culturas e, se porventura ocorrerem precipitações pluviárias intensas, há possibilidade de movimentação vertical de nitrato (lixiviação) no perfil do solo, principalmente durante os estágios iniciais de desenvolvimento da cultura, quando a demanda vegetal de N ainda é baixa e menos frequente (BASSO *et al.* 2005).

Como decorrência do efeito alternativo dos sistemas de preparo do solo, o acúmulo de carbono e nitrogênio, que por conseguinte afeta a dinâmica da matéria orgânica, devido a uma série de fatores (dentre os quais as características físico-químicas e biológicas, o uso da terra, tipo de solo e sua formação florestal ou agrícola, clima, ciclagem de nitrogênio e resíduos vegetais pela agricultura, entre outros), ocorrem taxas variadas de acréscimo de carbono e nitrogênio nos solos, especialmente os menos perturbados pelos sistemas de cultivo (SANTOS *et al.* 2008; SANTOS, 2011).

Em cambissolos e nitossolos (caso do presente estudo), os maiores teores de carbono e nitrogênio superficiais se enquadram no padrão geralmente observado na maior parte dos solos, sendo este padrão atrelado ao aporte de matéria orgânica pela vegetação, que seria a fonte fundamental destes elementos no sistema solo-planta (SANTOS, 2011).

Os procedimentos que envolvem a análise de carbono total basicamente recuperam todas as formas de C orgânico, enquanto os procedimentos de oxidação com dicromato de potássio em meio ácido recuperam proporções variáveis de C elementar e, algumas vezes quantidades variáveis de C orgânico presentes no material húmico. A determinação do C total abrange a conversão de todas as formas para gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) por combustão seca ou úmida, posteriormente, quantifica-se o  $\text{CO}_2$  liberado fazendo-se uso de técnicas gravimétrica,

titulométrica, volumétrica, espectrofotométrica ou cromatográfica. Os princípios envolvidos na quantificação de carbono orgânico basicamente são: combustão seca e determinação do CO<sub>2</sub> liberado, oxidação com dicromato em meio ácido e determinação do dióxido de carbono liberado. O emprego de dicromato de potássio em meio ácido na combustão por via úmida utiliza uma fonte externa de calor, e por conseguinte, a reação é muito mais rápida e a oxidação do C orgânico é mais completa (SANTOS *et al.* 2008).

Do Carmo e Silva (2012) prolatam que o método de Yeomans e Bremner (1988) é uma variação do método de Walkley-Black e consiste na redução do dicromato (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>) por compostos de carbono orgânico e na posterior determinação do dicromato restante por titulação do excesso de cromo com sulfato ferroso amoniacal. Método este largamente usado pelos laboratórios que analisam C em matriz de solos.

As principais formas de N inorgânico presentes em solos (amônio, nitrato e nitrito) podem ser extraídas com várias soluções de sais ou com água. A quantidade de ácido sulfúrico padronizado usada na retrotitulação do borato de amônio é variável ao NH<sub>4</sub><sup>+</sup> retido na solução de ácido bórico. O nitrito e o nitrato são conjuntamente pois ambos são reduzidos. Na maior parte dos solos, o teor de nitrito é muito baixo e, em alguns casos, o teor de nitrato + nitrito é computado unicamente como nitrato (CANTARELLA & TRIVELIN, 2001).

Giacomini *et al.* (2003) citam a literatura para afirmar que A relação C/N tem sido o atributo mais usado em modelos para prever a disponibilidade de N no solo durante a decomposição de materiais orgânicos.

A relação C/N do solo ou dos resíduos vegetais ou da compostagem exprime sua qualidade e mostra a relação entre o carbono e o nitrogênio. Enquanto o carbono (C) é o combustível energético, o nitrogênio (N) é um dos elementos essenciais para o crescimento vegetal. No solo, todos os organismos vivos ou mortos possuem uma relação C/N. Quanto maior a relação C/N, mais fácil a liberação de energia, devido a maior presença de carbono. Neste caso, o nitrogênio é imobilizado pelos microrganismos. A velocidade de decomposição será lenta. Quanto mais baixa a relação C/N, mais fácil será a decomposição da matéria orgânica do solo. Nesta relação baixa o nitrogênio é liberado (BRAGA 2015).

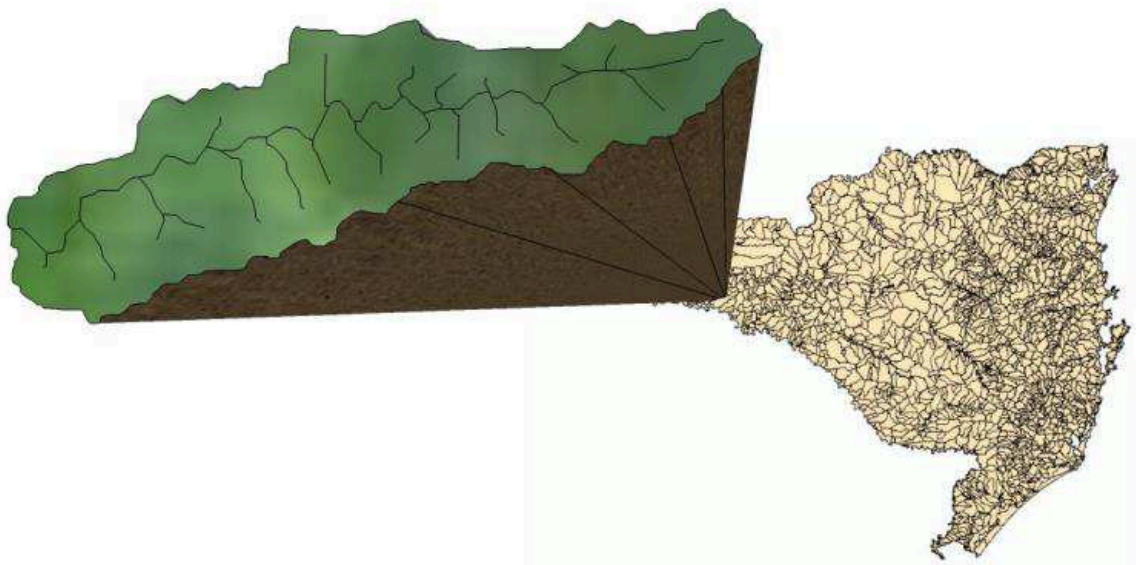


## 5.0 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho decorre de cooperação interinstitucional entre a Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS *campus* Chapecó, e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Suínos e Aves (Concórdia, SC) em projeto multi instituições para valoração de serviços ambientais (denominado SA-SUAVE).

O local de coleta de solos situa-se na Sub-bacia Lajeado Clarimundo, dentro da Microbacia Hidrográfica Lajeado Fragosos, no município de Concórdia – SC ( $27^{\circ}12'14.2''S$   $52^{\circ}08'06.3''W$ ). Abrange cerca de 61,5 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a 7,6% da área total do município, sendo sua topografia majoritariamente declivosa, em média d 24%, apesar de se encontrarem encostas com valores que rondam desde os 35% a 60% (SEGANFREDO, 2013).

**Figura 1 – Microbacia do Lajeado Fragosos, Concórdia – SC.**



Fonte: GARBOSSA, L. H. P. *et al.* (2010).

Dentro desta sub-bacia, estão inseridas propriedades com a suinocultura como atividade principal, além de possuírem áreas de atividade agropecuária e áreas de conservação de matas naturalizadas e estáveis (em clímax).

Em 11 propriedades da sub-bacia, por intermédio da EPAGRI – CETREDIA, foram coletadas 8 amostras compostas, sendo 4 em áreas com adição de dejetos líquidos de suínos (DLS) e 4 em áreas referência situadas em mata secundária, eucaliptos, pastagem naturalizada

ou erva mate sem adição de DLS. Exceção abre-se para duas destas 11 propriedades, sendo que em uma, foram coletadas mais 4 amostras compostas – 12 no total – de uma segunda área de mata, e, em outra, na área de mata referência foram coletadas 5 amostras compostas. Além dessas, em outras 2 propriedades foram coletadas 16 amostras compostas, sendo 8 em áreas sem uso de dejetos e 8 em áreas com uso desses resíduos. No total foram coletadas 125 amostras para análise de solo.

Em cada uma das áreas com e sem uso de dejetos, foram coletadas 4 amostras compostas formadas por 3 sub-amostras, e cada uma das amostras compostas representou uma repetição de campo. Todas as amostras foram coletadas na profundidade de 0-10 cm com auxílio de pá de corte, no período de 29 de setembro a 22 de novembro de 2016.

Os tipos de uso do solo predominantes são floresta decidual, pastagens naturalizadas e pastagens de aveia ou azevém cultivadas no inverno intercaladas com milho para grãos e/ou silagem no verão, com ou sem integração lavoura-pecuária.

**Figura 2 – Imagem de satélite da Sub-bacia Lajeado Clarimundo (Microbacia Lajeado Fragosos) com os pontos de coleta de amostras de solos georreferenciados (Google Earth), Concórdia – SC.**



Fonte: o autor.

As amostras de solo coletadas foram secas e peneiradas na unidade da EMBRAPA Suínos e Aves e posteriormente encaminhadas, para o Laboratório de Química do Solo da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Chapecó (27°06'48.5"S 52°42'23.1"W) para quantificação de atributos físico-químicos das mesmas. No presente estudo, foram quantificados os teores de carbono orgânico (C org.) e nitrogênio total (N total) das amostras supracitadas.

Conceição *et al.* (2005) concluem que o carbono orgânico total e o nitrogênio total, determinados na camada 0 – 5 cm, se mostram eficientes em discriminar o impacto dos sistemas de manejo sobre a qualidade do solo.

O teor de C dos solos foi determinado de acordo com metodologia proposta por EMBRAPA (1997), com adaptações para bloco digestor (MATTIAS, 2006).

O teor de N total foi determinado seguindo metodologia proposta por Tedesco *et al.* (1995) no qual extraem-se todas as formas de N por arraste de vapor, com adaptações para tubo de digestão (o formato do destilador utilizado neste procedimento acomoda apenas tubo de digestão).

A partir da quantificação dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total das amostras, poderão ser gerados os dados de matéria orgânica do solo (a partir da fórmula: C org. x 1,724) e a respectiva relação carbono/nitrogênio (convertendo-se os valores de C org. de g.kg<sup>-1</sup> para %). Os dados serão analisados por estatística descritiva e os valores de carbono orgânico, nitrogênio total, matéria orgânica e relação carbono/nitrogênio dos grupos de cultivos (matas, pastagens, lavouras e reflorestamentos) com e sem aplicação de dejetos líquidos de suínos serão enquadrados ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis por meio do aplicativo estatístico aberto R (versão 3.5.3, por meio da interface Rstudio).

Para casos como o do presente estudo, os atributos físico-químicos quantificados em laboratório geralmente demonstram comportamento atípico aos pressupostos de uma análise estatística normal – análise de variância (ANOVA).

O teste de Kruskal-Wallis é um método não-paramétrico alternativo à ANOVA para um fator, sendo usado nos casos em que as suposições requeridas pela ANOVA não são atendidas. Para fazer uso do teste de Kruskal-Wallis é essencial necessário que as variáveis sejam quantitativas ou estejam, ao menos, em escala ordinal [...] A diferença primordial entre os testes consiste no fato de que para fazer a ANOVA, devemos corroborar as suposições de normalidade, variância constante e independência dos resíduos além das variáveis serem do tipo contínuas (FARIA, B. 2017).

Para o teste de Kruskal-Wallis devemos considerar somente a suposição de que as observações sejam independentes e que as variáveis sejam do tipo contínuas ou ordinais. Além do mais, enquanto a ANOVA testa a média e a variação entre os grupos (fatores), o teste de Kruskal-Wallis consiste em testar uma pseudo-mediana [...] Mas em rigor, o teste de Kruskal-Wallis avalia diferenças de médias de ordens (postos), as quais não são necessariamente iguais às medianas dos grupos, uma vez que é atribuído a cada observação seu posto (ordem) (FARIA, B. 2017).

Mas inicialmente, é necessário ordenar as observações em ordem crescente, independente dos grupos, e após fazer a distribuição dos postos, onde o menor valor recebe o posto ou ordem 1, o segundo 2 e assim sucessivamente. Quando há observações repetidas, é indicado que seja atribuído o valor médio dos postos entre estas observações. Por isso, pode ocorrer do resultado do teste apontar para a diferença significativa entre os grupos, mas as medianas serem iguais ou relativamente próximas. Quando isso ocorre, o teste de Kruskal-Wallis testa, simultaneamente, a mediana e as formas distributivas. Quando os grupos apresentam a mesma forma de distribuição de probabilidade, o resultado do teste de Kruskal-Wallis pode ser interpretado com base na mediana (FARIA, B. 2017).

## 6.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando as médias (Anexo A), os teores das áreas de mata, consideradas como referência, mostraram maiores teores de C org. em comparação aos outros sistemas de manejo estudados. Nas quantificações, as áreas de mata comportam teores médios de 31,79 g.kg<sup>-1</sup> de carbono, enquanto os sistemas antrópicos de cultivo comportam teores abaixo de 30 g.kg<sup>-1</sup>.

As áreas de mata também apresentaram teores superiores de N total quando comparados aos outros sistemas de uso do solo avaliados. As áreas de mata, tiveram teores médios quantificados em cerca de 0,428%, valor acima dos outros sistemas de uso, que não passaram de 0,309%.

Considerando a forma como são mensurados os teores de matéria orgânica, o comportamento deste atributo é similar ao observado para carbono, tendo-se as áreas de mata com teores superiores em relação aos demais sistemas de uso do solo (54,83 g.kg<sup>-1</sup>, contra o maior valor dentre os demais sistemas: 45,00 g.kg<sup>-1</sup>).

A relação C/N teve as áreas de pastagem com maior valor médio entre os sistemas de uso do solo (8,99:1) e as áreas de mata com o menor valor médio (7,47:1). Com exceção do sistema mata, os demais sistemas de uso do solo apresentaram valores em torno de 8:1, sendo inicialmente constatado, que as áreas de mata são mais resilientes em comparação aos demais sistemas de uso do solo.

### 5.1 CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

**Tabela 2: Teores de carbono do solo (amostras agrupadas por tipo de uso do solo).**

SISTEMA DE USO DO SOLO	N	MÉDIA C (g.kg <sup>-1</sup> )	C CONVER.	CLASS. – KW
MATA	45	31,79	86,85	a
REFLORESTAMENTO C.	4	22,46	72,75	ab
PASTAGEM S.	8	16,16	55,43	ab
PASTAGEM C.	32	22,31	51,40	b
REFLORESTAMENTO S.	12	24,74	46,16	b
LAVOURA	24	23,12	43,04	b

N = número de pontos analisados; C CONVER. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

Vê-se que as áreas de mata possuem maior teor de C org. (86,85) com relação aos demais sistemas de manejo. A idade das florestas é altamente importante na reserva final de carbono (C) no solo, mas os solos que abarcam pastagens também mostram teores expressivos de

carbono, fato condicionado à grande produção de raízes finas por este tipo de vegetação (SANTOS *et al.* 2011).

Rangel & Silva, (2007) constatam que solos menos perturbados pelas diferentes atividades agrícolas e pecuárias acumulam quantidades maiores de C no solo, neste caso, visto em superfície (como no presente estudo).

Os sistemas de manejo pastagem com adição de DLS (51,40), reflorestamento sem adição de DLS (46,16) e as áreas de lavoura (43,04) não diferiram entre si, segundo o teste aqui utilizado. Os tratamentos reflorestamento com adição de DLS (72,75) e pastagem sem adição de DLS (55,42) não diferiram entre si, mas apresentaram teor de C org. que são considerados iguais, tanto para os 3 tratamentos acima citados quanto às áreas de mata.

Os dados do presente estudo corroboram as afirmações de Mattias (2006), pois este em seu estudo discute que, a aplicação de dejetos, mesmo por longos períodos, não interviu no teor de matéria orgânica do solo (MOS), pois mesmo solos sem histórico de aplicação de dejetos mostraram teores até maiores àqueles em regime de aplicação. Mesmo em áreas sob campo natural isso é possível acontecer, e como exemplo o autor cita o trabalho de Ceretta *et al.* (2003), os quais trabalhando com aplicações de dejetos líquidos de suínos em pastagem não constataram aumento no teor de C org. após 48 meses de sucessivas aplicações.

Mattias (2006), ainda cita o trabalho de Ellerbrock *et al.* (1999) em que depois de um grande período de aplicação de dejetos suínos (neste caso, 34 anos) não foram encontradas variações no conteúdo total de C no solo. Hipótese para sustentar esta circunstância deve-se ao fato de que os dejetos apresentam baixos teores de matéria seca, ou pelas próprias características do C dos dejetos, ricos em subprodutos do processo de criação suína, passíveis de degradação.

Os resultados são consonantes também com o trabalho de Campos *et al.* (2016), visto que neste caso, os autores notaram que o sistema sob cana-de-açúcar e pastagem estoca mais carbono orgânico, em comparação aos sistemas sob floresta nativa e agroflorestal que menos estocaram carbono orgânico.

Arruda *et al.* (2010) relatam em seu estudo acerca de um Latossolo sob semeadura direta e com aplicação de dejetos suíno, dentro das condições neste caso estudadas, que o uso agrícola do dejetos suíno promove a manutenção da qualidade física do solo já que em suas avaliações, o teor de C orgânico não foi modificado pelos tratamentos (dosagens). Além disso, estes autores constatam que os teores de carbono orgânico no solo não foram influenciados pela adição de dejetos, sendo somente observada variação em perfil.

Tendo-se em vista a classificação não paramétrica e as médias dos valores, os teores de C org. das áreas de pastagem e reflorestamento com adição de DLS aparentam ser maiores do

que as áreas de pastagem e reflorestamento sem adubação. Situação essa consonante com Campos *et al.* 2016, que, em suas avaliações viram que após a conversão de floresta para áreas de pastagem e de cana-de-açúcar, estas depois de anos de cultivo podem apresentar o mesmo estoque de carbono ou até mesmo superar as áreas nativas.

O comportamento similar das áreas de pastagens com adição de DLS em relação às áreas de mata aqui considerados, mostram uma similaridade ao problema demandado por Cardoso *et al.* 2010, pois estes afirmam que fatores inerentes à importação e exportação de nutrientes além de alterações em características físico-químicas do solo nas áreas pastejadas contribuem para a exaustão da fertilidade do solo, redução da matéria orgânica, o que levaria a perdas exorbitantes de C no solo.

Ou seja, apesar de não haver expressiva diferença de teores entre os sistemas de uso do solo aqui avaliados (com exceção das áreas de mata), considerando os valores médios, há indícios de manutenção dos teores de C org. no presente estudo.

Eram esperados menores teores de carbono orgânico no presente estudo para as áreas de lavoura em relação aos demais sistemas de manejo do solo, em função de reações de oxidação da matéria orgânica ocasionada pelas mobilizações do solo, principalmente nos cultivos anteriores (SEGANFREDO, 2013).

## 5.2 NITROGÊNIO TOTAL DO SOLO

**Tabela 3: Teores de nitrogênio do solo (amostras agrupadas por tipo de uso do solo).**

SISTEMA DE USO DO SOLO	N	MÉDIA N (%)	N CONVER.	CLASS. – KW
MATA	45	0,428	96,66	A
REFLORESTAMENTO C.	4	0,309	63,62	Ab
PASTAGEM S.	8	0,278	49,81	B
PASTAGEM C.	32	0,292	45,67	B
REFLORESTAMENTO S.	12	0,262	40,97	B
LAVOURA	24	0,268	35,58	B

N = número de pontos analisados; N CONVER. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

Congruente ao comportamento dos teores de carbono, observa-se que as áreas de mata possuem maior teor de N total com relação aos demais sistemas de manejo. A partir do ranqueamento das pseudo-medianas pelo método não paramétrico, para os teores de N total, é possível constatar que os sistemas de manejo pastagem com e sem adição de DLS (45,67 e 49,81 respectivamente), áreas de lavoura (35,58) e reflorestamentos sem adição de DLS (40,97)

não diferiram entre si, tendo nesta classificação as áreas de pastagem sem adição de DLS o maior valor.

O grupo de amostras de mata teve o maior valor ranqueado (96,66), as áreas de lavoura tiveram o menor valor ranqueado (35,58) e o sistema de manejo reflorestamento com adição de DLS teve seu valor ranqueado igual tanto para as amostras de mata quanto os demais tratamentos (63,62). Mas, em valores absolutos (médias) nota-se que não houve alteração expressiva nos teores de N total dos sistemas de uso do solo

No que tange os teores de nitrogênio, as variações se assemelham às verificadas para o carbono, indicando uma estreita relação entre estes dois elementos (SANTOS *et al.* 2011). Similar aos teores de C org. Cardoso *et al.* (2010) afirmam não observar diferenças significativas nos estoques de N total promovidas pela substituição da floresta nativa por pastagem cultivada.

Apesar de o presente estudo não possuir informações específicas sobre a real frequência de adição de DLS nas áreas, para Basso *et al.* (2005), comparando-se as quantidades de dejetos e seu efeito nas concentrações de nitrogênio como nitrato, na água percolada durante o cultivo das espécies, é visível, que a deposição de até 40 m<sup>3</sup>/ha de dejetos parece não chamar a atenção para com a contaminação de águas subterrâneas, devido à movimentação vertical de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> em profundidade no solo. Sendo extrapolada essa informação para as regiões que praticam a suinocultura, pois na maioria das propriedades, conjuntamente aos solos serem mais argilosos e profundos, a maior parte dos produtores aplica menos de 40 m<sup>3</sup>/há de dejetos em cada ciclo de cultivo.

Basso *et al.* (2005) atestam em seu estudo que, mesmo aplicando mais de 600 Kg de N por hectare via dejetos, as perdas de N por lixiviação de nitrato ao longo do perfil do solo podem ser consideradas muito baixas. Sendo assim, perdas nitrogenadas, em kg.ha<sup>-1</sup>, são pouco expressivas em relação às quantidades adicionadas via dejetos de suínos. Além do mais, com o aumento das doses de dejetos ocorre incremento nas concentrações de nitrato na água percolada, principalmente depois da aplicação e que coincide com estádios iniciais de desenvolvimento das culturas cultivadas em áreas destinadas a lavouras.



### 5.3 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

**Tabela 4: Teores de matéria orgânica do solo (amostras agrupadas por tipo de uso do solo).**

COND	N	MEAN MO	MO RANK	CLASS. – KW
MATA	45	54,83	86,84	a
REFLORESTAMENTO C.	4	45,00	72,62	ab
PASTAGEM S.	8	39,86	55,31	ab
PASTAGEM C.	32	42,66	51,46	b
REFLORESTAMENTO S.	12	38,42	46,16	b
LAVOURA	24	38,48	43,04	b

COND = condição; N = número de pontos analisados; MEAN MO = médias matéria orgânica; MO RANK = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

Em convergência ao comportamento observado para C org. e N total, no que tange aos valores convertidos por Kruskal-Wallis, o agrupamento das áreas de mata é similar em relação às áreas de reflorestamento com adição de DLS e de pastagem sem adição de DLS, e alto em relação aos demais tratamentos (86,84). Os maiores teores de matéria orgânica foram constatados em camadas superficiais de solos sob regime de mata nativa, as quais divergiram massivamente das áreas cultivadas (SCHERER *et al.* 2010).

Os resultados verificados nas áreas de pastagem, quando comparados às áreas de mata, podem ser atribuídos, em essência, ao menor aporte de resíduos orgânicos nas pastagens, ocasionado pela marcante exportação de biomassa aérea desses ecossistemas, imposta pela pressão de pastejo (CARDOSO *et al.* 2010).

Os tratamentos reflorestamento com adição e pastagem sem adição de DLS não diferiram entre si (72,62 e 55,31 respectivamente) e são considerados iguais às áreas de mata e aos demais sistemas de manejo. Há indícios de uma ação benéfica na manutenção dos teores de matéria orgânica quando se avalia o desempenho das áreas de pastagens e reflorestamentos com adição de DLS, em comparação às áreas de pastagens e reflorestamentos sem adição de DLS.

Em situação semelhante ao que foi anteriormente argumentado para C org., os dados de matéria orgânica gerados corroboram SCHERER *et al.* (2010), pois estes afirmam que a aplicação de dejetos de suínos não resultou em aumento nos teores de matéria orgânica em nenhum dos solos (do seu caso), considerando o baixo teor de matéria seca e carbono orgânico que os dejetos líquidos de suínos apresentam.

Mattias (2006), apesar de não ter observado alterações dados de matéria orgânica em função da aplicação de DLS, fato similar em relação aos dados aqui gerados, argumenta que se

trata de áreas com declividade acentuada, o que influencia o processo erosivo, resultando assim em perda da MOS pelo escoamento superficial das águas. Isto é considerável também às áreas que não tiveram aporte de dejetos, pois na maioria dos casos estas áreas são usadas para a agricultura ou pastagem, e não recebem dejetos pela dificuldade de acesso para a distribuição dos mesmos além de terem possível reposição via adubos químicos/convencionais.

SCHERER *et al.* (2010) afirmam encontrar menores teores de MO nas camadas superficiais de perfis de Cambissolo e Neossolo cultivados no Oeste catarinense, caso do presente estudo conforme explicações anteriores.

Os teores de matéria orgânica são indicativos de qualidade nutricional do solo. E considerando as afirmações de SEIDEL *et al.* (2010), que indicam uma eficiência similar entre o dejetos suíno em comparação às adubações convencionais no rendimento de culturas anuais (como neste estudo específico o milho).

Observando os resultados de matéria orgânica do presente estudo, é possível recomendar a adubação via DLS como fonte de nutrientes alternativa aos adubos convencionais comumente aplicados às áreas de lavoura, considerando o fato de haverem indícios de manutenção dos teores de N total no solo nas áreas que receberam aplicação de DLS (Anexo A).

## 5.4 RELAÇÃO C/N DO SOLO

**Tabela 4: Relação C/N do solo (amostras agrupadas por tipo de uso do solo).**

COND	N	MEAN C/N	C/ RANK	CLASS. – KW
PASTAGEM S.	8	8,99	97,81	a
REFLORESTAMENTO C.	4	8,38	74,62	ab
REFLORESTAMENTO S.	12	8,64	70,50	ab
PASTAGEM C.	32	8,38	70,21	ab
LAVOURA	24	8,05	59,02	ab
MATA	45	7,47	50,76	b

COND = condição; N = número de pontos analisados; MEAN C/N = médias relação C/N; C/N RANK = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

É possível verificar que as áreas de mata mineralizam mais C org. e N total que as áreas restantes. Isso mostra que a ação humana dentro do sistema de uso do solo, intervém na resiliência deste, quando comparado à adição de DLS, no que tange a degradação de carbono e disponibilidade de nitrogênio em formas orgânicas.

Todos os sistemas de manejo avaliados apresentaram relação C/N abaixo de 12:1, indicando serem sistemas resilientes apesar de nas áreas com adição de DLS haver uma pressão antrópica maior e mais frequente que nas áreas sem adição de DLS.

Braga (2015) afirma que a relação C/N é um índice que permite estudar a evolução da matéria orgânica do solo ou a importância de sua mineralização. Permite, também, avaliar a atividade biológica do solo e a capacidade de produzir formas nitrogenadas assimiláveis. A C/N do solo é perto de 10 e acima de 12 é uma indicação de carbono em excesso. As aplicações de resíduos com relações C/N muito altas leva mais tempo para decompor os resíduos e um maior consumo de nitrogênio para buscar o equilíbrio da C/N do solo.

## 6.0 CONCLUSÕES

Conclui-se que o tipo de uso do solo é mais impactante aos teores de C org., N total e na relação C/N mineral do que a adição de DLS em si.

A adição de dejetos líquidos de suínos é benéfica na manutenção e incremento dos teores de carbono orgânico das áreas agricultáveis quando comparadas às áreas que não possuem adição de dejetos.

Conclui-se também que, não há indícios de incremento de N total mesmo com a adição de DLS.

A ação antrópica tem mais influência na manutenção e elevação dos teores de C org., N total e na relação C/N do solo do que a aplicação de DLS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, Cesar Alessandro Oliveira et al. Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um Latossolo Vermelho sob semeadura direta. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, 2010.
- BASSO, Carlos Alberto Ceretta Claudir José et al. Dejetos líquidos de suínos: I-perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, 2005.
- BASSO, Claudir José et al. Dejetos líquidos de suínos: II-perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, 2005.
- BERTO, James Luiz. Balanço de nutrientes em uma sub-bacia com concentração de suínos e aves como instrumento de gestão ambiental. 2004.
- BRAIDA, João Alfredo et al. Elasticidade do solo em função da umidade e do teor de carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, 2008.
- BRAGA, Gastão Ney Monte. Conhecer o N total na Determinação da Relação C/N do Solo. 2015. Disponível em: <<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2015/04/conhecer-o-n-total-na-determinacao-da.html>>. Acesso em: 24 jun. 2019.
- CAMPOS, Milton César Costa et al. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 339-349, jun. 2016. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980993X2016000200339&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980993X2016000200339&lng=pt&nrm=iso)>. Acessos em 25 mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1819>.
- CANTARELLA, Heitor; TRIVELIN, Paulo Cesar O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**, p. 271-276, 2001.
- CARDOSO, Evaldo Luis et al. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 45, n. 9, p. 1028-1035, 2011.
- CERETTA, Carlos Alberto et al. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.
- CERETTA, Carlos Alberto et al. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 593-602, 2010.
- CONCEIÇÃO, Paulo Cesar et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 777-788, Oct. 2005. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&)

pid=S010006832005000500013&lng=en&nrm=iso>. Access on 25 Mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000500013>.

D'ANDRÉA, Alexandre Fonseca et al. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

ERHARD SCHERER, Eloi; NUNES NESI, Cristiano; MASSOTTI, Zemiro. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, 2010.

FARIA, Bruna. Teste de kruskal-wallis e nemenyi., 2017. Disponível em: <<http://www.abgconsultoria.com.br/blog/teste-de-kruskal-wallis-e-nemenyi/>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

GARBOSSA, Luis Hamilton Pospissil et al. Potencial de uso de modelo hidrológico de base física na avaliação da legislação florestal e seus impactos nos cenários hidrológicos. **X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2010.

GIACOMINI, Sandro J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.

KUNZ, Airton; HIGARASHI, Martha Mayumi; DE OLIVEIRA, Paulo Armando. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

LOPES DO CARMO, Davi; SILVA, Carlos Alberto. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 4, 2012.

LOVATO, Thomé et al. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista brasileira de ciencia do solo**. Campinas. Vol. 28, n. 1 (2004), p. 175-187, 2004.

MATTIAS, Jorge Luis et al. Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2006.

PULROLNIK, Karina et al. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, 2009.

RANGEL, Otacílio José Passos; SILVA, Carlos Alberto. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1609-1623, 2007.

SANTOS, G. D. A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 638 p.

SANTOS, Everaldo dos. Carbono, nitrogênio e relação C/N em gleissolo e cambissolo sob diferentes tipologias vegetais na área de ocorrência da floresta ombrófila densa, Antonina-PR. 2011.

SANTOS, H. G. D. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

SEGANFREDO, Milton Antonio. Fósforo, cobre e zinco em solos submetidos à aplicação de dejetos animais: teores formas e indicadores ambientais. 2013.

SEIDEL, Edleusa Pereira. et al. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 32, n. 2, 2010.

TEDESCO, Marino José et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Ufrgs, 1995.

## ANEXOS

**Anexo A – estatística descritiva dos dados (amostras agrupadas por tipo de uso do solo).**

<b>SISTEMA DE USO DO SOLO</b>	<b>N</b>	<b>MÍN</b>	<b>MÁX</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>SD</b>	<b>CV</b>	
		<b>-- Carbono Orgânico g.kg<sup>-1</sup> --</b>					<b>(%)</b>
MATA	45	15,89	44,43	31,79	7,38	23,21	
REFLORESTAMENTO C.	4	22,46	22,46	22,46	4,51	17,31	
REFLORESTAMENTO S.	12	16,16	16,16	16,16	5,02	22,55	
LAVOURA	24	14,36	37,11	22,31	6,44	28,89	
PASTAGEM C.	32	17,04	52,22	24,74	8,94	36,17	
PASTAGEM S.	8	19,57	31,31	23,12	3,62	15,68	
		<b>----- Nitrogênio (%) -----</b>					<b>(%)</b>
MATA	45	0,283	0,674	0,428	0,078	18,40	
REFLORESTAMENTO C.	4	0,265	0,362	0,309	0,041	13,37	
REFLORESTAMENTO S.	12	0,209	0,404	0,262	0,060	23,04	
LAVOURA	24	0,188	0,437	0,268	0,063	23,54	
PASTAGEM C.	32	0,187	0,671	0,292	0,111	37,93	
PASTAGEM S.	8	0,233	0,330	0,278	0,029	10,47	
		<b>--- Matéria Orgânica (g.kg<sup>-1</sup>) ---</b>					<b>(%)</b>
MATA	45	27,40	76,60	54,83	12,72	23,20	
REFLORESTAMENTO C.	4	38,70	56,40	45,00	7,80	17,34	
REFLORESTAMENTO S.	12	27,90	54,70	38,42	8,66	22,53	
LAVOURA	24	24,80	64,00	38,48	11,12	28,89	
PASTAGEM C.	32	29,40	90,00	42,66	15,42	36,16	
PASTAGEM S.	8	33,70	54,00	39,86	6,27	15,73	
		<b>----- Relação C/N (X:1) -----</b>					<b>(%)</b>
MATA	45	4,53	10,75	7,47	1,49	20,01	
REFLORESTAMENTO C.	4	7,61	9,00	8,38	0,57	6,86	
REFLORESTAMENTO S.	12	6,14	13,09	8,64	1,73	20,06	
LAVOURA	24	6,48	9,24	8,05	0,65	8,09	
PASTAGEM C.	32	6,56	11,15	8,38	0,98	11,75	
PASTAGEM S.	8	8,36	10,03	8,99	0,58	6,47	

N = número de pontos analisados; MÍN = mínimo; MÁX = máximo; SD = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.