

TEORES DE CARBONO ARMAZENADO NO SOLO E NA SERAPILHEIRA SOB FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DE TERRAS BAIXAS E SUBMONTANA DO VALE DO ITAJAÍ, SC

Roberta Ribas Ruthner*
Lucia Sevegnani**

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo quantificar o carbono existente no solo e na serapilheira sob Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Navegantes) e Submontana (Blumenau). Pretende também comparar os dois tipos florestais quanto às quantidades de carbono no solo e serapilheira e inferir sobre que fatores podem estar relacionados com esta diferença. Foram selecionadas duas áreas com

0,1 hectare cada, nos municípios de Navegantes e Blumenau – SC. Foi determinado o estoque total de carbono no solo a uma profundidade de 0-15 cm e na serapilheira. Os maiores valores de carbono no solo foram observados no Gleissolo encontrado na área de Navegantes, com teor médio armazenado de $78,39 \text{ MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$, obtendo uma menor variação de carbono entre as amostras. Para serapilheira os valores de carbono encontrados nas áreas de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana, foram de $42,05 \text{ MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $38,59 \text{ MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente.

Palavras-Chave: Carbono, serapilheira, gleissolo e cambissolo.

*Bióloga pela Universidade de Cruz Alta. Mestranda do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade Regional de Blumenau. E-mail: robertaruthner@hotmail.com

**Professora Doutora da Universidade Regional de Blumenau. E-mail: sevegnani@furb.br

INTRODUÇÃO

O solo é resultado de alteração de rochas e corpos naturais, sendo local de desenvolvimento de plantas, decomposição de resíduos e moradia de ativa e rica comunidade biológica (MEURER, 2000). O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, e dinâmicas, formadas por materiais minerais e orgânicos (EMBRAPA, 1999). A parte sólida formada pela combinação das frações rocha, areia, silte e argila, bem como das orgânicas; a líquida composta pela água e solutos; e a gasosa, compreendendo os gases, tais como o CO_2 , O_2 , N_2 e NH_3 , e vapor de água, que ocupa o espaço formado entre as partículas sólidas do solo não preenchidas pela parte líquida. Na parte gasosa também são considerados aqueles gases liberados pelas raízes, inclusive o CO_2 , resultantes do metabolismo delas, os quais são lentamente dissipados para a atmosfera (WINK, 2009).

Dentre os quatro principais compartimentos de estoque e fluxo de carbono na Terra, Fig. 1, o solo é um dos principais compartimentos de armazenamento do carbono nos ecossistemas terrestres. Em virtude disto, atualmente tem aumentado o interesse no carbono orgânico total (COT), devido evidências recentes, da contribuição do CO_2 atmosférico para o aquecimento global (CERRI *et al.*, 2003; LAL, 2004).

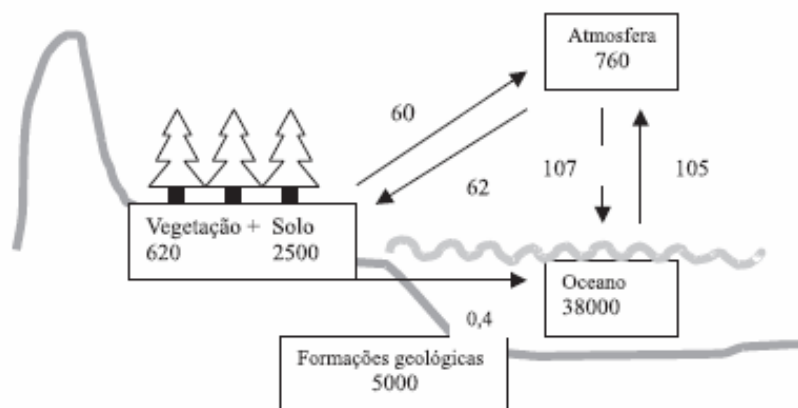


Figura 1: Ciclo global do carbono com estoques (em Pg C = 10^{15} g C) nos diferentes compartimentos da Terra e fluxos de carbono (em Pg C ano⁻¹). Adaptada de Machado (2005).

O estoque de carbono do solo sob vegetação natural representa o balanço dinâmico entre a adição de material oriundo de plantas e animais mortos e a perda pela decomposição ou mineralização (SCHOLES *et al.*, 1997). Para tentar minimizar a quantidade de carbono presente na atmosfera é interessante que se amplie as áreas florestais visando fixar carbono na forma de biomassa vegetal e ao mesmo tempo, cria condições para o incremento de carbono no solo (REES *et al.*, 2005) uma vez que a produção primária acima do solo é a única fonte de matéria orgânica para a maioria dos solos (VAN de GEIJN; VAN VEEN, 1993).

O carbono orgânico presente nos seres vivos corresponde a menos de 4% do COT do solo e na matéria orgânica morta mais de 98% deste. O carbono da matéria orgânica viva (CMOV) se divide em fração: micro-organismos (60-80%); macro-organismos (15-30%) - compreendendo minhocas, ácaros e térmitas terrestres; e raízes (5- 10%). O carbono de matéria orgânica morta (CMOM) se divide nas frações: matéria macro-orgânica - resíduos vegetais recém adicionados ao solo - (80-90%) e substâncias húmicas representadas pelos ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas (THENG, 1987; MACHADO, 2005).

Os solos do presente estudo são classificados como Cambissolo e Gleissolo segundo classificação de EMBRAPA (1999). Os Cambissolos podem ser desenvolvidos a partir de diversos materiais, desde rochas cristalinas até materiais sedimentares (ANDRADE *et al.*, 2010). O Cambissolo é um solo pouco desenvolvido, com horizonte B incipiente. Uma das principais características dos Cambissolos é ser pouco profundo. Estes são solos "jovens", pois possuem minerais primários e altos teores de silte até mesmo nos horizontes superficiais (EMBRAPA, 2006), fazendo com que estes solos tenham permeabilidade muito baixa, favorecendo a erosão. Contudo, existem cambissolos muito férteis no Brasil (ANDRADE *et al.*, 2010). Os cambissolos compreendem três subordens: Cambissolo Húmicos, Cambissolo Flúvicos e Cambissolo Háplicos (EMBRAPA, 2006).

Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, apresentando horizontes A (mineral) ou H (orgânico), seguido de um horizonte de cor cinzento-oliváceo, esverdeado ou azulado, chamado horizonte glei, resultado

de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (EMBRAPA, 2006). Com teores de carbono superficial elevados, sujeitos à periódica inundações, fato pelo qual, para grande parte das plantas, quanto maior o encharcamento do solo, mais impróprio torna-se o ambiente, podendo ocorrer à substituição de indivíduos arbóreos por elementos herbáceos (MARTINS *et al.*, 2006). As áreas que possuem este tipo de solo são de uso limitado para agricultura em decorrência da presença do lençol freático próximo à superfície e risco de frequentes inundações (VALLADARES *et al.*, 2008). Os Gleissolos compreendem quatro classes: Gleissolos Tiomórficos, Gleissolos Sálícos, Gleissolo Melânicos e Gleissolo Háplícos (EMBRAPA, 2006).

Nas florestas há intenso acúmulo de biomassa morta sobre o solo, constituindo a serapilheira ou liteira. A serapilheira é constituída por folhas, galhos e miscelânea (estruturas reprodutivas das plantas, tais como flores e frutos, ou ainda partes não facilmente identificáveis) que caem sobre o solo oriunda da vegetação. Esta é lentamente alterada por fragmentação e degradação física ou química, processos em que participam os microorganismos e demais componentes da fauna edáfica. A serapilheira se constitui em importante reservatório de Carbono. Existem diversos condicionantes que podem influenciar na produção de serapilheira, tais como: clima, fertilidade do solo, composição de espécies da comunidade, estrutura e estágio sucessional da floresta, bem como perturbações antropogênicas no seu entorno (VIDAL *et al.* 2007).

As taxas de transformação da matéria orgânica no solo são fortemente influenciadas pela localização na paisagem, clima, tipo e qualidade da matéria orgânica, bem como pelas associações químicas e físicoquímicas desta com os componentes minerais do solo (BATJES, 1999). Por conseguinte, Machado (2005) ressalta três processos responsáveis pela fixação de carbono nos solos: a humificação, a agregação e a sedimentação. A agregação é o mais importante processo de fixação do C no solo e sua perda se dá através da erosão, decomposição, volatilização e lixiviação (LAL *et al.* 1997). Proveniente dos seres vivos e decomposta pelos microorganismos, a matéria orgânica do solo envolta pelas hifas de fungos juntamente às partículas minerais formam os agregados do solo, os quais semelhantes a flocos são estáveis e resistem ao impacto das chuvas (PRIMAVESI, 2002). O carbono orgânico no solo é

resultado do total depositado, subtraído da quantidade dissipada para a atmosfera (MACHADO, 2005).

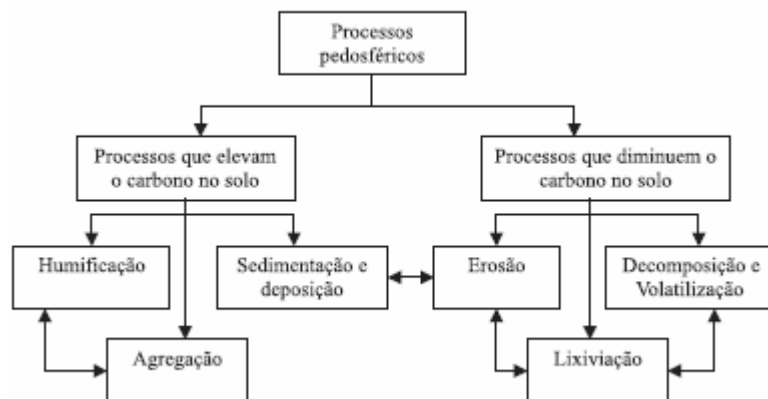


Figura 2: Principais processos existentes no solo que influenciam no conteúdo de carbono no solo. Adaptado de Lal *et al.* (1997).

Inúmeros estudos foram desenvolvidos nos últimos anos no sentido de quantificar o carbono presente no solo e na serapilheira: Marchiori Júnior e Melo (1999) estudaram o carbono no solo em floresta, pastagem e cultura de algodoeiro em Paulo de Faria, SP; Monteiro e Gama-Rodrigues (2004) analisaram o carbono e nitrogênio na serapilheira de Mata Atlântica Montana no Parque Estadual do Desengano, RJ; Barreto *et al.* (2008) quantificaram o carbono no solo sob Floresta Ombrófila Densa, cacau e pastagem no sul da Bahia; Gama-Rodrigues *et al.* (2008) avaliaram o balanço de carbono em plantio misto e puro de espécies nativas bem como em fragmentos de mata atlântica; Cunha *et al.* (2009) quantificaram o balanço de carbono e nutrientes em fragmentos florestais de Mata Atlântica do Rio de Janeiro; Carneiro *et al.* (2009) avaliaram o carbono orgânico sob sistemas de manejo convencional, plantio direto, pasto e mata secundária em processo de regeneração no município de Bela Vista do Paraíso, PR; Souza *et al.* (2009) avaliaram o aumento do estoque de carbono e nitrogênio em sistema integrado lavoura-pecuária realizado no Planalto Médio, RS; Costa *et al.* (2009) realizaram estudo comparativo do estoque de carbono em quatro áreas de pastagem e uma Floresta Ombrófila Densa no município de Itabela, BA e Pereira *et al.* (2006) determinaram o carbono em diferentes Organossolos do Brasil.

Alguns trabalhos foram realizados no estado de Santa Catarina tais como: Maluche-Baretta e colaboradores (2007) que mediram o carbono no solo sob pomares de maçã em Urupema, SC; Mafra e colaboradores (2008) mensuraram o carbono no solo sob diferentes coberturas de vegetação; e Andrade e colaboradores (2010) quantificaram os teores de carbono orgânico em Cambissolo Húmico Alumínico sob diferentes sistemas de cultura em Lages. A maior parte dos trabalhos encontrados para o estado de Santa Catarina referem-se ao estudo do carbono sob diferentes tipos de cultivo agrícolas ou povoamentos de espécies exóticas arbóreas.

Devido ao intenso uso do solo existente nas planícies do rio Itajaí considera-se importante quantificar o carbono presente nos exíguos remanescentes florestais e no solo e na serapilheira sob estas, pois possibilitam o entendimento da função destes ambientes na conservação do carbono na Bacia, bem como a perda que os diferentes usos e intervenções, tais como drenagem e supressão da floresta podem ter sobre este estoque.

No médio vale, devido ao relevo mais acidentado, muitas das encostas dos morros, não ocupadas por residências, estão agora cobertas por florestas em estágio avançado de sucessão. Muitas destas encostas tiveram a floresta original cortada para fornecimento de madeira ou lenha, e no seu lugar pastagens e agricultura foram instaladas (SEVEGNANI, 2002). Com a mudança da economia de agrícola para industrial, comércio e serviços muitas destas áreas foram abandonadas ao processo de regeneração (VIBRANS, 2003). Os valores de carbono armazenados no compartimento solo, serapilheira e mesmo na floresta são desconhecidos, bem como a importância das florestas secundárias na restauração do carbono no solo, e neste sentido pretende-se contribuir.

Esta pesquisa tem como hipótese de trabalho que no solo e na serapilheira sob Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas há mais carbono armazenado que naqueles sob Floresta Submontana.

O presente trabalho tem como objetivo quantificar o carbono existente no solo e na serapilheira sob Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Navegantes) e Submontana (Blumenau). Pretende também comparar os dois tipos florestais quanto às quantidades de carbono no solo e serapilheira e inferir sobre que fatores podem estar relacionados com esta diferença.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do bioma Mata Atlântica em dois fragmentos florestais de Floresta Ombrófila Densa na bacia hidrográfica do Itajaí, SC (Fig. 3), sendo que o de Terras Baixas situa-se no município de Navegantes e o Submontana em Blumenau.

Ambos os fragmentos estão sob clima Temperado Úmido de Verão Quente (KOEPPEN, 1948). A precipitação média anual é de 1.460 mm, com estação chuvosa na primavera e verão, mas com apenas um ou dois meses com menor precipitação. A temperatura média anual é de 20,1°C.



Figura 3: Mapa de localização da bacia do Itajaí em Santa Catarina. Fonte: Comitê do Itajaí

Após análise *in loco* feita pelo Dr. Gustavo Curcio, pesquisador da EMBRAPA Florestas, Colombo, PR (Fig. 4) o mesmo identificou os solos das áreas de pesquisa como sendo: Cambissolo (Blumenau) e Gleissolo (Navegantes), de acordo com o sistema de classificação EMBRAPA (2006).

A área de estudo situada em Navegantes (26°50'S, 48°44'W, 6m de altitude) está situada na planície de inundação esquerda do rio Itajaí-açu, próximo a BR-470, acesso para Luiz Alves. O solo pertence à classe Gleissolo da subordem Melânico Tb (argila de atividade baixa) alumínico (presença de alumínio), com horizonte A húmico (horizonte mineral superficial com presença

de carbono orgânico) e sua textura muito argilosa característico de relevo plano (EMBRAPA, 2006), apresentando profundidade de 60 cm. A planície na qual se encontra a área de estudo é periodicamente inundada durante as cheias do rio Itajaí-açu.



Figura 4: Perfis de solo, à esquerda Gleissolo (Navegantes); à direita Cambissolo (Blumenau).
Foto: Gustavo Curcio

A cobertura florestal em Navegantes é um remanescente, de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (SEVEGNANI, 2002), perturbada, com alterações na hidromorfia do solo provocada pela rede de drenagens no seu entorno (Figs. 5 e 6) efetuada, com fins de confecção de pastagens, plantios de arroz e posteriormente para construção da rodovia e início de adensamento urbano.



Figura 5: Sub boque da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas com intensa cobertura do solo com *Heliconia farinosa*, evidenciando solos bem drenados, Navegantes, SC.



Figura 6: Mapa de Localização da área de estudo no Município de Navegantes-SC. Fonte: www.google.com.br

A área de estudo em Blumenau ($27^{\circ}12'S$, $49^{\circ}04'W$, 150 m de altitude) localizada no interior da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Bugarkopf, com 83 hectares, situada em média encosta. A cobertura florestal é classificada como Floresta Ombrófila Densa Submontana (SEVEGNANI, 2002) e há vestígios de exploração madeireira histórica (Figs. 7 e 8).



Figura 7: Vista da Floresta Ombrófila Densa Submontana, Blumenau, SC. Foto: Roberta Ruthner

O solo da área em Blumenau é um Cambissolo Háplico (solos rasos) Tb (argila de atividade baixa) alumínico, com horizonte A (difere dos outros pela espessura e pelos teores de carbono orgânico) moderado e sua textura muito argilosa de ocorrência em relevo montanhoso (EMBRAPA, 1999), apresentando uma profundidade superior a 100 cm, conforme perfil de solo efetuado pelo pesquisador Dr. Gustavo Cúrcio, Embrapa Florestas, Colombo, PR.

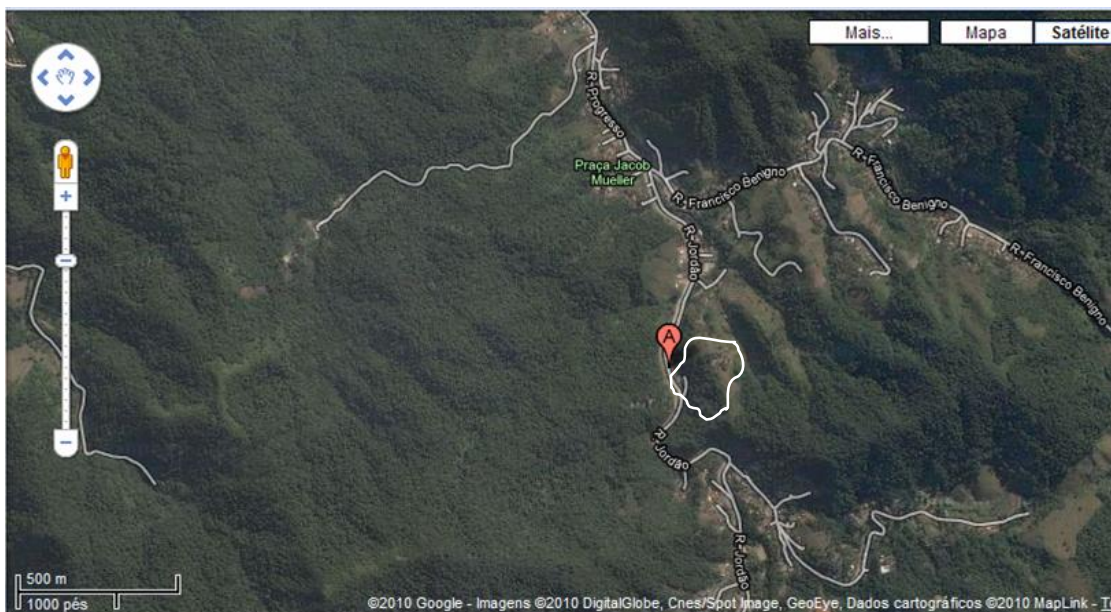


Figura 8: Localização da área de estudo na Reserva Particular de Patrimônio Natural Bugarkopf, Blumenau, SC. Fonte: www.google.com.br

A metodologia de coleta de dados para avaliar o carbono existente no solo e na serapilheira foi a que segue.

A coleta de amostras de solo com fim de quantificar o teor de carbono foi efetuada em 10 pontos dentro de uma área de 1.000 m², local em que também foi avaliada a vegetação. Para tanto foi atirada uma estaca de madeira e no local que esta tocava o solo foi retirada, com auxílio de trado holandês, amostra de 1 kg de solo, na profundidade de 0 a 15 cm. As análises das amostras de solo foram realizadas pelo Laboratório de Solos Embrapa Florestas, Colombo, PR. A metodologia utilizada seguiu os critérios descritos por EMBRAPA (1979), onde o carbono da matéria orgânica da amostra é oxidado a CO₂ e o cromo (Cr) da solução extratora é reduzido da valência +6 (Cr⁺⁶) à valência +3 (Cr³⁺). Na seqüência, fez-se a titulação do excesso de bicromato de potássio pelo sulfato ferroso amoniacal. A partir dos valores de densidade (0,95 g/cm³ para horizonte A) do solo sugeridos por Dedecek e Curcio (2009) foram calculados os estoques de carbono e biomassa total de cada área, e após esses valores foram extrapolados para um hectare.

Para a determinação da quantidade de carbono armazenado na serapilheira, foram coletadas em julho de 2007, em cada área de estudo 10 amostras de 1 m x 1 m do material depositado sobre o solo da floresta. Cada

amostra foi armazenada em saco plástico, levada ao laboratório de Botânica da FURB - Fundação Universidade Regional de Blumenau, onde foi pesada (balança J.B., carga máxima de 1.610g e precisão de 0,5 g) obtendo a massa úmida depois de embalada corretamente mesma foi levada à estufa com temperatura 60°C, até atingir massa constante, ou seja a biomassa seca, sendo então pesada. De cada amostra de serapilheira (biomassa seca) foi retirada 10 g, etiquetadas e enviadas para o Laboratório de Inventário Florestal da UFPR (Universidade Federal do Paraná). As amostras foram submetidas à análise do teor total de carbono segundo, método de combustão utilizado por Marcene *et al.*, (2006), empregando-se o analisador de carbono marca LECO, modelo C-144, o qual possui um software para registro digital dos resultados. Neste método, a amostra de material sólido é levada à combustão total sendo que um sensor infravermelho detecta a quantidade de dióxido carbono (CO₂) liberado pela combustão, relacionando o percentual de carbono existente na amostra. Para se obter aos valores totais de carbono armazenado e biomassa foi utilizado conceito matemático de regra de três e ao final extrapolado para um hectare também utilizando funções matemáticas. Na análise estatística foi utilizado teste “t”, onde se comparou as duas áreas de estudo quanto aos valores de carbono no solo e na serapilheira, $p < 0,05$. Também se fez necessário a análise estatística da variância dos dados, calculados com probabilidade de erro de 5% e a intensidade amostral foi calculada para um limite de erro de 10%, estatística feita com o tamanho total das áreas de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos solos e seus teores de carbono evidenciou diferenças entre as áreas de Navegantes e Blumenau. No Gleissolo em Navegantes o teor de carbono armazenado variou de 86,4 a 37,7 g/dm³, com valor médio de 55,0 g/dm³ ($\pm 15,9$), equivalendo a 78,39 MgC.ha⁻¹ numa profundidade de 0-15 cm, Tabela 1. Diferindo significativamente para mais do teor encontrado em Blumenau. Isto se deve a alta concentração de matéria orgânica e baixa atividade de micro e macro-organismos relacionada à superficialidade do

aquífero freático. Os Gleissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte glei imediatamente abaixo de horizonte A, ou de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. A aeração inadequada deste solo aumenta a resistência à difusão dos gases do solo para a atmosfera e vice-versa, consumindo rapidamente o oxigênio do solo pelos micro-organismos e plantas (EMBRAPA 1999).

Amostra Navegantes	Carbono g/dm ³	Amostra Blumenau	Carbono g/dm ³
1	65,6	1	19,6
2	52,2	2	19,6
3	40,2	3	20,8
4	37,7	4	19
5	45	5	19,6
6	86,4	6	16
7	65,6	7	20,8
8	49,2	8	22,6
9	65,6	9	23,2
10	42,6	10	24,5
Média (g/dm ³)	55		20,6
CV (%)	28,83		11,77

Tabela 1: Teores de carbono armazenados numa profundidade de 0-15 cm em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Navegantes) e Submontana (Blumenau).

O teor de carbono encontrado em Navegantes foi inferior ao encontrado por Vieira e colaboradores (2009) ($194 \text{ MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \pm 62$) no solo sob Floresta Ombrófila de Terras Baixas em São Paulo. Os Gleissolos contêm grandes teores de matéria orgânica, mas devido ao lençol freático elevado podem apresentar restrições à vida (EMBRAPA, 1999) e por se situar em áreas de várzeas, estão sujeitos à inundação periódica.

Estes solos são considerados muito sensíveis à perda de carbono orgânico quando ocorrem mudanças de temperatura do solo e do regime de drenagem. Depois de feita a drenagem ocorre modificações das condições anaeróbias, ocasionada pela entrada de oxigênio, o qual favorece alterações nas características químicas, biológicas e físicas (VALLADARES *et al.*, 2008; MENDONÇA, 1999; PEREIRA *et al.*, 2005). Devido à oxidação ocorre diminuição de volume de matéria orgânica armazenada e um gradativo aumento da densidade do solo, modificando as suas principais características.

Os menores valores de carbono encontrados em Navegantes, quando comparados com outros estudos, evidenciam o efeito dos usos do solo associados às drenagens, sobre os estoques de carbono e consequente emissão de gases de efeito estufa para atmosfera.

Yu (2004) correlacionou positivamente o teor de matéria orgânica e o teor de umidade, ou seja, com maior umidade equivalente significa maior quantidade de água, menor temperatura e melhor condições para o acúmulo de matéria orgânica e percentual de carbono, pois com maior umidade menor a taxa de decomposição da matéria orgânica. Segundo Paula e Valle (2007) 39-70% do carbono total, em geral, se encontra de 0-100 cm de profundidade no solo.

Os teores de carbono total sob floresta nativa indicaram maiores concentrações na profundidade de 0-5 cm, devido à acumulação de material orgânico em superfície, ou seja, resultado da degradação da serapilheira (STÜRMER *et al.* 2007). Sob floresta nativa a matéria orgânica encontra-se protegida, em virtude da não perturbação do solo, e é submetida a contínua ciclagem pois é oriundo de diferentes espécies de plantas (CARNEIRO *et al.* 2009).

Hughes *et al.* (1999) encontraram um balanço positivo de carbono estocado no solo em florestas secundárias tropicais do México. De modo contrário outros estudos mostram que o balanço de carbono (solo) é negativo em florestas naturais de terras baixas nos trópicos úmidos (FASSBENDER, 1993; BROWN *et al.*, 1994; GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2008), pois em média, cerca de 60% do carbono estocado está imobilizado na biomassa, podendo haver exceções.

No Cambissolo em Blumenau o teor de carbono armazenado variou de 16 a 24,5 g/dm³ (Tabela 1), com valor médio de 20,6 g/dm³ (\pm 2,4), equivalendo a 29,31 MgC.ha⁻¹ em profundidade de 0-15 cm. Valor este, muito menor do que o encontrado no solo em Navegantes. Por se tratar de uma floresta secundária que teve intervenção antrópica, possivelmente o processo de mineralização da matéria orgânica do solo esteja sendo facilitada. Valor este também, menor que o obtido por Olszewski *et al.* (2007) (96 MgC.ha⁻¹) em estudo realizado na bacia hidrográfica do Rio Preto, SP. A declividade da área em Blumenau facilita a drenagem, influenciando sobre o carbono armazenado.

Vieira *et al.* (2009) encontrou valores que variaram de 237 MgC.ha⁻¹ ± 61 em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana no estado de São Paulo.

No planalto serrano de Santa Catarina, Primieri (2008) determinou o estoque de carbono no solo sob Floresta Ombrófila Mista com 700 a 1.050 m de altitude em estágio clímax e médio de regeneração 75,71 e 79,56 MgC.ha⁻¹, respectivamente, a uma profundidade de 0-20 cm. Em Cambissolo a 953 m de altitude sob diferentes sistemas de preparo do solo em Lages-SC, os teores de carbono variaram de 51,5 a 60 MgC.ha⁻¹ (BAYER; BERTOL, 1999). Diferente do encontrado por Bayer *et al.* (2003) valores de 106,30 MgC.ha⁻¹ em um solo sob mata nativa no município de Chapecó-SC.

Curcio *et al.* (2008) em florestas de Santa Catarina encontrou valor médio de carbono de 37,5 MgC.ha⁻¹, na camada de solo até 20 cm de profundidade.

As análises através do teste t, indicam diferenças significativas entre os valores de carbono no solo entre as áreas de Blumenau e Navegantes (P =0,000008) (Tabela 2).

A determinação do erro amostral, através da variância dos dados de amostragem (Tabela 2), culminou em valores mais elevados para a área de Navegantes. A determinação do número de unidades amostrais necessárias, para um limite de erro de 10% apontou a necessidade de 40 unidades amostrais para Navegantes, fato certamente relacionado às variações nos teores de carbono no solo.

	Blumenau	Navegantes
Média (Kg/parcela)	20,57 ^a	55,01 ^b
Desvio Padrão	1,75	1,14
Estimativa Carbono (kg)	de 1.840,22 a 2.273,77	de 4.121,49 a 6.880,50
Erro Amostral (%)	8,41	19,75
N. amostras levantadas	10	10
N. amostras necessárias	9	40

Tabela 2: Dados estatísticos de carbono no solo nas áreas de Gleissolo em Navegantes e Cambissolo em Blumenau

Se compararmos as duas áreas estudadas - Blumenau e Navegantes - quanto ao coeficiente de variação dos teores de carbono no solo na profundidade de 0-15 cm constata-se que este é maior entre as amostras de Navegantes (CV=28,83%) que entre as de Blumenau (CV=11,77%) (Figura 9). A maior variação dos teores carbono de uma amostra Gleissolo de mesma área pode estar relacionada à maior atividade microbiana e maior rapidez na decomposição da matéria orgânica em determinado local (TEIXEIRA *et al.*, 2007). No Gleissolo obtiveram-se valores absolutos de carbono (86,4g/dm³) maiores que no Cambissolo (24,5g/dm³).

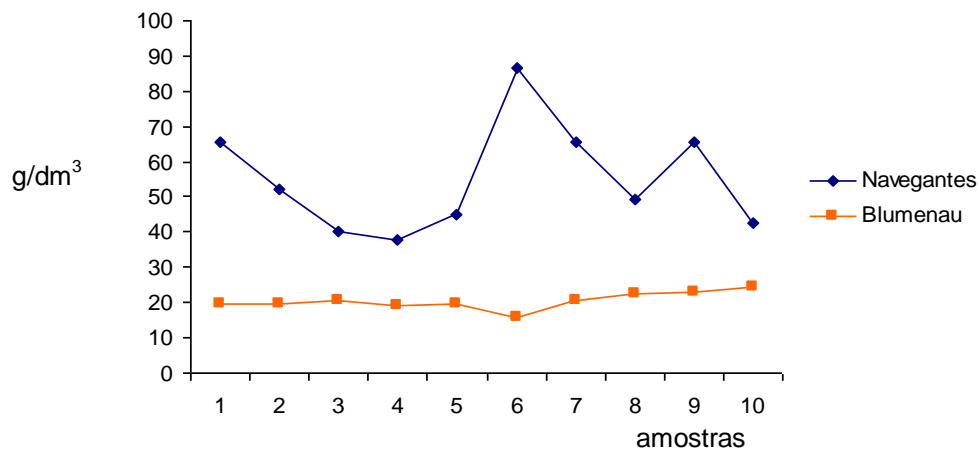


Figura 9. Teores de carbono (g/dm³) encontrados nas amostras de solos em Navegantes e Blumenau, SC

Apesar da relativamente baixa quantidade de carbono encontrada na superfície, esta ainda é mais elevada que nos horizontes subsuperficiais. Schumacher *et al.* (2004) e Vital *et al.* (2004) consideram essas quantidades esperadas, pois próximo à superfície há maior influência da matéria orgânica depositada pela floresta, principalmente pela morte de árvores de grande porte. É neste horizonte que a ciclagem de nutrientes é predominante, ali que acontecem os principais processos de troca, alimentado pela deposição da serapilheira na superfície do solo. Segundo Mafra *et al.* (2008) e Cerri *et al.* (1996) a serapilheira é a principal responsável pelo acúmulo de carbono nos horizontes superiores do solo. Leite *et al.* (2003) salientam ainda que os estoques de carbono se dão devido à adição de material orgânico e a humificação do mesmo.

A principal atividade biológica no solo ocorre na sua superfície, local onde os resíduos orgânicos ou biomassa são transformados em CO₂, água, nitrogênio mineral e outros nutrientes, pelo processo de decomposição. Estas transformações ocorrem principalmente devido a microbiota (fungos e bactérias), desempenhando um papel importante na ciclagem de nutrientes em especial do carbono (BLOEM *et al.*, 1997).

A biomassa contida na serapilheira encontrada sob o solo nos fragmentos de floresta em Navegantes e Blumenau foi de 10,08 Mg.ha⁻¹ e 9,51 Mg.ha⁻¹, respectivamente. Esses valores corroboram os encontrados em alguns estudos realizados no Brasil. Louzada *et al.* (2005) encontraram para uma área de floresta Atlântica sujeita ao extrativismo por longo tempo em Angra dos Reis (RJ) valores de deposição de serapilheira de 8,3 Mg.ha⁻¹ e Backes e Zeni (2000) estudando uma Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula (RS), relataram uma produção de serapilheira de 7,2 Mg.ha⁻¹. Em florestas do bioma Mata atlântica, na Serra do Imbé, RJ, a quantidade de serapilheira estimada foi de 9,2 Mg.ha⁻¹ (MAZUREC, 1998), em Floresta Ombrófila Densa Montana, no Rio de Janeiro, Oliveira e Lacerda (1993) obtiveram 8,6 a 9,2 Mg.ha⁻¹. Gama-Rodrigues *et al.*, (2008) encontraram para biomassa valores de 22,5 Mg.ha⁻¹ 3,8 Mg.ha⁻¹ 8,7 Mg.ha⁻¹ e 2,4 Mg.ha⁻¹ em formações nativas. Caldeira *et al.* (2008) em Floresta Ombrófila Densa no município de Blumenau-SC encontrou valores médios de serapilheira acumulada em três estágios sucessionais 4,47, 5,02 e 5,28 Mg.ha⁻¹ valores inferiores aos encontrados neste estudo. Já Vibrans (1999) também em estudos realizados em Floresta Ombrófila Densa Submontana Blumenau-SC encontrou valores aproximados de 9 a 11 Mg.ha⁻¹.

Os valores de serapilheira acumulada nas áreas de estudo é um indicativo de que a vegetação está aumentando em complexidade e consequente boa ciclagem de nutrientes.

Vibrans e Sevegnani (2000) em estudo sobre produção de serapilheira em florestas afirmam que os mesmos são numerosos, havendo, porém, dificuldades na comparação dos dados, devido a variações das metodologias utilizadas e também das variações de tipologia florestal e estágio sucessional.

A serapilheira acumulada numa floresta provém do balanço entre a queda de folhas e a taxa de decomposição (GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2008).

Um maior acúmulo de serapilheira na superfície do solo é devido a menor taxa de decomposição e/ou maior entrada de material sobre no solo (MONTEIRO; GAMA-RODRIGUES, 2004).

As quantidades de carbono encontrada na serapilheira em Floresta Ombrófila Densa Submontana (Blumenau) e Terras Baixas (Navegantes) (Tabela 4) foram de 4,20 MgC.ha⁻¹ e 3,85 MgC.ha⁻¹, respectivamente, portanto, em Blumenau a quantidade de carbono foi maior que a de Navegantes e isso pode estar relacionado com o porte da vegetação e seu estado de conservação. Caldeira *et al.* (2008) em estudo Floresta Ombrófila Densa de Blumenau-SC em estágio sucessional II, III e I encontrou valores totais de carbono na serapilheira de 1,55 1,51 e 1,26 MgC.ha⁻¹ respectivamente, sendo estes valores inferiores aos encontrados no presente estudo. No entanto, Caldeira (2003) observou em Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná valor de carbono 3,0 MgC.ha⁻¹, valor aproximado ao do presente estudo. Resende *et al.* (2001) observaram aproximados valores para Floresta Alagável, Floresta de Terra Firme e Cerrado em Tocantins, sendo eles: 3,89; 4,54 e 2,56 MgC.ha⁻¹.

Os valores médios de carbono encontrado na biomassa nos fragmentos de Navegantes e Blumenau foram de 40,69% ($\pm 15,90$) e 41,87 ($\pm 2,40$) respectivamente (Tabela 3), com probabilidade de erro de 0,04 e valor de $t = 1,8$, sendo muito semelhantes entre si. A diferença entre as médias de carbono das duas áreas não é significativa, pois o valor de $t = 1,8$ (calculado) é inferior ao valor de $t = 2,26$ ($\alpha = 5\%$) da tabela de t .

	Blumenau	Navegantes
Média (kg/100m ²)	41,87 ^a	40,69 ^a
Desvio padrão	2,40	15,90
Estimativa Carbono (kg/ha)	de 4.029,02 a 4.343,84	de 3.966,77 a 4.171,74
Erro Amostral (%)	3,0	2,58
N. amostras levantadas	10	10
N. amostras necessárias	1	1

Tabela 3: Dados estatísticos de carbono na serapilheira nas áreas de Gleissolo em Navegantes e Cambissolo em Blumenau.

Amostra Navegantes	Carbono (%)	Massa seca (Kg)	Amostra Blumenau	Carbono (%)	Massa seca (Kg)
1	42,75	0,65	1	44,31	0,73
2	41,55	1,23	2	42,89	0,92
3	41	0,79	3	42,7	0,5
4	40,84	0,85	4	42,69	0,34
5	40,74	0,92	5	42,24	0,55
6	40,07	1,49	6	41,43	0,55
7	39,8	1,08	7	40,64	0,9
8	39,39	0,36	8	39,99	1,1
9	39,04	1,87	9	38,45	1,78
10	41,74	0,29	10	43,35	2,72
Total (Kg)		9,53			10,09

Tabela 4: Teores de carbono em % na biomassa de serapilheira nos fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Navegantes) e Submontana (Blumenau).

Esses estudos resultam em dados que evidenciam o potencial das florestas em armazenar carbono no solo e na serapilheira, e sua conservação é relevante tanto em termos econômicos e ambientais (PAIXÃO *et al.*, 2006), em especial pelo importante papel da mesma na conservação do solo e da água (FEARNSIDE, 2000).

CONCLUSÕES

Observou-se que o estoque de carbono no fragmento se encontra em diferentes compartimentos como solo e serapilheira com diferentes taxas de distribuição.

Na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas o carbono armazenado no solo foi maior, mas obteve-se uma grande variação entre as amostras, para uma maior precisão é necessário um maior número de amostras, em virtude disso o presente trabalho recomenda que em outros trabalhos seja coletado um número amostral maior.

Para a serapilheira o carbono encontrado na Floresta Ombrófila Densa Submontana foi maior, mas os dados estatísticos mostraram que esta diferença é insignificante entre os dois fragmentos florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. P.; MAFRA, A. L.; BALDO, G. R.; PICCOLLA, C. D.; BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; Physical properties of a humic cambisol under tillage and cropping systems after 12 years. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v.34, p. 219-226, 2010.

BACKES, A. F.; ZENI, D. J. Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no Sul do Brasil. **Revista de Pesquisas Botânicas**, n. 50, p. 97-117, 2000.

BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. de; FONSECA, S. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em sequência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 611-619, 2008.

BATJES, N. Management Options for Reducing CO₂-Concentrations in the Atmosphere by Increasing Carbon Sequestration in the Soil. **International Soil Reference and Information Centre**: Wageningen, 1999.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v.23, p.687 – 694, 1999.

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBURQUEQUE, J. A. Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 469-475, 2003.

BLOEM, J.; DE RUITER, P.; BOUWMAN, L. A. Food webs and nutrient cycling in agroecosystems In: **Modern Soil Microbiology**, Elsas, J. D. V.; Trevors, J. T.; Wellington, E. M. H. 1. ed. New York: Marcel Dekker Inc., p. 245 – 278, 1997.

BROWN, S.; ANDERSON, J. M.; WOOMER, P.L.; SWIFT, M. J.; BARRIOS, E. Soil biological processes in tropical ecosystems. In: WOOMER, P.L. & SWIFT, M.J., eds. **The biological management of tropical soil fertility**. Nairobi, TSBF, p.15-46, 1994.

CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná.** 2003. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

CARNEIRO, C. E. A.; JÚNIOR, N. J. M.; AZEVEDO, M. C. B.; ANDRADE, E. A.; KOGUSHI, M. S.; DIEHL, R. C.; RICCE, W. S.; PASSARIN, A. L.; VAZ R. H. M.; STELMACHUK, T. L. L.; GUIMARÃES, M. F.; RALISCH, R. Efeitos dos sistemas de manejo sobre o carbono orgânico total e carbono residual de um latossolo vermelho eutroférico. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 5-10, 2009.

CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; VOLKOFF, B.; MORAES, J. L. Dinâmica do carbono nos solos da Amazônia. V. ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. In: **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável.** Viçosa, p. 61 – 69, 1996.

CERRI, C. E. P.; COLEMAN, K.; JENKINSON, D. S.; BERNOUX, M.; VICTORIA, R.; CERRI, C. C. Modeling soil carbon from forest and pasture ecosystems of Amazon, Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, v.67, p.1879-1887, 2003.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.1, 2008.

CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. A F.; VELLOSO, A. C. X. Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da mata atlântica na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, 2009.

CURCIO, G. R.; GARRASTAZU, M. C.; MATTOS, P. P.. Composição e estrutura do solo de parte das unidades de amostra de registro do inventário florestal de Santa Catarina. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 7, 2008, Colombo. **Anais...Colombo:(s.n.).** 2008.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. EMBRAPA, Rio de Janeiro, v.1, 1979.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. EMBRAPA, Rio de Janeiro, p.412 , 1999.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. EMBRAPA, Rio de Janeiro, p. 306, 2006.

FASSBENDER, H. W. **Modelos edafológicos de sistemas agroflorestales**. Turrialba, CATIE, 491p. 1993.

FEARNSIDE, P. M. Uncertainty in land-use change and forestry sector mitigation options for global warming: Plantation silviculture versus avoided deforestation. **Biomass and Bioenergy**, v.18, n.6, p.457-468, 2000.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E.; BARROS, N. F. Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1165-1179, 2008.

HUGHES, R. F.; KAUFFMAN, J. B.; JARAMILLO, V. J. Biomass, carbon and nutrient dynamics of secondary forest in a humid tropical region of Mexico. **Ecology**, v.80, p. 1892-1907, 1999.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, n. 31, p. 01-164, 1979.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, n. 32, p.165-389, 1980.

KÖEPPEN, W. **Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, p.478, 1948.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, Amsterdam, v. 123, n. 1/2, p. 1-22, 2004.

LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLETT, R. F. Em *Methods for Assessment of Soil Degradation*. eds.; **CRC Press**: Boca Raton, cap. 1, 1997.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 27, p. 821 – 832, 2003.

LOUZADA, M. S. P.; QUINTELA, M. F. S.; PENHA, L. P. S. Estudo comparativo da produção de serrapilheira em áreas de mata atlântica: a floresta secundária “antiga” e uma floresta secundária (Capoeira). **Oecologica Brasiliensis**, v.1, p. 61, 1995.

MACHADO, P. L. O. A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005.

MAFRA, A. L.; GUEDES, S. F. F.; FILHO, O. K.; SANTOS, J. C. P.; ALMEIDA, J. A.; ROSA, J. D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 217-224, 2008.

MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; KLAUBERG-FILHO, O.; AMARANTE, C. V. T.; RIBEIRO, G. M.; ALMEIDA, D. Atributos microbianos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de maçãs no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, 2007.

MARCENE, E. A.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; SCHNEIDER, C. R. Variação nos teores e estoques individuais de carbono fixado com o crescimento de *Gmelina arborea* Roxb. na região litorânea do Paraná, Brasil. **Scientia Forestalis**, V.55, n. 71, p. 55-63, 2006.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p. 257-263, 1999.

MAZUREC, A. P. **Produção, aporte de nutrientes e decomposição da serrapilheira em Mata Atlântica de encosta em duas altitudes, na Serra do Imbé, Norte Fluminense**. 1998, 90f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1998.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Editora Genesis, p. 174, 2000.

MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F.. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 28, n. 5, 2004.

OLSZEWSKI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; COSTA, L. M.; FILHO, E. I. F.; Estimative do estoque de carbono em unidades geoambientais da bacia hidrográfica do Rio Preto. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 7, n. 02, 2007.

PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.411-420, 2006.

PAULA, T. A.; VALLE, C. M. Quantificação do estoque de carbono no solo e a mitigação da mudança climática. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. 2007, João Pessoa. **Anais...João Pessoa – PB: (s.n.). 2007.**

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; VALLADARES, G. S. Organossolos: Ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: TORRADO, P. V.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; CARDOSO, E. J., eds **Tópicos em ciência do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.4, p. 233-276, 2005.

PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S.; ANJOS, L. H. C.; BENITES, V. M.; ESPÍNDULA JR, A.; EBELING, A. G. Organic carbon determination in histosols and soil orizons with high organic matter content from Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.2, p.187-193, 2006.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel. 2002.

PRIMIERY, S. **O impacto da mudança no uso do solo sobre o seqüestro de carbono e seus atributos microbiológicos**. 2008, 114f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

RESENDE, D.; MERLIN, S.; SANTOS, M. **Sequestro de carbono: uma experiência concreta**. 2. ed. Palmas: Instituto Ecologia, 2001.

REES, R.M.; BINGHAM, I.J.; BADDELEY, J.A.; WATSON, C.A. The role of plants and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. **Geoderma**, Amsterdam, p. 130-154, 2005.

SCHOLES, M. C.; POWLSON, D.; TIAN, G.; Input control of organic matter dynamics. **Geoderma**, Amsterdam, v. 79, n. 1/4, p. 25-47, 1997.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma floresta de *araucária angustifolia* (bertol.) kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista da arvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.

SEVEGNANI, L. Vegetação da Bacia do Itajaí em Santa Catarina. In: SCHÄFFER, W.B. & PROCHNOW, M. (org). **Mata Atlântica e Você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI, 2002.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.33, p. 1829-1836, 2009.

STÜRMER, S. L K.; ROSSATO, O. B.; COPETTI, A. C. C.; RHEINHEIMER, D. S. Perdas e recuperação de carbono orgânico em um Cambissolo sob diferentes usos. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado, RS. **Anais...**Gramado: (s.n.). 2007.

TEIXEIRA, M. B.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, F. M.; CRUZ, R. B.; LOSS, A.; FONTANA, A.; PEREIRA, M. G. Estoques totais de carbono orgânico sob diferentes coberturas vegetais e manejo agroecológico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, 2007.

THENG, B. K. G. *Soil Structure and Aggregate Stability*. Rengasamy, P., ed.; Seminar Proceedings. **Institute of Irrigation and Salinity Research**: Tatura, Australia, 1987.

VALLADARES, G. S.; GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; EBELING, A. G.; BENITES, V. M. Análise dos componentes principais e métodos multicritério ordinais no estudo de organossolos e solos afins. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.32, p. 285-296, 2008.

VAN de GEIJN, S.C.; VAN VEEN, J.A. Implications of increased carbon dioxide levels for carbon input and turnover in soils. **Vegetatio**, p. 104/105, 1993.

VIBRANS, A. C. **Subsídios para manejo de uma floresta secundária, Salto Weissbach, Blumenau, SC.** 1999. Dissertação (Mestrado) - FURB Centro Tecnológico, Blumenau . 1999.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L. Produção de serapilheira em dois remanescentes de floresta ombrófila densa em Blumenau - SC. **Revista de Estudos Ambientais.** Blumenau, v.2, n. 1, p. 103-116, 2000.

VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, 2007.

VIEIRA, S.; ALVES, L. F.; MARTINS, S. C.; VEIGA, L. G.; SCARANELLO, M. A.; PICOLLO, M.; CAMARGO, P. B.; SANTOS, F. M.; JOLY, C. A.; MARTINELLI, L. A. Estoques de carbono e nitrogênio acima e abaixo do solo em florestas de mata atlântica. In: III Congresso Latino Americano de Ecologia, 2009, São Lourenço, MG. **Anais...**São Lourenço:(s.n.), 2009.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

WINK, C. **Estoque de carbono em plantações de *Eucalyptus* sp. implantados em campo nativo.** 2009, 130f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.