



ESTOQUES DE NECROMASSA E CARBONO EM POVOAMENTOS DE *PINUS TAEDA* L. NO CENTRO-SUL DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Roberto Sanquetta¹, Ana Paula Dalla Corte¹, Láercio da Silveira Soares Barbeiro², Greyce Charllyne Benedet Maas³, Mateus Niroh Inoue Sanquetta⁴

1. Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná (carlos_sanquetta@hotmail.com), Curitiba – Paraná, Brasil
2. Engenheiro Florestal, M.Sc., STCP Engenharia de Projetos
3. Tecnóloga Ambiental, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná
4. Graduando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

Este estudo visou quantificar o estoque de necromassa e de carbono em povoamentos de *Pinus taeda* de diferentes idades no centro-sul do Estado do Paraná. Foram instaladas 56 unidades de amostragem, com área de 6 m², em plantios com idades entre cinco e 16 anos, onde foi pesada toda a necromassa fresca lenhosa e não lenhosa. A coleta discriminou a camada superficial (superior) da profunda (inferior) mediante o grau de decomposição. O material foi levado para laboratório onde foram determinados os pesos secos e os teores de carbono. O estoque médio total de necromassa foi de 59,68 t.ha⁻¹, sendo 48,66 t de necromassa não lenhosa (81,53%) e 11,02 t de lenhosa (18,46%). A camada superficial correspondeu a 36,63% e a mais profunda a 63,37% da necromassa não lenhosa. Observou-se variação de 34,12 a 73,96 t.ha⁻¹ para a necromassa total, respectivamente para as idades cinco e 16 anos. A necromassa não lenhosa variou de 21,43 a 63,77 t.ha⁻¹, sendo de 6,40 a 31,89 t.ha⁻¹ para a camada superior e 15,03 a 39,11 t.ha⁻¹ para a camada inferior. O estoque de carbono na necromassa variou de 13,76 a 29,83 t.ha⁻¹. Concluiu-se que a maior parte da necromassa nos povoamentos é composta de material não lenhoso e com alto grau de decomposição. Houve aumento da necromassa não lenhosa em função da idade, mas esse fato não se evidenciou para a necromassa lenhosa. O estoque de carbono na necromassa dos povoamentos estudados é constituído majoritariamente pela necromassa não lenhosa mais decomposta.

PALAVRAS-CHAVE: decomposição, deposição, madeira morta, plantios florestais, serapilheira

QUANTIFYING NECROMASS AND CARBON STOCKS IN LOBLOLLY PINE PLANTATIONS IN MID-SOUTHERN PARANÁ STATE, BRAZIL

ABSTRACT

This study aimed to quantify the necromass and carbon stock in *Pinus taeda* stands of different ages in central-southern Paraná state, Brazil. Fifty six sampling units of 6 m² were established in stands aged 5 to 16 years, whose woody and non-woody fresh necromass was weighted. The survey discriminated the surface layer (top) deep (lower) by the degree of decomposition. The material was taken to the

laboratory where dry weight and carbon content were determined. The total average necromass stock was 59.68 t.ha⁻¹, 48.66 t and 11.02 t for non-woody (81.53%) and woody material (18.46%), respectively. The surface layer accounted for 36.63 % and 63.37 % deeper to the non-woody necromass. There was variation from 34.12 to 73.96 t.ha⁻¹ for total necromass, respectively for ages 5 to 16 years. The non-woody necromass ranged from 21.43 to 63.77 t.ha⁻¹ and 6.40 to 31.89 t.ha⁻¹ for the top layer and 15.03 to 39.11 t.ha⁻¹ for the lower layer. The carbon stock in necromass ranged from 13.76 to 29.83 t.ha⁻¹. It was concluded that most of the necromass in the stand consists of non-woody material with a high degree of decomposition occurring in the lower layer. There was no increase in non-woody as a function of age, but this fact was not proven for in woody necromass. The carbon stock in the necromass of the stands studied is mostly constituted by non-woody necromass of higher level of decomposition.

KEYWORDS: decomposition, deposition, dead wood, forest plantations, litter

INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* é o segundo mais plantado no Brasil, com cerca de 1,8 milhão de hectares, cuja maior área está no Estado do Paraná, ficando apenas atrás de *Eucalyptus* (ABRAF, 2013). Produz madeira de qualidade e outros produtos para várias aplicações, sendo uma das principais fontes de madeira sólida para o mercado interno e para exportação (SFB, 2013).

A sustentabilidade da silvicultura de *Pinus* está intrinsecamente relacionada com a ciclagem de nutrientes que, por sua vez, depende da estocagem destes na necromassa. Apesar do seu rápido crescimento, o gênero é conhecido pela sua baixa exigência nutricional, adaptando-se a sítios extremamente pobres, nos quais, apesar da expectativa de produção estar aquém do satisfatório, tem revelado uma boa capacidade de utilização dos recursos nutricionais em condições edáficas restritivas (CHAVES & CORRÊA, 2003).

A produção seguida da decomposição da serapilheira é o principal meio de transferência dos nutrientes para o solo, possibilitando a sua reabsorção pelos vegetais vivos. A serapilheira é fundamental para a ciclagem de elementos químicos inorgânicos e a transferência de energia. A serapilheira acumulada exerce também, funções de isolante térmico e retentor de água, bem como de atenuador de efeitos erosivos do solo (MELLO, 1995).

Plantios de espécies florestais de rápido crescimento, com alta demanda de nutrientes em curtas rotações, envolvem a remoção de grandes quantidades de biomassa e nutrientes, podendo conduzir ao esgotamento das reservas do solo. A capacidade de reposição de nutrientes ao solo é de grande importância para a produtividade dos sistemas florestais.

Diversos trabalhos já foram desenvolvidos sobre estoques de biomassa carbono em *Pinus*, a maioria desses trabalhos reportam valores concernentes à biomassa arbórea (VALÉRIO, 2009; VIERA et al., 2011; SANQUETTA et al., 2011; DALLA CORTE et al., 2012; SCHIKOWSKI et al. 2013). No entanto, ainda existe carência de informações sobre os estoques de necromassa e carbono sobre o piso das plantações de *Pinus* no Brasil, particularmente em diferentes idades.

Este trabalho teve como objetivo quantificar a necromassa estocada em povoamentos de *Pinus taeda* com diferentes idades na região centro-sul do Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados provenientes deste trabalho são oriundos de quatro propriedades localizadas nos municípios de Imbituva e Ipiranga, região centro-sul do Estado do Paraná. Foram feitas coletas em povoamentos de cinco e 12 anos em Ipiranga e de sete e 16 anos em Imbituva (Figura 1).

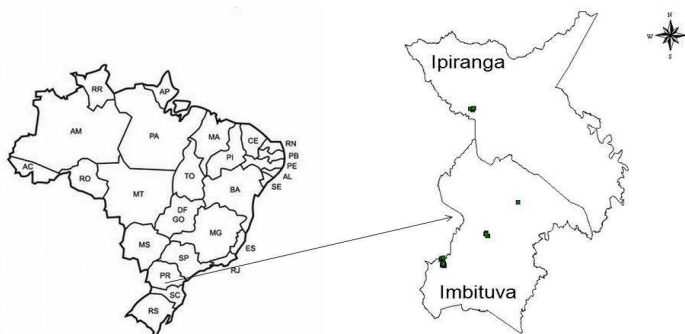


FIGURA 1 – Localização da área de estudo de necromassa em povoamentos de *Pinus taeda* no centro-sul do Estado do Paraná. Pontos denotam locais de amostragem

Em quatro propriedades onde se localizavam os povoamentos florestais disponíveis para a realização da pesquisa foram sorteadas 56 unidades amostrais distribuídas aleatoriamente. Cada unidade amostral possui 6 m² e formato retangular (3 m x 2 m). Foram alocadas 40 unidades amostrais no município de Imbituva e 16 em Ipiranga. A suficiência amostral foi analisada pela clássica fórmula de intensidade amostral (SANQUETTA et al., 2009) e pela relação entre o coeficiente de variação do estoque de necromassa e área amostrada.

Dentro das unidades amostrais foram coletadas amostras de acículas depositadas no solo em duas camadas, sendo elas: superior (ainda não iniciado o processo de decomposição) e inferior (onde o processo de decomposição havia começado). Num primeiro momento foi coletada a espessura das duas classes avaliadas com o auxílio de um paquímetro e, posteriormente, a necromassa depositada foi recolhida e pesada. Foi também pesada a necromassa lenhosa, ou seja, os galhos caídos sobre o chão. Os pesos frescos dos materiais foram pesados com balança convencional.

Amostras dos materiais foram coletadas visando à obtenção dos pesos secos e a realização das análises de laboratório. As amostras foram armazenadas em pacotes de papel com a identificação do número da amostra, área de coleta e tipo de material.

As amostras do material advindo do campo foram trazidas para o laboratório e secas em estufa a 70°C até atingir peso constante. Com os pesos secos das amostras estabeleceu-se a razão entre o peso fresco e o peso seco, a qual foi aplicada a todas as amostras pesadas em campo. As análises dos teores de carbono do material foram feitas para amostras compostas de cada idade, as quais foram preparadas após moagem da necromassa seca em moinho tipo Wiley. O equipamento empregado para as análises foi o Leco C-144, que funciona por combustão a seco em câmara de infravermelho. Com os dados advindos do campo

e das análises de laboratório procedeu-se às análises estatísticas descritivas e experimentais dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suficiência amostral do estudo foi considerada satisfatória, com uma precisão de 88,42% na estimativa da variável estoque de necromassa, isto é, com um erro de 11,58%. Este fato foi corroborado pela tendência de estabilização do coeficiente de variação do estoque de necromassa em cada parcela em função da área amostrada (Figura 2).

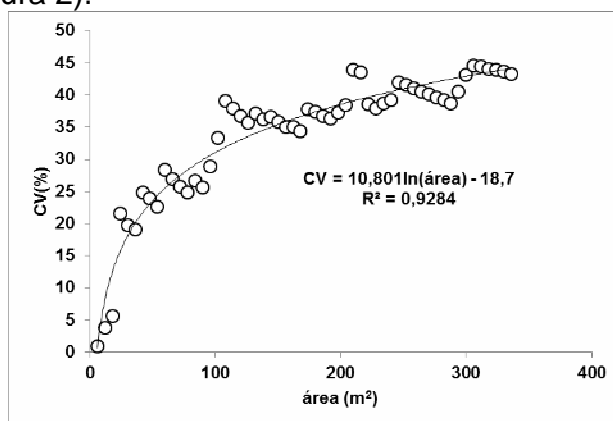


FIGURA 2 – Relação do coeficiente de variação do estoque de necromassa e a área amostrada em povoamentos de *Pinus taeda* no centro-sul do Estado do Paraná

Os estoques médios de necromassa lenhosa e não lenhosa nos povoamentos em estudo estão reportados na Tabela 1. Evidencia-se que do valor total de necromassa ($59,68 \pm 6,85 \text{ t.ha}^{-1}$) a parte lenhosa representa 18,5% e a não lenhosa 81,5%. Considerando a necromassa não lenhosa, nota-se que 36,6% da mesma estão contidos na camada superior, com baixo grau de decomposição e 64,4% na camada inferior, com alto grau de decomposição. As variações foram maiores para a necromassa lenhosa, fato possivelmente determinado pelas práticas de manejo (poda e desbastes) realizadas nos povoamentos em distintas idades.

TABELA 1 – Estatísticas do estoque de necromassa em povoamentos de *Pinus taeda* no centro-sul do Estado do Paraná

Tipo de Necromassa →	Lenhosa	Não Lenhosa			Total
		Total	Superior	Inferior	
Média (t.ha^{-1})	11,02	48,66	17,82	30,84	59,68
CV (%)	83,29	48,97	53,68	52,10	43,23
Erro padrão ($p < 0,05$) (t.ha^{-1})	2,46	6,38	2,56	4,30	6,85
n					56

Na Figura 3 estão apresentadas as variações nos estoques de necromassa em função das distintas idades dos povoamentos amostrados. Verificou-se aumento da necromassa não lenhosa (superior e inferior) em função da idade, ou seja, quanto mais velho o povoamento maior a quantidade de necromassa depositada. Contudo, para a necromassa não lenhosa esse fato não se evidenciou. Embora fosse esperado tal aumento, provavelmente devido ao manejo dos povoamentos em

análise ocorreu pouca variação no estoque de necromassa lenhosa em função da idade. Nos povoamentos mais jovens foram praticadas podas recentes, o que aumentou o seu estoque de necromassa lenhosa sobre o chão. Contudo, nos povoamentos de maior idade o efeito da poda sobre o estoque de necromassa foi menor devido à decomposição ou a não realização de tal prática, haja vista que não era prática comum realizar poda na região há alguns anos. Deveria se esperar um aumento no estoque de necromassa com a idade em função da ocorrência de desbastes, mas como os povoamentos mais velhos estavam com desbastes atrasados isso não se verificou.

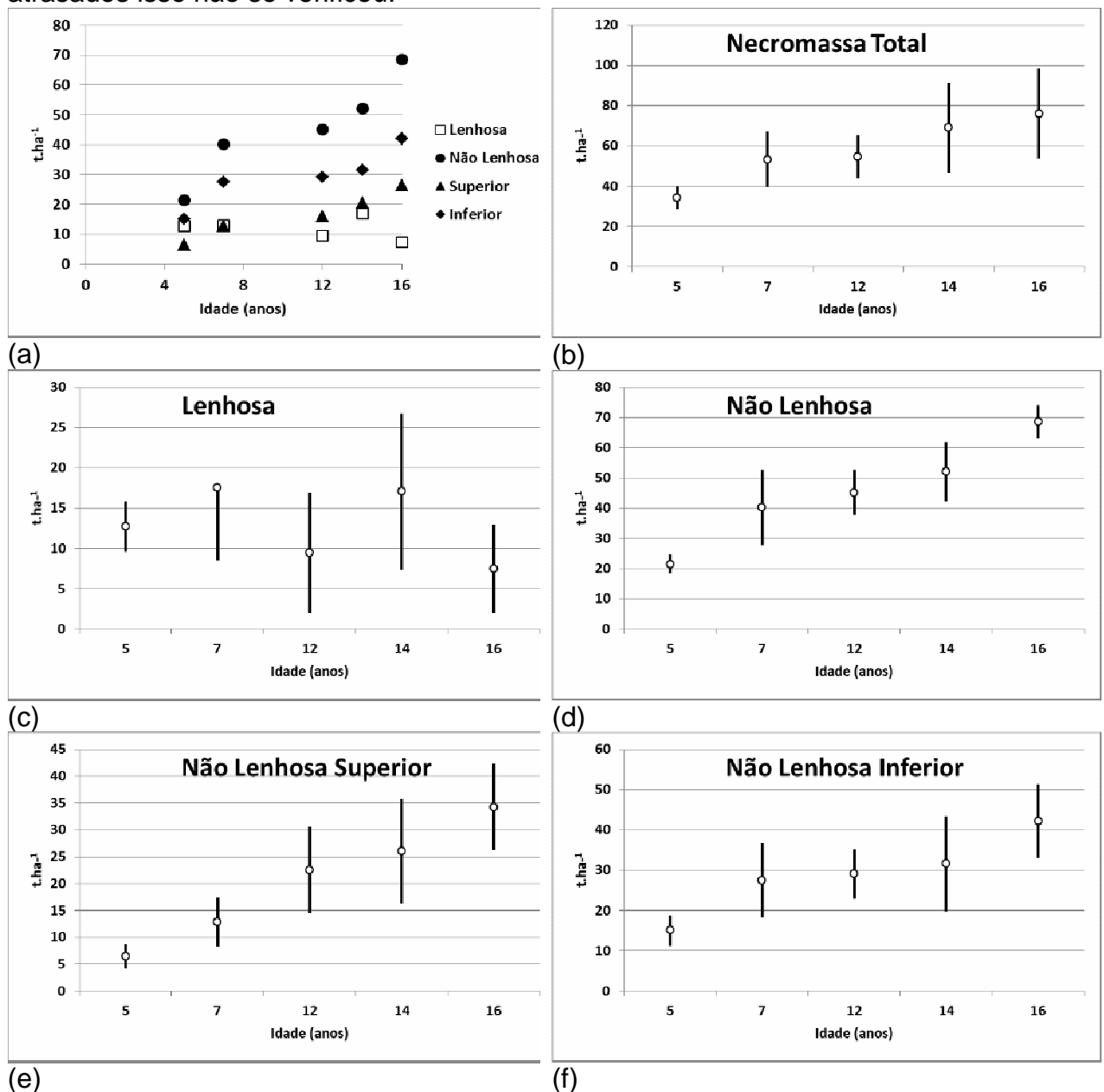


FIGURA 3 – Estoque de necromassa em povoamentos de *Pinus taeda* no centro-sul do Estado do Paraná em função da idade: (a) diferentes tipo de necromassa; (b) necromassa total; (c) necromassa lenhosa; (d) necromassa não lenhosa; (e) necromassa lenhosa superior; (f) necromassa lenhosa inferior. Barras indicam erros padrão

Tendo em vista o não aumento da necromassa lenhosa com a idade, as proporções de necromassa lenhosa e não lenhosa também não se alteraram de forma consistente com a idade, ou seja, povoamentos jovens e velhos não mostraram tendências de maior ou menor proporção das duas frações analisadas.

A necromassa total variou de 34,12 a 75,91 t.ha⁻¹, para as idades cinco e 16 anos, respectivamente. A necromassa não lenhosa oscilou de 21,43 a 68,47 t.ha⁻¹, para as idades cinco e 16 anos, respectivamente. Se considerada a idade 16 anos, a média anual de deposição é de 4,74 t.ha⁻¹, sendo 0,46 e 4,28 t.ha⁻¹.ano⁻¹ para necromassa lenhosa e não lenhosa, respectivamente. A maior taxa anual de deposição se deu na idade sete anos, com 7,60 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e a menor na idade 16 anos, com 3,73 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Levando-se em conta apenas a necromassa não lenhosa, a variação foi de 21,43 a 68,47 t.ha⁻¹, para as idades cinco e 16 anos, respectivamente. Diante disso, as taxas mínima e máxima de deposição vão de 3,04 a 5,74 t.ha⁻¹.ano⁻¹ para as idades sete e 16 anos, respectivamente.

A camada superficial da necromassa não lenhosa variou de 6,40 a 26,33 t.ha⁻¹, considerando a amplitude de cinco a 16 anos. Já a camada inferior teve variação de 15,03 a 42,13 t.ha⁻¹ para a mesma amplitude de idades. A menor proporção de necromassa da camada inferior em relação a toda a necromassa não lenhosa foi de 60,6% na idade 14 anos e a maior de 70,1% aos cinco anos. As espessuras médias dessas camadas foram de 1,06 e 1,70 cm, respectivamente, sendo menos espessas aos cinco anos (0,27 e 0,55, respectivamente para as camadas superior e inferior) e mais espessas aos 16 anos (1,79 e 2,85 cm, respectivamente). Sendo assim, a cada ano, em média, se forma uma camada de cerca de 30 mm de necromassa não lenhosa, totalizando 4,64 cm aos 16 anos.

A quantidade de necromassa não lenhosa na camada inferior foi maior em todas as áreas analisadas e em todas as idades. Pode-se observar que a quantidade de necromassa não lenhosa deposta aos 16 anos foi mais de três vezes aquela no povoamento de cinco anos de idade. Resultados similares foram obtidos por VALERI (1988) em povoamentos de *P. taeda* entre sete e 14 anos de idade na região de Ponta Grossa-PR.

A taxa média anual de necromassa não lenhosa calculada neste estudo é comparável àquelas de outros trabalhos análogos. WELLS & JORGENSEN (citados por KOEHLER, 1989) estudaram a produção de serapilheira durante 10 anos em plantios de *P. taeda* no sul dos EUA, com taxa de 4,5 t.ha⁻¹.ano⁻¹. KOEHLER (1989) estudou a deposição de serapilheira em três povoamentos de *P. taeda* com 15 anos de idade em sítios de qualidade diferentes. A caracterização dos sítios foi baseada principalmente em variáveis edáficas. No sítio bom o peso das acículas que compunha a serapilheira foi de 6,1 t.ha⁻¹.ano⁻¹; no sítio médio 5,6 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e no sítio ruim 4,8 t.ha⁻¹.ano⁻¹. SCHUMACHER et al. (2008) observaram uma taxa da ordem de 4,52 t.ha⁻¹ em um povoamento de *P. taeda* em Cambará do Sul-RS em regime de 2ª rotação, com idades de cinco a sete anos, estudados durante três anos. NOVAIS & POGGIANI (1983), estudando povoamentos de *P. caribaea* var. *hondurensis* com nove anos de idade, evidenciaram uma taxa de 4,45 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

Com base nos estoques de biomassa seca calcularam-se os estoques de carbono, admitindo-se um teor médio de 403 g.kg⁻¹ determinado em laboratório. Determinações do teor de carbono foram feitas por idade, mas não houve diferença significativa entre os valores, decidindo-se adotar um valor único para o cálculo dos estoques de carbono, apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Estatísticas do estoque de carbono em povoamentos de *Pinus taeda* no centro-sul do Estado do Paraná

Tipo de Necromassa →	Lenhosa	Não Lenhosa			Total
		Total	Superior	Inferior	
Média (t.ha ⁻¹)	4,44	19,63	7,19	12,44	24,07
CV (%)	33,59	19,75	21,65	21,01	17,44
Erro padrão (p<0,05) (t.ha ⁻¹)	0,99	2,57	1,03	1,73	2,76
N					56

O estoque médio de carbono na necromassa foi de 24,07 t.ha⁻¹, o qual é constituído majoritariamente pela necromassa não lenhosa inferior (51,7%), seguida da superior (29,8%) e da lenhosa (18,5%). No que tange às variações etárias, a amplitude foi de 13,76 a 30,61 ha⁻¹, para as idades cinco e 16 anos, respectivamente, ou seja, uma taxa média anual de acúmulo de carbono na necromassa da ordem de 1,91 t.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo 0,19 na necromassa não lenhosa e 1,73 na lenhosa, que, por sua vez, constitui-se de 0,66 na camada superior e 1,66 na inferior. Esses valores são próximos ao publicado por BALBINOT et al. (2002) em povoamento de *P. taeda* em Cambará do Sul-RS com cinco anos de idade, porém superiores aos reportados por SCHUMACHER (2000) em povoamentos com idades de 10 a 20 anos de idade.

CONCLUSÃO

A maior parte da necromassa nos povoamentos de *P. taeda* estudados é composta de material não lenhoso, notadamente de acículas. A maior fração é composta de material com alto grau de decomposição, ocorrente na camada inferior da necromassa.

Verificou-se aumento da necromassa não lenhosa (superior e inferior) em função da idade, ou seja, quanto mais velho o povoamento maior a quantidade de necromassa deposta. Contudo, para a necromassa lenhosa esse fato não se evidenciou.

O estoque de carbono na necromassa dos povoamentos estudados é constituído majoritariamente pela necromassa não lenhosa inferior (mais decomposta), seguida da superior (menos decomposta) e da lenhosa (composta por galhos).

REFERÊNCIAS

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário 2013**. 2013, 146p.

BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M.V.; WATZLAWCIK, L.F.; SANQUETTA, C.R. Inventário do carbono orgânico em um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade no Rio Grande do Sul. **Ciências Exatas e Naturais**, v.5, n. 1, p. 59-68, 2003.

CHAVES, R. Q.; CORREA, G. F. Micronutrientes no sistema solo-*Pinus caribaea* Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. **Árvore**, v. 27, n. 6, p. 769-778, 2003.

DALLA CORTE, AP.; SILVA, F. SANQUETTA, C.R. Fator de expansão de biomassa e razão de raízes-parte aérea para *Pinus* spp. plantado no sul do Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 4, p. 755-768, 2012.

KOEHLER, C. W. **Variação estacional da deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamento de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa-PR.** 1989. 169 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

MELLO, R. S. P. **Produção de serapilheira e aspectos da ciclagem de nutrientes em dois tipos florestais adjacentes no Rio Grande do Sul.** 136 p. 1995. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

NOVAIS, R. F. de F.; POGGIANI, F. Deposição de Folhas e Nutrientes em plantações florestais puras e consorciadas de *Pinus* e *Liquidambar*. **IPEF**, n.23, p.57-60, 1983.

SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; DALLA CORTE, A.P.; FERNANDES, L.A.V. **Inventários florestais: planejamento e execução**, 2009. 307 p.

SANQUETTA, C.R.; DALLA CORTE, A.P. Biomass expansion factor and root-to-shoot ratio for *Pinus* in Brazil. **Carbon Balance and Management**, v.6, p.1-6, 2011.

SCHIKOWSKI, A.B.; DALLA CORTE, AP.; SANQUETTA, C.R. Modelagem do crescimento e de biomassa individual de *Pinus*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 3, n. 75, p. 269-278, 2013.

SCHUMACHER, M. V. **Quantificação do carbono orgânico em florestas de *Pinus taeda* L., com diferentes idades.** Santa Maria: UFSM, 2000. (Relatório de Pesquisa).

SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M., WITSCHORECK, R. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em área de segunda rotação com floresta de *Pinus taeda* no município de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 4, p. 471-480, 2008.

SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em Resumo.** 2013, 188 p.

VALERI, S.V. **Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades.** 1988. 164f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

VALÉRIO, A. F. **Qualificação e modelagem da biomassa e carbono em plantações de *Pinus elliottii* Eng. com diferentes idades.** 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V.; BONACINA, D.M. Biomassa e nutrientes removidos no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em Cambará do Sul, RS. **Árvore**, v. 35, n.3, p.371-379, 2011.