

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL

AUGUSTO ARRUDA LINDNER

**POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO EM DIFERENTES MATERIAIS
GENÉTICOS DO GENERO *Eucalyptus* sp. PARA A REGIÃO DE DOIS VIZINHOS - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS
2016

AUGUSTO ARRUDA LINDNER

**POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO EM DIFERENTES MATERIAIS
GENÉTICOS DO GENERO *Eucalyptus* sp. PARA A REGIÃO DE DOIS VIZINHOS
- PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Professor. Dr Eleandro José Brun

DOIS VIZINHOS
2016

L747p Lindner, Augusto Arruda .
Potencial de sequestro de carbono em diferentes materiais genéticos do gênero *Eucalyptus sp.* para a região de Dois Vizinhos – PR / Augusto Arruda Lindner – Dois Vizinhos: [s.n], 2016.
26f.

Orientador: Eleandro José Brun
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal, Dois Vizinhos, 2016.
Bibliografia p. 23-26

1. Eucalypto 2. Sequestro de carbono 3. Efeito estufa (Atmosfera) 4. Biomassa florestal I. Brun, Eleandro José, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III. Título
CDD: 634.97

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO EM DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DO GÊNERO *Eucalyptus* sp. PARA A REGIÃO DE DOIS VIZINHOS - PR

por

AUGUSTO ARRUDA LINDNER

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de dezembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. (Eleandro José Brun)
Orientador(a)

Prof. Dra. (Flavia Gizele K. Brun)
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. (André Pellegrini)
Membro titular (UTFPR)

Eng. Florestal. (David Marlon Dalposso)
Membro titular (UTFPR)

RESUMO

LINDNER, A. A. **Potencial de sequestro de carbono em diferentes materiais genéticos do gênero *Eucalyptus* sp. para a região de Dois Vizinhos – PR.** 29 f. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

O gênero *Eucalyptus* sp. é o mais utilizado em florestas plantadas no país, por ter rápido crescimento e diversas finalidades para sua matéria prima, sendo também uma alternativa mitigadora do efeito estufa através do sequestro de carbono via fixação na biomassa das árvores e também no solo. O presente trabalho foi realizado em um talhão experimental com 5 anos de idade, no qual foram amostrados indivíduos de dez materiais genéticos diferentes, selecionados em função do melhor crescimento entre diversos materiais em teste. Após censo florestal, os indivíduos foram distribuídos em 5 classes diamétricas, sendo abatidos um indivíduo por classe, os quais foram cubados e feita a separação e coleta de amostras das frações folha, galhos, casca e madeira do fuste. Após a separação, as frações foram pesadas na floresta e sub-amostradas para secagem em estudo, moagem e análise do teor de carbono orgânico pela metodologia de Yeomans e Bremner. Os teores de carbono variaram, em cada fração, na fração folha varia de 1,31 Mg ha⁻¹ (*E. saligna* x *E. botryoides*) até 6,55 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*), na fração disco varia de 19,86 Mg ha⁻¹ (clone floração) até 66,41 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*), já na fração casca de 3,28 Mg ha⁻¹ (clone floração) até 11,31 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*), na fração galho vai de 3,99 Mg ha⁻¹ (*E. camaldulensis*) até 15,68 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*). O estoque de carbono na biomassa variou de 28,64 Mg ha⁻¹ (clone floração) até 99,95 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*), este último que se mostrou o melhor material genético para o sequestro de carbono na região.

Palavras-chave: florestas plantadas, eucalipto, efeito estufa, biomassa.

ABSTRACT

LINDNER, A A. Potential of carbon sequestration in different genetic materials of the genus *Eucalyptus* sp. for a region of Dois Vizinhos – PR. 29 p. 2016. Graduation Work (Bachelor of Forestry Engineering) – Federal Technological University of Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

The genus *Eucalyptus* sp. is the most used in forests planted in the country, because it has fast growth and several purposes for its raw material, also being a mitigating alternative to the greenhouse effect through carbon sequestration by tree fixation in the trees biomass and also in the soil. The present paper was realized in an experimental field with 5 years old, in which were sampled individuals of ten different genetic materials, selected in function of better growth among various materials in test. After forest inventory, the individuals were distributed in 5 diametric classes, one individual per class being slaughtered, which were cubed and made the separations and collect of samples of the fraction leaf, twigs, bark and wood fractions of the stem. After the separation, the fractions were weighed in the forest and sub-sampled for the drying in study, milling and analysis of the organic carbon content by the methodology of Yeomans and Bremner. The carbon contents varied, in each fraction, in leaf fraction varies from 1,3 Mg ha⁻¹ (*E. salignax* *E. botryoides*) until 6,55 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*), in the disk fraction varies from 19,86 Mg ha⁻¹ (flowering clone) until 66,41 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*), already in the fraction bark from 3,28 Mg ha⁻¹ (flowering clone) until 11,31 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*), , in the twig fraction it comes from 3,99 Mg ha⁻¹ (*E. camaldulensis*) until 15,68 Mg ha⁻¹ (*E. pellita* x *E. tereticornis*). The carbon stock in the biomass ranged from 28,64 Mg ha⁻¹ (flowering clone), The latter showing the best genetic material for carbon sequestration in the region.

Keywords: Planted forests, eucalyptus, greenhouse effect, biomass.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
3. OBJETIVOS	8
3.1 Objetivo Geral	8
3.2 Objetivos específicos	8
4. REFERENCIAL TEÓRICO	9
4.1 O Gênero	9
4.2 A Clonagem e a Hibridação	10
4.3 O Acúmulo de biomassa e Carbono pelas árvores	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 Descrição da área e material de estudo	17
5.2 Metodologia específica	18
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
7. CONCLUSÃO.....	25
8. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* sp. teve sua introdução no Brasil em 1900 para finalidade de ornamentação, posteriormente vindo a ter outros usos, começando a ser fonte energética em locomotivas, bem como dormentes para ferrovias. Apesar de este gênero ser nativo da Austrália, na qual é ocorrente em diversas altitudes e latitudes, tem se adaptado muito bem em grande parte do território brasileiro (IPEF, 2009).

Sendo assim, o eucalipto é o gênero mais utilizado em florestas plantadas no país, por ter rápido crescimento e diversas finalidades para sua matéria prima; como madeira para construção civil, energia, biomassa na produção de celulose e papel, e ainda subprodutos para indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética em geral (IBÁ, 2015).

Nas últimas décadas tem-se muito falado na questão das mudanças climáticas, suas causas e suas consequências, como o aquecimento global. Tais discussões tem abrangido principalmente a questão das emissões do gás carbônico e suas formas de mitigação.

Com isto são buscadas formas de mitigação desse processo, e uma delas seria através do sequestro de carbono pelas florestas, sendo nativas ou plantadas, estas últimas com maior potencial, devido a seu crescimento ser relativamente mais rápido, absorvendo assim maiores quantidades de carbono em um menor período de tempo em comparação às nativas. Com isso, o silvicultor tem a possibilidade de vender no “mercado de créditos de carbono”, criando perspectivas de crescimento deste mercado no Brasil, em função da ampliação dos plantios com essa finalidade e dos recursos financeiros gerados em negócios.

De acordo com Wolf. et al. (2012), os trabalhos de reflorestamento estão contribuindo com a mitigação do efeito estufa pelo armazenamento de carbono atmosférico e deve-se ressaltar a importância ambiental, econômica e social destes.

Na região sudoeste do paraná ainda não se tem nenhum estudo relacionado a sequestro de carbono por florestas plantadas. Dado a isso, é de suma importância que tais estudos sejam realizados e se obtenham resultados consistentes visando oferecer aos silvicultores mais uma alternativa de renda às florestas plantadas, em um futuro próximo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de sequestro de carbono de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp., com cinco anos de idade, plantados na área experimental da UTFPR em Dois Vizinhos-PR.

3.2 Objetivos específicos

Determinar os teores de carbono orgânico nas diferentes frações de biomassa de 10 materiais genéticos de *Eucalyptus* sp.;

Quantificar o carbono acumulado, com base na relação entre teor de carbono e quantidade de biomassa na parte aérea dos materiais genéticos;

Avaliar o potencial de sequestro de carbono por 10 diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp. plantados em Dois Vizinhos.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O Gênero

Segundo Mora e Garcia. (2000), o gênero *Eucalyptus* tem sua principal origem natural na Austrália. São conhecidas cerca de 600 espécies, sendo que apenas duas não tem a mesma origem: *E. urophylla* e *E. deglupta* que são oriundos da Indonésia e Filipinas, respectivamente. Mas ambas tem uma grande adaptabilidade a diversas condições de clima e solo.

Segundo Benatti (2013), como o gênero *Eucalyptus* sp. é oriundo de regiões tropicais da Oceania, suas espécies são adaptáveis a diferentes ambientes, com elevados déficits hídricos, solos com baixa fertilidade, compactados e mal manejados, dentre outras condições desfavoráveis. Por ter esta rusticidade, o gênero vem ocupando diversas áreas do mundo, sendo introduzido em locais onde espécies menos tolerantes não se adaptariam.

O Eucalipto teve sua introdução no Brasil em 1900 para finalidade de ornamentação. Posteriormente vindo a ter outras finalidades, começando a ser utilizado como fonte energética em locomotivas, bem como dormentes para ferrovias. Apesar destas espécies serem nativas da Austrália, onde são ocorrentes em diversas altitudes e latitudes, tem se adaptado muito bem em grande parte do território brasileiro (IPEF, 2009).

O Eucalipto tem seu plantio em mais de dez estados brasileiros, desde o Amapá até o Rio Grande do Sul, com uma área plantada totalizando mais de sete milhões de hectares plantados, sendo que as regiões quais aparece com mais intensidade são a sudeste e sul (IBÁ. 2015).

O gênero *Eucalyptus* sp. É usado em diversas partes do Brasil, principalmente para a produção de madeira com diferentes utilizações, por ser de crescimento rápido, de ótima adaptação e sua madeira ser de alta qualidade. (BELTRAME et al. 2012).

A matéria prima proveniente do eucalipto pode ser usada em diferentes finalidades; como na produção de óleos essenciais, produtos apícolas, produção de celulose e papel, madeira para; movelaria, construção civil, postes e mourões, para

a parte de laminados, MDF, HDF, chapas de fibras, compensados, para a produção de carvão e lenha como fonte de energia (MAS. 2009).

Apesar de diversas finalidades, em 2005, a madeira de eucalipto no Brasil teve como principais áreas de consumo, a produção de celulose e a produção de carvão vegetal. Tais segmentos consumiram entre 65% e 75% do total, (SILVIMINAS. 2008).

Atualmente, o plantio do eucalipto tem utilizado plantas clonais, provenientes do processo de propagação vegetativa, principalmente pela técnica da estaquia, na qual os indivíduos obtidos possuem os mesmos genótipos provenientes das plantas mães, tais que são identificadas e caracterizadas como as melhores de seus povoamentos, com crescimento acelerado, com tolerância a doenças e adversidades climáticas, gerando produtos com maior qualidade, (BENATTI, 2013).

4.2 A Clonagem e a Hibridação

A utilização da clonagem foi um avanço muito importante para a formação de florestas com maiores índices de produção, uma uniformização e ganho na qualidade da madeira, para melhor satisfazer a demanda industrial por matéria prima de alta qualidade (BERGER et al., 2002)

Desde o princípio em que as árvores se tornaram unidades de propagação clonal, por volta da década de oitenta, o processo da estaquia passou a ser de suma importância para a silvicultura brasileira (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

Nos últimos anos tem-se feito muitos trabalhos para obter o melhoramento genético das espécies arbóreas, tendo como principal método a hibridação entre árvores superiores, formando assim os pomares de sementes (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

Para se obter os ganhos genéticos nas espécies florestais, é necessário selecionar indivíduos de poucas gerações porém, para isso, é preciso um longo período de tempo. O caminho mais rápido para obter ganhos na produtividade seria pelo método vegetativo, sendo propagado clonalmente (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

Os programas de melhoramento de ganho genético do gênero *Eucalyptus* no país têm como principal objetivo selecionar híbridos com características silviculturais e tecnológicas de alta qualidade (BELTRAME et al., 2012).

Segundo TOPPA (2011), diversos métodos de melhoria genética vêm sendo usados com sucesso, porém sempre dependentes de que haja a presença de linhagens superiores, colaborando para que a técnica de “Strandart” seja a mais utilizada ainda em diversos programas de melhoramento em plantas, com relativo êxito.

Os programas de hibridação em sentido amplo vêm sendo de grande interesse para o melhoramento genético de grande parte das espécies cultivadas, tanto para obtenção da heterose quanto para maior variabilidade genética dentro da população (TOPPA, 2011).

O tempo tem sido um fator crítico nos programas de melhoramento genético de diversas espécies florestais, pois tais espécies têm sua exploração em ciclos longos, onerosos e tardios (BERGER et al. 2002).

Para que se obtenha uma diminuição do tempo da produção, é necessário que se complete uma geração de melhoramento, também sendo vantajosa a seleção de genótipos superiores tendo como base os primeiros anos de produção (BELTRAME et al., 2012).

As metodologias para que a propagação clonal seja alcançada podem ser a micropropagação ou pela macropropagação. O método da macropropagação envolve técnicas convencionais, como a enxertia e a estaquia, a micropropagação é alcançada pela técnica da cultura de tecidos (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

Na propagação vegetativa, utilizando as técnicas de micropropagação ou pela técnica convencional de estaquia, tem-se a facilidade de multiplicação dos genótipos desejados (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

Existe a presença de variações entre rametes em um clone. Tais variações podem vir a ser originadas por causas ambientais por fatores relacionados ao propágulo, que seriam tamanho da estaca, suas condições em viveiro e período de coleta (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

Para a seleção, têm se dado ênfase principalmente em linhagens que tenham alta capacidade específica de combinação. Estas são testadas em todas as

gerações de autofecundação, para que no final do programa tenham-se linhagens obtidas a partir de combinações simples, sendo possível a utilização destas para a formação de outros híbridos (TOPPA, 2011).

Para Higashi, Silveira Gonçalves, (2000), a combinação das técnicas silviculturais avançadas com novos programas de melhoramento genético, são basicamente a alavanca para o sucesso do método de propagação vegetativa por estaquia no país.

4.3 O Acúmulo de biomassa e Carbono pelas árvores

Segundo Reis et al. (1985), árvores de pequeno diâmetro terão uma biomassa foliar mais alta, isto ocorrendo até o fechamento da copa por árvores do mesmo tamanho através de grande competição por luz.

Para Oliveira et al. (2003), quando se tem espaçamentos maiores (3 x 4m e 3 x 5m), as árvores tendem a apresentar maiores valores de biomassa aérea e do sistema radicular, em avaliação realizada aos 32 meses de idade, quando comparada à com espaçamentos mais reduzidos, observa-se que por ter competição reduzida e densidade populacional mais baixa, a produção de biomassa vai ser diretamente proporcional ao espaçamento.

Segundo Sereghett (2012) a produção de biomassa florestal é um mercado promissor tanto no Brasil quanto no mundo, por ser uma fonte de energia renovável em potencial.

Para Paixão et al. (2006), o uso da terra e das florestas podem ser mecanismos a serem utilizados para mitigar as mudanças climáticas originárias do efeito estufa. Uma das principais causas de emissões de CO₂ certamente são as atividades de desmatamento, porém gerando muita polêmica, por que a maioria da população acha que este processo não libera carbono. Com o Protocolo de Quioto, o foco migrou para o sequestro de carbono pelas florestas, o qual seria uma forma de compensação das emissões dos países industrializados.

Em 1997, foi realizada uma das mais importantes reuniões para combater o efeito estufa em Quioto no Japão, a qual reunião reuniu representantes de diversos países, nele foi formulado o Protocolo de Quioto, que decidiu que os países

signatários teriam a responsabilidade de assumir o compromisso de reduzir ainda mais significativamente as emissões dos gases agravantes do efeito estufa. (IPAM, 2015).

Sendo assim, o foco da convenção que era a redução das emissões, passou para o sequestro de carbono, através das florestas como MDLs (Mecanismos de desenvolvimento limpo), as quais capturam o CO₂ atmosférico (IPAM, 2015).

A existência desta nova aba do mercado florestal tem a capacidade de geração de capital para este setor no país, já que o setor florestal gera oportunidades incomparáveis de compensação de carbono como mecanismo de desenvolvimento limpo (DA SILVA et al., 2008).

Segundo Da Silva et al. (2008), agora, com a possibilidade dos países quantificarem seus respectivos níveis de sequestro de carbono pelas florestas em seus inventários de emissões, abre-se um novo panorama para o setor florestal, que é o mercado de créditos de carbono. Ainda segundo Da Silva et al. (2008), o desmatamento, juntamente com as queimadas, ajuda diretamente a agravar o efeito estufa, devido a liberação direta de CO₂ para a atmosfera.

De acordo com Wolf et al. (2012), os trabalhos de reflorestamento estão contribuindo com a mitigação do efeito estufa pelo armazenamento de carbono atmosférico e deve-se ressaltar a importância ambiental, econômica e social destes.

Segundo Paixão et al. (2006), ainda não se tem muitos trabalhos evidenciando a real eficiência das florestas no que diz respeito ao sequestro de carbono. Existem diversas estimativas, com base no volume dos fustes das árvores e sua conversão em biomassa e carbono, os quais são divididos em compartimentos.

Os projetos florestais não devem se submeter a ter como fonte financeira somente o mercado de carbono, tais projetos devem gerar renda suficiente ao ponto de se tornarem viáveis economicamente, assim tendo o mercado de carbono apenas como um atrativo a mais, assim mantendo os reflorestamentos a longo prazo (MAY et al., 2005).

A porção da árvore que contribui mais para o total de carbono estocado é o fuste. Em média, na parte aérea total estão estocados cerca de 82% do carbono total da árvore. O gênero *Eucalyptus* sp. é de suma importância no contexto do

sequestro de carbono atmosférico, por possuir rápido crescimento e alta produtividade (PAIXÃO et al., 2006).

Segundo May et al. (2005), existem outros benefícios dos reflorestamentos, além do sequestro de carbono, tais como conservação do solo, manutenção de recursos hídricos, conservação da biodiversidade e fornecimento de diversos produtos florestais. Ainda, segundo May et al. (2005), a ênfase no mercado de carbono está relacionada com a transformação na matriz energética e não através do sequestro de carbono efetuado pelos reflorestamentos, isto ocorre devido as incertezas que envolvem os projetos destes.

Para Soares, Leite e Gorgens (2002), mesmo as florestas tendo um enorme papel na retirada de CO₂ atmosférico, este setor também é culpado pelo aumento de emissões desse gás.

Ainda segundo Soares, Leite e Gorgens (2002), dependendo do uso da floresta, o carbono presente nesta, anteriormente sequestrado da atmosfera, é devolvido para esta, como nas carvoarias onde a madeira é queimada liberando o gás, o que também ocorre na produção do papel, no processo da polpação.

No ano de 2014, o Brasil totalizava cerca de 7,74 milhões de hectares de árvores plantadas, as quais retiraram aproximadamente 1,69 bilhão de toneladas de CO₂ da atmosfera, correspondendo a um incremento de 1,2% comparado ao ano anterior (IBÁ 2015).

Segundo Mora e Garcia (2000), estima-se que cada indivíduo de *Eucalyptus* sp. tem potencial de sequestrar cerca de 20 kg de CO₂ por ano. Então, um hectare deste tem potencial de sequestrar em média, 35 toneladas de CO₂ por ano.

Soares et al. (2002), afirma que árvores com mesmo diâmetro (dap) poderão ter quantidades de carbono diferentes, devido a sua altura e formas dos fustes serem distintas e também por se localizarem em sítios e estratos diferentes dentro da floresta.

Segundo Mora e Garcia, (2000), uma das lições primordiais que devemos levar em consideração para o entendimento do processo de sequestro de carbono pelas plantas é que as árvores absorvem gás carbônico (CO₂) e liberam o oxigênio (O₂) através do processo da fotossíntese.

Ainda segundo os mesmos autores, estima-se que para cada tonelada de madeira seca das plantações de eucalipto, são sequestradas cerca de 1,8 toneladas

de CO₂ da atmosfera e devolve-se ao ambiente aproximadamente 1,3 toneladas de O₂.

O gênero *Eucalyptus* sp. destaca-se no sequestro de carbono por ter crescimento rápido, ter maior incremento que os outros gêneros, com a utilização de grande tecnologia nos métodos silviculturais e de manejo, consegue-se um alto rendimento na colheita (SEREGHETTI, 2012).

Para Oguri (2012), após a criação do Plano Nacional de Agroenergia (PNA), o setor foi incentivado pelo governo brasileiro a iniciar uma busca por fontes alternativas para a produção de energia, visando, pelo menos, a diminuição da utilização de combustíveis fósseis, substituindo-os por fontes renováveis, assim, a produção de biomassa florestal se inclui neste panorama. Ainda segundo Oguri (2012), esta produção ocorria, primeiramente, através de florestas nativas porém, nos últimos tempos, a produção de biomassa florestal é proveniente de sistemas florestais plantados de curta rotação.

Segundo Gatto et al. (2011), para estimar a biomassa e a quantidade de carbono nas florestas, o estudo pode ser feito através da análise destrutiva, que seria um método direto no qual é necessário o abate da árvore, e os métodos indiretos ou não destrutivos, realizados por estimativa via modelagem ou por processamento digital de imagens de satélite.

Schumacher e Poggiani (1993) verificaram que as espécies *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana* tiveram em média um total de 90% de biomassa para as porções do tronco (casca + lenho), enquanto a porção da copa que envolve folhas e ramos, representou um total médio de apenas 10% da biomassa total nestas três espécies.

Para Assis et al. (1999), quando são utilizados espaçamentos mais adensados, isto pode ainda agravar os possíveis efeitos causados através do déficit hídrico e nutricional, gerando uma perda de relativa importância no potencial de crescimento dos indivíduos, na mortalidade e por fim ocasionando uma perda significativa na produção de biomassa.

Ainda segundo ASSIS, et al. (1999), após a obtenção dos valores da produção da biomassa foliar em diferentes idades do povoamento, identificou-se que a mesma tem uma curva ascendente até certa idade, quando atinge o pico de produção. Com o aumento da idade, a curva da produção relativa da biomassa foliar tende a cair.

Segundo Gatto et al. (2011), o estoque de carbono orgânico no compartimentos do eucalipto aumentam com o aumento da idade. Porém a biomassa e o estoque de carbono tendem a decrescer em idades mais avançadas.

Segundo Dallagnol et al. (2011), a fração folha de *E. grandis* foi a que apresentou maior teor de carbono com 51,29%, dentre *Pinus taeda*, *Araucaria angustifolia*, *Mimosa scabrella* e *Pupulus deltoides*.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Descrição da área e material de estudo

O estudo foi realizado no município de Dois Vizinhos-Paraná, localizado nas coordenadas centrais de 53°04'30" W e 25°44'35" S, tendo altitude média de 509 metros acima do nível do mar. Dois Vizinhos está localizado no 3° planalto paranaense, na mesorregião geográfica do Sudoeste do Paraná. Seu solo é classificado predominantemente como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

O clima do município é classificado como do tipo Cfa, segundo a classificação climática de Köppen, que significa subtropical com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, sem estação seca, com temperaturas medias anuais de 19° C e tendo uma pluviosidade média de 2025 mm anuais (IAPAR, 2008).

O presente trabalho foi efetuado na Unidade de Ensino e Pesquisa em Povoamentos Florestais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, com denominação de TUME (Teste de Uso Múltiplo de Eucalipto), implantada em dezembro de 2009, a qual no momento da coleta estava com 5 anos de idade.

No TUME foi feito uma subsolagem com subsolador de 5 hastes na linha de plantio, o plantio foi realizado respeitando um espaçamento de 3 metros entre linhas e 2 metros entre plantas, com 160 plantas por espécie, na área total foram implantadas 2560 mudas.

O TUME é constituído por 14 materiais genéticos, sendo espécies, clones ou híbridos, oriundos de mudas clonais da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga, SP, pertencente a ESALQ/USP. Os materiais genéticos são: *E. urophylla*, *E. pellita*, *E. camaldulensis*, *E. propinqua*, *E. exserta*, *E. citriodora* e *E. robusta*, os clones I-224, GFMO-27, H-13 (que são híbridos de *E. urophylla* com *E. grandis*) e *E. urophylla* clone floração, e híbridos *E. saligna* x *E. botryoides*, *E. pellita* x *E. tereticornis* e *E. grandis* x *E. urophylla*.

Este trabalho faz parte de um projeto maior no qual diversos aspectos destes diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp. implantados na área experimental da UTFPR são avaliados, com intuito de indicar quais são os melhores materiais

genéticos a serem cultivados na região sudoeste do Paraná. Tal projeto é denominado como “Programa de seleção de materiais genéticos em eucaliptocultura para o setor florestal/ madeireiro do Sudoeste do Paraná”.

5.2 Metodologia específica

Para o presente trabalho foram selecionados 10 dos 14 materiais genéticos presentes na área, tomando como base em um inventário florestal 100% ou censo florestal realizado em agosto de 2014. Nesse inventário, apresentaram melhor desenvolvimento, em DAP (diâmetro a altura do peito) e altura total, e menor taxa de mortalidade, ou seja, dando bons indicadores de melhor adaptabilidade à região Sudoeste do Paraná os seguintes materiais: *E. pellita*, *E. camaldulensis*, *E. propinqua*, clone I-224, clone GFMO-27, clone H-13, clone *E. urophylla* floração, híbrido *E. saligna* x *E. botryoides*, híbrido *E. pellita* x *tereticornis* e híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*.

Com o inventário 100% ou censo realizado na área, foram obtidas as variáveis de DAP (diâmetro à altura do peito), dois diâmetros de copa perpendiculares entre si, com trena métrica, e a altura total utilizando o hipsômetro vertex.

Posteriormente ao inventário, os dados de DAP foram separados em classes diamétricas, calculadas como: (DAP mínimo + amplitude das classes). Tal amplitude de classes foi calculada da seguinte forma: (DAP máximo – DAP mínimo) / 5. Com a separação das classes, foi feita a escolha de uma árvore com valor de DAP mais próximo do centro da classe, para que esta fosse cortada.

Após a realização do corte do indivíduo, foi efetuada a separação, sobre uma lona, de seus galhos e folhas, os quais tiveram aferidos seu peso úmido total na floresta com uso de balança de gancho digital com precisão de 0,1 kg. Após isso, foram retiradas sub-amostras, as quais também tiveram seu peso úmido aferido a campo, sendo então enviadas ao laboratório para secagem e determinação do teor de umidade e de carbono orgânico presente nestas.

O tronco de cada árvore cortada foi cubado rigorosamente utilizando a metodologia de Smalian, sendo obtidos dados de diâmetro do fuste e espessura da casca em diferentes posições do tronco, desde a base até a ponteira atingir o mínimo de 5 cm de diâmetro. Posteriormente a esse processo, foi feita a pesagem do tronco, este sendo dividido em várias secções e pesado quanto a seu peso úmido em balança de gancho digital, com capacidade de 300 kg e precisão de 0,1 kg.

Foram retirados discos com 5 cm de espessura na base, meio e topo do tronco, para obtenção da massa seca, desconsiderando a ponteira a partir de menos de 5 cm de diâmetro, a qual foi considerada como galho. Feito isto, a casca foi separada da madeira nos discos e ambos foram pesados com balança de precisão, também a campo, para posterior envio para laboratório.

Com a obtenção da biomassa úmida de cada fração das árvores, e a coleta e pesagem de sub amostrar destas, as mesmas foram colocadas para secar em estufa de secagem por ventilação forçada de ar, à 65°C, no laboratório de Silvicultura e Proteção Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos, até atingir peso constante. Posteriormente foi efetuada a pesagem das amostras com balança de precisão.

Após isso, as amostras foram moídas em moinho Willey com peneira de 30 *mesh*, visando a realização da análise química quanto ao teor de carbono orgânico em cada amostra.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos da UTFPR Campus Dois Vizinhos, através da metodologia de Yeomans e Bremner.

Após a obtenção dos dados de teor de carbono, estes foram analisados e correlacionados a dados de biomassa, os quais foram apresentados na monografia de Dorini Junior (2015), a qual quantificou a biomassa total, destes mesmos materiais genéticos.

Os dados de teor de carbono orgânico passaram por análise de variância e teste de médias, comparando as espécies e as frações, através de teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, no software Assistat versão 7.7. Com relação à quantidade de carbono, foi calculada a quantidade total por material genético e a sua distribuição relativa entre as frações dos indivíduos/ha.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que, com relação à fração folhas, teve-se um teor médio geral de 433,2 g kg⁻¹ de carbono em sua composição (Tabela 1). O material que se destacou com maior teor de carbono em sua composição foliar foi o clone GFMO-27, apresentando 486,67 g kg⁻¹. Já o material que teve menor porcentagem de carbono foi o *E. propinqua*, com 357,97 g kg⁻¹.

Com relação a fração madeira, teve-se uma média geral de 46,82 g kg⁻¹, o material com maior teor de carbono foi o *E. pellita* (478,95 g kg⁻¹) e o com menor teor foi o híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* com 456,66 g kg⁻¹.

A fração casca apresentou uma média geral de 430,7 g kg⁻¹, tendo como material com maior teor de carbono o híbrido de *E. pellita* x *E. tereticornis* e o menor teor obtido foi do híbrido *E. saligna* x *E. botryoides*, com 412,9 g kg⁻¹.

Os galhos apresentaram um teor médio geral de carbono orgânico de 437,8 g kg⁻¹. O material que possui o maior teor foi o *E. camaldulensis*, com 465,85 g kg⁻¹. Já o material com menor expressão foi o híbrido *E. saligna* x *E. botryoides*, com 389,16 g kg⁻¹ apenas.

Segundo Dallagnol et al. (2011), a fração folha de *Eucalyptus grandis* com idades entre 8 e 20 anos teve um teor de carbono de 48,19 g kg⁻¹, na fração casca cerca de 39,46 g kg⁻¹, já na fração madeira 42,61 g kg⁻¹ e galho com 42,06 g kg⁻¹, dados parecidos com os obtidos deste trabalho com os materiais genéticos do mesmo gênero.

Fazendo uma relação entre os dados do teor de carbono em cada fração (Tabela 1) com os valores de biomassa seca, obtidos no estudo feito por Dorini Jr. (2015) na mesma área e na mesma idade desse estudo (Tabela 2), nota-se que o material genético que tem maior potencial de sequestro de carbono em todas as frações, foi o híbrido de *E. pellita* x *E. tereticornis* (Tabela 3), sendo 6,55 Mg ha⁻¹ de carbono por hectare na fração folha, na madeira 66,41 Mg ha⁻¹, nos galhos de 15,68 Mg ha⁻¹ e na casca 11,31 Mg ha⁻¹ de carbono. Sendo assim, possui um estoque total de cerca de 99,95 Mg ha⁻¹ de carbono.

Tabela 01 - Biomassa seca (Mg ha⁻¹) em plantação de *Eucalyptus* sp., plantados em Dois Vizinhos-PR, aos 5 anos de idade. 2014.

Material/Fração	Folha (Mg ha ⁻¹)	Madeira (Mg ha ⁻¹)	Casca (Mg ha ⁻¹)	Galho (Mg ha ⁻¹)	Total (Mg ha ⁻¹)
<i>E. camaldulensis</i>	5,4	79,8	12,2	8,6	79,8
<i>E. pellita</i>	10,0	92,8	19,7	16,6	139,1
Clone Floração	3,1	43,2	7,4	9,1	62,8
<i>E. uro</i> x <i>E. grand</i>	10,3	88,5	14,6	11,1	124,6
Clone H-13	10,4	134,9	18,8	14,8	178,9
Clone GFMO-27	7,5	124,4	15,8	11,9	159,7
<i>E. propinqua</i>	6,5	94,5	15,1	16,6	132,7
Clone I-224	5,8	90,9	14,2	23,1	134,0
<i>E. sl</i> x <i>E. bot</i>	3,1	68,2	10,2	18,1	99,6
<i>E. pel</i> x <i>E. ter</i>	15,2	140,3	25,1	34,4	215
Média	7,7	93,1	15,3	16,4	132,6

Fonte: Dorini Junior (2015).

Tabela 02 – Teor de carbono orgânico (g kg⁻¹) na biomassa de diferentes materiais genéticos de eucalipto em Dois Vizinhos-PR aos 5 anos de idade. 2016.

Material/Fração	Folha (g kg ⁻¹)	Madeira (g kg ⁻¹)	Casca (g kg ⁻¹)	Galho (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)
<i>E. camaldulensis</i>	449,5 c	465,0 b	429,6 d	465,9 a	452,5
<i>E. pellita</i>	465,2 b	479,0 a	433,2 c	453,2 a	457,6
Clone Floração	426,7 d	459,8 b	443,5 b	459,5 a	447,4
<i>E. uro</i> x <i>E. grand</i>	417,7 d	456,7 b	425,0 d	458,9 a	439,6
Clone H-13	432,5 d	478,3 a	440,1 c	417,4 b	442,1
Clone GFMO-27	486,7 a	470,0 a	437,4 c	454,7 a	462,2
<i>E. propinqua</i>	358,0 e	463,5 b	418,4 e	394,3 c	408,5
Clone I-224	438,38 c	470,28 a	416,3 e	417,4 b	435,6
<i>E. sal.</i> x <i>E. bot.</i>	425,1 d	466,9 b	412,9 e	389,2 c	423,5
<i>E. pel.</i> x <i>E. ter.</i>	431,3 d	473,4 a	450,7 a	468,0 a	455,8
Média geral	433.11	468.27	430.71	437.85	442,48

Verificou-se que os teores de carbono obtidos no presente trabalho na biomassa florestal para as frações, folhas, madeira, casca e galhos em termos de porcentagem foram de 43,3%; 46,8%; 43% e 43,7% respectivamente. Silva et al, (2015) estudando o teor de carbono na biomassa aérea de plantações comerciais de *Eucalyptus* sp. verificou para os compartimentos folha, madeira, casca e galho os seguintes teores, 52,4%; 50,6%; 47,9% e 52,5% respectivamente.

Silva et al, (2014) encontrou dados de teores de carbono para *Eucalyptus saligna* nos seguintes compartimentos casca (39,99%), folha (48,19%), galho (42,39%) e madeira (43,35%), nossa base de dados para o material híbrido *E.*

saligna x *E. botryoides* teve os seguintes teores casca (41,3%), folha (42,5%), galho (38,9%) e madeira (46,7%).

Tabela 03 – Teor de carbono (Mg ha^{-1}) em plantação de *Eucalyptus* sp., plantados em Dois Vizinhos-PR, aos 5 anos de idade. 2014.

Material/Fração	Folha (Mg ha^{-1})	Madeira (Mg ha^{-1})	Casca (Mg ha^{-1})	Galho (Mg ha^{-1})	Total (Mg ha^{-1})
<i>E. camaldulensis</i>	2,67	24,87	5,23	3,99	36,76
<i>E. pellita</i>	4,65	44,44	8,53	7,52	65,14
Clone Floração	1,32	19,86	3,28	4,18	28,64
<i>E. uro</i> x <i>E. grand</i>	4,30	40,41	6,20	5,09	56,00
Clone H-13	4,49	64,52	8,27	6,17	83,45
Clone GFMO-27	3,65	58,46	6,91	5,41	74,43
<i>E. propinqua</i>	2,32	43,79	6,31	6,54	58,96
Clone I-224	2,54	42,74	5,91	9,64	60,83
<i>E. sal</i> x <i>E. bot</i>	1,31	31,84	4,21	7,04	44,4
<i>E. pel</i> x <i>E. ter</i>	6,55	66,41	11,31	15,68	99,95
Média geral	3,38	43,73	6,61	7,12	60,85

Podemos também observar que na fração folha o menor estoque de carbono foi do híbrido *E. saligna* x *E. botryoides* com apenas $1,31 \text{ Mg ha}^{-1}$ de carbono. Logo na fração madeira e casca, a menor representatividade foi do Clone Floração, o qual teve $19,86 \text{ (Mg ha}^{-1}\text{)}$ de carbono estocado na fração madeira e $3,28 \text{ Mg ha}^{-1}$ na fração casca. Agora na fração galho, o menor estoque de carbono foi do *E. camaldulensis*, com $3,99 \text{ Mg ha}^{-1}$ de carbono. Dentre todos as frações estudadas, a que mais possui estoque de carbono é a fração madeira, causa da maior produção de biomassa.

Os valores de carbono estocado na fração madeira do híbrido de *E. pellita* x *E. tereticornis* de $66,41 \text{ Mg ha}^{-1}$ do presente trabalho estão próximos aos de Gatto et al. (2011), onde encontraram valores de $75,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ estocado no lenho, no sítio de melhor qualidade na região de Sabinópolis – MG, aos 6 anos de idade.

Com base nos dados dendrométricos (Tabela 4), pode-se afirmar que apesar do Clone H-13 ser o mais expressivo em Diâmetro a altura do peito, Altura, Volume e Incremento médio anual, este não é igualmente significativo quanto ao teor de carbono em sua composição e no estoque total de carbono.

Confirmando os dados de Gatto et al. (2011) e Silva et al. (2015) neste trabalho, como já constatado, o lenho (madeira), como o componente que teve mais carbono estocado com relação a biomassa.

Tabela 04 - Características dendrométricas de cada material genético de *Eucalyptus* sp., plantados em Dois Vizinhos-PR, aos 5 anos de idade. 2014.

Material genético	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	IMA (m ³ ha ⁻¹ ano)	Nº árvore (ha)
<i>E. camaldulensis</i>	14,6	14,6	95,8	19,2	958
<i>E. pellita</i>	13,3	14,6	176,5	35,3	948
Clone Floração	21,7	19,1	75,5	15,1	400
<i>E. uro x E. grand</i>	18,5	18,5	222,5	44,5	1542
Clone H-13	24,6	24,4	312,5	62,5	625
Clone GFMO-27	19,6	19,6	270,8	54,2	792
<i>E. propinqua</i>	17,6	18,3	231,9	46,4	958
Clone I-224	20,1	18,8	210,6	42,1	819
<i>E. sal x E. bot</i>	18,9	20,5	39,4	39,4	719
<i>E. pel x E. ter</i>	14,0	14,5	298,3	59,6	1583

Legenda: Diâmetro Altura do Peito (DAP), Incremento Médio Anual (IMA).

Fonte: Dorini Junior (2015).

Já o híbrido de *E. pellita x E. tereticornis* tem baixos valores de DAP e Altura, porém isto é compensado na alta densidade de indivíduos por hectare, fazendo com que seu volume se aproxime do Clone H-13, mostrando que sua qualidade genética para o sequestro de carbono é melhor, pois com menor volume apresenta maiores valores de teor de carbono e estoque de carbono.

Isto também pode ser observado no híbrido de *E. saligna x E. botryoides*, este possui o menor volume dentre os demais e não necessariamente tem os menores teores de carbono, nem o menor estoque o qual se mostrou intermediário, o que indica que tal material não teve uma boa adaptabilidade a região, porém em outras regiões em que se adapte bem pode vir a apresentar bons valores de sequestro de carbono. Pode-se observar que os teores de carbono diferenciam significativamente, por frações, tanto por espécies, assim mostrando a necessidade de usar teores específicos quando for necessário fazer estimativas sobre o estoque de carbono.

Com base nos teores de carbono orgânico obtidos, podemos observar que o material genético que mais se sobressaiu com relação ao sequestro de carbono em 5 anos do plantio experimental, foi o híbrido de *E. pellita x E. Tereticornis*, o qual por consequência de ter maior quantidade de biomassa seca, tem maiores valores de

carbono que os demais, apesar deste não ser o material com maior porcentagem de teor de carbono total na parte aérea, que foi o Clone GFMO – 27.

Com a relação dos dados obtidos neste trabalho com os obtidos por Dorini Jr. (2015), afirma-se que o volume é de alta significância para a determinação dos valores de estoque de carbono, porém não é o fator determinante, pois teve-se menores valores de volume com maior estoque de carbono, assim determinando que a qualidade genética dos materiais é de suma importância para o sequestro de carbono.

7.CONCLUSÃO

Os melhores teores de carbono orgânico dos diversos materiais genéticos conforme suas frações:

- Folha: Clone GFMO-27, *E. pellita*, *E. camaldulensis*;
- Madeira: *E. pellita*, Clone H-13, *E. pel. x E. ter*;
- Casca: *E. pel. x E. ter*, Clone Floração, Clone H-13;
- Galho: *E. pel. x E. ter*, *E. camaldulensis*, Clone Floração.

A partir da relação entre o teor de carbono e a quantidade de biomassa na parte aérea tem-se os melhores valores de carbono estocado.

- *E. pel. x E. ter* (99,95 Mg ha⁻¹), Clone H-13 (83,45 Mg ha⁻¹) e o Clone GFMO-27 (74,43 Mg ha⁻¹).

Os melhores materiais genéticos para a finalidade de sequestro de carbono no sudoeste do paraná, são: o híbrido de *E. pellita x E. Tereticornis*, o Clone GFMO – 27 e o Clone H13.

8. REFERÊNCIAS

Almeida, R R. **Potencial da madeira de clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* para a produção de lâminas e manufaturas de painéis compensado**. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/USP – Piracicaba. 2002.

Assis, R L, Ferreira; M M, Morais E J; Fernandes L A. Produção de biomassa de *Eucalyptus urophylla* S.T Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.23, n.2, p.151-156, 1999.

BELTRAME, R; BISOGNIN, D A; MATTOS, B D; CARGNELUTTI FILHO, A; HASELEIN, C R; GATTO, D A; SANTOS, G A. Desempenho silvicultural e seleção precoce de clones de híbridos de eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.6, p.791-796, 2012.

BENATTI, B P, **Compartimentalização de biomassa e de nutrientes em estruturas de plantas de eucalipto cultivadas em solos distintos**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras – MG, 2013.

BERGER, R; SCHNEIDER, P R; FINGER, C A G; HASEILEN C R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, v.12, p.75-87, 2002.

DALLAGNOL F S; MOGNON F; SANQUETTA C R; CORTE A P D. Teores de Carbono de Cinco Espécies Florestais e seus Compartimentos. **Revista Floresta e Ambiente**, v.18(4), p.410-416, 2011.

DORINI JUNIOR J. **Produção de biomassa em diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus* sp.** Dissertação (Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2015.

FERNANDES T J G; SOARES C P B; JACOVINE L A G; ALVARENGA P. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea* sp, aos 12 anos de idade, na zona da mata mineira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.657-665, 2007.

GATTO; BARROS N F; NOVAIS R F; SILVA I R; LEITE H G; VILLANI E M A. Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na região centro-leste do estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.4, p.895-905, 2011.

HIGASHI E N; SILVEIRA R L V A; GONÇALVES A N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. **CIRCULAR TÉCNICA IPEF** n. 192, Outubro de 2000.

IBÁ, INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório ibá 2015**. Disponível em: <http://www.iba.org/pt/>. Acessado em: 24 de setembro de 2015.

IPAM, INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZONIA. **Mercado de Carbono**. Disponível em: <http://www.ipam.org.br/saiba-mais/O-que-e-e-como-funciona-o-Mercado-de-Carbono-/4>. Acessado em 17 de novembro de 2015.

IPEF, INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS. **História do Eucalyptus no Brasil**. Disponível em: http://www.ipef.br/eventos/2009/eucaliptocultura/03_Euca2009_Historico.pdf. Acessado em: 26 de setembro de 2015.

MAY, P. H; BOHRER, C. B; TANIZAKI, K; DUBOIS, J. C. L; LANDY M. P. M; CAMPAGNANI S; OLIVEIRA NETO S. N; VINHA V. G.: Sistemas Agroflorestais e Reflorestamento para Captura de Carbono e Geração de Renda, disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa2/Sistemas_Agroflorestais_e_Carbono.pdf, acessado em: 30 de outubro de 2015.

MORA A L; GARCIA C H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. Disponível em: http://www.ipef.br/publicacoes/a_cultura_do_eucalipto_no_Brasil/. Acesso em: 01 outubro de 2015. **Revista Árvore**, vol.32 no.6 Viçosa. 2008.

OLIVEIRA, S N; REIS, G G; REIS, M G F; NEVES, J C L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, 2003, p.15-23.

ODA S; MENCK A L M; FEDDERSEN JÚNIOR A. Correlação entre variação morfológica e densidade básica em híbridos de *Eucalyptus* spp. **Trabalho de pesquisas/ Research paper**. Itapetininga (SP), IPEF n.48/49, p.77-86, 1995.

OGURI G, **Correlação entre biomassa e nutrientes de galhos e folhas em um plantio adensado de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla***. Dissertação (mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Botucatu – SP, 2012.

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**, v.30, n.3, 2006 p.411-420.

QUÉNO L R M. **Viabilidade econômica da produção de biomassa de eucalipto e de capim elefante para energia**. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

REIS, M G F; KIMMINS, J P; REZENDE, G C; BARROS, N F. Acúmulo de biomassa em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, v.9, n. 2, 1985, p 149-162.

SANTANA R C; DE BARROS N F; LEITE H G; COMERFORD N B; DE NOVAIS R F. Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, vol.32 n.4, Viçosa – MG, 2008.

SCHUMACHER, M V; POGGIANI, F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, plantados em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, v.3, n.1, 1993, p. 21-34.

SEREGHETTI G C, **Biomassa inicial do Híbrido *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis* em diferentes espaçamentos**. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Botucatu – SP, 2012.

Silva, A, S; Corte, A, P, D; Sanquetta, C, R; Rodrigues, A, L; Barreto, T, G. Teores de carbono médios para compartimentos e espécies florestais. **Enciclopédia Biosfera**, centro científico conhecer, v. 10, n. 19, Goiânia- GO, 2014.

Silva, C, A; Klauberg, C; Carvalho, S, P, C; Piccolo, M, C; Rodriguez, L, C E. Estoque de carbono na biomassa aérea florestal em plantações comerciais de *Eucalyptus* spp. **Scientia Forestalis**, v 43, n. 105, p, 135-146, 2015.

SILVA P H M. Sistemas de propagação de mudas essências florestais. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**. Disponível em file:///C:/Users/augusto/Desktop/TCC/artigos/Instituto%20de%20Pesquisas%20e%20Estudos%20Florestais%20IPEF.html. Acessado em: 29 de setembro de 2015.

SILVA R F; SOARES C P B; JACOVINE L A G; SILVA M L; LEITE H G; SILVA G F. Projeção do estoque de carbono e análise da geração de créditos em povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, vol.32 n.6, Viçosa - MG. 2008.

SOARES, C P B; OLIVEIRA, M L R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.533-539, 2002.

SOARES, C, P, B; LEITE, G; GORGENS, E B. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.711-718, 2005.

TOPPA E V B. **Análise comparativa da produtividade de híbridos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) obtidos por meio da hibridação convencional e do método dos híbridos crípticos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-graduação em Agronomia. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu. 2011.

WOLF R; BARBOSA F R G M; SILVA L F; PADOVAN M P; Sistemas agroflorestais: potencial para sequestro de carbono e produção de outros serviços ambientais. **Em: Seminário de agroecologia de Mato Grosso do Sul**. 2012. Glória de Dourados – MS, disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/68494/1/093-Sistemas-agroflorestais-potencial-para-sequestro-de-carbono.pdf>, acessado em 28 de setembro de 2015.

YEOMANS, A.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**. v. 19. p. 1467-1476. 1988.