

Estimativa dos Parâmetros Biomassa e Carbono da
Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil

Francieli de Fatima Missio ^{a*}, Solon Jonas Longhi^b, Raquel de Oliveira Bueno^a

^a DABIC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Carolo, Campo Mourão – PR.

^b UFSM, Universidade Federal de Santa Maria. v. Roraima nº 1000, Cidade Universitária Bairro - Camobi, Santa Maria – RS.

***Autor correspondente:** Doutora; francielimissio@gmail.com

Data de submissão: 30-04-2022

Data de aceite: 29-06-2022

Data de publicação: 15-07-2022



10.51161/editoraime/108/58



RESUMO

Introdução: As florestas são consideradas importantes para a conservação ambiental, principalmente como sumidouros de carbono. Compreender o funcionamento das florestas é de suma importância para estabelecer programas de mitigação do efeito estufa. **Objetivo:** Nesse sentido o presente trabalho objetivou quantificar o estoque de carbono e biomassa em um trecho de floresta secundária. **Material e métodos:** Para isso, foi obtido, do levantamento florístico e fitossociológico, as espécies com maior valor de importância e utilizados o DAP e altura. Variáveis alométricas para o cálculo do volume total. Para cada espécie foi obtido a densidade básica da madeira. O estoque de carbono foi determinado pela multiplicação da biomassa por 0,5. E o carbono convertido em CO₂ multiplicado por 3,67. **Resultado e discussão:** Esse estudo demonstrou que a vegetação secundária apresentou biomassa acima do solo equivalente a uma floresta resiliente. E que seu estoque de carbono, principalmente para as espécies *Nectandra lanceolata*, *Hovenia dulcis*, *Casearia sivestris* e *Cupania vernalis* foram as que mais se destacaram em valor. No entanto, destaca-se que a ocorrência da espécie exótica invasora mesmo estocando carbono, sobrepõem a ocorrência de outras espécies nativas. **Conclusão:** Todas as espécies nativas utilizadas nesse estudo contribuem em serviços ecossistêmicos, sendo possível verificar as que mais estocam carbono, sendo importantes para programas de restauração.

Palavras-chave: valor de importância; resiliência; floresta secundária.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças na estrutura das florestas aceleram os efeitos de perda da biodiversidade, produtividade primária, dos processos ecológicos e funções microclimáticas, tais como, estoque de carbono e biomassa. Segundo Pan *et al.* (2011), afirma que 55 % do estoque de carbono está nas florestas tropicais e o efeito da fragmentação ocasiona uma perda de carbono equivalente a 0,34 gtc/ano. Ainda de acordo com Chazdon (2016), as florestas tropicais são transformadas desde as primeiras sociedades caçadoras até o desenvolvimento da agricultura, que por sua vez, as florestas primárias já são dificilmente conservadas, e, atualmente, as florestas secundárias tornam-se as florestas maduras no futuro. Informações quanto à conservação das florestas, na redução do desmatamento significa mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Principalmente, porque as florestas apresentam papel fundamental no sequestro de carbono. Esse que refere-se ao processo em que o CO₂ do ar é fixado na biomassa como material lenhoso.

Um estudo realizado por Paula *et al.* (2011), mostrou que fragmentos de Floresta Atlântica apresentaram estoque de carbono equivalente a 42,1 t. ha (toneladas/hectare) e 579,01 t.ha, em diferentes compartimentos da borda e interior. Demais pesquisas têm relatado a fixação de carbono em florestas nativas do Bioma Mata Atlântica (MARCHIORI *et al.*, 2016, OLIVEIRA *et al.*, 2016) principalmente aos programas voltados à restauração dos ecossistemas (MELO e DURIGAN, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2010). Inclusive, o sequestro de carbono florestal foi lançado como meta na redução do efeito estufa na convenção do clima da ONU, bem como o mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto, onde os países corroboram com o compromisso de diminuir as mudanças climáticas.

Ainda são incipientes os estudos em quantificação da biomassa e estoque de carbono para as florestas brasileiras, demonstrando a necessidade de mais pesquisas voltadas ao conhecimento dos serviços ecossistêmicos que as mesmas desempenham. Para isso, além dos estudos florísticos ou fitossociológicos e monitoramento da dinâmica de uma comunidade arbórea, é necessário incluir outros fatores que caracterizam a performance da composição e formação dessas áreas. O estoque de carbono, por exemplo, expressa uma das variáveis de quantificação do estoque das florestas, compondo o conjunto com o volume de madeira e biomassa.

Para apresentar o estoque de carbono de uma floresta, utiliza-se de processos indiretos como as relações alométricas dos indivíduos entre diâmetro e altura, utilizados em equações ajustadas para os volumes. Esses que representam o volume total da árvore, multiplicado pela densidade básica da madeira somam a biomassa. Essa, por sua vez, segundo Sanquetta (2002) é toda massa existente na floresta, tanto da parte acima do solo como as raízes.

Nesse sentido, quantificar a biomassa florestal e o estoque de carbono inclui inúmeras

técnicas que possibilitam informações quanto os processos dinâmicos de uma floresta. Além do mais, as florestas nativas abrigam grande parte da biodiversidade e são consideradas peças chaves para o desenvolvimento sustentável.

Com base no que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo estimar os valores desses dois parâmetros e assim contribuir para maiores conhecimentos das florestas secundárias no estado do Rio Grande Sul. Salientando-se que ainda são poucos os estudos com esse enfoque em áreas de Floresta Estacional Decidual.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área do respectivo estudo está localizada nas coordenadas 29°35'19.19"S e 53°21'47.63"O, região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, no município de Dona Francisca. Foi selecionado um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, com área total de 7 ha. O trecho florestal está inserido numa matriz agrícola e pecuária, onde a direita tem-se o cultivo de soja, à esquerda a fumicultura e a criação de gado em pequena escala. A vegetação é considerada secundária, uma vez que houve o corte raso em anos anteriores para atividade de agricultura convencional.

O clima da região é classificado como Subtropical úmido (Cfa), com duas estações do ano bem definidas e chuvas igualmente distribuídas durante todos os meses do ano (Alvares *et al.*, 2013).

A região possui classificação geomorfológica, segundo Robaina *et al.* (2011), como Rebordo do Planalto Meridional em que observou-se um tipo de compartimento geomórfico, caracterizado como encosta. Os solos, por sua vez, são caracterizados como Neossolos, Nitossolos, Argissolos, Cambissolos, Luvisolos (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

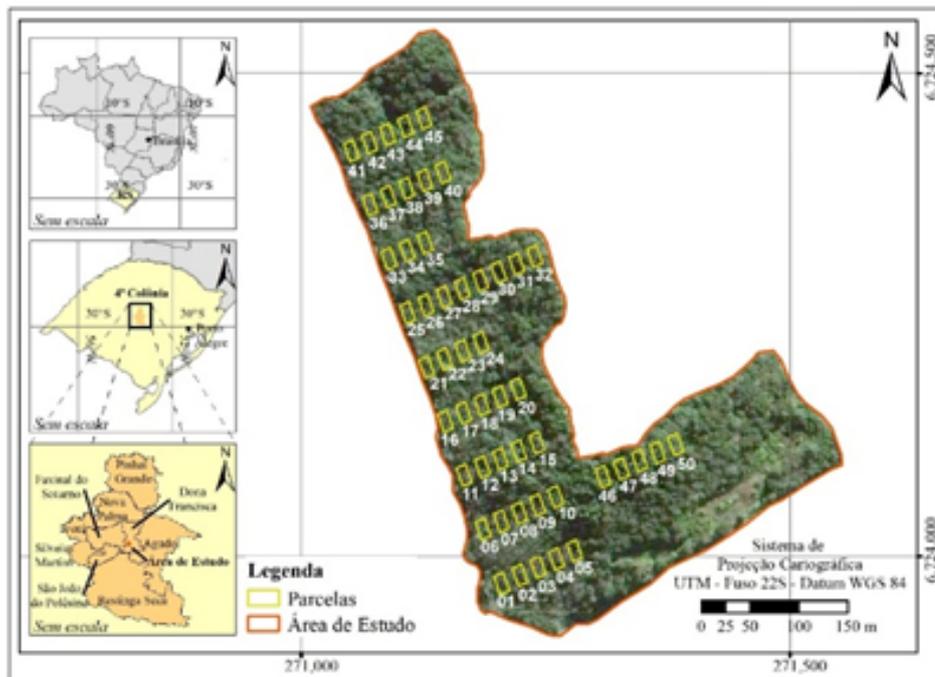
A amostragem da vegetação foi realizada pelo procedimento de área fixa sistemática (Figura 01). Onde instalou-se 50 parcelas, 10 m x 20 m (200 m²), distanciadas 40 m entre si em 10 faixas. A área amostral totalizou 1 ha. Em cada parcela foram obtidas a circunferência (CAP a 1,30 m do solo, superior ou igual a 15,7 cm), e altura dos indivíduos arbóreos adultos. As espécies foram identificadas a nível de família, seguindo a classificação Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016). Nesse processo ocorreu o procedimento do levantamento florístico e fitossociológico (MISSIO *et al.*, 2021).

Por meio da tabela com dados da estrutura horizontal da vegetação, selecionou-se as espécies com maiores VI (Valor de Importância) da comunidade arbórea e seus respectivos DAP (Diâmetro a altura do peito) e altura. Posteriormente, calculou-se os volumes por espécie (VTCC, VFCC, VFSC, VFCasca, VGCC, VGcasca, VGSC), utilizando a metodologia proposta para vegetação secundária (CETEC, 2005). O VTCC foi considerado o volume total para cada espécie (Vha), os demais foram utilizados para comparação quanto à dependência da casca ou sem casca.

De posse dos volumes, fez-se a revisão bibliográfica para obter a densidade básica das espécies selecionadas. As referências utilizadas foram: Missio *et al.* (2017); Chave *et al.* (2009);

Zane *et al.* (2009). O cálculo da biomassa foi realizado pela multiplicação entre o volume e a densidade da madeira de cada espécie.

Figura 1. Localização da área de estudo e disposição das 50 parcelas em 10 faixas paralelas no trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil.



Quanto ao estoque de Carbono adotou-se a biomassa contendo média de 50 % de massa carbono de cada espécie, multiplicando a mesma por 0,5 (BROWN *et al.* 1986; RIBEIRO *et al.*, 2010). O valor de carbono foi convertido em CO₂ pela multiplicação por 3,67, que é o fator de conversão dado pela proporção da massa do CO₂ pela massa de carbono (BROWN *et al.*, 1986; ORTIZ, 1997). Ambos passaram por transformação *log* para torna-se a distribuição normal, reduzindo o efeito viés.

Visando comparar a importância das espécies selecionadas com os parâmetros relativos do cálculo do VI (DR; DoR; FR), optou-se por incluir o Carbono relativo no cálculo do índice modificado o VIA (valor de importância ampliado). Ambos foram comparados para verificar o efeito dessa variável na importância quanto ao *ranking* de ordem das espécies.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022), utilizando o pacote Ggplot2 e respectivas funções.

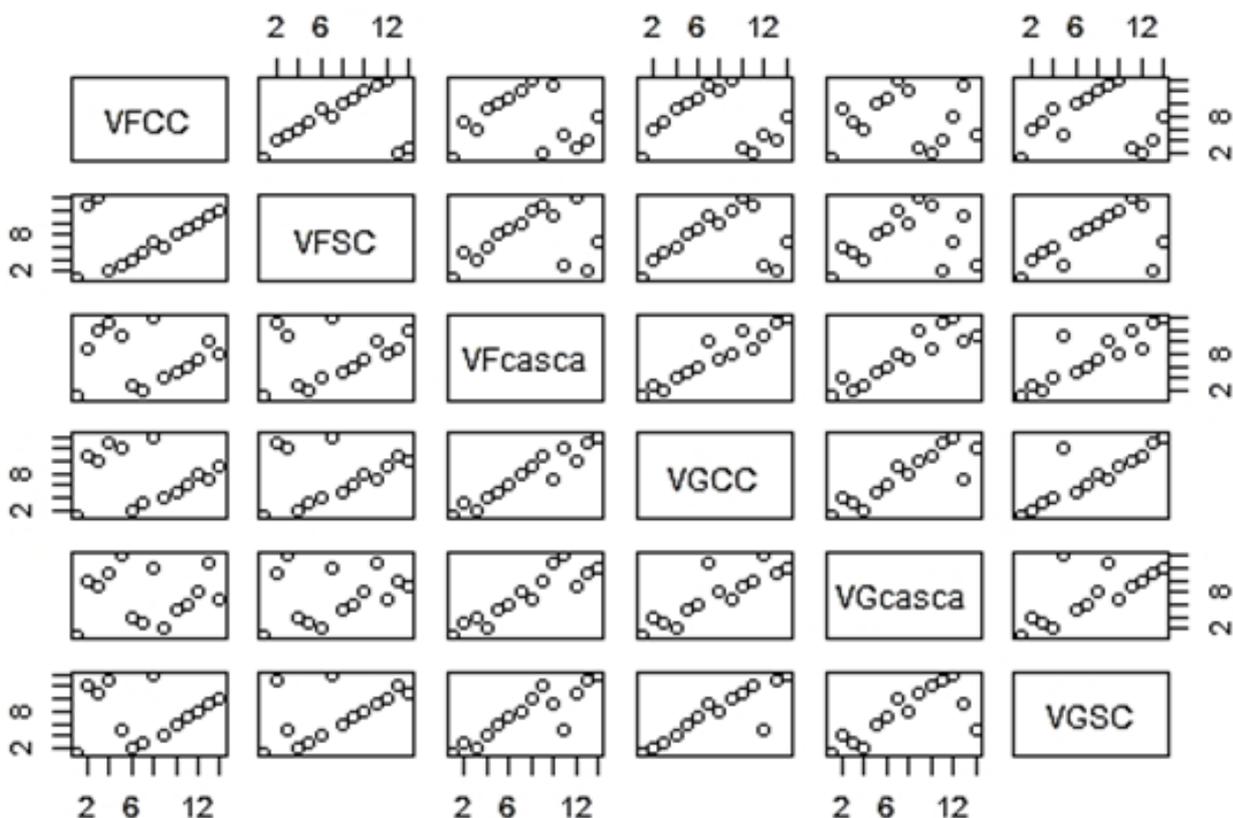
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionadas as 14 espécies arbóreas com maior valor de importância do trecho de FESD, as quais totalizaram 77 % do índice. Em ordem decrescente do valor VI foram: *Casearia sylvestris* Sw., *Nectandra lanceolata* Nees, *Cupania vernalis* Cambess., *Guarea*

macrophylla Vahl, *Hovenia dulcis* Thunb., *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Machaerium paraguariense* Hassl., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Allophylus edulis* (A.St-Hil.et.al.) Hieron. ex Niederl., *Cedrela fissilis* Vell., *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., *Inga marginata* Willd. Em Missio et al. (2021), as espécies mais importantes estão distribuídas de forma homogênea do trecho florestal e ocorrem na maioria das parcelas com 50 % de observação.

Os volumes observados para as espécies apresentam magnitude de variação para VFCC, VFSC e VFcasca (Figura 02). O volume dos galhos com e sem casca estimados e com menor amplitude de variação podem estar relacionados pelas menores circunferências quando comparado ao diâmetro do fuste. Por via de regra, acredita-se que o fuste e galho tende a ter uma relação oposta em diâmetro. Até mesmo porque a relação H/D (altura, diâmetro) é uma das características ecológicas para suporte dos galhos que foram a copa de uma árvore. O volume do fuste com e sem casca, se obtido a 1,30 m do solo por exemplo, apresenta maior variação por constituir material do xilema secundário senil do que quando comparado a de um galho em fase de crescimento.

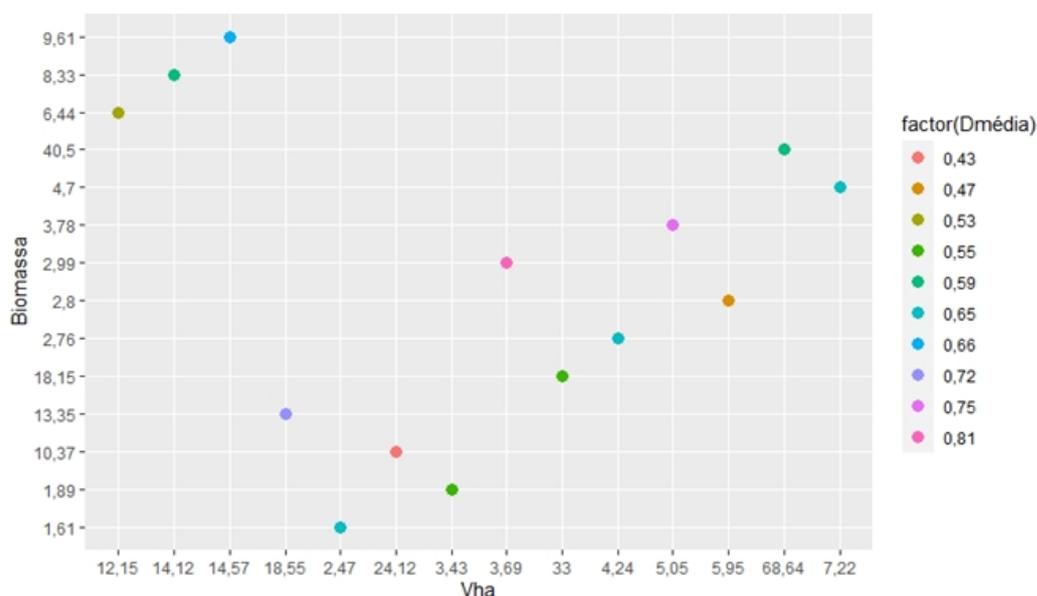
Figura 2. Volumes da parte aérea estimados para as espécies com maior VI em um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil



Em que: VFCC= volume do fuste com casca; VFSC= volume do fuste sem casca; VFcasca = volume da casca do fuste; VGCC= volume do galho com casca; VGcasca= volume da casca do galho; VGSC=volume do galho sem casca.

O volume total em 1 ha de área amostral foi de 217,20 m³, verificado pelo somatório do eixo horizontal (Figura 03). Amaro *et al.*, (2010), verificou que na floresta de seu estudo obteve-se volume de 281,51 m³/ha em 15 parcelas com área amostral de 1,5 ha. Ribas (2001), por sua vez encontrou valor estimado em 155,65 m³/ha. A espécie com maior Vha foi *Nectandra lanceolata* (68,64 m³), seguida da *Hovenia dulvis* (33 m³). O menor valor foi verificado em *Allophylus edulis* (7,4 m³). Esses valores estão diretamente relacionados com o DAP e altura, utilizados para estimativa de volume total. Sendo, observado que a *Nectandra lanceolata* com DAP médio igual a 22 cm apresentou grande amplitude em seus diâmetros, variando de no mínimo 6 cm a máxima com 51 cm. Da mesma forma *Hovenia dulvis* com 20 cm em DAP médio, com mínimo e máxima de 5 cm a 48 cm. O oposto é observado para *Allophylus edulis*, o qual apresentou diâmetro médio de 8 cm e amplitude de variação entre 4 cm a 16 cm. Outras espécies com valores intermediários foram *Ocotea puberula* (24,12 m³), *Casearia silvetris* (18,55 m³), *Cupania vernalis* (14,57 m³), *Nectandra megapotâmica* (14,2 m³) e *Cabralea canjerana* (12,15 m³).

Figura 3. Relação da biomassa e volume total das espécies arbóreas de maior importância de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil



Em que: Vha (volume total em ha, VTCC); biomassa em t.ha; Dmédia (densidade média da madeira, g.cm³).

Ainda na mesma figura, é possível verificar os valores de biomassa, eixo vertical, apresentando um total de 127,27 t.ha., em um 1 ha de Floresta Estacional Semidecidual. Ribeiro *et al.*, (2010) estimou o valor médio da biomassa em uma área de Floresta Estacional Semidecidual em 38,99 t.ha. A área em questão apresenta-se como secundária e ainda antropizada com circulação de bovinos. A do respectivo estudo, passou por processo de

antropização mas atualmente possui cercamento que minimiza os efeitos antrópicos. A área de Ribeiro *et al.*, (2010) possui 30 anos de restabelecimento da vegetação. Já essa aqui estima-se 50 anos de abandono e início do processo de sucessão. Amaro *et al.*, (2013), também em Floresta Estacional Semidecidual encontrou valor maior em biomassa (227,40 t.ha) e Sanquetta *et al.* (2002) em Floresta Ombrófila Mista no Paraná com 238,6 t.ha. Azevedo *et al.*, (2018) em vegetação nativa, biomassa equivalente do componente arbóreo com 266,76 t. ha. Considerando esses valores, pode se dizer que a área de floresta mesmo com histórico de antropização e processo de regeneração apresenta estoque de biomassa condizente com a de outros estudos. Inclusive, resultados próximos foram verificados por Araújo, Moreira e Neves (2020) em áreas de vegetação secundária, com respectivos valores: 155,75 t.ha; 151,85 t.ha e 60,31 t. ha.

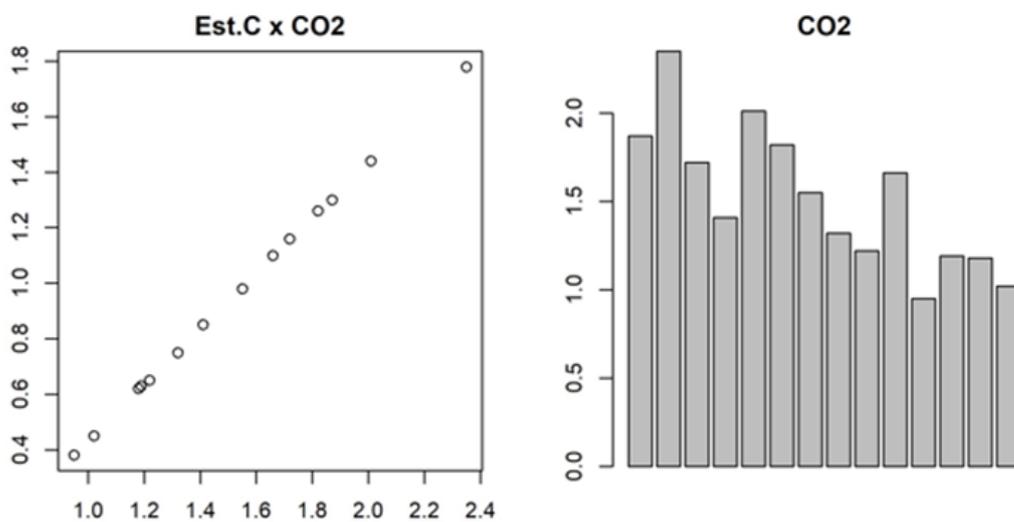
As espécies com maiores biomassa acima do solo foram *Nectandra lanceolata* (40,5 t.), *Hovenia dulcis* (18,14 t.), *Casearia silvestris* (13,35 t.) e *Ocotea puberula* (10,37 t.). As três primeiras espécies apresentaram maiores valores de volume total e com densidade acima de 0,5 g.cm³. Já para a *Casearia silvestris* por apresentar densidade da madeira alta (0,72 g.cm³) quando multiplicada pelo volume total apresentou maior valor em biomassa, comparada a *Nectandra megapôtamica*, por exemplo, com volume total de 14,12 m³ e densidade da madeira 0,59 g.cm³ (biomassa em valor de 8,32 t.). Só essas quatro espécies somam mais 82,37 t. de biomassa, ao passo que as demais 42,13 t. *Casearia silvestris* é a que apresenta na área a maior abundância, com 505 indivíduos, seguido de *Nectandra lanceolata* (170 indivíduos). Fato esse que contribui para estarem entre as de maior valor em biomassa, uma vez que ocupam mais de 50 % da área amostral. *Hovenia dulcis* é considerada uma espécie exótica invasora que distribui-se amplamente pelo estado do RS, principalmente em áreas antropizadas. O seu valor de biomassa representa a sobreposição de nicho, onde as espécies nativas não conseguem alocar-se pela área, devido principalmente aos efeitos alelopáticos da exótica. *Ocotea puberula*, por sua vez, é a que apresenta indivíduos de maiores diâmetros e altura média de 15 cm, geralmente são que apresentam copa ampla, tendo maiores volumes acima do solo e conseqüentemente maior biomassa.

Azevedo *et al.*, (2018), estimou para *Cabralea canjerana* e *Apuleia leiocarpa*, valores de biomassa referente à 2,95 t. e 1,05 t., respectivamente. Aqui, ambas apresentaram valores diferentes como 6,44 t. e 2,75 t. O que difere de um estudo para outro é a quantidade de indivíduos amostrados e seu nível de inclusão. No primeiro, por exemplo, foram amostrados indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm. Já, no trecho florestal foram mensurados indivíduos com DAP ≥ 5 cm.

Quanto ao estoque de carbono e carbono convertido em CO₂, há uma relação linear de quanto maior o estoque de carbono, maior a captação de CO₂. A maioria das espécies destacaram-se em estoque de carbono, tendo uma variação convertida em *log* entre 0,4 a 1,33 t.ha. *Allophylus edulis*, *Inga marginata*, *Cedrela fissilis* e *Apuleia leiocarpa* apresentam valores mais baixos quando comparados as demais espécies, tanto para o carbono estocado

como para CO₂ (Figura 3). *Nectandra lanceolata*, *Hovenia dulcis*, *Casearia sivestris*, *Cupania vernalis* e *Nectandra megapotâmica* foram as que, para esse estudo, obtiveram maiores valores em captação de CO₂ (Figura 4). As demais apresentam representam entre 0,6 a 1,1 t. de gás carbônico. O total de carbono estocado na área foi de 63,64 t.ha e CO₂ com 233,54 t.ha. Gaspar *et al.*, (2014) encontrou uma estimativa de biomassa em carbono menor (58 t.ha). Ribeiro *et al.*, (2010), estimou para as 10 espécies de maior importância no seu estudo em um estoque de carbono de 19,50 t. ha. Valores baixos em estoque de carbono, segundo o mesmo autor pode estar relacionada à ocorrência de distúrbios, como efeito borda e ocorrência de gado. Azevedo *et al.*, (2018), em seu estudo numa área de verificou de 136,68 t.ha em carbono estocado. O resultado encontrado em 63,64 t,ha é consequência dos altos valores em biomassa, principalmente relacionados aos maiores valores de DAP e altura. De acordo com Chazdon (2012), a biomassa acima do solo é proporcional a área basal das espécies florestais, aumentando conforme a idade da comunidade arbórea. Ainda, Araújo, Moreira e Neves (2020), verificaram que o carbono estocado em remanescentes de vegetação nativa apresentam maior concentração de massa de carbono capturado. Isso reflete na importância do controle e medidas mitigadoras para bloquear a ocorrências das exóticas invasoras

Figura 4 – Relação do estoque de carbono e gás carbônico para as espécies selecionadas em importância na área de estudo, RS, Brasil



Est.C (estoque de carbono); CO2 (gás carbônico).

Ao verificar os valores de importância das principais espécies, percebe-se que pelo VI a *Casearia silvestres* é a de maior valor, porém quando utilizado o VIA a *Nectandra lanceolata* sobe para a primeira colocação. *Hovenia dulcis* que está na quinta colocação de importância, passa para a quarta posição com a importância ampliada. Mais uma vez,

destaca-se a ocorrência dessa espécie em áreas naturais, prejudicando que as demais consigam realizar os processos ecológicos. *Nectandra megapotâmica* também aumenta de posição, passando para a oitava posição no VIA. E *Matayba eleagnoides* passa para a nona posição. Gaspar *et al.*, (2010), também verificou que *Casearia silvestres* desceu no ranking do VIA e *Matayba eleagnoides*, ao contrário do que foi verificado, em Gaspar *et al.*, (2010) subiu uma posição. *Inga marginata* e *Cabralea canjerana* para o mesmo autor não tiveram mudança de importância, como constatado nesse estudo.

As demais espécies não apresentaram variação de posição quando comparado os dois índices. No entanto, é possível verificar a importância de se considerar outros atributos ecológicos que atuam dentro de uma comunidade arbórea, os quais influenciam na dinâmica temporal do processo de estruturação da floresta, principalmente quando essa está em processo de reestruturação.

Tabela 1: Índices de valor de importância e valor de importância ampliado, além do DAP e altura média das espécies arbóreas de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil.

Espécie	Dm	Hm	DR	DoR	FR	VI	CR	VIA
<i>Casearia sylvestris</i> ¹	8	8	24,69	8,70	8,73	14,04	10,49	13,15
<i>Nectandra lanceolata</i> ²	22	13	8,31	24,39	5,88	12,86	31,82	17,60
<i>Cupania vernalis</i> ³	9	9	14,33	6,21	8,20	9,58	7,55	9,07
<i>Guarea Macrophylla</i> ⁴	10	6	9,54	5,21	7,13	7,29	3,69	6,39
<i>Hoveni dulcis</i> ⁵	20	15	4,16	9,80	4,81	6,26	14,26	8,26
<i>Ocotea puberula</i> ²	24	15	2,49	8,25	4,46	5,07	8,15	5,84
<i>Cabralea canjerana</i> ⁴	17	12	2,35	4,14	3,92	3,47	5,06	3,87
<i>Matayba eleagnoides</i> ³	10	19	3,72	2,07	3,57	3,12	2,97	3,08
<i>Machaerium paraguariensis</i> ⁶	8	9	3,72	1,44	4,10	3,09	2,35	2,90
<i>Nectandra megapotamica</i> ²	23	14	1,32	4,82	2,50	2,88	6,54	3,80
<i>Allophylus edulis</i> ³	8	9	2,89	1,20	3,74	2,61	1,26	2,27
<i>Cedrela fissilis</i> ⁴	15	10	1,76	2,30	2,85	2,30	2,20	2,28
<i>Apuleia leiocarpa</i> ⁶	11	11	2,15	1,47	3,21	2,28	2,17	2,25
<i>Inga marginata</i> ⁶	10	9	2,30	1,38	3,03	2,24	1,48	2,05

Sendo, classificação por família: 1- Salicaceae, 2- Lauraceae, 3- Sapindaceae, 4- Meliaceae, 5- Rhamnaceae, 6- Meliaceae, 7- Fabaceae. DAPm (diâmetro médio); Hm (altura média), DR (densidade relativa); DoR (dominância relativa); FR (frequência relativa); VI (valor de importância); VIA (valor de importância ampliado).

De maneira geral, as diferenças observadas entre os estudos mencionados e os resultados encontrados na área de estudo justificam-se pelas diferentes formas de metodologias empregadas, bem como o estágio de conservação da floresta e sua fisionomia. No entanto, convém lembrar que cada floresta armazena quantidades diferentes de volume, biomassa e carbono. Da mesma forma ocorre por espécie, visto que carbono e biomassa distribuem-se em porções diferentes da árvore. Ainda, tem-se o fator primordial a se considerar que é o grau de conservação da floresta, os fatores externos como efeito borda e as condições de nicho. Esse que é respondido de maneira diferente por cada grupo de

espécie, principalmente aquelas relacionadas as variáveis ambientais.

Salienta-se que metodologias por método não destrutivo também são de suma importância para verificar o funcionamento de uma floresta, reforçando a importância de conhecer os processos que envolvem a formação do componente arbóreo e sua dinâmica.

4 CONCLUSÃO

Esse trabalho elucida a importância de melhor compreender os serviços ecossistêmicos das florestas nativas. Foi observado que das 14 espécies arbóreas de maior valor de importância, todas contribuíram para a biomassa e estoque de Carbono. As espécies com maior biomassa foram as mesmas que apresentaram abundância de indivíduos, maior amplitude de DAP, sugerindo espécies chave para a comunidade arbórea. Das que apresentaram maiores valores em estoque de carbono, salienta-se que a exótica invasora *Hovenia dulcis*, ocorre amplamente pela área e que possivelmente esteja impossibilitando que outras nativas desempenhem o papel de sumidoura de carbono, devido a sobreposição de nicho.

As espécies nativas que se destacaram com biomassa e carbono podem ser indicadas para programas de restauração ecológica, visto que apresentam alto potencial em sequestro de carbono. Além do mais, incluir a variável carbono, em estudos de importância das espécies, identificando-as como aquelas que mais contribuem para os processos ecológicos, também reforça a importância dessa variável em estudos de monitoramento e seleção de espécies indicadoras.

Espera-se que esse trabalho venha a contribuir para o desenvolvimento de mais pesquisas voltadas a biomassa e estoque de carbono em áreas florestais do estado do RS. Bem como, incentivo para novas metodologias de análises e possibilidade de dados para comparação da vegetação em diferentes estágios sucessionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

APG IV. Angiosperm Phylogeny IV. Na update of the Angiosperm phylogeny Grop classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

ARAÚJO, Y.R.V.; MOREIRA, Z.C.G.; NEVES, A.I.das. Estoque de carbono e de biomassa em vegetação com diferentes estágios de regeneração e alterações antrópicas em área urbana. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.2. 046-061, 2020.

AMARO, M. A. Estimativas do estoque de volume, biomassa e carbono para fustes de árvores, sub-bosques e serapilheira em uma Floresta Estacional Semidecidual Montana

em Viçosa, MG 2010. 180f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

AZEVEDO, A.D et al. Estoque de carbono em áreas de restauração florestal da Mata Atlântica. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 48, n. 2, p. 183-194, abr/jun. 2018.

CHAZDON, R. **Regeneração de florestas tropicais**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais, Belém, v. 7, n. 3, p. 195 - 218, 2012.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 431 p.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. **Fixação de carbono Paranapanema**, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 71, p.149-154, 2006.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. **Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no estado de Minas Gerais e outras regiões do país**. Belo Horizonte: SAT/CETEC, 1995. 295 p

GASPAR et al. Análise fitossociológica e do estoque de carbono no estrato arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 313-324, abr.-jun., 2014

MARCHIORI et al. Tree community composition and aboveground biomass in a secondary Atlantic Forest, Serra do mar state park, São Paulo, Brazil. **Cerne** | v. 22 n. 4 | p. 501-514 | 2016.

MISSIO et al. **Caracterização florística e estrutural da vegetação arbórea em um trecho de Floresta Estacional Decidual**, RS, Brasil. *Ci. Fl.*, Santa Maria, v. 31, n. 3, jul./set., 2021

OLIVEIRA et al. , Biomassa E Estoques De Carbono Em Diferentes Sistemas Florestais No Sul Do Brasil. *Perspectiva, Erechim*. v. 40, n.149, p. 09-20, março/2016

PAN, Y. et al. A large and persistent Carbon sink in the World's Forest. **Science**, Nova York, v. 333. 988-993, 2011.

PAULA, M.D.; COSTA, C.P.A.; TABARELLI, M. Carbon storage in a fragmented landscape of Atlantic forest: the role played by edge-affected habitats and emergent trees. **Tropical Conservation Science**, v.4, n. 3, p. 349-358, 2011.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul**. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). *A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional*. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 33-51.

DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2022.

RIBAS, R. F. **Fitossociologia e grupos ecológicos em uma floresta estacional semidecidual de Viçosa-MG 2001**. 69f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

RIBEIRO, S. C. et al. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, v. 34, p. 495-504, 2010.

ROBAINA, L. E. de S. et al. **Considerações geológicas e geomorfológicas sobre o Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul**. In: SCHUMACHER, M.V. et al. (Eds.). A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 21-31.

SANQUETTA, C.R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: Sanquetta, C.R. et al. (Ed). **As Florestas e o Carbono**. Curitiba, 2002, p 119-140.