



CARBONO (C), NITROGÊNIO (N) E RELAÇÃO C/N EM RAÍZES, TRONCO, GALHOS, FOLHAS E FRUTOS DE LARANJEIRAS (*Citrus sinensis* L. Osbeck) NO ESTADO DE SÃO PAULO

Larissa Cardoso **Vieira**¹; Lauro Rodrigues **Nogueira Junior**²; Carlos Cesar **Ronquim**³; Fernando Antônio de Pádua **Paim**³; Vinicius Gustavo **Trombin**⁴

Nº 23506

RESUMO – Subsidiar a citricultura com informações sobre carbono (C) e nitrogênio (N) em laranjeiras pode favorecer o estabelecimento de iniciativas que visem a mitigação das mudanças climáticas, bem como o manejo e a renovação dos pomares. Este estudo teve como objetivo avaliar o conteúdo de C e N e a relação C/N em raízes, tronco, galhos, folhas e frutos de laranjeiras representativas do cinturão citrícola de São Paulo, Triângulo Mineiro e Sudoeste de Minas Gerais. Dezesesseis laranjeiras foram avaliadas pelo método destrutivo, e as amostras foram analisadas em analisador elementar de C e N. Galhos (44,98%), raízes (44,67%) e tronco (44,66%) apresentaram maior conteúdo de C quando comparados a folhas (43,01%) e frutos (39,77%). Ao considerar a média ponderada da biomassa de raízes, tronco, galhos e folhas das laranjeiras avaliadas, o conteúdo de C chegou à média de 44,69%. Quanto ao N, as folhas foram o compartimento com maior conteúdo (2,34%), seguidas por frutos (0,86%), raízes (0,29%), galhos (0,20%) e tronco (0,17%). A relação C/N mais próxima foi observada nas folhas, com 18 partes de C para uma de N, que é estatisticamente semelhante aos frutos, que apresentaram relação de 46/1. Essas informações podem contribuir para estabelecer práticas de manejo de biomassa que aumentem os estoques de C e N no solo, bem como melhorem a relação C/N. Também podem contribuir com estimativas de estoque de carbono em projetos que visam à redução de emissões de gases de efeito estufa ou ao aumento do sequestro de carbono.

Palavras-chave: biomassa, estoque de carbono, laranja-pera, laranja-valência.

¹ Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geografia, UNICAMP, Campinas-SP; l238814@dac.unicamp.br

² Orientador: Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas-SP; lauro.nogueira@embrapa.br

³ Colaborador, Embrapa Territorial, Campinas-SP

⁴ Colaborador, Coordenador da Pesquisa de Estimativa de Safra do Fundecitrus, Araraquara-SP



ABSTRACT – *Subsidizing citriculture with information on C and N in orange trees may favor the establishment of initiatives aimed at mitigating climate change, as well as the management and renewal of orchards. The present study aimed to evaluate C and N content and C/N ratio in roots, trunk, branches, leaves and fruits of orange trees representative of the citrus belt of São Paulo, Triângulo Mineiro and Sudoeste de Minas regions. Sixteen orange trees (roots, stem, branches, leaves and fruits) were evaluated by the destructive method, their samples were analyzed using an elemental analyzer of C and N. Branches (44.98%), roots (44.67%) and trunk (44.66%) had higher contents of C when compared to leaves (43.01%) and fruits (39.77%). Considering the weighted average of the biomass of roots, trunk, branches and leaves of the evaluated orange trees, their C content reached an average of 44.69%. As for N, leaves were the compartment with the highest content (2.34%), followed by fruits (0.86%), roots (0.29%), branches (0.20%) and trunk (0.17%). The closest C/N ratio was observed in leaves, 18 parts of C to one of N, which is statistically similar to fruits, which had a ratio of 46/1. This information can contribute to the establishment of management practices that seek to increase C and N stocks in the soil, as well as the best C/N ratio. They can also contribute with carbon stock estimates in projects that aim to reduce greenhouse gas emissions or increase carbon sequestration.*

Keywords: Biomass, Carbon Stock, Pera Orange, Valência Orange.

1. INTRODUÇÃO

Nas árvores, o carbono (C) está ligado à formação de compostos orgânicos da biomassa, é encontrado nas mais variadas partes e participa de alguns processos, especialmente a fotossíntese. Por meio da fotossíntese, a árvore captura o dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e incorpora o C dessa molécula à biomassa. Naturalmente ocorrem diferenças no conteúdo de C nas diferentes partes das árvores. Geralmente as partes mais lenhosas, como tronco, raízes e galhos, têm maior conteúdo de C quando comparadas às partes mais suculentas, como folhas e frutos.

O nitrogênio (N), de forma parecida, também é encontrado em várias partes das plantas e participa em alguns processos, como formação da proteína, regulação da fotossíntese, síntese de carboidratos, peso das folhas e distribuição de C na planta. O N é sinônimo de produção, e os fertilizantes nitrogenados são os mais usados no mundo. O N é um dos nutrientes mais importante



para os cítricos, e afeta crescimento, produção e qualidade dos frutos. A falta de N leva a plantas amareladas, com menor número de frutos e seca dos ramos. O excesso de N resulta em crescimento vegetativo exuberante, dificultando a formação de flores e frutos (Quaggio et al., 2005).

Três importantes gases de efeito estufa (GEE), o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) têm um desses dois elementos na composição molecular. Reduzir a emissão desses GEEs na agricultura pode surtir efeitos na mitigação das mudanças climáticas. Ou seja, o C e N também são elementos fundamentais quando o assunto é mudanças climáticas. A agropecuária brasileira vem buscando contribuir nesse sentido, e tem algumas ações em curso, como o Plano ABC – Agricultura de Baixo Carbono – promovido pelo governo federal (Brasil, 2012). Mais recentemente, alguns setores, como o da pecuária, vêm estabelecendo iniciativas, como a de Carne Carbono Neutro (Alves et al., 2015). Essas ações e iniciativas, bem como a exigência de mercados importadores de produtos agrícolas, vêm despertando o interesse de outros setores, como o de bebidas (<https://aijn.eu/en/news/juice-environmental-summit-a-starting-point-for-sector-wide-cooperation>), em buscar formas de promover uma agricultura de baixo carbono ou carbono neutro.

Vários estudos indicam que C e N são elementos fundamentais para a citricultura (Alva et al., 2003, 2006; Morgan et al., 2006; Balota; Auler, 2011; Escanhoela et al., 2019), e devem ser analisados e quantificados para a melhor adequação das práticas de manejo dos pomares. Além disso, avaliar o potencial de captura e armazenamento de C por espécies arbóreas requer avaliações precisas do C em compartimentos (raízes, tronco, galhos e folhas) de árvores vivas (Martin; Thomas, 2011; Silva et al., 2021). O conteúdo de C em árvores varia entre 41,9% e 51,6%, de maneira geral (Martin; Thomas, 2011).

Os pomares de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e do Triângulo Mineiro e Sudoeste de Minas Gerais ocupam aproximadamente 400 mil hectares (Fundecitrus et al., 2023), considerando todas as variedades cultivadas. Destes pomares, em termos do total de árvores, as variedades Pera e Valência representam 36% e 25% – 74,8 e 53,1 milhões de árvores –, respectivamente. Ou seja, 61% das árvores desse cinturão citrícola, um dos maiores do mundo, é formado pelas variedades Pera e Valência.

Subsidiar a citricultura com informações sobre C e N em laranjeiras pode favorecer o estabelecimento de iniciativas que visem à mitigação das mudanças climáticas, como o mercado

de carbono e o pagamento por serviços ambientais, bem como o manejo e a renovação dos pomares. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o conteúdo de C e N e a relação C/N em raízes, tronco, galhos, folhas e frutos de laranjeiras representativas do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo Mineiro e Sudoeste de Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em três fazendas de citros, localizadas nos municípios de Espírito Santo do Turvo, Iaras e Santa Cruz do Rio Pardo (Figura 1), na região centro-sudoeste do estado de São Paulo, Brasil. Segundo a classificação de Köppen, o clima regional é o subtropical úmido com verão quente (Cfa) (Alvares et al., 2013). A precipitação média anual é de aproximadamente 1.300 mm, com a estação chuvosa de outubro a março. A temperatura média anual é de aproximadamente 21 °C, com a média mínima no mês de julho e a máxima no mês de fevereiro.

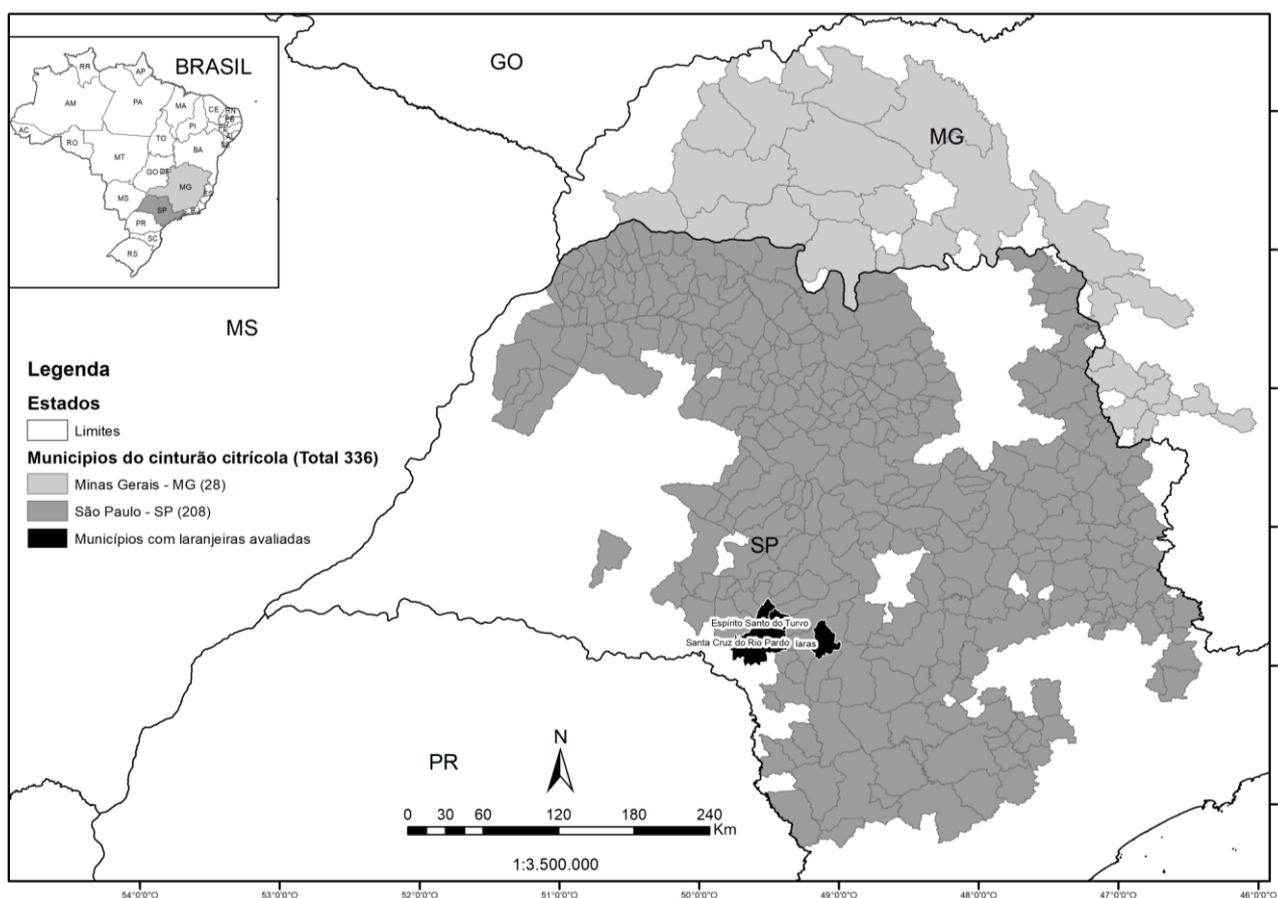


Figura 1. Localização dos municípios do cinturão citrícola de São Paulo e Minas Gerais e localização dos municípios com laranjeiras avaliadas (Espírito Santo do Turvo, Iaras e Santa Cruz do Rio Pardo).



Foram avaliadas laranjeiras em oito talhões de pomares comerciais, dois em Espírito Santo do Turvo, dois em Iaras e quatro em Santa Cruz do Rio Pardo. Em cada talhão, foram avaliadas duas árvores. No total foram avaliadas 16 árvores, conforme a Tabela 1. Cada árvore foi avaliada por método destrutivo, cortada com motosserra e as raízes foram retiradas manualmente com o auxílio de uma talha. Cada árvore foi separada em cinco partes (compartimentos): A) raízes – biomassa entre a base do tronco (rente ao solo) e as raízes com diâmetro maior que 1 cm; B) tronco – biomassa entre a base do tronco e o início dos galhos primários; C) galhos – biomassa entre o início dos galhos primários e as folhas; D) folhas; e E) frutos.

Tabela 1. Número de árvores avaliadas por talhão, variedade de laranja e classe de idade (anos).

Talhão	1	2	3	4	5	6	7	8
Variedade de laranja	Pera				Valência			
Classe de idade (anos)	3-5	6-10	11-15	>15	3-5	6-10	11-15	>15
Número de árvores avaliadas	2	2	2	2	2	2	2	2

Foram coletadas amostras frescas contendo de 0,5 a 1 kg de raízes, tronco, galhos, folhas e frutos de cada árvore. Em laboratório, as amostras frescas foram secas em estufa de circulação forçada a 70 °C até peso constante. Em seguida, as amostras foram moídas em moedores tipo Willey e passadas em peneiras de 1 x 1 mm. Para determinar o conteúdo de C e N, primeiro preparou-se uma amostra composta por 1 g de cada amostra simples, perfazendo uma amostra composta de 16 g por compartimento. Cada amostra composta foi dividida em quatro subamostras, que foram analisadas pelo método de combustão a seco em analisador elementar de carbono, hidrogênio e nitrogênio (CHN) da marca Perkin Elmer, Modelo EA 2400 Series II. O funcionamento do analisador elementar é baseado no método de Pregl-Dumas, no qual as amostras são sujeitas à combustão em uma atmosfera de oxigênio puro e os gases resultantes dessa combustão são quantificados em um detector TCD (detector de condutividade térmica).

Os dados dos conteúdos de C e N e da relação C/N, dada pela Equação 1, foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, a análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($P > 0,95$), para comparação das médias por compartimento.

$$\frac{C}{N} = \frac{\% C}{\% N} \quad (1)$$



Para as análises estatísticas (teste de normalidade de Shapiro-Wilk, análise de variância e teste de Tukey) e produção dos gráficos, foi utilizado o software R (Wickham, 2022; Dowle; Srinivasan, 2023; R Core Team, 2022; Wickham, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) e o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que analisam os dados, os resíduos dos dados e o valor de P para o conteúdo de C e N e relação C/N, apontam para independência dos dados e uma normalidade dos resíduos bem distribuída (Figura 2). Isso permitiu que os dados das três variáveis estudadas nos diferentes compartimentos fossem comparados pelo teste de Tukey ($P > 0,95$).

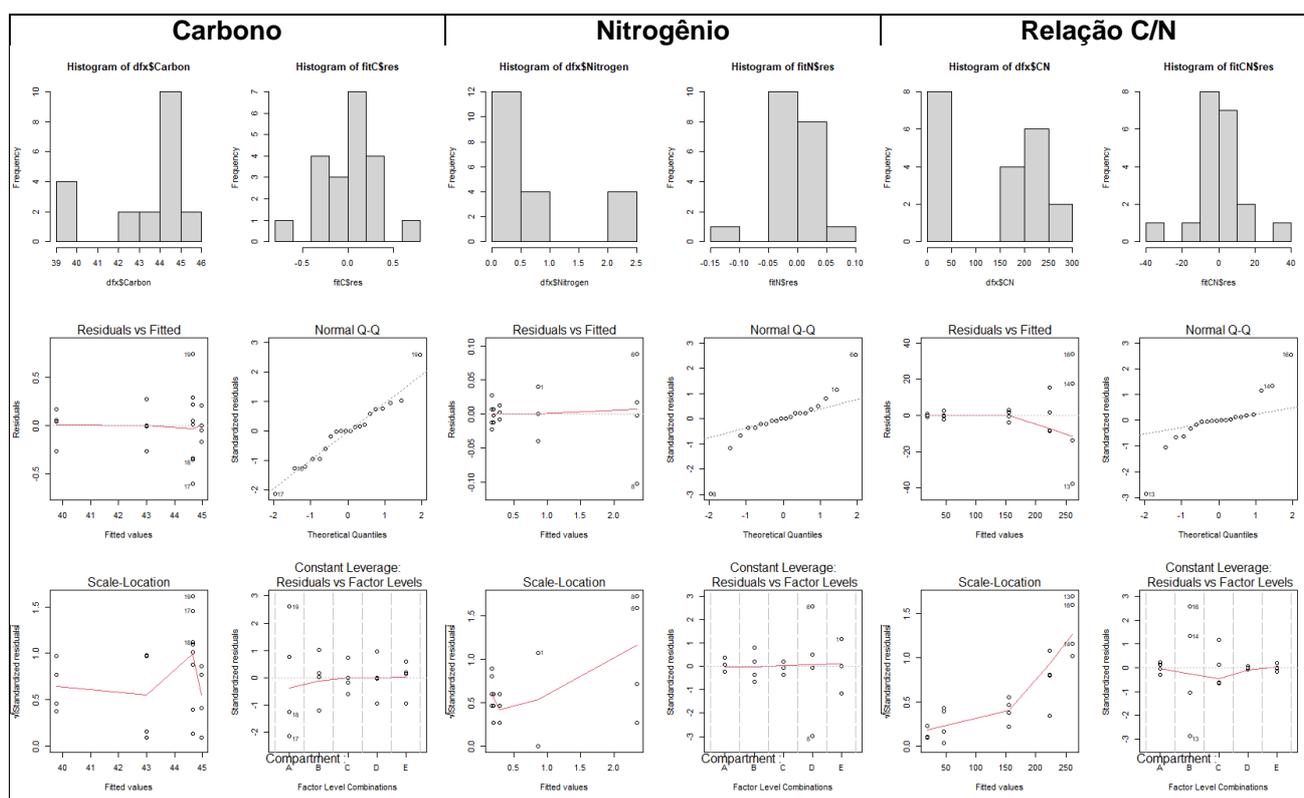


Figura 2. Gráficos de distribuição dos dados (*Histogram*, *Normal Q-Q*) e dos resíduos das análises de independência dos dados (*Residuals vs Fitted*, *Scale-Location*, *Constant Leverage*) de conteúdo de C, N e relação C/N em raízes (A), tronco (B), galhos (C), folhas (D) e frutos (E) de laranjeiras.

Galhos (44,98%), raízes (44,67%) e tronco (44,66%) são os compartimentos da biomassa das laranjeiras com maior conteúdo de C, quando estatisticamente comparados com folhas

(43,01%) e frutos (39,77%) (Figura 3). Ao consideramos a média ponderada de 44,69% de conteúdo de C na biomassa de raízes, tronco, galhos e folhas das laranjeiras avaliadas, esse valor é próximo aos valores encontrados por Quiñones et al. (2013), que variaram entre 42,4% e 43,4%. Para outras espécies arbóreas, especialmente as nativas, esse valor também é muito próximo (Martins et al., 2017; Nogueira Junior, 2010). Entretanto, é menor quando comparado ao valor de 50% utilizado como referência no trabalho de Kongsager et al. (2013).

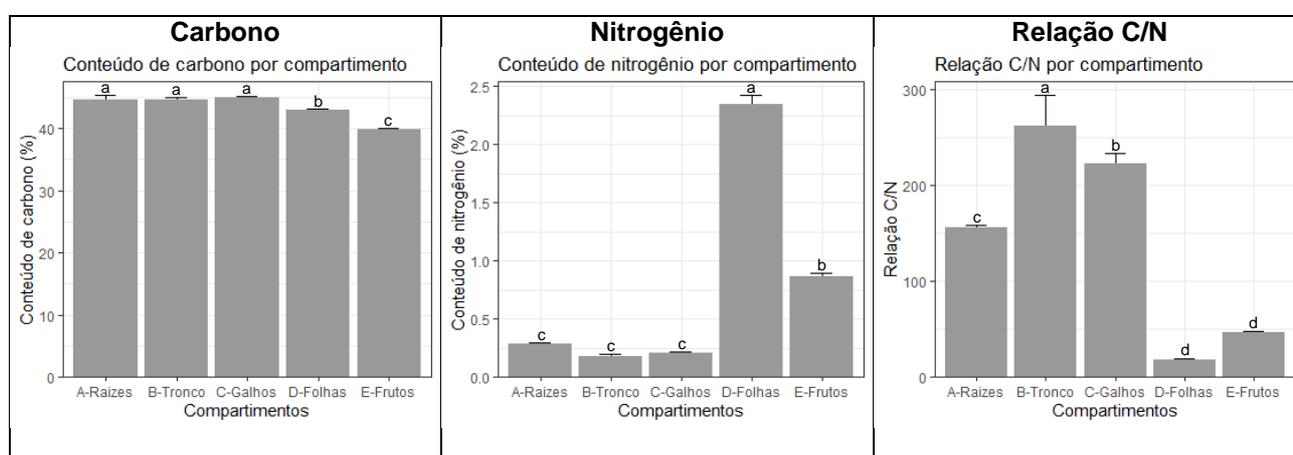


Figura 3. Conteúdo de carbono e nitrogênio e relação C/N em raízes (A), tronco (B), galhos (C), folhas (D) e frutos (E) de laranjeiras. Gráficos com barras seguidas de mesma letra não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Quanto ao N, as folhas são o compartimento com maior conteúdo (2,34%), seguidas por frutos (0,86%), raízes (0,29%), galhos (0,20%) e tronco (0,17%) (Figura 3). O conteúdo de N nas folhas aqui apresentado é semelhante ao apresentado por Osco et al. (2019), que avaliaram o conteúdo de N foliar em laranjeiras Valência por meio de análise espectral e obtiveram valores médios entre 2,7% e 2,9%. O N é um elemento fundamental na produtividade de laranjeiras, portanto entende-se que o manejo do resíduo das folhas como fonte de N precisa ser considerado.

Conforme o estudo de Quiñones et al. (2013), a produtividade primária líquida de C em folhas de laranjeiras é bem elevada: em 14 anos de plantio pode chegar, em média, a um total de aproximadamente $7,87 \text{ kg árvore}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o que equivale a aproximadamente $3,3 \text{ t C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em pomares com densidade de $416 \text{ árvores ha}^{-1}$. Ademais, o uso de resíduos orgânicos é importante para a sustentabilidade da agricultura, e tem implicações na renovação da matéria orgânica do



solo, na ciclagem de nutrientes e nas emissões GEE para a atmosfera. Entretanto, tem que ser bem planejado quando o objetivo, em um determinado talhão ou propriedade, além da produtividade, é reduzir as emissões de GEE, visto que pode aumentar as emissões de N_2O (óxido nitroso) (Escanhoela et al., 2019).

A relação C/N mais baixa ocorreu nas folhas com 18 partes de C para 1 de N, que não diferiu estatisticamente dos frutos com 46 partes de C para 1 de N (Figura 3). A relação C/N mais alta ocorreu no tronco com 261 partes de C para 1 de N. Nos galhos, a relação C/N foi de 222 partes de C para 1 de N; já para as raízes, a relação C/N foi de 155 partes de C para 1 de N. De maneira geral, a relação C/N em matéria orgânica influencia diretamente a ciclagem de nutrientes no solo, e o material com relação C/N mais baixa, como as folhas, é o que pode influenciar em uma ciclagem de nutrientes mais rápida. O que reforça o bom planejamento de manejo dos resíduos da biomassa arbórea das laranjeiras nos pomares e áreas adjacentes.

Diante da grande participação do material lenhoso (galhos, raízes e tronco) das laranjeiras na biomassa total e no C das árvores, sugere-se que o manejo desse material, quando da renovação dos pomares (Fundecitrus et al., 2023), da erradicação de plantas doentes e atacadas por pragas e da substituição por outras culturas agrícolas, seja feito dentro da propriedade, para que não vire fonte de pragas e doenças. Assim, a disposição desse material orgânico em áreas fora dos pomares, como áreas de preservação permanente e reserva legal que estejam em processo de restauração, deve ser considerada, pois galharia, troncos e raízes podem funcionar como abrigos naturais de animais e favorecer a restauração (Reis et al., 2014). Caso isso não seja possível, sugere-se que esse material seja destinado à geração de energia térmica, reduzindo, assim, as emissões de CO_2 para a atmosfera em comparação com a queima do material em campo.

4. CONCLUSÃO

O material lenhoso (galhos, raízes e tronco) das laranjeiras apresentou maior conteúdo de carbono (C) quando comparado com as folhas e os frutos. Quanto ao nitrogênio (N), as folhas foram o compartimento com maior conteúdo, o que levou a uma relação C/N mais baixa, ou mais próxima. Já no material lenhoso o conteúdo de N ficou abaixo de 0,3%, o que leva a uma relação C/N mais alta, ou mais distante. Considerando-se a média ponderada da biomassa de raízes, tronco, galhos e folhas das laranjeiras avaliadas, o conteúdo de carbono nas laranjeiras chegou a



um valor médio de 44,69%. Esse valor médio ponderado de C na biomassa das laranjeiras, bem como os valores médios de C por compartimento (galhos, 44,98%; raízes, 44,67%; tronco, 44,66%; e folhas, 43,01%), podem ser utilizados em projetos de estimativas de C em pomares citrícolas. Além disso, as informações analisadas podem contribuir para o estabelecimento de práticas de manejo em pomares citrícolas que buscam manutenção e/ou aumento dos estoques de carbono no solo e na biomassa das árvores. Também podem contribuir com projetos de mitigação das mudanças climáticas que visam à redução de emissões de gases de efeito estufa ou ao aumento do sequestro de carbono.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida, e à Embrapa, que permitiu, através de toda sua infraestrutura física e intelectual, a realização deste trabalho. À Innocent Drinks Co., que apoiou este estudo por meio do Farmer Innovation Fund. A todos os funcionários e colaboradores das fazendas cítricas e FlorAgro, que auxiliaram nos trabalhos de campo e preparo das amostras. Ao Fundecitrus, representado pela especialista da PES Roseli Reina, pelo valioso suporte na tabulação dos dados. Aos revisores do Comitê Local de Publicação (CLP) da Embrapa Territorial pelas, sugestões de melhoria do resumo expandido.

6. REFERÊNCIAS

- ALVA, A. K.; FARES, A.; DOU, H. Managing citrus trees to optimize dry mass and nutrient partitioning. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, n. 8, p. 1541-1559, 2003. DOI: 10.1081/PLN-120022362
- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; OBREZA, T. A.; SCHUMANN, A. W. Nitrogen best management practice for citrus trees II. Nitrogen fate, transport, and components of N budget. **Scientia Horticulturae**, v. 109, p. 223–233, 2006.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/publicacao/92900/koppens-climate-classification-map-forbrazil/>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A. (ed.). **Carne carbono neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, 2015. 32 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).
- BALOTA, E. L.; AULER, P. A. M. Soil microbial biomass under different management and tillage systems of permanent intercropped cover species in an orange orchard. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1873-1883, 2011.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura. **Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

DOWLE, M.; SRINIVASAN, A. **Data.table**: Extension of 'data.frame'. R package version 1.14.8, 2023. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>. Acesso em: 29 maio 2023.

ESCANHOELA, A. S. B.; PITOMBO, L. M.; BRANDANI, C. B.; NAVARRETE, A. A.; BENTO, C. B.; DO CARMO, J. B. Organic management increases soil nitrogen but not carbon content in a tropical citrus orchard with pronounced N₂O emissions. **Journal of Environmental Management**, v. 234, p. 326-335, 2019.

FUNDECITRUS; MARKESTRAT; FEA-RP/USP; FCAV/UNESP. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: retrato dos pomares em março de 2023. Araraquara, SP: Fundecitrus, 2023. 114 p. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2023_06_05_Invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cintura_o_Citricola_2023-2024.pdf. Acesso em: 19 mar. 2023.

KONGSAGER, R.; NAPIER, J.; MERTZ, O. The carbon sequestration potential of tree crop plantations. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 18, p. 1197–1213, 2013.

MARTIN, A. R.; THOMAS, S. C. A reassessment of carbon content in tropical trees. **Plos One**, v. 6, n. 8, p. 1-9, 2011.

MARTINS, A. P. M.; CARVALHO, R. R.; ANDRADE, C.; SANQUETTA, C. R. Comparação de métodos de quantificação de carbono em bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, n. 1, p. 16-21, 2017.

MORGAN, K. T.; SCHOLBERG, J. M. S.; OBREZA, T. A.; WHEATON, T. A. Size, biomass, and nitrogen relationships with sweet orange tree growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 131, n. 1, p. 149–156, 2006.

NOGUEIRA JUNIOR, L. R. **Estoque de carbono na fitomassa e mudança nos atributos do solo em diferentes modelos de restauração da Mata Atlântica**. 2010. 94 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, SP.

OSCO, L. P.; MARQUES RAMOS, A. P.; PEREIRA, D. R.; SAITO MORIYA, E. A.; IMAI, N. N.; MATSUBARA, E. T.; ESTRABIS, N.; SOUZA, M. De; MARCATO JUNIOR, J.; GONCALVES, W. N.; LI, J.; LIESENBERG, V.; CRESTE, J. E. Predicting Canopy Nitrogen Content in Citrus-Trees Using Random Forest Algorithm Associated to Spectral Vegetation Indices from UAV-Imagery. **Remote Sensing**, v. 11, n. 24, p. 2925, 2019.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (ed.) **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 483-507.

QUIÑONES, A.; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, M.; FONT, A.; FORNER-GINER, M. Á.; LEGAZ, F.; PRIMOMILLO, E.; IGLESIAS, D. J. Allometric Models for Estimating Carbon Fixation in Citrus Trees. **Agronomy Journal**, v. 105, n. 5, p. 1355-1366, 2013

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 29 maio 2023.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 509-519, 2014.



SILVA, T. C.; ARAUJO, E. C. G.; SANQUETTA, C. R.; COELHO, J. B. M.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. Comparison of methodologies for determining the carbon content in wood. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, supl. 2, e8400, 2021.

WICKHAM, H. **Ggplot2**: elegant graphics for data analysis. New York, NT: Springer-Verlag, 2016. Disponível em: <https://ggplot2.tidyverse.org>. Acesso em: 29 maio 2023.

WICKHAM, H. **Stringr**: simple, consistent wrappers for common string operations. R package 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=stringr>. Acesso em: 29 maio 2023.