



TRANSPORTE DE SEIVA EM ÁRVORES COM DIFERENTES DENSIDADES DE MADEIRA NO AMAPÁ, AMAZÔNIA

Bruna da Silva Marques¹, Hortência Rabelo Cunha², Wegliane Campelo Silva³,
Bruno Oliva Gimenez⁴, Niro Higuchi⁵, Perseu da Silva Aparício⁶

¹Acadêmica em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá (UEAP), campus Macapá. E-mail: brunas.marques31@gmail.com; ²Acadêmica em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá (UEAP), campus Macapá. E-mail: hortenciaueap@gmail.com; ³Engenheira Florestal, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), campus Macapá. E-mail: wellcampelo@yahoo.com.br; ⁴Engenheiro Florestal, Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). E-mail: bruno.oliva.gimenez@gmail.com; ⁵Engenheiro Florestal, Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). E-mail: higuchi.niro@gmail.com; ⁶Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá (UEAP), campus Macapá. E-mail: perseu.aparicio@ueap.edu.br

Manejo Florestal: Ordenamento Florestal

RESUMO

Este trabalho focou em investigar a relação entre a densidade da madeira e a velocidade do fluxo de seiva em espécies arbóreas da Floresta Nacional do Amapá, na Amazônia. A metodologia consistiu no monitoramento contínuo de 13 árvores adultas, utilizando sensores de dissipação térmica para medir a velocidade da seiva, calculada com a equação de Granier. A análise estatística empregou a correlação de Pearson. Os resultados indicaram uma correlação de -0,4023, o que sugere que não existe um padrão direto e forte entre as variáveis estudadas. As conclusões apontam a necessidade de estudos futuros com um número maior de árvores e a consideração de outros fatores, como a estrutura anatômica e as condições ambientais, para uma compreensão mais completa dessa dinâmica.

Palavras-chave: Sensores de dissipação, Fisiologia arbórea, Fluxo de seiva.

1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica detém a maior diversidade vegetal do planeta, além de fornecer serviços e benefícios ecossistêmicos Fearnside (2008) e concentrar recursos naturais Aleixo et al. (2010). A madeira é um dos principais produtos comerciais oriundos das florestas. Possui propriedades anatômicas, físicas, químicas e mecânicas (SILVA et al., 2024).

Espécies com maior densidade da madeira (DM) apresentam crescimento lento, quando comparadas as espécies menos densas de acordo com Antezana-Vera (2017). São mais tolerantes a sombra, possuem maior taxa de sobrevivência e são mais resistentes ao ressecamento imposto pelo aumento no déficit de pressão de

vapor do ar Chave et al. (2006). No entanto, essa característica, ligada a vasos menores, aumenta a resistência ao transporte de água na planta (PRATT et al., 2007).

Dessa maneira, a compreensão do transporte de água no xilema reflete o comportamento ecofisiológico das espécies, resultado da interação entre as características da árvore, do solo e da atmosfera Burgess et al. (2001). Essa dinâmica, crucial para a relação planta-atmosfera e o balanço energético, é vulnerável à mudança climática global. Por isso, a medição do fluxo de seiva das plantas é uma área de intenso esforço científico Flo et al. (2019). Com isso, o objetivo deste trabalho é estudar a correlação entre a densidade da madeira e a velocidade da seiva em espécies florestais do Estado do Amapá, Amazônia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Floresta Nacional do Amapá (Flona do Amapá), na área florestal sob concessão da RRX Timber Export – EIRELI, situada na Floresta Nacional do Amapá. A concessão abrange 110.725 hectares na zona de manejo florestal sustentável, com formações predominantes de Floresta Ombrófila Densa Submontana, de dossel emergente e uniforme (PMUC, 2016).

2.1 Coleta de dados

Foram selecionadas árvores adultas e saudáveis de diferentes espécies presentes na FLONA/AP. Para garantir a diversidade e a representatividade da amostra, foram selecionadas 13 árvores visando contemplar espécies com densidades de madeira conhecidas da literatura. Critérios como diâmetro à altura do peito (DAP) semelhante entre os indivíduos podem ser considerados para minimizar outras variáveis.

A velocidade da seiva foi monitorada continuamente em tempo real, utilizando sensores de dissipação térmica. Estes sensores foram instalados no xilema das árvores selecionadas à altura padrão de 1,30 m do solo e protegidos contra exposição solar direta e umidade excessiva. Os dados de fluxo de seiva (cm s^{-1}) foram registrados por *data loggers* em intervalos de 30 segundos com média a cada 5 minutos. Os dados foram coletados continuamente durante sete dias consecutivos no período seco e posteriormente baixados por meio do *software* PC400.

2.2. Cálculo da velocidade da seiva

A velocidade da seiva (V_s) foi determinada por meio da equação de Granier (1987), que se baseia na diferença de temperatura entre duas agulhas inseridas no tronco da árvore, uma aquecida continuamente e outra de referência. Essa diferença varia de acordo com o fluxo de seiva no xilema. Essa equação fornece a velocidade da seiva em $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$, que representa o volume de seiva que atravessa uma unidade de área de xilema ativo por segundo. Apesar de ter dimensão de fluxo volumétrico por área, o valor também é equivalente a uma velocidade linear (cm/s), refletindo a taxa de deslocamento da seiva no tecido condutor.

O primeiro passo consiste no cálculo do índice de fluxo de seiva (K). Os dados brutos de temperatura registrados pelas sondas térmicas foram processados no *software* Baseline, que identificou automaticamente os períodos de fluxo nulo (ΔT_{max}), gerando as séries temporais dos valores de K e V_s para cada indivíduo monitorado. Com o valor de K calculado, a velocidade da seiva (V_s) foi obtida, no *Software* Rstudio.

2.3. Análise estatística

A relação entre as densidades da madeira com a velocidade da seiva, foi verificada pela correlação de Pearson, conforme descrito por Zar (2010), com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando os *softwares* R (R Core Team, 2023) e o Microsoft Excel® (2024).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram monitoradas 13 árvores de espécies arbóreas. A maior parte das espécies foram representadas por apenas um indivíduo, exceto a espécie *Virola surinamensis*, que foi representada por três indivíduos registrados (Tabela 1).

Tabela 1 - Dados das espécies arbóreas monitoradas na FLONA/AP.

ESPÉCIES	Velocidade de seiva (cm/h)	Densidade da Madeira (g/cm ³)	DAP (Cm)
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	0.743278	0.4316	215.50
<i>Manikara hubeli</i> (Ducke) Chevalier	1.784946	0.9264	325.00

<i>Castilla ulei</i> Warb.	2.576760	0.4100	78.40
<i>Ocotea fragrantissima</i> Ducke	4.826874	0.5820	78.70
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd	2.055248	0.6500	83.90
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	3.038285	0.4316	110.00
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre.) T.D.Penn	3.282913	0.6585	133.70
<i>Minquartia punctata</i> (Radlk.)	3.065491	0.7924	145.00
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	4.224555	0.4316	146.40
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	2.845284	0.5630	93.90
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1.172341	0.8828	87.10
<i>Inga paraensis</i> Ducke.	1.195197	0.8200	297.80
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos.	1.544342	0.7890	93.00

É possível observar que a velocidade da seiva varia entre 0.7433 e 4.8269, a densidade da madeira entre 0.4100 e 0.9264, o diâmetro à altura do peito variou de 78,4 até 325 cm, com média geral de 147,3 cm. A relação entre a densidade da madeira e a velocidade da seiva apresentou correlação de -0,4023 como pode se observar na Figura 1.

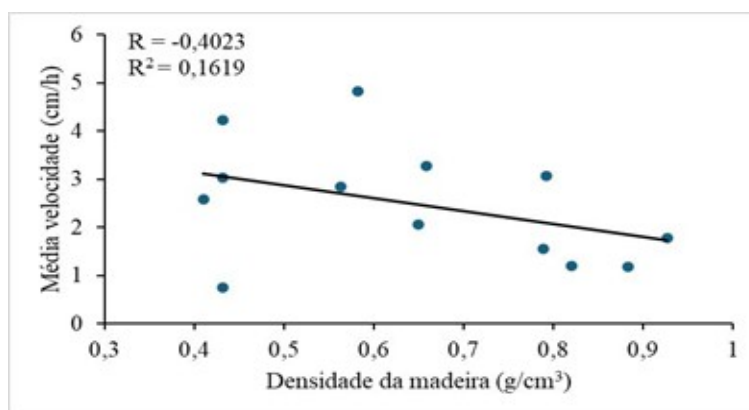


Figura 1 – Relação entre a densidade da madeira e a velocidade média da seiva nas espécies arbóreas monitoradas na FLONA.

Pode-se observar que não existe um padrão de correlação entre a densidade da madeira e a velocidade do fluxo da seiva. No entanto, há uma tendência de quatro árvores com densidades altas apresentarem velocidade mais baixa, enquanto apenas uma árvore com maior densidade (0.8) obteve uma velocidade da seiva de 3cm/h.

Esse resultado pode se dar através de fatores que impedem a relevância na correlação entre densidade da madeira e a velocidade do fluxo da seiva, como a variação na estrutura anatômica da árvore, condições ambientais e os próprios métodos de medições utilizados.

De acordo com Medeiros (2020), a influência dos fatores ambientais juntamente com os traços funcionais das plantas, especialmente a densidade da madeira, ajudam a compreender a dinâmica do uso da água. Um estudo sobre densidade básica da madeira de várias espécies florestais brasileiras encontrou uma grande variação nos valores de densidade, o que pode influenciar o fluxo de seiva de maneira complexa.

Soares (2020), estudando fatores ambientais e características funcionais afirma que podem influenciar os padrões de uso da água em espécies arbóreas. Em ambientes heterogêneos com uma diversidade de espécies e de atributos funcionais, como as florestas tropicais, os fatores que direcionam a dinâmica temporal da velocidade do fluxo de seiva ainda não são bem compreendidos. Ainda afirma que as mudanças na dinâmica da velocidade do fluxo de seiva são controladas por fatores ambientais dependentes do período sazonal.

4. CONCLUSÃO

Não existe uma correlação definida entre a densidade da madeira e a velocidade do fluxo da seiva, mas para melhor entendimento sobre essa relação, é necessário que se leve em consideração alguns fatores importantes, como as condições ambientais, bem como o aumento do número de árvores monitoradas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio por meio do projeto “Papel da floresta amazônica no processo de adaptação e mitigação à mudança climática – ProA”, no âmbito da Chamada CNPq/MCTI/FNDCT N° 19/2024 – Pro-Amazônia.

6. REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. et al. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. **Natureza & Conservação**, v.8, n.2, p.194-196, 2010.

ANTEZANA-VERA, et al. **Fluxo de seiva e crescimento de árvores em função das variáveis climáticas em espécies arbóreas na Amazônia central**. INPA. Manaus, 2017.

BURGESS, S. S. O.; ADAMS, M. A.; TURNER, N. C.; BEVERLY, C. R.; ONG, C. K.; KHAN, A. A. H.; BLEBY, T. M. An improved heat pulse method to measure low and reverse rates of sap flow in woody plants. *Tree Physiology*, v. 21, n. 9, p. 589–598, 2001.

CHAVE, Jerome. **Medição da densidade da madeira em árvores tropicais manual de campo**. Toulouse, France:[sn], 2006.

FEARNSIDE, P. M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 80, n. 1, p. 101–114, 2008.

Flo, V., J. Martinez-Vilalta, K. Steppe, Bernard Schuldt R. Poyatos, (2019). “A synthesis of bias and uncertainty in sap flow methods.” *Agricultural and Forest Meteorology* 271: 362-374.

GRANIER, A. Evaluation of transpiration in a Douglas-fir stand by means of sap flow measurements. Centre de Recherches Forestières. *Tree Physiology*, v. 3, n. 4, p. 309–320, 1987.

MEDEIROS, M. J. dos S., **Sazonalidade do fluxo de seiva em árvores nativas de dois grupos funcionais da caatinga**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Proframa de pós-graduação em produção vegetal, Serra Talhada, 2021.

Plano de Manejo da Floresta Nacional do Amapá: Volume I –Diagnóstico. Macapá: ICMBio, 2016. 324 p.

PRATT, R. B.; JACOBSEN, A. L.; EWERS, F. W.; DAVIS, S. D. **Relationships among xylem transport, biomechanics and storage in stems and roots of nine Rhamnaceae species of the California chaparral**. *New Phytologist*, v. 174, n. 4, p. 787–798, 2007.

SCOLFORO, J.R.S.; LOEUILLE, B.F.P.; ALTOE, T.F. Caracterização da candeia. In: **Manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. 1ed. Lavras: UFLA, 2011, v. 1, p. 19-27.

SILVA, G. C.; SOUSA, F. L. S.; FERREIRA, J. S.; MENDES, G. J. Variação da densidade básica de madeiras obtidas em sistema de talhadia. In: RAMALHO, E. **Estudos Multidisciplinares** - Vol 3. Belém-PA: Home Editora, 2024. p. 103-119.

SOARES, J. C. R., **Dinâmica temporal da velocidade do fluxo de seiva de indivíduos arbóreos em resposta a fatores ambientais e morfoanatômicos na Amazônia Central**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas. 2020.

Zar, JH (2010) **Análise bioestatística**. 5ª edição, Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, xiii, 944 p.