

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA-INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**VARIABILIDADE INTRA E INTERESPECÍFICA DA DENSIDADE DA MADEIRA
EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO AMBIENTAL OCUPADA POR ESPÉCIES DE
ÁRVORES DOMINANTES NA AMAZÔNIA CENTRAL**

LAURA DO NASCIMENTO MARTINS

Manaus, Amazonas
Novembro, 2022

LAURA DO NASCIMENTO MARTINS

**VARIABILIDADE INTRA E INTERESPECÍFICA DA DENSIDADE DA MADEIRA
EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO AMBIENTAL OCUPADA POR ESPÉCIES DE
ÁRVORES DOMINANTES NA AMAZÔNIA CENTRAL**

ORIENTADORA: JULIANA SCHIETTI

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como requisito para obtenção do título de mestre em Ecologia.

Manaus, Amazonas
Novembro, 2022



PG·ECO·INPA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO
DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DO INSTITUTO
NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA.

Aos 22 dias do mês de Setembro do ano de 2022, às 09h00min, por videoconferência, reuniu-se a Comissão Examinadora de Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: a Dra. **Thaise Emilio Lopes de Sousa**, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, a Dra. **Yennie Katarina Bredin**, do Instituto Norueguês de Pesquisa da Natureza – INPN e o Dr. **Rafael Leandro de Assis**, da Museu de História Natural da Universidade de Oslo – UiO, tendo como suplentes a Dra. Izabela Fonseca Aleixo, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e a Dra. Flavia Delgado Santana, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, sob a presidência da orientadora, a fim de proceder a arguição pública do trabalho de **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de LAURA DO NASCIMENTO MARTINS**, intitulado: “**VARIABILIDADE INTRA E INTERESPECÍFICA DA DENSIDADE DA MADEIRA EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO AMBIENTAL OCUPADA POR ESPÉCIES DE ÁRVORES DOMINANTES NA AMAZÔNIA CENTRAL**”, orientada pela Dra. Juliana Schietti de Almeida, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final:

APROVADO (A) REPROVADO (A)
 POR UNANIMIDADE POR MAIORIA

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

DR. THAISE EMILIO LOPES DE SOUSA

DR. YENNIE KATARINA BREDIN

DR. RAFAEL LEANDRO DE ASSIS

DRA. IZABELA FONSECA ALEIXO

DRA. FLAVIA DELGADO SANTANA

(Coordenação PPG-ECO/INPA)

M386v Martins, Laura Do Nascimento

Variabilidade intra e interespecífica da densidade da madeira em função da variação ambiental ocupada por espécies de árvores dominantes na Amazônia Central / Laura Do Nascimento Martins; orientadora Juliana Schietti. - Manaus:[s. l.], 2022.

3.7 MB

49 p. : il. color.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Ecologia.) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2022.

1. Variabilidade ambiental. 2. Árvores - coeficiente de variação. I. Schietti, Juliana. II. Título.

CDD 577.3

Sinopse:

Estudamos como varia a densidade da madeira de espécies dominantes da Amazônia central em relação a variabilidade ambiental ocupada por seus indivíduos ao longo de 500 km de extensão, desde o norte de Manaus na Reserva Florestal Adolpho Ducke, até o sul do estado do Amazonas no interflúvio Purus-Madeira.

Palavras-chave: características ambientais, alocação de recursos, coeficiente de variação

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, juntamente ao programa de pós-graduação em ecologia, pela oportunidade e pela estrutura oferecida para que eu pudesse realizar o mestrado, e a CAPES pela bolsa de pesquisa.

Aos professores do INPA por nos mostrarem a Amazônia de uma forma que eu nunca imaginei que iria conhecer, foi a realização de um sonho aprender um pouco com vocês sobre a maior floresta tropical do mundo. Muito obrigada, vocês são inspiradores.

Obrigada também a minha orientadora Juliana Schietti pelo acolhimento mesmo antes de eu ingressar ao programa. Agradeço muito por sua paciência, pelos seus ensinamentos e por sua confiança em mim. Sob sua orientação eu evoluí tanto profissionalmente quanto como pessoa, serei sempre muito grata por tê-la conhecido.

Agradeço aos meus amigos da família vegetal. Aprendi muito com todos vocês e sem vocês minha passagem pelo mestrado não teria sido a mesma. Em especial a Dra. Flavia Costa, que sempre esteve à disposição para nos ajudar e nos ensinar valiosas lições sobre ecologia e sobre a vida, e aos amigos Cibelly, Erick, Edher, Felipe, Natália, Marcelle, Maquelle, Michelle, Mirza e Rubana por todo o apoio incondicional e por todas as contribuições ao longo desses anos. Sou muito feliz em poder fazer parte dessa família.

Também agradeço as pessoas queridas que conheci ao longo dessa trajetória, em especial a Dra. Elis, a Alessandra e ao Leandro que sempre estiveram dispostos a me ajudar, seja corrigindo manuscritos, ouvindo minhas prévias ou me aconselhando sobre quais deveriam ser os próximos passos. Obrigada pelo apoio e amizade.

Muito obrigada aos meus colegas de turma que cresceram junto comigo, por toda a troca de experiência e companheirismo. Especialmente aos amigos Manuel, João Pedro e Lourdes. Vocês foram cruciais para que tudo isso fosse possível. A nossa amizade ultrapassa qualquer distância e eu sempre torcerei pelo sucesso de vocês. Obrigada.

Aos meus familiares e ao meu companheiro Ciro, muito obrigada por permanecerem ao meu lado me incentivando e torcendo por mim. Por vocês eu continuo sempre tentando ser uma pessoa melhor.

Um agradecimento especial ao meu pai, por tudo. Principalmente pela ideia de irmos pra Manaus ter uma nova experiência de vida e pelo apoio incondicional que recebi até aqui.

Resumo

A Amazônia é dominada por relativamente poucas espécies arbóreas que podem ocupar habitats relativamente homogêneos ou uma alta variação ambiental. Ainda não é bem conhecido como as características dos indivíduos de espécies dominantes variam em relação à variação ambiental ocupada por essas espécies. Conhecer essa relação nos ajudará a entender o sucesso de espécies dominantes. A densidade da madeira (WD) é considerada uma característica integradora das propriedades da planta; portanto, usamos valores de densidade da madeira do ramo (WDB) de 290 indivíduos e do tronco (WDS) de 219 indivíduos de 17 espécies dominantes, ao longo de 500 km de extensão na Amazônia Central para responder à pergunta: Como a variação na WDB e WDS dentro de e entre espécies dominantes responde a variabilidade ambiental ocupada pelas espécies e aos gradientes ambientais da Amazônia central? Para isso, testamos três hipóteses: (H1) A variação intraespecífica de WD em espécies dominantes muda em função da variabilidade ambiental ocupada pela espécie, (H2) o valor médio de WD muda de acordo com a variabilidade ambiental ocupada pela espécie, e por último, (H3) a WD dos indivíduos varia em função características locais (e.g. água, textura e nutrientes do solo e dinâmica da floresta). Testamos essas hipóteses usando modelos de regressão lineares filogenéticas múltiplas (H1 e H2) e modelos lineares mistos (H3). Usamos o coeficiente de variação (CV) de WD como medida de variação intraespecífica e estimamos a variação ambiental ocupada pela espécie com base em um índice de variabilidade ambiental ocupada pela espécie. Nossos resultados mostraram que conforme aumenta a variabilidade ambiental ocupada pela espécie, maior é a variação intraespecífica nos valores de WDB, mas não de WDS. Além disso, conforme aumenta a variabilidade ambiental, menor é a WDB e WDS média das espécies. Não encontramos um modelo único que explicasse a variação da WD dos indivíduos de acordo com o ambiente, a variação na WD se mostrou dependente da espécie. Tais resultados sugerem que o sucesso das espécies dominantes pode estar na capacidade dos indivíduos em variar a WDB, e nas estratégias aquisitivas adotadas na construção da madeira do ramo e do tronco das espécies para colonizar ambientes heterogêneos, ou em torno de estratégias mais conservativas quando ocorrem sobre ambientes mais homogêneos. Em um cenário de mudanças ambientais, alterações no habitat podem favorecer o estabelecimento de espécies que ocupam ambientes mais variáveis, e consequentemente, com WD mais baixa, diminuindo os estoques de carbono e alterando o funcionamento da floresta.

Abstract

The Amazon is dominated by relatively few tree species that can occupy relatively homogeneous habitats or a high environmental variation. It is still not well known how the characteristics of individuals of dominant species vary in relation to the environmental variation occupied by these species. Knowing this relationship will help us understand the success of dominant species. Wood density (WD) is considered a key characteristic of plant properties; therefore, we used branch wood density values (WDB) from 290 individuals and stem wood density values (WDS) from 219 individuals of 17 dominant species, along 500 km of extension in the central Amazon to answer the question: How does the variation in WDB and WDS within and between dominant species respond to the environmental variability occupied by the species and the environmental gradients of central Amazonia? For this, we tested three hypotheses: (H1) The intraspecific variation of WD in dominant species changes as a function of the environmental variability occupied by the species, (H2) the mean value of WD changes according to the degree of environmental variability occupied by the species, and finally, (H3) the WD among individuals varies depending on local characteristics (e.g., water, soil texture and nutrients and forest dynamics). We test these hypotheses using multiple phylogenetic linear regression models (H1 and H2) and mixed linear models (H3). We used the coefficient of variation (CV) of WD as a measure of intraspecific variation and estimated the environmental variation occupied by the species based on an index of environmental variability occupied by the species. Our results showed that as the environmental variability occupied by the species increases, the greater is the intraspecific variation in the values of WDB, but not of WDS. Furthermore, as the environmental variability increases, the lower is the average WDB and WDS of species. We did not find a particular model that explained the variation in WD among individuals according to the environment, the variation in WD was shown to be species dependent. Such results suggest that the success of the dominant species may be in the ability of individuals to vary the WDB, and in the acquisition strategies adopted in the construction of the wood of the branch and stem of the species to colonize heterogeneous environments, or around more conservative strategies when they occur on more homogeneous environments. In a scenario of environmental changes, modifications in habitat can favor the establishment of species that occupy more variable environments, and consequently, with lower WD, decreasing carbon stocks and altering the functioning of the forest.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	4
Área de estudo	4
Delineamento amostral	6
Identificação das espécies	7
Densidade da madeira	9
Gradiente de água do solo	9
Propriedades físico-químicas do solo	9
Déficit hídrico climatológico	10
Dinâmica da floresta	10
Variabilidade ambiental ocupado pela espécie	10
Análises estatísticas	11
4. RESULTADOS	12
Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e o coeficiente de variação (CV) da densidade da madeira	13
Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e a média da densidade da madeira	13
Densidade da madeira ao longo de gradientes ambientais	14
5. DISCUSSÃO	15
Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e o coeficiente de variação (CV) intraespecífico da densidade da madeira	15
Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e a média da densidade da madeira	16
Densidade da madeira ao longo de gradientes ambientais	16
6. CONCLUSÃO	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
8. MATERIAL SUPLEMENTAR	29

1. INTRODUÇÃO

A dominância de comunidades por poucas espécies é um padrão recorrente (Preston, 1948; MacArthur, 1957; McGill *et al.*, 2007; Umaña *et al.*, 2015; Umaña and Swenson, 2019) e está presente na flora amazônica, onde 50% das árvores pertencem a apenas ~ 227 espécies (ter Steege *et al.*, 2013). Apesar de espécies dominantes (i.e., espécies com maior abundância ou massa relativa na comunidade) contribuírem desproporcionalmente para os ciclos biogeoquímicos (Fauset *et al.*, 2015), as causas da dominância de espécies são pouco conhecidas (Avolio *et al.*, 2019). Compreender o sucesso dessas espécies pode nos ajudar a inferir sobre o futuro da floresta, uma vez que, em um cenário de mudanças climáticas, possíveis transformações no ambiente podem causar mudanças na distribuição e na abundância relativa de espécies dominantes, gerando impactos relevantes no funcionamento dos ecossistemas florestais (Avolio *et al.*, 2019).

Apesar de espécies hiperdominantes na Amazônia serem vistas como habitat especialistas, por exemplo, com ocorrência restrita à alguma fitofisionomia (Pitman *et al.*, 2001, 2013; ter Steege *et al.*, 2013), é provável que espécies ocorrendo sobre amplas áreas ocupem uma variação considerável de características ambientais e disponibilidades de recursos (Balvanera *et al.*, 2011; Fortunel *et al.*, 2014a; Heineman *et al.*, 2016; Umaña and Swenson, 2019). Dessa forma, uma hipótese para explicar o sucesso das poucas espécies dominantes em colonizar grandes extensões geográficas é que essas espécies variem suas características de acordo com a variabilidade ambiental em que ocorrem, como forma de maximizar suas performances localmente (Reich *et al.*, 2003; Patiño *et al.*, 2009; Sungpalee *et al.*, 2009; Umaña *et al.*, 2015; Umaña and Swenson, 2019).

A variação intraespecífica de características pode ser resultado da variação genética de populações adaptadas localmente ao ambiente ou de ajustes ligados a plasticidade fenotípica (Nicotra *et al.*, 2010), os quais permitem que os indivíduos alterem, até um certo ponto, suas características de acordo com as mudanças no ambiente (Nock *et al.*, 2016). Ambos os mecanismos de variação intraespecífica podem responder a uma multiplicidade de condições e recursos ambientais. No entanto, a maioria dos estudos abordando variação intraespecífica consideraram apenas fatores ambientais isolados e suas influências na variação de características de árvores (Rozendaal *et al.*, 2006; Wellstein *et al.*, 2013; Jung *et al.*, 2014; Rosas *et al.*, 2019; Umaña and Swenson, 2019) deixando de lado a complexidade local dos

ambientes habitados pelas espécies, e como essa complexidade afeta uma mesma característica em diferentes partes da planta.

Dentre as características que influenciam na performance das plantas, a densidade básica da madeira (WD) é considerada uma característica chave para a compreensão da estratégia de vida adotada pelas espécies (Fearnside, 1997; Swenson and Enquist, 2007; Chave *et al.*, 2009). A WD está associada às propriedades estruturais da madeira, tanto do tronco principal quanto das ramificações (Van Gelder *et al.*, 2006), que irão repercutir nas taxas de crescimento e sobrevivência das plantas (Enquist *et al.*, 1999; Parolin, 2002; King *et al.*, 2006; Poorter *et al.*, 2010; Hoeber *et al.*, 2014). É uma característica integradora, pois seus valores representam a alocação de carbono em espaços preenchidos do xilema (Ziemińska *et al.*, 2013; Lachenbruch and Mcculloh, 2014), cujas diferentes conformações condicionam uma maior eficiência ou segurança no transporte hídrico (Chave *et al.*, 2009; Hacke and Sperry, 2015; Simioni *et al.*, 2021), no armazenamento de substâncias como água e carboidratos de reserva (Borchert and Pockman, 2005; Zheng and Martínez-Cabrera, 2013; Fortunel *et al.*, 2014b) e no suporte mecânico da planta (Niklas, 1993; Zanne *et al.*, 2010; Fortunel *et al.*, 2014b).

O que irá determinar o valor de WD serão as diferentes estratégias (menos ou mais custosas) de alocação de carbono no xilema adotadas pelas espécies (Preston *et al.*, 2006; Chave *et al.*, 2009), resultando em madeiras desde leves até densas. Essa alocação varia conforme a idade da planta e o órgão analisado (Sarmiento *et al.*, 2011) e é, em grande parte, conservada filogeneticamente (Baker *et al.*, 2004; Chave *et al.*, 2006), o que significa que quanto maior o grau de parentesco dos indivíduos, mais semelhante será o valor de WD apresentado por eles (Burns and Strauss, 2011). No entanto, há inúmeras evidências de variação dos valores de WD entre indivíduos da mesma espécie (Dalla-Salda *et al.*, 2008; Patiño *et al.*, 2009; Bredin *et al.*, 2020) e até mesmo ao longo do mesmo indivíduo (Sarmiento *et al.*, 2011; Pulido *et al.*, 2019). Indivíduos de uma mesma espécie, quando sujeitos a diferentes ambientes, podem apresentar variabilidade de valores de densidade da madeira do tronco (Siliprandi *et al.*, 2016; Schöngart *et al.*, 2005; Fajardo and Piper, 2011; Bredin *et al.*, 2020) e do ramo (Dalla-Salda *et al.*, 2008; Gillerot *et al.*, 2018), o que demonstra um certo grau de ajuste na conformação do xilema em resposta às diferentes características ambientais (Parolin, 2002; Patiño *et al.*, 2009; Umaña *et al.*, 2015; Tng *et al.*, 2018).

Conforme varia o ambiente, existem alguns padrões bem estabelecidos de variação da densidade da madeira das espécies. Na Amazônia, florestas com maior densidade da madeira são encontradas em solos mais antigos, mais bem estruturados fisicamente, mais pobres em

nutrientes (Parolin, 2002; Muller-Landau, 2004; Schöngart *et al.*, 2005; Patiño *et al.*, 2009; Quesada *et al.*, 2012; Fortunel *et al.*, 2014b; Mori *et al.*, 2019) e, dentro do mesmo regime climático, em posições com menor disponibilidade hídrica local (Cosme *et al.*, 2017; Esteban *et al.*, 2021). No entanto, entendemos pouco sobre a variabilidade intra e inter-específica da WD em função da variabilidade ambiental ocupada pelas espécies (Swenson and Enquist, 2007; Umaña and Swenson, 2019). A variação dessa característica integradora pode ajudar a entender o sucesso de espécies dominantes em colonizar ambientes heterogêneos.

Para responder à pergunta “Como a variação na densidade da madeira do ramo e tronco de espécies dominantes responde à variabilidade ambiental ocupada pela espécie e aos gradientes ambientais da Amazônia central?”, nós testamos 3 hipóteses. (H1) – a variação nos valores de WD entre indivíduos de uma mesma espécie muda conforme a variabilidade ambiental ocupada pela espécie. Nossa predição é que em espécies que ocupam uma maior variabilidade ambiental há uma maior variação intraespecífica de WD. Isto é esperado porque conforme aumenta a variação ambiental, espera-se um certo grau de ajuste nos valores de WD para que os indivíduos consigam sobreviver à diferentes condições ambientais locais, refletindo assim em uma maior variação intraespecífica (Muller-Landau, 2004; Baltzer *et al.*, 2009; Umaña *et al.*, 2015; Umaña and Swenson, 2019). (H2) – valores médios de WD das espécies mudam com a variabilidade ambiental ocupada pela espécie. Esperamos que espécies ocupando maior variabilidade ambiental terão maiores valores médios de WD, pois a convergência de valores de WD mais altas seria a estratégia conservativa na alocação de recursos adotada pelas espécies que ajudaria a garantir uma maior segurança hidráulica e mecânica, para sobreviver a ambientes com diferentes disponibilidades de recursos (Baltzer *et al.*, 2009). (H3) – A WD no nível do indivíduo varia em função de gradientes ambientais, como uma forma de se ajustar às características ambientais locais (Patiño *et al.*, 2009). Sendo assim, esperamos encontrar que independente da identidade da espécie, existe um padrão de variação da densidade da madeira dos indivíduos que está relacionado à variação de gradientes ambientais. Por exemplo, esperamos que haja uma tendência de aumento na densidade da madeira no nível do indivíduo quanto maior for a profundidade do lençol freático e o déficit hídrico climatológico do local onde o indivíduo ocorre, como resultado indireto do investimento em estruturas do xilema que garantem uma maior segurança hidráulica frente ao estresse hídrico (Hacke *et al.*, 2001; Cosme *et al.*, 2017; Tng *et al.*, 2018; Esquivel-Muelbert *et al.*, 2019; Esteban *et al.*, 2021). Da mesma forma, esperamos encontrar efeitos indiretos da textura do solo na WD dos indivíduos. Menores valores de WD em solos mais argilosos são esperados como consequência da alta capacidade

de absorção e retenção de água e nutrientes característicos desse tipo de solo, o que favorece o crescimento (Chauvel *et al.*, 1996). Já em locais com maiores teores de silte, pela menor retenção de água e nutrientes, esperamos encontrar indivíduos com maiores valores de WD. Esperamos também que a WD seja menor nos indivíduos onde a concentração de nutrientes no solo é maior (Muller-Landau, 2004; Patiño *et al.*, 2009; Quesada *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2021), uma vez que locais com maiores disponibilidade de nutrientes, permitem que indivíduos invistam em estruturas que favoreçam o crescimento rápido das plantas e a reprodução, levando como consequência, a uma maneira menos densa (Bucci *et al.*, 2006; Wright *et al.*, 2011). Esperamos que a densidade da madeira dos indivíduos também seja menor em locais onde há maior taxa de mortalidade (Muller-Landau, 2004), como uma consequência da abertura de clareiras e maior disponibilidade de luz que favorecem maiores taxas de turnover, dando espaço para o estabelecimento de indivíduos de crescimento rápido (Quesada *et al.*, 2012; Cintra *et al.*, 2013; Schiatti *et al.*, 2016).

2. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo:

- Entender como varia a densidade da madeira do tronco e do ramo de indivíduos de espécies dominantes frente a variabilidade ambiental ocupada por essas espécies.
- Entender como os gradientes ambientais podem influenciar nos valores de densidade da madeira dos indivíduos das espécies dominantes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado ao longo de aproximadamente 500 km de extensão, em sete sítios de pesquisa que compreendem à Reserva Florestal Adolpho Ducke, localizada ao norte da cidade de Manaus, e seis sítios ao longo da BR-319, que percorre o interflúvio Purus-Madeira e que liga Manaus a Humaitá no sul do AM (Fig. 1).

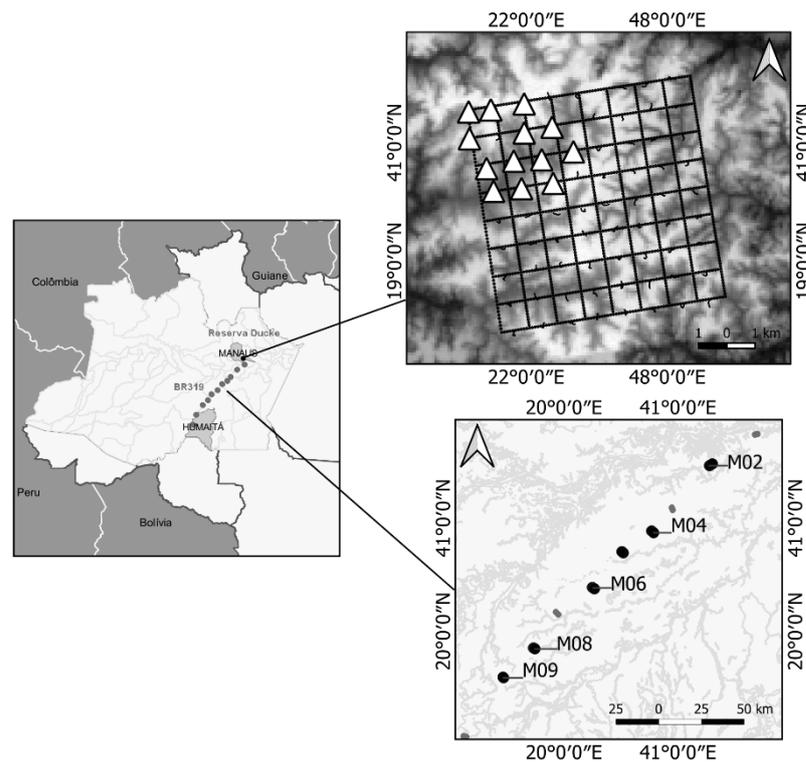


Figura 1. Área de estudo, mostrando as parcelas estudadas na reserva Ducke, ao norte de Manaus, e os módulos com parcelas estudadas na BR319, ao sul do estado do Amazonas.

A Reserva Ducke compreende uma área de 10.000 ha (10 x 10 km) de floresta de terra firme ombrófila densa (Ribeiro *et al.*, 1999). A temperatura média anual entre 1965 e 1981 foi de 26° C, com pouca variação ao longo do ano. A precipitação média anual é cerca de 2400 mm, sendo a estação seca geralmente restrita aos meses de julho a setembro, tendo agosto e setembro como os meses tipicamente mais secos, com médias menores a 100 mm de chuva (Marques-Filho *et al.*, 1981; Alvares *et al.*, 2013). A paisagem é dominada por um gradiente topográfico com áreas relativamente altas e planas (platôs), geralmente mais férteis (maior soma de bases trocáveis), cujo alto teor de argila do solo vai diminuindo conforme diminui a elevação, dando lugar a solos arenosos e menos férteis nos vales (baixios), localizados nas margens dos cursos d'água. Seguindo a topografia, os solos são classificados como latossolos amarelos álicos argilosos nos platôs variando gradativamente até podzóis hidromórficos, com teores de argila abaixo de 5% nos baixios (Tomasella *et al.*, 2008). Os pontos mais altos dos platôs estão entre 90 e 120 m acima do nível do mar, com o lençol freático podendo chegar a cerca de 25 m de profundidade, enquanto nos baixios o lençol freático é superficial, formando ambientes onde o solo sazonalmente a permanentemente encharcado (Drucker *et al.*, 2008; Tomasella *et al.*, 2008). Os solos derivam de sedimentos continentais cretáceos da formação

Alter do Chão (Chauvel *et al.*, 1996, 1987; Tomasella *et al.*, 2008).

O interflúvio Purus-Madeira, é caracterizado por uma fitofisionomia amplamente heterogênea, tendo a vegetação definida como floresta ombrófila densa de terras baixas ao norte. Tem como predomínio o clima equatorial quente úmido, com precipitação média anual de 2500 mm, alcançando 2000 mm na porção norte (Maldonado *et al.*, 2012). A região é caracterizada pelo relevo plano, com solos rasos e textura majoritariamente siltosa, classificados como gleissolos e plintossolos com altitudes variando entre 30 e 50 m (Sombroek, 2000). A drenagem é bastante pobre, com solos hidromórficos nos terraços e planícies aluviais (Sombroek, 2000). Em algumas regiões, o solo pode ficar encharcado durante a estação chuvosa devido ao lençol freático superficial, e alguns riachos podem secar durante a estação seca (Schietti *et al.*, 2016).

Delineamento amostral

Selecionamos 17 espécies de árvores que juntas contribuem com cerca de 18% da área basal de todas as árvores inventariadas nas 72 parcelas na Reserva Ducke (Schietti *et al.*, 2014) e em 25 parcelas de 8 sítios ao longo da BR-319 (Sousa *et al.*, 2020). A abundância relativa das espécies selecionadas contribui com 12% de todas as árvores inventariadas da BR-319 e 7% das árvores na Reserva Ducke. Dada a alta diversidade de espécies na Amazônia central (Stropp *et al.*, 2009), as espécies selecionadas podem ser consideradas como espécies dominantes (com alta área basal relativa) nessa região em que entre 50 e 60 espécies contribuem com 50% de toda área basal dos sítios de estudo. As espécies selecionadas estão distribuídas em 13 gêneros e 9 famílias abundantes na região (Fig. 2) e foram amostradas em um total de 29 parcelas nas duas áreas de estudo (6 a 22 parcelas por espécie). Na seleção dos indivíduos para amostragem, consideramos a confiabilidade na identificação da espécie (veja seção abaixo) e a distribuição em parcelas distintas, com características que representassem a variabilidade ambiental ocupada pela espécie em nossas áreas de estudo. Com isso, em 2017, coletamos amostras de madeira de um ramo terminal de 290 indivíduos e do tronco de 219 indivíduos (Tabela S1). Amostramos seis a 40 indivíduos por espécie, com diâmetro a altura do peito (DAP) variando entre 10 e 88 cm entre todos os indivíduos avaliados.

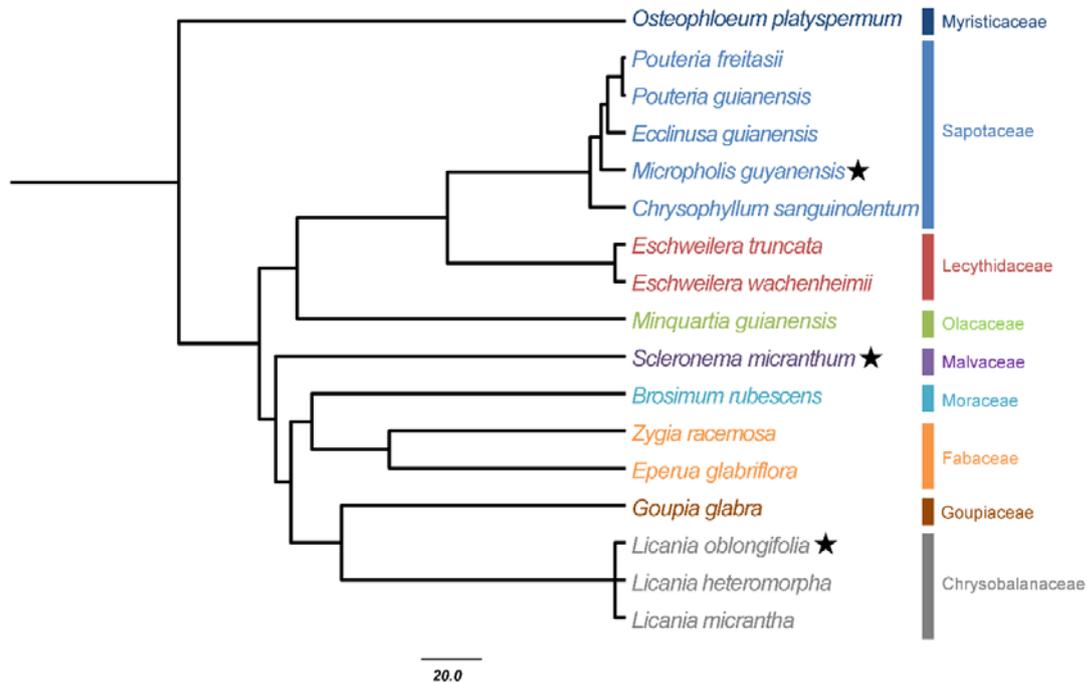


Figura 2. Relação filogenética das 17 espécies estudadas, com destaque para espécies que apresentaram correlação significativa entre a densidade da madeira e ao menos uma variável ambiental (Fig. S1-S2). Cladograma baseado na filogenia publicada no artigo de Neves e colaboradores 2020.

Identificação das espécies

As plantas amostradas neste estudo tiveram vouchers coletados para identificação botânica, a qual foi feita com base na comparação das características do material estéril ou fértil coletado nas áreas de estudo com material de herbário previamente identificado por especialistas. Além disso, 3 pares de folhas de todos os indivíduos foram submetidos à um analisador de espectro em infravermelho próximo (NIR), uma ferramenta que tem se mostrado promissora no auxílio da discriminação de espécies (Durgante *et al.*, 2013; Lang *et al.*, 2017, 2015). Esta ferramenta permite coletar informações espectrais sobre a estrutura física e molecular de cada folha através da interação entre as moléculas das amostras com as ondas eletromagnéticas na faixa do infravermelho próximo (Pasquini, 2003). Os valores de absorvância da luz registrados resultaram em curvas espectrais, que foram usadas como uma “impressão digital” para cada espécie. Usando os dados espectrais, fizemos uma análise discriminante linear (LDA) para classificar as espécies (Durgante *et al.*, 2013; Lang *et al.*, 2015, 2017; Pasquini, 2018) a partir dos valores de comprimento de onda de cada indivíduo. Os resultados mostraram que através das leituras espectrais, foi possível garantir com precisão 86% da identidade dos indivíduos coletados (Fig. 3). Apenas os indivíduos que tiveram a

identificação correta com base nesse nível de precisão foram selecionados para dar sequência às análises posteriores.

As análises foram realizadas com base nos scripts disponibilizados pelo grupo de pesquisa Ecologia e evolução de plantas amazônicas no endereço <http://www.botanicaamazonica.wiki.br/labotam/doku.php?id=analises:nir:inicio>.

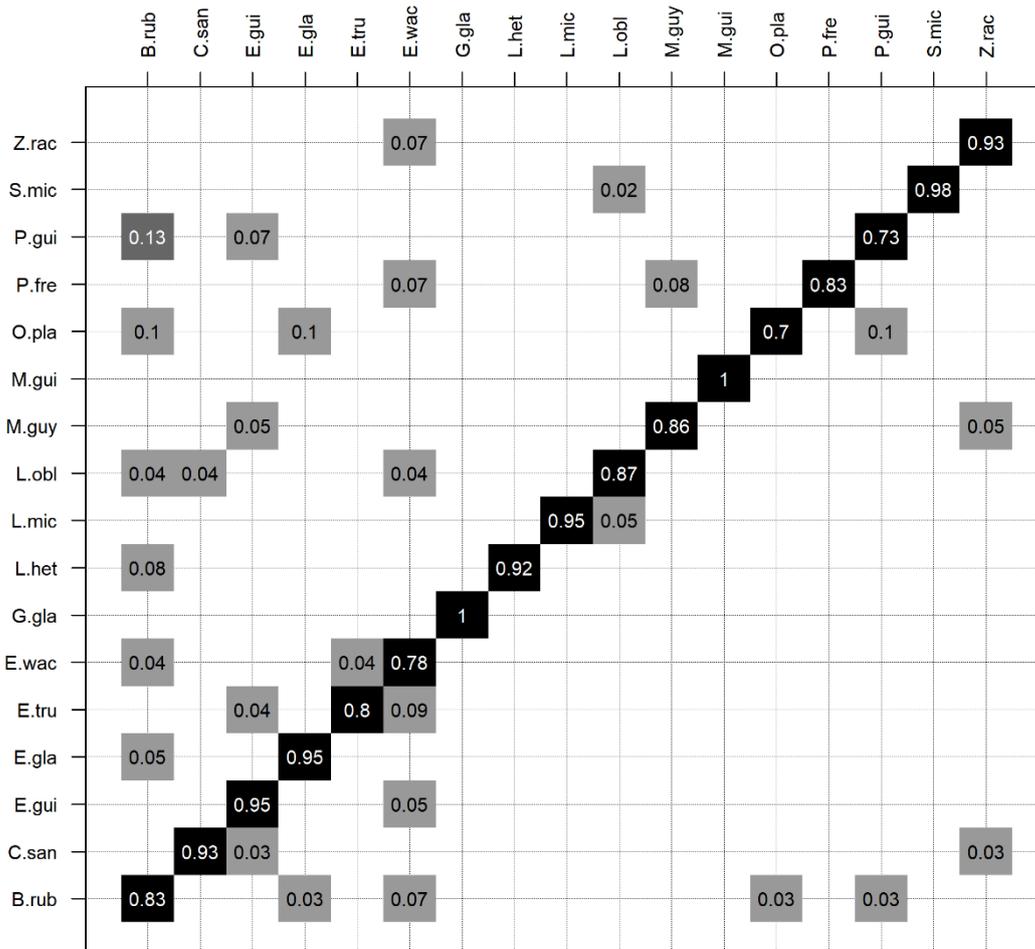


Figura 3. Matriz de confusão resultante da análise discriminante linear (LDA) do modelo com os dados das leituras no infravermelho próximo de todos os indivíduos. A matriz mostra a porcentagem de acerto que cada espécie obteve, tendo os nomes observados das espécies nas colunas e os nomes previstos nas linhas. A linha diagonal em preto indica as previsões corretas e as porcentagens em cinza indicam as previsões erradas. Abreviações: B. rub = *Brosimum rubescens*; C. san = *Chrysophyllum sanguinolentum*; E. gui = *Ecclinusa guianensis*; E. gla = *Eperua glabriflora*; E. tru = *Eschweilera truncata*; E. wac = *Eschweilera wachenheimii*; G. gla = *Goupia glabra*; L. het = *Licania heteromorfa*; L. mic = *Licania micranta*; L. obl = *Licania oblongifolia*; M. guy = *Micropholis guyanensis*; M. gui = *Minqartia guianensis*; O. pla = *Osteophloeum platyspermum*; P. fre = *Pouteria freitasii*; P. gui = *Pouteria guianensis*; S. mic = *Scleronema micranthum*; Z. rac = *Zygia racemosa*.

Densidade da madeira

Para as análises de densidade da madeira, utilizamos amostras do ramo e do tronco dos indivíduos. Em cada indivíduo, foram coletadas 1 amostra de ramo terminal com diâmetros entre 1 e 2 cm, com a ajuda de um escalador, e uma amostra cilíndrica do tronco, retirada com uma sonda de Pressler (diâmetro de 5.15 mm). A amostra do tronco teve comprimento variado, sendo que 18% atingiram a medula (toda a variação radial amostrada) e 38% tiveram comprimento igual ou maior que a metade do raio do tronco (ao menos 50% da variação radial amostrada). Para determinar a densidade da madeira, o volume fresco foi medido pelo método de deslocamento de água e em seguida as amostras foram secas em estufa por 72 h a 105 °C. O peso seco foi determinado em uma balança de precisão (0.0001 g) para estimativa da densidade pelo cálculo do peso seco sobre o volume fresco da amostra (g/cm^{-3}). A densidade da madeira foi determinada sem a casca do tronco ou ramo. Para caracterizar a variação intraespecífica de densidade da madeira calculamos o coeficiente de variação (CV) das amostras de tronco e ramo para cada espécie.

Gradiente de água do solo

O gradiente de água no solo foi representado por um indicador da profundidade do lençol freático, a estimativa da distância vertical do terreno até a drenagem mais próxima, da sigla em inglês HAND (*Height Above Nearest Drainage*; Rennó *et al.*, 2008). O HAND é um algoritmo que foi desenvolvido para descrever o terreno de acordo com seu potencial de drenagem vertical através da análise dos percursos do fluxo da água seguindo a topografia, e está correlacionado com a profundidade do lençol freático (Rennó *et al.*, 2008). O HAND foi calculado com base em um modelo digital de elevação do terreno, gerado a partir de dados do radar SRTM, *Shuttle Radar Topography Mission* (pixel de 90 x 90 m), e valores foram extraídos para cada parcela de estudo (Moulatlet *et al.*, 2014; Schietti *et al.*, 2014).

Propriedades físico-químicas do solo

Usamos propriedades físicas e químicas do solo para representar a variabilidade edáfica que cada espécie ocupa na região do estudo. As variáveis usadas foram teor de argila e silte, e as concentrações de magnésio, alumínio (cmolc/kg), fósforo disponível e zinco (mg/kg). Esses dados foram resultado de coletas de amostras de solo em cada uma das parcelas permanentes onde as árvores deste estudo ocorrem (Castilho *et al.*, 2006; Schietti *et al.*, 2016).

Déficit hídrico climatológico

Utilizamos uma variável que representa o déficit hídrico climatológico enfrentado pelas plantas, o máximo déficit hídrico climatológico acumulado (MCWD, *Maximum accumulated Climatological Water Deficit*) que foi calculado como a média das diferenças entre a precipitação e a evapotranspiração acumuladas anualmente no período de 1970-2016 em cada parcela (Aragão *et al.*, 2007). Assumimos 100 mm como a evapotranspiração média mensal da floresta (Shuttleworth, 1988; da Rocha *et al.*, 2004). Os dados de precipitação e evapotranspiração foram extraídos do repositório TerraClimate (Abatzoglou *et al.*, 2018), um conjunto de dados de alta resolução espacial ($1/24^\circ$, ~4 km) que abriga informações globais mensais de características climáticas e balanço hídrico climático desde 1958, como resultado da interpolação e junção de informações de fontes de dados espaciais e temporais.

Dinâmica da floresta

Para representar a dinâmica da floresta, foram usadas taxas de mortalidade e *turnover*. Essas taxas foram calculadas no período de 2003-2008 para a reserva Ducke, mortalidade como sendo a porcentagem de árvores mortas por ano em cada parcela, seguindo Sheil and May (1996), e *turnover* como sendo o valor médio entre mortalidade e recrutamento (porcentagem de árvores novas ao ano em cada parcela) ao longo desse intervalo de tempo para cada parcela. Para a BR319, as taxas de mortalidade e *turnover* são de 2010-2016, cujos dados foram disponibilizados pelos autores de Sousa e colaboradores (2020).

Variabilidade ambiental ocupado pela espécie

Para descrever a variabilidade ambiental ocupada pela espécie, calculamos a distância euclidiana para cada espécie a partir dos valores das variáveis ambientais das parcelas ocupadas pelos indivíduos amostrados utilizando a função *Betadisper* do pacote *vegan* (Oksanen *et al.*, 2020). Selecionamos variáveis que melhor representassem a variabilidade ambiental ocupada por cada espécie em termos da condição de água no solo, propriedades físico-químicas do solo, variações climáticas de chuva e dinâmica da floresta (descritas anteriormente). Dentro de cada uma dessas quatro categorias de variáveis, escolhemos aquelas que não estavam correlacionadas entre si usando um limiar de correlação de 0.5 (Fig. S3). As variáveis selecionadas (HAND, argila, silte, magnésio, alumínio, fósforo, zinco, MCWD, mortalidade e *turnover*) foram inseridas na função *Betadisper* e com isso obtivemos um índice que representa a variabilidade ambiental ocupada para cada espécie avaliada no estudo. Quanto maior o valor do índice, maior a variabilidade ambiental ocupada pela espécie.

Análises estatísticas

Para testar H1 (variação intraespecífica de WD vs variabilidade ambiental ocupada pela espécie) e H2 (variação interespecífica de WD vs variabilidade ambiental ocupada pela espécie), em que espécies são as unidades amostrais, utilizamos regressões filogenéticas múltiplas, as quais consideram as relações de parentesco entre as espécies de acordo com a mega-árvore de Neves *et al.*, 2020. Para construir a filogenia das 17 espécies estudadas, utilizamos o site Phylomatic (v3) <http://phylodiversity.net/phylomatic/> (Webb and Donoghue, 2005). As regressões filogenéticas foram realizadas utilizando a função *phylolm* do pacote *phylolm* (Ho and Ane, 2014).

Para testar H1, nós fizemos análises de regressão filogenética múltipla entre o coeficiente de variação (CV%) da WD das espécies e a variabilidade ambiental ocupada pela espécie, a fim de entender se o CV varia em função da variabilidade ambiental ocupada pela espécie. Para controlar possíveis efeitos do tamanho amostral no CV da densidade da madeira (avaliar se maiores variações na densidade da madeira não eram dadas por espécies amostradas em mais parcelas ou com mais indivíduos), adicionamos como covariável o número de indivíduos e número de parcelas em modelos separados e avaliamos se a relação entre o CV da WD e a variabilidade ambiental ocupada pela espécie foi significativa considerando a variação do número de indivíduos e número de parcelas amostrados por espécie (veja Tabela S2).

Para testar a hipótese H2 utilizamos regressões filogenéticas múltiplas entre a média da WD das espécies e o valor da distância do centroide de cada espécie (variabilidade ambiental ocupada pela espécie), e adicionamos como covariável o número de indivíduos e número de parcelas em modelos distintos (Tabela S2).

Para testar H3 (WD individual vs gradientes ambientais locais), que teve o indivíduo como unidade amostral, fizemos uma análise de modelos lineares mistos, tendo espécie como o fator randômico (considerando o aninhamento dos indivíduos dentro das espécies), e como fatores fixos as variáveis ambientais obtidas em cada parcela de amostragem, conforme descrito anteriormente. Para entender os fatores que melhor explicam a variação de WD entre indivíduos, selecionamos o melhor modelo utilizando critério de informação de Akaike (AICc) pela função *dredge* que classificou os modelos pelo valor de AICc, considerando todas as combinações (de modelos mais simples a modelos com todas as variáveis). O modelo com menor AICc e os modelos com delta AICc ≤ 2 foram selecionados. Para as análises de H3 usamos os pacotes *lme4* (Bates *et al.*, 2015) e *MuMIn* (Barton, 2020).

Ao constatar que o modelo global, incluindo todos os indivíduos de todas as espécies, não explicou a variação da densidade da madeira, avaliamos as espécies individualmente para entender se essas respondiam de forma distinta aos gradientes ambientais. Para isso, fizemos análises de regressão linear simples entre os valores de WD (tronco e ramos) dos indivíduos em cada espécie com as variáveis ambientais locais em que o indivíduo ocorre. Como essa abordagem envolve múltiplos testes da mesma hipótese, realizamos uma correção das probabilidades pelo método *holm* utilizando a função *p.adjust* do pacote *stats* no R (R Core Team, 2020).

Todas as análises foram feitas no software estatístico R (R Core Team, 2020).

4. RESULTADOS

O valor de WDB dos indivíduos variou de 0.34 a 0.84 g cm⁻³ nas espécies avaliadas, enquanto WDS variou de 0.47 a 1.01 g cm⁻³ (Fig. S4). Dentro das espécies, o CV da WDB variou de 3% (de 0.75 a 0.82 g/cm⁻³ em *Zygia racemosa*) a 17% (de 0.34 a 0.53g/cm⁻³ em *Osteophloeum platyspermum*) enquanto o CV da WDS variou de 4% (de 0.51 a 0.67 g/cm⁻³ em *Goupia glabra*) até 11% (0.62 a 1.01g/cm⁻³ em *Licania oblongifolia*) (Fig. S5). Em geral, os valores de densidade da madeira do tronco foram maiores que os encontrados no ramo para os indivíduos e espécies (Fig. S6)

Os valores das variáveis ambientais analisadas para cada parcela foram de 1-80% para argila, de 0.54-63% para silte, de 0.001-0.2 cmolc/kg para magnésio, de 0.02-4.7 cmolc/kg para alumínio, de 0.7-9.5 mg/kg para fósforo, de 0.2-1.6 mg/kg para zinco, 0.7-43.7 m para HAND, de -142 a -74 mm MCWD, 1.1-3.6% de taxa de mortalidade e 1.2-3% de taxa de *turnover* (Tabela 1).

Tabela 1: Amplitude de variação das variáveis estudadas

Species	Range (max-min)										
	Environmental variation	Clay (%)	Silt (%)	Mg (cmolc/kg)	Al (cmolc/kg)	P (mg/kg)	Zn (mg/kg)	HAND (m)	MCWD (mm)	Mortality (%)	Turnover (%)
<i>B. rubescens</i>	1.53	76.00	62.70	0.21	3.07	8.69	0.92	42.30	66.95	1.65	1.53
<i>C. sanguinolentum</i>	1.57	78.00	62.70	0.22	4.68	8.77	1.03	36.53	68.21	2.58	1.78
<i>E. guianensis</i>	1.37	77.00	56.34	0.21	4.62	8.33	0.93	42.30	68.21	2.22	1.29
<i>E. glabriflora</i>	1.11	79.00	8.13	0.22	2.78	8.55	1.00	36.45	1.02	2.22	1.26
<i>E. truncata</i>	0.98	71.08	58.64	0.19	2.72	8.77	0.83	37.14	58.27	1.60	1.68
<i>E. wachenheimii</i>	1.41	79.00	40.77	0.15	3.22	3.18	0.90	42.30	50.30	1.60	1.68
<i>G. glabra</i>	1.19	68.50	62.70	0.14	2.90	3.80	1.00	40.72	58.27	2.22	1.53
<i>L. heteromorpha</i>	1.09	74.00	60.10	0.18	4.36	4.03	1.42	36.21	53.81	1.40	1.38
<i>L. micrantha</i>	1.13	40.00	60.94	0.18	4.45	3.94	1.42	11.24	68.21	1.59	1.63
<i>L. oblongifolia</i>	1.61	51.50	55.50	0.22	4.68	8.77	1.03	16.07	59.52	1.60	1.68
<i>M. guyanensis</i>	1.40	77.00	60.37	0.18	4.60	3.80	1.00	36.45	58.27	1.29	1.49
<i>M. guianensis</i>	1.02	72.92	50.71	0.17	2.28	7.58	1.12	36.21	45.85	1.10	1.09
<i>O. platyspermum</i>	1.18	68.00	58.05	0.12	4.39	0.91	1.03	42.23	68.21	1.13	0.99
<i>P. freitasii</i>	0.83	35.58	50.02	0.08	3.39	1.59	0.73	7.62	68.21	1.65	1.53
<i>P. guianensis</i>	1.34	77.00	62.13	0.21	3.16	8.77	0.45	25.55	60.05	1.45	1.40
<i>S. micranthum</i>	1.63	78.00	60.94	0.22	4.68	8.77	1.42	43.00	59.52	2.53	1.68
<i>Z. racemosa</i>	1.08	75.00	33.11	0.16	2.10	1.93	1.00	40.41	17.67	1.10	0.79

Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e o coeficiente de variação (CV) da densidade da madeira

Conforme aumenta a variabilidade ambiental ocupada pelas espécies, maior é a variação na WDB (Fig. 4a). Nenhum padrão foi encontrado para a WDS (Fig. 4b). Esses resultados são consistentes independentemente do tamanho da amostra (número de indivíduos e parcelas amostradas por espécie) (Fig. S7 e S8)

Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e a média da densidade da madeira

Quanto menor a densidade média da madeira tanto no tronco como nos ramos, maior é a variabilidade ambiental ocupada pela espécie. Assim, espécies com baixa densidade da madeira tendem a ocupar maior variabilidade ambiental do que espécies com alta densidade da madeira (Fig. 5). O efeito da variabilidade ambiental ocupada pela espécie na média da WD não é influenciado pelo tamanho amostral ou pelo número de parcelas amostradas (Fig. S9 e S10).

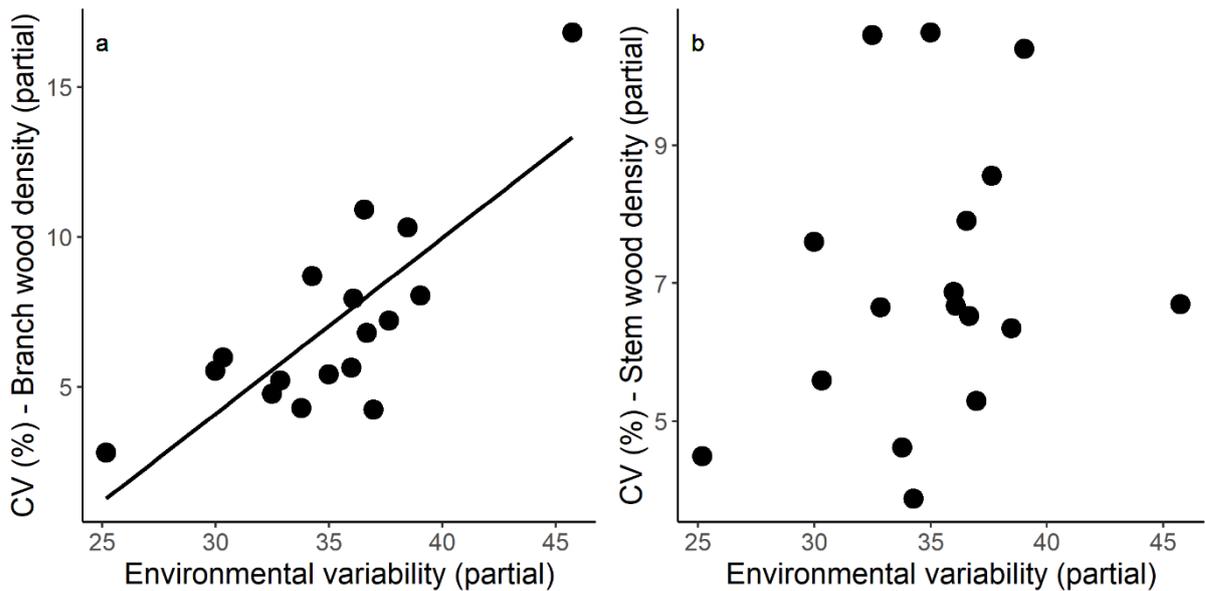


Figura 4. Regressões parciais entre o coeficiente de variação (CV%) intraespecífico da densidade da madeira do ramo (a) e do tronco (b) e a variação ambiental ocupada por espécies de árvores abundantes na Amazônia Central.

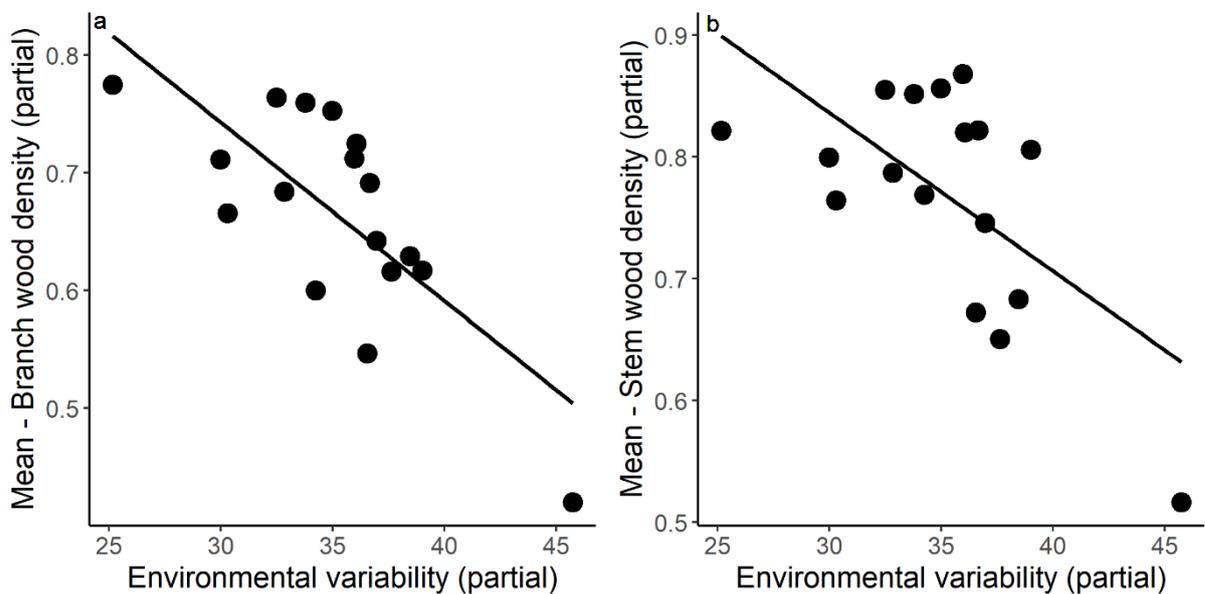


Figura 5. Regressões parciais entre a média da densidade da madeira por espécie do ramo (a) e do tronco (b) e a variação ambiental ocupada por espécies de árvores abundantes na Amazônia Central.

Densidade da madeira ao longo de gradientes ambientais

O resultado da análise do modelo linear misto nos mostrou que cerca de 75% da variação da WDB e WDS entre todos os indivíduos amostrados nesse estudo foi explicada pelo fator randômico espécies (Fig. S11 e S12, Tabela S3), e menos de 4% da variação foi explicada pelos

fatores fixos (variáveis ambientais). O R² marginal (referente aos fatores fixos) foi de 0.03 para o WDS e 0.01 para WDB respectivamente (Tabela S3).

No material suplementar, apresentamos de forma descritiva correlações entre a WD das espécies e as variáveis ambientais isoladas

5. DISCUSSÃO

A variabilidade ambiental ocupada pela espécie influenciou a WD de espécies dominantes, sugerindo que o sucesso dessas espécies em colonizar ambientes heterogêneos pode estar na capacidade de ajuste das características funcionais de seus indivíduos às demandas locais. Nesse estudo investigamos a variação intra- e interespecífica da WDB e WDS em função da variabilidade ambiental e de gradientes ambientais em que as espécies ocorrem na Amazônia central. Espécies ocupando habitats mais variáveis tem WDB mais variável e em média WDS e WDB menos densas. A densidade da madeira do tronco variou menos que a do ramo dentro das espécies. Também constatamos que não há uma explicação geral para a variação da WD relacionada a gradientes ambientais no nível de indivíduo. Ao contrário disso, encontramos que a maior parte da variação dessa característica está associada a padrões específicos de cada espécie, seja por diferenças no grau de variação intraespecífica das espécies, seja pelas respostas diferentes em relação aos gradientes ambientais individuais.

Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e o coeficiente de variação (CV) intraespecífico da densidade da madeira

Conforme aumenta a variabilidade ambiental ocupada pelas espécies, mais variável é a WDB dentro das espécies. Isso sugere que indivíduos de espécies dominantes podem estar ajustando seus valores de WDB em resposta às características locais na Amazônia central (Baltzer *et al.*, 2007, 2009; Patiño *et al.*, 2009; Umaña *et al.*, 2015). Outros estudos corroboram com a interpretação de que espécies amplamente distribuídas no espaço apresentam maior variabilidade intraespecífica em outras características funcionais (Baltzer *et al.*, 2007, 2009; Umaña *et al.*, 2015) e a WDB já se mostrou uma característica variável entre indivíduos de espécies que ocorrem ao longo da bacia Amazônica (Patiño *et al.*, 2009).

Para o tronco, não houve relação entre a variabilidade ambiental ocupada pela espécie e a variação da WDS (CV%). Quando avaliada anteriormente, a variação intraespecífica de WDS foi baixa em comparação com outras características funcionais (Fajardo and Piper, 2011; Siefert *et al.*, 2015) e por isso é considerada uma característica mais conservada filogeneticamente e menos responsiva ao ambiente (Fajardo and Piper, 2011). Essa

particularidade pode estar associada com o custo na construção da madeira do tronco que apresenta, em média, uma madeira mais densa do que o ramo (Swenson and Enquist, 2007; Sarmiento *et al.*, 2011) (Fig. S6). Por outro lado, o tempo menor de formação do ramo, e provável associação com as condições ambientais no período de formação da madeira, podem resultar em WDB mais variável em relação à variabilidade ambiental ocupada pela espécie (Patiño *et al.*, 2009).

A WDB encontrada no presente estudo, que representa a variação em indivíduos ao longo de 500 km de extensão, foi relativamente menor do que a variação encontrada em trabalhos na escala da bacia Amazônica, relatado por Patiño *et al.*, 2009. Na espécie com maior variação intraespecífica do presente estudo, *Osteophloeum platyspermum* (Fig. S5), encontramos uma variação de WDB de 0.34 a 0.53 g cm⁻³, enquanto Patiño *et al.*, (2009) encontraram uma variação de 0.27 a 0,78 g cm⁻³ para *Lecythis persistens*, indicando que a variação intraespecífica ocorre em diferentes escalas.

Variabilidade ambiental ocupada pela espécie e a média da densidade da madeira

As espécies que ocupam maior variabilidade ambiental apresentaram menores médias da WD tanto do tronco quanto do ramo quando comparado a espécies com distribuição em condições mais restritas. Isso sugere que a estratégia adotada por espécies que estão distribuídas por diferentes habitats tende a ser mais aquisitiva na construção da madeira, ou seja, com WD mais baixa, de crescimento mais rápido (Baraloto *et al.*, 2010; Poorter *et al.*, 2010) porém menos seguras hidráulica e mecanicamente (Baas *et al.*, 2004; Chave *et al.*, 2009), o que foi o oposto do que esperávamos. Estudos como os de Baltzer *et al.*, 2007 e 2009 encontraram que espécies distribuídas em um gradiente climático apresentaram estratégias conservativas para prevenir falhas hidráulicas. No entanto, nosso resultado sugere que não é apenas o gradiente de disponibilidade hídrica que determina valores de densidade da madeira, e que a convergência em estratégias aquisitivas na construção da madeira permite que espécies com menores densidades da madeira consigam se estabelecer em uma gama maior de condições ambientais e disponibilidades de recurso. Porém, esse padrão precisa ser confirmado sobre áreas com climas e condições de água no solo mais seco do que os amostrados neste estudo.

Densidade da madeira ao longo de gradientes ambientais

Nós não encontramos padrões claros indicando que gradientes específicos sejam determinantes da variação da WD de indivíduos sobre todas as espécies. Nossos resultados sugerem que as espécies se relacionam de forma distinta com os gradientes ambientais

avaliados, sendo que algumas espécies respondem a determinados gradientes (Fig. S1 e S2), enquanto outras parecem não variar em função deles.

As espécies que apresentaram alguma relação com os gradientes ambientais avaliados foram *Licania oblongifolia*, *Micropholis guyanensis* e *Scleronema micranthum*. Nessas espécies, a WD variou em função dos gradientes de silte, alumínio no solo, e HAND (proxy da profundidade do lençol freático).

A textura do solo já se mostrou importante na determinação do enraizamento, retenção de água e nutrientes disponíveis para as plantas (Hacke *et al.*, 2001; Collins and Bras, 2007; Soong *et al.*, 2020) e nos estoques de biomassa (Schietti *et al.*, 2016). A concentração de silte tem relação com outras propriedades do solo, como por exemplo idade e profundidade (Quesada *et al.*, 2012) e a combinação desses fatores, favoreceu a produção de madeiras com densidades mais baixas do ramo de indivíduos de *Scleronema micranthum* e do tronco de indivíduos de *Licania oblongifolia* em ambientes com maiores concentrações de silte, o que foi o mesmo encontrado por Quesada *et al.*, 2012 na escala da bacia Amazônica.

Apesar de fósforo ser um nutriente tido como limitante na Amazônia, e já ter sido associado com a densidade da madeira na escala da bacia (Patiño *et al.*, 2009; Quesada *et al.*, 2012), em uma menor escala geográfica com um gradiente de menor variação (0.65 a 9.54 mg/kg) essa influência não foi detectada nas variações intraespecíficas de WD. Ao invés disso, o alumínio, que dependendo de sua forma disponível pode ser considerado tóxico para as plantas (Baas *et al.*, 2004), esteve relacionado negativamente com a WDB de *Licania oblongifolia* e WDS de *Licania oblongifolia* e *Micropholis guyanensis*. Embora uma alta concentração de alumínio possa inibir o desenvolvimento das raízes e a captação de nutrientes (Schroth *et al.*, 2000; Baligar and Fageria, 2005), nossos resultados sugerem que a concentração de alumínio nos sítios de estudo, juntamente com outros fatores não analisados como a acidez do solo, influenciou em uma menor densidade da madeira dos indivíduos dessas espécies.

O HAND já se mostrou ser um dos fatores determinantes da densidade da madeira de espécies em escala local na Amazônia central (Cosme *et al.*, 2017, Esteban *et al.*, 2021). Por ser um proxy da distância do lençol freático, é esperado que, conforme aumenta o valor de HAND (e conseqüentemente diminui a disponibilidade hídrica no solo), mais susceptíveis estariam os indivíduos a uma falha hidráulica (Hacke *et al.*, 2001, Tng *et al.*, 2018). Em resposta ao ambiente, é esperado que os indivíduos invistam em estruturas que previnam a morte das árvores por falha hidráulica, tendo como consequência uma maior densidade da madeira em locais com maior HAND. Nossos resultados mostraram que indivíduos de *Licania oblongifolia*

tiveram maiores valores de WDS em locais com maiores valores de HAND, conforme o esperado (Hacke *et al.*, 2001, Tng *et al.*, 2018).

Apesar de não termos encontrado um padrão único que explique a variação na WD de todos os indivíduos, vimos que algumas espécies, *Licania oblongifolia*, *Micropholis guyanensis* e *Scleronema micranthum*, podem variar significativamente valores de WD de seus indivíduos em relação a determinados gradientes ambientais. Esse resultado indica que pode haver uma alta capacidade de ajuste (por adaptação local ou plasticidade fenotípica) dos valores de densidade da madeira dessas espécies, o que permite que elas se estabeleçam ao longo de gradientes ambientais ajustando sua performance conforme as condições e recursos do ambiente.

6. CONCLUSÃO

Algumas espécies possuem uma maior capacidade de ajustar seus valores de WD em relação às variações ambientais do que outras. Em um cenário de mudanças climáticas na Amazônia central, onde espera-se uma alteração drástica nas características ambientais causada por eventos extremos (Gloor *et al.*, 2013; Esteban *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2022), nossos resultados sugerem que espécies ditas aquisitivas na construção da madeira podem ser favorecidas, alterando a composição das espécies, e refletindo em florestas mais vulneráveis a secas e com menores estoques de carbono.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abatzoglou, J. T., Dobrowski, S. Z., Parks, S. A., and Hegewisch, K. C.: TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015, *Scientific Data*, 5, 170191, <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.191>, 2018.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Goç Alves, J. L. de M., and Sparovek, G.: Köppen's climate classification map for Brazil, *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711–728, <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>, 2013.

Aragão, L. E. O. C., Malhi, Y., Roman-Cuesta, R. M., Saatchi, S., Anderson, L. O., and Shimabukuro, Y. E.: Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts, *Geophysical Research Letters*, 34, L07701, <https://doi.org/10.1029/2006GL028946>, 2007.

Avolio, M. L., Forrestel, E. J., Chang, C. C., La Pierre, K. J., Burghardt, K. T., and Smith, M. D.: Demystifying dominant species, *New Phytologist*, 223, 1106–1126, <https://doi.org/10.1111/nph.15789>, 2019.

Baas, P., Ewers, F. W., Davis, S. D., and Wheeler, E. A.: Evolution of xylem physiology, in: *The Evolution of Plant Physiology*, edited by: Hemsley, A. R. and Poole, I., Elsevier, London, UK, 273–295, <https://doi.org/10.1016/B978-012339552-8/50016-0>, 2004.

- Baker, T. R., Phillips, O. L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T. J., Laurance, S. G., Laurance, W. F., Lewis, S. L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neil, D. A., Patiño, S., Pitman, N. C. A., Silva, J. N., and Vásquez-Martínez, R.: Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass, *Global Change Biology*, 10, 545–562, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00751.x>, 2004.
- Baligar, V. C. and Fageria, N. K.: Soil Aluminum Effects on Growth and Nutrition of Cacao, *Soil Science and Plant Nutrition*, 51, 709–713, <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2005.tb00097.x>, 2005.
- Baltzer, J. L., Davies, S. J., Noor, N. S. M., Kassim, A. R., and LaFrankie, J. V.: Geographical distributions in tropical trees: can geographical range predict performance and habitat association in co-occurring tree species?, *Journal of Biogeography*, 34, 1916–1926, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01739.x>, 2007.
- Baltzer, J. L., Gregoire, D. M., Bunyavejchewin, S., Noor, N. S. M., and Davies, S. J.: Coordination of foliar and wood anatomical traits contributes to tropical tree distributions and productivity along the Malay-Thai Peninsula, *American Journal of Botany*, 96, 2214–2223, <https://doi.org/10.3732/ajb.0800414>, 2009.
- Balvanera, P., Quijas, S., and Pérez-Jiménez, A.: Distribution Patterns of Tropical Dry Forest Trees Along a Mesoscale Water Availability Gradient, *Biotropica*, 43, 414–422, <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00712.x>, 2011.
- Baraloto, C., Paine, C. E. T., Poorter, L., Beauchene, J., Bonal, D., Domenach, A. M., Hérault, B., Patiño, S., Roggy, J. C., and Chave, J.: Decoupled leaf and stem economics in rain forest trees, *Ecology Letters*, 13, 1338–1347, <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01517.x>, 2010.
- Barton, K.: *MuMIn: Multi-Model Inference*, 2020.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., and Walker, S.: Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4, *Journal of Statistical Software*, 67, 1–48, <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>, 2015.
- Borchert, R. and Pockman, W. T.: Water storage capacitance and xylem tension in isolated branches of temperate and tropical trees, *Tree Physiology*, 25, 457–466, <https://doi.org/10.1093/treephys/25.4.457>, 2005.
- Bredin, Y. K., Peres, C. A., and Haugaasen, T.: Forest type affects the capacity of Amazonian tree species to store carbon as woody biomass, *Forest Ecology and Management*, 473, 118297, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118297>, 2020.
- Bucci, S. J., Scholz, F. G., Goldstein, G., Meinzer, F. C., Franco, A. C., Campanello, P. I., Villalobos-Vega, R., Bustamante, M., and Miralles-Wilhelm, F.: Nutrient availability constrains the hydraulic architecture and water relations of savannah trees, *Plant, Cell and Environment*, 29, 2153–2167, <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2006.01591.x>, 2006.
- Burns, J. H. and Strauss, S. Y.: More closely related species are more ecologically similar in an experimental test, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 5302–5307, <https://doi.org/10.1073/pnas.1013003108>, 2011.

Castilho, C. V. de, Magnusson, W. E., Araújo, R. N. O. de, Luizão, R. C. C., Luizão, F. J., Lima, A. P., and Higuchi, N.: Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography, *Forest Ecology and Management*, 234, 85–96, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.06.024>, 2006.

Chauvel, A., Lucas, Y., and Boulet, R.: On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil, *Experientia*, 43, 234–241, <https://doi.org/10.1007/BF01945546>, 1987.

Chauvel, A., Walker, I., and Lucas, Y.: Sedimentation and pedogenesis in a Central Amazonian Black water basin, *Biogeochemistry*, 33, 77–95, <https://doi.org/10.1007/BF02181033>, 1996.

Chave, J., Muller-landau, H. C., Baker, T. R., Easdale, T. A., Steege, H. T., and Webb, C. O.: Regional and Phylogenetic Variation of Wood Density across 2456 Neotropical Tree Species, *Ecological Applications*, 16, 2356–2367, [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[2356:RAPVOW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[2356:RAPVOW]2.0.CO;2), 2006.

Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N. G., and Zanne, A. E.: Towards a worldwide wood economics spectrum, *Ecology Letters*, 12, 351–366, <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>, 2009.

Cintra, B. B. L., Schiatti, J., Emillio, T., Martins, D., Moulatlet, G., Souza, P., Levis, C., Quesada, C. A., and Schöngart, J.: Soil physical restrictions and hydrology regulate stand age and wood biomass turnover rates of Purus-Madeira interfluvial wetlands in Amazonia, *Biogeosciences*, 10, 7759–7774, <https://doi.org/10.5194/bg-10-7759-2013>, 2013.

Collins, D. B. G. and Bras, R. L.: Plant rooting strategies in water-limited ecosystems, *Water Resources Research*, 43, W06407, <https://doi.org/10.1029/2006WR005541>, 2007.

Cosme, L. H. M., Schiatti, J., Costa, F. R. C., and Oliveira, R. S.: The importance of hydraulic architecture to the distribution patterns of trees in a central Amazonian forest, *New Phytologist*, 215, 113–125, <https://doi.org/10.1111/nph.14508>, 2017.

Costa, F. R. C., Schiatti, J., Stark, S. C., and Smith, M. N.: The other side of tropical forest drought: do shallow water table regions of Amazonia act as large-scale hydrological refugia from drought?, *New Phytologist*, <https://doi.org/10.1111/nph.17914>, 2022.

Dalla-Salda, G., Martinez-Meier, A., Cochard, H., and Rozenberg, P.: Variation of wood density and hydraulic properties of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) clones related to a heat and drought wave in France, *Forest Ecology and Management*, 257, 182–189, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.019>, 2008.

Drucker, D. P., Costa, F. R. C., and Magnusson, W. E.: How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs, *Journal of Tropical Ecology*, 24, 65–74, <https://doi.org/10.1017/S0266467407004701>, 2008.

Durgante, F. M., Higuchi, N., Almeida, A., and Vicentini, A.: Species Spectral Signature: Discriminating closely related plant species in the Amazon with Near-Infrared Leaf-Spectroscopy, *Forest Ecology and Management*, 291, 240–248, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.045>, 2013.

Enquist, B. J., West, G. B., Charnov, E. L., and Brown, J. H.: Allometric scaling of production and life-history variation in vascular plants, *Nature*, 401, 907–911, <https://doi.org/10.1038/44819>, 1999.

Esquivel-Muelbert, A., Bennett, A. C., Sullivan, M. J. P., Baker, J. C. A., Gavish, Y., Johnson, M. O., Wang, Y., Chambers-Ostler, A., Giannichi, M. L., Gomes, L., Kalamandeen, M., Pattanayak, K. C., and Fauset, S.: A spatial and temporal risk assessment of the impacts of El Niño on the tropical forest carbon cycle: Theoretical framework, scenarios, and implications, *Atmosphere*, 10, 588, <https://doi.org/10.3390/atmos10100588>, 2019.

Esteban, E. J. L., Castilho, C. V., Melgaço, K. L., and Costa, F. R. C.: The other side of droughts: wet extremes and topography as buffers of negative drought effects in an Amazonian forest, *New Phytologist*, 229, 1995–2006, <https://doi.org/10.1111/nph.17005>, 2021.

Fajardo, A. and Piper, F. I.: Intraspecific trait variation and covariation in a widespread tree species (*Nothofagus pumilio*) in southern Chile, *New Phytologist*, 189, 259–271, <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03468.x>, 2011.

Fauset, S., Johnson, M. O., Gloor, M., Baker, T. R., Monteagudo M., A., Brienen, R. J. W., Feldpausch, T. R., Lopez-Gonzalez, G., Malhi, Y., ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Baraloto, C., Engel, J., Pétronelli, P., Andrade, A., Camargo, J. L. C., Laurance, S. G. W., Laurance, W. F., Chave, J., Allie, E., Vargas, P. N., Terborgh, J. W., Ruokolainen, K., Silveira, M., Aymard C., G. A., Arroyo, L., Bonal, D., Ramirez-Angulo, H., Araujo-Murakami, A., Neill, D., Hérault, B., Dourdain, A., Torres-Lezama, A., Marimon, B. S., Salomão, R. P., Comiskey, J. A., Réjou-Méchain, M., Toledo, M., Licona, J. C., Alarcón, A., Prieto, A., Rudas, A., van der Meer, P. J., Killeen, T. J., Marimon Junior, B.-H., Poorter, L., Boot, R. G. A., Stergios, B., Torre, E. V., Costa, F. R. C., Levis, C., Schiatti, J., Souza, P., Groot, N., Arets, E., Moscoso, V. C., Castro, W., Coronado, E. N. H., Peña-Claros, M., Stahl, C., Barroso, J., Talbot, J., Vieira, I. C. G., van der Heijden, G., Thomas, R., Vos, V. A., Almeida, E. C., Davila, E. Á., Aragão, L. E. O. C., Erwin, T. L., Morandi, P. S., de Oliveira, E. A., Valadão, M. B. X., Zagt, R. J., van der Hout, P., Loayza, P. A., Pipoly, J. J., Wang, O., Alexiades, M., Cerón, C. E., Huamantupa-Chuquimaco, I., Di Fiore, A., Peacock, J., Camacho, N. C. P., Umetsu, R. K., de Camargo, P. B., Burnham, R. J., Herrera, R., Quesada, C. A., Stropp, J., Vieira, S. A., Steininger, M., Rodríguez, C. R., Restrepo, Z., Muelbert, A. E., Lewis, S. L., Pickavance, G. C., and Phillips, O. L.: Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling, *Nat Commun*, 6, 6857, <https://doi.org/10.1038/ncomms7857>, 2015.

Fearnside, P. M.: Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia, *Forest Ecology and Management*, 90, 59–87, [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03840-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03840-6), 1997.

Fortunel, C., Paine, C. E. T., Fine, P. V. A., Kraft, N. J. B., and Baraloto, C.: Environmental factors predict community functional composition in Amazonian forests, *Journal of Ecology*, 102, 145–155, <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12160>, 2014a.

Fortunel, C., Ruelle, J., Beauchêne, J., Fine, P. V. A., and Baraloto, C.: Wood specific gravity and anatomy of branches and roots in 113 Amazonian rainforest tree species across environmental gradients, *New Phytologist*, 202, 79–94, <https://doi.org/10.1111/nph.12632>, 2014b.

Gillerot, L., Vlaminc, E., De Ryck, D. J. R., Mwasaru, D. M., Beeckman, H., and Koedam, N.: Inter- and intraspecific variation in mangrove carbon fraction and wood specific gravity in Gazi Bay, Kenya, *Ecosphere*, 9, e02306, <https://doi.org/10.1002/ecs2.2306>, 2018.

Gloor, M., Brienen, R. J. W., Galbraith, D., Feldpausch, T. R., Schöngart, J., Guyot, J. L., Espinoza, J. C., Lloyd, J., and Phillips, O. L.: Intensification of the Amazon hydrological cycle over the last two decades, *Geophysical Research Letters*, 40, 1729–1733, <https://doi.org/10.1002/grl.50377>, 2013.

Hacke, U. G. and Sperry, J. S.: *Functional and Ecological Xylem Anatomy*, edited by: Hacke, U., Springer International Publishing, Cham, 97–115 pp., <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15783-2>, 2015.

Hacke, U. G., Sperry, J. S., Pockman, W. T., Davis, S. D., and McCulloh, K. A.: Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure, *Oecologia*, 126, 457–461, <https://doi.org/10.1007/s004420100628>, 2001.

Heineman, K. D., Turner, B. L., and Dalling, J. W.: Variation in wood nutrients along a tropical soil fertility gradient, *The New phytologist*, 211, 440–454, <https://doi.org/10.1111/nph.13904>, 2016.

Ho, L. S. T. and Ane, C.: A linear-time algorithm for Gaussian and non-Gaussian trait evolution models, *Systematic Biology*, 63, 397–408, 2014.

Hoerber, S., Leuschner, C., Köhler, L., Arias-Aguilar, D., and Schuldt, B.: The importance of hydraulic conductivity and wood density to growth performance in eight tree species from a tropical semi-dry climate, *Forest Ecology and Management*, 330, 126–136, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.06.039>, 2014.

Jung, V., Albert, C. H., Violle, C., Kunstler, G., Loucougaray, G., and Spiegelberger, T.: Intraspecific trait variability mediates the response of subalpine grassland communities to extreme drought events, *Journal of Ecology*, 102, 45–53, <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12177>, 2014.

King, D. A., Davies, S. J., Tan, S., and Noor, N. S. M.: The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees, *Journal of Ecology*, 94, 670–680, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01112.x>, 2006.

Lachenbruch, B. and McCulloh, K. A.: Traits, properties, and performance: How woody plants combine hydraulic and mechanical functions in a cell, tissue, or whole plant, *New Phytologist*, 204, 747–764, <https://doi.org/10.1111/nph.13035>, 2014.

Lang, C., Costa, F. R. C., Camargo, J. L. C., Durgante, F. M., and Vicentini, A.: Near Infrared Spectroscopy Facilitates Rapid Identification of Both Young and Mature Amazonian Tree Species, *PLoS ONE*, 10, e0134521, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134521>, 2015.

Lang, C., Almeida, D. R. A., and Costa, F. R. C.: Discrimination of taxonomic identity at species, genus and family levels using Fourier Transformed Near-Infrared Spectroscopy (FT-NIR), *Forest Ecology and Management*, 406, 219–227, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.003>, 2017.

MacArthur, R. H.: ON THE RELATIVE ABUNDANCE OF BIRD SPECIES, *Proc Natl Acad Sci U S A*, 43, 293–295, 1957.

Maldonado, F. D., Keizer, E. W. H., Graça, P. M. L. A., Fearnside, P. M., and Vitel, C. S.: Previsão temporal da distribuição espacial do desmatamento no interflúvio Purus-Madeira até o ano 2050, in: *Rio Purus: Água, Território e Sociedade na Amazônia Sul-Occidental.*, edited by: Junior, W. C. de S., Waichman, A. V., Sinisgalli, P. A. A., Angelis, C. F. de, and Romeiro, A. R., *LibriMundi*, Goiânia, Goiás, 183–196, 2012.

Marques-Filho, A. O., Ribeiro, M. N. G., Santos, H. M., and Santos, J. M.: Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke-Manaus AM, *Acta Amazonica*, 11, 759–768, <https://doi.org/10.1590/1809-43921981114759>, 1981.

McGill, B. J., Etienne, R. S., Gray, J. S., Alonso, D., Anderson, M. J., Benecha, H. K., Dornelas, M., Enquist, B. J., Green, J. L., He, F., Hurlbert, A. H., Magurran, A. E., Marquet, P. A., Maurer, B. A., Ostling, A., Soykan, C. U., Ugland, K. I., and White, E. P.: Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework, *Ecology Letters*, 10, 995–1015, <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01094.x>, 2007.

Mori, G. B., Schietti, J., Poorter, L., and Piedade, M. T. F.: Trait divergence and habitat specialization in tropical floodplain forests trees, *PLoS ONE*, 14, e0212232, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212232>, 2019.

Moulatlet, G. M., Costa, F. R. C., Rennó, C. D., Emilio, T., and Schietti, J.: Local Hydrological Conditions Explain Floristic Composition in Lowland Amazonian Forests, *Biotropica*, 46, 395–403, <https://doi.org/10.1111/btp.12117>, 2014.

Muller-Landau, H. C.: Interspecific and Inter-site Variation in Wood Specific Gravity of Tropical Trees, *Biotropica*, 36, 20–32, <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2004.tb00292.x>, 2004.

Neves, D. M., Dexter, K. G., Baker, T. R., Coelho de Souza, F., Oliveira-Filho, A. T., Queiroz, L. P., Lima, H. C., Simon, M. F., Lewis, G. P., Segovia, R. A., Arroyo, L., Reynel, C., Marcelo-Peña, J. L., Huamantupa-Chuquimaco, I., Villarroel, D., Parada, G. A., Daza, A., Linares-Palomino, R., Ferreira, L. V., Salomão, R. P., Siqueira, G. S., Nascimento, M. T., Fraga, C. N., and Pennington, R. T.: Evolutionary diversity in tropical tree communities peaks at intermediate precipitation, *Scientific Reports*, 10, 1188, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55621-w>, 2020.

Nicotra, A. B., Atkin, O. K., Bonser, S. P., Davidson, A. M., Finnegan, E. J., Mathesius, U., Poot, P., Purugganan, M. D., Richards, C. L., Valladares, F., and van Kleunen, M.: Plant phenotypic plasticity in a changing climate, *Trends in Plant Science*, 15, 684–692, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>, 2010.

Niklas, K. J.: Influence of Tissue Density-specific Mechanical Properties on the Scaling of Plant Height, *Annals of Botany*, 72, 173–179, <https://doi.org/10.1006/anbo.1993.1096>, 1993.

Nock, C. A., Vogt, R. J., and Beisner, B. E.: Functional Traits, in: *eLS*, Wiley, 1–8, <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0026282>, 2016.

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., and Wagner, H.: *vegan: Community Ecology Package*, 2020.

Oliveira, R. S., Eller, C. B., Barros, F. d.V., Hirota, M., Brum, M., and Bittencourt, P.: Linking plant hydraulics and the fast–slow continuum to understand resilience to drought in tropical ecosystems, *New Phytologist*, 230, 904–923, <https://doi.org/10.1111/nph.17266>, 2021.

Parolin, P.: Radial Gradients in Wood Specific Gravity in Trees of Central Amazonian Floodplains, *IAWA Journal*, 23, 449–457, <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1163/22941932-90000314>, 2002.

Pasquini, C.: Near infrared spectroscopy: Fundamentals, practical aspects and analytical applications, *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 14, 198–219, <https://doi.org/10.1590/S0103-50532003000200006>, 2003.

Pasquini, C.: Near infrared spectroscopy: A mature analytical technique with new perspectives – A review, *Analytica Chimica Acta*, 1026, 8–36, <https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.04.004>, 2018.

Patiño, S., Lloyd, J., Paiva, R., Baker, T. R., Quesada, C. A., Mercado, L. M., Schmerler, J., Schwarz, M., Santos, A. J. B., Aguilar, A., Czimczik, C. I., Gallo, J., Horna, V., Hoyos, E. J., Jimenez, E. M., Palomino, W., Peacock, J., Peña-Cruz, A., Sarmiento, C., Sota, A., Turriago, J. D., Villanueva, B., Vitzthum, P., Alvarez, E., Arroyo, L., Baraloto, C., Bonal, D., Chave, J., Costa, A. C. L., Herrera, R., Higuchi, N., Killeen, T., Leal, E., Luizão, F., Meir, P., Monteagudo, A., Neil, D., Núñez-Vargas, P., Peñuela, M. C., Pitman, N., Priante Filho, N., Prieto, A., Panfil, S. N., Rudas, A., Salomão, R., Silva, N., Silveira, M., Soares deAlmeida, S., Torres-Lezama, A., Vásquez-Martínez, R., Vieira, I., Malhi, Y., and Phillips, O. L.: Branch xylem density variations across the Amazon Basin, *Biogeosciences*, 6, 545–568, <https://doi.org/10.5194/bg-6-545-2009>, 2009.

Pitman, N. C. A., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Núñez V, P., Neill, D. A., Cerón, C. E., Palacios, W. A., and Aulestia, M.: DOMINANCE AND DISTRIBUTION OF TREE SPECIES IN UPPER AMAZONIAN TERRA FIRME FORESTS, *Ecology*, 82, 2101–2117, [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[2101:DADOTS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[2101:DADOTS]2.0.CO;2), 2001.

Pitman, N. C. A., Silman, M. R., and Terborgh, J. W.: Oligarchies in Amazonian tree communities: A ten-year review, *Ecography*, 36, 114–123, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.00083.x>, 2013.

Poorter, L., Mcdonald, I., Alarcón, A., Fichtler, E., Licona, J.-C., Penã-Claros, M., Sterck, F., Villegas, Z., and Sass-klaassen, U.: The importance of wood traits and hydraulic conductance for the performance and life history strategies of 42 rainforest tree species, *New Phytologist*, 185, 481–492, <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03092.x>, 2010.

Preston, F. W.: The Commonness, And Rarity, of Species, *Ecology*, 29, 254–283, <https://doi.org/10.2307/1930989>, 1948.

Preston, K. A., Cornwell, W. K., and DeNoyer, J. L.: Wood density and vessel traits as distinct correlates of ecological strategy in 51 California coast range angiosperms, *New Phytologist*, 170, 807–818, <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01712.x>, 2006.

Pulido, E., René, R., Camacho, L., Tórres, J., and Velasco, E.: Traits and trade-offs of wood anatomy between trunks and branches in tropical dry forest species, *Trees*, <https://doi.org/doi.org/10.1007/s00468-019-01931-5>, 2019.

Quesada, C. A., Phillips, O. L., Schwarz, M., Czimczik, C. I., Baker, T. R., Patiño, S., Fyllas, N. M., Hodnett, M. G., Herrera, R., Almeida, S., Alvarez Dávila, E., Arneeth, A., Arroyo, L., Chao, K. J., Dezzeo, N., Erwin, T., di Fiore, A., Higuchi, N., Honorio Coronado, E., Jimenez, E. M., Killeen, T., Lezama, A. T., Lloyd, G., López-González, G., Luizão, F. J., Malhi, Y., Monteagudo, A., Neill, D. A., Núñez Vargas, P., Paiva, R., Peacock, J., Peñuela, M. C., Peña Cruz, A., Pitman, N., Priante Filho, N., Prieto, A., Ramírez, H., Rudas, A., Salomão, R., Santos, A. J. B., Schmerler, J., Silva, N., Silveira, M., Vásquez, R., Vieira, I., Terborgh, J., and Lloyd, J.: Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate, *Biogeosciences*, 9, 2203–2246, <https://doi.org/10.5194/bg-9-2203-2012>, 2012.

R Core Team: *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.

Reich, P. B., Wright, I. J., Cavender-Bares, J., Craine, J. M., Oleksyn, J., Westoby, M., and Walters, M. B.: Evolution of Plant Functional Variation: Traits, Spectra, and Strategies, *International Journal of Plant Sciences*, 164, 143–164, <https://doi.org/10.1086/374368>, 2003.

Rennó, C. D., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Soares, J. V., Hodnett, M. G., Tomasella, J., and Waterloo, M. J.: HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia, *Remote Sensing of Environment*, 112, 3469–3481, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.03.018>, 2008.

Ribeiro, J. E. L. S., Assunção, P. A. C. L., Pereira, E. da C., Silva, C. F. da, Mesquita, M. R., Procopio, L. C., Mj, J. G. H., Vicentini, A., Sothers, C. A., Costa, M. a. S., Barreto, H., Souza, M. A. D. da, Martins, L. H., and Lohmann, L. G.: *Flora da Reserva Ducke - guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, 1999.

da Rocha, H. R., Goulden, M. L., Miller, S. D., Menton, M. C., Pinto, L. D. V. O., De Freitas, H. C., and E Silva Figueira, A. M.: Seasonality of water and heat fluxes over a tropical forest in eastern Amazonia, *Ecological Applications*, 14, 22–32, <https://doi.org/10.1890/02-6001>, 2004.

Rosas, T., Mencuccini, M., Barba, J., Cochard, H., Saura-Mas, S., and Martínez-Vilalta, J.: Adjustments and coordination of hydraulic, leaf and stem traits along a water availability gradient, *New Phytologist*, 223, 632–646, <https://doi.org/10.1111/nph.15684>, 2019.

Rozendaal, D. M. A., Hurtado, V. H., and Poorter, L.: Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature, *Functional Ecology*, 20, 207–216, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2006.01105.x>, 2006.

Sarmiento, C., Patiño, S., Paine, C. E. T., Beauchêne, J., Thibaut, A., and Baraloto, C.: Within-individual variation of trunk and branch xylem density in tropical trees, *American Journal of Botany*, 98, 140–149, <https://doi.org/10.3732/ajb.1000034>, 2011.

Schietti, J., Emilio, T., Rennó, C. D., Drucker, D. P., Costa, F. R. C., Nogueira, A., Baccaro, F. B., Figueiredo, F., Castilho, C. V., Kinupp, V., Guillaumet, J.-L., Garcia, A. R. M., Lima, A. P., and Magnusson, W. E.: Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in an Amazonian rainforest, *Plant Ecology & Diversity*, 7, 241–253, <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.783642>, 2014.

Schietti, J., Martins, D., Emilio, T., Souza, P. F., Levis, C., Baccaro, F. B., Pinto, J. L. P. d. V., Moulatlet, G. M., Stark, S. C., Sarmiento, K., de Araújo, R. N. O., Costa, F. R. C., Schöngart, J., Quesada, C. A., Saleska, S. R., Tomasella, J., and Magnusson, W. E.: Forest structure along a 600 km transect of natural disturbances and seasonality gradients in central-southern Amazonia, *Journal of Ecology*, 104, 1335–1346, <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12596>, 2016.

Schöngart, J., Piedade, M. T. F., Wittmann, F., Junk, W. J., and Worbes, M.: Wood growth patterns of *Macrolobium acaciifolium* (Benth.) Benth. (Fabaceae) in Amazonian black-water and white-water floodplain forests, *Oecologia*, 145, 454–461, <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0147-8>, 2005.

Schroth, G., Seixas, R., Da Silva, L. F., Teixeira, W. G., and Zech, W.: Nutrient concentrations and acidity in ferralitic soil under perennial cropping, fallow and primary forest in central Amazonia, *European Journal of Soil Science*, 51, 219–231, <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2000.00303.x>, 2000.

Sheil, D. and May, R. M.: Mortality and Recruitment Rate Evaluations in Heterogeneous Tropical Forests, *The Journal of Ecology*, 84, 91, <https://doi.org/10.2307/2261703>, 1996.

Shuttleworth, W. J.: Evaporation from Amazonian rainforest, *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, 233, 321–346, <https://doi.org/10.1098/rspb.1988.0024>, 1988.

Siefert, A., Violle, C., Chalmandrier, L., Albert, C. H., Taudiere, A., Fajardo, A., Aarssen, L. W., Baraloto, C., Carlucci, M. B., Cianciaruso, M. V., de L. Dantas, V., de Bello, F., Duarte, L. D. S., Fonseca, C. R., Freschet, G. T., Gaucherand, S., Gross, N., Hikosaka, K., Jackson, B., Jung, V., Kamiyama, C., Katabuchi, M., Kembel, S. W., Kichenin, E., Kraft, N. J. B., Lagerström, A., Bagousse-Pinguet, Y. L., Li, Y., Mason, N., Messier, J., Nakashizuka, T., Overton, J. M., Peltzer, D. A., Pérez-Ramos, I. M., Pillar, V. D., Prentice, H. C., Richardson, S., Sasaki, T., Schamp, B. S., Schöb, C., Shipley, B., Sundqvist, M., Sykes, M. T., Vandewalle, M., and Wardle, D. A.: A global meta-analysis of the relative extent of intraspecific trait variation in plant communities, *Ecology Letters*, <https://doi.org/10.1111/ele.12508>, 2015.

Siliprandi, N. C., Nogueira, E. M., Toledo, J. J., Fearnside, P. M., and Nascimento, H. E. M.: Inter-site variation in allometry and wood density of *Goupia glabra* Aubl. in Amazonia, *Braz. J. Biol.*, 76, 268–276, <https://doi.org/10.1590/1519-6984.22514>, 2016.

Simioni, P., Campbell, G., Pinto, V. D., Castelar, J. V. de S., Pessoa, M. J. G., Silva, I. V. da, and Da Cunha, M.: Do anatomical wood traits suggest adjustments in the hydraulic architecture of dominant species in Amazonian savannah?, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 155, 498–509, <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1762782>, 2021.

Sombroek, W.: Amazon landforms and soils in relation to biological diversity, *Acta Amazonica*, 30, 81–81, <https://doi.org/10.1590/1809-43922000301100>, 2000.

Soong, J. L., Janssens, I. A., Grau, O., Margalef, O., Stahl, C., Van Langenhove, L., Urbina, I., Chave, J., Dourdain, A., Ferry, B., Freycon, V., Herault, B., Sardans, J., Peñuelas, J., and Verbruggen, E.: Soil properties explain tree growth and mortality, but not biomass, across phosphorus-depleted tropical forests, *Scientific Reports*, 10, 2302, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58913-8>, 2020.

Sousa, T. R., Schiatti, J., Coelho de Souza, F., Esquivel-Muelbert, A., Ribeiro, I. O., Emílio, T., Pequeno, P. A. C. L., Phillips, O., and Costa, F. R. C.: Palms and trees resist extreme drought in Amazon forests with shallow water tables, *Journal of Ecology*, 108, 2070–2082, <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13377>, 2020.

ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E., Phillips, O. L., Castilho, C. V., Magnusson, W. E., Molino, J.-F., Monteagudo, A., Núñez Vargas, P., Montero, J. C., Feldpausch, T. R., Coronado, E. N. H., Killeen, T. J., Mostacedo, B., Vasquez, R., Assis, R. L., Terborgh, J., Wittmann, F., Andrade, A., Laurance, W. F., Laurance, S. G. W., Marimon, B. S., Marimon, B.-H., Guimarães Vieira, I. C., Amaral, I. L., Brienen, R., Castellanos, H., Cárdenas López, D., Duivenvoorden, J. F., Mogollón, H. F., Matos, F. D. de A., Dávila, N., García-Villacorta, R., Stevenson Diaz, P. R., Costa, F., Emilio, T., Levis, C., Schiatti, J., Souza, P., Alonso, A., Dallmeier, F., Montoya, A. J. D., Fernandez Piedade, M. T., Araujo-Murakami, A., Arroyo, L., Gribel, R., Fine, P. V. A., Peres, C. A., Toledo, M., Aymard C., G. A., Baker, T. R., Cerón, C., Engel, J., Henkel, T. W., Maas, P., Petronelli, P., Stropp, J., Zartman, C. E., Daly, D., Neill, D., Silveira, M., Paredes, M. R., Chave, J., Lima Filho, D. de A., Jørgensen, P. M., Fuentes, A., Schöngart, J., Cornejo Valverde, F., Di Fiore, A., Jimenez, E. M., Peñuela Mora, M. C., Phillips, J. F., Rivas, G., van Andel, T. R., von Hildebrand, P., Hoffman, B., Zent, E. L., Malhi, Y., Prieto, A., Rudas, A., Ruschell, A. R., Silva, N., Vos, V., Zent, S., Oliveira, A. A., Schutz, A. C., Gonzales, T., Trindade Nascimento, M., Ramirez-Angulo, H., Sierra, R., Tirado, M., Umaña Medina, M. N., van der Heijden, G., Vela, C. I. A., Vilanova Torre, E., Vriesendorp, C., *et al.*: Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora, *Science*, 342, 1243092, <https://doi.org/10.1126/science.1243092>, 2013.

Stropp, J., Ter Steege, H., Malhi, Y., ATDN, and RAINFOR: Disentangling regional and local tree diversity in the Amazon, *Ecography*, 32, 46–54, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05811.x>, 2009.

Sungpalee, W., Itoh, A., Kanzaki, M., Sri-ngernyuang, K., Noguchi, H., Mizuno, T., Teejuntuk, S., Hara, M., Chai-udom, K., Ohkubo, T., Sahunalu, P., Dhanmmanonda, P., Nanami, S., Yamakura, T., and Sorn-ngai, A.: Intra- and interspecific variation in wood density and fine-scale spatial distribution of stand-level wood density in a northern Thai tropical montane forest, *Journal of Tropical Ecology*, 25, 359–370, <https://doi.org/10.1017/S0266467409006191>, 2009.

Swenson, N. G. and Enquist, B. J.: Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its community-wide variation across latitude and elevation, *American Journal of Botany*, 94, 451–459, <https://doi.org/10.3732/ajb.94.3.451>, 2007.

Tng, D. Y. P., Apgaua, D. M. G., Ishida, Y. F., Mencuccini, M., Lloyd, J., Laurance, W. F., and Laurance, S. G. W.: Rainforest trees respond to drought by modifying their hydraulic architecture, *Ecology and Evolution*, 8, 12479–12491, <https://doi.org/10.1002/ece3.4601>, 2018.

Tomasella, J., Hodnett, M. G., Cuartas, L. A., Nobre, A. D., Waterloo, M. J., and Oliveira, S. M.: The water balance of an Amazonian micro-catchment: the effect of interannual variability of rainfall on hydrological behaviour, *Hydrological Processes*, 22, 2133–2147, <https://doi.org/10.1002/hyp.6813>, 2008.

Umaña, M. N. and Swenson, N. G.: Does trait variation within broadly distributed species mirror patterns across species? A case study in Puerto Rico, *Ecology*, 100, 1–11, <https://doi.org/10.1002/ecy.2745>, 2019.

Umaña, M. N., Zhang, C., Cao, M., Lin, L., and Swenson, N. G.: Commonness, rarity, and intraspecific variation in traits and performance in tropical tree seedlings, *Ecology Letters*, 18, 1329–1337, <https://doi.org/10.1111/ele.12527>, 2015.

Van Gelder, H. A., Poorter, L., and Sterck, F. J.: Wood mechanics, allometry, and life-history variation in a tropical rain forest tree community, *New Phytologist*, 171, 367–378, <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01757.x>, 2006.

Wellstein, C., Chelli, S., Campetella, G., Bartha, S., Galiè, M., Spada, F., and Canullo, R.: Intraspecific phenotypic variability of plant functional traits in contrasting mountain grasslands habitats, *Biodiversity and Conservation*, 22, 2353–2374, <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0484-6>, 2013.

Wright, S. J., Yavitt, J. B., Wurzbarger, N., Turner, B. I., Tanner, E. V. J., Sayer, E. J., Santiago, L. S., Kaspari, M., Hedin, L. O., Harms, K. E., Garcia, M. N., and Corre, M. D.: Potassium, phosphorus, or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest, *Ecology*, 92, 1616–1625, <https://doi.org/10.1890/10-1558.1>, 2011.

Zanne, A. E., Westoby, M., Falster, D. S., Ackerly, D. D., Loarie, S. R., Arnold, S. E. J., and Coomes, D. A.: Angiosperm wood structure: Global patterns in vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity, *American Journal of Botany*, 97, 207–215, <https://doi.org/10.3732/ajb.0900178>, 2010.

Zheng, J. and Martínez-Cabrera, H. I.: Wood anatomical correlates with theoretical conductivity and wood density across China: evolutionary evidence of the functional differentiation of axial and radial parenchyma, *Annals of Botany*, 112, 927–935, <https://doi.org/10.1093/aob/mct153>, 2013.

Ziemińska, K., Butler, D. W., Gleason, S. M., Wright, I. J., and Westoby, M.: Fibre wall and lumen fractions drive wood density variation across 24 Australian angiosperms, *AoB PLANTS*, 5, plt046, <https://doi.org/10.1093/aobpla/plt046>, 2013.

8. MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela S1. Informações sobre número de indivíduos por espécie com densidade da madeira do tronco e do ramo analisados, número de parcelas diferentes em que cada espécie ocorre, valor médio da densidade da madeira do tronco e do ramo por espécie.

Family	Species	N of stems	N of plots - stem	Avg WD - Stem	N of branches	N of plots - Branch	Avg WD - Branch
Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i>	17	13	0.78	23	16	0.61
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	19	14	0.64	25	17	0.54
Sapotaceae	<i>Ecclinusa guianensis</i>	13	11	0.64	19	14	0.61
Fabaceae	<i>Eperua glabriflora</i>	11	7	0.76	20	12	0.66
Lecythidaceae	<i>Eschweilera truncata</i>	11	9	0.82	22	13	0.69
Lecythidaceae	<i>Eschweilera wachenheimii</i>	11	8	0.79	16	11	0.68
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i>	11	9	0.77	14	11	0.60
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	8	6	0.83	11	8	0.73
Chrysobalanaceae	<i>Licania micrantha</i>	18	14	0.82	19	15	0.76
Chrysobalanaceae	<i>Licania oblongifolia</i>	18	9	0.83	18	10	0.75
Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i>	14	10	0.73	16	11	0.64
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	6	4	0.82	11	8	0.72
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	6	5	0.54	7	6	0.43
Sapotaceae	<i>Pouteria freitasii</i>	7	6	0.87	8	7	0.77
Sapotaceae	<i>Pouteria guianensis</i>	7	6	0.88	10	9	0.72
Malvaceae	<i>Scleronema micranthum</i>	36	19	0.58	40	22	0.61
Fabaceae	<i>Zygia racemosa</i>	6	5	0.84	11	8	0.78
TOTAL		219	29	0.76	290	29	0.66

Tabela S2. Resultados das regressões lineares múltiplas entre os coeficientes de variação da densidade da madeira do ramo e do tronco contra a variação ambiental ocupada pela espécie levando em consideração o número de indivíduos ou número de parcelas. É apresentado o coeficiente de determinação padronizado, o R^2 ajustado (R^2_{adj}) e a probabilidade p de cada modelo. Abreviações: CV = coeficiente de variação; WD_B = densidade da madeira do ramo; WD_S = densidade da madeira do tronco; n de indivíduos = número de indivíduos; n plots = número de parcelas

Models	Standardized beta -		R^2_{adj}	p
	environmental variation	Standardized beta - covariable		
CV of WD_B vs environmental variation + n of individuals	0.790	-0.016	0.566	<0.01
CV of WD_S vs environmental variation + n of individuals	0.224	0.197	-0.014	0.432
CV of WD_B vs environmental variation + n of plots	0.797	-0.046	0.568	<0.01
CV of WD_S vs environmental variation + n of plots	0.235	0.130	-0.038	0.508
Mean of WD_B vs environmental variation + n of individuals	-0.734	-0.075	0.503	<0.01
Mean of WD_S vs environmental variation + n of individuals	-0.567	-0.296	0.429	<0.01
Mean of WD_B vs environmental variation + n of plots	-0.729	-0.089	0.505	<0.01
Mean of WD_S vs environmental variation + n of plots	-0.562	-0.262	0.407	<0.05

Tabela S3. Resultado do modelo linear misto (LMM) para a densidade da madeira do tronco e do ramo. Variáveis foram escolhidos a partir de um modelo global com as variáveis ambientais não correlacionadas entre si, com base no menor valor de AICc. R^2 marginal (R^2_{marg}) corresponde ao efeito fixo e o R^2 condicional (R^2_{cond}) corresponde ao modelo todo, incluindo efeito fixo e randômico, no caso as espécies.

Dependent variables	R^2		Relative contribution of predictors	
	R^2_{marg}	R^2_{cond}	Silt	Mortality
Branch wood density	0.01	0.80	-0.011(p<0.005)	-
Stem Wood density	0.03	0.78	-0.022(p<0.001)	-0.013 (p<0.001)

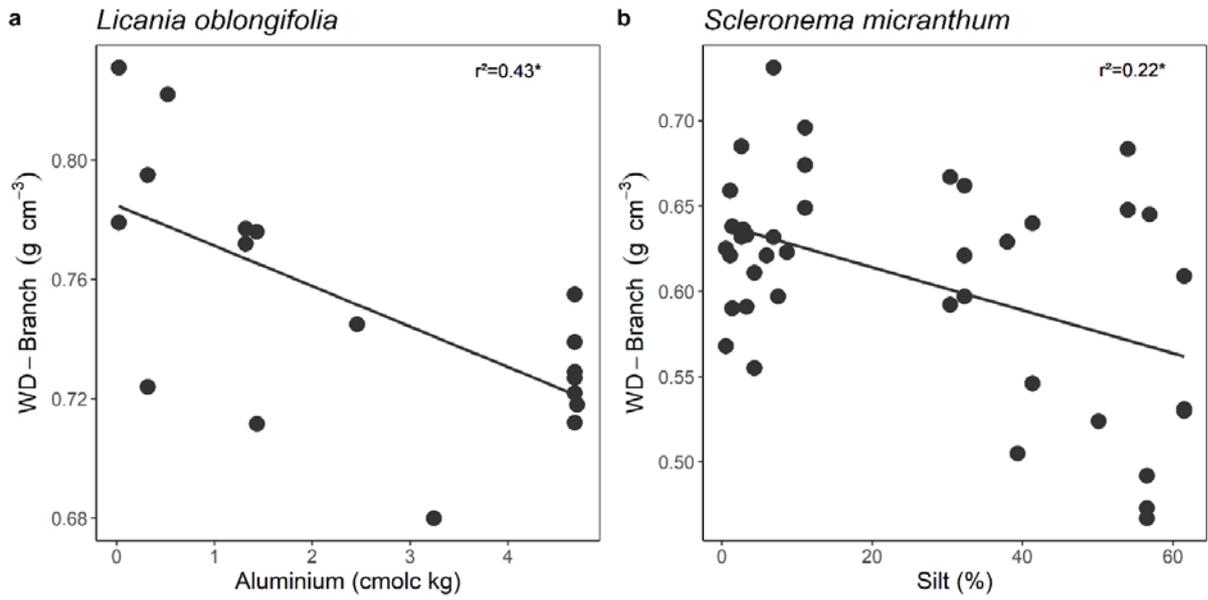


Figure S1. Densidade da madeira do ramo em indivíduos de *Licania oblongifolia* e *Scleronema micranthum* em função de Alumínio e Silte. O * indica valores de $p < 0.001$

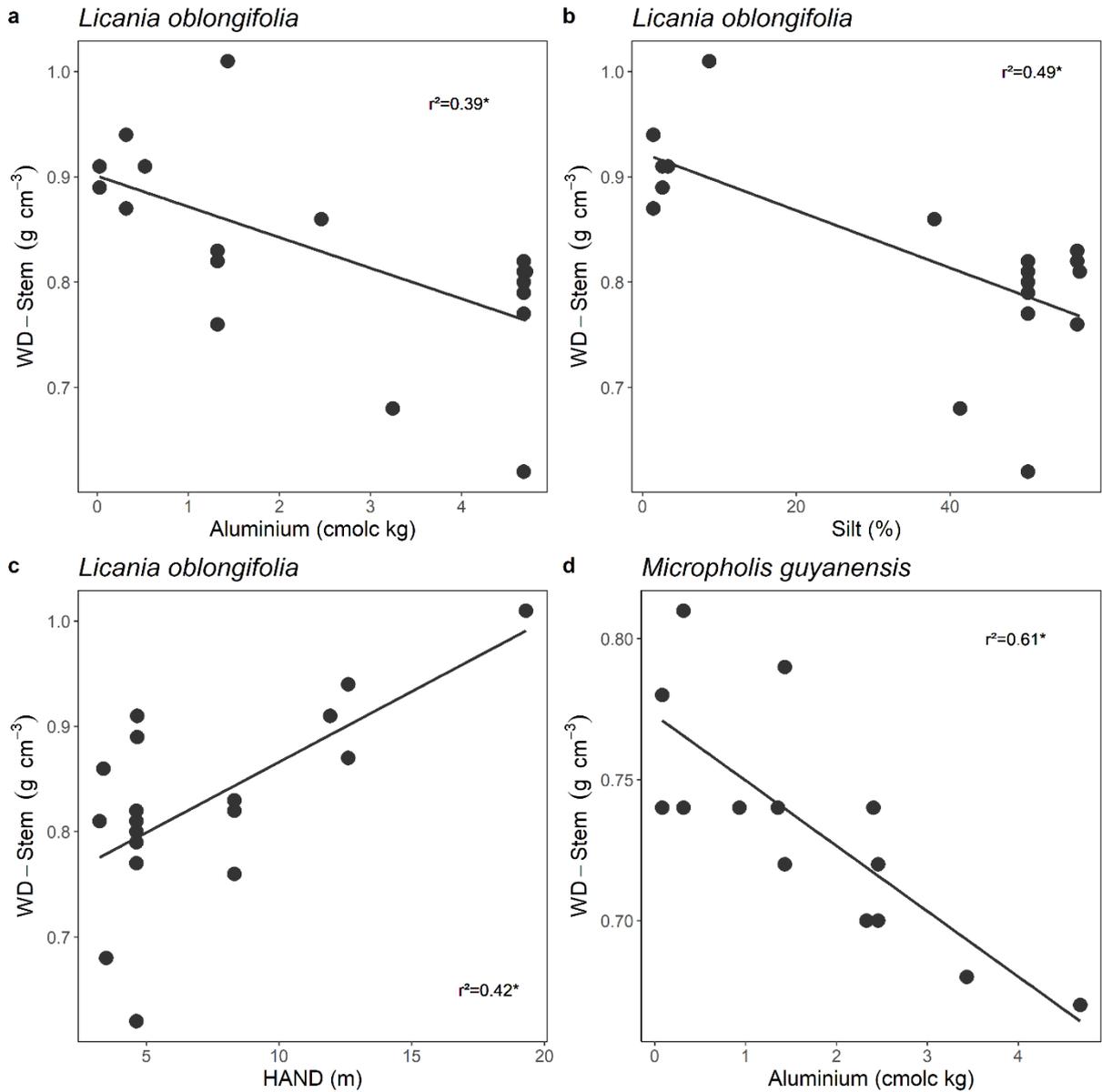


Figure S2- Densidade da madeira do tronco em indivíduos de *Licania oblongifolia* e *Micropholis guyanensis* em função de Alumínio, Silte e HAND. O * indica valores de $p < 0.001$

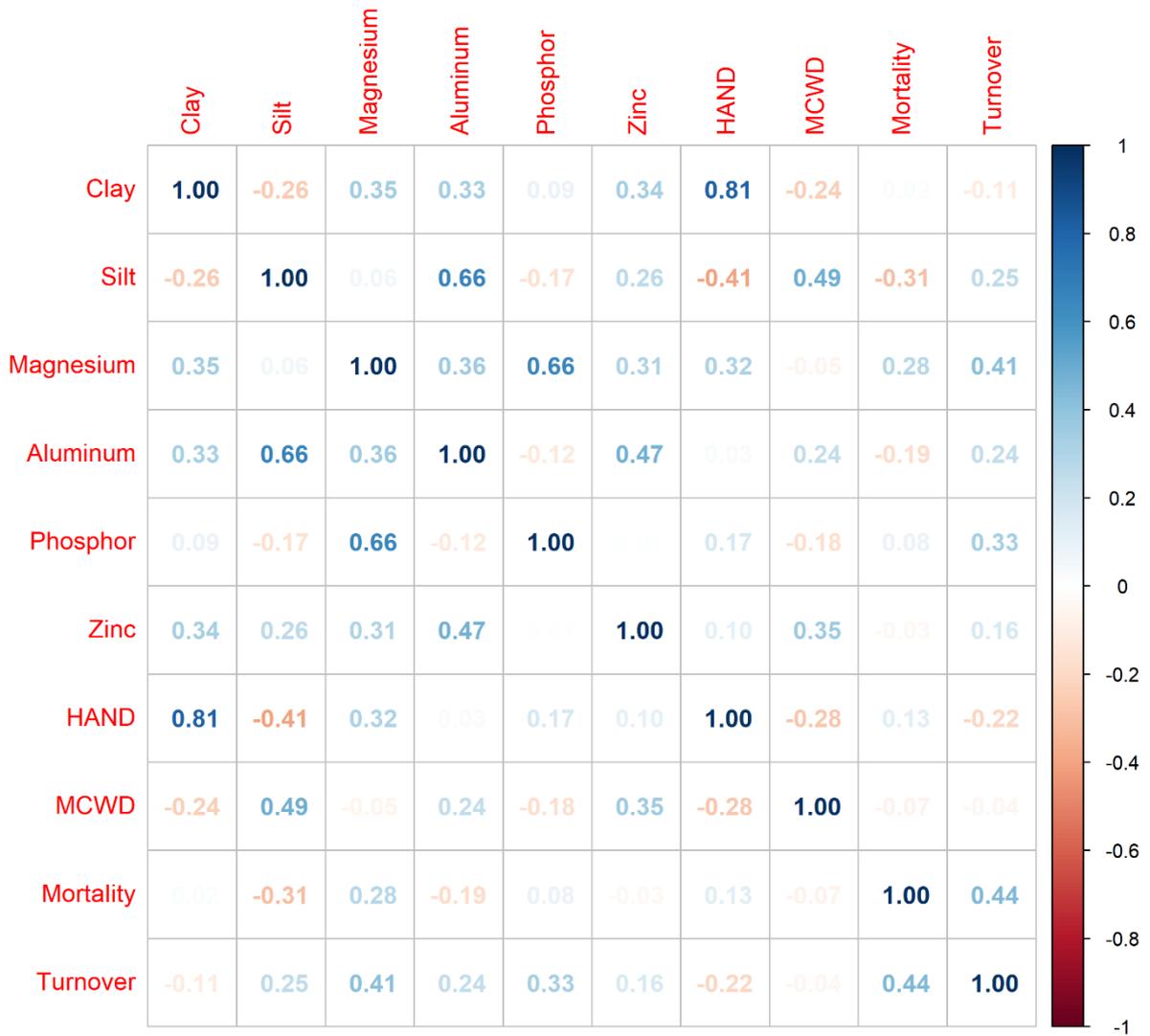


Figura S3. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas.

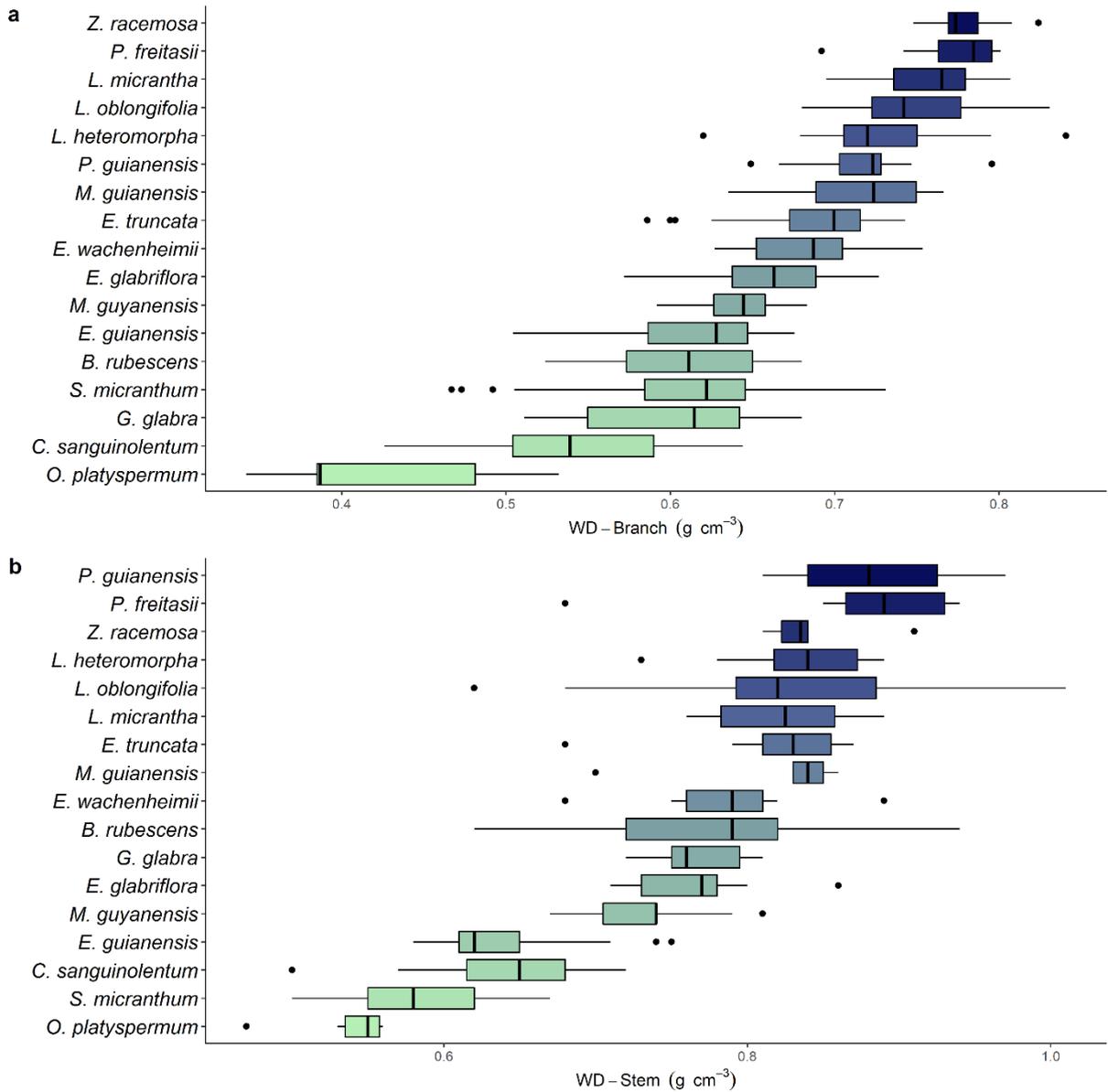


Figura S4 Boxplot com a densidade da madeira do ramo (acima) e do tronco (abaixo). As espécies avaliadas estão ordenadas de forma crescente pelos valores de densidade da madeira nos dois órgãos.

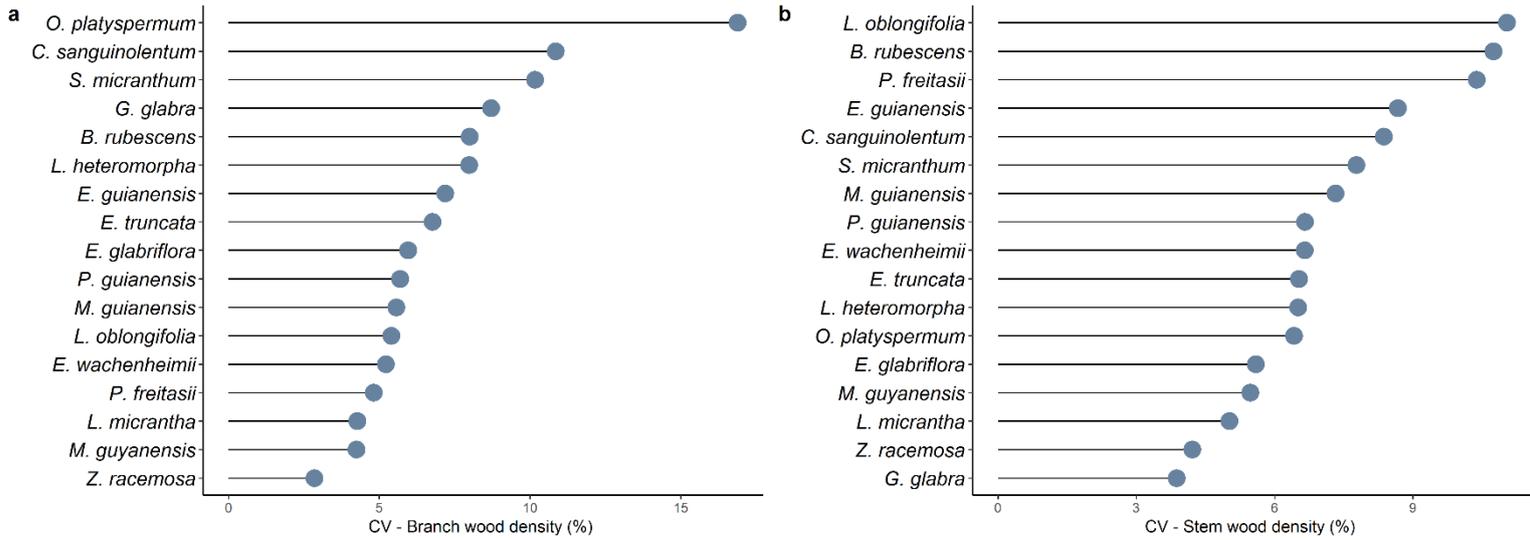


Figura S5. Valores de coeficiente de variação (CV%) da densidade da madeira do ramo (a) e do tronco (b) nas espécies avaliadas.

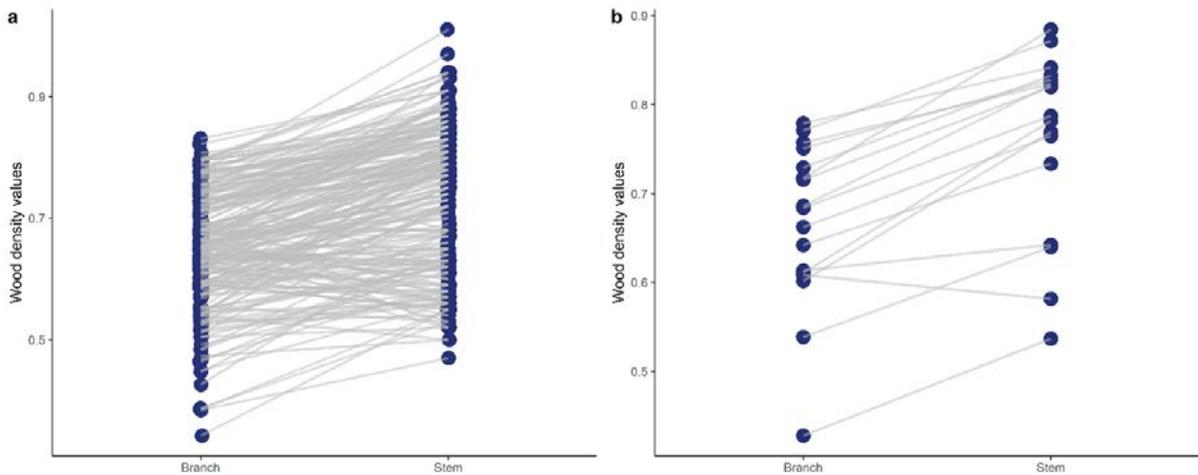


Figura S6. Valores de densidade da madeira do ramo e do tronco de 202 indivíduos (a) e os valores médios por espécie das 17 espécies avaliadas nesse estudo (b). Em geral, os valores de WD do tronco são maiores do que os encontrados nos ramos dos mesmos indivíduos ($t = 14.38$; $p < 0.0001$) e a média da densidade da madeira do ramo é menor do que a do tronco para a mesma espécie ($t = -8.12$; $p < 0.0001$), exceto em *Scleronema micranthum*, na qual a densidade média do ramo foi maior.

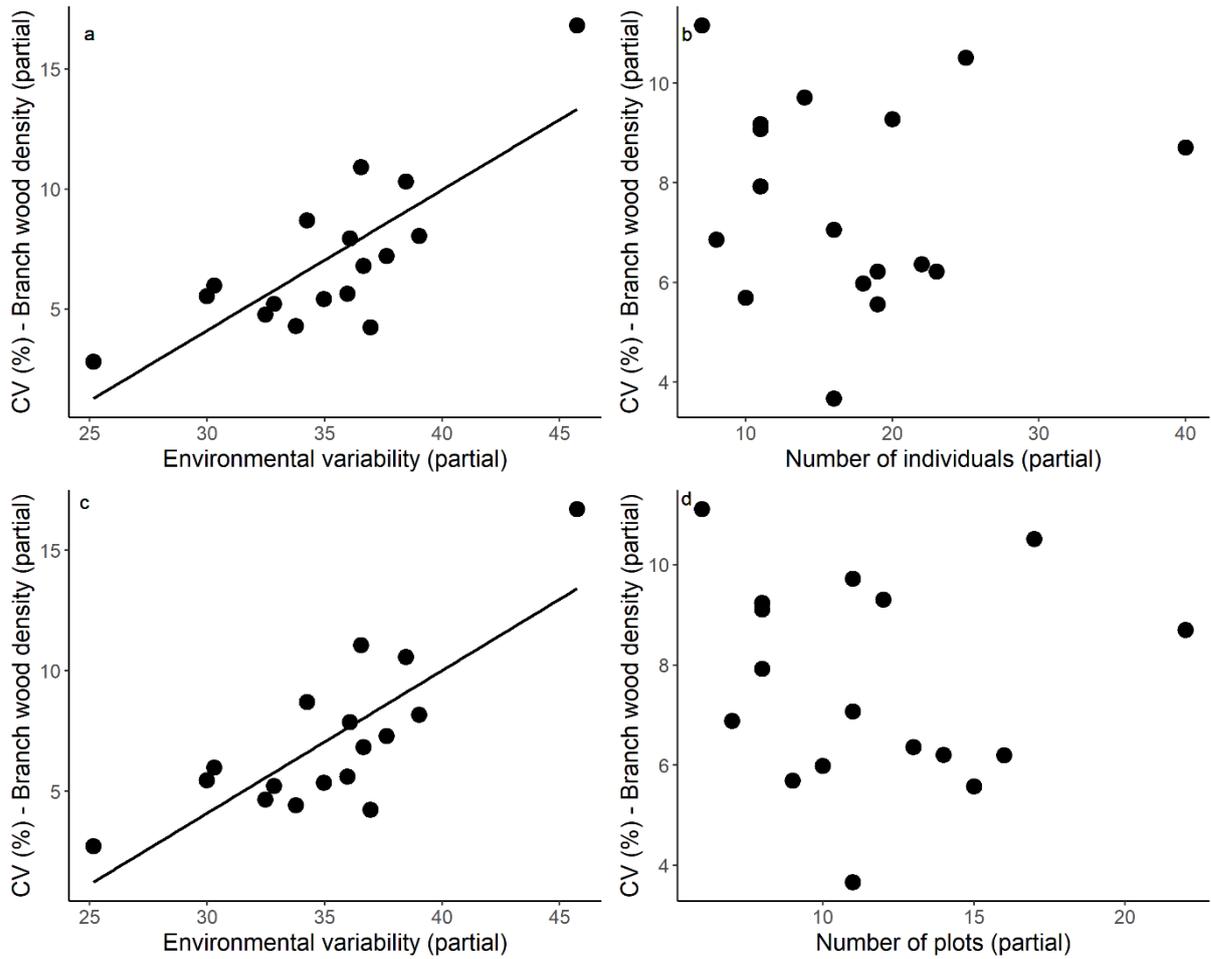


Figure S7. Parciais das regressões múltiplas entre o coeficiente de variação (CV%) da densidade da madeira do ramo e o índice de variação ambiental + as covariáveis número de indivíduos (a-b) e número de parcelas (c-d) por espécie.

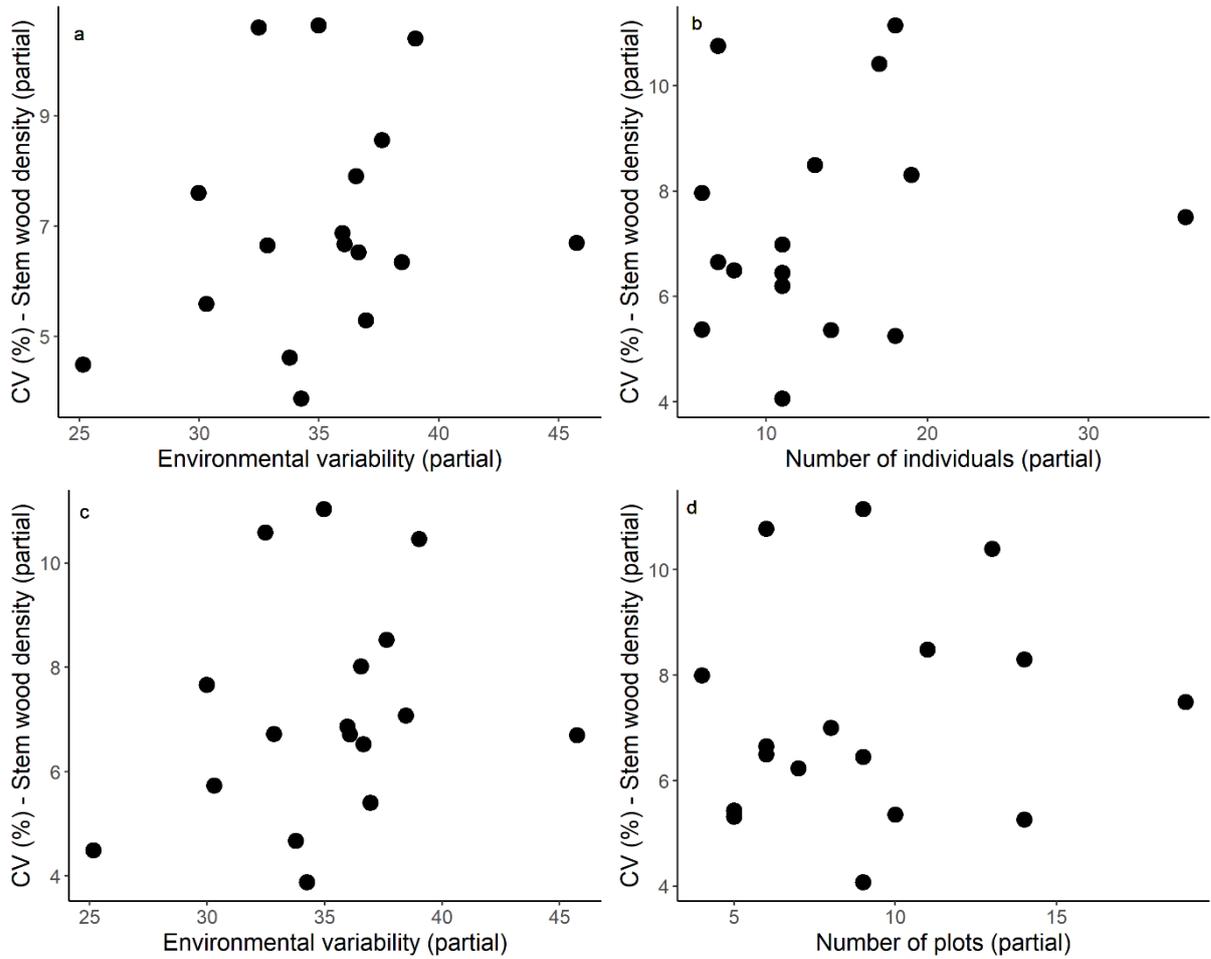


Figure S8. Parciais das regressões múltiplas entre o coeficiente de variação (CV %) da densidade da madeira do tronco e o índice de variação ambiental + as covariáveis número de indivíduos (a-b) e número de parcelas (c-d) por espécie

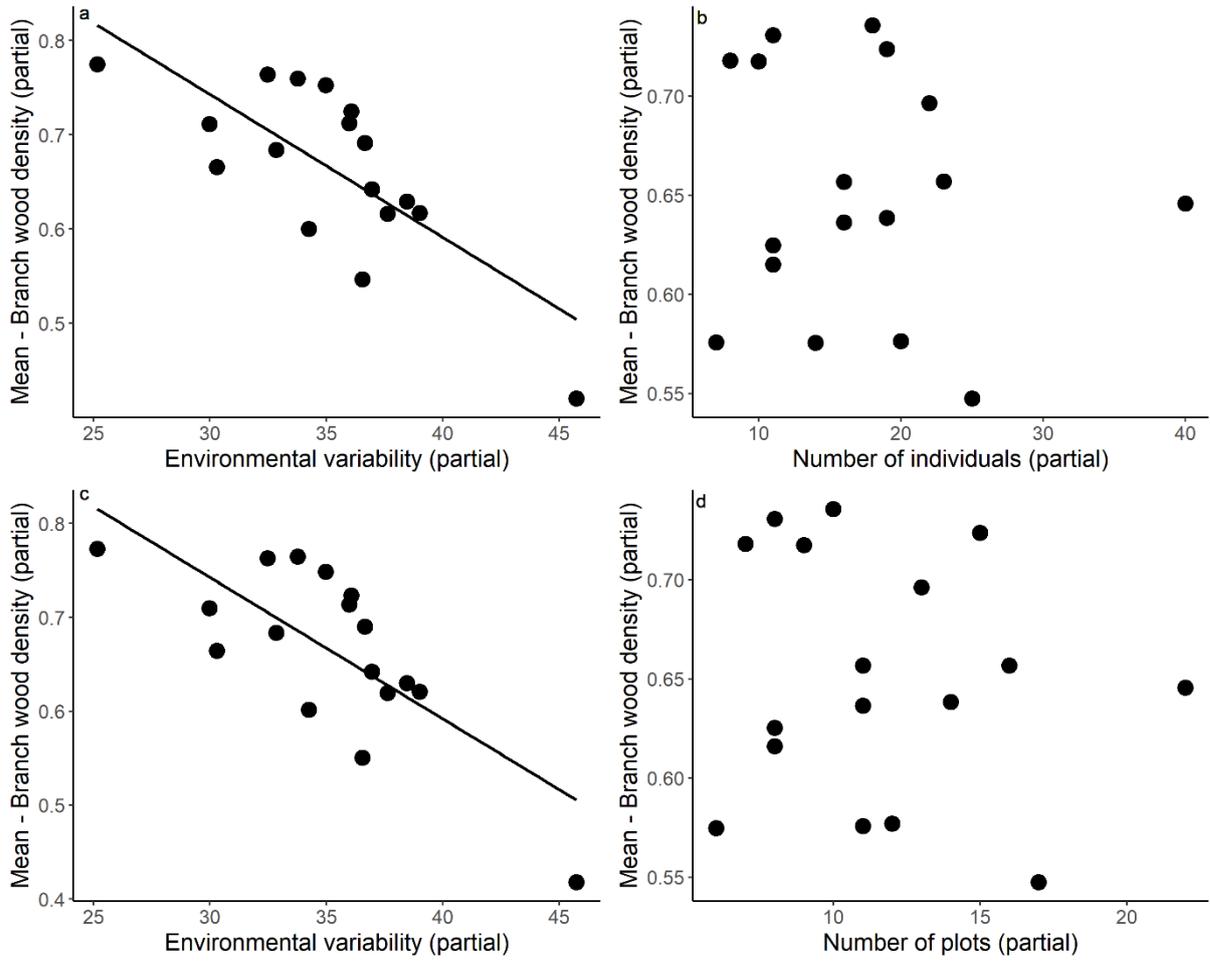


Figure S9. Parciais das regressões múltiplas entre a média da densidade da madeira do ramo e o índice de variação ambiental + as covariáveis número de indivíduos (a-b) e número de parcelas (c-d) por espécie.

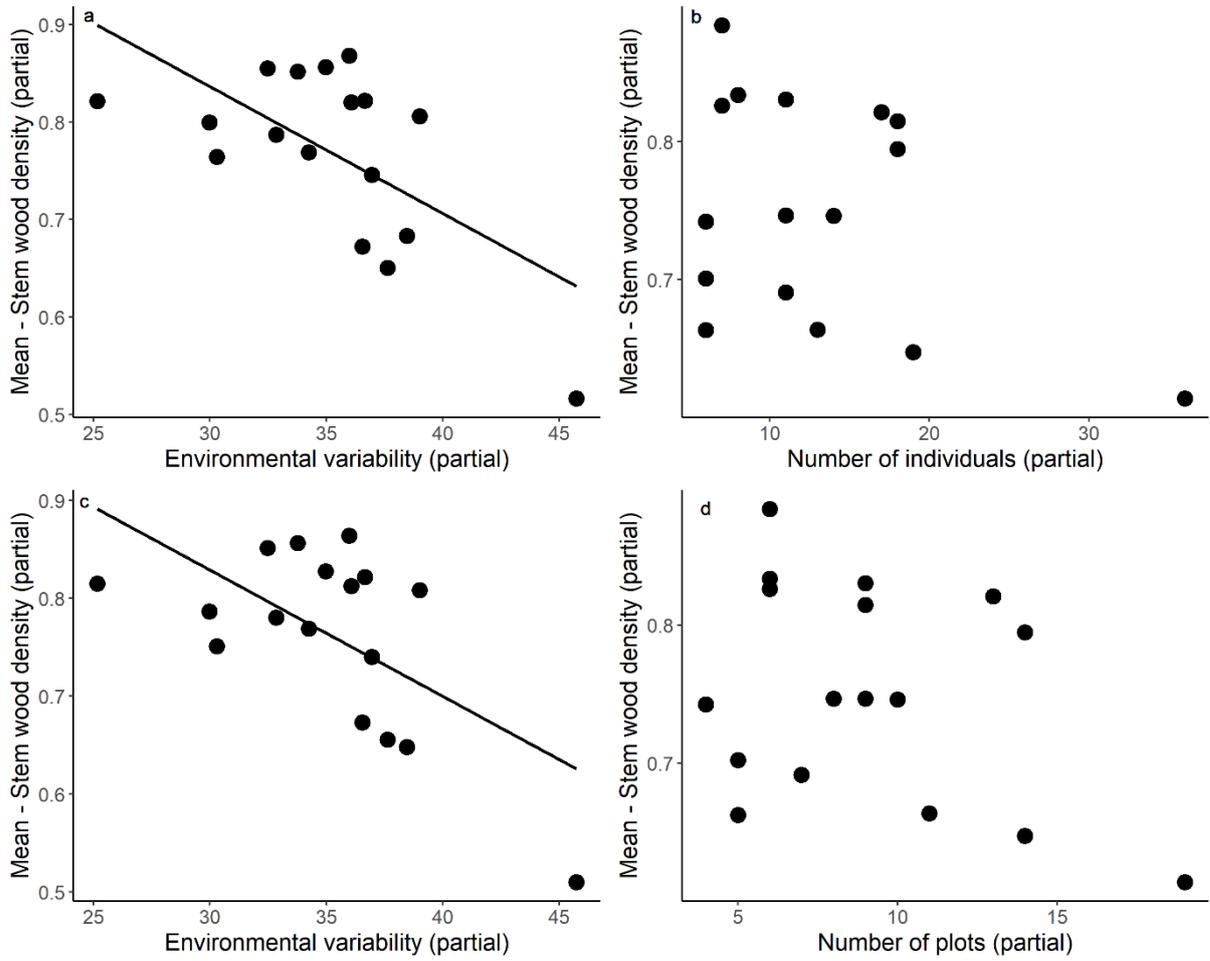


Figure S10. Parciais das regressões múltiplas entre a média da densidade da madeira do tronco e o índice de variação ambiental + as covariáveis número de indivíduos (a-b) e número de parcelas (c-d) por espécie.

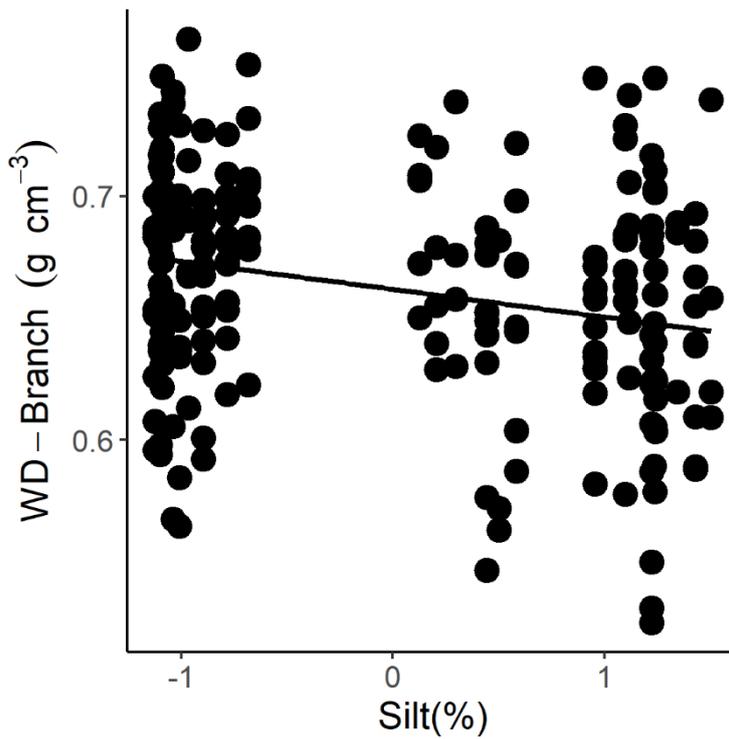


Figura S11. Gráfico resultado da análise de modelos lineares mistos entre a densidade da madeira do ramo e a concentração de silte que foi eleita a variável ambiental com maior contribuição para a variação na densidade da madeira do ramo de todos os indivíduos.

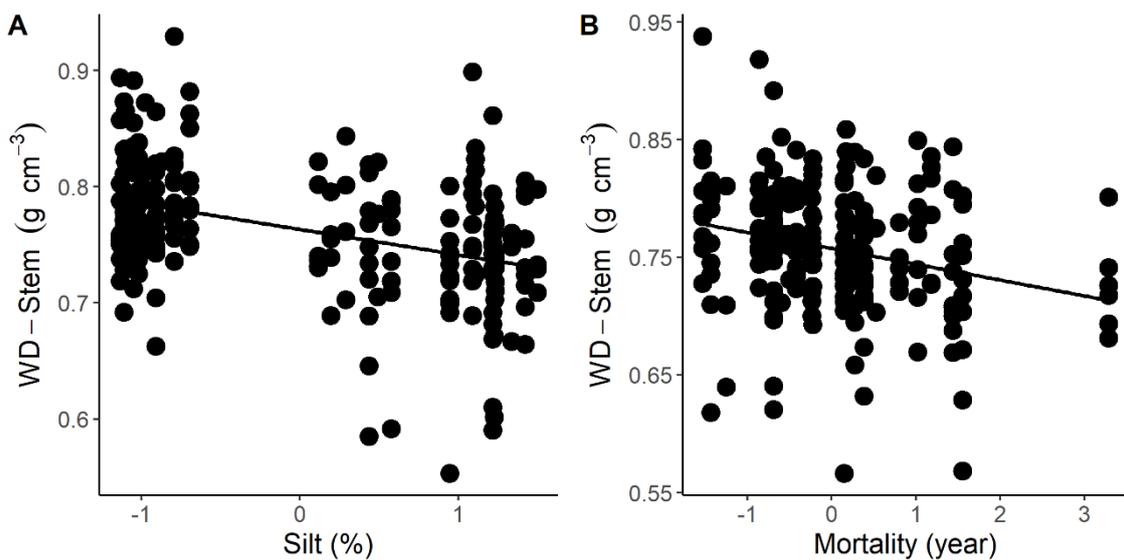


Figura S12. Gráfico resultado da análise de modelos lineares mistos entre a densidade da madeira do tronco e a concentração de silte e a taxa de mortalidade que foram eleitas as variáveis ambientais com maior contribuição para a variação na densidade da madeira do tronco de todos os indivíduos.