



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA**

**TESE DE DOUTORADO**

**Dinâmica e características funcionais de comunidades arbóreas no Sudoeste  
da Amazônia: avaliando os impactos de uma grande hidrelétrica**

**PAMELA MOSER**

**Brasília – DF**

**2018**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA**

**TESE DE DOUTORADO**

**Dinâmica e características funcionais de comunidades arbóreas no Sudoeste da Amazônia: avaliando os impactos de uma grande hidrelétrica**

**PAMELA MOSER**

Tese apresentada à Universidade de Brasília como requisito do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para a obtenção do título de Doutor em Ecologia.

Orientador: Marcelo Fragomeni Simon

**Brasília – DF**

**2018**

**Dinâmica e características funcionais de comunidades arbóreas no Sudoeste da Amazônia:  
avaliando os impactos de uma grande hidrelétrica**

**PAMELA MOSER**

Tese apresentada ao Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Ecologia, para obtenção do título de “Doutor”.

**Banca Examinadora:**

---

Dr. Marcelo Fragomeni Simon  
Embrapa Cenargen  
(Orientador/Presidente)

---

Dra. Juliana Schietti de Almeida  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA  
(Membro externo)

---

Dra. Mercedes Maria da Cunha Bustamante  
Universidade de Brasília - UnB  
(Membro interno)

---

Dr. José Roberto Rodrigues Pinto  
Universidade de Brasília - UnB  
(Membro interno)

---

Dr. Aldicir Scariot  
Embrapa Cenargen  
(Membro externo/Suplente)

*Dedico aos meus pais, Irene e Gervásio,  
Aos meus irmãos Poliana e Emanuel,  
Pessoas a quem sempre dedicarei minhas conquistas.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade de Brasília, especialmente ao programa de Ecologia onde tive a oportunidade de cursar o doutorado.

Ao meu orientador Marcelo Simon e coorientador Marcelo Brilhante, pesquisadores da Embrapa e coordenadores do projeto no qual a tese está inserida, pela oportunidade de fazer parte desta pesquisa. Agradeço pelos ensinamentos, discussões, revisões do manuscrito, paciência, confiança e incentivo.

Ao professor John Du Vall Hay pela orientação no início do doutorado.

À Flávia Costa pela orientação em Ecologia Funcional, por me receber em Manaus e discutir detalhadamente essa pesquisa.

Aos membros da banca de qualificação, Mercedes Bustamante, Isabel Schmidt, José Roberto Rodrigues Pinto, Bruno Walter, que contribuíram para a construção deste trabalho.

Aos membros da banca de defesa Juliana Schietti de Almeida, Mercedes Bustamante, José Roberto Rodrigues Pinto e Aldicir Scariot pela participação e contribuições.

À Embrapa Cenargen pela estrutura e apoio logístico. Agradeço especialmente aos técnicos que auxiliaram no campo, aos pesquisadores pelas discussões e a todos os colegas e amigos pela agradável convivência.

Aos amigos e colegas do Herbário CEN: Bruno Walter, João Benedito, Beatriz, Eduarda, Gabriela e Andrielle, pela identificação das plantas e contato com os especialistas.

Ao Sérgio pela elaboração dos mapas.

Ao Palhares pela ajuda com as análises estatísticas.

Ao Milton pela ajuda com as análises estatísticas, pelas discussões e amizade.

Aos estagiários: Guilherme, Rafaela, Raul e Maria Eduarda.

Ao Glocimar e Dudu, que participaram da maioria das expedições de campo, responsáveis pela logística, e grande promotores da alegria e da boa convivência, mesmo diante de condições adversas.

Ao Tônico, grande conhecedor de plantas na Amazônia, pela identificação em campo.

A numerosa e competente equipe de campo: João Benedito, Juarez, Nilton, Aécio, Camarão, Mendonça, Xitão, Ednéia, Natália, Aelton, Wellington, Iris, Caio, Ribamar, Flávio, Renata, Gledson, Victor, Márcio, Flávio, Juruna, Isabela, Tamilis, Raquel, Fernanda, Samanta, Thales e outras pessoas que posso ter esquecido aqui. Vocês foram uma excelente equipe de campo!

Ao Serviço Florestal Brasileiro, pelo uso do Laboratório de Produtos Florestais (LPF), orientação, e breve e agradável convivência com seus colaboradores, Alexandre, Juliana, Elisa e Luiz Fernando.

Ao Laboratório de Ecossistemas da Ecologia da UnB, à professora Mercedes e Maria Regina, pela orientação e uso do equipamento para medição das raízes.

Ao laboratório de Microtecnia na Embrapa Cenargen, à Helouise, Norton e Denise pela orientação e uso do microscópio.

Aos amigos da Embrapa: Juliana, Mônica, Renan, Thalysa, João Bernardo, André e Gabriela.

Aos amigos Giselle e Marlon por compartilharem o dia a dia ao longo dos quatro anos de doutorado, sempre com muito carinho e alegria. O apoio técnico e emocional de vocês foi fundamental para conclusão desse trabalho.

Aos amigos que se tornaram uma família em Brasília: Natália, Aelton, Helena, Gustavo, Rodrigo, Pedro, Daniela, Isabela, Daniel, Bruno, Ana Clara, Grazielle e Silvia.

Aos amigos da UnB: Josi, Henrique, Livia e Poliana.

Aos professores e colegas do Curso de Características Funcional e do laboratório do INPA, por compartilharem o conhecimento em Ecologia Funcional.

À Laura, quem eu tive o prazer de encontrar a partir da Ecologia, pelas conversas e amizade.

Ao seu Francisco, que apareceu no final desta caminhada, se mostrando um incentivador das minhas potencialidades e impulsionando os meus sonhos.

À minha irmã Poliana, por ser a maior incentivadora nessa trajetória.

À minha Mãe Irene, que me ensinou a ser forte e determinada, pelo apoio incondicional, e imenso amor.

Ao Carlos Henrique, pelo amor, paciência e companheirismo.

À ESBR pelo financiamento do projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de doutorado.

A Deus pela vida, serenidade e força para realizar esse trabalho!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
RESUMO GERAL .....	XII
GENERAL ABSTRACT .....	XIII
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	5
RESUMO .....	5
INTRODUÇÃO .....	6
MATERIAL E MÉTODOS .....	10
RESULTADOS .....	20
DISCUSSÃO .....	31
CONCLUSÕES .....	36
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	37
RESUMO .....	37
INTRODUÇÃO .....	38
MATERIAL E MÉTODOS .....	43
RESULTADOS .....	52
DISCUSSÃO .....	58
CONCLUSÕES .....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
MATERIAL SUPLEMENTAR .....	73
Capítulo 1 .....	74
Capítulo 2 .....	82
APÊNDICE .....	93

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

- Tabela 1 - Estimativa do número de dias em que as parcelas permaneceram inundadas pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, nas margens do rio Madeira, Sudoeste da Amazônia, entre 2011 e 2017. O período foi contabilizado de setembro a agosto do ano seguinte. Ambientes: VZ: Floresta de Várzea; TF: Floresta de Terra Firme; CP: Campinarana. Onde A: parcelas alagadas, N: parcelas não alagadas. .... 17
- Tabela 2 - Parâmetros de dinâmica, onde: t, tempo transcorrido entre os dois levantamentos;  $N_0$  e  $N_t$ , número inicial e final de indivíduos; m e r, número de indivíduos mortos e recrutados;  $AB_0$  e  $AB_t$ , área basal inicial e final;  $AB_m$  e  $AB_r$ , área basal dos indivíduos mortos e dos recrutados;  $AB_d$ , decremento, sendo a quebra ou perda parcial de tronco; e  $AB_g$ , incremento em área basal dos sobreviventes. .... 19
- Tabela 3 - Valores médios para os parâmetros de dinâmica da vegetação arbórea na área de influência da hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia, avaliados antes (2011-2013) e após (2015-2017) o enchimento do reservatório. As taxas (Tx.) são expressas em  $\% \text{ ano}^{-1}$ . .... 22
- Tabela 4 - Sensibilidade das espécies mais abundantes ( $N > 10$ ), que ocorrem em 18 parcelas submetidas ao alagamento da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira no Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos está indicado para antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. A diferença em abundância relativa (Diferença Abu. Rel.) é dada pela Abu. Rel. 2017 subtraída da Abu. Rel. 2011. .... 26

### Capítulo 2

- Tabela 1 - Estimativa do número de dias em que as parcelas de Campinaranas permaneceram inundadas após o enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. O período foi contabilizado de setembro a agosto. .... 45
- Tabela 2 - Taxa de mortalidade anual calculada para antes (2011 a 2013) e após (2013 a 2015) o enchimento artificial do reservatório. Localização e informações demográficas das sete parcelas de Campinarana amostradas em área de influência do reservatório da UHE Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Onde: N é o número de indivíduos, S é a riqueza de espécies e AB é a área basal, antes do enchimento do reservatório. .... 53
- Tabela 3 - Modelo Linear Generalizado onde a variável resposta é a taxa de mortalidade das árvores amostradas em Campinaranas influenciadas pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, e as variáveis preditoras são a densidade de estômatos (DE) densidade da madeira (WD). .... 56

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

- Figura 1 - Representação das hipóteses sobre a tolerância da vegetação arbórea sujeita ao alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, na bacia rio Madeira, Sudoeste da Amazônia.....9
- Figura 2 - Localização da área de estudo, no Sudoeste da Amazônia brasileira. Em destaque os módulos (Caiçara, Mutum e Abunã), transectos (T1 a T11) e parcelas amostradas nas margens do rio Madeira, com indicação da cota de inundação prevista para operação da Hidrelétrica de Jirau (90 m) na época da cheia. Em verde são as florestas preservadas e em rosa as áreas fragmentadas. A imagem acima é anterior ao enchimento do reservatório e foi obtida em agosto de 2001 pelo Landsat 7 (RGB 7, 4, 2). A imagem abaixo mostra o reservatório após o enchimento, em junho de 2014, obtida pelo Landsat 8, (RGB 7, 5, 3). Elaboração: Sergio Eustáquio Noronha. .... 11
- Figura 3 - Croqui do arranjo amostral da parcela (250 x 40 m) e das subparcelas (250 x 20 m e 250 x 2 m) utilizadas nas três classes de amostragem da vegetação arbórea, na área de influência do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, nas margens do rio Madeira, Sudoeste da Amazônia brasileira. Linhas tracejadas representam os limites da área da parcela e subparcelas. .... 14
- Figura 4- Cotas do rio Madeira junto às estações linimétricas localizadas à montante da barragem, no rio Madeira, antes (2011-2013) e após (2014-2017) o enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Pederneiras é a estação mais distante do barramento e Palmeiral é a estação mais próxima do barramento. Coordenadas geográficas: Estações Pederneira: 09°38'43"S e 65°26'50"O; Tamborete: 09°31'37"S e 65°19'26"O; Mutum: 09°35'25"S e 64°56'50"O; Palmeiral: 09°30'60"S e 64°48'50"O. Fonte: ESBR.....15
- Figura 5 - Marca da inundação em árvore localizada em Floresta de Terra Firme (Parcela T1P2) alagada pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, nas margens do rio Madeira, no Sudoeste da Amazônia. .... 18
- Figura 6 - Número de indivíduos, riqueza de espécies e número de recrutas por ambiente na área de influência da hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia. As amostragens ocorreram antes (2011 e 2013; azul) e após (2015 e 2017; vermelho) o enchimento do reservatório em Campinarana alagada (CP-A), Floresta de Terra Firme alagada (TF-A) e não alagada (TF-N) e Floresta de Várzea alagada (VZ-A) e não alagada(VZ-N). UA: número de unidades amostrais. \*A redução se deve a duas parcelas que não foram mensuradas no ano de 2013. ....21
- Figura 7 - Taxa anuais de mortalidade e recrutamento baseadas no número de indivíduos; taxas anuais de perda e ganho baseadas em área basal calculadas antes (2011-2013) e após (2013-2015; 2015-2017) o enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. As taxas de dinâmica foram avaliadas em Campinarana alagada (CP-A), Floresta de Terra Firme alagada (TF-A) e não alagada (TF-N) e Floresta de Várzea alagada (VZ-A) e não alagada(VZ-N). ....23
- Figura 8 - Correlação de Pearson entre a taxa de mortalidade da vegetação arbórea e o número de dias em que as parcelas permaneceram alagadas pela operação do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. ....24
- Figura 9 - Ordenação (NMDS) dos ambientes (Campinarana alagada: CP-A, Floresta de Terra Firme alagada: TF-A e não alagada: TF-N, Floresta de Várzea alagada: VZ-A e não

	alagada: VZ-N) na área de influência do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia brasileira, antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. Cada ponto representa a ordenação baseada na composição e abundância das espécies arbóreas no ano assinalado. Valor de estresse da NMDS=0,078. ....	25
Figura 10 -	Parcelas severamente afetadas pelo alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira no Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos, área basal e riqueza foram avaliados antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. Não foi possível realizar medições nas parcelas T1P1 e T1P2 no ano de 2013. * Parcela não amostrada. ....	28
Figura 11 -	Espécies mais abundantes em quatro parcelas que foram severamente afetadas (taxa de mortalidade > 65%) pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos foi registrado antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. A parcela T1P2 não foi amostrada em 2013. ....	29
Figura 12 -	Espécies mais abundantes em sete parcelas de Campinarana localizadas na área de influência do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos foi registrado antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. ....	30
Figura 13 -	Recrutamento de espécies pioneiras ( <i>Cecropia</i> spp. e <i>Muntingia calabura</i> L.) e demais espécies em três parcelas severamente afetadas pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. O número de recrutas foi registrado antes (2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. Acima da barra verde está indicado o número de espécies recrutas. *Parcela não amostrada. ....	32
Figura 14 -	Mudanças no ambiente após impacto ambiental ocasionado pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Deposição de sedimentos em Várzeas na margem do rio Madeira, que atingiu uma altura de cerca de 2 metros em alguns locais (Parcela T5P1, em 2015); escavação para acessar o piezômetro que se encontra a aproximadamente 0,50 m da superfície do solo. ....	34
Figura 15 -	Espécies pioneiras regenerando na margem esquerda do rio Madeira, após o alagamento do reservatório da UHE-Jirau, Sudoeste da Amazônia (dezembro de 2017). ....	36

## Capítulo 2

Figura 1 -	Representação das hipóteses sobre as características funcionais de espécies tolerantes e intolerantes à inundação ocasionada pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, na bacia rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. Imagens de Estômatos: A) <i>Xylopia neglecta</i> (Kuntze) R.E.Fr. e B) <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.; Folhas: C) <i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze e D) <i>Clusia</i> sp.; Anatomia da madeira: E) <i>Henriettea granulata</i> Berg ex Triana e F) <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.; Raízes: G) <i>Micropholis</i> sp.3 e H) <i>Iryanthera juruensis</i> Warb. ....	43
Figura 2 -	Localização da área de estudo, nas margens do rio Madeira, na área de influência da Hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia. À direita em destaque parcela de Campinarana alagada naturalmente pelo lençol freático. ☆Local de amostragem das Campinaranas. ....	44
Figura 3-	Fotografia digital do tecido foliar, com destaque para a avaliação estomática e a representação gráfica de como foram medidos o comprimento e a densidade de estômatos. Amostra da espécie <i>Vochysia ferruginea</i> Mart. ....	48

Figura 4-Taxa de mortalidade das arbóreas amostradas em sete parcelas de Campinaras, antes e após o alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia.....	52
Figura 5 - Comparação da altura (m) e diâmetro a altura do peito (DAP; cm) entre indivíduos arbóreos que morreram e sobreviveram nas Campinaranas influenciadas pelo enchimento do reservatório da UHE Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Diferenças significativas obtidas pelo Teste Não Paramétrico de Wilcoxon.....	53
Figura 6 - Análise de Componentes Principais dos atributos funcionais e taxas de mortalidade para 25 espécies de árvores amostradas em Campinaranas influenciadas pelo do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. SLA: área específica da folha, LDMC: conteúdo de matéria seca da folha; WD: densidade da madeira; SRL: comprimento específico das raízes; RTD: densidade de tecido da raiz; DV: densidade de vaso de xilema; AV: área de vaso; FV: fração de vaso; SV: proporção de vaso; DmH: diâmetro hidráulico do vaso; DE: densidade de estômatos; CE: comprimento de estômatos; H: altura total; tx.mort: diferença entre a taxa de mortalidade antes e após o alagamento. ....	55
Figura 7 - Análise de Componentes Principais indicando mudanças no CWM, obtido pela média do atributo funcional ponderada pela abundância, em sete parcelas de Campinaranas antes (CWM 2011 e CWM 2013) e após (CWM 2015) o alagamento do reservatório da UHE-Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Foram utilizados 33 espécies arbóreas e 13 atributos funcionais, sendo eles: SLA, comprimento específico da folha; LDMC, conteúdo de matéria seca da folha; WD, densidade da madeira; SRL, comprimento específico das raízes; RTD, densidade de tecido da raiz; DV, densidade de vaso de xilema; AV área de vaso de xilema; FV, fração ocupada por vaso; SV, proporção de vaso; CE, comprimento de estômatos; DE, densidade de estômatos; e H, altura da planta. ....	57
Figura 8 - Porcentagem de mudança para cada atributo funcional entre a média do atributo ponderada pela abundância da espécie (CWM) entre 2011 e 2015, nas sete parcelas de Campinaranas, influenciadas pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. SLA é o comprimento específico da folha, LDMC é conteúdo de matéria seca da folha, WD é a densidade da madeira, SRL é o comprimento específico das raízes, RTD é a densidade de tecido da raiz; AV é a área de vaso de xilema, DV é a densidade de vaso, FV é a fração ocupada por vaso, SV é a proporção de vaso, Dmh é o diâmetro hidráulico do vaso de xilema, CE é o comprimento de estômatos, DE é a densidade de estômatos e H é a altura total da planta. ....	58

## RESUMO GERAL

Os impactos provocados pela ação antrópica ameaçam constantemente as florestas, como as hidrelétricas, que inundam extensas áreas e modificam as condições ambientais no seu entorno. No âmbito do Programa de Conservação da Flora da Usina Hidrelétrica de Jirau (UHE-Jirau), no Sudoeste da Amazônia, executado pela Embrapa Cenargen, foram realizados inventários, antes (2011-2013) e após (2015-2017) o enchimento do reservatório. Foram amostrados 15.222 indivíduos, pertencentes a 1.075 espécies. As Florestas de Várzea foram as mais atingidas pelo alagamento (taxas de mortalidade entre 66% e 100%), seguida pela Floresta de Terra Firme (12% e 100%), enquanto as Campinaranas foram menos afetadas (8% e 17%). A mortalidade foi associada ao número de dias que as parcelas permaneceram inundadas. A regeneração foi influenciada pelos ciclos sazonais de inundações artificiais. Em 2015, houve recrutamento principalmente de *Cecropia* spp. e *Muntingia calabura* L, em 2017 foi registrado aumento na riqueza de regenerantes (42 espécies). Áreas localizadas no remanso do reservatório não apresentaram regeneração, mesmo quatro anos após o início da operação da hidrelétrica. Diante das diferenças encontradas na tolerância das espécies as Campinaranas foram utilizadas para entender porque algumas espécies sobrevivem ao alagamento enquanto outras sucumbem. Foram avaliadas as características funcionais da folha, madeira, raízes finas, vasos de xilema e estômatos das 33 espécies mais abundantes. A densidade de estômatos e a densidade de tecido da raiz foram os principais preditores da mortalidade associada ao alagamento. Conclui-se que o alagamento do reservatório da UHE-Jirau causa perdas de habitats, elevada mortalidade de árvores, dificulta a regeneração e altera a composição funcional da vegetação. Com a crescente construção de hidrelétricas e aumento de eventos extremos, o alagamento se torna cada vez mais frequente ameaçando a floresta que tem alta diversidade.

**Palavras chave:** Campinarana; Floresta de Várzea; Floresta de Terra Firme; recrutamento; densidade de tecido da raiz; estômatos.

## GENERAL ABSTRACT

The impacts caused by anthropic action constantly threaten forests, as or flooding caused by hydroelectric dams, which floods large areas and modifies environmental conditions in their surroundings. Under the project "Plant Conservation Program of the UHE Jirau (RO)", in the Southwest of the Amazon, executed by Embrapa Cenargen, inventories were carried before (2011-2013) and after (2015-2017) the filling of the reservoir. 15,222 individuals belonging to 1,075 species were sampled. The *Várzea* Forests were the most affected by flooding (mortality rate between 66% and 100%), followed by *Terra Firme* Forests (mortality between 12% and 100%), while *Campinaranas* were less affected by flooding (mortality between 8% and 17%). Mortality was associated with the number of days the plots remained flooded. Regeneration was influenced by the seasonal cycles of artificial flooding. In 2015, there was recruitment mainly of *Cecropia* spp. and *Muntingia calabura* L., in 2017 was recorded a remarkable increase in species richness (42 species). However, areas located in the backwater of the reservoir did not present regeneration, even four years after the start of hydroelectric operation. Faced with the differences found in tolerance of species to flooding, *Campinaranas* were used to understand why some species survived flooding while others succumbed. The functional characteristics of leaf, wood, fine roots, xylem vessels and stomata of the 33 most abundant species were evaluated. The stomata density and root tissue density were the main predictors of mortality associated with flooding. It is concluded that flooding from the UHE reservoir causes habitat loss, high tree mortality, difficult regeneration and alters the functional composition of vegetation in the Amazon. With growing hydroelectric dams and global change scenarios, that cause extreme events to increase, flooding becomes increasingly frequent threatening the forest that has high diversity.

**Keywords:** *Campinarana*; *Várzea* Forest; *Terra Firme* Forest; recruitment; root tissue density; stomata.

## INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas tem ocorrido à proliferação de usinas hidrelétricas na bacia Amazônica devido à crescente demanda energética e o potencial favorável dos rios da região, sendo 191 usinas já construídas e outras 246 planejadas ou em construção (Finer e Jenkins 2012, Lees *et al.* 2016). Ao abrigar quatro dos dez maiores rios do mundo em vazão (Rio Amazonas, Negro, Madeira e Japurá) (Latrubesse *et al.* 2005), a bacia Amazônica é vista como uma oportunidade para a expansão da matriz energética, tanto no Brasil quanto nos países vizinhos. No entanto, a construção de múltiplas barragens ao longo de um rio pode potencializar os impactos ecológicos negativos, sendo que as políticas existentes geralmente ignoram os efeitos cumulativos dessas barragens (Jansson *et al.* 2000, Andersson *et al.* 2000, Castello e Macedo 2016). Os impactos ambientais desses empreendimentos são controversos (Fearnside 2001, 2006, Finer e Jenkins 2012, Lees *et al.* 2016), e os Estudos de Impactos Ambientais (EIA) já realizados podem ser insuficientes na previsão das modificações ecológicas resultantes da construção de hidrelétricas (Cochrane *et al.* 2017, Ritter *et al.* 2017).

Os impactos ambientais causados por empreendimentos na Amazônia merecem atenção redobrada por estarem localizados na maior floresta tropical do mundo, com elevada diversidade paisagística e biológica (Pires e Prance 1985, Daly e Mitchell 2000, Milliken *et al.* 2010), que abriga 6.727 espécies arbóreas (Cardoso *et al.* 2017). A construção de novas hidrelétricas aumenta as pressões antrópicas na Amazônia, que já tem sido muito alterada pela agricultura, criação de gado, construção de estradas e mineração (Castelo e Macedo 2016), e que implicam de maneira negativa na manutenção da floresta e da sua biodiversidade.

Dentre os impactos provocados pelas hidrelétricas estão à perda de habitats, a fragmentação e a degradação de extensas áreas que são alagadas pelo enchimento dos reservatórios (Fearnside 2001, Lees *et al.* 2016). Além disso, as barragens provocam o aumento de gases de efeito estufa, o dióxido de carbono é liberado pela decomposição aeróbica das árvores mortas, e o metano na decomposição anaeróbica de vegetação que anualmente é renovada nas áreas de remanso (Fearnside 2016). As emissões de CO<sub>2</sub> comprometem os serviços ecossistêmicos da floresta Amazônica no balanço mundial de emissão de gases poluentes.

A construção de hidrelétricas na Amazônia pode ocasionar ainda o rompimento na conectividade de processos ecológicos em diferentes dimensões e escalas. A conectividade hidrológica, por exemplo, atua em quatro dimensões: temporal (mudanças sazonais no fluxo de

água), lateral (rio – terra), vertical (rio – atmosfera) e longitudinal (nascente – estuário) (Castelo e Macedo 2016). As modificações hidrológicas temporais e laterais alteram as comunidades vegetais em escala local. Por exemplo, a simulação dos efeitos de perda de floresta na hidrelétrica de Belo Monte no sudoeste do estado Pará indicou alterações na conectividade vertical, com declínio na evapotranspiração, causando diminuição da precipitação e consequente redução da descarga do rio (Stickler *et al.* 2013). Já no oeste da Amazônia, a construção de hidrelétricas pode romper a conectividade longitudinal entre os tributários dos Andes e a planícies de inundação na Amazônia, uma vez que os Andes fornecem sedimentos, nutrientes e matéria orgânica que alimentam o rico ecossistema de Várzeas (Finer e Jenkins 2012).

As hidrelétricas construídas atualmente têm adotado tecnologias que geralmente resultam em menor área de reservatório, ao contrário de diversas hidrelétricas construídas na década de 80, que causaram imensos impactos ambientais. A Hidrelétrica de Balbina, localizada no estado do Amazonas, por exemplo, levou à elevada perda de habitats devido ao seu imenso reservatório (2.996 km<sup>2</sup>). Como consequência do enchimento do reservatório formaram-se 3.546 ilhas terrestres, onde diversos impactos foram observados, como extinção local de vertebrados, dominância de lianas, substituição da vegetação por espécies pioneiras, redução da diversidade taxonômica e funcional (Benchimol e Peres 2015ab, Jones *et al.* 2017). Esses impactos se estenderam à jusante, com mortalidade de árvores até 100 km de distância do barramento (Assahira *et al.* 2017). Com o desenvolvimento de novas tecnologias e a pressão dos órgãos ambientais, as hidrelétricas têm operado com reservatórios menores e produção de energia mais eficiente, como no caso de Santo Antônio (área inundada de 422 km<sup>2</sup>, produção energia de 3.568 MW; Santo Antônio Energia, 2018), Jirau (361 km<sup>2</sup>, 3.750 MW; ESB, 2018), ambas em Rondônia, e Belo Monte (516 km<sup>2</sup>, 4.571 MW; Minas e Energia, 2018) no Pará, resultando em menor perda de habitats.

Com a instalação de hidrelétricas, em geral, as Florestas de Várzea tendem a ser mais afetadas por ocorrerem nas margens dos rios. Em condições naturais, as Várzeas estão sujeitas a pulsos anuais de inundação superiores a 10 metros na porção central e Sul da Amazônia, com pulsos menores nas regiões leste e oeste (6 e 8 metros), quando as plantas ficam parcialmente ou totalmente alagadas por até sete meses (Junk *et al.* 1989, Junk *et al.* 2011, Parolin *et al.* 2004). O alagamento leva a drásticas mudanças na disponibilidade de oxigênio no solo, o que restringe o crescimento de muitas espécies vegetais (Parolin 2009). A diminuição do oxigênio no solo pode provocar mudanças na respiração, fotossíntese, síntese de proteínas, nutrição mineral, hormônios e acúmulo de compostos tóxicos nas plantas (Kozlowski 2002). Por outro lado, a sobrevivência

de espécies às inundações está relacionada aos fatores fisiológicos, adaptações fenológicas, anatômicas e morfológicas que conferem tolerância e permitem o crescimento diante desse estresse (Parolin e Wittmann 2010).

Somente as espécies adaptadas à saturação hídrica são capazes de sobreviver às condições extremas das Várzeas, onde a previsibilidade dos pulsos de inundação resulta na seleção de atributos adaptativos das espécies, como as raízes aéreas e adventícias (Parolin *et al.* 2004, Wittmann e Parolin 2005). As inundações influenciam ainda as etapas de regeneração natural, desde a dispersão de sementes até o estabelecimento das plântulas (Blom e Voesenek 1996). Apesar das adaptações das espécies de Florestas de Várzea ao alagamento serem conhecidas, ainda é um desafio entender como diferentes tipos de vegetação respondem a mudanças na altura e duração das inundações artificiais ocasionadas pelo enchimento de reservatórios. Além disso, é importante conhecer melhor a sensibilidade de ambientes que naturalmente não são sujeitos à inundação, como as Florestas de Terra Firme.

A bacia do rio Madeira é atualmente uma das mais ameaçadas pela construção de barragens na Amazônia. O Madeira é classificado como rio de águas brancas, com pulsos naturais de inundação de aproximadamente 10 metros, tem a terceira maior vazão dentre os rios da Amazônia (Fearnside 2013), e transporta grande quantidade de sedimentos dos Andes para o rio Amazonas (Latrubesse *et al.* 2017). Ao longo do rio Madeira e seus tributários estão instaladas 43 usinas em operação, oito em construção e 44 em fase de planejamento (Castello e Macedo 2016). Entre elas destacam-se duas hidrelétricas de grande porte, a UHE Santo Antônio e a UHE Jirau, que entraram em operação em 2012 e 2013 respectivamente (Santo Antônio Energia 2018, ESBR 2018). Essas usinas resultaram na diminuição de 20% na concentração de sedimentos em suspensão no rio, que são aprisionados pelas barragens, o que pode alterar a dinâmica das planícies de inundação na bacia do Madeira (Latrubesse *et al.* 2017). O impacto do enchimento de reservatórios na bacia do rio Madeira, e na Amazônia de forma geral, deve ser avaliado em escala espacial e temporal para embasar as decisões sobre a construção de novas hidrelétricas na região.

Estudos de dinâmica da vegetação arbórea têm sido usados para avaliar distúrbios, como por exemplo as alterações ocasionadas por alagamento e fragmentação (Laurance *et al.* 2011, Silva *et al.* 2011, Vale *et al.* 2013). Por meio desses estudos é possível avaliar as modificações na composição, estrutura e funcionamento da vegetação submetida a perturbações, bem como acompanhar a sucessão inicial após o distúrbio. Além disso, estudos de atributos funcionais podem ser utilizados nas avaliações de distúrbios, por indicarem como as espécies respondem às

alterações ambientais (Diaz e Cabido 2001, Cornelissen *et al.* 2003, Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). Uma avaliação integrada da dinâmica da vegetação e das características funcionais das espécies pode permitir o melhor entendimento dos impactos ocasionados por inundações artificiais, como é o caso da construção de hidrelétricas.

Este estudo faz parte do Programa de Conservação da Flora da Usina Hidrelétrica (UHE) de Jirau, Rondônia, desenvolvido pela Equipe de pesquisa em Botânica e Ecologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, o qual busca ampliar o conhecimento da flora na região do rio Madeira, bem como avaliar os impactos do reservatório de Jirau na vegetação. Até o momento, no âmbito desse projeto, foram desenvolvidas pesquisas em diversos temas, como por exemplo: descrições dos tipos de vegetação na bacia do alto rio Madeira (Perigolo *et al.* 2017); avaliação da diversidade florística da família Lecythidaceae, importante grupo de plantas na Amazônia (Catenacci e Simon 2017); avaliação da composição da vegetação em Florestas de Terra Firme e Florestas de Várzea em condições naturais, antes da construção da hidrelétrica, e seus determinantes ambientais (Moser *et al.* 2014); distribuição de espécies de palmeiras e a consequência da perda de habitats causada pela hidrelétrica (Santos 2015); vulnerabilidade de espécies arbóreas raras aos distúrbios ocasionados pelo reservatório (Silva *et al.* 2017); avaliações do impacto do alagamento na vegetação, dois anos após o início da operação da hidrelétrica (Oliveira 2016); e regeneração natural em pastagens abandonadas na área de proteção permanente do reservatório (Rocha *et al.* 2016).

Considerando a importância global da floresta Amazônica e o crescente número de hidrelétricas já instaladas e previstas para serem construídas na bacia do rio Madeira, esse estudo avaliou os impactos do reservatório da UHE-Jirau na vegetação arbórea. Estudos anteriores mostraram que o enchimento do reservatório resultou no alagamento de extensas áreas, e que o impacto da inundação afetou de modo desigual os diferentes tipos de vegetação na área de influência da hidrelétrica de Jirau (Oliveira 2016). Buscando ampliar o entendimento dessas alterações na vegetação, e utilizando diferentes abordagens, esta tese está organizada em dois capítulos. O primeiro analisa as mudanças na dinâmica da vegetação arbórea em Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea e Campinarana sujeitas ao alagamento ocasionado pelo enchimento do reservatório, enfatizando a sucessão florestal inicial quatro anos após o barramento. O segundo capítulo descreve as características funcionais das espécies de Campinarana afetadas pelo alagamento, buscando ampliar o conhecimento sobre as características morfológicas, anatômicas e fisiológicas das plantas sujeitas às inundações na Amazônia.

## CAPÍTULO 1

### **Dinâmica espacial e temporal e regeneração da vegetação arbórea após inundações artificiais causadas por hidrelétrica no Sudoeste da Amazônia**

#### RESUMO

A floresta Amazônica, que se destaca pela grande heterogeneidade de habitats e elevada biodiversidade, tem sofrido crescente impacto decorrente da instalação de hidrelétricas. Na bacia do rio Madeira, no Sudoeste da Amazônia, a entrada em operação da hidrelétrica de Jirau, no final de 2013, modificou o regime de inundação natural do rio Madeira, com aumento nas cotas do rio de 4,2 metros na estação chuvosa e 5,2 m na estação seca, que resultou na inundação de extensas áreas de vegetação nativa. O objetivo desse capítulo foi avaliar o impacto das inundações artificiais na dinâmica e na regeneração da vegetação arbórea afetada pela hidrelétrica de Jirau. Indivíduos arbóreos foram monitorados, antes (2011-2013) e após (2015-2017) o enchimento do reservatório, em três ambientes: Floresta de Várzea (VZ), Floresta de Terra Firme (TF) e Campinara (CP). A VZ foi a mais impactada após o alagamento, com taxas de mortalidades variando entre 66% e 100%, seguida da TF, com mortalidade entre 12% e 100%. A CP foi alagada pelo rio Madeira apenas em 2014, durante uma grande cheia, e apresentou menor sensibilidade ao alagamento, com mortalidade máxima de 17%. A riqueza de espécies diminuiu 86% na VZ, 75% na TF e apenas 5% na CP em decorrência do alagamento. Nas áreas severamente afetadas pelo alagamento (taxa de mortalidade > 65%) as espécies que sobreviveram reduziram drasticamente a abundância, exceto *Attalea speciosa*, que teve menor taxa de mortalidade em comparação com outras espécies. A sucessão florestal nas áreas severamente afetadas foi influenciada pelos ciclos sazonais de inundações artificiais do reservatório. Áreas localizadas no remanso do reservatório, onde a vegetação é inundada anualmente durante vários meses, não apresentou regeneração, mesmo quatro anos após o início da operação da hidrelétrica. A taxa de recrutamento variou significativamente entre o período anterior ao alagamento e quatro anos após o alagamento (p-valor = 0,002). Em 2015 foi observado recrutamento de 200 indivíduos, principalmente de *Cecropia* spp. e *Muntingia calabura* L. enquanto em 2017 houve aumento no número de recrutas (294) e na riqueza de

espécies (42). O alagamento artificial alterou a dinâmica da vegetação arbórea, afetando principalmente a Floresta de Várzea e Floresta de Terra Firme, a mortalidade é associada com o aumento no número de dias em que as parcelas permanecem alagadas. A regeneração da vegetação é influenciada pela frequência e duração das inundações, desta forma a recuperação da vegetação dependerá do controle das cotas de inundação do reservatório.

**Palavras-chave:** mortalidade; Equações de Estimação Generalizada; lençol freático; recrutamento; riqueza de espécies.

## INTRODUÇÃO

O aumento na demanda energética associado ao potencial favorável dos rios da bacia Amazônica tem elevado o número de hidrelétricas nesta região (Finer e Jenkins 2012, Lees *et al.* 2016). No Brasil, o Plano Decenal de Expansão de Energia estima que sejam construídas 38 barragens na bacia Amazônica até 2023 (PDE 2011, 2014). Os impactos ambientais causados por barragens de hidrelétricas podem ocasionar grandes distúrbios hidrológicos e bióticos (Latrubesse *et al.* 2017), incluindo a perda, fragmentação e degradação de extensas áreas (Lees *et al.* 2016). Considerando a expansão das usinas hidrelétricas os impactos antrópicos na floresta Amazônica devem aumentar nos próximos anos.

A perda ou alteração de habitats podem resultar em extinção local de espécies da fauna e da flora, maior incidência de incêndios, mudanças nas taxas de sedimentação, na temperatura, nos ciclos biogeoquímicos e nas emissões de gases de efeito estufa (Nilsson e Berggren, 2000, Castelo e Macedo 2016, Fearnside 2016). Além disso, a inundação causada por hidrelétricas pode resultar na fragmentação da paisagem e formação de ilhas de diferentes tamanhos, como na hidrelétrica de Balbina, no rio Uatumã no estado do Amazonas, Brasil. Nessa hidrelétrica, 26 anos após o enchimento do reservatório e isolamento da vegetação em ilhas, foi observada elevada degradação da vegetação remanescente, principalmente em ilhas menores, que são mais propensas a incêndios e danos causados por vendavais (Benchimol e Peres 2015a). Também em Balbina foram observados impactos a jusante da hidrelétrica, com mortalidade de árvores associadas às mudanças no pulso de inundação, com diminuição dos níveis máximos de água e elevação dos níveis mínimos em comparação com as cotas anteriores a operação da barragem (Assahira *et al.* 2017).

Inundações naturais, como as que ocorrem em várzeas, mudam drasticamente a disponibilidade de nutrientes no solo e o nível de oxigênio disponível para as raízes (Parolin *et*

al. 2004). A tolerância das espécies às inundações naturais depende da altura da coluna de água, duração das fases aquática e terrestre, deposição de sedimentos no solo, e dos atributos das plantas que compõe a comunidade afetada (Wittmann *et al.* 2006, Colmer e Voesenek 2009). Para sobreviver ao alagamento às espécies necessitam de suprimento adequado de carboidratos, e adaptações fisiológicas, como metabolismo anaeróbico e acumulação de amido (Parolin e Wittmann, 2010).

Apesar de várias espécies serem capazes de tolerar as inundações naturais impostas ao longo de um gradiente de inundação nas Florestas de Várzeas (Wittmann *et al.* 2006), essas florestas geralmente têm menor abundância de indivíduos arbóreos, menor riqueza e maior taxa de renovação quando comparadas com as Florestas de Terra Firme (Myster 2010). A inundação artificial, impostas pelo reservatório da UHE-Jirau, alteram a altura da coluna d'água, o período em que a vegetação permanece inundada e a velocidade da subida da água quando comparada com as inundações naturais nas Várzeas. Essas alterações no regime hidrológico podem tornar o filtro ambiental imposto pelo alagamento ainda mais severo do que nas Várzeas. Além disso, as inundações artificiais ocasionadas por hidrelétricas podem atingir outras fitofisionomias, como as Florestas de Terra Firme, onde a vegetação não foi selecionada para tolerar alagamento.

Recentemente foram construídas na bacia do rio Madeira duas usinas hidrelétricas (UHE), a UHE-Santo Antônio e a UHE-Jirau, com potência de 3.568 MW e 3.750MW respectivamente (Santo Antônio Energia 2018, ESBR 2018). Após o início da operação dessas duas usinas a área coberta por água aumentou 72% na região, passando de 884 km<sup>2</sup> em 2011 para 1.528 km<sup>2</sup> em 2015, ultrapassando o previsto pelo Estudo de Impacto Ambiental (Cochrane *et al.* 2017). O reservatório da hidrelétrica de Jirau, com 361 km<sup>2</sup> na época da cheia (ESBR 2018), alagou diferentes fitofisionomias, como as Florestas de Várzea, Florestas de Terra Firme e Campinaranas que ocorrem nas suas margens.

No entorno do reservatório de Jirau, nas áreas severamente afetadas pelo alagamento artificial, ocorreu elevada mortalidade de espécies principalmente nas Florestas de Várzea e Florestas de Terra Firme (Oliveira 2016), resultando em extensas áreas abertas com solo exposto após a baixa no nível da água quando o reservatório atingiu cotas mais baixas de alagamento. Nesse tipo de situação pode existir oportunidade para recolonização da área afetada por espécies pioneiras, o que pode desencadear processo de sucessão ecológica da vegetação. O processo de sucessão inicia-se com a colonização da área por propágulos dispersos pelo vento, água ou animais e, geralmente, com baixo número de indivíduos e espécies (Kalliola *et al.* 1991). Nas planícies inundáveis, o estágio inicial da sucessão primária é dominado por gramíneas, seguidas

por espécies pioneiras como *Cecropia* spp. (Worbes *et al.* 1992), no entanto é um desafio entender como ocorre a regeneração em áreas com regime de inundação artificial, como em reservatórios com nível de água variável.

De modo geral, as áreas afetadas por hidrelétricas na Amazônia não têm sido monitorados em longo prazo e, portanto, pouco se sabe sobre a magnitude dos impactos causados por alterações nos ciclos hidrológicos na vegetação, bem como sobre a sucessão ecológica após os eventos de inundação artificial. Estudos visando compreender os impactos de longo prazo da construção de hidrelétricas na vegetação, bem como a sua recuperação, trarão informações relevantes sobre as consequências da construção de barragens na Amazônia. O objetivo deste capítulo foi descrever a dinâmica da vegetação arbórea na área de influência da Usina Hidrelétrica (UHE) de Jirau, nas margens do rio Madeira, com diferentes intensidades de inundação artificial em Florestas de Terra Firme, Várzeas e Campinaranas, bem como avaliar a capacidade de regeneração natural da vegetação nas áreas diretamente afetadas quatro anos após o início da operação da UHE. Para atender ao objetivo, foram formuladas as seguintes hipóteses (Figura1):

1. As florestas alagadas tem alta taxa de mortalidade quatro anos após o início da operação da hidrelétrica, enquanto em áreas não alagadas a taxa de mortalidade não se altera ao longo do tempo. Em florestas tropicais naturais as taxas anuais de mortalidade variam entre 1% e 2% (Swaine *et al.* 1987, Laurance *et al.* 1998). Em florestas alagadas a redução do oxigênio no solo atua como um severo filtro ambiental, restringindo o crescimento e sobrevivência de muitas espécies (Parolin 2009).

2. Em áreas severamente afetadas pela hidrelétrica de Jirau a regeneração depende a frequência do alagamento, parcelas no remanso do reservatório, alagadas anualmente, não regeneram, enquanto o alagamento eventual permite a regeneração. Assim como em ambientes alagados naturalmente, como as Várzeas, onde a frequência, duração e intensidade das inundações determinam o estabelecimento e crescimento das espécies arbóreas (Junk *et al.*, 1989), a frequência e duração do alagamento artificial deve ser um importante filtro para a regeneração e crescimento das espécies.

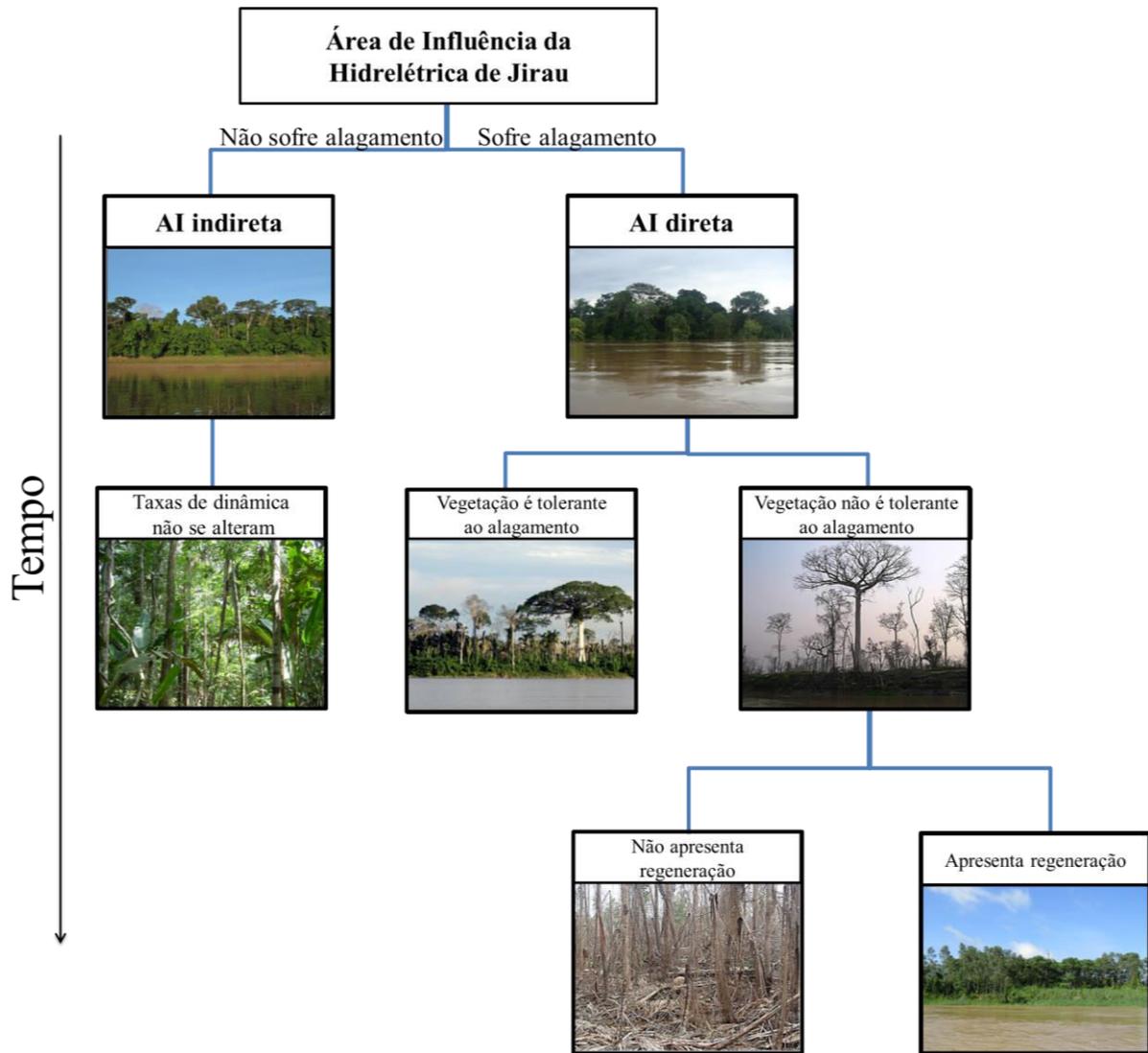


Figura 1 - Representação das hipóteses sobre a tolerância da vegetação arbórea sujeita ao alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, na bacia rio Madeira, Sudoeste da Amazônia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado no município de Porto Velho, norte do estado de Rondônia, ao longo da área de influência do reservatório da UHE-Jirau, na bacia do alto rio Madeira, Sudoeste da Amazônia brasileira (Figura 2). A hidrelétrica está localizada a 120 km a oeste de Porto Velho e tem capacidade instalada de 3.750 MW, com garantia física média de 2.205 MW (ESBR 2018). A UHE funciona como fio d'água, de modo que as turbinas aproveitam a velocidade do rio Madeira para gerar energia, o que possibilita que o reservatório seja comparativamente menor. A área do reservatório no seu nível máximo normal é de 361 km<sup>2</sup>, sendo que a área inundada varia ao longo do ano entre 21 km<sup>2</sup> e 208 km<sup>2</sup> (ESBR 2018). O reservatório opera entre as cotas 82,5 m e 90,0 m, próximo do barramento (ESBR 2018).

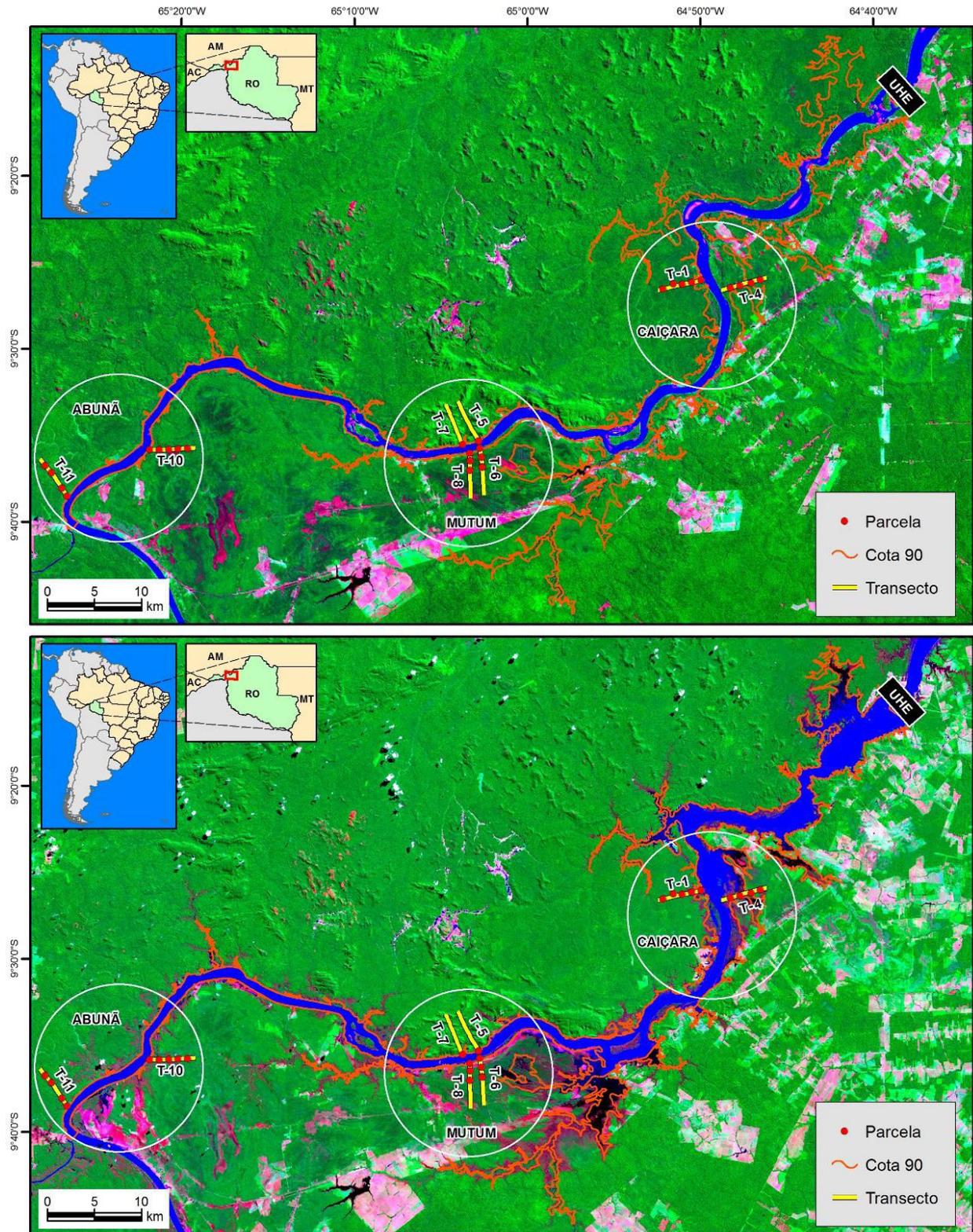


Figura2 - Localização da área de estudo, no Sudoeste da Amazônia brasileira. Em destaque os módulos (Caiçara, Mutum e Abunã), transectos (T1 a T11) e parcelas amostradas nas margens do rio Madeira, com indicação da cota de inundação prevista para operação da Hidrelétrica de Jirau (90 m) na época da cheia. Em verde são as florestas preservadas e em rosa as áreas fragmentadas. A imagem acima é anterior ao enchimento do reservatório e foi obtida em agosto de 2001 pelo Landsat 7 (RGB 7, 4, 2). A imagem abaixo mostra o reservatório após o enchimento, em junho de 2014, obtida pelo Landsat 8, (RGB 7, 5, 3). Elaboração: Sergio Eustáquio Noronha.

A sub-bacia do rio Madeira, pertencente à bacia hidrográfica do rio Amazonas, é formada pelos rios Madre de Diós, que nasce no Peru; Beni e Mamoré, que nascem na Bolívia; e Guaporé, situado na divisa entre Rondônia e Bolívia (ANA 2017). A confluência desses rios ocorre no Brasil, onde recebe o nome de Madeira, estendendo-se por 1.425 km até a desembocadura no rio Amazonas (ANA 2017). O rio Madeira é classificado como de águas brancas e tem pulsos naturais de inundação de aproximadamente 10 metros (Junk *et al.* 2011). Por estar inserido em vale encaixado, o alagamento durante a época da cheia é restrito a estreita faixa nas suas margens (Adamy e Dantas 2004, Junk *et al.* 2011). Seus meandros são considerados dinâmicos devido ao processo de erosão das margens, o que aumenta a largura dos canais e resulta tanto na formação de ilhas na planície de inundação, como na erosão de ilhas existentes (Teixeira *et al.* 2009).

O clima da região é tropical úmido hipertérmico (Cochrane e Cochrane 2010), nos limites das classificações Am e Aw. O Am corresponde a clima de monção, com precipitação anual > 1.500 mm e precipitação do mês mais seco < 60 mm, e Aw que corresponde a clima tropical com chuvas no verão e seca no inverno (Kottek *et al.* 2006). A temperatura média anual varia entre 31°C e 33°C no período mais quente, e entre 20°C e 22°C no período mais frio (INMET 2017). A precipitação média anual oscila entre 1.700 e 2.000 mm, com até cinco meses secos (maio a setembro), quando a precipitação é menor do que 100 mm (ANA 2017).

A vegetação na região é representada pelas Florestas de Terra Firme, Campinarana e Florestas de Várzea (Perigolo *et al.* 2017). Na área de estudo predomina a Floresta de Terra Firme, que ocorre em terrenos bem drenados; seguida das Campinaranas, que ocorrem na margem direita do rio Madeira em áreas sujeitas à inundação sazonal causada pela elevação do lençol freático e as Florestas de Várzeas que ocorrem às margens do rio, formando uma estreita faixa de vegetação (10-20 m) sujeita a alagamento sazonal moderado (Perigolo *et al.* 2017).

Os solos predominantes nas Florestas de Terra Firme são Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico, que são solos bem drenados, ácidos, com baixa saturação por bases e estão em avançado estágio de intemperização; nas Várzeas ocorrem Neossolos Flúvicos, também conhecidos como solos aluviais, formados pela deposição de sedimentos pelo rio, constituídos por material mineral ou orgânico, pouco espessos e pouco evoluídos; e nas Campinaranas predominam os Gleissolos Háplicos Distróficos, com redução e solubilização de ferrosaturados pela elevação sazonal do lençol freático (Cochrane e Cochrane 2010, Quesada *et al.* 2011, Perigolo *et al.* 2017). No lado esquerdo (de frente para a jusante) do rio, ocorrem formações geológicas mais antigas do período Proterozóico, com paisagem mais acidentada, enquanto no

lado direito do rio a formação geológica é mais recente, correspondente ao período cenozoico (Adamy e Dantas, 2004) com terreno mais plano. A altitude, em escala regional, varia entre 70 e 358 m, enquanto nas parcelas estudadas varia entre 88 e 117 m.

Além das diferenças na topografia e geologia, as margens do rio Madeira, têm diferenças no histórico de ocupação e uso do solo. Na margem esquerda ocorre o Parque Nacional-PARNA Mapinguari, com floresta relativamente bem conservada (Moser *et al.* 2014). O PARNA Mapinguari foi criado no Estado do Amazonas, nos municípios de Canutama e Lábrea, e foi posteriormente ampliado, englobando 172.430 hectares no município de Porto Velho (Decreto de 05 de junho de 2008; Lei nº 12.249 de 11 de junho de 2010; Lei 12.678, de 25 de junho de 2012). Na margem direita a paisagem é mais fragmentada, com maior concentração de fazendas para a criação de gado, agricultura e núcleos urbanos (Figura 2). A maior ocupação na margem direita foi favorecida pelo relevo plano e pela construção da rodovia BR-364 na década de 80 (Ferraz *et al.* 2005, Cochrane e Cochrane 2010). O mapa de uso do solo indica que no entorno do reservatório da UHE-Jirau ocorrem: Floresta Ombrófila Aberta de terras baixas com palmeiras e Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, correspondendo a 64% do uso do solo; pastagens (16%), transição entre Floresta Ombrófila Aberta e Campinarana Florestada (12%); e outros usos (8%), representados por áreas urbanas, ocupações ribeirinhas, afloramentos rochosos, e outros tipos de vegetação (Domingues 2010).

### **Amostragem da vegetação**

O desenho amostral seguiu o método RAPELD, que combina protocolos de Inventários Rápidos - RAP (*Rapid Assessment Protocol*) e Pesquisas Ecológicas de Longa Duração - PELD (Magnusson *et al.* 2005). Esse método prevê a instalação de módulos, formados por transectos, onde são instaladas cinco parcelas, separadas por 1 km. As parcelas são dispostas em curva de nível para minimizar variações internas de solos e topografia (Magnusson *et al.* 2005).

Foram instaladas 26 parcelas permanentes, de 250 m de comprimento e 40 m de largura, ao longo da área de influência do reservatório da UHE-Jirau, sendo dois transectos próximos ao barramento (Caiçara, T1 e T4), quatro na parte intermediária (Mutum, T5 a T8) e dois na porção final (Abunã, T10 e T11), com distância máxima de 80 km entre a porção inicial e final (Figura 2). O desbalanceamento no número de parcelas na margem esquerda do módulo Mutum, em comparação com os outros módulos, ocorreu devido às dificuldades de acesso. Nas parcelas foram inventariados todos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito; 1,30 m de altura)  $\geq 30$  cm. Foram utilizadas subparcelas de 20 x 250 m para indivíduos entre  $10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 30$

cm e subparcelas de 2 x 250 m para os indivíduos de  $1 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 10 \text{ cm}$  (Magnusson *et al.* 2005) (Figura 3).

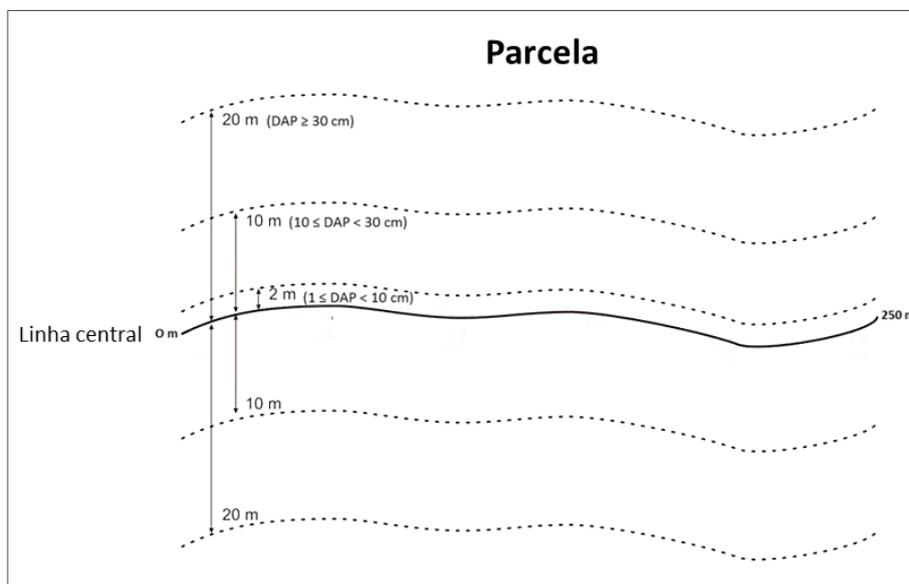


Figura 3 - Croqui do arranjo amostral da parcela (250 x 40 m) e das subparcelas (250 x 20 m e 250 x 2 m) utilizadas nas três classes de amostragem da vegetação arbórea, na área de influência do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, nas margens do rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. Linhas tracejadas representam os limites da área da parcela e subparcelas.

No primeiro inventário todos os indivíduos foram plaqueados e medidos o diâmetro e a altura total. O DAP (diâmetro a altura do peito, 1,30 m do solo) foi mensurado com paquímetro (indivíduos  $\text{DAP} < 10 \text{ cm}$ ) ou fita diamétrica, e a altura total com régua graduada ou telêmetro a laser. A partir do segundo inventário foram computados os indivíduos mortos, vivos, e plaqueados, medidos e identificados os regenerantes. Foram considerados regenerantes os indivíduos que entraram no inventário com  $\text{DAP} > 1 \text{ cm}$ .

A identificação dos indivíduos amostrados em morfoespécies foi realizada em campo por botânicos e parobotânicos e posteriormente verificada em herbário. Foram coletados vouchers de pelo menos um indivíduo para a maioria das espécies que compõe a lista florística e incorporados, para identificação no Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CEN; Apêndice 1).

Foram realizados inventários bienais, com amostragem da vegetação em 2011 e 2013, ambos antes do enchimento do reservatório, a fim de avaliar a composição, estrutura e dinâmica da vegetação arbórea em condições naturais, e amostragens em 2015 e 2017 para verificar os efeitos do alagamento e regeneração da vegetação.

## Regime de inundação

O início do enchimento do reservatório da UHE-Jirau ocorreu no fim de 2013 e modificou o regime de inundação do rio Madeira, com aumento médio nas cotas do rio de 4,25 m na estação chuvosa e 5,20 m na estação seca, considerando as quatro estações linimétricas distribuídas ao longo do reservatório (Figura 4). No início de 2014, logo após o fechamento da represa, foi observado pico de inundação devido ao período de chuvas intensas. Neste ano, os sistemas fluviais Beni-Madre Diós e Mamoré-Guaporé apresentaram altas descargas na bacia do Madeira, ao mesmo tempo em que foi registrada elevada precipitação em Abunã (Ovando *et al.* 2016). Na estação de Porto Velho o nível do rio Madeira superou em muito o nível observado para as décadas anteriores (Figura S1). A combinação entre esse aumento excepcional no nível de água do rio Madeira e a entrada em operação da UHE-Jirau provocou inundação que superou em vários metros a cota máxima de 90 m estabelecida para operação da hidrelétrica. Isso resultou em alagamento superior ao esperado, principalmente na margem direita do rio Madeira, que é mais plana. Ainda, a inundação de 2013/2014 atingiu porções da margem esquerda do rio, onde está localizado o Parque Nacional Mapinguari. Desconsiderando a cheia excepcional de 2014, ainda assim a mudança no regime de inundação com a operação da UHE-Jirau foi grande, com aumento médio nas cotas do rio Madeira de 3,05 m na seca e 4,90 m na cheia (Figura 4).

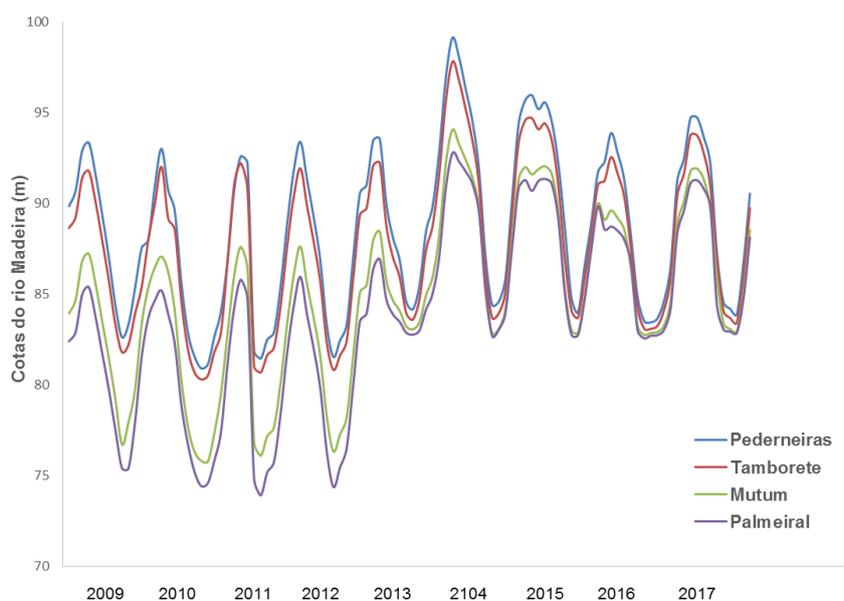


Figura 4 - Cotas do rio Madeira junto às estações linimétricas localizadas à montante da barragem, no rio Madeira, antes (2009-2013) e após (2014-2017) o enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Pederneiras é a estação mais distante do barramento e Palmeiral é a estação mais próxima do barramento. Coordenadas geográficas: Estações Pederneira: 09°38'43"S e 65°26'50"O; Tamborete: 09°31'37"S e 65°19'26"O; Mutum: 09°35'25"S e 64°56'50"O; Palmeiral: 09°30'60"S e 64°48'50"O. Fonte: ESBR.

Com o regime natural do rio Madeira, a maioria das parcelas não sofria alagamento (Tabela 1). Após a entrada em operação da hidrelétrica, parcelas localizadas na zona do remanso do reservatório passaram a ser alagadas todos os anos (T1P1, T1P2, T4P2, T4P3; Figura 5). Já outras parcelas localizadas no transecto mais distante do barramento (T11) não sofreram alagamento.

As parcelas de Campinaranas foram alagadas pelo transbordamento do rio Madeira durante a cheia excepcional de 2013/2014, enquanto que nos anos posteriores isso não foi verificado (Tabela 1). Na Campinarana ocorreram mudanças hidrológicas em subsuperfície após a operação da UHE-Jirau, o lençol freático passou a ser mais raso (Figura S2).

É importante destacar que as parcelas definidas no presente estudo como Várzea são diferentes das Várzeas descritas para a Amazônia, apresentando ausência de alagamento em alguns anos. No entanto, a composição florística se distingue dos outros tipos de vegetação, apresentando espécies características de floresta de Várzea conforme indicado por Oliveira (2016).

Tabela 1 - Estimativa do número de dias em que as parcelas permaneceram inundadas pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, nas margens do rio Madeira, Sudoeste da Amazônia, entre 2011 e 2017. O período foi contabilizado de setembro a agosto do ano seguinte. Ambientes: VZ: Floresta de Várzea; TF: Floresta de Terra Firme; CP: Campinarana. Onde: A é parcela alagada, e N é parcela não alagada.

Ambiente	Parcela	Altitude (m)	Alagamento	Número de dias alagados					
				Antes UHE			Após UHE		
				11/dez	dez/13	13/14	14/15	15/16	16/17
CP-A	T6P2	91,74	Cheia 2014	0	0	123	0	0	0
CP-A	T6P3	91,51	Cheia 2014	0	0	130	0	0	0
CP-A	T8P2	93,64	Cheia 2014	0	0	49	0	0	0
CP-A	T8P3	92,18	Cheia 2014	0	0	105	0	0	0
CP-A	T10P3	97,78	Cheia 2014	0	0	57	0	0	0
CP-A	T10P4	97,24	Cheia 2014	0	0	67	0	0	0
CP-A	T10P5	96,3	Cheia 2014	0	0	95	0	0	0
TF-A	T1P1	87,61	Sempre	0	4	185	224	162	160
TF-A	T1P2	90,06	Sempre	0	0	155	187	14	99
TF-A	T4P2	86,74	Sempre	0	31	210	238	186	167
TF-A	T4P3	88,49	Sempre	0	0	173	206	99	156
TF-A	T4P4	92,58	Cheia 2014	0	0	27	0	0	0
TF-A	T10P2	94,78	Frequente	0	0	129	143	0	15
TF-N	T1P3	98,02	Raro	0	0	0	0	0	0
TF-N	T1P4	103,65	Raro	0	0	0	0	0	0
TF-N	T1P5	103,45	Raro	0	0	0	0	0	0
TF-N	T4P5	92,45	Raro	0	0	0	0	0	0
TF-N	T11P2	106,66	Raro	0	0	0	0	0	0
TF-N	T11P4	106,4	Raro	0	0	0	0	0	0
TF-N	T11P5	116,28	Raro	0	0	0	0	0	0
VZ-A	T5P1	90,53	Frequente	0	0	158	187	0	102
VZ-A	T6P1	89,33	Frequente	0	0	116	121	0	58
VZ-A	T7P1	91,41	Sempre	0	2	170	203	71	155
VZ-A	T8P1	91,47	Frequente	0	0	123	130	0	62
VZ-A	T10P1	95,75	Frequente	0	0	112	53	0	0
VZ-N	T11P1	103,08	Raro	0	0	0	0	0	0

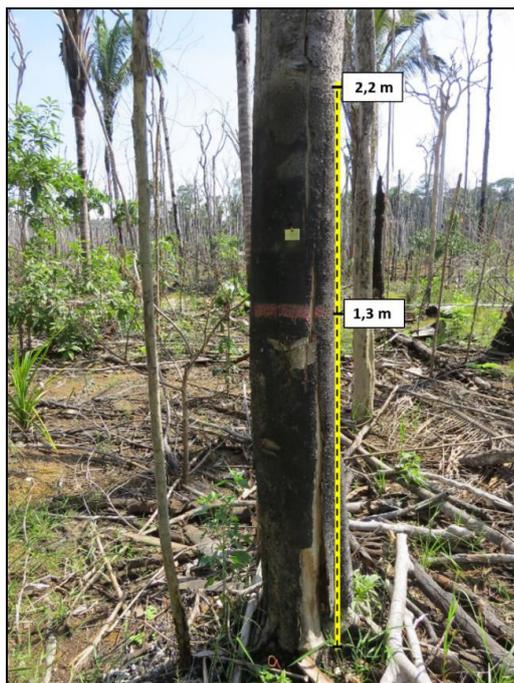


Figura 5 - Marca da inundação em árvore localizada em Floresta de Terra Firme (Parcela T1P2) alagada pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, nas margens do rio Madeira, no Sudoeste da Amazônia.

### **Análise dos dados**

Para entender as mudanças na vegetação arbórea foram calculados os parâmetros de dinâmica da vegetação arbórea em termos demográficos e de área basal, para os períodos antes (2011-2013) e após (2015-2017) o enchimento do reservatório da UHE-Jirau. Foram calculadas taxas anuais de mortalidade e recrutamento em relação ao número de indivíduos; taxas de perda e ganho em termos de área basal; e taxa de mudança líquida para número de indivíduos e área basal (Tabela 2). As taxas de dinâmica foram calculadas por parcela e por categorias, que incluem o ambiente e a presença ou não de inundação pelo reservatório da hidrelétrica, são elas: Campinarana alagada (CP-A; N=7 parcelas), Floresta de Terra Firme alagada (TF-A; N=5) e não alagada (TF-N; N=8) e Floresta de Várzea alagada (VZ-A; N=5) e não alagada (VZ-N, N=1).

Tabela 2 - Parâmetros de dinâmica, onde: t, tempo transcorrido entre os dois levantamentos;  $N_0$  e  $N_t$ , número inicial e final de indivíduos; m e r, número de indivíduos mortos e recrutados;  $AB_0$  e  $AB_t$ , área basal inicial e final;  $AB_m$  e  $AB_r$ , área basal dos indivíduos mortos e dos recrutados;  $AB_d$ , decremento, sendo a quebra ou perda parcial de tronco; e  $AB_g$ , incremento em área basal dos sobreviventes.

Parâmetros de dinâmica	Equação	Fonte
<b>Número de indivíduos</b>		
Taxa de mortalidade (% ano <sup>-1</sup> )	$M = \{1 - [(N_0 - m)/N_0]^{1/t}\} \times 100$	Sheil <i>et al.</i> 1995
Taxa de recrutamento (% ano <sup>-1</sup> )	$R = [1 - (1 - r/N_t)^{1/t}] \times 100$	Sheil <i>et al.</i> 2000
Mudança líquida (% ano <sup>-1</sup> )	$Ch_N = [(N_t/N_0)^{1/t} - 1] \times 100$	Korning e Balslev 1994
<b>Área Basal</b>		
Perda	$P = \{1 - [(AB_0 - AB_m - AB_d)/AB_0]^{1/t}\} \times 100$	Sheil <i>et al.</i> 2000
Ganho	$G = \{1 - [1 - (AB_r + AB_g)/AB_t]^{1/t}\} \times 100$	Sheil <i>et al.</i> 2000
Mudança líquida AB	$Ch_{AB} = [(AB_t/AB_0)^{1/t} - 1] \times 100$	Korning e Balslev 1994

Com a finalidade de entender a relação entre a mortalidade e o alagamento foram realizadas correlações de Pearson entre a taxa de mortalidade e o número de dias que as parcelas permaneceram alagadas.

Para testar as mudanças nas taxas de dinâmica ao longo do tempo, em área alagada e não alagada e entre os ambientes, foram utilizadas Equações de Estimação Generalizada (GEE - *Generalized Estimating Equations*). O método GEE foi proposto por Zeger e Liang (1986) com a finalidade de estimar os parâmetros de regressão para dados correlacionados, é semelhante ao GLM, no entanto não tem os pressupostos de normalidade na distribuição da variável resposta e independência entre as unidades amostrais, ou ao menos, de não correlação entre as observações (Zeger e Liang 1986, Liang e Zeger 1986). Com esses pressupostos menos rígidos foi possível construir modelos GEE para as taxas de mortalidade e recrutamento que não tem independência temporal. A taxa de dinâmica foi a variável resposta e a condição de alagamento em decorrência do reservatório (alagado e não alagado), o ambiente (CP, TF e VZ), e o tempo (2011-2013, 2013-2015 e 2015-2017) as variáveis preditoras. Os modelos foram construídos com interação e distribuição de probabilidade gama. Para comparações múltiplas, a posteriori, foi utilizado o teste de Bonferroni. Foi verificado ainda o Critério de Informação de Correlação (QIC - *Correlation Information Criterion*), que é baseado na quasi-verossimilhança, e é similar ao AIC, sendo que quanto menor o valor do QIC melhor é o modelo.

As alterações na composição florística e abundância nas cinco categorias de ambientes foram avaliadas com a técnica de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) (Legendre e Legendre 2012), para investigar como os ambientes alagados e não alagados distribuem-se antes (2011-013) e após (2015-2017) o alagamento. A análise foi realizada a partir

de uma matriz de distância, considerando a abundância das espécies, e a distância adotada foi a de Bray-Curtis (McCune e Grace 2002). Para avaliar a sensibilidade das espécies ao alagamento foi calculada a abundância relativa das espécies mais abundantes ( $N > 10$ ) e comparadas antes e após o alagamento por fitofisionomia.

Nas parcelas severamente afetadas pelo alagamento foram avaliadas modificações no número de indivíduos, área basal e riqueza de espécies. Para avaliar a recuperação da vegetação nessas parcelas foi avaliado o recrutamento com base no número de recrutas e espécies que regeneraram entre 2013 e 2017.

As taxas de dinâmica, correlação de Pearson e a NMDS foram realizadas no Programa Estatístico R 3.2.2 (R Development Core Team, 2017). Os modelos GEE foram realizados no software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versão 25.

## **RESULTADOS**

Foram amostrados 15.222 indivíduos entre os anos de 2011 e 2017, pertencentes a 1.075 espécies, 333 gêneros e 81 famílias botânicas (Apêndice 1). No entanto, após o enchimento do reservatório, 141 espécies deixaram de ocorrer nas parcelas em virtude da elevada mortalidade.

Dados agregados em cinco categorias de ambientes ao longo de quatro períodos do monitoramento mostram diferenças na riqueza e número de indivíduos recrutados (Figura 6).

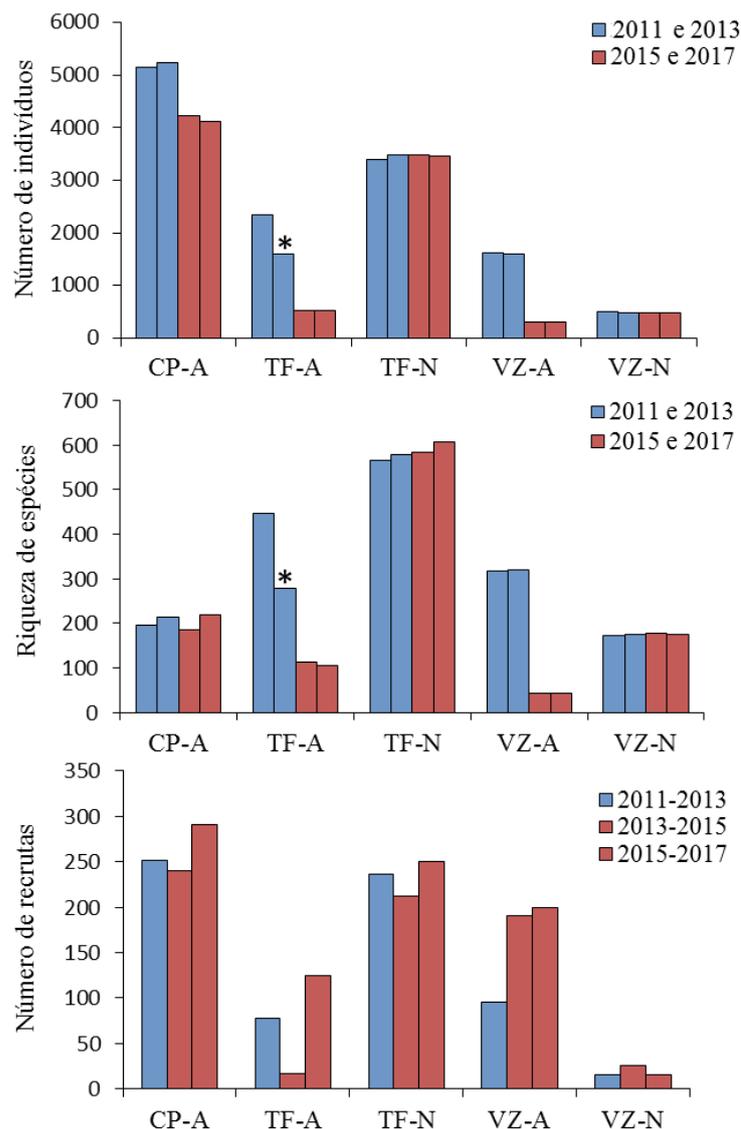


Figura 6 - Número de indivíduos, riqueza de espécies e número de recrutas por ambiente na área de influência da hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia. As amostragens ocorreram antes (2011 e 2013; azul) e após (2015 e 2017; vermelho) o enchimento do reservatório em Campinarana alagada (CP-A), Floresta de Terra Firme alagada (TF-A) e não alagada (TF-N) e Floresta de Várzea alagada (VZ-A) e não alagada (VZ-N). UA: número de unidades amostrais. \*A redução se deve a duas parcelas que não foram mensuradas no ano de 2013.

A Floresta de Várzea (VZ-A) foi a mais impactada, com taxa de mortalidade e taxa de perda em área basal maiores que 64% no período 2013-2015, enquanto a Campinarana apresentou as menores taxas de mortalidade e perda em área basal dentre as fisionomias afetadas pelo alagamento, com valor máximo de 17% e 11% respectivamente (Figura 7; Tabela S1, S2). O modelo GEE apontou que a taxa de mortalidade variou significativamente nas parcelas alagadas antes e após o alagamento (Tabela S3, S4), aumentando de 2% em 2011-2013 para 44,2% em 2013-2015, e continuou alta entre 2015-2017 (36,6%; Tabela 3). Já nos ambientes que

não foram submetidos ao alagamento (TF-N e VZ-N), a taxa de mortalidade e perda em área basal permaneceram baixas ao longo do monitoramento (Figura 7).

A taxa de recrutamento anual média aumentou após o alagamento (Tabela 3), com maior recrutamento na VZ-A (Figura 7), sendo significativamente diferente da Campinarana (p-valor < 0,0001) (Tabela S5, S6). A taxa de recrutamento aumentou significativamente quatro anos o distúrbio (p-valor = 0,002). Comparações entre as parcelas alagadas e não alagadas indicaram diferenças significativas apenas após o alagamento, com aumento no recrutamento da Floresta de Várzea ao longo do tempo (Tabela S7, S8).

Com o alagamento, a taxa anual de perda em área basal foi superior à taxa de ganho, com consequente redução nas taxas de mudança líquida (Tabela 3). Parâmetros de dinâmica da vegetação para cada uma das 26 parcelas são apresentados individualmente nas Tabelas S1 e S2.

Tabela 3 - Valores médios para os parâmetros de dinâmica da vegetação arbórea na área de influência da hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia, avaliados antes (2011-2013) e após (2015-2017) o enchimento do reservatório. As taxas (Tx.) são expressas em % ano<sup>-1</sup>.

	Antes		Após o alagamento		
	2011-2013	2013 - 2015		2015-2017	
	Todas parcelas	Não-alagadas	Alagadas	Não-alagadas	Alagada
Tx. Mortalidade	2,18±1,56	3,68±3,24	44,25±35,27	4,04±2,17	36,57±40,35
Tx. Recrutamento	3,08±1,78	3,37±3,12	7,73±16,17	4,00±5,64	10,02±18,32
Tx. Mudança líquida N	0,89±1,87	-0,31±1,72	-39,11±35,09	0,14±4,25	-26,23±44,1
Tx. Perda AB	2,54±2,56	3,63±2,82	37,27±38,03	3,77±1,42	15,25±19,07
Tx. Ganho AB	3,58±1,88	3,31±1,99	10,24±25,87	3,29±2,12	7,46±7,54
Tx. Mudança líquida AB	1,12±3,38	-0,32±2,23	-34,76±39,09	-0,47±2,02	-8,51±20,06

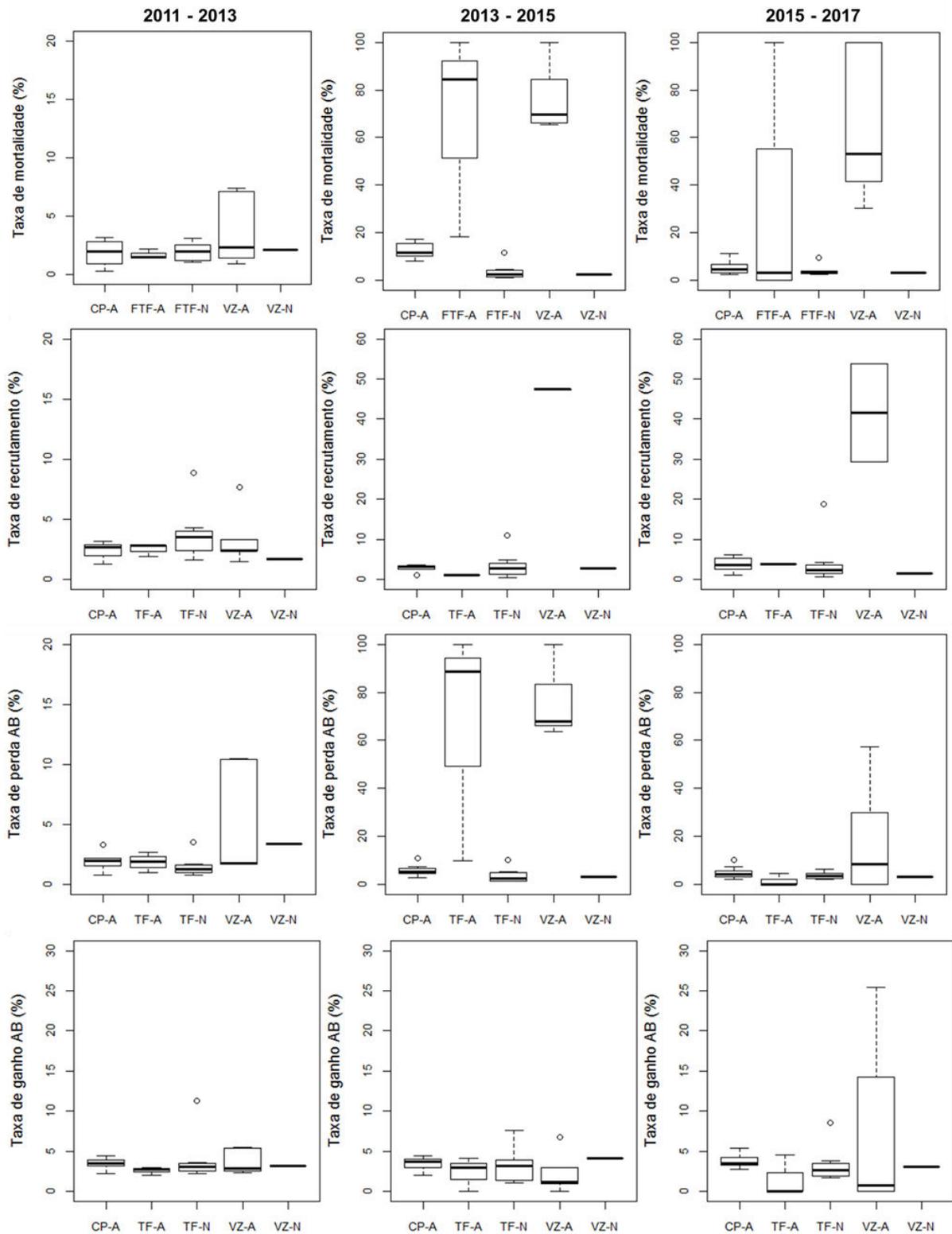


Figura 7 - Taxas anuais de mortalidade e recrutamento baseadas no número de indivíduos; taxas anuais de perda e ganho baseadas em área basal calculadas para antes (2011-2013) e após (2013-2015; 2015-2017) o enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. As taxas de dinâmica foram avaliadas em Campinarana alagada (CP-A), Floresta de Terra Firme alagada (TF-A) e não alagada (TF-N) e Floresta de Várzea alagada (VZ-A) e não alagada (VZ-N).

O aumento da taxa de mortalidade da vegetação arbórea é associado com o aumento no número de dias em que as parcelas permaneceram alagadas (Figura 8).

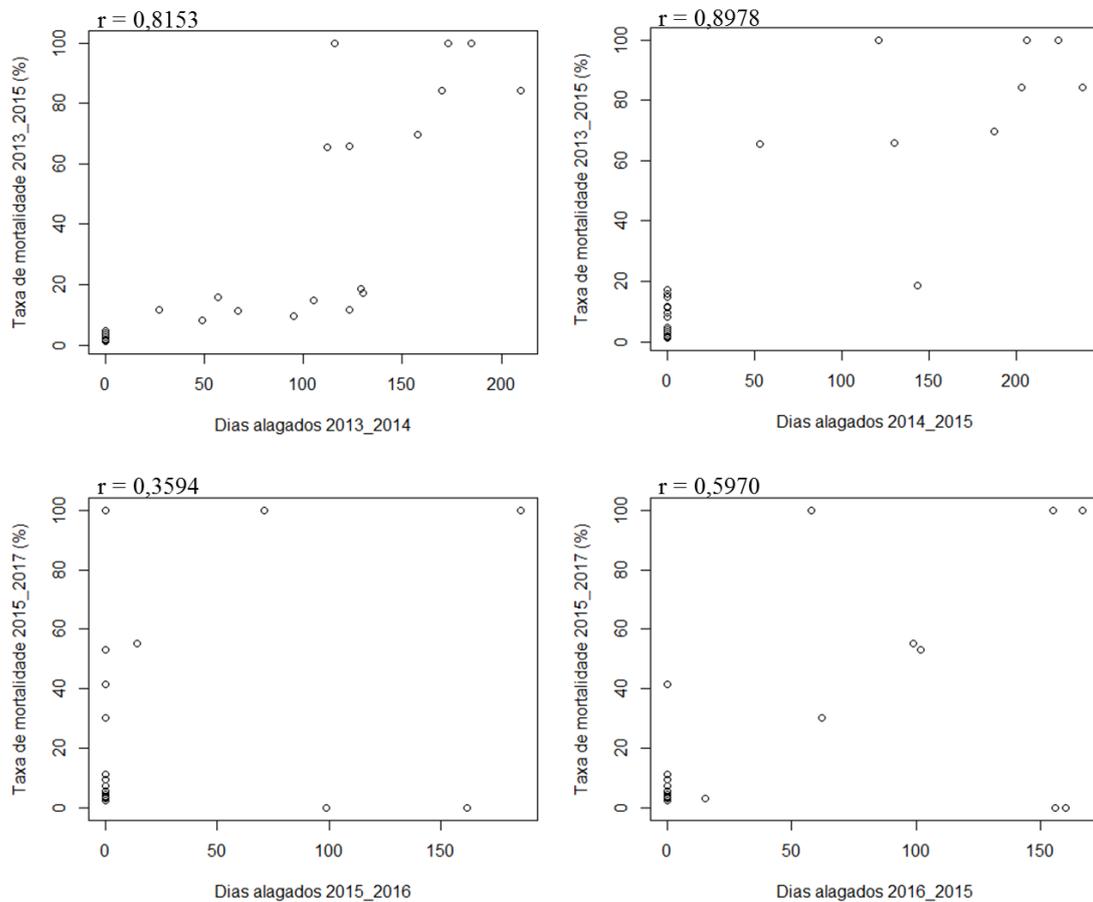


Figura 8 - Correlação de Pearson entre a taxa de mortalidade da vegetação arbórea e o número de dias em que as parcelas permaneceram alagadas pela operação do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira, Sudoeste da Amazônia.

De acordo com a análise de NMDS, praticamente não houve alteração na composição florística e abundância em florestas não alagadas (TF-N, VZ-N), enquanto que outros ambientes (VZ-A e TF-A) mudaram drasticamente após o alagamento (Figura 9). As Campinaranas (CP-A), apesar de sujeitas ao alagamento, apresentaram menor mudança florística quando comparadas às outras fisionomias também afetadas pelo enchimento do reservatório.

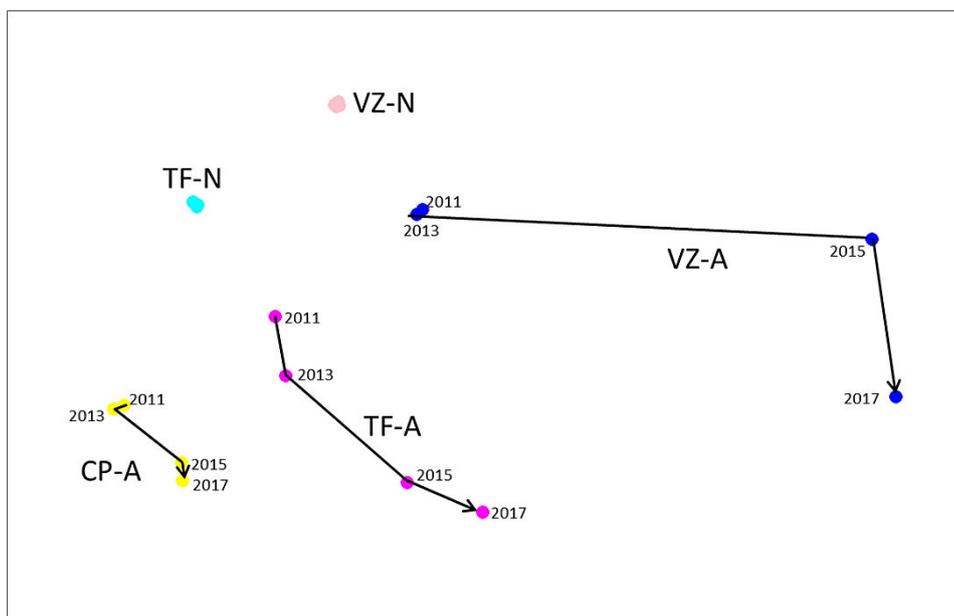


Figura 9 - Ordenação (NMDS) dos ambientes (Campinarana alagada: CP-A, Floresta de Terra Firme alagada: TF-A e não alagada: TF-N, Floresta de Várzea alagada: VZ-A e não alagada: VZ-N) na área de influência do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia brasileira, antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. Cada ponto representa a ordenação baseada na composição e abundância das espécies arbóreas no ano assinalado. Valor de estresse da NMDS=0,078.

As espécies apresentaram diferenças na sensibilidade ao alagamento (Tabela 4). Espécies como *Iryanthera juruensis*, *Miconia prasina*, *Tetragastris panamensis*, *Tachigali micropetala*, *Euterpe precatoria* e *Quararibea ochrocalyx* foram severamente afetadas pelo alagamento. Por outro lado, espécies como *Ruizterania retusa*, *Licania polita*, *Vismia guianensis* e *Attalea speciosa* não foram afetadas pelo alagamento, além disso, com a mortalidade de outras espécies passaram a ter maior abundância relativa (Tabela 4).

Tabela 4 - Sensibilidade das espécies mais abundantes (N > 10), que ocorrem em 18 parcelas submetidas ao alagamento da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira no Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos está indicado para antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. A diferença em abundância relativa (Diferença Abu. Rel.) é dada pela Abu. Rel. 2017 subtraída da Abu. Rel. 2011.

Espécie	Número de indivíduos				Abu. Rel.		Diferença	Afetada
	2011	2013	2015	2017	2011	2017	Abu. Rel	
<b>CAMPINARANA</b>								
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	201	204	31	30	3,9	0,7	-3,2	+
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	169	180	12	8	3,3	0,2	-3,1	+
<i>Clusia</i> sp.	129	129	29	22	2,5	0,5	-2,0	+
<i>Meriania urceolata</i> Triana	73	65	5	2	1,4	0,0	-1,4	+
<i>Ferdinandusa speciosa</i> (Pohl) Pohl	109	110	56	46	2,1	1,1	-1,0	+
<i>Remijia</i> sp.	40	40	9	5	0,8	0,1	-0,7	+
<i>Ternstroemia dentata</i> (Aubl.) Sw.	30	30	1	1	0,6	0,0	-0,6	+
<i>Byrsonima punctulata</i> A.Juss.	156	159	152	150	3,0	3,7	0,6	-
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	328	331	329	300	6,4	7,3	0,9	-
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	47	47	55	76	0,9	1,8	0,9	-
<i>Ruizterania retusa</i> (Spruce ex Warm.) Marc.-Berti	1729	1731	1717	1664	33,6	40,5	6,9	-
<b>FLORESTA DE TERRA FIRME</b>								
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	54	37	0	0	2,1	0,0	-2,1	+
<i>Tachigali micropetala</i> (Ducke) Zarucchi & Pipoly	70	64	11	8	2,7	0,9	-1,8	+
<i>Virola calophylla</i> Warb.	71	71	8	9	2,8	1,0	-1,7	+
<i>Miconia punctata</i> (Desr.) DC.	56	57	7	5	2,2	0,6	-1,6	+
<i>Miconia eriocalyx</i> Cogn.	43	37	7	2	1,7	0,2	-1,4	+
<i>Licania micrantha</i> Miq.	36	33	2	2	1,4	0,2	-1,2	+
<i>Protium apiculatum</i> Swart	29	9	0	0	1,1	0,0	-1,1	+
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	34	32	2	2	1,3	0,2	-1,1	+
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	72	69	15	16	2,8	1,9	-0,9	+
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly	20	20	0	0	0,8	0,0	-0,8	+
<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	22	6	3	1	0,9	0,1	-0,7	+
<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke	18	8	0	0	0,7	0,0	-0,7	+
<i>Protium divaricatum</i> Engl.	30	34	5	5	1,2	0,6	-0,6	+
<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd.) ex Roem. & Schult.) Prance	14	12	0	0	0,5	0,0	-0,5	+
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	14	14	1	0	0,5	0,0	-0,5	+
<i>Erisma bracteosum</i> Ducke	26	24	6	4	1,0	0,5	-0,5	+
<i>Mouriri nigra</i> (DC.) Morley	13	14	0	0	0,5	0,0	-0,5	+
<i>Pouteria laevigata</i> (Mart.) Radlk.	13	0	1	0	0,5	0,0	-0,5	+
<i>Tachigali prancei</i> (H.S.Irwin & Arroyo) L.G.Silva & H.C.Lima	37	31	6	8	1,4	0,9	-0,5	+
<i>Lueheopsis rosea</i> (Ducke) Burret	24	17	16	13	0,9	1,5	0,6	-
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	45	29	27	21	1,7	2,4	0,7	-
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	32	36	19	23	1,2	2,7	1,4	-
<i>Eschweilera parvifolia</i> Mart. ex DC.	20	20	21	21	0,8	2,4	1,7	-
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	23	26	24	27	0,9	3,1	2,3	-

Continua...

<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin	25	26	24	31	1,0	3,6	2,6	-
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	55	55	42	42	2,1	4,9	2,8	-
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	59	59	46	47	2,3	5,5	3,2	-
<i>Licania polita</i> Spruce ex Hook.f.	82	79	75	73	3,2	8,5	5,3	-
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	19	26	31	53	0,7	6,2	5,4	-
<b>FLORESTA DE VÁRZEA</b>								
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	43	41	3	1	2,7	0,3	-2,3	+
<i>Quararibea ochrocalyx</i> (K. Schum.) Vischer	37	35	0	0	2,3	0,0	-2,3	+
<i>Gustavia poeppigiana</i> O.Berg	45	37	4	3	2,8	1,0	-1,8	+
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	38	39	6	2	2,4	0,7	-1,7	+
<i>Trichilia schomburgkii</i> C.DC.	26	23	0	0	1,6	0,0	-1,6	+
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	23	21	0	0	1,4	0,0	-1,4	+
<i>Hura crepitans</i> L.	23	22	0	0	1,4	0,0	-1,4	+
<i>Guarea</i> sp.1	22	25	0	0	1,4	0,0	-1,4	+
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	22	22	1	0	1,4	0,0	-1,4	+
<i>Zygia juruana</i> L.Rico	21	17	0	0	1,3	0,0	-1,3	+
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	20	20	0	0	1,2	0,0	-1,2	+
<i>Rinorea macrocarpa</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze	19	20	1	0	1,2	0,0	-1,2	+
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	41	41	2	4	2,6	1,4	-1,2	+
<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	18	15	1	0	1,1	0,0	-1,1	+
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	18	18	0	0	1,1	0,0	-1,1	+
<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	18	17	0	0	1,1	0,0	-1,1	+
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	17	13	0	0	1,1	0,0	-1,1	+
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	41	40	24	6	2,6	2,1	-0,5	-
<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	11	11	1	1	0,7	0,3	-0,3	-
<i>Croton matourensis</i> Aubl.	16	14	0	2	1,0	0,7	-0,3	-
<i>Terminalia</i> sp.	10	10	1	1	0,6	0,3	-0,3	-
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	15	16	2	2	0,9	0,7	-0,2	-
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	18	27	1	6	1,1	2,1	0,9	-
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	74	76	40	26	4,6	8,9	4,3	-

As parcelas severamente afetadas pelo alagamento, com mortalidade superior a 65% no período de 2013-2015, foram: T1P1, T1P2, T4P2, T4P3 classificadas como Floresta de Terra Firme (TF-A); e T5P1, T6P1, T7P1, T8P1, T10P1 classificadas como Floresta de Várzea (VZ-A). Dentre as parcelas severamente afetadas pelo reservatório, observou-se redução drástica no número de indivíduo, área basal e a riqueza de espécies em 2015 e 2017, com redução de 100% nas parcelas de Floresta de Terra Firme próximas ao barramento (T1P1 e T4P3), e na Floresta de Várzea na parte intermediária do reservatório (T6P1) (Figura 10). Nota-se, porém, aumento de 60% no número de indivíduos, seguidos pelo aumento em área basal e riqueza de espécies na parcela T10P1 entre os anos de 2015 e 2017.

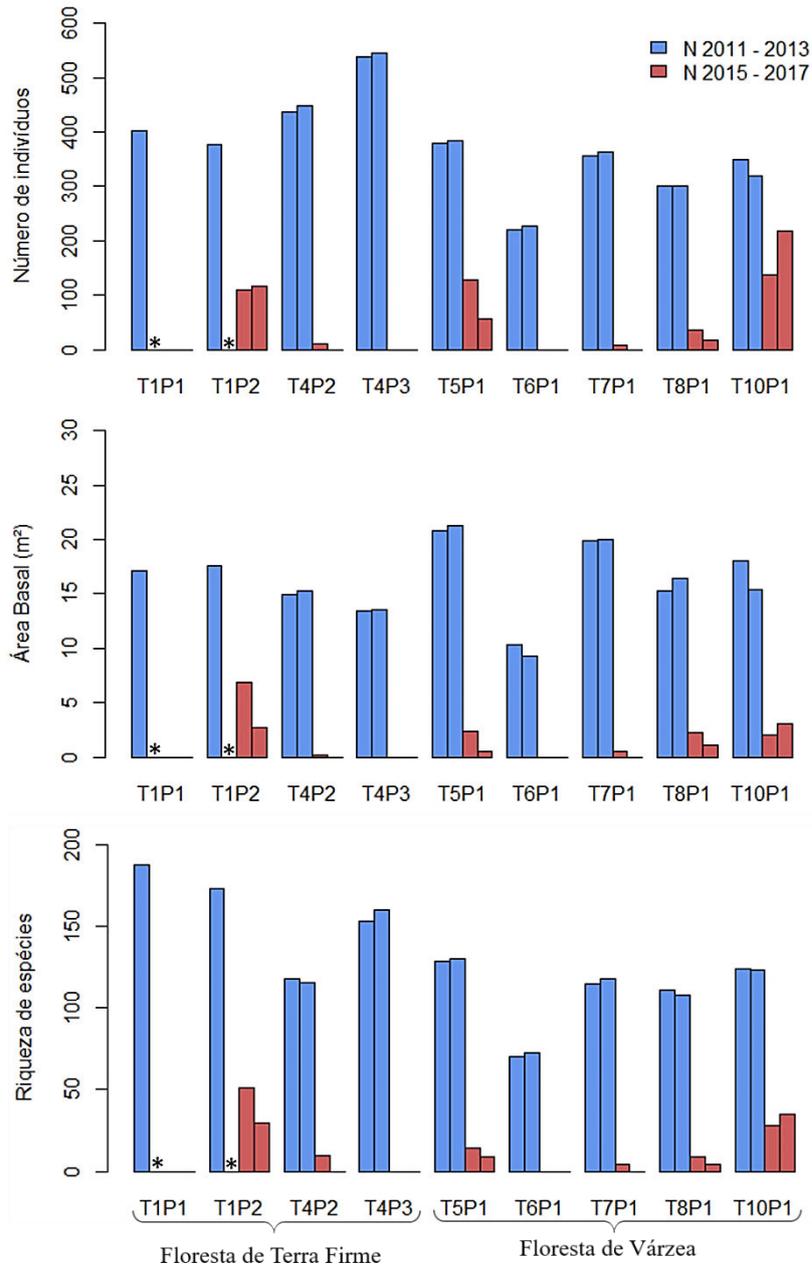


Figura 10 - Parcelas severamente afetadas pelo alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira no Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos, área basal e riqueza foram avaliados antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. Não foi possível realizar medições nas parcelas T1P1 e T1P2 no ano de 2013. \* Parcela não amostrada.

Considerando apenas as parcelas severamente afetadas pelo alagamento, a maioria das espécies tiveram todos os indivíduos mortos, enquanto outras reduziram drasticamente em abundância. Com exceção da palmeira Babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), que teve menor mortalidade em comparação com outras espécies abundantes nas parcelas (Figura 11).

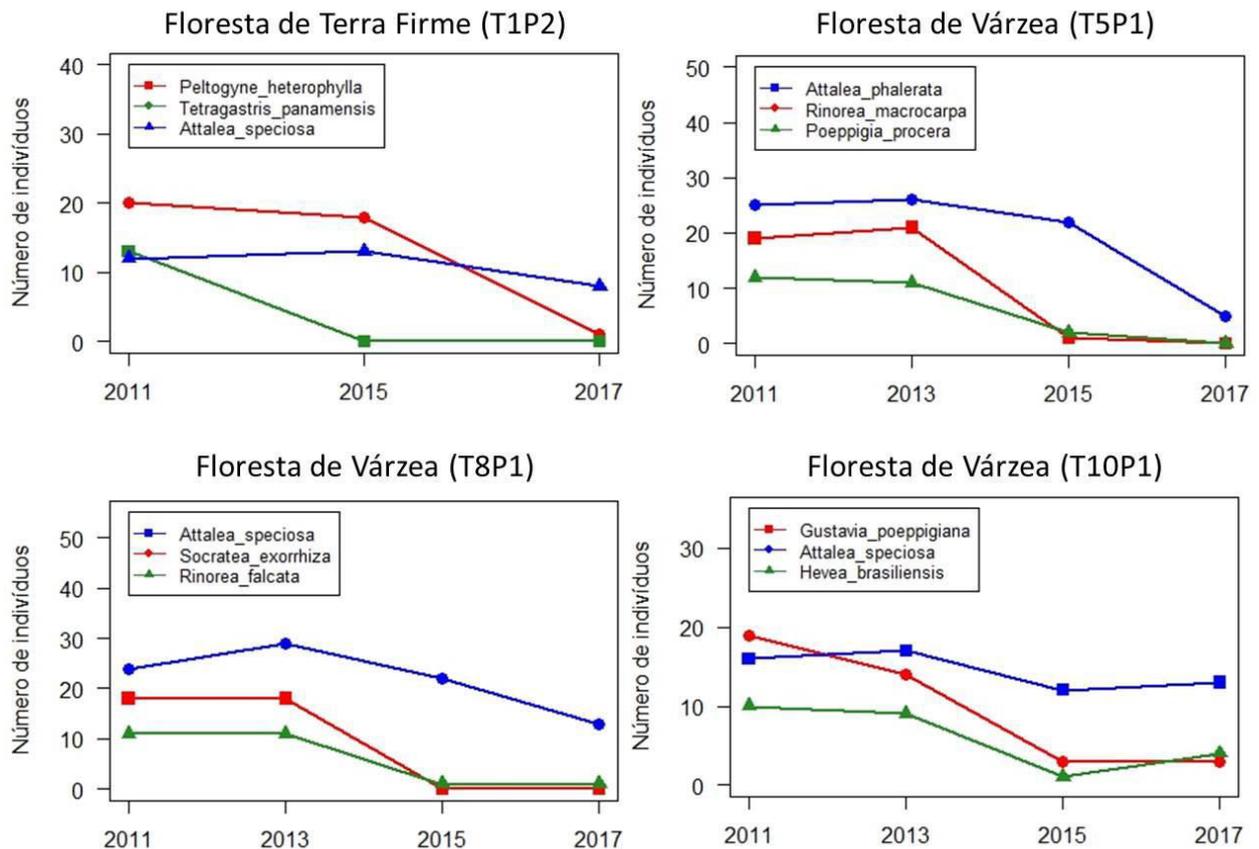


Figura 11 - Espécies mais abundantes em quatro parcelas que foram severamente afetadas (taxa de mortalidade > 65%) pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos foi registrado antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. A parcela T1P2 não foi amostrada em 2013.

Nas Campinaranas, o alagamento resultou em menores taxas de mortalidade. As espécies mais abundantes (*Ruizterania retusa* (Spruce ex Warm.) Marc.-Berti e *Euterpe precatoria* Mart.) apresentaram altas taxas de sobrevivência após o enchimento do reservatório, enquanto a *Iryanthera juruensis* Warb. apresentou elevada taxa de mortalidade (Figura 12).

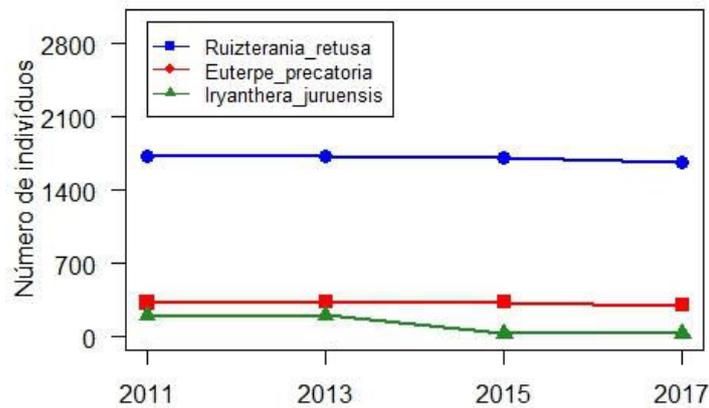


Figura 12 - Espécies mais abundantes em sete parcelas de Campinarana localizadas na área de influência do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia. O número de indivíduos foi registrado antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório.

A maioria das parcelas severamente afetadas pelo reservatório (Tabela S1), tiveram 100% de mortalidade e não apresentaram recrutamento em 2015 ou 2017. Já em outras parcelas atingidas pelo enchimento do reservatório houve recrutamento de 494 indivíduos, sendo 200 logo após o alagamento (2015) e 294 indivíduos quatro anos após o impacto (2017). Destaca-se o recrutamento das espécies pioneiras *Cecropia ficifolia* Warb. ex. Snethl e *Muntingia calabura* L., que não haviam recrutado em 2013, e atingiram níveis elevados de recrutamento em 2015 e 2017. A parcela T10P1, teve 99 recruta em 2015, principalmente do gênero *Cecropia*, e 172 novos indivíduos em 2017, com aumento no número de *M. calabura* e também o de novas espécies. Na parcela T1P2 o recrutamento foi maior no ano de 2017, enquanto na parcela T5P1 o recrutamento diminuiu quatro anos após o alagamento. Observou-se que além da colonização das espécies pioneiras *Cecropia* spp. e *M. calabura*, houve incremento no recrutamento de 42 novas espécies em 2017 (parcela T1P2 e T10P1; Figura 13).

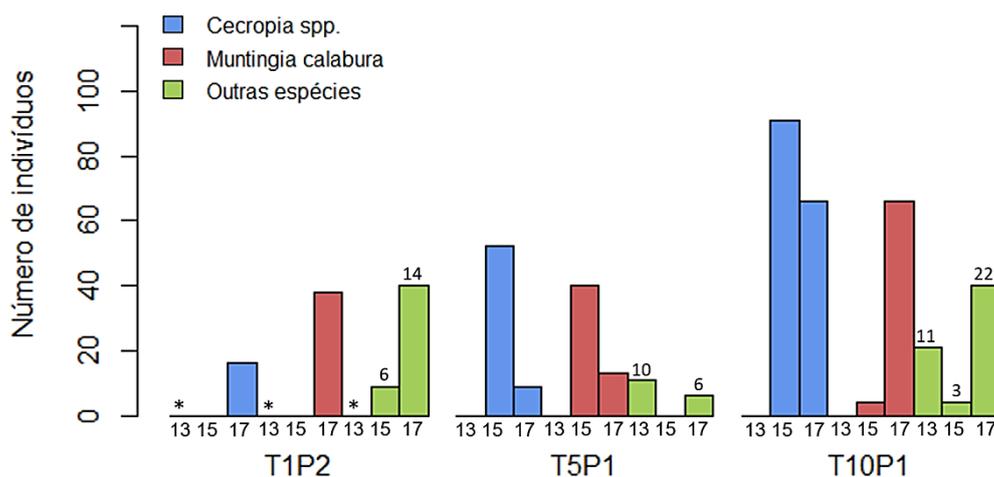


Figura 13 - Recrutamento de espécies pioneiras (*Cecropia* spp. e *Muntingia calabura* L.) e demais espécies em três parcelas severamente afetadas pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. O número de recrutas foi registrado antes (2013) e após (2015 e 2017) o enchimento do reservatório. Acima da barra verde está indicado o número de espécies recrutas. \*Parcela não amostrada.

## DISCUSSÃO

O impacto do alagamento da UHE-Jirau na vegetação arbórea foi desigual entre as fitofisionomias. As Florestas de Várzea foram as mais afetadas, com taxas de mortalidade de até 100%, assim como algumas áreas de Florestas de Terra Firme localizadas no remanso do reservatório. Apesar da tolerância ao alagamento natural, o reservatório excedeu a capacidade de sobrevivência das espécies de Várzea em situação alagada. As Várzeas parecem ter um fino ajuste com o regime natural de alagamento e não toleram o excesso de dias inundados imposto pelo regime artificial do reservatório. Por outro lado, as Florestas de Terra Firme não foram selecionadas para suportar alagamento, sendo praticamente dizimadas após a inundação.

A hipótese que as florestas alagadas tem alta taxa de mortalidade quatro anos após o início da operação da hidrelétrica foi corroborada, embora a mortalidade tenha sido menor do que no primeiro ano de alagamento. A redução do oxigênio no solo alagado atua como um severo filtro ambiental e restringindo o crescimento e sobrevivência de muitas espécies (Parolin 2009).

A mortalidade na Campinarana (17%) ocorreu principalmente em decorrência da cheia de 2013/2014 quando o rio Madeira transbordou, com menores taxas de mortalidade nos anos seguintes (2015/2017). A maior resistência ao alagamento, quando comparadas com as outras fitofisionomias impactadas, pode estar influenciada pela dominância da espécie *Ruizterania retusa*, que apresentou alta tolerância ao alagamento, assim como outras espécies de Campinarana

(ver Cap. 2). A espécie *Eutepe precatória*, que também teve alta abundância e sobrevivência, é considerada hiperdominante na Amazônia, sendo distribuída por extensas áreas (Ter Steege *et al.* 2013). Com a alta tolerância ao alagamento *R. retusa* e *E. precatória* podem se tornar ainda mais dominantes na bacia do alto rio Madeira. As manchas de Campinaras da bacia do Madeira possuem alto valor para a conservação devido a sua alta dissimilaridade florísticas com Campinaras que ocorrem na Amazônia Central, no escudo das Guianas e no alto Rio Negro (Adeney *et al.* 2016, Oliveira 2016), e por essa razão devem ser consideradas prioritárias em políticas de conservação.

O desaparecimento de muitas espécies, em escala local, devido ao alagamento, ocasionou mudanças na composição florística nas áreas alagadas em comparação tanto com o período anterior ao enchimento do reservatório, como com as parcelas não alagadas. Das espécies que ocorriam apenas nas áreas impactadas, 141 foram extintas localmente (Apêndice 1), sendo que metade tinha apenas um indivíduo, podendo ser consideradas raras. Com a extinção local dessas espécies, o padrão no qual poucas espécies são dominantes e muitas são raras, amplamente conhecido para a Amazônia (Pitman *et al.* 2001, Milliken *et al.* 2010, Ter Steege *et al.* 2013) e observado nas florestas do rio Madeira (Moser *et al.* 2014), foi alterado. Embora a contribuição das espécies raras no funcionamento dos ecossistemas seja pouco conhecida, essas espécies geralmente são as primeiras a serem perdidas após distúrbios antrópicos (Leitão *et al.* 2016). Perdas significativas de habitats foram observadas para as espécies localmente raras após a inundação artificial causada pelo reservatório da UHE-Jirau, as quais constituem um grupo particularmente vulnerável às alterações antrópicas na região (Silva *et al.* 2017).

Além das mudanças severas ocasionadas pelo alagamento artificial, em algumas áreas ocorreu elevada deposição de sedimentos, que alcançaram 2,0 metros de altura em Floresta de Várzea na porção intermediária do reservatório (Mutum-T6P1; Figura 14), o dobro do encontrado em florestas não impactadas na Amazônia (0,3 a 1,0 m por ano; Parolin 2009). Os sedimentos podem diminuir a aeração do solo ocasionando falta de oxigênio para as raízes (Wittmann e Parolin 2005). Enquanto o alagamento diminui a disponibilidade de oxigênio no solo durante um período do ano, a sedimentação pode prolongar a condição de falta de aeração por um tempo maior. A diminuição do oxigênio no solo provoca mudanças na respiração e fotossíntese; síntese de proteínas, nutrição mineral, e relações hormonais; e exposição das plantas a compostos tóxicos (Kozłowski 2002). Assim, a deposição de sedimentos impõe mais um filtro ambiental, que em conjunto com o alagamento, dificulta a sobrevivência e regeneração da vegetação.



Figura 14 - Mudanças no ambiente após impacto ambiental ocasionado pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Deposição de sedimentos em Várzeas na margem do rio Madeira, que atingiu uma altura de cerca de 2 metros em alguns locais (Parcela T5P1, em 2015); escavação para acessar o piezômetro que se encontra a aproximadamente 0,50 m da superfície do solo.

O recrutamento praticamente insistente nas áreas localizadas no remanso do reservatório (parcelas: T1P1, T4P2, T4P3, T6P1, T7P1, T8P1) pode estar associado com o número de dias que essas parcelas permaneceram alagadas. Áreas localizadas no remanso passam vários meses por ano inundadas, desta forma o alagamento é um importante filtro ambiental que prejudica a regeneração de muitas espécies.

Por outro lado, parcelas que foram sujeitas a uma menor frequência de inundação tiveram maior regeneração. O recrutamento verificado na parcela T1P2 (TF- Caiçara) no ano de 2017, possivelmente foi favorecido pelo pequeno número de dias (14) que essa parcela permaneceu alagada em 2016. Por outro lado, na T5P1 (VZ - Mutum) os indivíduos que recrutaram logo após o enchimento do reservatório morreram com os ciclos anuais de alagamento artificial do reservatório, retardando o processo de regeneração natural da vegetação no local. Já no módulo mais distante do barramento (Abunã), a parcela T10P1 (VZ) apresentou incremento substancial em número de indivíduos, área basal e riqueza de espécies após o alagamento, incluindo o estabelecimento de 22 espécies arbóreas.

A regeneração natural das margens do reservatório depende da chegada de propágulos provenientes de outras áreas, da capacidade das espécies em tolerar as condições ambientais severas impostas pelo alagamento e deposição de sedimentos. O alagamento sazonal resultante

da operação da hidrelétrica é um desafio para a regeneração e estabelecimento das espécies, e o controle do número de dias em que as parcelas permanecem alagadas pode ser crucial para a recuperação da vegetação.

O predomínio de espécies pioneiras de *Cecropia* spp. no processo inicial de colonização das áreas alagadas, está associado a sua capacidade de formar grandes povoamentos, sendo dominantes no processo de sucessão inicial em áreas de Várzea (Junk 1997). Por outro lado, a espécie *Muntinja calabura*, que colonizou as áreas alagadas principalmente em 2017, pode invadir rapidamente áreas perturbadas, devido ao seu crescimento muito rápido e florescimento em menos de dois anos (Fleming *et al.* 1985). A rápida colonização das espécies pioneiras, como a *Cecropia* spp. e a *M. calabura*, traz melhorias para o ambiente no início da sucessão, facilitando o estabelecimento de outras espécies de estágios mais avançados. O aumento substancial na riqueza de espécies (42) foi observado em 2017 em de algumas áreas severamente impactadas. Algumas dessas espécies ainda não tinham sido registradas nos inventários, como *Trema micrantha* (L.) Blume, *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav., *Cecropia distachya* Huber e *Solanum* sp. Espécies de *Cecropia*, *Solanum* e *Trema micrantha*, tipicamente pioneiras e dispersas por animais, foram encontradas regenerando no início do processo de sucessão em pastagens abandonadas na bacia do Madeira (Rocha *et al.* 2016), indicando boa capacidade de colonização em florestas sujeitas a diferentes tipos de perturbações. Essas espécies devem aumentar sua abundância nas áreas impactadas pelo reservatório, ao menos nos primeiros anos de sucessão.

É importante destacar que apesar da baixa taxa de regeneração registrada em algumas parcelas na Floresta de Várzea, áreas nas planícies de inundação no entorno do reservatório estão sendo aos poucos colonizadas (Observação pessoal; Figura 15). Por exemplo, observou-se que a espécie *Tessaria integrifolia*, que ocorreu com apenas um indivíduo no inventário de 2017, está regenerando em manchas nas margens do rio Madeira impactadas pelo reservatório, juntamente com espécies do gênero *Cecropia*. *Tessaria integrifolia* é uma espécie colonizadora de planícies inundáveis, e devido a sua resistência moderada às inundações, poderá persistir nas etapas posteriores de sucessão (Kalliola *et al.* 1991).



Figura 15 - Espécies pioneiras regenerando na margem esquerda do rio Madeira, após o alagamento do reservatório da UHE-Jirau, Sudoeste da Amazônia (dezembro de 2017).

Existem incertezas sobre o destino das áreas afetadas pelo reservatório, as parcelas localizadas no remanso do reservatório, com inundações anuais, possivelmente não apresentarão estabelecimento de indivíduos arbóreos. Por outro lado, áreas que não são frequentemente atingidas pelo alagamento, como as áreas que alagaram apenas durante a cheia de 2013/2014, podem ter a regeneração favorecida. Ressaltam-se aqui os efeitos da cheia de 2013/2014, quando o nível do rio Madeira ultrapassou as cotas máximas estabelecidas e o alagamento se espalhou por extensas áreas, principalmente na margem direita do rio que apresenta relevo mais plano. A inundação acima do normal no ano de 2014 atingiu também o Parque Nacional do Mapinguari, causando mortalidade da vegetação, que foi seguida por incêndios, sendo esse mais um fator a prejudicar a regeneração natural da vegetação.

A mortalidade da vegetação arbórea é associada com o número de dias em que as parcelas permaneceram alagadas, desta forma, a manutenção da vegetação das áreas menos afetadas e o processo de recuperação das áreas afetadas dependerão da frequência e duração das inundações. O controle das cotas de inundação do reservatório durante o período da cheia é de extrema importância para a sobrevivência e regeneração natural da vegetação impactada.

## CONCLUSÕES

A inundação artificial causada pelo enchimento do reservatório da UHE-Jirau impactou de diferentes formas as fitofisionomias presentes na área de influência da UHE, nas margens do alto rio Madeira. As Florestas de Várzea e de Terra Firme foram as mais afetadas, e as taxas de mortalidade e perda em área basal continuaram altas quatro anos após o início da operação da UHE-Jirau, enquanto que as Campinaranas apresentaram maior resistência à inundação. Além disso, o alagamento levou a extinção local de 141 morfoespécies arbóreas, principalmente nas Florestas de Várzeas e de Terra Firme.

As parcelas severamente afetadas pelo alagamento apresentaram diferentes trajetórias de regeneração natural. Áreas sujeitas à inundação periódica não apresentaram regeneração. Por outro lado, áreas localizadas na parte final do reservatório apresentaram maior regeneração e potencial de recuperação. Logo após o início da operação do reservatório a regeneração foi de 200 indivíduos, principalmente de espécies de *Cecopia* spp., enquanto quatro anos após o alagamento regeneraram 294 indivíduos, aumentando consideravelmente a riqueza (42 espécies). Como a mortalidade é associada com o número de dias em que as parcelas permanecem alagadas, o controle da frequência e duração das inundações poderá favorecer a regeneração da vegetação nas áreas afetadas pelo reservatório.

## CAPÍTULO 2

### **Alterações funcionais na vegetação arbórea em Campinaranas causadas pelo alagamento artificial por hidrelétrica no Sudoeste da Amazônia**

#### **RESUMO**

Distúrbios podem alterar o funcionamento da vegetação, eliminando espécies sensíveis às novas condições ambientais e favorecendo as espécies melhor adaptadas. Este estudo foi desenvolvido na área de influência da Usina Hidrelétrica de Jirau, na bacia rio Madeira, Sudoeste da Amazônia, em formações vegetacionais de Campinaranas. No início de 2014 as Campinaranas foram alagadas pelo enchimento do reservatório da hidrelétrica, quando a vegetação permaneceu inundada por até quatro meses. Nos anos seguintes a vegetação sofreu apenas com as alterações no lençol freático que se tornou menos profundo. Partimos da premissa que o alagamento artificial atua como filtro ambiental, aumentando a mortalidade das espécies menos tolerantes a este distúrbio. O objetivo foi avaliar o impacto do alagamento na mortalidade de espécies arbóreas em Campinaranas, e investigar quais características funcionais estariam associadas à maior tolerância ao alagamento. Foram calculadas as taxas de mortalidade baseadas em inventários bienais realizados antes (2011 e 2013) e após (2013 e 2015) o alagamento artificial. Foram selecionadas 33 espécies arbóreas, que corresponderam a 80% da abundância da comunidade, para coleta dos atributos funcionais. Dentre as espécies mais abundantes, as que tiveram maior mortalidade (> 70%) foram *Miconia prasina* (Sw.) DC., *Iryanthera juruensis* Warb., *Clusia* sp. e *Ferdinandusa speciosa* (Pohl) Pohl. A análise de componentes principais separou atributos funcionais de vasos de xilema no eixo 1 (31%), e características das folhas, estômatos, densidade da madeira, raízes, altura da planta e taxa de mortalidade no eixo 2 (20%). Os atributos da raiz e dos estômatos foram os melhores preditores para explicar a tolerância das espécies ao alagamento, com maior densidade de tecido da raiz e maior densidade de estômatos associados com a menor mortalidade. Mudanças na composição da comunidade (CWM) após o alagamento foram sutis e direcionais, indicando que a vegetação que sobreviveu ao alagamento tem maior área de vaso de xilema, densidade da madeira, densidade de tecido da

raiz, altura, densidade de estômatos e menor tamanho de estômatos, combinando estratégias conservativas e aquisitivas. As alterações no funcionamento de Campinaranas afetadas pelo alagamento reforçam a importância de impactos ocasionados por inundações em ecossistemas Amazônicos, provocados pela crescente construção de hidrelétricas e pelo aumento eventos climáticos extremos.

**Palavra chave:** atributos funcionais; estômatos; densidade de tecido da raiz; vasos de xilema.

## INTRODUÇÃO

A construção de grandes barragens hidrelétricas em alguns dos principais rios amazônicos aumentaram os efeitos negativos das inundações artificiais (Finer e Jenkins 2012, Lees *et al.* 2016), implicando em conflito entre a necessidade de produção de energia elétrica e a preservação dos ecossistemas naturais. Distúrbios relacionados à construção de hidrelétricas resultam na perda de habitats, fragmentação e degradação principalmente ambientes ripários (Lees *et al.* 2016). Conceitualmente, distúrbio é qualquer evento relativamente discreto, de ordem natural ou antrópica, que altera a estrutura de populações, comunidades ou ecossistemas, por meio de mudanças na disponibilidade de recursos ou do ambiente físico (White e Pickett 1985). Os efeitos negativos dos distúrbios dependem do tipo, da magnitude e da frequência com que eles ocorrem (White e Jentsch 2001). Em sistemas florestais, os distúrbios alteram a composição florística, estrutura e funcionamento das comunidades (Dale 2001). Em alguns casos, os distúrbios promovem a colonização ou permanência de espécies melhor adaptadas às novas condições ambientais e em outros casos, como consequências extremas, podem levar à extinção local de espécies com características não adequadas ao novo ambiente (Mouillot *et al.* 2013).

Além do crescente impacto do alagamento ocasionado por hidrelétricas na Amazônia, a mudança climática tem aumentado a frequência de eventos extremos como grandes secas e enchentes (Castello e Macedo 2016), com excesso de precipitação em determinadas regiões (Ovando *et al.* 2016). Os efeitos das maiores secas estão sendo amplamente estudados, com demonstração de aumento da mortalidade das árvores (Flores *et al.* 2017) e perda de biomassa (Phillips *et al.* 2009) geralmente associadas aos maiores eventos de *El Niño* das últimas décadas (Jímenez-Munõz *et al.* 2016). No entanto, o efeito de grandes enchentes tem sido ignorado, apesar de serem frequentes e generalizado na bacia, embora geralmente confinados às margens dos rios. Além disso, o efeito sinérgico da mudança climática e o aumento do número de

hidrelétricas tem causado inundações em locais de terras altas (Marengo e Espinoza 2016) onde a vegetação não foi selecionada para suportar essa pressão. Apesar da importância de inundações na floresta Amazônica, pouco se sabe sobre quais características funcionais de plantas poderiam favorecer a sobrevivência em locais alagados.

As características funcionais são atributos morfológicos, fisiológicos, fenológicos, bioquímicos, estruturais ou comportamentais que influenciam a aptidão do indivíduo, através de efeitos na sobrevivência, crescimento e reprodução das espécies (Violle *et al.* 2007, Díaz *et al.* 2013). As características funcionais representam estratégias ecológicas que podem determinar como as espécies respondem aos distúrbios ambientais, afetam outros níveis tróficos e influenciam as propriedades do ecossistema (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). Dentre os atributos funcionais, distinguem-se os atributos de efeito e de resposta. Atributos de efeito correspondem ao efeito das espécies no funcionamento do ecossistema, enquanto que atributos de resposta indicam como as espécies respondem às alterações ambientais (Diaz e Cabido 2001). Estudos que abordam atributos de resposta podem, por exemplo, prever a magnitude e a influência de mudanças ambientais no funcionamento das comunidades (Suding *et al.* 2008).

O tipo de resposta das espécies a determinado distúrbio pode estar relacionado com o gradiente de estratégias de uso de recursos, que vai da mais aquisitiva a mais conservativa. As espécies vegetais com estratégia aquisitiva apresentam folhas com alta capacidade fotossintética, crescimento rápido e vida útil curta (Wright *et al.* 2004). No outro extremo do gradiente estão às espécies com estratégia conservativa, que investem em proteção dos tecidos, apresentam baixa capacidade fotossintética e vida útil longa, indicando balanço entre custo e benefício de estratégia para as folhas (Díaz *et al.* 2004, Wright *et al.* 2004). De forma semelhante, as características da madeira também seguem esse balanço de estratégias aquisitiva-conservativa, com espécies com densidade da madeira baixa associada a característica aquisitiva, e alta densidade da madeira relacionada com característica conservativa (Chave *et al.* 2009). Locais com maior disponibilidade de recursos, como por exemplo, alta fertilidade do solo e com altas taxas de renovação favorecem espécies com estratégias aquisitivas, enquanto que em locais com menor fertilidade e baixas taxas de renovação, predominam espécies com estratégias conservativas (Baraloto *et al.* 2011). Essas duas estratégias são também fortemente relacionadas com a taxa de crescimento e longevidade das espécies. A densidade da madeira e o tamanho de vasos condutores, por exemplo, são atributos que permitem ilustrar essa relação. Espécies com baixa densidade da madeira e vasos de xilema grandes crescem mais rápido devido ao baixo custo de construção (estratégia aquisitiva), enquanto que as espécies com alta densidade da

madeira e vasos pequenos têm crescimento lento, com alto custo de construção, mas também maior segurança biomecânica e hidráulica (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013).

As avaliações funcionais são notavelmente sensíveis à escolha dos atributos estudados (Lavorel e Garnier 2002), sendo que vários atributos funcionais têm sido propostos para representar as estratégias ecológicas das plantas (Cornelisen *et al.* 2003, Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). Dentre eles destacam-se: atributos da planta inteira, como a forma de vida, forma de crescimento e altura da planta; atributos da folha, relacionado com a taxa fotossintética, crescimento, e resistência a danos; atributos da madeira, como densidade, que é relacionada com a estabilidade, arquitetura, ganho de carbono, hidráulica, defesa e crescimento da planta; atributos da raiz, como o tamanho e massa das raízes finas, associados à absorção de nutrientes e água; e atributos regenerativos, que consideram o tipo de dispersão, a forma e o tamanho dos propágulos e a capacidade reprodutiva após um distúrbio (Cornelissen *et al.* 2003).

Dentre todos os atributos propostos, a folha e a densidade da madeira têm sido mais utilizados em estudos de ecologia funcional (Wright *et al.* 2004, Chave *et al.* 2006, Santiago e Wright *et al.* 2007, Chave *et al.* 2009, Baraloto *et al.* 2010, Lawson *et al.* 2015). Isso se deve às respostas indiretas às diferentes questões ecológicas que esses atributos permitem e a sua facilidade de coleta. Outros atributos, como as características da raiz têm sido pouco estudado, apesar do seu potencial em prever a resposta da comunidade frente às mudanças ambientais (Laliberté 2017). Para entender o impacto causado por um distúrbio específico, como o alagamento, por exemplo, além dos atributos reconhecidos como importantes para as avaliações funcionais citados acima, atributos anatômicos do xilema e atributos fisiológicos, como aqueles relacionados a estômatos, podem trazer informações relevantes. Os atributos do xilema são ligados à condutividade hidráulica nas plantas (Fan *et al.* 2012), enquanto que a densidade e o tamanho dos estômatos regulam a entrada de CO<sub>2</sub> e perda de água (Cowan 1978, Farquhar *et al.* 1980), e conseqüentemente estão associados à tolerância das espécies ao alagamento.

Para entender quais características funcionais estão mais associadas à sobrevivência em locais alagados, investigamos as Campinaranas localizadas na área de influência do reservatório da usina Hidrelétrica de Jirau (UHE-Jirau), localizada no Sudoeste da Amazônia Brasileira. As Campinaranas são consideradas reservatório de espécies especializadas e endêmicas (Garcia-Villacorta *et al.* 2016), que dominam a bacia do rio Negro, mas ocorrem em pequenas manchas em outras regiões Amazônicas. A ocorrência em pequenas manchas e a baixa fertilidade das Campinaranas tornam esta vegetação especialmente suscetível às perturbações, com taxa de recuperação lenta (Adeney *et al.* 2016).

As Campinaranas ocorrem em solos siltosos hidromórficos, sujeitos a inundações naturais e sazonais e causadas pela elevação do lençol freático (Perigolo *et al.* 2017). Com o enchimento do reservatório da UHE-Jirau (2013/2014) as Campinaranas da região foram alagadas durante o pico de inundação no rio Madeira em 2014, nos anos seguintes essa fitofisionomia sofreu alterações no nível do lençol freático que ficou menos profundo. Apesar da Campinarana ter sido menos sensível ao alagamento do que as Florestas de Terra Firme e Floresta de Várzea (Oliveira 2016; Cap.1), ainda assim a taxa mortalidade foi alta (17%), com diferença na tolerância das espécies ao alagamento. Diante deste cenário buscou-se entender porque algumas espécies sobrevivem ao alagamento enquanto outras sucumbem.

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do alagamento artificial do reservatório da UHE-Jirau nas taxas de mortalidade de espécies arbóreas em Campinaranas, e investigar quais características funcionais estariam associadas à maior tolerância ao alagamento. Para isso foram avaliados como 13 atributos funcionais – da folha, da madeira e da raiz - se relacionam com as taxas de mortalidade de espécies arbóreas causadas pelo impacto do reservatório. As mudanças demográficas em mortalidade das espécies foram avaliadas antes e após a operação do reservatório. Com isso buscou-se entender quais características funcionais conferem maior capacidade de sobrevivência às espécies da comunidade. Partimos da premissa de que a inundação artificial causada pelo reservatório da hidrelétrica causou modificações na composição funcional da comunidade arbórea, por meio da maior mortalidade de espécies não adaptadas ao novo regime hidrológico. Especificamente, espera-se que sobrevivam ao alagamento as espécies com características mais relacionadas a estratégias conservativas, como maior conteúdo de matéria seca da folha, menor investimento em área foliar e maior densidade da madeira. Em consequência, espera-se mudança funcional da vegetação arbórea (CWM, *Community Weighted Mean*), uma vez que o alagamento favoreça a sobrevivência de espécies com características funcionais específicas. Hipóteses associadas a cinco grupos de características funcionais (Figura 1) são detalhadas a seguir:

**1. Folha:** Espécies mais tolerantes à inundação têm menor área específica da folha (SLA) e maior conteúdo de matéria seca da folha (LDMC). Em estudo envolvendo espécies sujeitas à inundação, folhas construídas no período alagado apresentaram valores de LDMC em média 5-33% maiores do que no período não alagado (Waldhoff e Parolin 2010), o que sugere que folhas menores sejam mais adequadas a períodos de alagamento.

**2. Estômatos:** Espécies com estômatos menores tem maior capacidade de sobrevivência à inundação. Em muitas espécies de plantas, os estômatos fecham em resposta à inundação como

possível resposta à diminuição da condutividade hidráulica das raízes (Kozlowski 1997). Considerando que estômatos pequenos têm dinâmica de abertura e fechamento mais rápida, o fechamento estomático pode permitir que as folhas reduzam rapidamente a condutância em condições desfavoráveis, como ausência de luz ou estresse hídrico (Drake *et al.* 2013).

**3. Densidade da madeira:** Espécies com maior densidade da madeira tem maior capacidade de sobrevivência à inundação. A alta densidade da madeira está associada com condições ambientais severas, como inundações periódicas (Lawson *et al.* 2015). Madeiras densas têm maior custo de construção e melhor resistência a danos, e espécies com madeira mais densa apresentam ainda menores taxas de crescimento e mortalidade (Poorter *et al.* 2008).

**4. Vasos:** Espécies que sobrevivem à inundação têm diâmetro de vaso menor. Em espécies de florestas inundadas, o tamanho do vaso diminui no final da estação de crescimento, o que coincide com o início das inundações, quando a condução da água das raízes para as folhas é inibida pela deficiência de oxigênio no solo (Worbes 1997). A redução no diâmetro dos vasos pode ser mecanismo adaptativo para diminuir o risco de cavitação e embolia em locais sujeitos à inundação periódica (Junk *et al.* 2011).

**5. Raízes:** Espécies que sobrevivem à inundação têm maior tamanho (comprimento e volume) de raízes e menor massa. Uma estratégia morfológica das plantas em resposta às inundações naturais é o desenvolvimento de espaços de ar nas raízes, que podem chegar a 60% do volume do sistema radicular, enquanto que em condições não inundadas representam apenas 2 a 7% do volume de ar (Parolin 2012).

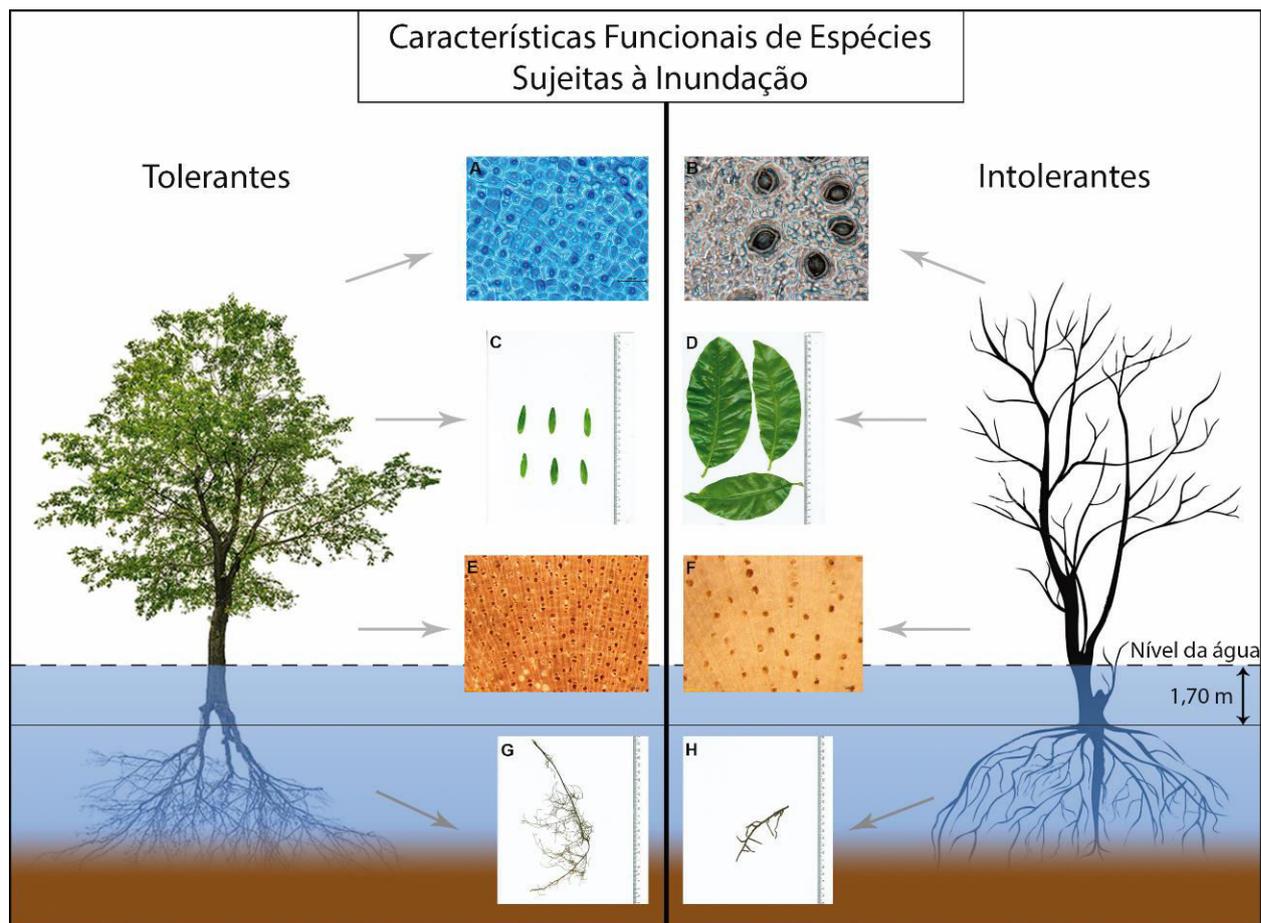


Figura 1 - Representação das hipóteses sobre as características funcionais de espécies tolerantes e intolerantes à inundação ocasionada pelo reservatório da Hidrelétrica de Jirau, na bacia rio Madeira, Sudoeste da Amazônia. Imagens de Estômatos: A) *Xylopia neglecta* (Kuntze) R.E.Fr. e B) *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill.; Folhas: C) *Licania octandra* (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze e D) *Clusia* sp.; Anatomia da madeira: E) *Henriettea granulata* Berg ex Triana e F) *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill.; Raízes: G) *Micropholis* sp.3 e H) *Iryanthera juruensis* Warb.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi conduzido no sudoeste da Amazônia brasileira, na área do reservatório da Usina Hidrelétrica de Jirau (UHE), na bacia rio Madeira, no município de Porto Velho, Rondônia (Figura 2).

O clima da região é do tipo tropical úmido hipertérmico (Cochrane e Cochrane 2010), as médias anuais de temperatura e precipitação variam entre 20°C e 33°C, e entre 1.700 e de 2.000 mm, respectivamente (INMET 2017). A vegetação predominante na área de estudo é a Floresta Ombrófila Aberta (IBGE 2004), que ocorre em Latossolos, principalmente na margem esquerda do rio Madeira (de frente a jusante) (Moser *et al.* 2014), chamadas aqui de Floresta de Terra Firme. As Florestas de Várzea são encontradas em uma estreita faixa ao longo das margens do

rio Madeira, em Neossolos Flúvicos (Perigolo *et al.* 2017). As Campinaranas ocorrem na margem direita do rio, em solos siltosos hidromórficos, sujeitos a inundações sazonais causadas pela elevação do lençol freático (Perigolo *et al.* 2017).

Na bacia do rio Madeira, seguindo o sistema de classificação de vegetação do IBGE (2012), são encontrados quatro subtipos de Campinaranas (Florestada, Arborizada, Arbustiva e Gramíneo Lenhosa; Perigolo *et al.* 2017), que variam na densidade do estrato arbóreo. O presente estudo foi desenvolvido em Campinaranas Florestadas e Arborizadas. As Campinaranas florestadas exibem porte elevado, com 8 a 20 m de altura; abertura do dossel de 25%; e camada de herbáceas menos adensada (Perigolo *et al.* 2017). As Campinaranas Arborizadas são formadas por árvores menores, com 3 a 5 m de altura, mais finas e com copas reduzidas; abertura do dossel de 42%; e camada herbácea mais densa, onde predominam as Cyperaceae (Perigolo *et al.* 2017).

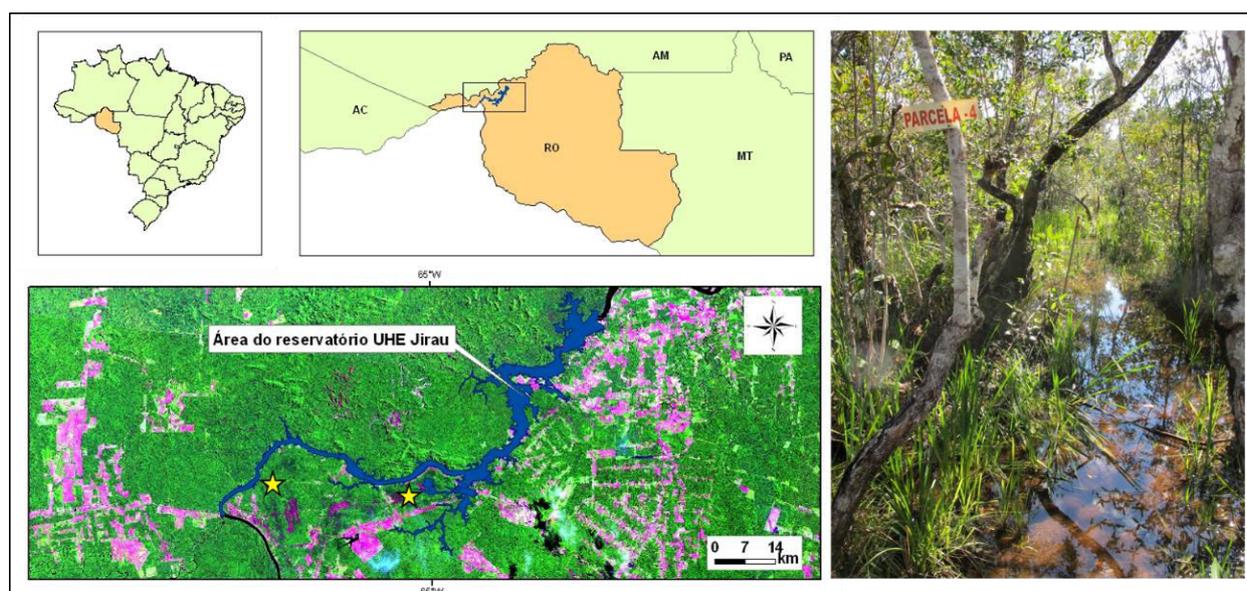


Figura 2 - Localização da área de estudo, nas margens do rio Madeira, na área de influência da Hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia. À direita em destaque parcela de Campinarana alagada naturalmente pelo lençol freático. ☆Local de amostragem das Campinaranas.

Antes do enchimento do reservatório da UHE-Jirau, o rio Madeira seguia sua dinâmica hidrológica natural, com oscilação no nível do leito do rio de 10 metros entre cheia e vazante, e consequente inundações nas florestas de Várzea adjacentes ao rio. Ao contrário das Florestas de Várzeas, nas Campinaranas as inundações sazonais são caudas pela subida do lençol freático durante aproximadamente cinco meses por ano, coincidindo com a estação chuvosa (Perigolo *et al.* 2017). Após o início da operação da UHE-Jirau houve duas alterações hidrológicas

importantes nas Campinaranas estudadas: o lençol freático ficou menos profundo (ver Figura S2, Capítulo 1), e as Campinaranas foram alagadas pelo pico de inundação que ocorreu no rio Madeira em 2014, quando a coluna de água atingiu até 2,40 metros nas parcelas de Campinaranas. A duração da inundação máxima foi de quatro meses na T6P2 e T6P3 em Mutum (Tabela 1).

Tabela 1 - Estimativa do número de dias em que as parcelas de Campinaranas permaneceram inundadas após o enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. O período foi contabilizado de setembro a agosto.

Módulo	Parcela	Número de dias alagados					
		Antes			Após UHE		
		11/dez	dez/13	13/14	14/15	15/16	16/17
Mutum	T6P2	0	0	123	0	0	0
Mutum	T6P3	0	0	130	0	0	0
Mutum	T8P2	0	0	49	0	0	0
Mutum	T8P3	0	0	105	0	0	0
Abunã	T10P3	0	0	57	0	0	0
Abunã	T10P4	0	0	67	0	0	0
Abunã	T10P5	0	0	95	0	0	0

### Seleção de espécies para avaliação de características funcionais

As espécies utilizadas para avaliação das características funcionais foram selecionadas com base nas parcelas permanentes monitoradas pelo Programa de Conservação da Flora da Usina Hidrelétrica de Jirau, Rondônia. Mais informações sobre a área de estudo e amostragem da vegetação são descritas na literatura (Moser *et al.* 2014, Oliveira 2016, Perigolo *et al.* 2017, Capítulo 1 dessa tese).

As parcelas permanentes estão alocadas em módulos de amostragem RAPELD (Magnusson *et al.* 2005) distribuídos de forma sistemática ao longo da área de influência da hidrelétrica, e perpendiculares ao rio Madeira, compreendendo áreas de Florestas de Terra Firme, Florestas de Várzea e Campinaranas. No presente estudo foram incluídos dados de sete parcelas de Campinaranas (Tabela 2). A amostragem da vegetação foi bienal, compreendendo o período amostrado antes do enchimento do reservatório (2011 e 2013) e após o enchimento (2015). Em cada parcela foram amostrados indivíduos arbóreos > 30 cm de DAP (diâmetro a altura do peito) (1 ha), e subamostras com diâmetro entre 10 cm ≤ DAP < 30 (0,5 ha) e entre 1 cm ≤ DAP < 10 cm (0,05 ha).

Em 2017 foram coletados os atributos funcionais das 33 espécies que representam mais de 80% da abundância por parcela (Cornelissen *et al.* 2003). Palmeiras não foram incluídas no estudo funcional, o que excluiu *Euterpe precatoria* Mart., a segunda espécie mais abundante nas Campinaranas estudadas. Além disso, algumas espécies que englobavam os 80% de abundância nas parcelas tiveram 100% de mortalidade e não foram amostradas, sendo elas: *Cybianthus* sp., *Miconia prasina* (Sw.) DC., *Miconia rimachii* Wurdack e *Ternstroemia dentata* (Aubl.) Sw.

### **Atributos Funcionais**

Foram selecionados 13 atributos funcionais que poderiam estar relacionados a maior tolerância das espécies ao alagamento. A descrição da função ecológica dos atributos, os métodos de coleta e medições estão detalhados a seguir:

- **Altura total (H):** a H indica vigor competitivo, fecundidade e o intervalo de tempo que as plantas têm para crescer entre distúrbios (Cornelissen *et al.* 2003). A altura total foi obtida com base no inventário de 2011, onde as medidas foram realizadas com régua graduada ou hipsômetro a laser. Para determinar a H por espécie, foi calculada a média de todos os indivíduos de cada espécie.

- **Área Específica da Folha (Specific leaf area - SLA):** a SLA está relacionada positivamente com a taxa fotossintética e com o crescimento da planta, valores baixos indicam investimento em defesa da folha e longevidade (Cornelissen *et al.* 2003). Em geral, espécies em ambientes com maior disponibilidade de recursos têm maior SLA do que espécies submetidas a estresse (Cornelissen *et al.* 2003).

Para mensurar os atributos da folha foi coletado o ramo mais alto dos indivíduos, contendo folhas totalmente expostas à radiação solar, evitando-se ramos com folhas afetadas por herbívoros e/ou patógenos. Após a coleta, a base de cada ramo coletado foi envolvida em papel úmido e cada ramo acondicionado em saco plástico. Foi colocada pequena quantidade de água dentro do saco, que foram posteriormente fechados para manter a hidratação do ramo até o processamento em laboratório. Buscou-se coletar o número mínimo de cinco indivíduos por espécie e de cada indivíduo foram selecionadas seis folhas, que foram escaneadas e pesadas ainda úmidas. Para aferir a massa seca, as folhas foram colocadas em estufa a 60°C, por no mínimo 72 horas. Após atingir massa constante (variação < 1% em um período de 24 horas) foi obtida a massa seca. A área coberta pelas folhas escaneadas foi medida no programa *ImageJ* 1.48 (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>). A SLA é dada pelo cálculo da área da folha úmida dividida pela massa seca ( $\text{mm}^2 \text{mg}^{-1}$ ) (Cornelissen *et al.* 2003).

- **Conteúdo de matéria seca da folha (*Leaf dry matter content* - LDMC):** o LDMC está relacionado positivamente com a longevidade da folha e negativamente com o crescimento da planta, e tende a ser o inverso da SLA (Cornelissen *et al.* 2003). Folhas com elevada massa foliar tendem a ser mais resistentes a danos físicos e a se decompor mais lentamente do que as folhas com baixo investimento em massa foliar (Cornelissen *et al.* 2003). A LDMC foi obtida pela divisão da massa seca da folha pela massa úmida, expressa em  $\text{mg g}^{-1}$  (Cornelissen *et al.* 2003). Foram utilizadas as mesmas folhas avaliadas na SLA.

- **Estômatos:** as plantas regulam a condutância dos estômatos para otimizar o ganho de carbono em relação à perda de água durante a fotossíntese (Farquhar *et al.* 1980). A condutância estomática é dirigida pela densidade e tamanho da abertura dos estômatos (Farquhar e Sharkey 1982), sendo que estômatos pequenos tem fechamento mais rápido, permitindo que as folhas reduzam rapidamente a condutância em condições desfavoráveis (Drake *et al.* 2013).

Foi obtida amostra impressa da epiderme da folha para o cálculo de densidade e dimensões de estômatos. Para isso foi colocada uma gota de adesivo instantâneo universal (éster de cianoacrilato) sobre a lâmina de vidro, que ficou em contato com a face abaxial da folha, sendo pressionado por alguns segundos (Segatto *et al.* 2004). O tempo para secagem variou com a espécie. A densidade e o tamanho dos estômatos foram medidos em três indivíduos por espécie, com uma lâmina por indivíduo. Em cada lâmina foram definidos cinco campos visuais (0,21 x 0,16 mm/campo), e cada campo foi fotografado em microscópio com câmera acoplada com aumento de 40 x (Figura 3). Nessas imagens foi contabilizado o número de estômatos e medido o comprimento de todos os estômatos no programa de análise de imagens *ImageJ*. A soma dos estômatos nos cinco campos (0,168 mm<sup>2</sup>) foi extrapolada para 1 mm<sup>2</sup>. Foi utilizada nos cálculos de cada indivíduo a média da densidade e do comprimento estomático nos cinco campos.

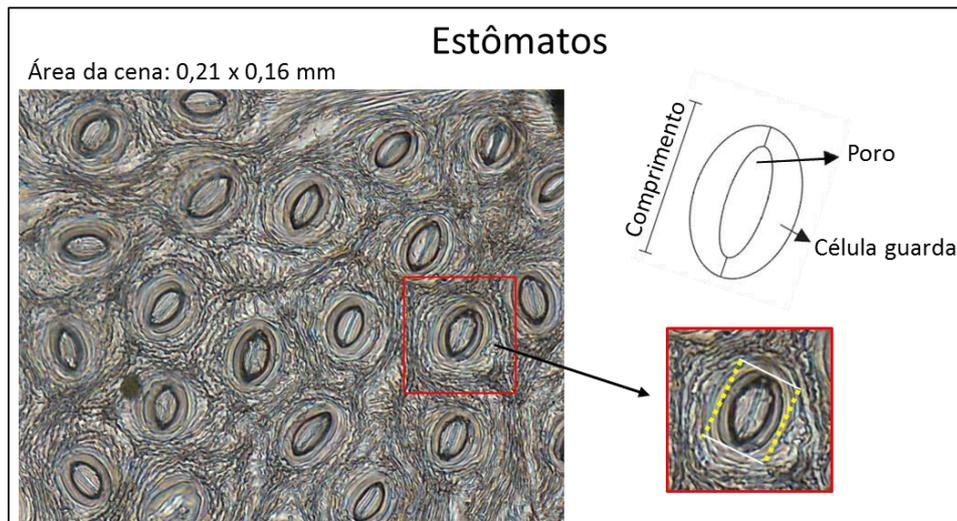


Figura 3 - Fotografia digital do tecido foliar, com destaque para a avaliação estomática e a representação gráfica de como foram medidos o comprimento e a densidade de estômatos. Amostra da espécie *Vochysia ferruginea* Mart.

Com a técnica utilizada não foi possível imprimir os estômatos de cinco espécies que apresentam folhas pilosas ou membranáceas: *Henriettea granulata* Berg ex Triana, *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg., *Pera decipiens* Müll. Arg., *Pourouma cecropiifolia* Mart. e *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. Para estas espécies foi utilizada também a técnica de impressão com esmalte incolor, no entanto sem sucesso.

- **Densidade básica da madeira (Wood density - WD):** a WD está relacionada com o custo de construção, estabilidade, condutividade hidráulica e taxa de crescimento da planta (Chave *et al.* 2009). A alta densidade da madeira, associada a vasos pequenos, leva a maior sobrevivência devido à resistência a danos físicos, patógenos, herbívoros e à maior segurança hidráulica (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013).

Para obtenção da densidade da madeira foram coletadas de forma não destrutiva amostra de caule com trado de incremento (Sonda Pressley), posicionado perpendicular ao tronco da árvore, até o centro da circunferência, conforme recomendado por Chave *et al.* (2006). As amostras foram acondicionadas em tubetes com água para manter a saturação. As amostras foram retiradas dos tubetes, passadas levemente em papel toalha para reduzir o excesso de água, e imediatamente pesadas em balança digital. Para determinar a massa seca às amostras de madeira foram colocadas em estufa a 105°C por 72 h, até atingirem massa constante, quando foram pesadas (Silveira *et al.* 2013).

Para determinar a densidade básica da madeira foi utilizada a equação de Smith (1954) proposta para amostras pequenas, que é determinada pelo teor máximo de umidade.

$$Db = \frac{1}{\left(\frac{Pf - Ps}{Ps}\right)} + \frac{1}{Gs}$$

Onde: Db é a densidade básica da madeira; Pf é a massa fresca, com massa saturada; Ps é a massa seca com peso constante; Gs é uma constante que representa a densidade média da “substância madeira” equivalente a 1,53 g/cm<sup>3</sup>.

- **Densidade de Vasos de Xilema (DV):** a DV está relacionada com a arquitetura hidráulica das árvores, podendo influenciar a transpiração e o crescimento (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). Existe ainda uma relação entre densidade e tamanho de vasos, relacionados com a segurança e a eficiência hidráulica (Baas *et al.* 2004, Fortunel *et al.* 2014). Desta forma, espero que plantas que sobrevivam ao alagamento tenha maior densidade de vasos de xilema, associado a maior segurança hidráulica.

Para a anatomia do xilema foram coletadas amostras de ramos de três indivíduos por espécie, evitando nós e bifurcações. As amostras, com aproximadamente 5 cm de comprimento, foram secas em estufa até atingirem massa constante.

O material foi processado no laboratório do Serviço Florestal Brasileiro, onde as amostras foram lixadas em lixadeira elétrica, cortadas em micrótomo, e posteriormente fotografadas com auxílio de lupa com câmera acoplada, com aumento de 5.6 x. Foram capturadas três cenas (1 mm<sup>2</sup> cada) por indivíduo, sendo a primeira próxima do cerne, a segunda localizada entre o cerne e a casca, e a terceira próxima da casca. As amostras foram mensuradas após a captura de imagens no programa OPTHD que acompanha a câmera, onde foram contados e medidos todos os vasos dentro de cada subamostra. A partir desses dados foram calculados: a densidade de vasos (DV), dada pelo número de vasos por área (n mm<sup>-2</sup>); a área média do vaso (AV; mm<sup>2</sup>); a fração de vaso (FV), que é a área ocupada por vasos (FV = DV x AV); a proporção de vasos (SV), sendo a relação entre tamanho e número de vasos (SV = AV/DV; Zanne *et al.* 2010); e o diâmetro hidráulico médio do vaso [DmH = (ΣD<sup>4</sup>/n)<sup>1/4</sup> (mm<sup>2</sup>)], onde n é o número de vasos e D é o diâmetro do vaso calculado pela fórmula  $D = (4 AV/\pi)^{1/2}$  (Scholz *et al.* 2013).

- **Comprimento específico das raízes (Specific root length - SRL):** a SRL indica a relação entre o investimento em unidade de aquisição de recursos (comprimento das raízes) e investimento em massa seca das raízes finas. Plantas com alto SRL investem mais em raízes longas para um dado investimento em massa seca, tendo maior taxa de absorção de nutrientes e água, maior taxa de crescimento e menor vida útil das raízes comparadas com plantas que tem baixo SRL (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). Deste modo, espero que as plantas que sobrevivam

ao alagamento tenham maior SRL, associado ao menor peso das raízes que contém maior volume ocupado por ar (Parolin 2012).

Para avaliação do SRL foi escavado aproximadamente 30 cm de profundidade no solo, próximo do fuste da árvore, e coletadas amostras de raízes de 1ª e 2ª ordem, menores do que 2 mm de diâmetro. As raízes foram acondicionadas em saco plástico com água para manter a hidratação. Em laboratório, as amostras foram lavadas para remoção de partículas de solo e as amostras úmidas foram pesadas e escaneadas. O material foi seco em estufa a 60°C pelo período de 48 horas, até massa constante. Os comprimentos das raízes foram medidos a partir das imagens no programa WinRHIZO (Regent Instruments Inc., Quebec, Canada), disponível no departamento de Ecologia da Universidade de Brasília. Para obter o SRL foi dividido o comprimento da raiz pela massa seca ( $m \text{ g}^{-1}$ ) (Cornelissen *et al.* 2003).

**- Densidade de tecido da raiz (Root tissue density - RTD):** Raízes com alto RTD são geralmente mais duradouras e associadas a estratégias de crescimento lento em solos inférteis (Ryser 1996, Kramer-Walter, *et al.* 2016).

Para avaliação da RTD foram utilizadas as mesmas raízes analisadas no SRL, o volume das raízes também foi obtido no programa WinRHIZO. Para calcular a RTD foi dividido a massa seca da raiz pelo volume fresco ( $\text{g cm}^{-3}$ ).

O número de indivíduos coletados para cada atributo variou com a espécie. Essa variação ocorreu devido à alta mortalidade de algumas espécies após o alagamento artificial promovido pelo enchimento do reservatório da UHE-Jirau, que não tinham indivíduos vivos para serem coletados. Para SLA, LDMC, WD, SRL e RTD o número de indivíduos por espécie variou entre 1 e 30, representando 80% de abundância por parcela. Para estômatos e vasos de xilema foram mensurados três indivíduos por espécie, exceto para *Brosimum rubescens* Taub. e *Parinari* sp. que tinham apenas um indivíduo vivo em 2017.

## **Análise de dados**

As taxas de mortalidade foram calculadas com base nos inventários realizados nos anos de 2011, 2013 e 2015, nas mesmas parcelas onde foram obtidos os atributos funcionais. Para isso foi utilizada a fórmula de Sheil *et al.* (1995; 2000), expressa em porcentagem.

$$M = \{ [1 - (N_0 - m) / N_0]^{1/t} \} \times 100$$

onde:  $M$  = taxa de mortalidade;  $N_0$  = número de indivíduos no tempo inicial;  $m$  = número de indivíduos mortos;  $t$  = tempo transcorrido entre os levantamentos.

Foram calculadas para as parcelas e para as espécies as taxas de mortalidade antes do alagamento, em condições naturais (2011/2013) e após o alagamento (2013/2015). A taxa de mortalidade foi obtida pela diferença entre a mortalidade antes e após o distúrbio, onde a [Taxa de Mortalidade =  $tx$  mortalidade 2013/2015 -  $tx$  mortalidade 2011/2013], subtraindo assim a mortalidade natural da vegetação.

Para comparar a altura e o diâmetro dos indivíduos que morreram e sobreviveram após o alagamento foi utilizado o Teste Não Paramétrico de Wilcoxon (U-Mann-Whitney).

A relação entre as variáveis  $H$ ,  $SLA$ ,  $LDMC$ ,  $CE$ ,  $DE$ ,  $WD$ ,  $DV$ ,  $AV$ ,  $FV$ ,  $SV$ ,  $Dmh$ ,  $SRL$  e  $RTD$  foram obtidas através da correlação de Pearson, bem como a relação entre esses atributos e a taxa de mortalidade (Figura S1). Para entender a relação entre as variáveis funcionais foi realizada uma análise de componentes principais (PCA). As variáveis foram padronizadas com a escala relativa de Z-score.

Para analisar como os atributos funcionais (variáveis preditoras) estão relacionados com a taxa de mortalidade (variável resposta) foi realizado Modelo Linear Generalizado (GLM). Para compor o modelo foi selecionada uma variável preditora representando cada parte da planta, onde:  $LDMC$  foi utilizado para representar as folhas,  $WD$  a madeira,  $RTD$  as raízes,  $DE$  os estômatos,  $AV$  os vasos de xilema e  $H$  para representar o tamanho da planta.

A composição funcional da comunidade foi obtida pela métrica de diversidade que considera a média de cada atributo ponderado pela dominância de cada espécie (CWM - *Community Weighted Mean*) (Violle *et al.* 2007, Díaz *et al.* 2007). O CWM foi obtido a partir do valor médio de cada atributo, coletado em 2017, e ponderado pela abundância de espécies obtida nos inventários de 2011, 2013 e 2015, formando assim o CWM 2011, CWM 2013 e CWM2015. A partir de uma nova PCA, com os dados de CWM por parcela foi analisada a mudança de trajetória da comunidade, baseada nos 13 atributos, entre os anos de 2011, 2013 e 2015. Como as variáveis estão em unidades diferentes foi necessária à padronização, para isso foi utilizado o argumento *scale*, da função *prcomp*, no programa R. Foram realizadas correlações entre os atributos funcionais e os escores dos eixos da PCA.

Para avaliar o efeito do alagamento no CWM de cada atributo funcional individualizado foi calculada a Mudança Relativa em CWM, onde:  $\Delta = [(CWM \text{ após} - CWM \text{ antes}) / CWM \text{ antes}] * 100$  (Carreño Rocabado *et al.* 2012), com base nos anos de 2011 e 2015. A diferença entre o CWM 2011 e CWM 2015 foi verificada com Teste t pareado.

Para verificar a relação entre os 13 atributos funcionais e a taxa de mortalidade foram utilizadas 33 espécies (Tabela S1 e S 2) que representam 80% da abundância da comunidade. No entanto, para a PCA e para o modelo GLM foram utilizadas apenas 25 espécies. As oito espécies excluídas dessas análises tinham  $\leq 10$  indivíduos por espécie em 2011. O baixo número de indivíduos pode causar viés na taxa de mortalidade, quando a morte pode ser aleatória ou por outros motivos não relacionados com o alagamento do reservatório. Todas as análises foram realizadas no Programa Estatístico R 3.2.2 (R Development Core Team, 2017).

## RESULTADOS

Foram amostrados, no ano de 2011, 5.153 indivíduos pertencentes a 196 espécies. A taxa de mortalidade nas parcelas variou entre 0,3% e 17,4%, sendo significativamente maior depois do enchimento do reservatório da UHE-Jirau quando comparada com o período anterior (Figura 4; Tabela 2).

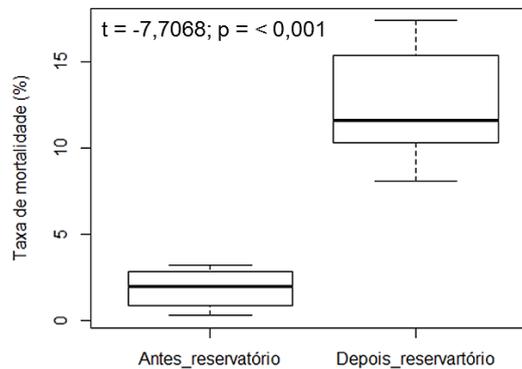


Figura 4 -Taxa de mortalidade das arbóreas amostradas em sete parcelas de Campinaras, antes e após o alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia.

Tabela 2 - Taxa de mortalidade anual calculada para antes (2011 a 2013) e após (2013 a 2015) o enchimento artificial do reservatório. Localização e informações demográficas das sete parcelas de Campinarana amostradas em área de influência do reservatório da UHE Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Onde: N é o número de indivíduos, S é a riqueza de espécies e AB é a área basal, antes do enchimento do reservatório.

Parcela	Latitude	Longitude	Altitude (m)	N <sub>2011</sub>	S <sub>2011</sub>	AB <sub>2011</sub> (m <sup>2</sup> )	Taxa de mortalidade (%)	
	Sul	Oeste					2011-2013	2013-2015
<b>T6P2</b>	9° 36' 26"	65° 02' 48"	91,74	749	47	12,3	3,0	11,6
<b>T6P3</b>	9° 36' 59"	65° 02' 45"	91,51	542	74	13,6	2,0	17,4
<b>T8P2</b>	9° 36' 38"	65° 03' 27"	93,64	546	44	12,0	2,7	8,1
<b>T8P3</b>	9° 37' 10"	65° 03' 28"	92,18	768	72	16,1	3,2	14,9
<b>T10P3</b>	9° 35' 52"	65° 20' 54"	97,78	945	45	5,2	0,6	15,9
<b>T10P4</b>	9° 35' 50"	65° 20' 21,"	97,24	928	46	7,7	0,3	11,2
<b>T10P5</b>	9° 35' 48"	65° 19' 48"	96,3	675	88	11,1	1,2	9,5

As árvores que morreram após o alagamento eram menores, com menor altura (média de 8,6 m) e menor diâmetro (média de 10,3 cm) do que as sobreviventes (Figura 5).

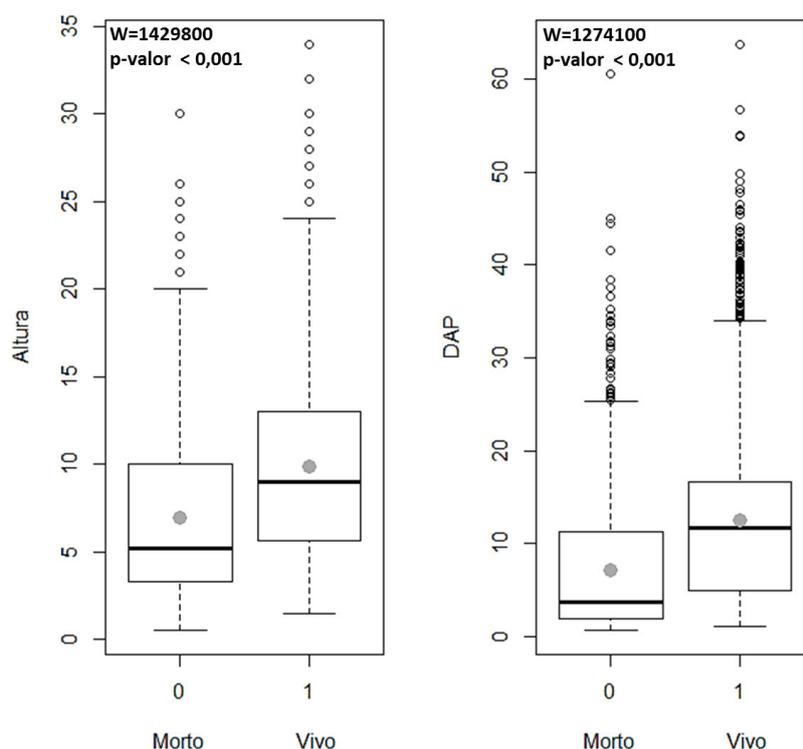


Figura 5 - Comparação da altura (m) e diâmetro a altura do peito (DAP; cm) entre indivíduos arbóreos que morreram e sobreviveram nas Campinaranas influenciadas pelo enchimento do reservatório da UHE Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Diferenças significativas obtidas pelo Teste Não Paramétrico de Wilcoxon.

Das 233 espécies registradas em 2011, 39 tiveram 100% de mortalidade. Dentre as espécies com alta abundância em 2011 que tiveram 100% de mortalidade, destacam-se *Miconia prasina* (Sw.) DC. (169 indivíduos), *Ternstroemia dentata* (Aubl.) Sw. (30), *Cybianthus* sp.1

(16) e *Miconia rimachii* Wurdack (10). Dentre as espécies abundantes em 2011 que sobreviveram em 2015, foi encontrada alta mortalidade (> 70%) para: *Meriania urceolata* Triana (73) e *Simarouba amara* Aubl. (20) (Tabela S3).

Das 33 espécies que representam 80% da abundância nas Campinaranas e que foram avaliados os atributos funcionais, as que apresentaram maior mortalidade foram: *Iryanthera juruensis* Warb. (61%), *Clusia* sp. (57%), *Licania caudata* Prance (43%) e *Iryanthera* sp.1 (39%). Entretanto, espécies mais abundantes como *Ruizterania retusa* (Spruce ex Warm.) Marc.-Berti (1.729 indivíduos), *Pera decipiens* Müll. Arg. (190) e *Byrsonima punctulata* A.Juss. (156), tiveram baixa mortalidade (< 5%) após o alagamento.

### **Atributos Funcionais**

De acordo com a PCA, incluindo 13 atributos funcionais e a taxa de mortalidade para 25 de espécies, a PC 1 apresentou relação negativa para a densidade de vasos de xilema (DV) e positiva para a área de vaso (AV), proporção de vaso (SV) e diâmetro hidráulico do vaso (Dmh) e altura da planta associados a menor taxa de mortalidade (Tabela S4). Na PC 2 a menor mortalidade após o alagamento é associada principalmente ao maior conteúdo de matéria seca da folha (LDMC), maior densidade da madeira (WD) e maior densidade de tecido da raiz (RTD) (Figura 6; Tabela S4).

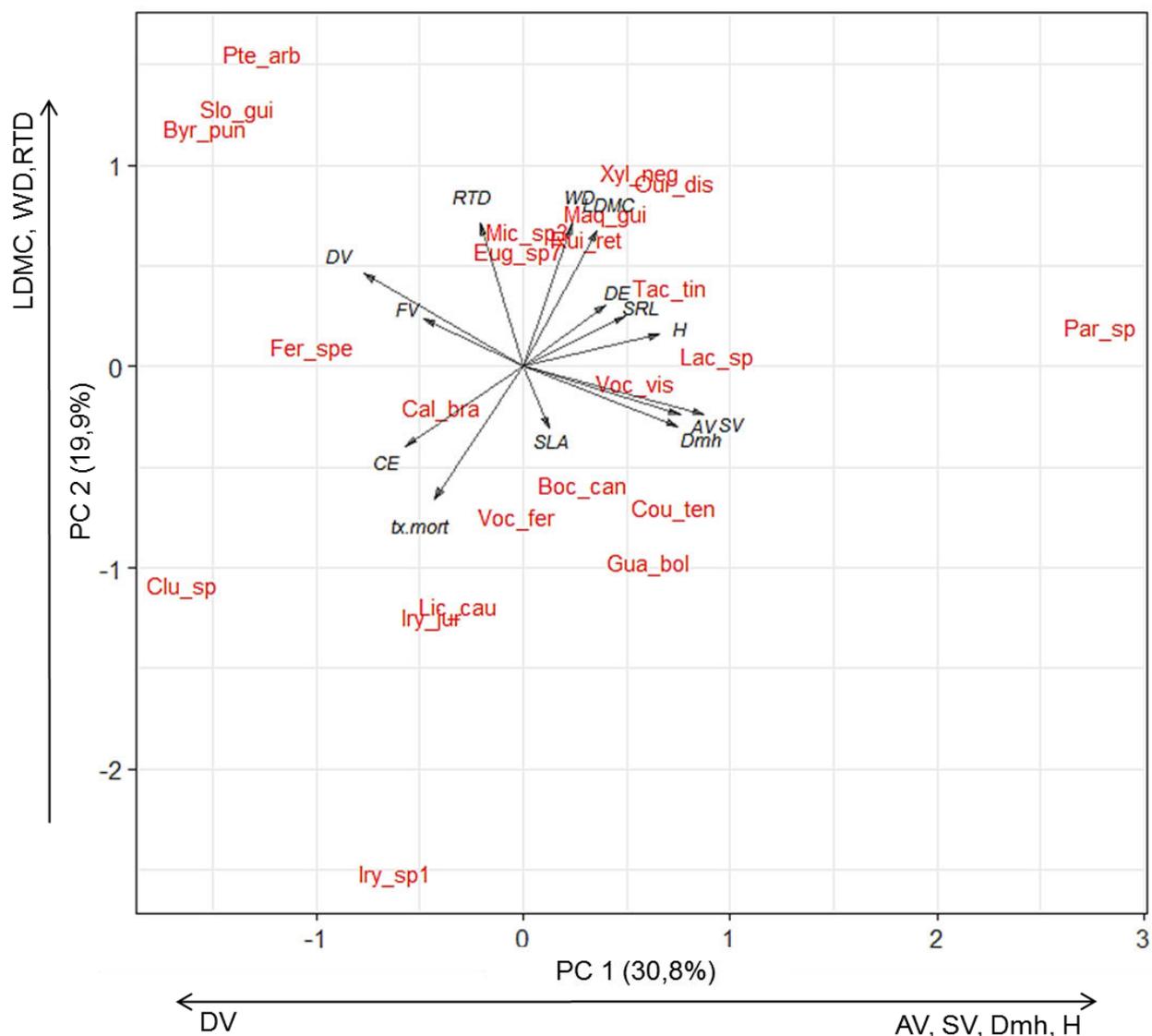


Figura 6 - Análise de Componentes Principais dos atributos funcionais e taxas de mortalidade para 25 espécies de árvores amostradas em Campinaranas influenciadas pelo do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. SLA: área específica da folha, LDMC: conteúdo de matéria seca da folha; WD: densidade da madeira; SRL: comprimento específico das raízes; RTD: densidade de tecido da raiz; DV: densidade de vaso de xilema; AV: área de vaso; FV: fração de vaso; SV: proporção de vaso; Dmh: diâmetro hidráulico do vaso; DE: densidade de estômatos; CE: comprimento de estômatos; H: altura total; tx.mort: diferença entre a taxa de mortalidade antes e após o alagamento.

O GLM demonstra que as variáveis DE e RTD exerceram influência significativas na taxa de mortalidade (Tabela 3). O modelo GLM composto pelos atributos funcionais foi significativamente diferente do modelo nulo ( $r^2 = 0,540$ ;  $p = 0,001$ ), indicando que os atributos funcionais explicam a mortalidade em decorrência do alagamento.

Tabela 3 - Modelo Linear Generalizado onde a variável resposta é a taxa de mortalidade das árvores amostradas em Campinaranas influenciadas pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, e as variáveis preditoras são a densidade de estômatos (DE) densidade da madeira (WD). \* Valores significativos.

	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>T</b>	<b>p-valor</b>
(Intercept)	0,814	0,238	3,415	0,003*
LDMC	-0,001	0,001	-1,025	0,320
WD	0,123	0,563	0,219	0,830
AV	-16,540	49,330	-0,335	0,742
RTD	-0,324	0,146	-2,22	0,040*
DE	-0,001	0,000	-3,215	0,005*

### **Mudança de trajetória e variação de CWM**

A mudança em composição funcional foi descrita pela PCA composta pelo CWM, incluindo 13 atributos funcionais das espécies arbóreas em três períodos (Figura 7). Essa análise indica que a mudança na composição funcional na parcela T6P3 foi maior após o enchimento do reservatório, comparada com as alterações descritas pelo CWM no período pré-alagamento. O sentido de deslocamento do CWM pós-alagamento em direção à diagonal inferior direita da PCA, foi semelhante para a maioria das parcelas, e está associado principalmente a maior área específica da folha, proporção de vaso de xilema, altura da planta, densidade da madeira, densidade de tecido da raiz e área de vasos na vegetação que sobreviveu ao alagamento (Figura 7, Tabela S5).

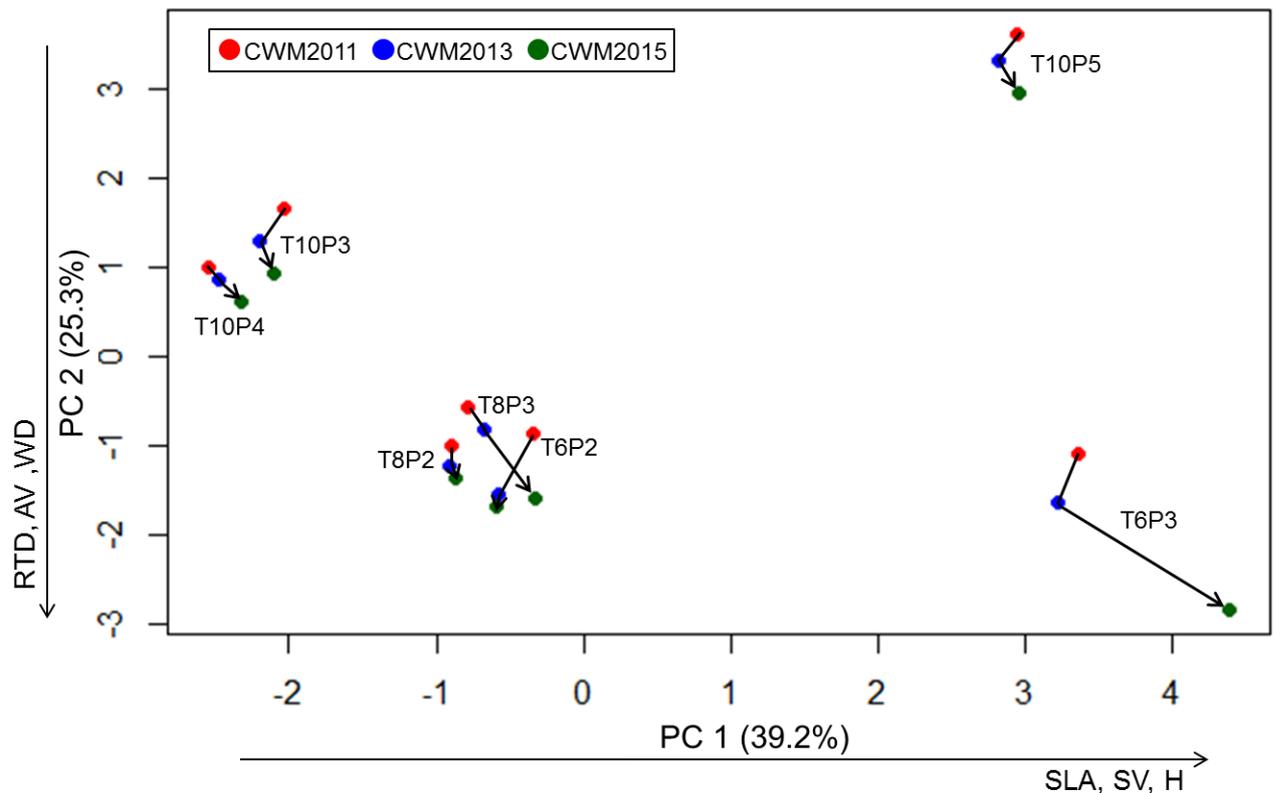


Figura 7 - Análise de Componentes Principais indicando mudanças no CWM, obtido pela média do atributo funcional ponderada pela abundância, em sete parcelas de Campinaranas antes (CWM 2011 e CWM 2013) e após (CWM 2015) o alagamento do reservatório da UHE-Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Foram utilizados 33 espécies arbóreas e 13 atributos funcionais, sendo eles: comprimento específico da folha, conteúdo de matéria seca da folha, densidade da madeira, comprimento específico das raízes, densidade de tecido da raiz, densidade de vaso de xilema, área de vaso de xilema, fração ocupada por vaso, proporção de vaso, diâmetro hidráulico do vaso, comprimento de estômatos, densidade de estômatos e altura da planta.

### Percentual de variação de CWM entre os anos de 2011 e 2015

Variações significativas em CWM após o alagamento incluem aumento da densidade da madeira (WD), área de vasos de xilema (AV), diâmetro hidráulico dos vasos de xilema (Dmh), densidade de estômatos (DE) e altura total (H) e a diminuição no comprimento de estômatos da vegetação que sobreviveu ao alagamento (CE) (Figura 8).

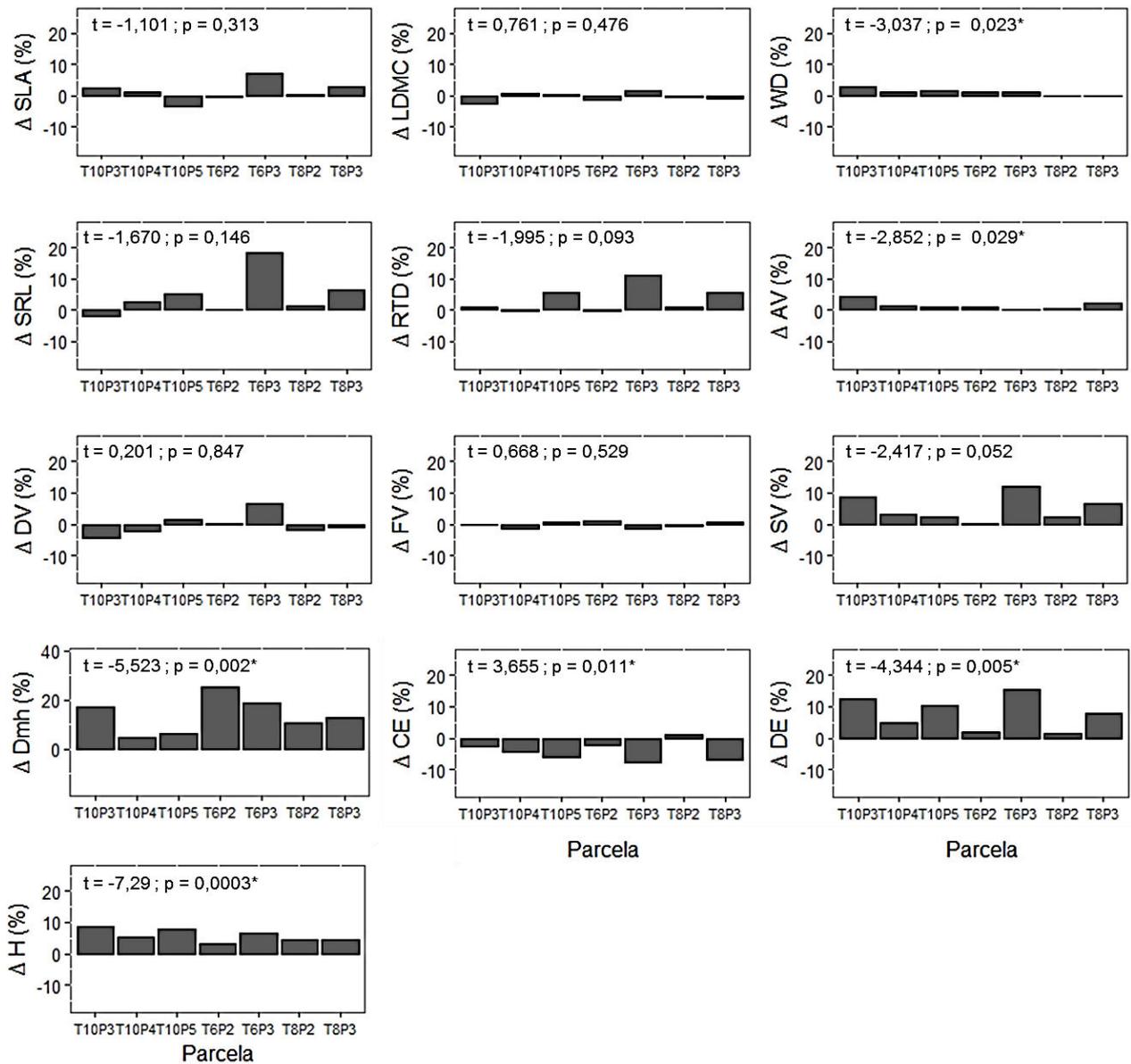


Figura 8 - Porcentagem de mudança para cada atributo funcional entre a média do atributo ponderada pela abundância da espécie (CWM) entre 2011 e 2015, nas sete parcelas de Campinaranas, influenciadas pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. SLA é o comprimento específico da folha, LDMC é conteúdo de matéria seca da folha, WD é a densidade da madeira, SRL é o comprimento específico das raízes, RTD é a densidade de tecido da raiz; AV é a área de vaso de xilema, DV é a densidade de vaso, FV é a fração ocupada por vaso, SV é a proporção de vaso, Dmh é o diâmetro hidráulico do vaso de xilema, CE é o comprimento de estômatos, DE é a densidade de estômatos e H é a altura total da planta.

## DISCUSSÃO

A Campinarana teve menor taxa de mortalidade (4% e 17%), quando comparada com as Florestas de Terra Firme e Várzeas sujeitas a essa mesma inundação (19% e 100%) (Oliveira 2016). A maior sobrevivência em Campinarana pode ser indicio da presença de espécies com adaptações para tolerar as condições de anóxia, que ocorrem neste tipo de vegetação devido ao

afloramento natural do lençol freático. Durante o alagamento de 2013/2014, com o avanço das águas do rio Madeira, a coluna de água chegou a 2,40 metros em algumas parcelas amostradas. Neste período, os indivíduos adultos tiveram grande parte do tronco coberto por água, enquanto que as plantas de baixa estatura tiveram parte das folhas submersas. A mortalidade de indivíduos menores (altura e diâmetro) está associada, ao menos em parte, à submersão das folhas. A condição de submersão reduz a disponibilidade de luz, a troca gasosa, e conseqüentemente à fotossíntese (Colmer e Voesenek 2009). Embora algumas espécies são capazes de tolerar essas condições, como *Pouteria orinocoensis* (Aubrév.) T.D.Penn., onde a submersão leva a rápida diminuição da taxa fotossintética, com sobrevivência de três meses nessas condições e novas folhas brotando após uma semana da drenagem do solo (Fernandez 2006), a maioria das espécies não foi selecionada para tolerar as condições extremas de submersão da planta.

Em nível de espécies houve grande diferença na tolerância das espécies diante do alagamento artificial do reservatório, espécies como *Miconia prasina* (Sw.) DC., *Ternstroemia dentata* (Aubl.) Sw., *Cybianthus* sp.1 e *Miconia rimachii* Wurdack, foram severamente afetadas e provavelmente sofreram extinção local. Outras espécies, como *Ruizterania retusa* (Spruce ex Warm.) Marc.-Berti, *Pera decipiens* Müll. Arg. e *Byrsonima punctulata* A.Juss., apesar do distúrbio a que foram sujeitas, tiveram baixa mortalidade. A espécie *R. retusa*, que é dominante nas campinaras com quase 1/3 dos indivíduos da comunidade, parece não ter sido afetada pelo alagamento, a mortalidade mudou de 1% para 2% após o enchimento do reservatório. A dominância e tolerância dessa e de outras espécies pode indicar que a sazonalidade da subida do lençol freático, em longo prazo, pode ter selecionado espécies mais tolerantes ao alagamento. O elevado número de indivíduos combinado com a elevada sobrevivência de *R. retusa* sugere que essa espécie pode aumentar ainda mais sua dominância na Campinarana impactada pelo alagamento, com influência negativa sobre a diversidade da comunidade.

Atributos funcionais como a densidade de estômatos (Figura S2 e S3) e densidade de tecido da raiz foram os principais determinantes para explicar a sobrevivência associada ao alagamento. As espécies que sobreviveram ao alagamento tem maior densidade de estômatos, que é correlacionada com o tamanho dos estômatos ( $r = -0,56$ , Figura S1). A densidade e o tamanho dos estômatos são considerados um *proxy* para condutância estomática, que é um indicador da taxa fotossintética (Farquhar e Sharkey 1982). Experimento com mudas de espécies arbóreas apontou redução de 25% a 30% na condutância de estômatos associado a inundação (Lopez e Kursar 1999). As reduções severas na condutância estomática, e também na assimilação de CO<sub>2</sub>, em ambientes alagados se devem a baixa disponibilidade de oxigênio no

solo (Pezeshki 1993). Estômatos pequenos tem resposta mais rápida de abertura e fechamento, devido a maior relação entre a membrana e o seu volume, em comparação com estômatos grandes, possibilitando maior condutância (Drake *et al.* 2013). Desta forma estômatos menores podem fechar rapidamente em ambientes com distúrbio reduzindo a condutância, e o risco de embolia dos vasos de xilema.

As espécies que sobreviveram ao alagamento tiveram maior RTD, que é associado à estratégia de crescimento lento (Kramer-Walter *et al.* 2016). Como a alta RTD reflete o maior investimento em massa para um determinado volume a hipótese de que as raízes em ambientes alagados tem maior espaço ocupado por ar não foi corroborada. A RTD variou juntamente com a maior densidade da madeira, conteúdo de massa foliar, indicadas pela geração de um eixo na análise de componentes principais, essas características conservativas foram associadas a menor taxa de mortalidade. Dentre os atributos da folha, o conteúdo de massa foliar foi oposto a área específica da folha, sendo que a primeira representa maior investimento em matéria seca e a segunda em área foliar, corroborando nossa hipótese que folhas com maior LDMC são mais adequadas ao alagamento (Waldhoff e Parolin 2010).

Corroboramos a hipótese que a alta densidade da madeira está associada com a sobrevivência às condições ambientais mais severas impostas pelo alagamento do reservatório. Da mesma forma Lawson *et al.* (2015) encontraram aumento da densidade da madeira em locais com variação de frequência e intensidade de inundações naturais. Espécies com maior densidade da madeira são mais resistentes aos danos, com maior custo de construção, menores taxas de crescimento e mortalidade (Poorter *et al.* 2008). Além disso, as espécies que crescem nas Campinaranas têm espécies com madeira mais densas do que as espécies em Floresta de Terra Firme ou Várzea, associada ao crescimento lento em solos pobres em nutrientes (Fortunel *et al.* 2014). A sobrevivência das espécies com maior densidade da madeira pode estar associada à resistência mecânica, já que a mortalidade foi ortogonal as características hidráulicas. Como a densidade da madeira é associada a menor mortalidade, e Campinaranas tem madeiras mais densas, é possível que esse seja o atributo chave na maior sobrevivência das árvores nas Campinaranas em comparação com os outros tipos de floresta, apontada no Capítulo 1.

Nossos dados indicam que os atributos anatômicos do xilema foram dissociados da densidade da madeira, considerando que a vegetação arbórea que sobrevive ao alagamento nas apresenta maior densidade da madeira e maior área de vasos do xilema. Resultados similares foram encontrados por Porter *et al.* (2010) , que avaliaram 42 espécies em floresta tropical, onde a menor densidade da madeira teve fraca associação com a maior área ocupada por vasos. A

baixa relação entre atributos hidráulicos e densidade da madeira se deve a variações complexas nos componentes do xilema (Fan *et al.* 2012), a densidade da madeira pode estar mais associada aos atributos das fibras (Fortunel *et al.* 2014). Desta forma, a densidade da madeira e vasos de xilema não compõe uma estratégia integrada na resposta ao alagamento.

A comunidade que sobreviveu ao alagamento apresentou maior área média de vasos, correlacionada negativamente com a densidade de vasos ( $r = -0,59$ ). Esse *trade-off* entre tamanho e densidade de vasos reflete o investimento em segurança versus eficiência hidráulica (Poorter *et al.* 2010). Na Amazônia central, comparações entre platô, com solos bem drenados, e baixio, com solos saturados durante a estação chuvosa, indicaram que as espécies de baixio têm menor densidade da madeira, maior área de vasos, maior diâmetro hidráulico, sugerindo investimento em eficiência hidráulica, enquanto o platô, com valores contrários, investe em segurança hidráulica (Cosme *et al.* 2017). Os vasos pequenos aumentam a segurança hidráulica ao diminuir o risco de embolia, enquanto que vasos grandes reduzem a resistência ao fluxo de água, o que aumenta a eficiência de transporte (Fan *et al.* 2011). A maior área de vasos das espécies que sobreviveram ao alagamento do reservatório, associada a maior diâmetro hidráulico, altura da planta e menor densidade de vasos, indica investimento em eficiência hidráulica. O alagamento pode ter atuado como um filtro para a seleção de indivíduos altos, que pela maior demanda evaporativa tende a ter vasos de xilema de maior calibre.

A hipótese sobre mudanças de trajetória em CWM após o impacto do reservatório foi corroborada em partes. A parcela T6P3, que teve comportamento diferente das outras parcelas, com maior taxa de mortalidade e maior magnitude na mudança no CWM, a vegetação que sobreviveu tem características mais aquisitivas de uso do recurso como maior SLA, SV e H. É importante ressaltar que em todas as parcelas as mudanças de trajetória pós-alagamento, apesar de pequenas, apontam para direções similares, com maior SLA, AV, WD e RTD, sugerindo que o distúrbio tenha favorecido a sobrevivência de espécies com características funcionais tanto aquisitivas como conservativas.

## CONCLUSÕES

O alagamento causado pelo enchimento do reservatório da UHE-Jirau em comunidades arbóreas de Campinaranas no alto rio Madeira promove a considerável elevação nas taxas de mortalidade, sendo que essas taxas variam entre as espécies. A maior mortalidade foi associada a indivíduos com menor tamanho, em diâmetro e altura, que tiveram parte do tronco e folhas

submersas. A espécie *Ruizterania retusa*, que é dominante nas Campinaranas, não foi afetada pelo alagamento, e poderá se tornar ainda mais dominante.

Os estômatos e a raiz foram os principais preditores da mortalidade, com menor densidade de estômatos e menor densidade de tecido da raiz associados ao aumento da mortalidade. Mudanças na composição da comunidade (CWM) após o alagamento foram sutis e direcionais, indicando que a vegetação que sobreviveu ao alagamento tem maior área de vaso de xilema, densidade da madeira, densidade de tecido da raiz, altura, densidade de estômatos e menor tamanho de estômatos, combinando estratégias aquisitiva e conservativa.

Apesar dos esforços recentes para descrever as comunidades arbóreas em Campinaranas (Adeney *et al.* 2016, Daly *et al.* 2016, Damasco *et al.* 2012, Perigolo *et al.* 2017) aspectos da ecologia funcional têm sido pouco explorados (Fortunel *et al.* 2014). Esse trabalho representa a mais detalhada caracterização funcional de espécies de Campinaranas na Amazônia, considerando a abrangência dos atributos funcionais mensurados, que incluíram contagens e tamanho de vasos condutores de xilema e estômatos, atributos pouco explorados em estudos funcionais de modo geral. Os resultados mostram diferenças funcionais entre as Campinaranas antes e após o impacto do reservatório da hidrelétrica de Jirau. Aqui foi mostrado que atributos de estômatos, vasos de xilema, densidade da madeira e altura da planta, em conjunto, melhoram o entendimento de como a vegetação responde ao alagamento. As Campinaranas estão ameaçadas por diferentes agentes de distúrbios na Amazônia, como o elevado número de hidrelétricas construídas e planejadas na região. Devido à singularidade da flora e do habitat, a pequena área em que ocorrem e as alterações no seu funcionamento em resposta ao alagamento artificial, é necessário incluir as Campinaranas em futuras áreas destinadas a conservação, garantindo assim a manutenção dos seus complexos processos ecológicos.

Em florestas tropicais o aumento da mortalidade de árvores tem sido associado com o aumento da temperatura, secas, eventos de vento e fogo, os quais têm se tornado mais frequentes e intensos, devido às mudanças climáticas globais (McDowell *et al.* 2018). O presente estudo mostrou que o alagamento também é responsável pela mortalidade de indivíduos arbóreos, com alterações na composição funcional das comunidades afetadas. Na Amazônia, o alagamento pode ser potencializado pelo efeito sinérgico entre a crescente construção de hidrelétricas e o aumento das grandes cheias ocasionadas pela mudança climática, que tem tornado os eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As hidrelétricas construídas atualmente operaram com reservatórios menores para maior produção de energia, buscando atender as exigências dos órgãos ambientais de minimizar os impactos. A UHE-Jirau, por exemplo, funciona como fio da água, sendo que as turbinas aproveitam a velocidade do rio Madeira para gerar energia, e sua razão entre potência e área alagada é de 12,4. No outro extremo do gradiente de impacto estão a hidrelétricas como Samuel (RO) e Balbina (AM), construídas no formato antigo, com baixa produção de energia e grandes áreas inundadas, a razão potência e área alagada é de 0,37 e 0,08, respectivamente. Balbina chegou a ser considerada como obra faraônica, com alto custo ambiental, humano e financeiro para uma baixa produção de energia (Fearnside 2015). Embora o novo conceito de usinas seja menos danoso, com exigências como os Estudos de Impacto Ambiental e diferentes formas de mitigações, ainda assim acarretam diversos prejuízos para os ecossistemas. Dentre os problemas dessas usinas destacam-se as altas emissões de gases de efeito estufa, principalmente o metano (Fearnside 2012, 2015), e as áreas alagadas maiores que o previsto. Nas UHE-Jirau e Santo Antônio, ambas no rio Madeira, a área alagada é pelo menos 64,5% maior do que o indicado no EIA usado para aprovar o projeto, tomando com base a área alagada em 2015 (Cochrane *et al.* 2017), com aumento da área de floresta afetada e submersão prolongada das Florestas de Várzeas.

Na área de influência da UHE-Jirau, diferentes fitofisionomias foram sensíveis ao alagamento artificial. As inundações ocasionaram grande mortalidade de indivíduos, com extinção local de 141 morfoespécies principalmente nas Florestas de Várzeas e de Terra Firme, e após o distúrbio a regeneração das áreas afetadas acontece de forma lenta. Comunidades arbóreas que estão situadas no remanso do reservatório não apresentaram recrutamento quatro anos após o início da operação da usina. Esforços visando à recuperação das áreas impactadas pelo reservatório devem ser direcionados para manutenção do processo de regeneração natural, que deve ser alcançado com o controle das cotas de alagamento, a níveis que não atinjam grandes áreas, e com duração de inundações mais próximas aos ciclos naturais do rio Madeira.

Embora as Campinaranas tenham sido impactadas em menor grau (mortalidade entre 8% e 17%), foram observadas mudanças nas características funcionais das comunidades após o alagamento. Espécies com estômatos menores em maior densidade, e raízes com maior densidade de tecido, foram favorecidas após a inundação. Ainda que relativamente modestos, os

impactos nas Campinaranas merecem destaque por se tratar de habitat de distribuição geográfica restrita, com baixa similaridade florística em relação a outras Campinaras na Amazônia (Adeney *et al.* 2016, Oliveira 2016), e que não está incluído nas áreas de proteção na bacia do rio Madeira. Diante do exposto conclui-se que mesmo as hidrelétricas consideradas de baixo impacto, o alagamento causado pelos reservatórios afetam a vegetação localizada na área de influência da UHE.

Além dos impactos das UHE, mudanças climáticas globais têm aumentado a frequência de eventos climáticos extremos na Amazônia, incluindo secas severas e também grandes inundações (Marengo e Espinoza, 2016). O efeito sinérgico entre o alto número de hidrelétricas na Amazônia e o aumento das precipitações na região, modificam o regime de cheia dos rios amazônicos e, conseqüentemente, causar a mortalidade de árvores em extensas áreas, levando a alterações funcionais nas comunidades. Nossos achados sugerem que a tomada de decisões sobre a construção de novas hidrelétricas na Amazônia, e em outras regiões, deve ser reavaliada levando em consideração os impactos ambientais das barragens e a ocorrência de eventos climáticos extremos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMY A.; DANTAS M. E. Complexo Hidrelétrico Rio Madeira - Geomorfologia Setor Jirau. Porto Velho: CPRM-SGB Residência de Porto Velho, 2004. Relatório final.
- ADENEY, J. M.; CHRISTENSEN, N. L.; VICENTINI, A.; COHN-HAFT, M. White-sand Ecosystems in Amazonia what and where are white-sand. *Biotropica*, v. 48, n. 1, p. 7–23, 2016.
- ANA. Agência Nacional de Águas. 2017. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA>. Acesso em: 17 jan. 2017.
- ANA. Agência Nacional de Águas. 2018. HIDROWEB: Dados Hidrológicos. Disponível em: [http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes\\_historicas\\_abas.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf). Acesso em: 10 mar. de 2018.
- ANDERSSON, E.; NILSSON, C.; JOHANSSON, M. E. Effects of river fragmentation on plant dispersal and riparian flora. *Regulated Rivers: Research & Management*, v. 16, n. 1, p. 83–89, 2000.
- ASSAHIRA, C.; RESENDE, A. F. DE; TRUMBORE, S. E.; *et al.* Tree mortality of a flood-adapted species in response of hydrographic changes caused by an Amazonian river dam. *Forest Ecology and Management*, v. 396, p. 113–123, 2017.
- BAAS, P.; EWERS, F. W.; DAVIS, S. D.; WHEELER, E. A. Evolution of xylem physiology. In: A. R. Hemsley; I. Poole (Org.); *The evolution of plant physiology*. p. 273–295, 2004. Elsevier Academic Press: London, UK, San Diego, CA, USA.
- BARALOTO, C.; RABAUD, S.; MOLTOS, Q.; *et al.* Disentangling stand and environmental correlates of aboveground biomass in Amazonian forests. *Global Change Biology*, v. 17, p. 2677–2688, 2011.
- BARALOTO, C.; TIMOTHY PAINE, C. E.; POORTER, L.; *et al.* Decoupled leaf and stem economics in rain forest trees. *Ecology Letters*, v. 13, p. 1338–1347. 2010.
- BENCHIMOL, M.; PERES, C. A. Edge-mediated compositional and functional decay of tree assemblages in Amazonian forest islands after 26 years of isolation. *Journal of Ecology*, v. 103, n. 2, p. 408–420, 2015a.
- BENCHIMOL, M.; PERES, C. A. Widespread forest vertebrate extinctions induced by a mega hydroelectric dam in lowland Amazonia. *PLoS ONE*, v. 10, n. 7, p. 1–15, 2015b.
- BLOM, C. W. P. M.; VOESENEK, L. A. C. J. Flooding: The survival strategies of plants. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 11, n. 7, p. 290–295, 1996.
- CARDOSO, D.; SÄRKINEN, T.; ALEXANDER, S.; *et al.* Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 114, n. 40, p. 201706756, 2017.
- CARREÑO-ROCADADO, G.; PEÑA-CLAROS, M.; BONGERS, F.; *et al.* Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. *Journal of Ecology*, v. 100, n. 6, p. 1453–1463, 2012.
- CASTELLO, L.; MACEDO, M. N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology*, v. 22, n. 3, p. 990–1007, 2016.
- CATENACCI, F. S.; SIMON, M. F. A checklist of Lecythydaceae in the upper Madeira River, Rondônia, Brazil with comments on diversity and conservation. *Brittonia*, v. 69, n. 4, p. 447–456, 2017.
- CHAVE, J.; COOMES, D.; JANSEN, S.; *et al.* Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, v. 12, n. 4, p. 351–366, 2009.

- CHAVE, J.; MULLER-LANDAU, H. C.; BAKER, T.; *et al.* 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. *Ecological Applications*, v. 16, n. 6, p. 2356–2367, 2006.
- COCHRANE, S. M. V.; MATRICARDI, E. A. T.; NUMATA, I.; LEFEBVRE, P. A. Landsat-based analysis of mega dam flooding impacts in the Amazon compared to associated environmental impact assessments: Upper Madeira River example 2006–2015. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 7, p. 1–8, 2017.
- COCHRANE, T. T.; COCHRANE, T. A. Amazon Forest & Savanna Lands: A guide to the climates, vegetation, landscapes and soils of central tropical South America. Scotts Valley: Create Space, 190p. 2010.
- COLMER, T. D.; VOESENEK, L. A. C. J. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology*, v. 36, p. 665–681, 2009.
- CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; *et al.* A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, v. 51, n. 4, p. 335–380, 2003.
- COSME, L. H. M.; SCHIETTI, J.; COSTA, F. R. C.; OLIVEIRA, R. S. The importance of hydraulic architecture to the distribution patterns of trees in a central Amazonian forest. *New Phytologist*, v. 215, n. 1, p. 113–125, 2017.
- COWAN, I. R. Stomatal behaviour and environment. *Advances in Botanical Research*, v. 4, n. 1978, p. 117–228, 1978.
- DALE, V. H.; JOYCE, L. A.; MCNULTY, S.; *et al.* Climate Change and Forest Disturbances: Climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. *BioScience*, v. 5, n. 9, p. 723–734, 2001.
- DALY, D. C.; MITCHELL, J. D. Lowland vegetation of tropical South America - An Overview. In: D. L. Lentz (Org.); *Imperfect Balance: Landscape transformations in the pre-Columbian Americas*. p. 392–453, 2000. Columbia University Press: New York.
- DALY, D. C.; SILVEIRA, M.; MEDEIROS, H.; *et al.* The White-sand Vegetation of Acre, Brazil. *Biotropica*, v. 48, n. 1, p. 81–89, 2016.
- DAMASCO, G.; VICENTINI, A.; CASTILHO, C. V.; *et al.* Disentangling the role of edaphic variability, flooding regime and topography of Amazonian white-sand vegetation. *Journal of Vegetation Science*, v. 24, p. 384–394, 2012.
- DÍAZ, S.; CABIDO, M. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 16, n. 11, p. 646–655, 2001.
- DÍAZ, S.; LAVOREL, S.; BELLO, F. D.; *et al.* Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *PNAS*, v. 104, p. 20684–20689, 2007.
- DÍAZ, S.; PURVIS, A.; CORNELISSEN, J. H. C.; *et al.* Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. *Ecology and Evolution*, v. 3, n. 9, p. 2958–2975, 2013.
- DOMINGUES, M. J. UHE Jirau- Inventário Florestal e Estudos Fitossociológicos. pp. 199., 2010. *Juris Ambientis- Energia Sustentável do Brasil*, Curitiba, PR.
- DRAKE, P. L.; FROEND, R. H.; FRANKS, P. J. Smaller, faster stomata: Scaling of stomatal size, rate of response, and stomatal conductance. *Journal of Experimental Botany*, v. 64, n. 2, p. 495–505, 2013.
- ESBR – Energia Sustentável do Brasil. Usina Hidrelétrica de Jirau. 2018. Disponível em: <https://www.esbr.com.br/>. Acesso em: 11 jan. 2018.
- FAN, Z. X.; ZHANG, S. B.; HAO, G. Y.; *et al.* Hydraulic conductivity traits predict growth rates and adult stature of 40 Asian tropical tree species better than wood density. *Journal of Ecology*, v. 100, p. 732–741, 2012.

- FARQUHAR, G. D.; SCHULZE, E. D.; KUPPERS, M. Responses to humidity by stomata of *Nicotina glauca* L. and *Corylus avellana* L. are consistent with the optimization of carbon dioxide uptake with respect to water loss. *Australian Journal of Plant Physiology*, v. 7, p. 315–327, 1980.
- FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 33, p. 317–345, 1982.
- FEARNSIDE, P. M. Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the pharaohs in Amazonia. *Environmental Management*, v. 13, n. 4, p. 401–423, 1989.
- FEARNSIDE, P. M. Credit for climate mitigation by Amazonian dams: loopholes and impacts illustrated by Brazil's Jirau Hydroelectric Project. *Carbon Management*, v. 4, n. 6, p. 681–696, 2013.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 3, p. 395–400, 2006.
- FEARNSIDE, P. M. Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Management*, v. 27, n. 3, p. 377–396, 2001.
- FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas na Amazônia brasileira: Questões ambientais e sociais. In: D. Floriani; A. E. Hevia (Org.); *América Latina Sociedade e Meio Ambiente: Teorias, Retóricas e Conflitos em Desenvolvimento*. p. 289–315, 2016. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FEARNSIDE, P. M. Tropical hydropower in the clean development mechanism: Brazil's Santo Antônio Dam as an example of the need for change. *Nature Climate Change*, v. 131, n. 4, p. 575–589, 2015.
- FEARNSIDE, P. M.; PUEYO, S. Greenhouse-gas emissions from tropical dams. *Nature Climate Change*, v. 2, n. 6, p. 382–384, 2012.
- FERNANDEZ, M. D. Changes in photosynthesis and fluorescence in response to flooding in emerged and submerged leaves of *Pouteria orinocoensis*. *Photosynthetica*, v. 44, n. 1, p. 32–38, 2006.
- FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A.; THEOBALD, D. M.; BALLESTER, M. V. R. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: Assessment and future scenarios. *Forest Ecology and Management*, v. 204, n. 1, p. 67–83, 2005.
- FINER, M.; JENKINS, C. N. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. *PLoS ONE*, v. 7, n. 4, p. 1–9, 2012.
- FLEMING, T. H.; WILLIAMS, C. F.; BONACCORSO, F. J.; HERBST, L. H. Phenology, seed dispersal, and colonization in *Muntingia calabura*, a neotropical pioneer tree. *American Journal of Botany*, v. 72, n. 3, p. 383–391, 1985.
- FLORES, B. M.; HOLMGREN, M.; XU, C.; *et al.* Floodplains as an Achilles' heel of Amazonian forest resilience. *PNAS*, v. 114, n. 17, p. 4442–4446, 2017.
- FORTUNEL, C.; RUELLE, J.; BEAUCHÊNE, J.; FINE, P. V. A.; BARALOTO, C. Wood specific gravity and anatomy of branches and roots in 113 Amazonian rainforest tree species across environmental gradients. *New Phytologist*, v. 202, n. 1, p. 79–94, 2014.
- GARCÍA-VILLACORTA, R.; DEXTER, K. G.; PENNINGTON, T. Amazonian white-sand forests show strong floristic links with surrounding oligotrophic habitats and the Guiana shield. *Biotropica*, v. 48, n. 1, p. 47–57, 2016.
- IBGE. Mapa de Vegetação do Brasil. 3 ed. 2004. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/mapas\\_murais/](http://www.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_murais/) Acesso em: 22 set. 2017.
- IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Séries Manuais técnicos em geociências. 2 ed., 271p., 2012.

- INMET. Normais Climatológicas – dados de 1961 a 1990. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/> Acesso em: 15 out. 2017.
- JANSSON, O.; NILSSON, C.; RENÖFÄLT, B. Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. *Ecology*, v. 81, n. 4, p. 899–903, 2000.
- JÍMENEZ-MUNÓZ, J. C.; MATTAR, C.; BARICHIVICH, J.; *et al.* Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. *Scientific Reports*, n. 6, p. 33130, 2016.
- JONES, I. L.; PERES, C. A.; BENCHIMOL, M.; *et al.* Woody lianas increase in dominance and maintain compositional integrity across an Amazonian dam-induced fragmented landscape. *PLoS ONE*, v. 12, n. 10, p. 1–19, 2017.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in riverfloodplain systems. In: D. P. Dodge (Org.); *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. p. 110–127, 1989. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences: Ottawa.
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; *et al.* A classification of major naturally-occurring amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, v. 31, n. 4, p. 623–640, 2011.
- KALLIOLA, R.; SALO, J.; PUHAKKA, M.; *et al.* New Site Formation and Colonizing Vegetation in Primary Succession on the Western Amazon Floodplains. *Journal of Ecology*, v. 79, n. 4, p. 877–901, 1991.
- KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. *Journal of Vegetation Science*, v.5, p. 77–86, 1994.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; *et al.* World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.
- KOZŁOWSKI, T. T. Physiological-ecological impacts of flooding on riparian forest ecosystems. *Wetlands*, v. 22, n. 3, p. 550–561, 2002.
- KOZŁOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology monograph*, n. 1., 1997.
- KRAMER-WALTERI K. R.; *et al.* Root traits are multidimensional: specific root length is independent from root tissue density and the plant economic spectrum. *Journal of Ecology*, v. 104, p. 1299 – 1310, 2016.
- LALIBERTÉ, E. Below-ground frontiers in trait-based plant ecology. *New Phytologist*, v. 213, n. 4, p. 1597–1603, 2017.
- LATRUBESSE, E. M.; ARIMA, E. Y.; DUNNE, T.; *et al.* Damming the rivers of the Amazon basin. *Nature*, v. 546, n. 7658, p. 363–369, 2017.
- LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. Tropical rivers. *Geomorphology*, v. 70, v. 3–4, p. 187–206, 2005.
- LAURANCE, W. F.; CAMARGO, J. L. C.; LUIZÃO, R. C. C.; *et al.* The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*, v. 144, n. 1, p. 56–67, 2011.
- LAURANCE, W. F., *et al.* Rain forest fragmentation and the dynamics of amazonian tree communities. *Ecology*, v. 79, n. 6, p. 2032 – 2040, 1998.
- LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, v. 16, n. 5, p. 545–556, 2002.
- LAWSON, J. R.; FRYIRS, K. A.; LEISHMAN, M. R. Hydrological conditions explain variation in wood density in riparian plants of south-eastern Australia. *Journal of Ecology*, v. 103, n. 4, p. 945–956, 2015.
- LEES, A. C.; PERES, C. A.; FEARNSIDE, P. M.; *et al.* Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, v. 25, n. 3, p. 451–466, 2016.

- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. Numerical Ecology. 3<sup>o</sup> ed. Amsterdam: Elsevier Science. 2012.
- LEITÃO, R. P.; ZUANON, J.; VILLÉGER, S.; *et al.* Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages. *Proceedings Biological Sciences*, v. 283, n. 1828, p. 20160084, 2016.
- LIANG, K. Y.; ZEGER, S. L. Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika*, v. 73, n.1, p. 13–22, 1986.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; *et al.* RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 2, p. 21–26, 2005.
- MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology*, n. 36, p. 1033–1050, 2016.
- MCCUNE, B.; GRACE, J.B. Analysis of ecological communities. MjM: Gleneden Beach. 2002.
- MCDOWELL, N.; ALLEN, C. D.; ANDERSON-TEIXEIRA, K.; *et al.* Drivers and mechanisms of tree mortality in moist tropical forests. *New Phytologist*, *online first*, 2018.
- MILLIKEN, W.; ZAPPI, D.; SASAKI, D.; *et al.* Amazon vegetation: how much don't we know and how much does it matter? *Kew Bulletin*, v. 65, n. 4, p. 691–709, 2010.
- MME. Ministério de Minas e Energia Disponível: <http://www.SSP.gov.br/web/guest/destaques-do-setor-de-energia/concessoes-de-energia-eletrica>. Acesso em: 10 de mar. de 2018.
- MOSER, P.; OLIVEIRA, W. L.; MEDEIROS, M. B.; *et al.* Tree species distribution along environmental gradients in an area affected by a hydroelectric dam in southern Amazonia. *Biotropica*, v. 46, n. 3, p. 367–376, 2014.
- MOUILLOT, D.; GRAHAM, N. A. J.; VILLÉGER, S.; *et al.* A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 28, n. 3, p. 167–177, 2013.
- MYSTER, R. W. Flooding gradient and treefall gap interactive effects on plant community structure, richness, and alpha diversity in the Peruvian amazon. *Ecotropica*, v. 16, n. 1, 43–49, 2010.
- NILSSON, C.; BERGGREN, K. Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation, Source: *BioScience*, v. 50, n. 9, p.: 783–792, 2000.
- OLIVEIRA, W. L. E. Regras de montagem e dinâmica de florestas de terra firme, várzea e campinaranas: respostas ao gradiente ambiental e reservatório de uma hidrelétrica na Amazônia, bacia do alto Rio Madeira-RO. 158 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- OVANDO, A.; TOMASELLA, J.; RODRIGUEZ, D. A.; *et al.* Extreme flood events in the Bolivian Amazon wetlands. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v. 5, n. 1, p. 293–308, 2016.
- PAROLIN, P. Diversity of Adaptations to Flooding in Trees of Amazonian Floodplains. *Pesquisas Botânica*, n. 63, p. 7–28, 2012.
- PAROLIN, P. Seasonal changes of specific leaf mass and leaf size in trees of Amazonian floodplains. *Phyton - Annales Rei Botanicae*, v. 42, n. 1, p. 169–185, 2002.
- PAROLIN, P. Submerged in darkness: Adaptations to prolonged submergence by woody species of the Amazonian floodplains. *Annals of Botany*, v. 103, n. 2, p. 359–376, 2009.
- PAROLIN, P.; DE SIMONE, O.; HAASE, K.; *et al.* Central Amazonian floodplain forests: Tree adaptations in a pulsing system. *The Botanical Review*, v. 70, n. 3, p. 357–380, 2004.
- PAROLIN, P.; WITTMANN, F. Struggle in the flood: tree responses to flooding stress in four tropical floodplain systems. *Annals of Botany Plants*, p. 1–19, 2010.

- PDE. Plano Decenal de Expansão. Brasil, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2011.
- PDE. Plano Decenal de Expansão. Brasil, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2014.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DIAZ, S.; GARNIER, E.; *et al.* New Handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, v. 61, n. 34, p. 167–234, 2013.
- PERIGOLO, N. A.; DE MEDEIROS, M. B.; SIMON, M. F. Vegetation types of the upper Madeira River in Rondônia, Brazil. *Brittonia*, v. 69, n. 4, p. 1–24, 2017.
- PEZESHKI, S. R. Differences in patterns of photosynthetic responses to hypoxia in flood-tolerant and flood-sensitive tree species. *Photosynthetica*, v. 28, p. 423 – 430, 1993.
- PHILLIPS, O. L.; ARAGÃO, L. E. O. C.; LEWIS, S. L.; *et al.* Drought sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science*, v. 323, n. 5919, p. 1344–1347, 2009.
- PIRES, J. M.; PRANCE, G. T. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: G. T. Prance; T. E. Lovejoy (Org.); *Key environments: Amazonia*, p.109–145, 1985. Pergamon Press: Oxford.
- PITMAN, N. C. A.; TERBORGH, J. W.; SILMAN, M. R.; *et al.* Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, v. 82, n. 8, p. 2101–2117, 2001.
- POORTER, L.; MCDONALD, I.; ALARCO, A.; *et al.* The importance of wood traits and hydraulic conductance for the performance and life history strategies of 42 rainforest tree species. *New Phytologist*, v. 185, p. 481–492, 2010.
- POORTER, L.; WRIGHT, S. J.; PAZ, H.; *et al.* Are functional traits good predictors of demographic rates? evidence from five neotropical forests. *Ecology*, v. 89, n. 7, 1908–1920, 2008.
- QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L. O.; *et al.* Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. *Biogeosciences*, v. 8, n. 6, p. 1415–1440, 2011.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017. URL <https://www.R-project.org/>.
- RITTER, C. D.; MCCRATE, G.; NILSSON, R. H.; *et al.* Environmental impact assessment in Brazilian Amazonia: Challenges and prospects to assess biodiversity. *Biological Conservation*, v. 206, n. 2, p. 161–168, 2017.
- ROCHA, G. P. E.; VIEIRA, D. L. M.; SIMON, M. F. Fast natural regeneration in abandoned pastures in southern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v. 370, n. 12, p. 93–101, 2016.
- RYSER, P. The importance of tissue density for growth and life span of leaves and roots: a comparison of five ecologically contrasting grasses. *Functional Ecology*, v. 10, p. 717–723, 1996.
- SANTIAGO, L. S.; WRIGHT, S. J. Leaf functional traits of tropical forest plants in relation to growth form. *Functional Ecology*, v. 21, n. 1, p. 19–27, 2007.
- SANTO ANTONIO ENERGIA. Disponível em: <http://www.santoantonioenergia.com.br/empresa/usina-em-numeros/>. Acesso em: 03 de mar. de 2018.
- SANTOS, E. A. dos. Distribuição de espécies de palmeiras ao longo de gradientes ambientais e consequências da perda de habitat pela construção de barragens na Amazônia. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Instituto Nacional de Pesquisa Amazonica, INPA, Manaus, 2015.

- SCHOLZ, A.; KLEPSCH, M.; KARIMI, Z.; *et al.* How to quantify conduits in wood? *Frontiers in Plant Science*, v. 4, n. 56, p. 1–11, 2013.
- SEGATTO, F. B.; BISOGNIN, D. A.; BENEDETTI, M.; *et al.* Técnica para o estudo da anatomia da epiderme foliar de batata. *Ciência Rural*, v. 34, n. 5, p. 1597–1601, 2004.
- SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology*, v. 83, n. 2, p. 331–333, 1995.
- SHEIL, D.; JENNINGS S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Uganda rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 16, n. 6, p. 765–800, 2000.
- SILVA, A. C.; van den BERG, E.; HIGUCHI, P.; *et al.* Dinâmica de uma comunidade arbórea após enchente em fragmentos florestais no sul de Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 35, n. 4, p. 883–893, 2011.
- SILVA, T. R.; MEDEIROS, M. B.; NORONHA, S. E.; *et al.* Species distribution models of rare tree species as an evaluation tool for synergistic human impacts in the Amazon rainforest. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 40, n. 4, p. 963–971, 2017.
- SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazônica*, v. 43, n. 2, p. 179–184, 2013.
- SMITH, D.M. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. Report United States Forest Products Laboratory, n. 2014, p.1–8, 1954.
- STICKLER, C. M.; COE, M. T.; COSTA, M. H.; *et al.* Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 110, n. 23, p. 9601–9606, 2013.
- SUDING K. N.; LAVOREL S.; CHAPIN F. S.; *et al.* Scaling environmental change through the community level: a trait based response and effect framework for plants. *Global Change Biology*, v. 14, n. 5, p. 1125–1140, 2008.
- SWAINE M., LIEBERMAN D., PUTZ F. The dynamics of tree populations in tropical forest: A review. *Journal of Tropical Ecology*, v. 3, n. 4, p. 359–366, 1987.
- TEIXEIRA, S. G.; ADELAIDE, M.; MAIA, M. Análise da dinâmica das margens do rio Madeira (AM) no período de 1987 à 2007, a partir de imagens de sensores remotos ópticos. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, p. 1559–1566, 2009.
- TER STEEGE, H.; PITMAN, N. C. A.; SABATIER, D.; *et al.* Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, v. 342, n. 6156, p. 1243092-1–1243092-8, 2013.
- VALE, V. S.; SCHIAVINI, I.; ARAÚJO, G. M.; *et al.* Fast changes in seasonal forest communities due to soil moisture increase after damming. *Revista de Biología Tropical*, v. 61, n. 4, p. 1901–1917, 2013.
- VIOLLE, C.; NAVAS, M. L.; VILE, D.; *et al.* Let the concept of trait be functional! *Oikos*, v. 116, n. 5, p. 882–892, 2007.
- WALDHOFF, D.; PAROLIN P. Morphology and anatomy of leaves. In: W. Junk; M. T. F. Piedade; F. Wittmann; *et al.* (Org.); amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management. *Ecological Studies* 210. p.179–202, 2010. Springer: Dordrecht.
- WHITE, P. S.; JENTSCH A. The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. In: K. Esser; U. Lüttge; J. W. Kadereit; *et al.* (Org.); *Progress in Botany*. v. 62, p. 399–450, 2001. Berlin, Heidelberg: Springer.
- WHITE, P. S.; PICKETT, S. T. A. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In: S. T. A. Pickett.; P. S. White (Org.); *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. p. 3–13, 1985. Academic Press: New York.
- WITTMANN, F.; PAROLIN, P. Aboveground roots in Amazonian floodplain trees. *Biotropica*, v. 37, n. 4, p. 609–619, 2005.

- WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; *et al.* Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. *Journal of Biogeography*, v. 33, n. 8, p. 1334–1347, 2006.
- WORBES, M. The forest ecosystem of the floodplains. In: W. J. Junk (Org.); *The Central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system*. *Ecological Studies* 126. p. 223–265, 1997. Springer: Heidelberg.
- WORBES, M.; KLINGE, H.; REVILLA, J.D.; *et al.* On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in Central Amazonia. *Journal of Vegetation Science*, v. 3, n. 4, p. 553–564, 1992.
- WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M.; *et al.* The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, v. 428, n. 6985, p. 821–827, 2004.
- WRIGHT, I.J.; ACKERLY, D.D.; BONGERS, F. Relationships Among Ecologically Important Dimensions of Plant Trait Variation in Seven Neotropical Forests. *Annals of Botany*, v. 99, n. 5, p. 1003–1015, 2007.
- ZANNE, A. E.; WESTOBY, M.; FALSTER, D. S.; *et al.* Angiosperm wood structure: Global patterns in vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity. *American Journal of Botany*, v. 97, n. 2, p. 207–215, 2010.
- ZEGER, S. L., LIANG, K. Y. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. *Biometrics*, v. 42, n. 1, p. 121–130, 1986.

## **MATERIAL SUPPLEMENTAR**

## **MATERIAL SUPLEMENTAR**

### **CAPÍTULO 1**

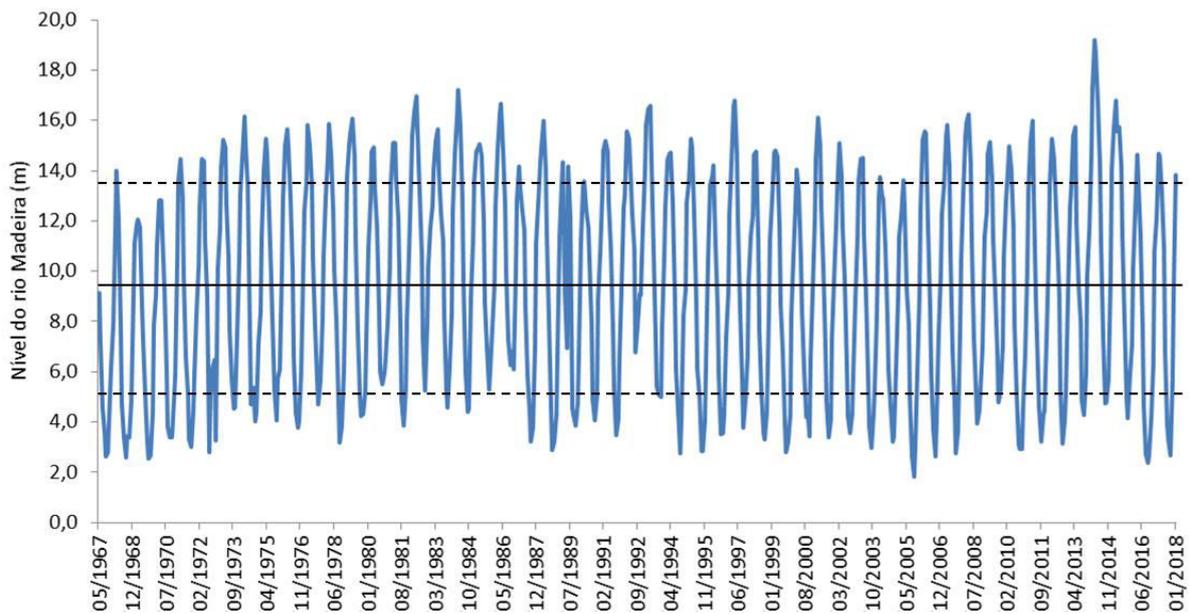
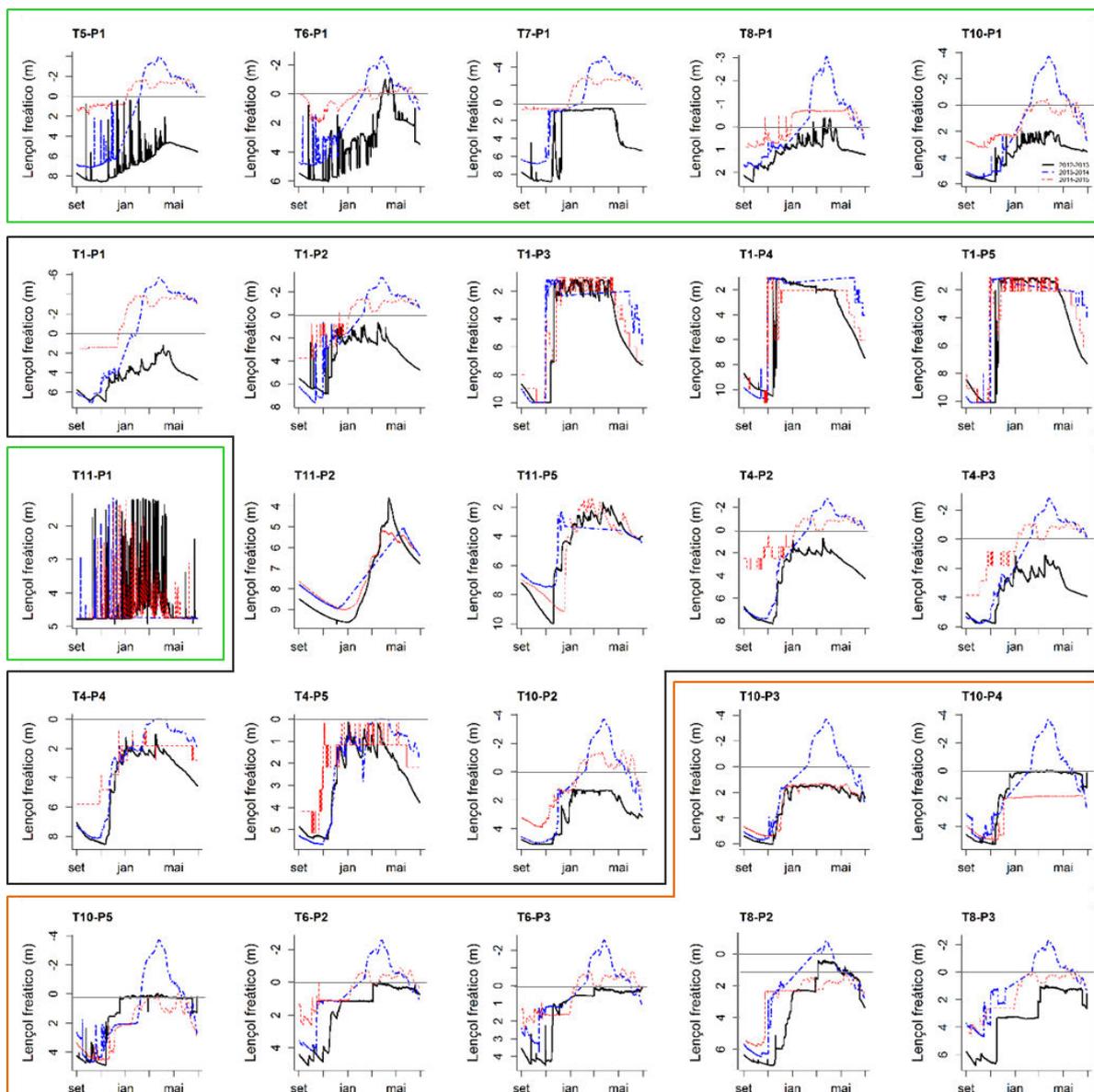


Figura S1 - Nível do rio Madeira na estação de Porto Velho, (RO), coordenadas geográficas: 8°46'0,12" S e 63°54'0,00" O. Linha contínua indica a média e a linha pontilhada o desvio padrão. Fonte: ANA 2018.



Várzea

Floresta Ombrofíla Aberta

Campinarana

Figura S2 - Altura do alagamento nas parcelas amostradas na área de influência da hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia. Curvas de referência antes [2012-2013 (preta)] e após dois pulsos artificiais de enchimento do reservatório [2013-2014 (azul) e 2014-2015 (vermelha)]. A altura da inundação foi obtida combinando dados de profundidade do lençol freático, com a altura do rio Madeira e altitude das parcelas. Adaptado de: Oliveira 2016.

Tabela S1 - Parâmetros de dinâmica da vegetação arbórea na área da hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, antes (2011-2013) e após (2015-2017) o enchimento do reservatório em Campinarana alagada (CP-A), Floresta de Terra Firme alagada (TF-A) e não alagada (TF-N) e Floresta de Várzea alagada (VZ-A) e não alagada (VZ-N). As taxas anuais foram calculadas com base no número de indivíduos (N) e expressas em % ano<sup>-1</sup>. Onde Mort: taxa de mortalidade; Recr: taxa de recrutamento; ML: taxa de mudança líquida.

Ambiente	Parcela	N <sub>2011</sub>	N <sub>2013</sub>	2011 - 2013			N <sub>2015</sub>	2013 - 2015			N <sub>2017</sub>	2015 - 2017		
				Mort.	Recr.	ML		Mort.	Recr.	ML		Mort.	Recr.	ML
CP-A	T6P2	749	747	3	2,9	-0,1	598	11,6	1,2	-10,5	543	5,8	1,1	-4,7
CP-A	T6P3	542	553	2	2,9	1	403	17,4	3,3	-14,6	360	11,3	6,2	-5,5
CP-A	T8P2	546	539	2,7	2,1	-0,6	488	8,1	3,4	-4,9	476	4,8	3,6	-1,2
CP-A	T8P3	768	761	3,2	2,7	-0,5	582	14,9	2,7	-12,6	561	7,6	5,9	-1,8
CP-A	T10P3	945	996	0,6	3,2	2,7	756	15,9	3,4	-12,9	759	2,5	2,7	0,2
CP-A	T10P4	928	948	0,3	1,3	1,1	804	11,2	3,6	-7,9	805	2,5	2,5	0,1
CP-A	T10P5	675	685	1,2	1,9	0,7	590	9,5	2,5	-7,2	604	3,8	4,9	1,2
TF-A	T1P1	403	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0	0
TF-A	T1P2	378	-	-	-	-	110	-	-	-	116	55,3	56,4	2,7
TF-A	T4P2	436	448	1,5	2,8	1,4	11	84,3	0	-84,3	0	100	0	-100
TF-A	T4P3	539	546	2,2	2,9	0,7	0	100	0	-100	0	0	0	0
TF-A	T4P4	245	277	3,1	8,9	6,3	272	11,7	10,9	-0,9	337	9,7	18,8	11,3
TF-A	T10P2	586	592	1,4	1,9	0,5	401	18,5	1	-17,7	406	3,3	3,9	0,6
TF-N	T1P3	386	404	1,2	3,4	2,3	390	2,1	0,4	-1,8	381	2,6	1,5	-1,2
TF-N	T1P4	369	387	1,2	3,6	2,4	372	3,3	1,4	-2	363	3,7	2,5	-1,2
TF-N	T1P5	501	501	3	3	0	472	4,1	1,2	-2,9	450	3,8	1,5	-2,4
TF-N	T4P5	443	464	2	4,3	2,3	465	4,8	4,9	0,1	468	4	4,3	0,3
TF-N	T11P2	531	526	2,1	1,6	-0,5	550	1,2	3,4	2,3	536	3,4	2,2	-1,3
TF-N	T11P4	514	512	2	1,8	-0,2	521	1,7	2,5	0,9	500	2,7	0,7	-2
TF-N	T11P5	398	420	1,1	3,8	2,7	432	1,6	2,9	1,4	427	3,4	2,9	-0,6
VZ-A	T5P1	379	383	0,9	1,5	0,5	127	69,8	47,5	-42,4	56	53,1	29,3	-33,6
VZ-A	T6P1	220	223	7,1	7,7	0,7	0	100	0	-100	0	0	0	0
VZ-A	T7P1	357	364	1,4	2,4	1	9	84,3	0	-84,3	0	100	0	-100
VZ-A	T8P1	302	302	2,3	2,4	0	35	66	0	-66	17	30,3	0	-30,3
VZ-A	T10P1	349	320	7,4	3,3	-4,2	137	65,5	47,3	-34,6	219	41,4	53,7	26,4
VZ-N	T11P1	489	485	2,1	1,7	-0,4	486	2,6	2,7	0,1	471	3,1	1,6	-1,6

Tabela S2 - Parâmetros de dinâmica da vegetação arbórea na área da hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, antes (2011-2013) e após (2015-2017) o enchimento do reservatório em Campinarana alagada (CP-A), Floresta de Terra Firme alagada (TF-A) e não alagada (TF-N) e Floresta de Várzea alagada (VZ-A) e não alagada (VZ-N). As taxas foram calculadas com base na área basal (AB m<sup>2</sup>) e expressas em % ano<sup>-1</sup>. ML: taxa de Mudança Líquida.

Ambiente	Parcela	AB <sub>2011</sub>	AB <sub>2013</sub>	2011 - 2013			AB <sub>2015</sub>	2013 - 2015			AB <sub>2017</sub>	2015 - 2017		
				Perda	Ganho	ML		Perda	Ganho	ML		Perda	Ganho	ML
CP-A	T6P2	12,3	12,5	2	2,9	0,9	11,8	4,8	2	-2,8	11,5	4,3	2,8	-1,5
CP-A	T6P3	13,6	14,2	2,2	4,3	2,2	12,3	11,1	4,3	-7,1	10,9	10,4	4,8	-5,9
CP-A	T8P2	12	12,3	2,2	3,5	1,4	11,8	5,3	3,5	-1,9	12,1	4,3	5,4	1,1
CP-A	T8P3	16,1	16,2	3,3	3,6	0,3	14,5	7,6	2,5	-5,2	13,4	7,3	3,5	-3,9
CP-A	T10P3	5,2	5,5	1,9	4,5	2,8	5,5	4,3	4,5	0,1	5,5	2,7	3,2	0,5
CP-A	T10P4	7,7	7,9	0,8	2,2	1,5	8	2,8	3,7	1	8,2	2,2	3,3	1,1
CP-A	T10P5	11,1	11,7	1,2	3,5	2,4	11,1	6	3,8	-2,3	11,1	3,6	3,6	-0,02
TF-A	T1P1	17,1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0	0
TF-A	T1P2	17,6	-	-	-	-	6,8	-	-	-	2,7	47,9	17,8	-36,7
TF-A	T4P2	14,9	15,2	1,9	2,8	1	0,2	88,6	3	-88,3	0	100	0	-100
TF-A	T4P3	13,4	13,5	2,7	3	0,3	0	100	0	0	0	0	0	0
TF-A	T4P4	4,6	5,8	0,8	11,3	11,8	5,5	10,2	7,6	-2,8	5,8	5,5	8,6	3,4
TF-A	T10P2	11,8	12	1	2	1	10,6	9,9	4,1	-6	10,6	4,5	4,6	0,1
TF-N	T1P3	17,4	18,1	1,1	3,1	2	17,6	2,5	1,3	-1,3	17,4	2,6	1,9	-0,8
TF-N	T1P4	11,1	11,7	1,3	3,6	2,4	10,7	5,5	1,5	-4	10,6	3,5	2,7	-0,8
TF-N	T1P5	14,9	15,5	0,9	2,8	2	15	2,5	1,1	-1,4	14,9	2,2	1,9	-0,3
TF-N	T4P5	11,7	12,1	1,6	3,3	1,7	12	4,3	4,1	-0,2	12,3	2,6	3,8	1,2
TF-N	T11P2	15,5	15,1	3,5	2,2	-1,4	15,7	1,3	3,1	1,9	15,5	3,9	3,2	-0,7
TF-N	T11P4	15,6	15,9	1,2	2,3	1,2	16,7	1,4	3,8	2,4	16	3,7	1,7	-2,1
TF-N	T11P5	15,2	15,7	1,7	3,1	1,5	16,2	1,7	3,2	1,5	14,9	6,5	2,7	-4
VZ-A	T5P1	20,8	21,2	1,7	2,6	0,9	2,3	67,9	3	-66,9	0,6	57,3	14,3	-50,1
VZ-A	T6P1	10,3	9,2	10,5	5,4	-5,3	0	100	0	-100	0	0	0	0
VZ-A	T7P1	19,8	20,1	1,7	2,3	0,6	0,6	83,3	1	-83,1	0	100	0	-100
VZ-A	T8P1	15,3	16,5	1,8	5,5	3,9	2,2	63,8	1,2	-63,4	1,1	30	0,8	-29,5
VZ-A	T10P1	18,1	15,3	10,4	2,9	-7,8	2	66,1	6,8	-63,6	3,1	8,4	25,4	22,7
VZ-N	T11P1	16,6	16,5	3,4	3,2	-0,3	16,8	3,2	4,1	1	16,7	3,3	3,1	-0,2

Tabela S3 - Modelo GEE para taxa de mortalidade da vegetação arbórea submetida ao alagamento da hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, antes (2011-2013) e após (2013-2015 e 2015-2017) o enchimento do reservatório. \* Indica diferença média significativa no nível de 0,05.

	<b>Tipo III</b>		
	<b>Qui-quadrado de Wald</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>
(Intercepto)	400,915	1	0,000*
Alagamento	87,926	1	0,000*
Ambiente	58,757	2	0,000*
Ano	89,119	2	0,000*
Alagamento x Ambiente	0,72	1	0,396
Alagamento x Ano	58,879	2	0,000*
Ambiente x Ano	4,621	3	0,202
Alagamento x Ambiente x Ano	0,026	1	0,872

(QIC: 47,17)

Tabela S4. Comparações por Método *Pairwise* para as variáveis que apresentaram interações significativas no modelo GEE para a taxa de mortalidade da vegetação arbórea associada ao alagamento hidrelétrica de Jirau. \* Indica diferença média significativa no nível de 0,05.

Alagamento x Ano	Alagamento x Ano	Sig. de Bonferroni	95% Intervalo de Confiança de Wald para Diferença	
			Inferior	Superior
[Não alagada] x [11-13 ]	[Não alagada] x [13-15]	0,147	-1,487	0,095
	[Não alagada] x [15-17]	0,000*	-1,797	-0,776
[Não alagada] x [13-15]	[Não alagada] x [15-17]	0,023*	-1,136	-0,045
[Alagada] x [11-13]	[Alagada] x [13-15]	0,000*	-47,912	-19,263
	[Alagada] x [15-17]	0,021*	-36,077	-1,534
[Alagada] x [13-15]	[Alagada] x [15-17]	0,006*	2,515	27,049
[Não alagada] x [11-13 ]	[Alagada] x [11-13]	1,000	-5,628	1,881
[Não alagada] x [13-15]	[Alagada] x [13-15]	0,000*	-48,832	-20,698
[Não alagada] x [15-17]	[Alagada] x [15-17]	0,008*	-35,877	-2,908

Tabela S5 - Modelo GEE para taxa de recrutamento da vegetação arbórea submetida ao alagamento da hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, antes (2011-2013) e após (2013-2015 e 2015-2017) o enchimento do reservatório. \* Diferença significativa no nível de 0,05.

Origem	Tipo III		
	Qui-quadrado de Wald	gl	p-valor
(Intercepto)	190,844	1	0,000*
Alagamento	37,007	1	0,000*
Ambiente	185,285	2	0,000*
Ano	39,138	2	0,000*
Alagamento x Ambiente	9,926	1	0,002*
Alagamento x Ano	82,404	2	0,000*
Ambiente x Ano	26,526	3	0,000*
Alagamento x Ambiente x Ano	1,214	1	0,270

(QIC: 38,9)

Tabela S6 - Comparações por Método *Pairwise* para as variáveis que apresentaram interações significativas no modelo GEE para a taxa de recrutamento da vegetação arbórea associada ao alagamento na área de influência da Hidrelétrica de Jirau. \* Diferença significativa no nível de 0,05.

(I) Alagamento x Ambiente	(J) Alagamento x Ambiente	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	gl	Sig. de Bonferroni	95% Intervalo de Confiança de Wald para Diferença	
						Inferior	Superior
[Não alagada] x [CP]	[Não alagada] x [TF]	-0,210	0,449	1	1,000	-1,528	1,108
	[Não alagada] x [VZ]	0,485	0,238	1	0,624	-0,214	1,183
[Não alagada] x [TF]	[Não alagada] x [VZ]	0,695	0,381	1	1,000	-0,423	1,812
[Alagada] x [CP]	[Alagada] x [TF]	-4,896	4,341	1	1,000	-17,637	7,845
	[Alagada] x [VZ]	-15,629	2,503	1	0,000*	-22,977	-8,281
[Alagada] x [TF]	[Alagada] x [VZ]	-10,733	4,982	1	0,468	-25,357	3,891
[Não alagada] x [CP]	[Alagada] x [CP]	-0,893	0,463	1	0,808	-2,253	0,467
[Não alagada] x [TF]	[Alagada] x [TF]	-5,579	4,225	1	1,000	-17,982	6,823
[Não alagada] x [VZ]	[Alagada] x [VZ]	-17,007	2,475	1	0,000*	-24,271	-9,744

Tabela S7 - Comparações por Método *Pairwise* para as variáveis que apresentaram interações significativas no modelo GEE para a taxa de recrutamento da vegetação arbórea associada ao alagamento na área de influência da Hidrelétrica de Jirau. \* Diferença significativa no nível de 0,05.

(I) Alagamento x Ano	(J) Alagamento x Ano	Sig. de Bonferroni	95% Intervalo de Confiança de Wald para Diferença	
			Inferior	Superior
[Não alagado] x [11-13]	[Não alagado] x [13-15]	1,000	-1,053	0,827
	[Não alagado] x [15-17]	0,128	-0,062	1,136
[Não alagado] x [13-15]	[Não alagado] x [15-17]	0,025*	0,044	1,256
[Alagado] x [11-13]	[Alagado] x [13-15]	0,079	-12,024	0,301
	[Alagado] x [15-17]	0,002*	-15,481	-1,973
[Alagado] x [13-15]	[Alagado] x [15-17]	0,121	-6,043	0,311
[Não alagado] x [11-13]	[Alagado] x [11-13]	1,000	-3,953	1,883
[Não alagado] x [13-15]	[Alagado] x [13-15]	0,005*	-12,292	-1,274
[Não alagado] x [15-17]	[Alagado] x [15-17]	0,000*	-16,723	-3,874

Tabela S8 - Comparações por Método *Pairwise* para as variáveis que apresentaram interações significativas no modelo GEE para a taxa de recrutamento da vegetação arbórea em Campinarana (CP), Floresta de Terra Firme (TF) e Floresta de Várzea (VZ) associadas ao alagamento antes (2011-2013) e após (2013-2015 e após (2015-2017) a Hidrelétrica de Jirau.\* Indica diferença média significativa no nível de 0,05.

(I) Ambiente x Ano	(J) Ambiente x Ano	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	gl	Sig. de Bonferroni	95% Intervalo de Confiança de Wald para Diferença	
						Inferior	Superior
[CP] x [11-13]	[CP] x [13-15]	-0,443	0,430	1	1,000	-1,817	0,932
	[CP] x [15-17]	-1,414	0,690	1	1,000	-3,619	0,791
[CP] x [13-15]	[CP] x [15-17]	-0,971	0,632	1	1,000	-2,991	1,048
[TF] x [11-13]	[TF] x [13-15]	-0,313	0,851	1	1,000	-3,034	2,407
	[TF] x [15-17]	-1,575	0,843	1	1,000	-4,269	1,120
[TF] x [13-15]	[TF] x [15-17]	-1,262	0,354	1	0,013*	-2,395	-0,129
[VZ] x [11-13]	[VZ] x [13-15]	-8,887	0,346	1	0,000*	-9,995	-7,780
	[VZ] x [15-17]	-5,723	0,827	1	0,000*	-8,368	-3,078
[VZ] x [13-15]	[VZ] x [15-17]	3,164	0,855	1	0,008*	0,430	5,899

## **MATERIAL SUPLEMENTAR**

### **CAPÍTULO 2**

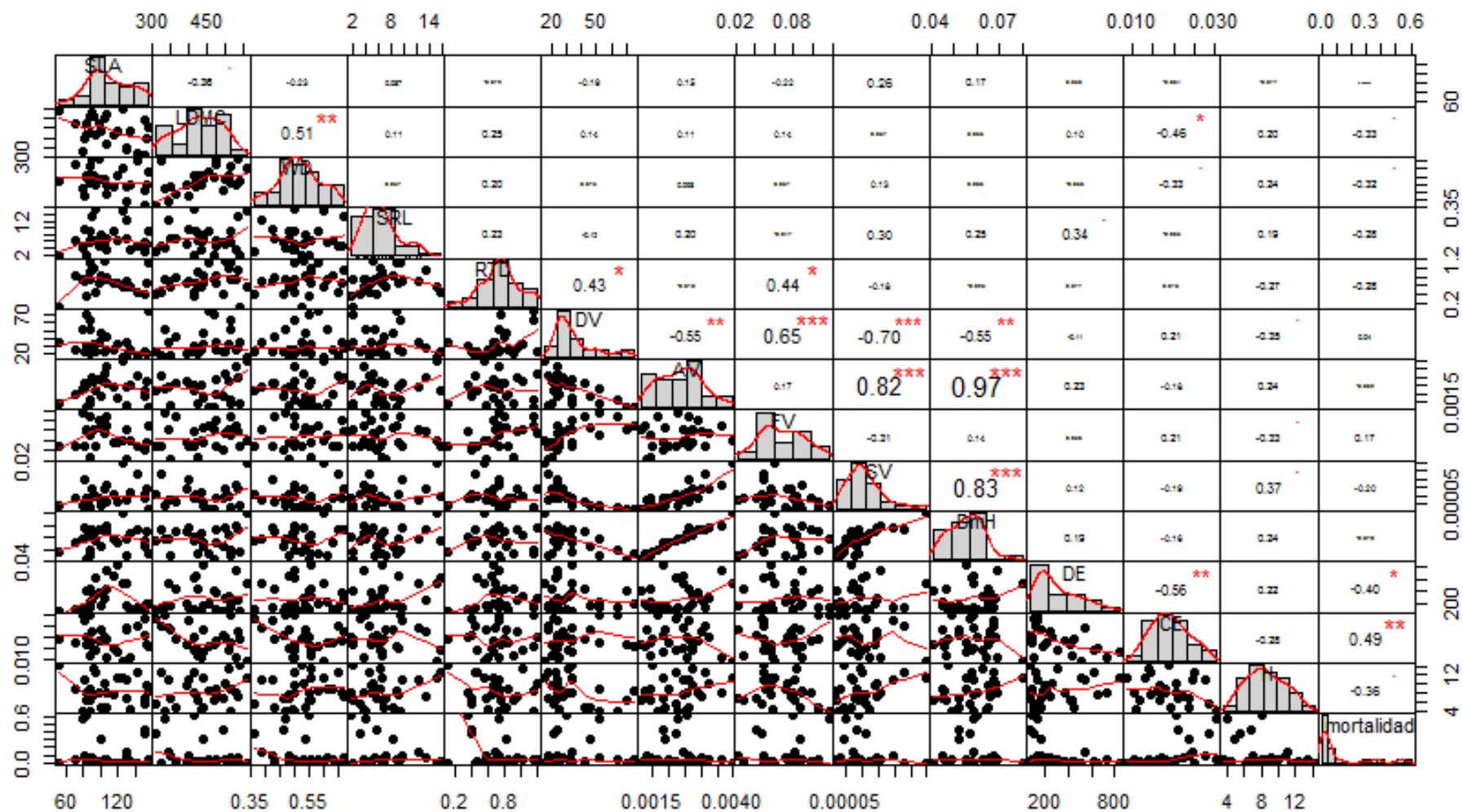


Figura S1 - Correlação de Pearson entre as variáveis funcionais e taxa de mortalidade para 33 espécies arbóreas amostradas em Campinaranas, no Sudoeste da Amazônia brasileira. Onde: SLA: área específica da folha, LDMC: conteúdo de matéria seca da folha; WD: densidade da madeira; SRL: comprimento específico das raízes; RTD: densidade de tecido da raiz; DV: densidade de vaso; AV: área de vaso; FV: fração de vaso; SV: proporção de vaso; DmH: diâmetro hidráulico do vaso; DE: densidade de estômatos; CE: comprimento de estômatos; H: altura da planta; DAP: diâmetro a altura do peito; tx.mort: diferença entre a taxa de mortalidade antes e após o enchimento do reservatório da UHE Jirau, em Rondônia.

Tabela S1 - Média e desvio padrão dos atributos funcionais para as 33 espécies arbóreas amostradas em Campinaranas impactadas pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, brasileira. SLA: área específica da folha; LDMC: conteúdo de matéria seca da folha; WD: densidade da madeira; SRL: comprimento específico das raízes; RTD: densidade de tecido da raiz; CE: comprimento de estômatos e DE: densidade de estômatos foram analisados três indivíduos por espécie.

Espécie	SLA		LDMC		WD		SRL		RTD		CE		DE	
	(cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )		(mg/g)		(g cm <sup>-3</sup> )		(m g <sup>-1</sup> )		(g cm <sup>-3</sup> )		(mm)		(n mm <sup>-2</sup> )	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
<i>Bocageopsis canescens</i>	133,6	24,7	434,3	47,0	0,5	0,0	3,7	0,1	0,6	0,2	0,01	0,00	105,2	32,8
<i>Brosimum rubescens</i>	52,2	-	539,3	-	0,5	-	1,8	-	0,1	NA	0,02	-	71,4	-
<i>Byrsonima punctulata</i>	88,1	11,9	513,0	16,5	0,5	0,1	9,3	4,7	1,2	0,2	0,03	0,00	131,0	23,8
<i>Calophyllum brasiliense</i>	106,7	10,4	365,4	114,6	0,4	0,1	6,9	3,3	0,8	0,1	0,02	0,00	444,4	38,3
<i>Clusia</i> sp.	79,8	34,1	332,0	77,2	0,5	0,1	4,0	2,0	0,7	0,3	0,03	0,00	129,0	24,8
<i>Couratari tenuicarpa</i>	153,3	32,0	395,7	33,7	0,5	0,1	4,9	1,6	0,7	0,1	0,02	0,00	194,4	32,8
<i>Duroia</i> sp.	86,9	19,7	512,0	21,8	0,6	0,1	5,4	3,3	0,7	0,2	0,02	0,00	204,4	36,4
<i>Eugenia</i> sp.7	88,6	9,7	421,1	41,4	0,6	0,1	6,4	2,9	0,9	0,4	0,01	0,00	438,5	24,1
<i>Ferdinandusa speciosa</i>	99,3	22,0	438,6	76,6	0,5	0,1	8,0	6,2	0,8	0,1	0,02	0,00	166,7	26,0
<i>Guatteria boliviana</i>	81,2	21,3	400,6	67,0	0,4	0,1	9,5	6,4	0,7	0,4	0,03	0,00	126,5	17,1
<i>Henriettea granulata</i>	50,1	6,0	459,6	23,0	0,6	0,2	12,7	3,1	0,6	0,1	-	-	-	-
<i>Hevea brasiliensis</i>	143,8	14,5	157,2	67,7	0,5	0,1	7,4	4,2	0,6	0,2	-	-	-	-
<i>Iryanthera juruensis</i>	84,0	17,2	411,7	67,2	0,6	0,0	1,5	0,4	0,4	0,1	0,02	0,00	89,3	15,8
<i>Iryanthera</i> sp.1	149,5	45,0	309,6	107,7	0,4	0,1	3,0	0,3	0,4	0,0	0,03	0,01	101,2	33,7
<i>Lacmellea</i> sp.	94,5	18,3	413,2	21,9	0,5	0,1	9,7	3,2	0,5	0,1	0,01	0,00	615,1	102,5
<i>Licania caudata</i>	150,4	23,2	491,3	43,3	0,5	0,1	5,5	1,5	0,4	0,0	0,02	0,00	67,5	15,0
<i>Licania octandra</i>	106,8	22,2	527,9	40,3	0,5	0,2	3,5	2,0	0,7	0,1	0,01	0,00	726,2	275,9
<i>Maquira guianensis</i>	119,0	13,2	439,6	20,8	0,6	0,1	6,4	3,9	0,7	0,1	0,01	0,00	849,2	146,3
<i>Micropholis</i> sp.3	69,9	11,7	471,3	34,5	0,6	0,1	6,3	2,8	0,8	0,3	0,02	0,00	87,3	3,4
<i>Neea floribunda</i>	129,1	29,2	346,7	33,9	0,5	0,0	6,9	3,4	0,6	0,3	0,02	0,00	162,7	24,1
<i>Ouratea discophora</i>	89,7	6,7	533,7	25,7	0,7	0,1	13,3	4,6	1,0	0,1	0,02	0,00	242,1	56,6
<i>Parinari</i> sp.	126,3	10,9	557,0	85,4	0,6	0,0	14,9	3,6	0,6	0,2	0,01	-	511,9	-
<i>Pera decipiens</i>	76,6	14,8	488,9	44,9	0,7	0,1	5,1	2,8	0,8	0,1	-	-	-	-
<i>Pera glabrata</i>	142,7	47,4	321,5	67,9	0,7	0,1	4,5	1,8	0,4	0,2	0,03	0,00	109,1	6,9
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	145,1	41,4	632,7	301,5	0,1	0,1	4,4	1,6	0,5	0,1	-	-	-	-
<i>Pterandra arborea</i>	155,6	24,9	455,5	27,2	0,6	0,1	8,8	3,5	1,1	0,4	0,02	0,00	172,6	36,2
<i>Ruizterania retusa</i>	98,1	15,1	474,0	33,2	0,7	0,1	4,7	1,3	0,7	0,1	0,02	0,00	364,3	59,4
<i>Sloanea guianensis</i>	84,3	17,9	469,4	35,5	0,6	0,2	1,9	0,6	0,8	0,2	0,02	0,00	416,7	92,8
<i>Tachigali tinctoria</i>	104,5	31,4	500,1	62,0	0,5	0,1	4,9	3,8	1,2	0,2	0,02	0,00	263,9	41,8
<i>Virola surinamensis</i>	102,8	24,7	337,5	44,4	0,4	0,0	2,8	1,0	0,3	0,0	-	-	-	-
<i>Vochysia ferruginea</i>	129,4	41,8	341,5	59,0	0,4	0,1	12,2	7,5	0,7	0,2	0,03	0,00	539,7	298,5
<i>Vochysia vismitifolia</i>	114,9	10,6	417,6	37,4	0,5	0,0	8,9	7,6	0,7	0,3	0,02	0,00	648,8	128,9
<i>Xylopia neglecta</i>	91,3	28,2	510,1	54,3	0,6	0,1	6,0	2,1	1,0	0,1	0,01	0,00	303,6	51,9

Tabela S2 - Média (M) e desvio padrão (DP) para cada espécie e para os atributos funcionais coletados em Campinaranas impactadas pelo enchimento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, Sudoeste da Amazônia, brasileira. Onde DV: densidade de vasos de xilema; AV: área de vaso; FV: fração ocupada por vasos; SV: proporção de vasos; DmH: diâmetro hidráulico do vaso; e H: altura da planta.

Espécie	DV (n mm <sup>2</sup> )		AV (mm <sup>2</sup> )		FV (%)		SV		DmH (mm <sup>2</sup> )		H (m)	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
<i>Bocageopsis canescens</i>	24,44	6,74	0,0026	0,0010	5,85	0,41	1,21E-04	8,59E-05	0,0639	0,0129	4,34	1,74
<i>Brosimum rubescens</i>	33,67		0,0015	-	4,97	-	4,39E-05	-	0,0474	-	14,17	2,48
<i>Byrsonima punctulata</i>	64,33	8,96	0,0016	0,0003	10,59	3,10	2,53E-05	4,58E-07	0,0492	0,0048	3,74	1,43
<i>Calophyllum brasiliense</i>	42,22	10,55	0,0026	0,0006	10,61	0,73	6,59E-05	2,67E-05	0,0648	0,0078	4,59	2,46
<i>Clusia</i> sp.	52,33	9,65	0,0023	0,0002	11,64	0,87	4,49E-05	1,27E-05	0,0587	0,0032	4,05	1,62
<i>Couratari tenuicarpa</i>	20,44	4,35	0,0027	0,0002	5,59	1,47	1,36E-04	2,13E-05	0,0649	0,0014	9,61	6,36
<i>Duroia</i> sp.	51,56	20,32	0,0014	0,0001	7,21	2,16	3,08E-05	1,18E-05	0,0452	0,0017	9,07	3,47
<i>Eugenia</i> sp.7	20,11	10,03	0,0014	0,0003	2,74	0,80	8,64E-05	4,34E-05	0,0466	0,0048	6,40	2,50
<i>Ferdinandusa speciosa</i>	45,67	4,33	0,0019	0,0003	8,61	1,71	4,13E-05	5,50E-06	0,0523	0,0034	4,94	2,52
<i>Guatteria boliviana</i>	23,67	21,08	0,0026	0,0010	4,86	2,05	1,97E-04	1,45E-04	0,0677	0,0192	10,88	2,62
<i>Henriettea granulata</i>	63,93	7,42	0,0015	0,0003	9,54	1,68	2,37E-05	5,06E-06	0,047	0,0037	4,74	1,66
<i>Hevea brasiliensis</i>	17,78	5,05	0,0037	0,0006	6,48	1,46	2,31E-04	1,13E-04	0,0774	0,0036	11,25	7,14
<i>Iryanthera juruensis</i>	29,78	4,34	0,0026	0,0010	7,94	3,72	8,49E-05	2,30E-05	0,06	0,0116	8,16	3,25
<i>Iryanthera</i> sp.1	21,78	5,18	0,0022	0,0002	4,8	0,69	1,10E-04	4,14E-05	0,0567	0,0037	5,47	3,26
<i>Lacmellea</i> sp.	22,11	1,35	0,0022	0,0004	4,92	1,24	9,98E-05	1,59E-05	0,0579	0,0094	12,42	3,87
<i>Licania caudata</i>	23,22	2,71	0,0018	0,0007	4,15	1,39	8,07E-05	3,94E-05	0,0526	0,0119	6,88	2,80
<i>Licania octandra</i>	24,00	7,54	0,0036	0,0005	8,91	4,08	1,58E-04	3,77E-05	0,069	0,006	8,00	3,08
<i>Maquira guianensis</i>	33,11	8,88	0,0018	0,0007	5,58	0,56	6,26E-05	4,47E-05	0,0556	0,0124	11,56	3,94
<i>Micropholis</i> sp.3	25,44	4,48	0,0020	0,0003	5,03	0,61	8,15E-05	2,58E-05	0,0554	0,0029	8,79	3,32
<i>Neea floribunda</i>	18,11	1,95	0,0013	0,0005	2,34	0,80	7,52E-05	3,40E-05	0,0449	0,0094	7,00	4,08
<i>Ouratea discophora</i>	26,78	16,69	0,003	0,0003	7,72	4,17	1,46E-04	8,72E-05	0,0658	0,0018	7,09	3,30
<i>Parinari</i> sp.	15,22	7,32	0,004	0,0013	5,95	2,90	2,97E-04	1,61E-04	0,0802	0,0161	11,45	6,03
<i>Pera decipiens</i>	24,67	6,39	0,0046	0,0008	11,22	2,98	2,00E-04	7,87E-05	0,0832	0,0086	11,33	4,10
<i>Pera glabrata</i>	17,33	8,51	0,0031	0,0010	4,91	1,14	2,30E-04	1,71E-04	0,0673	0,0108	12,67	1,53
<i>Pourouma cecropifolia</i>	18,00	13,20	0,0024	0,0008	3,72	1,62	2,04E-04	1,96E-04	0,0585	0,0099	6,75	4,60
<i>Pterandra arborea</i>	75,67	24,98	0,0012	0,0004	8,89	0,17	1,82E-05	1,11E-05	0,0462	0,0144	8,31	2,87
<i>Ruizterania retusa</i>	34,11	6,41	0,0029	0,0002	9,88	2,35	8,63E-05	1,57E-05	0,0661	0,0025	8,22	3,93
<i>Sloanea guianensis</i>	70,44	17,71	0,0011	0,0001	8,05	1,83	1,73E-05	5,77E-06	0,041	0,0015	6,26	3,24
<i>Tachigali tinctoria</i>	23,22	2,78	0,0032	0,0012	7,29	1,89	1,44E-04	6,45E-05	0,0685	0,0125	10,00	4,78
<i>Virola surinamensis</i>	23,44	0,84	0,0033	0,0007	7,75	2,01	1,40E-04	2,68E-05	0,0692	0,0081	17,25	2,50
<i>Vochysia ferruginea</i>	33,83	1,65	0,0024	0,0008	8,2	2,26	7,28E-05	2,68E-05	0,0583	0,0096	11,03	5,71
<i>Vochysia vismifolia</i>	24,11	7,17	0,0024	0,0007	5,57	0,13	1,13E-04	5,79E-05	0,0587	0,0076	7,52	5,21
<i>Xylopia neglecta</i>	31,67	6,66	0,0027	0,0007	8,32	0,71	9,22E-05	4,44E-05	0,0622	0,0074	13,45	8,06

Tabela S3 - Espécies que ocorrem nas sete parcelas de Campinarana e respectivas taxas de mortalidade antes e após o alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia.

<b>Espécie</b>	<b>N 2011</b>	<b>N 2013</b>	<b>Mort. pré (%)</b>	<b>N 2013</b>	<b>N 2015</b>	<b>Mort. pós (%)</b>
<i>Agouticarpa</i> sp.3	3	3	0	3	0	100
<i>Aniba williamsii</i> O.C.Schmidt	2	2	0	2	0	100
<i>Capirona decorticans</i> Spruce	4	3	13,40	3	0	100
<i>Cybianthus</i> sp.1	16	14	6,46	14	0	100
<i>Eriotheca</i> sp.1	1	1	0	1	0	100
<i>Erythroxylum</i> sp.1	2	2	0	2	0	100
<i>Guarea</i> sp.5	4	4	0	4	0	100
<i>Helicostylis scabra</i> (J.F.Macbr.) C.C.Berg	2	2	0	2	0	100
<i>Hirtella duckei</i> Huber	1	1	0	1	0	100
Humiriaceae sp.	1	1	0	1	0	100
<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	1	1	0	1	0	100
<i>Inga ulei</i> Harms	1	1	0	1	0	100
<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	4	4	0	6	0	100
<i>Lacistema</i> sp.1	1	1	0	1	0	100
<i>Lueheopsis</i> sp.	1	1	0	1	0	100
<i>Maieta guianensis</i> Aubl.	1	1	0	2	0	100
<i>Miconia argyrophylla</i> DC.	6	5	8,71	5	0	100
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	169	162	2,09	178	0	100
<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin	4	3	13,40	3	0	100
<i>Miconia rimachii</i> Wurdack	10	8	10,56	8	0	100
<i>Miconia</i> sp.13	1	1	0	1	0	100
<i>Miconia</i> sp.9	1	1	0	1	0	100
<i>Neea</i> sp.3	2	2	0	2	0	100
<i>Palicourea longistipulata</i> Standl.	1	1	0	1	0	100
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly	1	1	0	1	0	100
<i>Richeria</i> sp.	1	1	0	1	0	100
<i>Roucheria</i> sp.	1	1	0	1	0	100
<i>Ryania pyrifera</i> (Rich.) Sleumer	1	1	0	1	0	100
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>et al.</i>	1	1	0	1	0	100
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1	1	0	1	0	100
<i>Ternstroemia dentata</i> (Aubl.) Sw.	30	29	1,68	30	0	100
<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	1	1	0	1	0	100
<i>Trichilia</i> aff. <i>schomburgkii</i> C.DC.	3	3	0	4	0	100
<i>Trichilia</i> sp.	1	1	0	1	0	100
<i>Diplotropis triloba</i> Gleason	1	1	0	1	0	100
<i>Virola venosa</i> Warb.	2	2	0	2	0	100
<i>Vismia cauliflora</i> A.C.Sm.	1	1	0	1	0	100
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	1	1	0	1	0	100
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	1	0	1	0	100
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	20	18	5,13	19	1	77,06
<i>Tococa bullifera</i> DC.	9	8	5,72	15	1	74,18
<i>Meriania urceolata</i> Triana	73	62	7,84	65	5	72,26
<i>Eriotheca</i> sp.	8	8	0	9	1	66,67
<i>Miconia</i> sp.	10	9	5,13	9	1	66,67
<i>Neea ovalifolia</i> Spruce ex J.A.Schmidt	16	16	0	17	2	65,7
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	201	198	0,75	204	31	61,02
<i>Clusia</i> sp.	129	122	2,75	127	23	57,44
<i>Remijia</i> sp.	50	49	1,01	53	10	56,56

Continua...

Espécie	N 2011	N 2013	Mort. pré (%)	N 2013	N 2015	Mort. pós (%)
<i>Macairea thyrsoiflora</i> DC.	5	5	0	5	1	55,28
<i>Miconia cuspidata</i> Naudin	3	3	0	4	1	50,00
<i>Rhabdodendron macrophyllum</i> (Spruce ex Benth.) Huber	4	4	0	4	1	50,00
<i>Licania caudata</i> Prance	38	37	1,32	40	13	42,99
<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	3	3	0	3	1	42,26
<i>Ilex</i> sp.1	2	2	0	3	1	42,26
<i>Virola pavonis</i> (A.DC.) A.C.Sm.	3	3	0	3	1	42,26
<i>Trattinnickia glaziovii</i> Swart	15	14	3,39	14	5	40,24
<i>Iryanthera</i> sp.1	31	30	1,63	30	11	39,45
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	29	26	5,31	28	11	37,32
<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	11	11	0	11	5	32,58
<i>Ferdinandusa speciosa</i> (Pohl) Pohl	109	104	2,32	110	52	31,24
<i>Alibertia</i> sp.1	2	2	0	2	1	29,29
<i>Byrsonima melanocarpa</i> Ducke	2	2	0	2	1	29,29
<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	2	2	0	2	1	29,29
<i>Endopleura</i> sp.	2	2	0	2	1	29,29
<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D.Don	2	2	0	2	1	29,29
<i>Micropholis</i> sp.8	4	4	0	4	2	29,29
<i>Ouratea ferruginea</i> Engl.	2	2	0	2	1	29,29
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	2	2	0	2	1	29,29
<i>Potalia amara</i> Aubl.	2	2	0	2	1	29,29
<i>Sloanea</i> sp.1	1	1	0	2	1	29,29
<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	2	2	0	2	1	29,29
<i>Tovomita gracilipes</i> Planch. & Triana	2	2	0	2	1	29,29
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	5	5	0	5	3	22,54
<i>Guatteria discolor</i> R.E.Fr.	3	3	0	3	2	18,35
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	3	3	0	3	2	18,35
<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	3	3	0	3	2	18,35
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	2	0	3	2	18,35
<i>Tovomita</i> sp.	3	3	0	3	2	18,35
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	75	70	3,39	76	52	17,28
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	4	4	0	4	3	13,4
<i>Ocotea</i> sp.1	4	4	0	4	3	13,4
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	7	7	0	8	6	13,4
<i>Henriettea granulata</i> Berg ex Triana	217	208	2,10	221	166	13,33
<i>Ocotea</i> sp.E	10	9	5,13	9	7	11,81
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	5	5	0	5	4	10,56
<i>Ouratea discophora</i> Ducke	139	134	1,82	137	113	9,18
<i>Inga paraensis</i> Ducke	5	5	0	6	5	8,71
<i>Licania sclerophylla</i> (Hook.f.) Fritsch	8	7	6,46	6	5	8,71
<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	4	4	0	6	5	8,71
<i>Pagamea guianensis</i> Aubl.	24	24	0	24	20	8,71
<i>Tachigali tinctoria</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	205	189	3,98	207	173	8,58
<i>Guatteria boliviana</i> H.Winkl.	22	22	0	25	21	8,35
<i>Xylopia neglecta</i> (Kuntze) R.E.Fr.	170	156	4,21	171	144	8,23
<i>Pterandra arborea</i> Ducke	117	110	3,04	117	102	6,63
<i>Luehea</i> sp.1	8	8	0	8	7	6,46
<i>Cassia swartzioides</i> Ducke	9	8	5,72	9	8	5,72

Continua...

Espécie	N 2011	N 2013	Mort. pré (%)	N 2013	N 2015	Mort. pós (%)
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	328	310	2,78	329	293	5,63
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	10	10	0	11	10	4,65
<i>Bocageopsis canescens</i> (Benth.) R.E.Fr.	35	34	1,44	34	31	4,51
<i>Byrsonima punctulata</i> A.Juss.	156	152	1,29	159	145	4,5
<i>Pera decipiens</i> Müll. Arg.	190	186	1,06	191	175	4,28
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	33	33	0	36	33	4,26
<i>Lacmellea</i> sp.	108	106	0,93	106	99	3,36
<i>Vochysia vismiifolia</i> Spruce ex Warm.	34	31	4,51	34	32	2,99
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	47	46	1,07	47	45	2,15
<i>Ruizterania retusa</i> (Spruce ex Warm.) Marc.-Berti	1.729	1.689	1,16	1.728	1.658	2,05
<i>Micropholis</i> sp.3	29	29	0	29	28	1,74
<i>Eugenia</i> sp.7	42	41	1,20	41	40	1,23
<i>Andira parviflora</i> Ducke	1	1	0	1	1	0
<i>Aniba</i> sp.2	1	1	0	1	1	0
<i>Aniba terminalis</i> Ducke	2	2	0	2	2	0
<i>Annona</i> sp.	1	1	0	1	1	0
<i>Antonia ovata</i> Pohl	1	1	0	1	1	0
<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	12	12	0	12	12	0
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	5	5	0	5	5	0
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	8	8	0	8	8	0
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken	1	1	0	1	1	0
<i>Buchenavia guianensis</i> (Aubl.) Alwan & Stace	1	1	0	1	1	0
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	1	1	0	1	1	0
<i>Byrsonima poeppigiana</i> A.Juss.	1	1	0	1	1	0
<i>Caryocar</i> sp.	1	1	0	1	1	0
<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	1	1	0	1	1	0
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	1	1	0	1	1	0
<i>Couratari tenuicarpa</i> A.C.Sm.	19	19	0	19	19	0
<i>Croton matourensis</i> Aubl.	1	1	0	1	1	0
<i>Cybianthus guyanensis</i> (A.DC.) Miq.	2	2	0	2	2	0
<i>Duroia</i> sp.	8	8	0	8	8	0
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A.Robyns	4	4	0	4	4	0
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	4	4	0	4	4	0
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	2	1	29,29	1	1	0
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	1	1	0	1	1	0
<i>Ficus greiffiana</i> Dugand	1	1	0	1	1	0
<i>Ficus piresiana</i> Vázq.Avila & C.C.Berg	1	1	0	1	1	0
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	3	3	0	3	3	0
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	6	6	0	6	6	0
<i>Guatteria maypurensis</i> Kunth	1	1	0	1	1	0
<i>Guatteria</i> sp.5	8	8	0	9	9	0
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	2	2	0	2	2	0
<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	1	1	0	2	2	0
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	2	2	0	2	2	0
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) J.St.-Hil.	1	1	0	1	1	0
<i>Ilex</i> sp.	1	1	0	1	1	0
<i>Inga capitata</i> Desv.	2	2	0	2	2	0
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	1	1	0	1	1	0
<i>Inga edulis</i> Mart.	3	3	0	3	3	0

Continua...

Espécie	N 2011	N 2013	Mort. pré (%)	N 2013	N 2015	Mort. pós (%)
<i>Inga lateriflora</i> Miq.	2	2	0	2	2	0
<i>Inga</i> sp.9	1	1	0	1	1	0
<i>Licania apetala</i> (E.Mey.) Fritsch	1	1	0	1	1	0
<i>Licania polita</i> Spruce ex Hook.f.	2	2	0	2	2	0
<i>Licaria</i> sp.	2	2	0	2	2	0
<i>Lueheopsis rosea</i> (Ducke) Burret	3	3	0	3	3	0
<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	2	1	29,29	1	1	0
<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	18	18	0	18	18	0
<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	1	1	0	1	1	0
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	14	14	0	14	14	0
<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	8	8	0	8	8	0
<i>Miconia</i> sp.14	2	2	0	2	2	0
<i>Micropholis casiquiarensis</i> Aubrév.	1	1	0	1	1	0
<i>Micropholis</i> sp.6	3	3	0	4	4	0
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	1	1	0	1	1	0
<i>Mouriri apiranga</i> Spruce ex Triana	2	2	0	3	3	0
<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke	1	1	0	1	1	0
<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke	1	1	0	1	1	0
<i>Ocotea</i> sp.	1	1	0	1	1	0
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	2	2	0	2	2	0
<i>Pachira nervosa</i> (Uittien) Fern.Alonso	1	1	0	1	1	0
<i>Parahancornia krukovii</i> Monachino	4	4	0	5	5	0
<i>Parinari</i> sp.	24	24	0	25	25	0
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	5	5	0	5	5	0
<i>Pera</i> sp.1	2	2	0	2	2	0
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	2	2	0	2	2	0
<i>Pouteria rostrata</i> (Huber) Baehni	1	1	0	1	1	0
<i>Protium unifoliolatum</i> Engl.	1	1	0	1	1	0
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	1	1	0	1	1	0
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	2	2	0	2	2	0
<i>Roucheria columbiana</i> Hallier	2	1	29,29	1	1	0
<i>Schistostemon</i> sp.	3	3	0	3	3	0
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	20	19	2,53	20	20	0
<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	2	2	0	2	2	0
<i>Tachigali poeppigiana</i> Tul.	1	1	0	1	1	0
<i>Tachigali prancei</i> (H.S.Irwin & Arroyo) L.G.Silva & H.C.Lima	1	1	0	1	1	0
Theophrastaceae sp.	1	1	0	1	1	0
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	3	3	0	3	3	0
<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	1	1	0	1	1	0
<i>Tovomita</i> sp.1	5	4	10,56	5	5	0
<i>Unonopsis duckei</i> R.E.Fr.	1	1	0	1	1	0
<i>Vatairea sericea</i> (Ducke) Ducke	1	1	0	1	1	0
<i>Vatairea fusca</i> (Ducke) Ducke	1	1	0	1	1	0
<i>Virola michelii</i> Heckel	5	5	0	5	5	0
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	1	1	0	1	1	0
<i>Xylopia</i> sp.3	1	1	0	1	1	0
<i>Hymenobium pulcherrimum</i> Ducke	1	0	100	0	0	-
<i>Pourouma villosa</i> Trécul	2	0	100	0	0	-
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	1	0	100	0	0	-
<i>Psychotria</i> sp.1	1	0	100	0	0	-
<i>Dystovomita brasiliensis</i> D'Arcy	1	0	100	0	0	-

Tabela S4 - Loadings para o componentes principais associando os atributos funcionais e taxas de mortalidade para 25 espécies de árvores amostradas em Campinaranas sujeitas ao alagamento do reservatório da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia.

<b>Atributo Funcional</b>	<b>Sigla</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
Área específica da folha	SLA	0,124	-0,307
Conteúdo de matéria seca da folha	LDMC	0,359	0,674
Densidade da madeira	WD	0,237	0,708
Comprimento específico das raízes	SRL	0,495	0,249
Densidade de tecido da raiz	RTD	-0,209	0,709
Densidade de vaso de xilema	DV	-0,768	0,459
Área de vaso de xilema	AV	0,760	-0,239
Fração de vaso de xilema	FV	-0,481	0,240
Proporção de vaso de xilema	SV	0,876	-0,236
Diâmetro hidráulico do vaso	Dmh	0,750	-0,297
Densidade de estômmatos	DE	0,398	0,308
Comprimento de estômmatos	CE	-0,57	-0,393
Altura da planta	H	0,659	0,161
Taxa de mortalidade	tx.mort	-0,428	-0,657

Tabela S5 - Loadings para os Componentes Principais indicando mudanças no CWM, obtido pela média do atributo funcional ponderada pela abundância, em sete parcelas de Campinaranas antes (CWM 2011 e CWM 2013) e após (CWM 2015) o alagamento do reservatório da UHE-Jirau, no Sudoeste da Amazônia.

<b>Atributos Funcionais (CWM)</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
Área específica da folha	0,399	-0,144
Conteúdo de matéria seca da folha	-0,317	-0,176
Densidade da madeira	-0,314	-0,380
Comprimento específico da raiz	0,282	-0,005
Densidade de tecido da raiz	0,057	-0,498
Área de vaso de xilema	-0,100	-0,481
Densidade de vaso de xilema	-0,184	-0,106
Fração de vaso de xilema	-0,386	-0,220
Proporção de vaso de xilema	0,360	-0,312
Diâmetro hidráulico do vaso	-0,150	-0,199
Comprimento de estômmatos	-0,304	0,195
Densidade de estômmatos	-0,120	0,182
Altura da planta	0,326	-0,235

## Espécies afetadas pelo alagamento

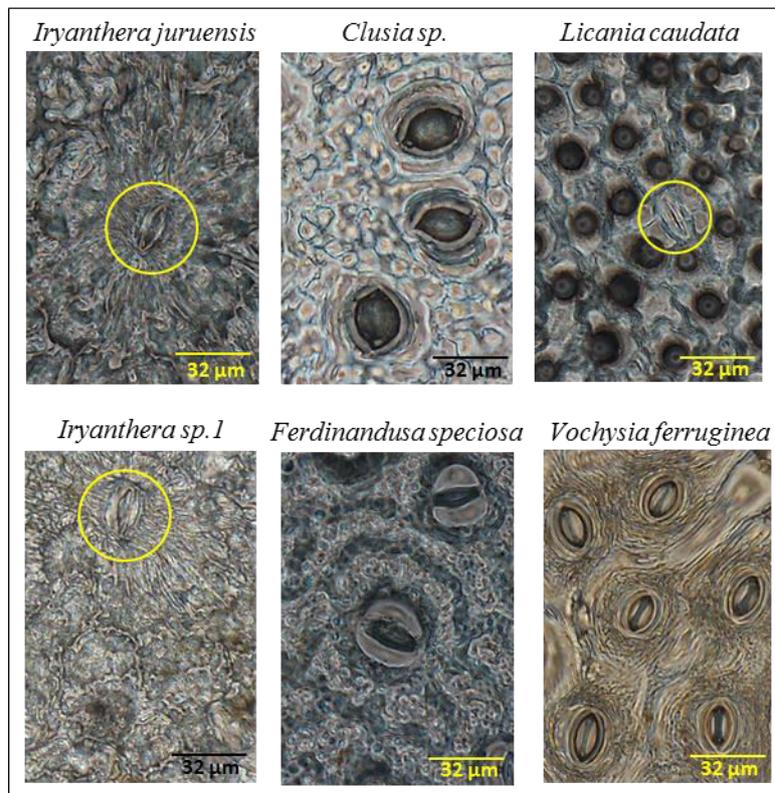


Figura S2 - Imagens de estômatos obtidas em microscópio (acima) e vasos de xilema obtidas em lupa (abaixo) para espécies arbóreas amostradas em Campinaranas mais afetadas pelo alagamento ocasionado pela Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, brasileira.

## Espécies menos afetadas pelo alagamento

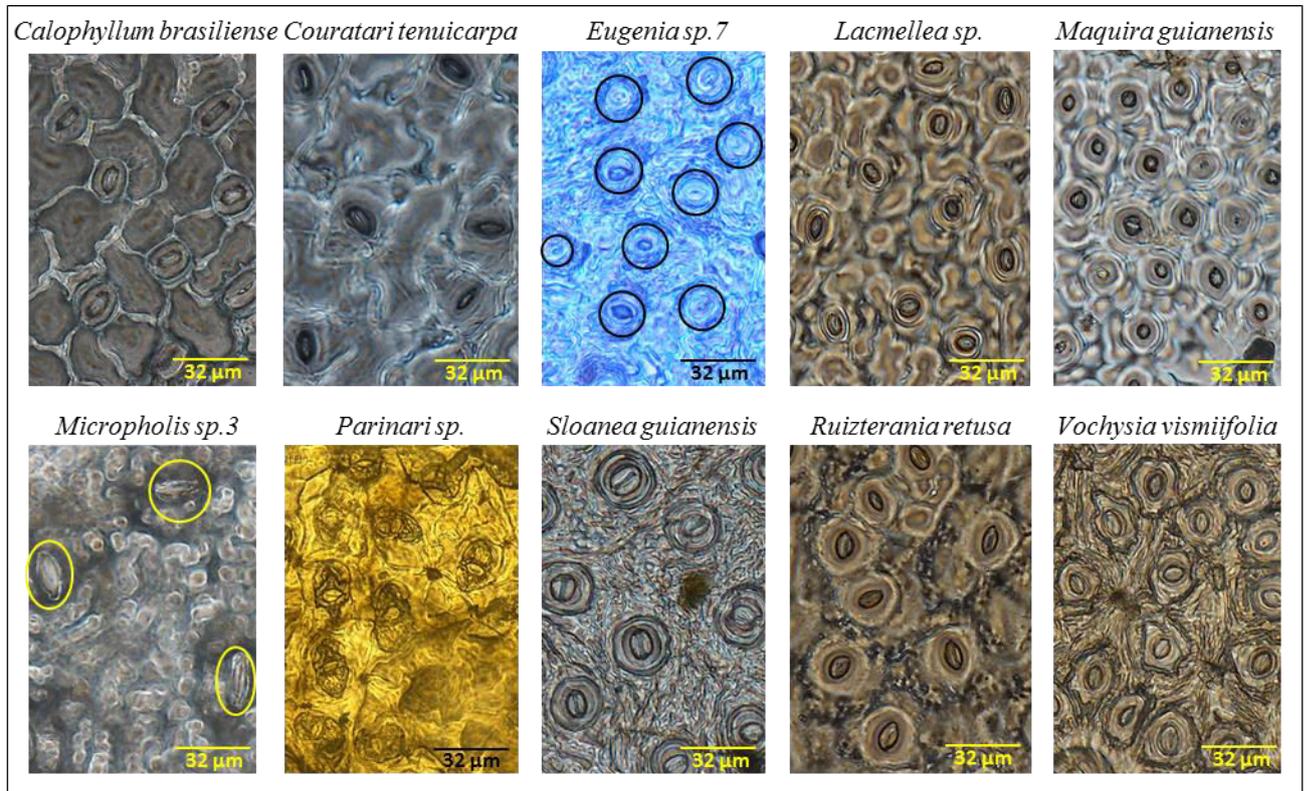


Figura S3 - Imagens de estômatos obtidas em microscópio (acima) e vasos de xilema obtidas em lupa (abaixo) para espécies arbóreas amostradas em Campinaranas menos afetadas pelo alagamento ocasionado pela Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia, brasileira.

## **APÊNDICE**

**Apêndice 1** - Lista das espécies e morfoespécies arbóreas amostradas em três ambientes na área de influência da Hidrelétrica de Jirau, no Sudoeste da Amazônia brasileira. O número de indivíduos (N) foi registrado antes (2011 e 2013) e após (2015 e 2017) o alagamento ocasionado pelo reservatório. TF: Floresta de Terra Firme; VZ: Floresta de Várzea; CP: Campinaranas. \*Espécies que ocorriam exclusivamente em áreas impactadas e foram extintas localmente.

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<b>ACHARIAACEAE</b>						
<i>Carpotroche</i> sp.*	VZ	4	4			M. F. Simon 2040
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg	VZ	5	5		1	M. F. Simon 1588
<b>ANACARDIACEAE</b>						
<i>Anacardium spruceanum</i> Benth. ex Engl.	TF	6	6	5	6	M. F. Simon 1644
<i>Astronium</i> sp.	VZ			2	2	
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	TF/VZ	7	6	5	5	M. B. Medeiros 487
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	TF/VZ	20	13	11	9	G. Pereira-Silva 16367
<i>Astronium</i> sp.	TF/VZ	2	2	4	4	
<i>Spondias mombin</i> L.	VZ	3	3		5	M. F. Simon 1693
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	CP/TF/VZ	11	10	8	7	G. Pereira-Silva 16364
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.*	VZ	1	1			M. F. Simon 969
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	CP/TF/VZ	16	11	9	7	M. F. Simon 1763
<b>ANNONACEAE</b>						
<i>Anaxagorea brevipes</i> Benth.	TF	27	28	29	27	M. F. Simon 1862
<i>Anaxagorea</i> sp.1*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 515
<i>Annona amazonica</i> R.E.Fr.	TF/VZ	7	6	1	1	M. F. Simon 1183
<i>Annona ambotay</i> Aubl.*	VZ	3	3			A. A. Santos 3560
<i>Annona foetida</i> Mart.	TF	2	2	1	1	M. F. Simon 1771
<i>Annona neoinsignis</i> H.Rainer*	VZ	3	4			M. F. Simon 2043
<i>Annona</i> sp.	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 448
<i>Annona</i> sp.1*	VZ	1	1			
<i>Annona</i> sp.2	CP			1	1	
<i>Annona</i> sp.3	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 641
<i>Annona</i> sp.4	TF		1			
<i>Annona</i> sp.5	VZ			1	1	
<i>Annona</i> sp.6	TF			1	1	
Annonaceae sp.	TF				1	M. B. Medeiros 317
Annonaceae sp.1	TF/VZ	2	2	2	2	M. B. Medeiros 67
Annonaceae sp.5*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 566
Annonaceae sp.6*	TF	1	1			
<i>Bocageopsis canescens</i> (Benth.) R.E.Fr.	CP/TF	54	54	35	32	G.Pereira-Silva 15956
<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E.Fr.	CP/TF	8	8	6	9	M. F. Simon 1236
<i>Duguetia flagellaris</i> Huber	TF/VZ	22	18	18	19	M. B. Medeiros 78
<i>Duguetia quitarensis</i> Benth.	TF/VZ	7	5	3	3	M. B. Medeiros 253
<i>Ephedranthus</i> sp.	TF	1	1	1	1	
<i>Fusaea longifolia</i> (Aubl.) Saff.	TF/VZ	6	6	4	5	M. F. Simon 2050
<i>Guatteria boliviana</i> H.Winkl.	CP/TF	26	27	26	28	G. Pereira-Silva 15973
<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	CP/TF/VZ	27	27	11	9	G.Pereira-Silva 16301

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Guatteria discolor</i> R.E.Fr.	CP/TF/VZ	8	8	9	25	M. F.Simon 2628
<i>Guatteria foliosa</i> Benth.	TF	5	5	4	4	M. F.Simon 2628
<i>Guatteria guianensis</i> (Aubl.) R.E.Fr.	TF	1	1			
<i>Guatteria maypurensis</i> Kunth	CP	1	1	1	1	M. F.Simon 2614
<i>Guatteria megalophylla</i> Diels	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 164
<i>Guatteria</i> sp.	CP/TF	1	1	1	3	
<i>Guatteria</i> sp.2	TF	7	2	2	1	G. Pereira-Silva 15205
<i>Guatteria</i> sp.3	TF	9	7	7	6	I. L. P. Lima 08
<i>Guatteria</i> sp.4	VZ	2	2	2	1	M. F. Simon 1893
<i>Guatteria</i> sp.5	CP/VZ	9	10	11	10	M. F.Simon 2618
<i>Onychopetalum periquino</i> (Rusby) D.M.Johnson & N.A.Murray	TF/VZ	7	8	4	4	M. B. Medeiros 286
<i>Oxandra xylopioides</i> Diels	TF/VZ	15	13	4	4	M. F. Simon 1837
<i>Unonopsis duckei</i> R.E.Fr.	CP/TF/VZ	7	6	3	3	
<i>Xylopia amazonica</i> R.E.Fr.	TF	2	1	2	3	
<i>Xylopia calophylla</i> R.E.Fr.*	TF	4	4			G.Pereira-Silva 16350
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	TF	4	4	3	3	
<i>Xylopia multiflora</i> R.E.Fr.	TF	6	6	1	1	M. F.Simon 2624
<i>Xylopia neglecta</i> (Kuntze) R.E.Fr.	CP/TF/VZ	195	195	161	135	
<i>Xylopia</i> sp.*	TF	1	1			M. B. Medeiros 618
<i>Xylopia</i> sp.1	CP/VZ		2	1	1	
<i>Xylopia</i> sp.3	CP/VZ	3	3	1		G.Pereira-Silva 15543
<i>Xylopia</i> sp.4	TF	1	1	1	1	
<i>Xylopia</i> sp.5	TF		1			M. B. Medeiros 616
<i>Xylopia</i> sp.6	TF				1	
<b>APOCYNACEAE</b>						
<i>Aspidosperma araracanga</i> Marc.- Ferr.	CP/VZ	1	2	1	1	M. B. Medeiros 434
<i>Aspidosperma discolor</i> A.DC.*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 442
<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	CP/TF	11	11	6	5	M. B. Medeiros 150
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	TF	3	2	2	1	M. B. Medeiros 167
<i>Aspidosperma</i> sp.	TF/VZ	7	1	4	1	M. B. Medeiros 98
<i>Aspidosperma</i> sp.1	TF		1			M. B. Medeiros 270
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	TF	2	1	1	1	M. F. Simon 1185
<i>Aspidosperma vargasii</i> A.DC.	TF/VZ			1	2	
<i>Couma guianensis</i> Aubl.	TF	3	2	2	2	M. F. Simon 1418
<i>Couma macrocarpa</i> Barb.Rodr.	TF		2	2	2	M. B. Medeiros 501
<i>Couma</i> sp.	CP		2	2	2	M. B. Medeiros 38
<i>Couma utilis</i> (Mart.) Müll.Arg.	TF	7	6	2	2	M. B. Medeiros 502
<i>Geissospermum argenteum</i> Woodson	TF	1	1	1	1	
<i>Himatanthus sucuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	CP/TF/VZ	16	15	13	10	G. Pereira-Silva 14991
<i>Lacmellea</i> sp.	CP/TF	113	111	108	102	M. B. Medeiros 620
<i>Parahancornia fasciculata</i> (Poir.) Benoist	VZ	1	1	1	1	N. A. Perigolo 163

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Parahancornia krukovii</i> Monachino	CP	4	5	5	5	
<i>Rauvolfia sprucei</i> Müll.Arg.	TF	2	2	2	2	A. A. Santos 3488
<i>Tabernaemontana</i> sp.	TF	3	4	1	1	N. A. Perigolo 252
<i>Tabernaemontana</i> sp.1	TF/VZ	2	1	1	1	M. B. Medeiros 280
<i>Tabernaemontana undulata</i> Vahl	VZ	2	3	1	1	
<b>AQUIFOLIACEAE</b>						
<i>Ilex</i> sp.	CP	1	1	1	1	
<i>Ilex</i> sp.1	CP	2	3	1	1	M. B. Medeiros 228
<b>ARALIACEAE</b>						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>et al.</i>	CP/TF/VZ	3	3	1	1	G. Pereira-Silva 15728
<b>ARECACEAE</b>						
<i>Astrocaryum aculeatum</i> G.Mey.	TF/VZ	11	8	5	4	E. A. Santos 83
<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	TF	4	4	4	4	E. A. Santos 43
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	TF/VZ	76	75	41	33	
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	TF	8	8	8	9	A. O. Scariot 171
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	TF/VZ	43	42	26	11	A. O. Scariot 178
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	TF/VZ	178	156	132	113	E. A. Santos 49
<i>Bactris concinna</i> Mart.	VZ	2	11	2	2	E. A. Santos 41
<i>Bactris elegans</i> Barb.Rodr.*	VZ	5	4			M. F. Simon 152
<i>Bactris maraja</i> Mart.	TF	4	3	5	3	E. A. Santos 75
<i>Bactris riparia</i> Mart.	VZ		9			E. A. Santos 54
<i>Bactris</i> sp.	TF	1	2	2	1	
<i>Bactris</i> sp.1	TF	6	2	3	2	
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	VZ		1			
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	CP/TF/VZ	445	430	389	353	G. Pereira-Silva 15703
<i>Geonoma maxima</i> subsp. <i>chelidonura</i> (Spruce) Henderson	TF	1	1	1		N. A. Perigolo 259
<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	TF	1	1	1	1	M. F. Simon 1832
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	CP	14	14	14	14	N. A. Perigolo 183
<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	CP	8	8	10	10	G. Pereira-Silva 15506
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	CP/TF/VZ	14	11	9	8	G. Pereira-Silva 15669
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	CP/TF	149	149	97	108	G. Pereira-Silva 15880
<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	TF			1	1	E. A. Santos 83
Arecaceae sp.	TF				2	
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.*	TF/VZ	19	19			M. F. Simon 1081
<b>ASTERACEAE</b>						
<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	VZ				1	G. Pereira-Silva 15102
<b>BIGNONIACEAE</b>						
<i>Arrabidaea egensis</i> Bureau & K.Schum.	TF			1	1	
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos*	VZ	8	8			M. B. Medeiros 518
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose*	VZ	3	3			M. F. Simon 1555
<i>Handroanthus</i> sp.	TF	2	2	1	1	M. B. Medeiros 264
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	TF	4	6	4	5	G. Pereira-Silva 16300

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Jacaranda</i> sp.	TF	2	3	2	2	M. B. Medeiros 678
<i>Jacaranda</i> sp.1*	TF	5	6			M. B. Medeiros 390
<b>BIXACEAE</b>						
<i>Bixa arborea</i> Huber	TF	3	2	2	22	G. Pereira-Silva 15898
<i>Cochlospermum regium</i> (Mart. ex Schrank) Pilg.*	VZ	2	2			G. Pereira-Silva 13515
<b>BORAGINACEAE</b>						
<i>Cordia goeldiana</i> Huber*	VZ	1	1			G. Pereira-Silva 16324
<i>Cordia naidophila</i> I.M.Johnst.	TF/VZ	3	3	2	3	M. F. Simon 1894
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	CP/TF/VZ	18	14	9	10	G. Pereira-Silva 16305
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	TF	1				G. Pereira-Silva 14532
<i>Cordia</i> sp.	TF	1			1	
<i>Cordia</i> sp.1	TF/VZ	9	5	4	4	M. F. Simon 1830
<i>Cordia</i> sp.2	TF/VZ	15	15	13	13	M. B. Medeiros 81
<i>Cordia</i> sp.3	TF			1	1	
<b>BURSERACEAE</b>						
Burseraceae sp.	TF				1	
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly	CP/TF/VZ	93	93	69	65	G. Pereira-Silva 16080
<i>Protium apiculatum</i> Swart	TF/VZ	62	40	29	27	M. F. Simon 2626
<i>Protium calanense</i> Cuatrec.	TF	37	39	23	23	M. F. Simon 2634
<i>Protium carnosum</i> A.CP.Sm.	TF	7	8	3	3	G. Pereira-Silva 14515
<i>Protium cf.rubrum</i> Cuatrec.	TF	6	4	4	3	
<i>Protium crenatum</i> Sandwith*	TF/VZ	5	1			M. F. Simon 2031
<i>Protium divaricatum</i> Engl.	TF	32	37	9	9	G. Pereira-Silva 16530
<i>Protium ferrugineum</i> (Engl.) Engl.	TF	2	1	2	2	M. F. Simon 1474
<i>Protium gallosum</i> Daly	TF/VZ	3	3	2	2	M. F. Simon 1766
<i>Protium hebetatum</i> Daly	TF/VZ	11	13	9	9	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	CP/TF/VZ	19	8	6	6	
<i>Protium laxiflorum</i> Engl.	TF	2				
<i>Protium neglectum</i> Swart	TF	4	3	3	3	N. A. Perigolo 293
<i>Protium opacum</i> Swart	TF	9				G. Pereira-Silva 16365
<i>Protium paniculatum</i> Engl.	TF	80	80	74	72	G. Pereira-Silva 15781
<i>Protium pilosissimum</i> Engl.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 661
<i>Protium robustum</i> (Swart) D.M.Porter	TF/VZ	6	6	6	5	G. Pereira-Silva 15912
<i>Protium</i> sp.	VZ	1	1	1	3	M. B. Medeiros 275
<i>Protium</i> sp.1	TF				1	
<i>Protium</i> sp.2	TF/VZ	3	1	1	1	M. B. Medeiros 344
<i>Protium</i> sp.3*	TF	1				
<i>Protium</i> sp.4	TF				1	
<i>Protium</i> sp.5*	TF	1				
<i>Protium</i> sp.6	CP				1	
<i>Protium</i> sp.7	TF				1	
<i>Protium</i> sp.8	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 668

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Protium</i> sp.9	VZ	1	3	3	3	
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	TF	15	15	11	11	G. Pereira-Silva 16016
<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	TF		1	1	1	M. B. Medeiros 728
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	TF	1	1	1	1	M. F. Simon 3158
<i>Protium trifoliolatum</i> Engl.	TF	2	2	2	2	G. Pereira-Silva 16516
<i>Protium unifoliolatum</i> Engl.	CP/TF/VZ	3	3	2	3	G. Pereira-Silva 16532
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	TF/VZ	48	48	29	26	M. B. Medeiros 88
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	TF/VZ	96	80	41	43	G. Pereira-Silva 16525
<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.*	CP	1	1			G. Pereira-Silva 15084
<i>Trattinnickia glaziovii</i> Swart	CP/TF	38	33	11	12	M. F. Simon 1428
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	TF	1	1	1		M. F. Simon 1487
<b>CALOPHYLLACEAE</b>						
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	CP/TF	53	53	59	79	M. B. Medeiros 35
<i>Caraipa</i> sp.	TF	1	1	1	1	A. A. Santos 3653
<b>CANNABACEAE</b>						
<i>Celtis schippii</i> Standl.	VZ	2	2	1	1	M. B. Medeiros 342
<i>Celtis</i> sp.*	VZ	3	3			M. F. Simon 2026
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	TF				2	
<b>CAPPARACEAE</b>						
<i>Capparaceae</i> sp.*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 190
<i>Capparaceae</i> sp.1	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 410
<i>Capparaceae</i> sp.2*	TF	1	1			M. B. Medeiros 492
<i>Capparis</i>	TF			1	1	
<i>Neocalyptrocalyx grandipetala</i> (Maguire & Steyererm.) Cornejo & Iltis	TF/VZ	4	4	3	3	
<b>CARICACEAE</b>						
<i>Carica</i> sp.	TF	1	1		1	
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	VZ	5	4	1		N. A. Perigolo 192
<b>CARYOCARACEAE</b>						
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	TF	13	10	9	10	M. F. Simon 1685
<i>Caryocar</i> sp.	CP	1	1	1		M. B. Medeiros 236
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	TF	5	4	4	4	G. Pereira-Silva 14035
<b>CELASTRACEAE</b>						
<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.CP.Sm.	TF	3	3	3	3	M. B. Medeiros 139
<i>Cheiloclinium</i> sp.	TF	2	1	1	1	
<i>Maytenus</i> sp.	TF				1	
<i>Salacia</i> sp.	TF	5	5	4	4	M. B. Medeiros 363
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>						
<i>Chrysobalanaceae</i> sp.	CP		1	1		
<i>Chrysobalanaceae</i> sp.1	TF	1	1	1	1	
<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	TF	16	14	15	15	M. F. Simon 1750
<i>Couepia cf. canomensis</i> (Mart.) Benth. ex Hook.f.	TF	9	9	5	4	

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Couepia chrysocalyx</i> (Poepp. & Endl.) Benth. ex Hook. f.	TF/VZ	15	14	10	10	
<i>Couepia</i> sp.	TF/VZ	2	2	2	3	
<i>Couepia</i> sp.2	TF	2				
<i>Couepia</i> sp.4	TF	2	2	2	2	
<i>Couepia ulei</i> Pilg.	TF/VZ	11	10	5	5	
<i>Couepia williamsii</i> J.F.Macbr.	VZ	1	1	1	1	G. Pereira-Silva 15913
<i>Hirtella</i> sp.1	TF				1	
<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	CP/TF	18	19	13	11	G. Pereira-Silva 15913
<i>Hirtella burchellii</i> Britton	TF	4		2		G. Pereira-Silva 16373
<i>Hirtella duckei</i> Huber	CP/TF	8	8	8	9	G. Pereira-Silva 15915
<i>Hirtella excelsa</i> Standl. ex Prance	TF/VZ	33	31	26	26	G. Pereira-Silva 15914
<i>Hirtella hispidula</i> Miq.	CP		1			
<i>Hirtella pilosissima</i> Mart. & Zucc.	TF/VZ	4	3	2	2	G. Pereira-Silva 15209
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	TF/VZ	2	3		1	
<i>Hirtella racemosavar. hexandra</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Prance	CP/TF/VZ	18	16	3	3	M. F. Simon 1847
<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>racemosa</i> Lam.	TF/VZ	27	21	8	6	G. Pereira-Silva 15911
<i>Hirtella rodriguesii</i> Prance	TF/VZ	8	4	6	4	
<i>Hirtella</i> sp.*	VZ	1	1			
<i>Hirtella</i> sp.7	TF		1			
<i>Hirtella</i> sp.8	TF			1	1	
<i>Hirtella</i> sp.9	TF	1				
<i>Hirtella triandra</i> Sw.*	VZ	7	7			G. Perira-Silva 15924
<i>Licania</i> aff. <i>hirsuta</i> Prance	TF	1	1	1	1	
<i>Licania apetala</i> (E.Mey.) Fritsch	CP/TF	5	5	2	2	M. F. Simon 2076
<i>Licania caudata</i> Prance	CP/TF	39	41	14	11	G. Pereira-Silva 15937
<i>Licania</i> cf. <i>conferruminata</i> Prance	TF	5	5	4	4	M. B. Medeiros 320
<i>Licania egleri</i> Prance	TF	3	3	4	4	M. B. Medeiros 716
<i>Licania gracilipes</i> Taub.	TF	7	7	4	4	M. B. Medeiros 523
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	TF	4	4	2	1	G. Pereira-Silva 16347
<i>Licania lata</i> J.F.Macbr.	TF/VZ	12	13	13	12	
<i>Licania latifolia</i> Benth. ex Hook.f.	TF	25	24	19	19	G. Pereira-Silva 16417
<i>Licania laxiflora</i> Fritsch	TF	1	1	1	1	
<i>Licania longistyla</i> (Hook.f.) Fritsch	TF	5	3	4	4	
<i>Licania micrantha</i> Miq.	CP/TF	39	38	7	7	M. F. Simon 1750
<i>Licania niloi</i> Prance	TF/VZ	7	5	2	2	
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	CP/TF/VZ	85	86	74	77	M. F. Simon 2076
<i>Licania pallida</i> Spruce ex Sagot	VZ	3	3	1		A. A. Santos 3375
<i>Licania polita</i> Spruce ex Hook.f.	CP/TF/VZ	92	88	80	77	M. F. Simon 2070
<i>Licania prismatocarpa</i> Spruce ex Hook.f.	TF	5	5	6	6	M. B. Medeiros 258
<i>Licania rodriguesii</i> Prance	TF	2	2	1	1	M. B. Medeiros 689
<i>Licania sclerophylla</i> (Hook.f.) Fritsch	CP	8	7	5	5	G. Pereira-Silva 15751

<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Licania</i> sp.1	TF	18	21	11	10	M. B. Medeiros 716
<i>Licania</i> sp.2	CP				1	
<i>Licania</i> sp.6	TF	1	1	1	1	
<i>Licania</i> sp.9	TF	1	1	1	1	
<i>Licania</i> sp.11	TF	3	3	3	3	
<i>Licania</i> sp.12	TF	5	4	4	4	
<i>Parinari parvifolia</i> Sandwith	CP			1	1	
<i>Parinari</i> sp.	CP/VZ	24	26	26	28	M. B. Medeiros 468
<i>Parinari</i> sp.1	TF/VZ	8	8	8	8	M. B. Medeiros 300
<i>Parinari</i> sp.2	TF				1	
<b>CLUSIACEAE</b>						
<i>Clusia</i> sp.	CP	129	129	29	22	M. B. Medeiros 28
<i>Dystovomita brasiliensis</i> D'Arcy	CP/TF/VZ	6	5	4	3	M. B. Medeiros 13
<i>Dystovomita</i> sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 627
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	CP/TF/VZ	89	90	63	65	M. B. Medeiros 282
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	TF/VZ	8	7	3	4	M. B. Medeiros 514
<i>Moronobea coccinea</i> Aubl.	TF	1		1	1	G. Pereira-Silva 15790
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	TF/VZ	12	9	6	6	G. Pereira-Silva 16336
<i>Tovomita</i> cf. <i>grata</i> Sandwith	TF	1	1	2	2	M. B. Medeiros 407
<i>Tovomita choisyana</i> Planch. & Triana*	TF	1	1			M. B. Medeiros 388
<i>Tovomita gracilipes</i> Planch. & Triana	CP	2	2	1	1	M. B. Medeiros 47
<i>Tovomita</i> sp.	CP	3	3	2	2	M. B. Medeiros 454
<i>Tovomita</i> sp.1	CP/TF/VZ	9	9	6	4	
<b>COMBRETACEAE</b>						
<i>Buchenavia congesta</i> Ducke	TF	1	1	1	1	G. Pereira-Silva 15085
<i>Buchenavia guianensis</i> (Aubl.) Alwan & Stace	CP/TF	2	2	2	1	M. F. Simon 1853
<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	TF	4	3	2	2	M. B. Medeiros 360
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	CP/TF	7	7	5	5	N. A. Perigolo 254
Combretaceae sp.	TF	2	1	1	1	M. B. Medeiros 358
<i>Terminalia</i> sp.	TF/VZ	12	10	2	1	M. B. Medeiros 418
<b>CONNARACEAE</b>						
Connaraceae sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 409
Connaraceae sp.1	VZ	3	2	1		M. B. Medeiros 416
<i>Connarus perrottetii</i> (DC.) Planch.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 663
<i>Connarus</i> sp.	VZ	1	1	1	1	M. B. Medeiros 534
<i>Rourea cuspidata</i> Benth. ex Baker	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 177
<b>DICHAPETALACEAE</b>						
<i>Tapura amazonica</i> Poepp. & Endl.	TF/VZ	4	3	3	3	M. F. Simon 1465
<b>EBENACEAE</b>						
<i>Diospyros bullata</i> A.CP.Sm.	TF	1				
<i>Diospyros capreifolia</i> Mart. ex Hiern	TF/VZ	11	10	4	4	M. B. Medeiros 159
<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke	VZ		1			M. F. Simon 2072

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Diospyros</i> sp.	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 243
<i>Diospyros</i> sp.1*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 504
<i>Diospyros vestita</i> Benoist	TF	4	4	4	4	M. B. Medeiros 369
<b>ELAEOCARPACEAE</b>						
<i>Muntingia calabura</i> L.	TF/VZ			44	130	G. Pereira-Silva 14103
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	CP	20	20	21	21	M. B. Medeiros 337
<i>Sloanea pubescens</i> Benth.	TF/VZ	7	6	6	5	M. B. Medeiros 278
<i>Sloanea rufa</i> Planch. ex Benth.*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 420
<i>Sloanea</i> sp.	CP/TF	4	4	4	3	
<i>Sloanea</i> sp.1	CP	1	2	1	1	M. B. Medeiros 475
<i>Sloanea</i> sp.2	TF	1	1	1	1	
<i>Sloanea</i> sp.3	CP				1	
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>						
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	CP/TF	12	12	12	11	M. B. Medeiros 288
<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	TF	1	1	1	1	N. A. Perigolo 275
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	CP/TF	3	2	2	1	G. Pereira-Silva 15743
<i>Erythroxylum</i> sp.	TF/VZ	2	2	2	1	M. B. Medeiros 411
<i>Erythroxylum</i> sp.1*	CP	2	2			M. B. Medeiros 446
<i>Erythroxylum</i> sp.2	CP		1	1	1	
<i>Erythroxylum</i> sp.3	TF				1	
<b>EUPHORBIACEAE</b>						
<i>Alchornea</i> sp.	CP			1	1	
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	CP/TF/VZ	5	5	5	13	G. Pereira-Silva 16105
<i>Alchorneopsis floribunda</i> (Benth.) Müll.Arg.	TF	1	3	3	3	M. B. Medeiros 478
<i>Anomalocalyx</i> sp.	TF	1				
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	TF	3	3	2	1	G. Pereira-Silva 16526
<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.	TF	6	5	2	2	M. F. Simon 1719
<i>Croton</i> sp.	TF				3	
<i>Croton lanjouwensis</i> Jabl.	CP				2	
<i>Croton matourensis</i> Aubl.	CP/TF/VZ	32	28	10	9	G. Pereira-Silva 15957
<i>Croton urucurana</i> Baill.*	VZ	3	3			M. P. N. Pereira - RON 264
<i>Dodecastigma amazonicum</i> Ducke	TF/VZ	28	30	29	28	G. Pereira-Silva 16140
<i>Euphorbiaceae</i> sp.	TF	1				
<i>Euphorbiaceae</i> sp.1*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 437
<i>Euphorbiaceae</i> sp.2	VZ	2	2	2	2	
<i>Euphorbiaceae</i> sp.3	CP				1	
<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	TF/VZ	8	7	7	7	M. B. Medeiros 285
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	CP/TF/VZ	80	78	39	41	G. Pereira-Silva 15695
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	CP/TF/VZ	29	26	23	21	G. Pereira-Silva 16042
<i>Hura crepitans</i> L.*	VZ	23	22			B. M. Gomes 534
<i>Mabea angularis</i> Hollander	TF/VZ	41	41	42	39	M. B. Medeiros 141

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Mabea</i> sp.	TF/VZ	2	2	2	3	
<i>Mabea speciosa</i> Müll. Arg.	TF/VZ	23	20	19	18	G. Pereira-Silva 15642
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	TF	3	2	1		W. L. Oliveira 05
<i>Micrandra siphonioides</i> Benth.	CP				1	
<i>Nealchornea</i> sp.	TF	1				
<i>Nealchornea yapurensis</i> Huber	TF	1				A. A. Santos 3637
<i>Pausandra</i> sp.	TF	3	3	4	4	M. F. Simon 1891
<i>Pausandra</i> sp.1	VZ	1	1	1	1	
<i>Rhodothyrus macrophyllus</i> (Ducke)	TF/VZ	80	77	77	75	G. Pereira-Silva 16140
Esser						
<i>Sandwithia guyanensis</i> Lanj.	TF			2	2	
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	TF/VZ	34	34	12	10	G. Pereira-Silva 15135
<b>FABACEAE</b>						
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	TF/VZ	15	13	5	5	M. F. Simon 1651
<i>Abarema piresii</i> Barneby & J.W.Grimes	TF	3	3	1	1	M. B. Medeiros 171
<i>Abarema</i> sp.	CP		1	1	1	
<i>Abarema</i> sp.1	TF	5	5	1	1	M. B. Medeiros 385
<i>Albizia duckeana</i> L.Rico	TF	5	4	4	4	M. B. Medeiros 477
<i>Amphiodon effusus</i> Huber	TF/VZ	7	9	9	9	M. B. Medeiros 339
<i>Andira parviflora</i> Ducke	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 483
<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Pulle	TF/VZ	6	6	2	2	G. Pereira-Silva 16315
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	TF/VZ	2	2	2	2	G. Pereira-Silva 15220
<i>Bauhinia acreana</i> Harms	VZ	1	1	1	1	
<i>Bauhinia</i> sp.*	VZ	6	6			M. B. Medeiros 488
<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex. Benth.	TF	7	5	3	1	G. Pereira-Silva 14536
<i>Calliandra</i> sp.	TF	5	5	5	5	G. Pereira-Silva 16330
<i>Calliandra surinamensis</i> Benth.	TF/VZ	7	8	10	8	M. B. Medeiros 73
<i>Campsiandra</i> sp.*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 425
<i>Cassia swartzioides</i> Ducke	CP/TF/VZ	11	13	13	13	N. A. Perigolo 240
<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	TF				1	
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	TF/VZ	26	19	15	15	G. Pereira-Silva 16207
<i>Crudia tomentosa</i> (Aubl.) J.F.Macbr.*	VZ	9	9			M. B. Medeiros 222
<i>Cynometra bauhiniifolia</i> Benth.*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 196
<i>Cynometra longicuspis</i> Ducke	TF/VZ	34	38	38	37	G. Pereira-Silva 16224
<i>Cynometra</i> sp.	TF				1	
<i>Cynometra spruceana</i> Benth.*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 59
<i>Dalbergia spruceana</i> Benth.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 355
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	TF/VZ	12	11	11	11	M. F. Simon 1497
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	TF/VZ	30	29	13	11	M. B. Medeiros 334
<i>Diploptropis triloba</i> Gleason	CP/TF/VZ	7	8	2	2	G. Pereira-Silva 16374
<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	TF/VZ	19	18	8	7	M. F. Simon 1541
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	TF/VZ	14	13	5	4	Equipe Resgate UNIR 329

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	TF/VZ	4	2	2	2	M. B. Medeiros 636
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	TF	14	11	11	12	G. Pereira-Silva 16490
<i>Enterolobium</i> sp.	CP/VZ				3	
Fabaceae sp.2	TF	1	1	1	1	
<i>Hymenaea reticulata</i> Ducke	TF/VZ	11	10	8	6	G. Pereira-Silva 16403
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	TF/VZ	3	3	2	2	
<i>Hymenolobium heterocarpum</i> Ducke*	TF	2	2			M. B. Medeiros 525
<i>Hymenolobium nitidum</i> Benth.*	TF	2	2			M. B. Medeiros 525
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	CP/TF	10	9	4	4	M. B. Medeiros 260
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	TF	10	8	7	7	A. A. Santos 3413
<i>Inga bicoloriflora</i> Ducke	TF/VZ	5	5	6	5	M. B. Medeiros 61
<i>Inga capitata</i> Desv.	CP/TF/VZ	34	31	20	22	M. F. Simon 1895
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	CP/TF/VZ	5	5	2	1	B. M. Gomes 526
<i>Inga chrysantha</i> Ducke*	VZ	3	4			M. B. Medeiros 528
<i>Inga cordatoalata</i> Ducke	TF/VZ	3	3	2	2	M. B. Medeiros 283
<i>Inga edulis</i> Mart.	CP/TF/VZ	16	16	9	8	M. F. Simon 2068
<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	CP/TF	10	13	8	9	M. B. Medeiros 529
<i>Inga grandiflora</i> Ducke	TF	2	3	1	1	M. B. Medeiros 529
<i>Inga huberi</i> Ducke	TF	1	1			M. B. Medeiros 657
<i>Inga lateriflora</i> Miq.	CP/TF/VZ	12	10	5	6	M. B. Medeiros 224
<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	TF	4	3	3	3	M. B. Medeiros 669
<i>Inga longiflora</i> Spruce ex Benth.	TF/VZ	14	13	3	2	I. L. P. Lima 06
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	TF/VZ	4	6	2	2	M. F. Simon 1581
<i>Inga melinonis</i> Sagot*	TF	2	2			M. B. Medeiros 389
<i>Inga obidensis</i> Ducke*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 531
<i>Inga paraensis</i> Ducke	CP/TF/VZ	19	18	12	10	A. A. Santos 3401
<i>Inga pezizifera</i> Benth.	TF	1	1	1		M. B. Medeiros 681
<i>Inga</i> sp.	VZ				1	
<i>Inga</i> sp.1	VZ	3	3	3	3	M. B. Medeiros 60
<i>Inga</i> sp.2*	VZ	2	2			
<i>Inga</i> sp.3	CP/VZ				5	
<i>Inga</i> sp.4	TF	1	1	1		M. B. Medeiros 326
<i>Inga</i> sp.5	VZ				1	
<i>Inga</i> sp.6	TF	2				M. B. Medeiros 118
<i>Inga</i> sp.7	TF	2				
<i>Inga</i> sp.8	VZ	3	2	1		M. B. Medeiros 191
<i>Inga</i> sp.9	TF				2	
<i>Inga</i> sp.10	TF	1	1	1		M. B. Medeiros 656
<i>Inga</i> sp.11*	TF	1	1			M. B. Medeiros 237
<i>Inga</i> sp.12*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 431
<i>Inga</i> sp.13	TF/VZ	12	6	1	1	M. B. Medeiros 254
<i>Inga</i> sp.14	TF		1	1	1	M. B. Medeiros 268
<i>Inga</i> sp.15	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 295

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Inga</i> sp.16	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 231
<i>Inga</i> sp.17	TF	1				
<i>Inga stipularis</i> DC.	CP/TF	18	12	16	14	G. Pereira-Silva 16155
<i>Inga suberosa</i> T.D.Penn.*	TF/VZ	2	1			M. B. Medeiros 534
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	CP/VZ	1	1	1	1	G. Pereira-Silva 16122
<i>Inga ulei</i> Harms	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 467
<i>Machaerium</i> sp.	TF	1	1	1	1	
<i>Machaerium</i> sp.1	VZ	1	1	1	1	
<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	TF/VZ	6	6	3	3	M. F. Simon 1633
<i>Macrosamanea pubiramea</i> (Steud.) Barneby & J.W.Grimes	CP		1			
<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason	TF/VZ	8	8	1	1	A. A. Santos 3613
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms*	VZ	5	5			G. Pereira-Silva 15941
<i>Ormosia flava</i> (Ducke) Rudd	VZ	1	2	1	1	M. F. Simon 1492
<i>Ormosia grossa</i> Rudd	TF/VZ	9	9	4	3	M. F. Simon 1824
<i>Ormosia macrocalyx</i> Ducke	TF	4	3	2	2	M. B. Medeiros 376
<i>Ormosia paraensis</i> Ducke	TF	20	15	19	13	M. F. Simon 1824
<i>Parkia decussata</i> Ducke	TF	6	5	3	3	M. F. Simon 1753
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	TF/VZ	11	9	9	8	G. Pereira-Silva 16428
<i>Parkia nitida</i> Miq.	TF	10	8	8	8	G. Pereira-Silva 16342
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	CP/TF/VZ	8	7	5	3	A. A. Santos 3604
<i>Parkia</i> sp.	TF	1	1	1	1	
<i>Peltogyne excelsa</i> Ducke	CP/TF				5	
<i>Peltogyne heterophylla</i> M.F.Silva	TF/VZ	132	100	103	87	M. F. Simon 1755
<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	TF	1	1	1	1	M. F. Simon 1442
<i>Peltogyne</i> sp.1	TF				1	M. B. Medeiros 737
<i>Peltogyne</i> sp.2	TF	1	1	1	1	N. A. Perigolo 288
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	TF/VZ	3	3	2	2	M. F. Simon 1590
<i>Poepigia procera</i> CP.Presl	VZ	12	9	2		
<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	TF	7	6	5	5	M. F. Simon 1245
<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	CP/TF/VZ	16	16	12	14	A. Amaral-Santos 3422
<i>Recoroxylon speciosum</i> (Benoist) Gazel ex Barneby	TF	29	22	27	21	A. A. Santos 3619
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	VZ	19	28	2	7	G. Pereira-Silva 16325
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	VZ	11	10	1		G. Pereira-Silva 15172
<i>Stryphnodendron duckeanum</i> Occhioni	TF	17	19	22	22	M. F. Simon 1606
<i>Stryphnodendron foreroi</i> E.M.O.Martins*	VZ	1	1			M. F. Simon 2454
<i>Stryphnodendron</i> <i>occhionianum</i> E.M.O.Martins	TF	7	7	2	1	M. B. Medeiros 152
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	TF/VZ	4	4		4	G. Pereira-Silva 16293
<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier	TF/VZ	2	1	1	1	A. A. Santos 3480
<i>Swartzia cuspidata</i> Spruce ex Benth.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 652

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Swartzia lamellata</i> Ducke	TF/VZ	9	9	9	9	M. B. Medeiros 343
<i>Swartzia schomburgkii</i> Benth.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 321
<i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng.	VZ	4	4	3	3	G. Pereira-Silva 15041
<i>Swartzia</i> sp.1	TF	2		1	1	G. Pereira-Silva 15612
<i>Swartzia</i> sp.2	TF				4	
<i>Swartzia</i> sp.3	TF		3	3	3	
<i>Swartzia</i> sp.4	TF	1				
<i>Tachigali glauca</i> Tul.	TF	17	11	11	9	A. A. Santos 3538
<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	CP/TF/VZ	223	229	204	180	A. A. Santos 3538
<i>Tachigali micropetala</i> (Ducke) Zarucchi & Pipoly	CP/TF/VZ	118	114	51	49	M. F. Simon 1171
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	TF/VZ			4	5	
<i>Tachigali prancei</i> (H.S.Irwin & Arroyo) L.G.Silva & H.CP.Lima	CP/TF/VZ	57	53	27	38	G. Pereira-Silva 16057
<i>Tachigali setifera</i> (Ducke) Zarucchi & Herend.	TF	13	13	11	11	M. F. Simon 1275
<i>Tachigali</i> sp.1	CP/TF				4	
<i>Tachigali</i> sp.6	CP/TF	4	2	1		M. B. Medeiros 729
<i>Tachigali venusta</i> Dwyer	TF/VZ	3	2	1	1	M. B. Medeiros 68
<i>Trischidium</i> sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 352
<i>Vatairea fusca</i> (Ducke) Ducke	CP/TF/VZ	35	28	15	12	G. Pereira-Silva 16302
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	TF	1	1	1	1	G. Pereira-Silva 16374
<i>Vatairea sericea</i> (Ducke) Ducke	CP/TF/VZ	47	48	50	49	G. Pereira-Silva 16374
<i>Vatairea</i> sp.	TF				1	
<i>Zygia cataractae</i> (Kunth) L.Rico	TF	13	12	11	10	M. B. Medeiros 160
<i>Zygia juruana</i> L.Rico*	VZ	21	17			N. A. Perigolo 197
<i>Zygia racemosa</i> Barneby & J.W.Grimes	TF	10	10	10	10	G. Pereira-Silva 16330
<i>Zygia</i> sp.	TF	3	3	3	3	N. A. Perigolo 300
<i>Zygia</i> sp.1	VZ	1		1		
<i>Zygia</i> sp.2*	TF	10	14			M. B. Medeiros 619
<b>FLACOURTIACEAE</b>						
Flacourtiaceae sp.*	TF	1				
<b>GENTIANACEAE</b>						
<i>Coutoubea</i> sp.	VZ	1		1		
<i>Potalia amara</i> Aubl.	CP/TF	4	4	2	2	G. Pereira-Silva 16067
<b>GOUPIACEAE</b>						
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	CP/TF	44	48	31	35	A. A. Santos 3646
<b>HUMIRIACEAE</b>						
<i>Duckesia verrucosa</i> (Ducke) Cuatrec.	TF	11	10	10	10	G. Pereira-Silva 16041
<i>Endopleura</i> sp.	CP/TF	4	4	3	2	M. B. Medeiros 444
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) J.St.- Hil.	CP/TF	10	8	7	7	M. F. Simon 1617
<i>Humiriaceae</i> sp.*	CP	1	1			M. B. Medeiros 422
<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	TF	35	34	23	23	G. Pereira-Silva 16029
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	TF	54	53	39	39	M. F. Simon 2076

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Schistostemon</i> sp.	CP	3	3	4	4	M. B. Medeiros 29
<i>Vantanea micrantha</i> Ducke	TF	1				M. B. Medeiros 608
<i>Vantanea</i> sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 368
<b>HYPERICACEAE</b>						
<i>Vismia cauliflora</i> A.CP.Sm.*	CP	1	1			M. B. Medeiros 209
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	CP/TF/VZ	4	3	1	2	G. Pereira-Silva 15016
<i>Vismia</i> cf. <i>gracilis</i> Hieron.	TF	2	2	3		I. L. P. Lima 07
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	CP/TF/VZ	24	31	32	86	M. F. Simon 1911
<i>Vismia sandwithii</i> Ewan	CP/TF/VZ	5	4	1	11	G. Pereira-Silva 15018
<i>Vismia</i> sp.1	TF				4	
<b>LACISTEMATACEAE</b>						
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	CP/TF/VZ	32	31	15	12	M. F. Simon 1920
<i>Lacistema grandifolium</i> Schnizl.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 319
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	CP		2			
<i>Lacistema krukovii</i> Sleumer*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 193
<i>Lacistema</i> sp.	CP		1	1		
<i>Lacistema</i> sp.1*	CP	1	1			M. B. Medeiros 210
<b>LAMIACEAE</b>						
<i>Vitex</i> sp.	TF/VZ	3	3	2	2	M. F. Simon 2047
<i>Vitex triflora</i> Vahl	TF/VZ	3	3	1	1	G. Pereira-Silva 13580
<b>LAURACEAE</b>						
<i>Aniba riparia</i> (Nees) Mez*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 414
<i>Aniba</i> sp.1	CP/TF	1	1	2	2	M. B. Medeiros 115
<i>Aniba</i> sp.2	CP	1	1	1	2	
<i>Aniba taubertiana</i> Mez	TF	7	7	6	4	G. Pereira-Silva 16524
<i>Aniba terminalis</i> Ducke	CP/TF/VZ	7	7	4	4	
<i>Aniba williamsii</i> O.CP.Schmidt	CP/TF	13	13	9	9	G. Pereira-Silva 16160
<i>Endlicheria</i> aff. <i>szyszyłowiczii</i> Mez	TF			1	1	
<i>Endlicheria longicaudata</i> (Ducke) Kosterm.	TF	4	5	5	5	M. B. Medeiros 173
<i>Endlicheria macrophylla</i> (Meisn.) Mez	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 265
<i>Endlicheria</i> sp.1*	TF	1	1			M. B. Medeiros 397
<i>Endlicheria</i> sp.2	TF	1	1			M. B. Medeiros 665
<i>Endlicheria</i> sp.3	TF	2				
Lauraceae sp.	TF	1	1			M. B. Medeiros 633
Lauraceae sp.1	TF	1				
Lauraceae sp.2	TF		1	1		M. B. Medeiros 328
<i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.	TF	25	20	16	16	W. L. Oliveira 02
<i>Licaria</i> sp.	CP	2	2	2	1	
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	CP/TF	38	38	22	21	M. B. Medeiros 392
<i>Mezilaurus</i> sp.*	TF	2	1			M. B. Medeiros 549
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees	TF/VZ	4	4	1	5	G. Pereira-Silva 16245
<i>Ocotea</i> aff. <i>cujumary</i> Mart.	TF	1	2	2	2	M. B. Medeiros 651

<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	TF/VZ	1	1	2	2	G. Pereira-Silva 15578
<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Ocotea cf. tabacifolia</i> (Meisn.) Rohwer	TF	3	3	3	3	M. F. Simon 1504
<i>Ocotea cinerea</i> van der Werff	TF	6	6	5	5	M. B. Medeiros 370
<i>Ocotea cujumary</i> Mart.	TF	2	2	2	2	M. P. M. Pereira 45
<i>Ocotea nigrescens</i> Vicent.	TF	1				
<i>Ocotea pauciflora</i> (Nees) Mez*	TF/VZ	4	3			M. B. Medeiros 379
<i>Ocotea</i> sp.	CP	1	1	1		M. B. Medeiros 205
<i>Ocotea</i> sp.1	CP/TF/VZ	6	6	6	5	M. B. Medeiros 69
<i>Ocotea</i> sp.2	TF	14	12	11	11	M. B. Medeiros 372
<i>Ocotea</i> sp.3	CP/TF	1	1	1	1	
<i>Ocotea</i> sp.4	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 565
<i>Ocotea</i> sp.5	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 564
<i>Ocotea</i> sp.6	TF/VZ	52	43	39	37	M. B. Medeiros 305
<i>Ocotea</i> sp.E	CP	10	9	7	6	M. B. Medeiros 33
<i>Pleurothyrium vasquezii</i> van der Werff*	TF/VZ	2	1			M. F. Simon 2041
<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i> (Nees) Rohwer	VZ			1	1	G.Pereira-Silva 16693
<i>Rhodostemonodaphne sordida</i> Madriñán	TF		1	1	1	
<i>Rhodostemonodaphne</i> sp.	TF	2	1	1	1	M. B. Medeiros 658
<b>LECYTHIDACEAE</b>						
<i>Allantoma decandra</i> (Ducke) S.A.Mori <i>et al.</i>	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 174
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	TF/VZ	18	11	9	9	G. Pereira-Silva 16539
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	TF	3	3	3	3	
<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	CP/TF	7	5	5	4	M. B. Medeiros 471
<i>Cariniana</i> sp.1	CP				1	
<i>Cariniana</i> sp.2	TF/VZ	2	2	1	1	M. B. Medeiros 451
<i>Cariniana</i> sp.3	TF	1				
<i>Couratari cf. tauari</i> O.Berg*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 438
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	TF	1				
<i>Couratari longipedicellata</i> W.A.Rodrigues	TF	2	2	2	2	
<i>Couratari macrosperma</i> A.CP.Sm.	TF	7	6	6	6	M. F. Simon 1352
<i>Couratari</i> sp.	TF				1	
<i>Couratari tauari</i> O.Berg	CP			1	1	
<i>Couratari tenuicarpa</i> A.CP.Sm.	CP/TF	21	21	21	22	M. B. Medeiros 451
<i>Eschweilera albiflora</i> (DC.) Miers	VZ	1	1	1	1	
<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp. ex O.Berg) Miers*	TF/VZ	5	4			
<i>Eschweilera cf. collina</i> Eyma	TF	5	4	4	3	M. B. Medeiros 165
<i>Eschweilera cf. laevicarpa</i> S.A.Mori	TF/VZ	1	2	2	2	M. B. Medeiros 74
<i>Eschweilera cf. romeu-cardosoi</i> S.A.Mori	TF	3	3	3	3	
<i>Eschweilera chartaceifolia</i> S.A.Mori	TF	6	6	6	5	M. B. Medeiros 493
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	CP/TF/VZ	104	80	68	60	M. F. Simon 1675
<i>Eschweilera laevicarpa</i> S.A.Mori	TF/VZ	9	9	9	9	M. F. Simon 1675
<i>Eschweilera ovalifolia</i> (DC.) Nied.	VZ	2	2	1	1	M. B. Medeiros 424

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Eschweilera parvifolia</i> Mart. ex DC.	TF	21	21	22	23	G. Pereira-Silva 15689
<i>Eschweilera pedicellata</i> (Rich.) S.A.Mori	TF/VZ	28	29	28	29	G. Pereira-Silva 15768
<i>Eschweilera pseudodecolorans</i> S.A.Mori	TF	14	16	16	16	M. B. Medeiros 709
<i>Eschweilera</i> sp.	TF	1				
<i>Eschweilera</i> sp.1	TF	3	1	1	1	M. B. Medeiros 374
<i>Eschweilera</i> sp.2	TF/VZ				7	
<i>Eschweilera</i> sp.4	TF		1	1	1	
<i>Eschweilera truncata</i> A.CP.Sm.	TF	5	5	5	5	
<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.	TF/VZ	7	8	1	1	G. Pereira-Silva 14483
<i>Gustavia poeppigiana</i> O.Berg	TF/VZ	84	74	43	42	M. B. Medeiros 74
Lecythidaceae sp.	TF	4		1		
<b>LINACEAE</b>						
<i>Roucheria columbiana</i> Hallier	CP/TF	12	12	6	7	I. L. P. Lima 02
<i>Roucheria</i> sp.	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 41
<b>LOGANIACEAE</b>						
<i>Antonia ovata</i> Pohl	CP	1	1	1	1	M. F. Simon 1003
<b>MALPIGHIACEAE</b>						
<i>Byrsonima crispera</i> A.Juss.	TF/VZ	2	2	2	2	G. Pereira-Silva 16104
<i>Byrsonima duckeana</i> W.R.Anderson	CP				3	
<i>Byrsonima melanocarpa</i> Ducke	CP	2	2	1	1	N. A. Perigolo 164
<i>Byrsonima piresii</i> W.R.Anderson*	TF	1	1			M. F. Simon 2060
<i>Byrsonima poeppigiana</i> A.Juss.	CP	1	1	1	7	G. Pereira-Silva 16104
<i>Byrsonima punctulata</i> A.Juss.	CP	156	159	152	150	M. F. Simon 2060
<i>Byrsonima</i> sp.1	TF	1	1			M. B. Medeiros 42
<i>Byrsonima</i> sp.5	TF	1				M. F. Simon 2060
<i>Byrsonima</i> sp.6	VZ	1	1	1	1	M. B. Medeiros 84
<i>Lophanthera longifolia</i> (Kunth) Griseb.*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 542
<i>Pterandra arborea</i> Ducke	CP	117	117	108	90	N. A. Perigolo 208
<b>MALVACEAE</b>						
<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	TF/VZ	12	9	7	7	M. B. Medeiros 76
<i>Apeiba</i> sp.	VZ				1	
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.*	TF/VZ	2	1			G. Pereira-Silva 16326
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	CP/TF/VZ	5	5	2	3	M. B. Medeiros 496
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A.Robyns	CP/TF/VZ	10	10	9	10	G. Pereira-Silva 16284
<i>Eriotheca longitubulosa</i> A.Robyns*	TF	1	1			M. B. Medeiros 263
<i>Eriotheca</i> sp.	CP/TF	8	10	2	3	M. B. Medeiros 201
<i>Eriotheca</i> sp.1	CP/TF	2	2	1	1	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.*	VZ	4	7			G. Pereira-Silva 15103
<i>Herrania mariae</i> (Mart.) Decne. ex Goudot*	VZ	1	2			M. B. Medeiros 519
<i>Huberodendron swietenoides</i> (Gleason) Ducke	TF	6	5	5	5	G. Pereira-Silva 16180
<i>Luehea</i> sp.	TF	3	4	4	4	M. B. Medeiros 249

<i>Luehea</i> sp.1	CP/TF	8	8	7	9	M. B. Medeiros 473
<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Luehea</i> sp.2	TF	3	2	3	2	M. B. Medeiros 650
<i>Luehea</i> sp.3	CP/TF				3	
<i>Lueheopsis rosea</i> (Ducke) Burret	CP/TF/VZ	45	38	36	32	G. Pereira-Silva 16291
<i>Lueheopsis</i> sp.*	CP	1	1			M. B. Medeiros 472
<i>Pachira nervosa</i> (Uittien) Fern.Alonso	CP/TF/VZ	6	5	2	1	M. B. Medeiros 179
<i>Quararibea cordata</i> (Bonpl.) Vischer*	VZ	8	8			G. Pereira-Silva 15946
<i>Quararibea ochrocalyx</i> (K. Schum.) Vischer	TF/VZ	58	50	15	13	M. F. Simon 1473
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.*	VZ	5	6			G. Pereira-Silva 15946
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	TF/VZ	22	20	10	9	M. B. Medeiros 83
<i>Sterculia frondosa</i> Rich.	TF	7	7	7	7	M. B. Medeiros 301
<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K.Schum.	TF/VZ	15	10	9	9	G. Pereira-Silva 16120
<i>Sterculia</i> sp.	TF/VZ	17	16	5	5	N. A. Perigolo 299
<i>Sterculia</i> sp.1	TF	2	3	3	2	M. B. Medeiros 142
<i>Sterculia</i> sp.2	VZ				1	
<i>Theobroma cacao</i> L.*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 599
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	TF/VZ	11	11	7	6	M. F. Simon 1682
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	TF	10	4	1	1	M. B. Medeiros 600
<i>Theobroma sylvestre</i> Mart.	TF/VZ	4	3	3	3	G. Pereira-Silva 15419
<b>MELASTOMATACEAE</b>						
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	TF	26	28	26	28	G. Pereira-Silva 14076
<i>Bellucia</i> sp.1	TF	1	1	1	1	
<i>Henriettea granulata</i> Berg ex Triana	CP	217	221	183	179	G. Pereira-Silva 16507
<i>Hymenaea reticulata</i> Ducke	TF	1				
<i>Macairea thyrsiflora</i> DC.	CP	5	5	1	1	M. F. Simon 1918
<i>Maieta guianensis</i> Aubl.*	CP	1	2			
<i>Melastomataceae</i> sp.	TF				1	
<i>Melastomataceae</i> sp.1	TF	4	3	3	3	
<i>Meriania urceolata</i> Triana	CP/TF	74	66	5	2	M. F. Simon 1912
<i>Miconia</i> aff. <i>argyrophylla</i> DC.	TF	2	2	4	6	M. B. Medeiros 304
<i>Miconia ampla</i> Triana	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 161
<i>Miconia argyrophylla</i> DC.	CP/TF	12	11	8	4	M. F. Simon 1849
<i>Miconia</i> cf. <i>punctata</i> (Desr.) DC.	TF	1	1	1	1	
<i>Miconia chrysophylla</i> (Rich.) Urb.	TF	3	3	3	2	
<i>Miconia cuspidata</i> Naudin	CP/TF	24	22	14	12	M. F. Simon 1470
<i>Miconia eriocalyx</i> Cogn.	TF	57	51	19	13	
<i>Miconia gratissima</i> Benth. ex Triana*	TF	3	3			N. A. Perigolo 256
<i>Miconia kavanayensis</i> Wurdack	TF	4	4	3	3	G. Pereira-Silva 16385
<i>Miconia lepidota</i> DC.	TF	1				
<i>Miconia phanerostila</i> Pilg.	TF	6	6	6	3	G. Pereira-Silva 16386
<i>Miconia poeppigii</i> Triana*	TF/VZ	3	3			B. M. Gomes 546
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	CP/TF	172	183	12	8	M. F. Simon 1000
<i>Miconia punctata</i> (Desr.) DC.	TF	98	88	28	13	A. A. Santos 3392

<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin	CP/TF	31	32	25	33	N. A. Perigolo 243
<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Miconia rimachii</i> Wurdack	CP/TF	13	10	2	3	G. Pereira-Silva 16383
<i>Miconia</i> sp.	CP	10	9	2	1	M. B. Medeiros 213
<i>Miconia</i> sp.1	TF	3	2	2	2	M. B. Medeiros 266
<i>Miconia</i> sp.2	CP/TF				6	
<i>Miconia</i> sp.3	TF				7	
<i>Miconia</i> sp.4	CP				2	
<i>Miconia</i> sp.5	TF				1	
<i>Miconia</i> sp.6	TF	1				
<i>Miconia</i> sp.7*	TF	3	2			M. B. Medeiros 552
<i>Miconia</i> sp.8	TF				1	
<i>Miconia</i> sp.9	CP/TF	4	4	3	2	
<i>Miconia</i> sp.10	TF	1	2	3	3	
<i>Miconia</i> sp.12	TF	9	8	7	5	
<i>Miconia</i> sp.13	CP/TF	4	4	2	2	M. B. Medeiros 460
<i>Miconia</i> sp.14	CP/TF	2	3	3	3	
<i>Miconia</i> sp.15	TF	11	10	7	6	
<i>Miconia</i> sp.16*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 550
<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D.Don	CP/TF	3	3	1		M. B. Medeiros 470
<i>Miconia traillii</i> Cogn.	TF	3				
<i>Mouriri</i> aff. <i>myrtifolia</i> Spruce ex Triana	TF/VZ	2	2	1	1	G. Pereira-Silva 16348
<i>Mouriri angulicosta</i> Morley	TF	2	1	2	2	
<i>Mouriri apiranga</i> Spruce ex Triana	CP/TF/VZ	23	21	19	15	M. F. Simon 2616
<i>Mouriri duckeana</i> Morley	TF				1	
<i>Mouriri ficoides</i> Morley	TF		2	1	1	
<i>Mouriri nervosa</i> Pilg.*	VZ	2	2			
<i>Mouriri nigra</i> (DC.) Morley*	TF	13	14			G. Pereira-Silva 16355
<i>Mouriri sagotiana</i> Triana	TF	1	1	1	1	M. F. Simon 1747
<i>Mouriri</i> sp.1	TF	1	1	1	1	
<i>Mouriri trunciflora</i> Ducke*	VZ	2	2			G. Pereira-Silva 16682
<i>Tococa bullifera</i> DC.	CP	9	15	1	1	G. Pereira-Silva 15028
<b>MELIACEAE</b>						
<i>Cedrela odorata</i> L.	TF	3	3	3	3	M. F. Simon 1825
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	TF	3	3	2	2	G. Pereira-Silva 15199
<i>Guarea</i> sp.1	VZ	26	29	4	5	M. B. Medeiros 77
<i>Guarea</i> sp.2	TF/VZ	3	3	1	1	M. B. Medeiros 234
<i>Guarea</i> sp.3*	VZ	5	4			M. B. Medeiros 428
<i>Guarea</i> sp.4	TF	1	1	1	1	
<i>Guarea</i> sp.5	CP/TF/VZ	7	7	2	2	M. B. Medeiros 315
<i>Guarea</i> sp.6	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 662
<i>Guarea trunciflora</i> CP.DC.	TF/VZ	12	12	9	9	M. F. Simon 1897
<i>Trichilia</i> aff. <i>schomburgkii</i> CP.DC.	CP/TF	4	5	1	1	M. B. Medeiros 474
<i>Trichilia areolata</i> T.D.Penn.	TF	2	2	2	2	
<i>Trichilia micropetala</i> T.D.Penn.	TF/VZ	35	29	19	15	M. B. Medeiros 97

<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Trichilia pleeana</i> (A.Juss.) CP.DC.*	VZ	1	2			A. A. Santos 3639
<i>Trichilia schomburgkii</i> CP.DC.	TF/VZ	30	27	5	4	M. F. Simon 2035
<i>Trichilia septentrionalis</i> CP.DC.*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 415
<i>Trichilia</i> sp.*	CP	1	1			
<i>Trichilia</i> sp.1	TF	4	2	3	2	M. B. Medeiros 354
<i>Trichilia</i> sp.2	TF		1	1	1	M. B. Medeiros 329
<b>MENISPERMACEAE</b>						
<i>Abuta sandwithiana</i> Krukoff & Barneby	TF	4	1	1	1	M. B. Medeiros 348
<b>MORACEAE</b>						
<i>Batocarpus amazonicus</i> (Ducke) Fosberg	TF/VZ	4	4	1	2	M. B. Medeiros 306
<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	CP/TF/VZ	25	24	24	22	A. A. Santos 3659
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	TF/VZ	40	31	20	20	M. B. Medeiros 221
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) CP.CP.Berg	CP/TF/VZ	61	51	29	27	M. B. Medeiros 123
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	TF	1	1			G. Pereira-Silva 15684
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	CP/TF/VZ	22	24	24	23	M. F. Simon 1065
<i>Brosimum</i> sp.	TF/VZ	4	3	1	1	M. B. Medeiros 357
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken subsp. ovatifolium (Ducke) CP.CP.Berg	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 457
<i>Castilla ulei</i> Warb.	TF/VZ	9	10	5	5	M. B. Medeiros 308
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	TF	1	1	1	1	
<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg	CP/TF/VZ	4	3	1	1	G. Pereira-Silva 16279
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	TF/VZ	8	8	5	5	M. B. Medeiros 178
<i>Ficus duckeana</i> CP.CP.Berg & Ribeiro	VZ	2	2	2	2	
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	TF/VZ	2	2	1	2	M. F. Simon 2037
<i>Ficus greiffiana</i> Dugand	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 511
<i>Ficus insipida</i> Willd.	VZ	1				G. Pereira-Silva 16239
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	TF/VZ	3	2	1	1	M. B. Medeiros 199
<i>Ficus piresiana</i> Vázq.Avila & CP.CP.Berg	CP/TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 466
<i>Ficus</i> sp.	CP/VZ	1	1		2	M. B. Medeiros 512
<i>Ficus</i> sp.1	VZ				2	
<i>Ficus</i> sp.2	TF	1	1	1	1	
<i>Ficus</i> sp.3	CP		1	1	1	
<i>Ficus trigonata</i> L.	VZ	1		1		
<i>Helicostylis</i> sp.	TF				1	
<i>Helicostylis scabra</i> (J.F.Macbr.) CP.CP.Berg	CP/TF/VZ	17	17	9	8	M. F. Simon 1086
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	CP/TF	3	3	1	1	B. M. Gomes 511
<i>Helicostylis turbinata</i> CP.CP.Berg	TF/VZ	6	4	3	3	M. B. Medeiros 299
<i>Maquira calophylla</i> (Poepp. & Endl.) CP.CP.Berg	TF			1	1	
<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) CP.CP.Berg	CP/VZ	20	17	3	1	M. F. Simon 2030
<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	CP/TF/VZ	38	36	27	33	M. B. Medeiros 240

<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) CP.CP.Berg	VZ	1	1	1	1	G. Pereira-Silva 16304
<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Maquira</i> sp.	CP				1	
<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke	CP/TF/VZ	45	37	19	17	I. L. P. Lima 01
<i>Naucleopsis</i> sp.	TF	1	1			M. B. Medeiros 131
<i>Naucleopsis</i> sp.1	TF/VZ	13	10	5	4	G. Pereira-Silva 16357
<i>Naucleopsis</i> sp.2*	TF/VZ	3	2			M. B. Medeiros 562
<i>Naucleopsis</i> sp.3	TF	2	1			
<i>Naucleopsis stipularis</i> Ducke	TF/VZ	12	7	7	7	A. A. Santos 3647
<i>Naucleopsis ternstroemiiflora</i> (Mildbr.) CP.CP.Berg	TF	3	3	3	3	M. B. Medeiros 634
<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke	CP/TF	12	9	7	7	G. Pereira-Silva 15690
<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	TF/VZ	13	9	6	4	M. F. Simon 1010
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	TF/VZ	11	11	6	6	
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	TF/VZ	31	27	20	18	G. Pereira-Silva 16332
<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	TF/VZ	6	6	3	3	G. Pereira-Silva 15691
<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	CP/TF/VZ	18	17	7	7	M. F. Simon 2046
<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	CP/TF/VZ	30	29	21	17	G. Pereira-Silva 16502
<i>Sorocea pubivena</i> Hemsl.*	VZ	1	1			G. Pereira-Silva 15766
<i>Sorocea pubivena subsp. hirtella</i> (Mildbr.) Berg*	VZ	1	1			
<i>Sorocea</i> sp.*	VZ	14	13			
<i>Sorocea</i> sp.1	TF				1	
<b>MYRISTICACEAE</b>						
<i>Compsoneura ulei</i> Warb.	TF	15	11	10	9	G. Pereira-Silva 16483
<i>Iryanthera coriacea</i> Ducke	TF	6	7	3	2	M. B. Medeiros 252
<i>Iryanthera elliptica</i> Ducke	CP/TF	12	9	2	2	M. F. Simon 1906
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	CP/TF/VZ	247	248	42	42	A. A. Santos 3504
<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	CP/TF	5	7	1	1	M. F. Simon 2061
<i>Iryanthera lancifolia</i> Ducke	CP		1			
<i>Iryanthera</i> sp.1	CP	31	30	13	13	M. B. Medeiros 271
<i>Iryanthera</i> sp.2*	VZ	1	1			
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A.DC.) Warb.	TF	10	8	4	4	G. Pereira-Silva 16031
<i>Virola caducifolia</i> W.A.Rodrigues	TF/VZ	14	12	1	1	M. B. Medeiros 148
<i>Virola calophylla</i> Warb.	TF	97	97	35	38	G. Pereira-Silva 16536
<i>Virola guggenheimii</i> W.A.Rodrigues	TF	4	4	1	1	M. B. Medeiros 609
<i>Virola michelii</i> Heckel	CP/TF/VZ	28	28	26	26	M. B. Medeiros 221
<i>Virola mollissima</i> (A.DC.) Warb.	TF/VZ	14	12	7	7	M. F. Simon 1913
<i>Virola multiflora</i> (Standl.) A.CP. Sm.	TF/VZ	2	2	1		M. B. Medeiros 635
<i>Virola multinervia</i> Ducke	TF	5	5	5	4	A. A. Santos 3500
<i>Virola pavonis</i> (A.DC.) A.CP.Sm.	CP/TF/VZ	16	15	3	5	I. L. P. Lima 27
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	TF	1	1	1	1	M. F. Simon 2029
<i>Virola</i> sp.1	TF/VZ	2	1	1	1	M. B. Medeiros 338
<i>Virola</i> sp.2	TF				1	G. Pereira-Silva 16536
<i>Virola</i> sp.3	VZ		1	1	1	

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Virola</i> sp.4*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 610
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	CP/VZ	24	21	6	9	N. A. Perigolo 191
<i>Virola venosa</i> Warb.	CP/TF	10	8	4	3	M. B. Medeiros 149
<b>MYRTACEAE</b>						
<i>Calyptranthes</i> sp.1	TF/VZ	1	1	2	2	
<i>Eugenia abunan</i> M.A.D.Souza & Sobral	TF/VZ	2	2	2	2	G. Pereira-Silva 16495
<i>Eugenia cupulata</i> Amshoff	TF	4	2			M. B. Medeiros 670
<i>Eugenia egensis</i> DC.	TF	1	1	1	1	
<i>Eugenia exaltata</i> A.Rich. ex O.Berg	TF	1	1	1	1	
<i>Eugenia flavescens</i> DC.	TF	1	1	1	1	
<i>Eugenia florida</i> DC.	TF/VZ	13	11	2	2	M. B. Medeiros 137
<i>Eugenia moschata</i> (Aubl.) Nied. ex T.Durand & B.D.Jacks.*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 412
<i>Eugenia omissa</i> McVaugh	CP/TF	1	3	4	5	M. B. Medeiros 327
<i>Eugenia patens</i> Poir.	TF/VZ	10	8	5	6	M. B. Medeiros 561
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 664
<i>Eugenia</i> sp.1	TF/VZ	10	7	3	1	
<i>Eugenia</i> sp.2	TF	3	1	1	1	
<i>Eugenia</i> sp.3	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 108
<i>Eugenia</i> sp.4*	TF	1	1			M. B. Medeiros 246
<i>Eugenia</i> sp.5	TF		1			
<i>Eugenia</i> sp.6	TF		2			
<i>Eugenia</i> sp.7	CP/TF	44	43	42	43	N. A. Perigolo 175
<i>Eugenia</i> sp.8	VZ		1			
<i>Eugenia</i> sp.9*	TF/VZ	2	1			M. B. Medeiros 507
<i>Eugenia</i> sp.10	TF	3	3	3	3	M. B. Medeiros 124
<i>Marlierea</i> sp.1	TF		1	1	1	
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	TF			1	1	
<i>Myrcia</i> sp.	CP/TF	11	9	10	9	N. A. Perigolo 304
<i>Myrcia</i> sp.1	TF				1	
<i>Myrcia</i> sp.2	TF	1				
<i>Myrcia</i> sp.3	VZ	2	2	2	2	M. B. Medeiros 63
<i>Myrcia</i> sp.4	CP				1	
<i>Myrcia</i> sp.6	TF	2	1	1		M. B. Medeiros 561
<i>Myrcia</i> sp.7	VZ	1	1	1		M. B. Medeiros 491
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.*	VZ	4	4			M. B. Medeiros 443
<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.*	TF	1	1			N. A. Perigolo 253
Myrtaceae sp.	TF	3	4	4	3	M. B. Medeiros 674
Myrtaceae sp.1	TF/VZ	6	5	2	2	I. L. P. Lima 03
Myrtaceae sp.2	CP/TF				2	
<b>NYCTAGINACEAE</b>						
<i>Guapira</i> sp.	TF	1				
<i>Guapira</i> sp.1	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 628

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Guapira</i> sp.2	TF	2				
<i>Guapira</i> sp.3	TFAmbiente	1	1			N. A. Perigolo 265
<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	CP/TF/VZ	64	51	37	36	M. B. Medeiros 55
<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	TF/VZ	6	5	4	4	M. B. Medeiros 310
<i>Neea ovalifolia</i> Spruce ex J.A.Schmidt	CP/TF	18	19	5	5	M. B. Medeiros 11
<i>Neea</i> sp.2*	TF	1	1			M. B. Medeiros 377
<i>Neea</i> sp.3*	CP	2	2			
Nyctaginaceae sp.	TF/VZ	5	2	1	1	G. Pereira-Silva 16375
<b>OCHNACEAE</b>						
Ochnaceae sp.	TF	1	1	1		M. B. Medeiros 151
<i>Ouratea acuminata</i> (A.DC.) Engl.	TF			1	1	M. F. Simon 2635
<i>Ouratea aromatica</i> J.F. Macbr.	CP			1	1	M. F. Simon 988
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	CP	2	2	2	2	M. F. Simon 2619
<i>Ouratea decagyna</i> Maguire	TF/VZ	9	7	5	5	M. F. Simon 1645
<i>Ouratea discophora</i> Ducke	CP/TF	142	141	125	123	M. F. Simon 2612
<i>Ouratea ferruginea</i> Engl.	CP/TF	3	3	2	2	G. Pereira-Silva 16421
<i>Ouratea odora</i> Engl.	CP				1	
<i>Ouratea</i> sp.1	TF	2	2	2	2	
<i>Ouratea</i> sp.2	CP				1	
<i>Ouratea</i> sp.3*	VZ	3	2			G. P. E. Rocha 395
<b>OLACACEAE</b>						
<i>Aptandra tubicina</i> (Poepp.) Benth. Ex Miers	TF/VZ	12	8	1	1	M. F. Simon 1100
<i>Chaunochiton kappleri</i> (Sagot ex Engl.) Ducke	TF/VZ	3	2	2	2	M. F. Simon 1619
<i>Dulacia</i> sp.	VZ	1	1	1	1	M. B. Medeiros 99
<i>Heisteria barbata</i> Cuatrec.	TF/VZ	4	3	4	4	M. B. Medeiros 680
<i>Heisteria densifrons</i> Engl.	TF/VZ	3	3	3	3	M. B. Medeiros 322
<i>Heisteria duckei</i> Sleumer	TF/VZ	3	2	2	2	G. Pereira-Silva 15210
<i>Heisteria laxiflora</i> Engl.	TF	2	2	2	1	
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	TF	20	17	11	10	M. F. Simon 1539
<i>Heisteria</i> sp.	VZ	1	1	1	1	M. B. Medeiros 82
<i>Heisteria</i> sp.1	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 464
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	TF/VZ	10	9	2	2	G. Pereira-Silva 16136
Olacaceae sp.	TF	5	4	4	5	M. B. Medeiros 469
Olacaceae sp.1*	TF	1	1			M. B. Medeiros 394
<b>OPILIACEAE</b>						
<i>Agonandra silvatica</i> Ducke	TF/VZ	7	5	4	4	M. B. Medeiros 340
<b>PENTAPHYLACACEAE</b>						
<i>Ternstroemia dentata</i> (Aubl.) Sw.	CP/TF	37	37	4	4	G. Pereira-Silva 15991
<b>PERACEAE</b>						
<i>Pera bicolor</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	CP/TF	3	3	4	4	
<i>Pera decipiens</i> Müll. Arg.	CP/TF/VZ	194	194	175	158	M. F. Simon 2610
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex	CP/TF	5	5	7	7	G. Pereira-Silva 16423

Baill.

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Pera</i> sp.1	CP	2	2	2	2	
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	TF	3	1	1	1	M. B. Medeiros 573
<b>PERIDISCACEAE</b>						
<i>Peridiscus lucidus</i> Benth.	TF	5	6	6	6	M. B. Medeiros 371
<b>PHYLLANTHACEAE</b>						
<i>Hieronyma</i> sp.	VZ		1	1	1	M. B. Medeiros 331
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	VZ				1	
<i>Phyllanthus madeirensis</i> Croizat	TF	3	3	1	1	M. B. Medeiros 169
<i>Phyllanthus</i> sp.	TF	1	1	1		
<i>Phyllanthus</i> sp.1*	TF	3	1			
<i>Richeria grandis</i> Vahl	TF	6	4	1	1	G. Pereira-Silva 15763
<i>Richeria</i> sp.*	CP	1	1			M. B. Medeiros 272
<i>Richeria</i> sp.2	TF		1	1	1	
<b>PICRAMNIACEAE</b>						
<i>Picramnia juniniana</i> J.F.Macbr.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 673
<i>Picramnia</i> sp.*	VZ	3	2			M. F. Simon 2028
<b>PIPERACEAE</b>						
	TF/VZ					
<i>Piper aduncum</i> L.	VZ				1	
<i>Piper hispidinervum</i> CP.DC.	TF/VZ	6	3	1	1	G. Pereira-Silva 16402
<i>Piper humillimum</i> CP.DC.	TF		1			M. B. Medeiros 571
<b>POLYGONACEAE</b>						
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	VZ	7	8	2	2	M. F. Simon 1237
<i>Coccoloba</i> sp.	CP/VZ	2	2	1		M. B. Medeiros 427
<i>Coccoloba</i> sp. 1	CP				1	
<i>Triplaris americana</i> L.	VZ	4	1	3		M. B. Medeiros 603
<i>Triplaris dugandii</i> Brandbyge*	VZ	5	5			M. B. Medeiros 604
<i>Triplaris</i> sp.*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 606
<i>Triplaris</i> sp.1*	VZ	2	2			M. B. Medeiros 605
<i>Triplaris weigeltiana</i> (Rchb.) Kuntze*	VZ	3	3			M. B. Medeiros 607
<b>PRIMULACEAE</b>						
<i>Clavija</i> sp.	VZ	1				G. Pereira-Silva 13603
<i>Cybianthus guyanensis</i> subsp. <i>pseudoicacoreus</i> (Miq.) Pipoly	CP	2	2	2	1	I. L. P. Lima 26
<i>Cybianthus</i> sp.	CP/TF				2	
<i>Cybianthus</i> sp.1	CP/TF/VZ	22	20	3	3	M. B. Medeiros 25
<i>Cybianthus</i> sp.6*	TF	2	2			M. F. Simon 2080
<b>PROTEACEAE</b>						
<i>Roupala montana</i> Aubl.	TF	1				
<b>PUTRANJIVACEAE</b>						
<i>Drypetes amazonica</i> Steyererm.	TF/VZ	21	19	15	14	M. F. Simon 1863
<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	TF/VZ	4	3	1	1	G. Pereira-Silva 16515
<b>QUIINACEAE</b>						
<i>Lacunaria jenmanii</i> (Oliv.) Ducke	TF	2	1	1	1	G. Pereira-Silva 16069

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Lacunaria</i> sp.	VZ	2	2	2	2	M. B. Medeiros 58
<i>Quiina amazonica</i> A.CP.Sm.	TF	4	4	2	2	M. B. Medeiros 136
<i>Quiina cf. negrensis</i> A.CP.Sm.*	TF/VZ	5	4			I. L. P. Lima 25
<i>Quiina</i> sp.	TF	3	2	2	2	M. B. Medeiros 163
<b>RHABDODENDRACEAE</b>						
<i>Rhabdodendron macrophyllum</i> (Spruce ex Benth.) Huber	CP/TF	5	5	1	1	G. Pereira-Silva 15948
<b>RHIZOPHORACEAE</b>						
<i>Sterigmapetalum obovatum</i> Kuhl.	TF	9	9	5	7	N. A. Perigolo 248
<b>RUBIACEAE</b>						
<i>Agouticarpa</i> sp.3	CP/TF	4	4	1		M. B. Medeiros 630
<i>Alibertia sorbilis</i> Ducke*	TF/VZ	2	2			M. B. Medeiros 223
<i>Alibertia</i> sp.1	CP/VZ	3	3	1	1	I. L. P. Lima 29
<i>Alibertia</i> sp.3	TF/VZ	2	1	1	1	G. Pereira-Silva 15910
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	TF	6	6	3	3	G. Pereira-Silva 16538
<i>Bertiera guianensis</i> Aubl.	VZ	2	2	2	2	
<i>Calycophyllum</i> sp.	TF	1				
<i>Capirona decorticans</i> Spruce	CP/TF/VZ	8	7	3	2	M. F. Simon 1266
<i>Chomelia</i> sp.	CP		1			
<i>Cordia myrciifolia</i> (K.Shum)	CP		3			
CP.H.Perss. & Delprete <i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	TF		1	1	1	M. B. Medeiros 720
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg.	TF	2				G. Pereira-Silva 16521
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	TF/VZ	4	3	2	2	M. B. Medeiros 684
<i>Coussarea</i> sp.1	TF	1	1	1	1	
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp. & Endl.) K.Schum.	TF	1				W. L. Oliveira 04
<i>Duroia macrophylla</i> Huber	TF	6	5	2	1	M. B. Medeiros 544
<i>Duroia</i> sp.	CP/TF/VZ	14	15	13	13	M. B. Medeiros 8
<i>Faramea capillipes</i> Müll. Arg.*	VZ	2	2			
<i>Faramea</i> sp.	TF	1	1	1	1	
<i>Faramea torquata</i> Müll. Arg.	TF	17	19	17	16	M. B. Medeiros 710
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	TF	4	4	4	4	M. B. Medeiros 598
<i>Ferdinandusa</i> sp.	TF	19	19	16	11	
<i>Ferdinandusa speciosa</i> (Pohl) Pohl	CP/TF	120	121	60	50	G. Pereira-Silva 15934
<i>Genipa americana</i> L.*	VZ	3	3			M. F. Simon 2029
<i>Isertia hypoleuca</i> Benth.	CP/VZ	2	3	3	5	M. F. Simon 1319
<i>Ixora</i> sp.1*	TF	2	2			M. B. Medeiros 378
<i>Ixora</i> sp.2	VZ	1	1	1	1	M. B. Medeiros 66
<i>Kutchubaea oocarpa</i> (Spruce ex Standl.) CP.H.Perss.	TF/VZ	6	5	2	1	M. B. Medeiros 50
<i>Kutchubaea semisericea</i> Ducke	TF	1				
<i>Pagamea guianensis</i> Aubl.	CP	24	24	21	18	M. B. Medeiros 39
<i>Pagamea</i> sp.	TF				1	
<i>Palicourea bracteosa</i> Standl.	TF			3	1	M. F. Simon 2632

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	TF	10	9	4	5	M. B. Medeiros 715
<i>Palicourea longiflora</i> DC.	TF	1	1	1	1	
<i>Palicourea longistipulata</i> Standl.*	CP	1	1			G. Pereira-Silva 16422
<i>Palicourea</i> sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 638
<i>Posoqueria</i> sp.	TF/VZ	2	2	1		M. B. Medeiros 503
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	CP/VZ	2	2	2	2	G. Pereira-Silva 16646
<i>Psychotria</i> sp.1	CP	1				M. B. Medeiros 378
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 162
<i>Remijia</i> sp.	CP	50	53	12	8	M. B. Medeiros 206
<i>Rubiaceae</i> sp.	CP/TF		1	1	1	
<i>Rubiaceae</i> sp.1	TF	2	3	4	4	
<i>Rubiaceae</i> sp.10	VZ	5	6	3	3	G. Pereira-Silva 16425
<i>Rubiaceae</i> sp.11	TF	1	1	1	1	
<i>Rubiaceae</i> sp.13	TF	1	1			
<i>Rubiaceae</i> sp.14	TF	3	4	4	4	M. B. Medeiros 653
<i>Rubiaceae</i> sp.15	TF	6	6	6	6	
<i>Semaphyllanthe megistocaula</i> (K.Krause) L.Andersson*	TF/VZ	3	2			M. B. Medeiros 490
<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	TF/VZ	9	7	1	1	G. P. E. Rocha 222
<i>Warszewiczia schwackei</i> K.Schum.	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 645
<i>Warszewiczia</i> sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 659
<b>RUTACEAE</b>						
<i>Galipea jasminiflora</i> (A.St.-Hil.) Engl.	TF	4	4	3	3	M. B. Medeiros 114
<i>Galipea</i> sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 129
<i>Metrodorea flavida</i> K.Krause	TF/VZ	12	11	10	10	M. B. Medeiros 106
<i>Nycticalanthus speciosus</i> Ducke*	TF	1	1			M. B. Medeiros 16
<i>Rutaceae</i> sp.	VZ	1				M. B. Medeiros 194
<i>Rutaceae</i> sp.1*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 198
<i>Spathelia excelsa</i> (Krause) R.S.Cowan & Brizicky	TF	6	7	6	5	M. B. Medeiros 362
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	CP/TF	4	4	3	3	M. B. Medeiros 49
<i>Zanthoxylum</i> sp.*	TF	1	1			
<i>Zanthoxylum</i> sp.1	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 672
<b>SALICACEAE</b>						
<i>Banara nitida</i> Spruce ex Benth.	TF	4	4	4	4	
<i>Casearia duckeana</i> Sleumer	TF/VZ	6	6	4	4	M. B. Medeiros 494
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	TF	3	2			M. B. Medeiros 495
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	TF/VZ	5	6	3	3	M. F. Simon 1576
<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	CP/TF	6	5	4	4	G. Pereira-Silva 15789
<i>Casearia</i> sp.	TF	1	1			
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	TF	10	10	9	9	G. Pereira-Silva 16051
<i>Casearia uleana</i> Sleumer	TF	1				
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	TF/VZ	5	3	1	1	G. Pereira-Silva 14530

<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	TF	3	3	3	2	
<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Ryania pyrifera</i> (Rich.) Sleumer*	CP/TF	2	3			G. Pereira-Silva 16512
<b>SAPINDACEAE</b>						
<i>Allophylus latifolius</i> Huber*	TF/VZ	9	9			G. Pereira-Silva 16426
<i>Allophylus</i> sp.*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 480
<i>Cupania scrobiculata</i> Rich.	TF	2	2	2	2	VZ. X. Silveira 159
<i>Cupania</i> sp.1	TF	4	2	2	2	M. B. Medeiros 361
<i>Cupania</i> sp.2	TF		1	1	1	
<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	CP/TF	7	12	11	11	M. B. Medeiros 166
<i>Matayba oligandra</i> Sandwith	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 364
<i>Matayba peruviana</i> Radlk.	TF	5	5	1		M. B. Medeiros 386
<i>Matayba</i> sp.*	TF	1	1			M. B. Medeiros 545
<i>Matayba</i> sp.1	TF/VZ	10	9	3	3	M. B. Medeiros 383
<i>Matayba</i> sp.2*	TF	1	2			M. B. Medeiros 341
<i>Matayba</i> sp.3*	TF	3	3			M. F. Simon 2081
<i>Matayba</i> sp.4	TF		1	1	1	M. B. Medeiros 624
<i>Matayba</i> sp.5	TF				1	
<i>Sapindaceae</i> sp.1	TF		1	1	1	M. B. Medeiros 465
<i>Talisia</i> sp.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 637
<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	CP/TF/VZ	52	44	27	25	G. Pereira-Silva 15612
<i>Toulicia</i> sp.	TF	1	1	1		
<b>SAPOTACEAE</b>						
<i>Chrysophyllum colombianum</i> (Aubrév.) T.D.Penn.*	TF	2	1			G. Pereira-Silva 15980
<i>Chrysophyllum pomiferum</i> (Eyma) T.D.Penn.	TF	14	6	7	5	G. Pereira-Silva 16303
<i>Chrysophyllum</i> sp.	TF	2	2	2	2	
<i>Chrysophyllum</i> sp.1	TF/VZ	4	4	5	5	G. Pereira-Silva 16689
<i>Chrysophyllum</i> sp.2	TF	1				
<i>Chrysophyllum</i> sp.3	TF	1				G. Pereira-Silva 16366
<i>Chrysophyllum</i> sp.4	CP				1	
<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	TF/VZ	3	3	2	2	
<i>Ecclinusa</i> sp.	TF	3	2	1	1	M. B. Medeiros 316
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A.Chev.	TF/VZ	9	7	6	5	M. F. Simon 1244
<i>Manilkara</i> sp.	TF				1	
<i>Micropholis casiquiarensis</i> Aubrév.	CP/TF/VZ	8	6	6	10	
<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	TF/VZ	8	8	3	3	M. B. Medeiros 554
<i>Micropholis madeirensis</i> (Baehni) Aubrév.	TF	9	4	4	4	M. F. Simon 1761
<i>Micropholis</i> sp.	CP		1	1		
<i>Micropholis</i> sp.1	TF	2	2	1	1	
<i>Micropholis</i> sp.2	TF	4	4	4	3	G. Pereira-Silva 16685
<i>Micropholis</i> sp.3	CP/TF	37	37	33	29	N. A. Perigolo 181
<i>Micropholis</i> sp.4	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 403
<i>Micropholis</i> sp.5	TF	3	1	1		M. B. Medeiros 558
<i>Micropholis</i> sp.6	CP/TF	7	8	8	8	M. F. Simon 1442

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Micropholis</i> sp.7	CP				1	
<i>Micropholis</i> sp.8	CP	4	4	2	2	M. B. Medeiros 578
<i>Micropholis splendens</i> Gilly ex Aubrév.*	TF	8	8			
<i>Micropholis trunciflora</i> Ducke	TF/VZ	4	4	3	4	
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	CP/TF/VZ	14	13	8	7	G. Pereira-Silva 16685
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	TF/VZ	8	8	3	3	
<i>Pouteria</i> cf. <i>cuspidata</i> (A.DC.) Baehni	TF	4	3	3	3	G. Pereira-Silva 15655
<i>Pouteria</i> cf. <i>fimbriata</i> Baehni	TF/VZ	14	14	5	5	M. B. Medeiros 413
<i>Pouteria</i> cf. <i>minima</i> T.D.Penn.	TF/VZ	21	19	6	6	M. B. Medeiros 686
<i>Pouteria</i> cf. <i>oblanceolata</i> Pires	TF	5	5	5	4	M. B. Medeiros 704
<i>Pouteria cicatricata</i> T.D.Penn.	TF	3	1	1	1	M. B. Medeiros 182
<i>Pouteria coriacea</i> (Pierre) Pierre	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 686
<i>Pouteria durlandii</i> (Standl.) Baehni	TF	4				
<i>Pouteria filipes</i> Eyma	TF	4	4	4	4	M. B. Medeiros 677
<i>Pouteria freitasii</i> T.D.Penn.	TF	3	3	3	3	
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	TF/VZ	3	4	1	1	M. B. Medeiros 577
<i>Pouteria hispida</i> Eyma	TF/VZ	25	19	3	2	A. A. Santos 3600
<i>Pouteria laevigata</i> (Mart.) Radlk.	TF	17	4	5	4	
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 686
<i>Pouteria oblanceolata</i> Pires*	TF	2	1			
<i>Pouteria pallens</i> T.D.Penn.*	VZ	1	1			N. A. Perigolo 196
<i>Pouteria petiolata</i> T.D.Penn.	TF	1	1	1	1	
<i>Pouteria platyphylla</i> (A.CP.Sm.) Baehni*	TF/VZ	5	5			
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	TF/VZ	8	7	1	1	M. B. Medeiros 345
<i>Pouteria retinervis</i> T.D.Penn.	TF	2	2	2	2	
<i>Pouteria rostrata</i> (Huber) Baehni	CP/TF/VZ	16	11	10	10	G. Pereira-Silva 16368
<i>Pouteria</i> sp.	CP				1	
<i>Pouteria</i> sp.1	VZ	3	3			M. B. Medeiros 96
<i>Pouteria</i> sp.2*	TF/VZ	11	10			
<i>Pouteria</i> sp.3	TF/VZ	13	10	10	9	M. B. Medeiros 185
<i>Pouteria</i> sp.4	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 181
<i>Pouteria</i> sp.5	TF	2	2	2	2	
<i>Pouteria</i> sp.11	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 666
<i>Pouteria</i> sp.12	TF		1	1	1	
<i>Pouteria</i> sp.13	TF		1	1		
<i>Pouteria</i> sp.14	TF	2	2	2	2	M. B. Medeiros 691
<i>Pouteria</i> sp.15	TF/VZ	2	2	1	1	M. B. Medeiros 154
<i>Pouteria</i> sp.16*	VZ	1	1			
<i>Pouteria</i> sp.17*	VZ	8	6			N. A. Perigolo 186
<i>Pouteria</i> sp.18*	VZ	4	3			M. B. Medeiros 4
<i>Pouteria</i> sp.19	TF	3	3	3	3	M. B. Medeiros 697

<i>Pouteria</i> sp.20	TF/VZ	1	1	2	2	M. B. Medeiros 294
<b>Família/Espécie</b>	<b>Ambiente</b>	<b>N2011</b>	<b>N2013</b>	<b>N2015</b>	<b>N2017</b>	<b>Voucher</b>
<i>Pouteria</i> sp.E	TF/VZ	8	8	6	5	M. B. Medeiros 216
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	TF/VZ	2	2	1	1	G. Pereira-Silva 16356
<i>Pradosia decipiens</i> Ducke*	TF/VZ	6	4			
<i>Pradosia</i> sp.*	TF	5	2			
Sapotaceae sp.	TF/VZ	3	3	2	2	G. Pereira-Silva 16513
Sapotaceae sp.4	TF	6	6	6	6	M. B. Medeiros 647
Sapotaceae sp.5	TF	1	1	1	1	
<b>SIMAROUBACEAE</b>						
<i>Simaba cedron</i> Planch.	TF/VZ	11	8	4	4	M. F. Simon 965
<i>Simaba polyphylla</i> (Cavalcante) W.W.Thomas	TF/VZ	24	23	12	12	G. Pereira-Silva 15732
<i>Simaba</i> sp.	TF	1				
<i>Simaba</i> sp.2	TF				1	
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	CP/TF/VZ	45	40	14	12	A. A. Santos 3527
<i>Simarouba</i> sp.*	TF	2	2			
Simaroubaceae sp.*	TF	2	2			M. B. Medeiros 525
<b>SIPARUNACEAE</b>						
<i>Siparuna cristata</i> (Poepp. & Endl.) A.DC.	TF	6	5	5	5	A. A. Santos 3609
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	CP/TF/VZ	12	7	2	2	G. Pereira-Silva 16056
<i>Siparuna sarmentosa</i> Perkins	TF/VZ	9	9	6	7	M. F. Simon 2051
<i>Siparuna</i> sp.	TF		1	1	1	M. B. Medeiros 323
<b>SOLANACEAE</b>						
<i>Brunfelsia</i> sp.	TF	1				M. B. Medeiros 144
<i>Solanum rugosum</i> Dunal	TF				1	
<i>Solanum</i> sp.	CP				1	
<b>STAPHYLEACEAE</b>						
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G.Don	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 643
<b>STEMONURACEAE</b>						
<i>Discophora guianensis</i> Miers	TF	1	2	2	2	G. Pereira-Silva 16387
<b>THEOPHRASTACEAE</b>						
Theophrastaceae sp.	CP	1	1	1	1	M. B. Medeiros 230
<b>THYMELAEACEAE</b>						
<i>Schoenobiblus daphnoides</i> Mart.*	VZ	1	1			M. B. Medeiros 591
<b>ULMACEAE</b>						
<i>Ampelocera edentula</i> Kuhlmann	TF/VZ	3	2	1	1	M. B. Medeiros 172
<b>URTICACEAE</b>						
<i>Cecropia distachya</i> Huber	TF				8	
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex. Sneathl.	CP/TF/VZ	14	13	151	116	M. F. Simon 2053
<i>Cecropia purpurascens</i> CP,CP.Berg	CP				2	
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	CP/TF/VZ	7	7	4	3	G. Pereira-Silva 15601
<i>Cecropia</i> sp.	TF	1	1		9	
<i>Coussapoa orthoneura</i> Standl.	VZ	1				M. F. Simon 2042
<i>Coussapoa trinervia</i> Spruce ex Mildbr.	TF	3	4	2	2	M. B. Medeiros 259

Família/Espécie	Ambiente	N2011	N2013	N2015	N2017	Voucher
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	CP/TF	9	6	16	6	M. B. Medeiros 459
<i>Pourouma cuspidata</i> Mildbr.	TF	1	1	1	1	M. B. Medeiros 318
<i>Pourouma ferruginea</i> Standl.	TF/VZ	6	4	2	2	M. B. Medeiros 401
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	TF/VZ	13	14	5	2	M. B. Medeiros 54
<i>Pourouma</i> sp.	TF	1				
<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq.	TF/VZ	5	5	1	2	I. L. P. Lima 28
<i>Pourouma villosa</i> Trécul	CP/TF/VZ	9	8	2	2	M. B. Medeiros 387
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.*	VZ	1	1			A. A. Santos 3571
<i>Urera lobulata</i> Urb. & Ekman	VZ	1		1		
<b>VERBENACEAE</b>						
Verbenaceae sp.	VZ	1	1	1	1	M. B. Medeiros 277
<b>VIOLACEAE</b>						
<i>Amphirrhox longifolia</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	TF	1	1	1	1	G. Pereira-Silva 16132
<i>Leonia cymosa</i> Mart.*	TF/VZ	5	3			G. Pereira-Silva 16011
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	TF/VZ	22	18	11	11	
<i>Leonia</i> sp.	TF		1	1	1	
<i>Rinorea falcata</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze	TF/VZ	67	67	53	49	
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	CP/TF/VZ	60	61	63	64	
<i>Rinorea macrocarpa</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze	TF/VZ	19	20	3	2	
<i>Rinorea pubiflora</i> (Benth.) Sprague & Sandwith*	VZ	1	1			
<i>Rinorea racemosa</i> (Mart.) Kuntze	TF	1	1	1	1	
<i>Rinorea</i> sp.	CP				1	
<i>Rinoreocarpus ulei</i> (Melch.) Ducke	TF/VZ	14	13	12	12	M. F. Simon 1892
<b>VOCHYSIACEAE</b>						
<i>Erism bracteosum</i> Ducke	TF	60	59	40	35	M. B. Medeiros 505
<i>Erism uncinatum</i> Warm.	TF	7	5	3	3	M. F. Simon 1723
<i>Qualea cf. dinizii</i> Ducke	TF	2	2	2	2	M. F. Simon 1827
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	CP/TF	68	70	53	49	M. F. Simon 1169
<i>Qualea</i> sp.	TF	3	2	3	2	
<i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.) Marc.-Berti*	TF	1	1			
<i>Ruizterania retusa</i> (Spruce ex Warm.) Marc.-Berti	CP/TF	1739	1741	1725	1672	M. F. Simon 1613
<i>Vochysia biloba</i> Ducke	TF	1	1	1	1	M. F. Simon 1067
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	CP/TF	81	82	57	54	G. Pereira-Silva 16418
<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	TF	3	3	1	1	M. B. Medeiros 398
<i>Vochysia</i> sp.	TF	13	12	8	7	M. B. Medeiros 723
<i>Vochysia</i> sp.2	TF	2	2	2	1	
<i>Vochysia vismiifolia</i> Spruce ex Warm.	CP/TF	49	52	53	42	
<b>Indeterminadas</b>						
Indeterminadas	CP/TF/VZ	5	48	46	53	