

SUMÁRIO – 13.1.2 - PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS

13.1.2. PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS ...	13.1.2-1
13.1.2.1. INTRODUÇÃO	13.1.2-1
13.1.2.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS	13.1.2-4
13.1.2.2.1. COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO	13.1.2-4
13.1.2.2.1.1. RELAÇÃO ENTRE A DISTÂNCIA ESPACIAL E A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES	13.1.2-4
13.1.2.2.1.2. DISSIMILARIDADE E AGRUPAMENTO (ENTRE AS PARCELAS)	13.1.2-6
13.1.2.2.1.3. ALTERAÇÕES FLORÍSTICAS	13.1.2-8
13.1.2.2.1.4. RIQUEZA FLORÍSTICA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE	13.1.2-11
13.1.2.2.1.5. ALTERAÇÕES NA ESTRUTURA HORIZONTAL	13.1.2-15
13.1.2.2.1.6. DINÂMICA FLORESTAL	13.1.2-17
13.1.2.2.1.7. MONITORAMENTO FENOLÓGICO	13.1.2-24
13.1.2.2.2. COMPONENTE PODOSTEMACEAE – MONITORAMENTO FENOLÓGICO	13.1.2-29
13.1.2.2.3. ESPÉCIES AMEAÇADAS	13.1.2-35
13.1.2.2.4. ESPÉCIES INVASORAS	13.1.2-35
13.1.2.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO	13.1.2-35
13.1.2.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO	13.1.2-37
13.1.2.5. ATIVIDADES PREVISTAS	13.1.2-39
13.1.2.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS	13.1.2-39
13.1.2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	13.1.2-41
13.1.2.7.1. COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO	13.1.2-41
13.1.2.7.2. COMPONENTE PODOSTEMACEAE	13.1.2-42
13.1.2.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	13.1.2-43
13.1.2.9. ANEXOS	13.1.2-43

13.1.2. PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS

13.1.2.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoramento das Formações Pioneiras pretende determinar o nível da qualidade das populações ou comunidades arbóreas e arbustivas, bem como a vegetação das corredeiras após o enchimento do reservatório do Xingu para diferentes aspectos da ecologia, incluindo diversidade de espécies, composição e estrutura das comunidades vegetais, a partir de dados de diversidade comparativa em fitofisionomias semelhantes da Amazônia e daqueles do diagnóstico do EIA, além da análise de espécies-chave que possam servir como indicadoras de respostas ambientais de curto e médio prazo.

A formação pioneira é uma vegetação de primeira ocupação com caráter edáfico, que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias nas praias e solos aluviais, ou seja, consideradas pertencentes ao “complexo vegetacional edáfico de primeira ocupação” (Formações Pioneiras). Tal designação é uma tentativa de conceituar comunidades localizadas, sem ligá-las às regiões ecológicas clímax, pois a vegetação que ocupa uma área com solo em constante rejuvenescimento nem sempre indica estar a mesma no caminho da sucessão para o clímax da região circundante (IBGE, 2012).

O levantamento fitossociológico do componente arbustivo-arbóreo vem ocorrendo anualmente desde 2011, sendo que em fevereiro de 2016 encerrou-se o primeiro ciclo deste monitoramento com o enchimento do reservatório Xingu. Nestes oito anos de atividades foram encontradas 120 espécies de plantas (arbóreas e não arbóreas), contemplando 81 gêneros e 31 famílias. Até o momento não foram observadas espécies consideradas ameaçadas de extinção (listas oficiais) no componente arbustivo-arbóreo e nas formações com Podostemaceae, e apenas uma espécie dessa formação (*Mourera fluviatilis*) foi incluída no Plano de Ação Nacional (PAN) para Conservação das Espécies Endêmicas e Ameaçadas de Extinção do Baixo e Médio Xingu.

O monitoramento fenológico das espécies da família Podostemaceae realizado até o momento possibilitou uma melhor compreensão taxonômica e confirmação de alguns padrões fenológicos já estabelecidos para as regiões de montante, reservatório Xingu e trecho de vazão reduzida (TVR). O processo de variação fenológica das espécies de Podostemaceae é intimamente ligado aos níveis de vazão do rio Xingu (floração e frutificação na seca e mudança foliar na cheia). Das 14 espécies encontradas ao longo do trecho estudado do rio Xingu, cinco foram identificadas, até o momento, somente até o nível de gênero, sendo uma delas considerada como espécie nova para a ciência. Tal espécie foi descrita e o resultado do trabalho de descrição submetido a publicação pela Dra. Aldaléa Sprada Tavares, da Universidade Federal de Santa Catarina, e pelo Dr. Fernando Ferreira, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, em parceria com a STCP Engenharia de Projetos e Norte Energia S.A. O trabalho encontra-se em fase final de revisão para novamente ser submetido a revista Táxon.

Em março de 2016 teve início a coleta de informações num segundo ciclo (pós-enchimento do Reservatório Xingu), em atendimento aos requisitos apontados na Licença de Operação 1317/2015, condicionante 2.1, que estabelece a execução, de forma ininterrupta, dos programas e projetos inseridos no plano de Conservação dos Ecossistemas Aquáticos. Este relatório contempla resultados acumulados até a 22^a Campanha de monitoramento fenológico do componente arbustivo-arbóreo e até a 29^a Campanha do monitoramento fenológico do componente Podostemaceae, além da 8^a Campanha de reavaliação fitossociológica e florística. A **Figura 13.1.2 - 1** apresenta a localização das parcelas avaliadas neste projeto.

Até o momento, tanto para o componente arbustivo-arbóreo quanto para Podostemaceae, não foram observadas diferenças nos padrões fenológicos entre os períodos pré e pós-enchimento dos reservatórios, como será descrito no decorrer deste documento.

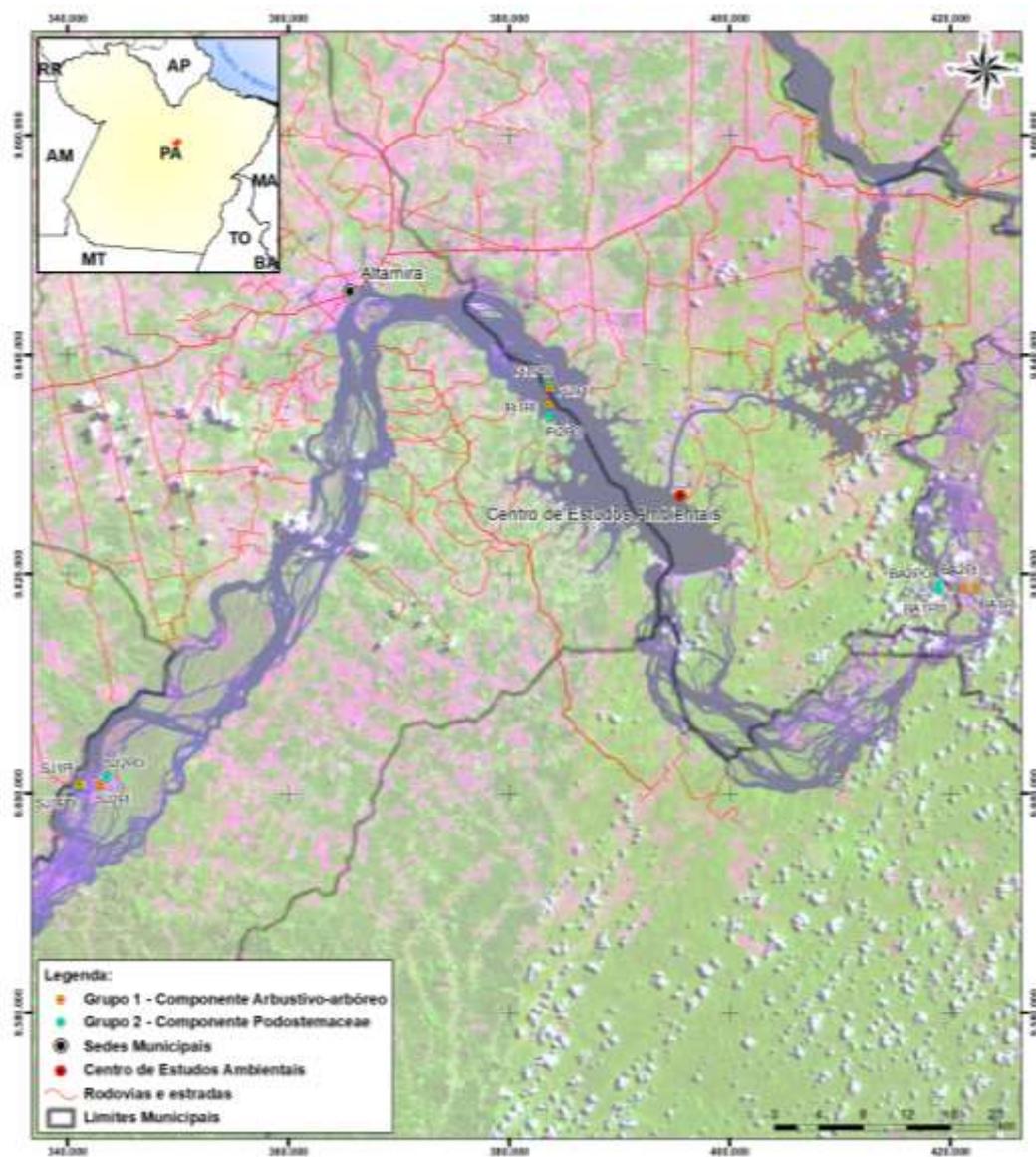


Figura 13.1.2 - 1 – Localização das parcelas avaliadas nos componentes arbustivo-arbóreo e Podostemaceae.

Legenda: SJ1PI e SJ2PI – parcelas na ilha de Santa Juliana; Pi1PI e Pi2PI – parcelas na ilha próximo ao Pimental e BA1PI e BA2PI – parcelas na ilha da foz do rio Bacajá.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Neste relatório estão sendo apresentados os dados consolidados até dezembro de 2018 para a fenologia do componente arbustivo-arbóreo e Podostemaceae e uma comparação de dados entre 2012 e 2018 para medição do componente arbustivo-arbóreo, em que serão apresentadas as seguintes análises: (i) Relação entre a distância espacial e a composição de espécies; (ii) Dissimilaridade e agrupamento (entre as parcelas); (iii) Alterações florísticas, (iv) Riqueza Florística e índices de diversidade; (v) Alterações na estrutura horizontal; (vi) Dinâmica florestal; (vii) Monitoramento fenológico do componente arbustivo-arbóreo; (viii) Monitoramento fenológico do componente Podostemaceae; (ix) Espécies ameaçadas e (x) Espécies invasoras.

A amostragem das formações pioneiras no período de implantação da obra era feita em três compartimentos do rio Xingu, sendo eles:

- a. Montante do Reservatório do Xingu (MRX) – ilha de Santa Juliana;
- b. Reservatório do Xingu (RX) – ilha próxima ao Pimental;
- c. Trecho de Vazão Reduzida (TVR) – ilha próxima a foz do Rio Bacajá.

No período de operação as parcelas do compartimento RX foram submersas, portanto após o enchimento dos reservatórios não são mais analisadas as parcelas deste compartimento. Ressalta-se que tais parcelas foram mensuradas e avaliadas na etapa de implantação e auxiliaram no estudo dos impactos do enchimento dos reservatórios na referida etapa do empreendimento. Destaca-se também, o fato da composição florística existente à época em tais parcelas apresentar certa similaridade a outras parcelas localizadas em outros compartimentos, o que pode ser verificado pela análise de dissimilaridade e teste de Mantel, apresentados adiante.

13.1.2.2.1. COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO

No componente arbustivo-arbóreo é realizado monitoramento fenológico trimestralmente e medição dos indivíduos anualmente.

13.1.2.2.1.1. RELAÇÃO ENTRE A DISTÂNCIA ESPACIAL E A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES

O teste de Mantel (Mantel, 1967)¹ foi aplicado para verificar a relação entre a localização geográfica e a composição florística, ou seja, verificar se a distribuição de

espécies ocorre ao acaso ao longo de toda área amostrada ou se a variável localização espacial apresenta efeito sobre tal composição. O referido teste, apresentado no **Quadro 13.1.2 - 1**, cuja hipótese nula corresponde à ausência de padrão espacial, basicamente avalia a correlação entre duas matrizes de dissimilaridade, neste caso uma matriz de distância espacial (euclidiana) e outra de distância florística (Bray-Curtis).

De modo a reduzir a influência de espécies com abundâncias elevadas, a matriz florística foi transformada. Esta padronização (divisão pelo total) seguida de transformação (raiz-quadrada) é conhecida por transformação de Hellinger. A distância Hellinger é uma medida assimétrica de associação apropriada para dados de composição de comunidades que contêm muitos zeros (Rao, 1995; Legendre e Gallagher, 2001; Legendre e Legendre, 2012)².

Essa mesma preparação dos dados (transformação de Hellinger) foi também aplicada na análise de dissimilaridade e agrupamento entre as unidades amostrais, sendo estas realizadas com o pacote vegan (Oksanen et al., 2018)³ do software R (R Core Team, 2018)⁴.

Quadro 13.1.2 - 1 – Estatísticas do teste de Mantel para verificar a relação entre a distância espacial e a distribuição de espécies das Formações Pioneiras da UHE Belo Monte.

COMPARTIMENTO	ILHAS	r	SIGNIFICÂNCIA
Formações pioneiras	Santa Juliana/Pimental/Bacajá	-0,248	-0,910 ^{ns}

r = estatística de Mantel baseada na correlação de Pearson; *indica a existência significativa de dependência espacial (p-valor ≤ 0,05), ^{ns}indica a não existência significativa de dependência espacial (p-valor > 0,05).

Fonte: STCP, 2018.

O teste mostrou que não existe uma relação significativa entre a localização espacial e a composição florística ($p > 0,05$) das formações pioneiras. Isso significa que não existe significativa dependência espacial entre as espécies e os locais amostrados, ou seja, as espécies ocorrem ao acaso ao longo das ilhas, não configurando um padrão espacial na distribuição das mesmas. Sendo assim, pode-se dizer que parcelas próximas não são necessariamente mais similares.

¹ Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research*, Birmingham, 27(2): 209-220.

² Rao, C. R. 1995. A review of canonical coordinates and an alternative to correspondence analysis using Hellinger distance. *Qëstiió (Quaderns d'Estadística I Investigació Operativa)*, 19: 23-63.

Legendre, P.; Gallagher, E. D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129: 271-280.

Legendre, P.; Legendre, L. 2012. *Numerical Ecology*. 3rd English ed. Elsevier.

³ Jari Oksanen, F. Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlenn, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens, Eduard Szoecs, Helene Wagner (2018). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5 - 1.

⁴ R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

Não foi possível realizar o teste de Mantel considerando, isoladamente, cada compartimento, visto que em cada um existem apenas duas parcelas e, com isso, uma distância e um índice de dissimilaridade.

13.1.2.2.1.2. DISSIMILARIDADE E AGRUPAMENTO (ENTRE AS PARCELAS)

A comparação florística entre as parcelas foi realizada com base em uma matriz de abundância de espécies, a partir da qual foi construído um dendrograma de dissimilaridade. Para a elaboração do dendrograma, foram utilizados o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis (Bray e Curtis, 1957)⁵ e o método de agrupamento pela média de grupo (UPGMA - *Unweighted Pair Group Average Method*). Adicionalmente, foi realizada uma análise de coordenadas principais, também denominada MDS – Escalonamento Multidimensional Clássico (Gower, 1966)⁶, considerando a matriz de dissimilaridade, de modo a ordenar as parcelas em função de suas composições florísticas.

No **Quadro 13.1.2 - 2** é apresentada a matriz de dissimilaridade entre as parcelas localizadas em formações pioneiras. O dendrograma de dissimilaridade e o gráfico de ordenação das parcelas são apresentados nas **Figura 13.1.2 - 1** e **Figura 13.1.2 - 2**, respectivamente.

Quadro 13.1.2 - 1 – Matriz de dissimilaridade florística (Bray-Curtis) entre as parcelas localizadas em formações pioneiras da UHE Belo Monte.

	BA1PI	BA2PI	PI1PI	PI2PI	SJ1PI
BA2PI	0,30				
PI1PI	0,73	0,64			
PI2PI	0,51	0,54	0,80		
SJ1PI	0,33	0,40	0,64	0,57	
SJ2PI	0,51	0,37	0,44	0,64	0,43

BA = Ilha Bacajá (Trecho de Vazão Reduzida); PI = Ilha Pimental (Reservatório do Xingu); SJ = Ilha Santa Juliana (a Montante do Reservatório do Xingu).

Fonte: STCP, 2018.

De maneira geral, as parcelas apresentaram dissimilaridade florística moderada, sendo que mais da metade dos casos avaliados apresentaram dissimilaridade próxima ou inferior a 0,5, ou seja, composições florísticas com similaridade de, no mínimo, 50%.

⁵ Bray, J. R.; Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.

⁶ Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53: 325–328.

FORMAÇÕES PIONEIRAS

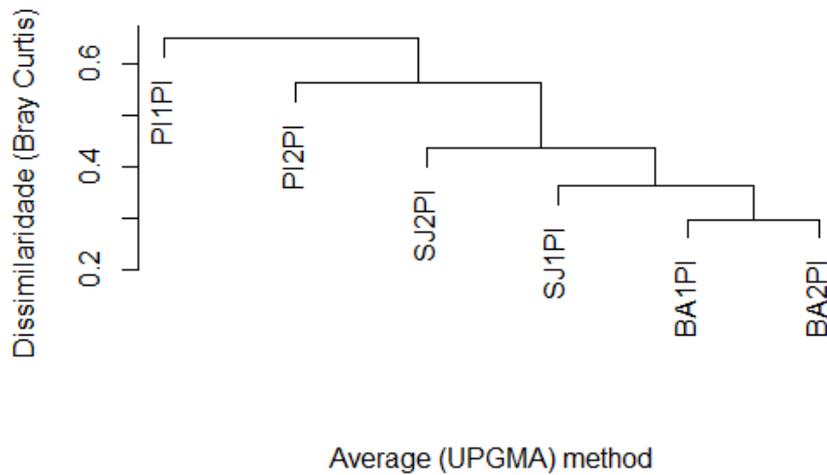


Figura 13.1.2 - 1 – Dendrograma obtido com base na dissimilaridade florística (Bray-Curtis) entre as parcelas localizadas em formações pioneiras da UHE Belo Monte.

Fonte: STCP, 2018.

FORMAÇÕES PIONEIRAS

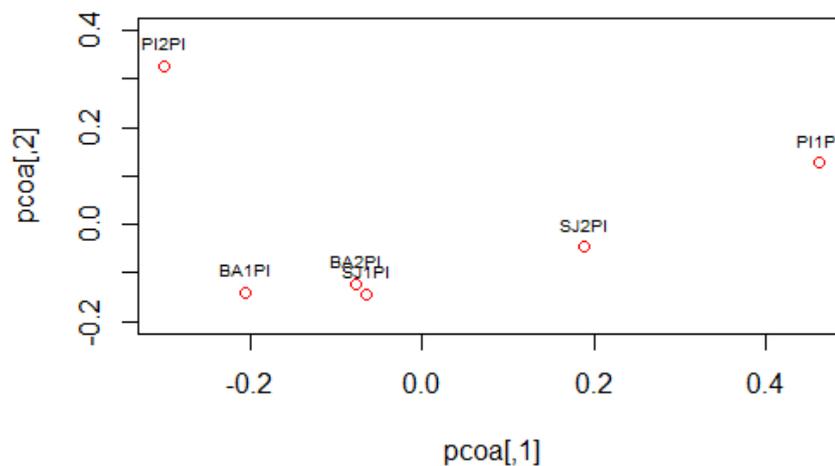


Figura 13.1.2 - 2 – Escalonamento Multidimensional Clássico (MDS) das parcelas localizadas em formações pioneiras da UHE Belo Monte.

Fonte: STCP, 2018.

Nas florestas tropicais úmidas da Amazônia a alta diversidade de espécies existente está associada à alta diversidade de habitats e a grande especialização das espécies

na utilização dos mesmos (Alves et al., 2008)⁷, resultando num grande número de espécies consideradas localmente raras (Hubbell e Foster, 1986; Kochummen et al., 1990; Lieberman e Lieberman, 1994)⁸ e na baixa similaridade florística entre parcelas próximas (Amaral et al., 2000; Campbell et al., 1986; Gentry, 1988)⁹. A dissimilaridade entre as comunidades vegetais na Amazônia também está associada, em parte, às variações na topografia e nas características edáficas (Guillaumet, 1987; Gentry, 1988; Tuomisto et al., 1995)¹⁰.

13.1.2.2.1.3. ALTERAÇÕES FLORÍSTICAS

As análises das alterações na composição florística foram feitas pela avaliação da presença ou ausência dos indivíduos em cada período de avaliação. Ao longo de todo o período de monitoramento das formações pioneiras (componente arbustivo-arbóreo) foram encontradas 47 espécies arbóreas, pertencentes a 17 famílias botânicas. Nas **Figuras 13.1.2 - 4, 13.1.2 - 5 e 13.1.2 - 6** são apresentadas as evoluções do número de famílias botânicas, espécies e indivíduos arbóreos em cada período de monitoramento para cada compartimento. Ainda que as campanhas de monitoramento das formações pioneiras sejam anuais, as análises foram organizadas considerando as campanhas de 2012 a 2014 (pré-enchimento) e 2016 a 2018 (pós-enchimento).

⁷ Alves, J. C. Z.; Miranda, I. S. 2008. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de Terra Firme aplicada ao manejo florestal. *Acta Amazonica*, 38(4): 657-666.

⁸ Hubbell, S. P.; Foster, R. B. 1986. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation. In: Soulé, M.E. (ed.) *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Massachusetts. 205-231.

Kochummen, K. M.; Lafrankie, J. V.; Manokaran, N. 1990. Floristic composition of Pasoh Forest Reserve, a lowland rain forest in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 3: 1-13.

Lieberman, M.; Lieberman, D. 1994. Patterns of density and dispersion of forest trees. In: McDade, L.A., Bawa, K.S., Hespeneheide, H.A., Hartshorn, G.S. (eds.), *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. University of Chicago Press, Chicago. 106-119.

⁹ Amaral, I. L.; Matos, F. D. A.; Lima, J. 2000. Composição florística e estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme no Rio Uatumã, Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 30: 377-392.

Campbell, D. C.; Daly, D. C.; Prance, G. T.; Maciel, U. N. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firme and varzea tropical forest on the rio Xingu, *Brazilian Amazon. Brittonia*, 38(4): 369-393.

Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 75: 1-34.

¹⁰ Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 75: 1-34.

Guillaumet, J. L. 1987. Some structural and floristic aspect of the forest. *Experientia*, 43(3): 241-251.

Tuomisto, H., Ruololainen, K.; Kalliola, R.; Linna, A.; Danjoy, W.; Rodriguez, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269: 63-66.

FAMÍLIAS BOTÂNICAS

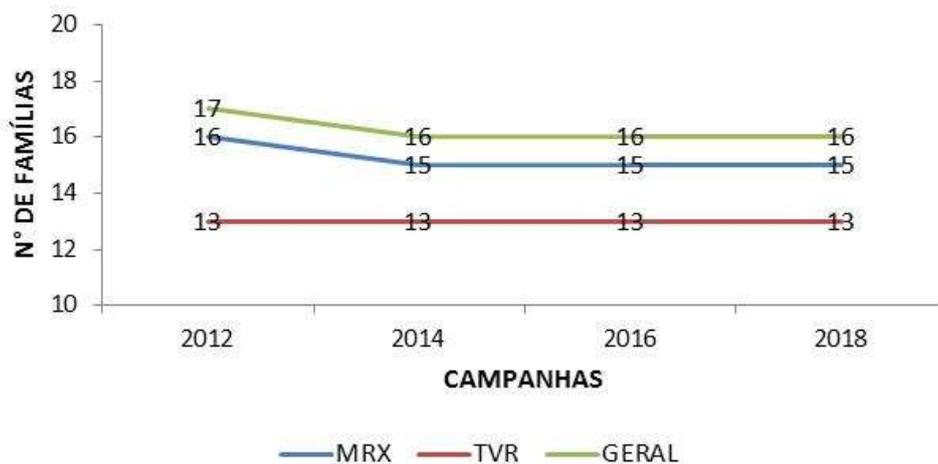


Figura 13.1.2 - 4 – Evolução do número de famílias botânicas em cada período de monitoramento em cada compartimento.

Fonte: STCP, 2018.

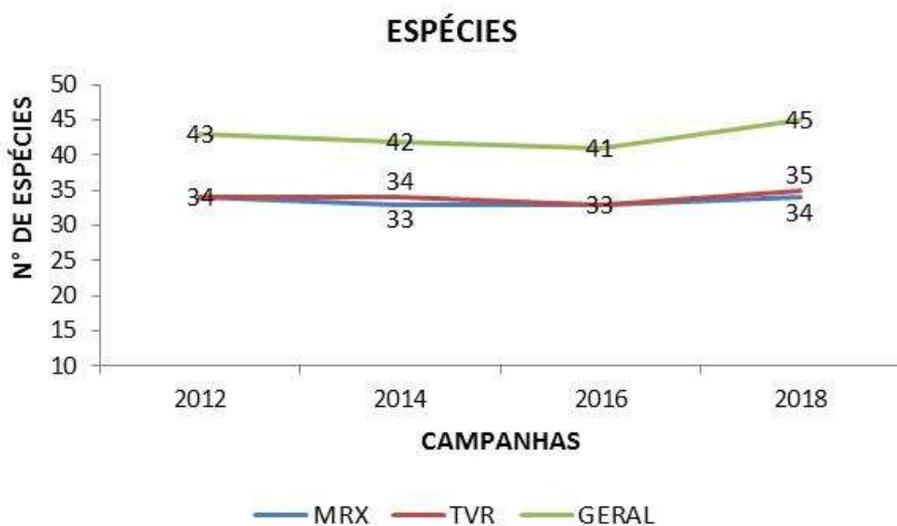


Figura 13.1.2 - 5 – Evolução do número de espécies em cada período de monitoramento em cada compartimento.

Fonte: STCP, 2018.

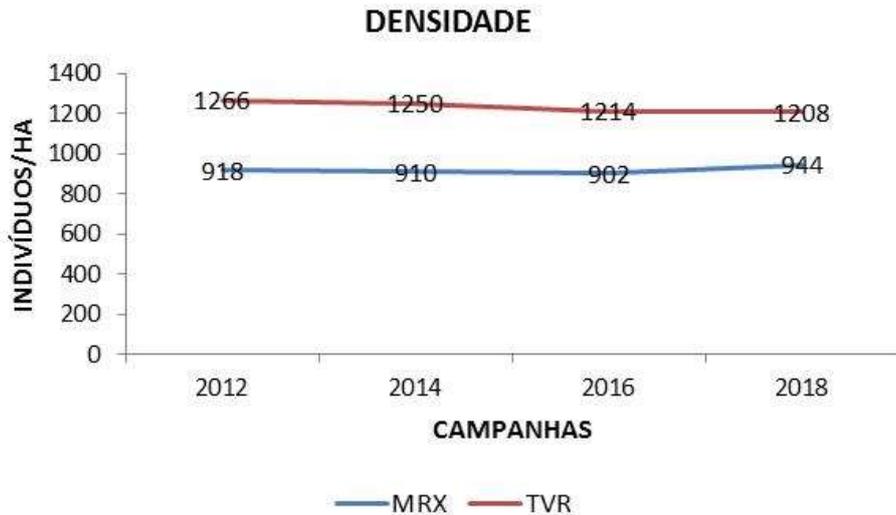


Figura 13.1.2 - 6 – Evolução do número de indivíduos em cada período de monitoramento em cada compartimento.

Fonte: STCP, 2018.

Observa-se que a Montante do Reservatório do Xingu ocorreu o egresso de uma família botânica. Apocynaceae foi encontrada somente em 2012, com a amostragem da espécie *Tabernaemontana sifilítica* (Pocoro). Com isso o número de famílias passou de 16 para 15.

Por outro lado, no Trecho de Vazão Reduzida não foi constatada nenhuma alteração em relação às famílias botânicas, ou seja, as mesmas famílias (13) foram encontradas em todas as campanhas de monitoramento.

Com relação ao número de espécies arbóreas, observa-se que a Montante do Reservatório do Xingu o número de espécies encontradas em 2018 é o mesmo que aquele referente a 2012. Contudo, *Tabernaemontana sifilítica* (Pocoro) só foi encontrada em 2012 e *Couepia* sp. (Couepia-folha-amarela) ingressou em 2018.

No TVR o número de espécies passou de 34 (2012) para 35 (2018). Ocorreram os ingressos das espécies *Etaballia dubia* (Mututirana), *Eugenia* sp. (Goiabinha-casca-roxa) e *Stachyarrhena spicata* (Stachyarrhena). Por outro lado, *Couepia guianensis* (Macucu-folha-branca) e *Psidium acutangulum* (Araçá-fruto-rugoso) egressaram.

Em relação às alterações na densidade, observou-se uma redução gradativa do número de indivíduos no Trecho de Vazão Reduzida, desde o início do monitoramento. A Montante do Reservatório do Xingu essa redução ocorreu no período pré-enchimento. Já no pós-enchimento ocorreu um aumento da densidade, em consequência da maior taxa de recrutamento em comparação à de mortalidade no período 2016-2018, apresentadas no item 13.1.2.2.1.6 deste relatório.

13.1.2.2.1.4. RIQUEZA FLORÍSTICA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE

Foram geradas curvas de rarefação para cada compartimento, de modo a comparar a riqueza de espécies nas diferentes unidades amostrais. Por meio deste procedimento é realizada a padronização da intensidade amostral de diferentes áreas, com base no número de indivíduos. Com base na riqueza de espécies de cada compartimento em cada período de avaliação, foi estimado o número de espécies de cada local por meio dos estimadores de riqueza Chao, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap.

A diversidade florística foi avaliada para cada local em cada período de avaliação por meio do Índice de Shannon-Weaver (H'), Índice de dominância de Simpson (D) e Índice de Equabilidade de Pielou (J). O índice de diversidade de Shannon baseia-se na teoria da informação (Ludwig e Reynolds, 1988)¹¹ e fornece uma ideia do grau de incerteza em prever, a qual espécie pertenceria um indivíduo retirado aleatoriamente da população.

Por sua vez, o índice de Simpson tem sua formulação derivada da teoria das probabilidades e é utilizado em análises quantitativas de comunidades biológicas. Este índice fornece a ideia da probabilidade de se coletar aleatoriamente dois indivíduos da comunidade e, obrigatoriamente, pertencerem a espécies diferentes ($1-D$) (Gorenstein, 2002)¹².

O índice de Equabilidade de Pielou é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou, 1966)¹³. Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

As análises foram realizadas utilizando-se o pacote vegan (Oksanen et al., 2018)¹⁴ do software R (R Core Team, 2018)¹⁵. Cabe destacar que as curvas de rarefação geradas a partir das matrizes florísticas das quatro campanhas de monitoramento apresentaram tendências semelhantes, portanto serão apresentadas somente as curvas de cada compartimento referentes à última campanha de monitoramento (2018), pois neste período observou-se o maior número de espécies amostradas em todos os compartimentos.

¹¹ Ludwig, J. A.; Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: John Wiley, 337p.

¹² Gorenstein, M. R. 2002. *Métodos de amostragem no levantamento da comunidade arbórea em floresta estacional semidecidual*. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

¹³ Pielou, E. C. 1966. Species diversity and pattern diversity in study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, New York. 10: 370-383.

¹⁴ Oksanen, J. F.; Blanchet, G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; McGlenn, D.; Minchin, P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Henry M.; Stevens, H.; Szoecs, E.; Wagner H. 2018. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5 - 1.

¹⁵ R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

13.1.2.2.1.4.A. MONTANTE DO RESERVATÓRIO XINGU

Nas Figuras 13.1.2 - 7, 13.1.2 - 8 e 13.1.2 - 9 são apresentados, respectivamente, as curvas de rarefação de espécies, os índices de diversidade e as estimativas de riqueza referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

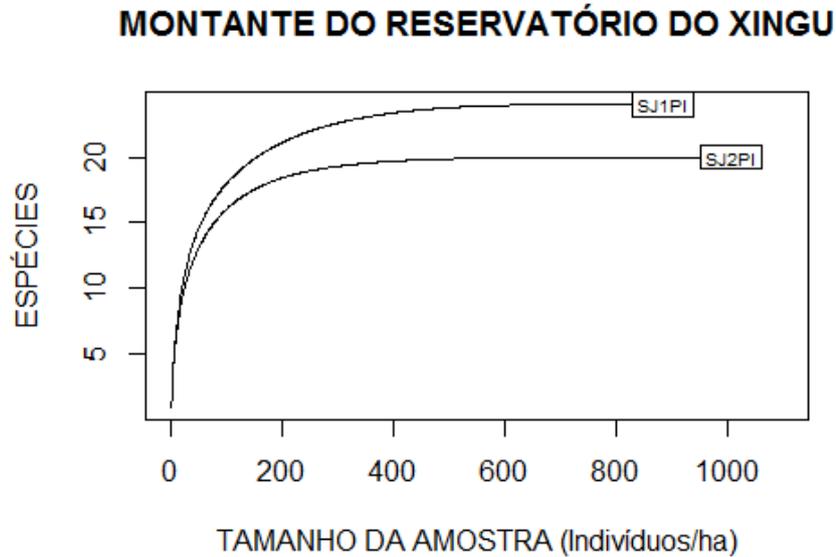


Figura 13.1.2 - 7 – Curvas de rarefação referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.



Figura 13.1.2 - 8 – Evolução dos estimadores de riqueza referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

Considerando as curvas de rarefação, observa-se que não ocorreu uma variação expressiva em relação ao número de espécies e indivíduos entre as unidades

amostrais. Com base na riqueza observada (2018), a estimativa do número de espécies variou entre 40 e 48.

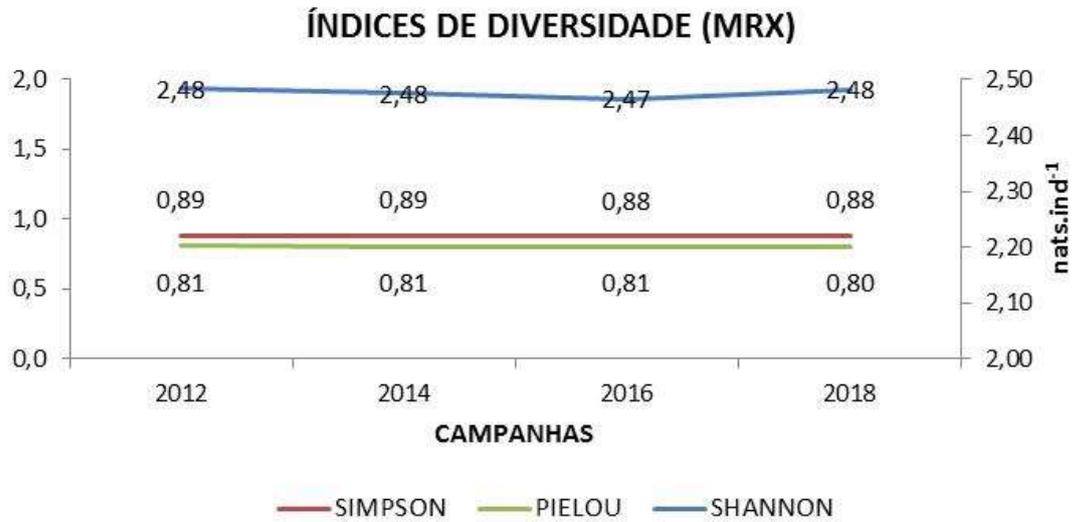


Figura 13.1.2 - 9 – Evolução dos índices de diversidade referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

Não foram observadas alterações expressivas nos índices de diversidade referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu. A pequena redução dos índices de Simpson e Pielou se dá em função do aumento da densidade no período 2016-2018.

13.1.2.2.1.4.B. TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

Nas **Figuras 13.1.2 - 10, 13.1.2 - 11 e 13.1.2 - 12** são apresentados, respectivamente, as curvas de rarefação, os índices de diversidade e as estimativas de riqueza referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

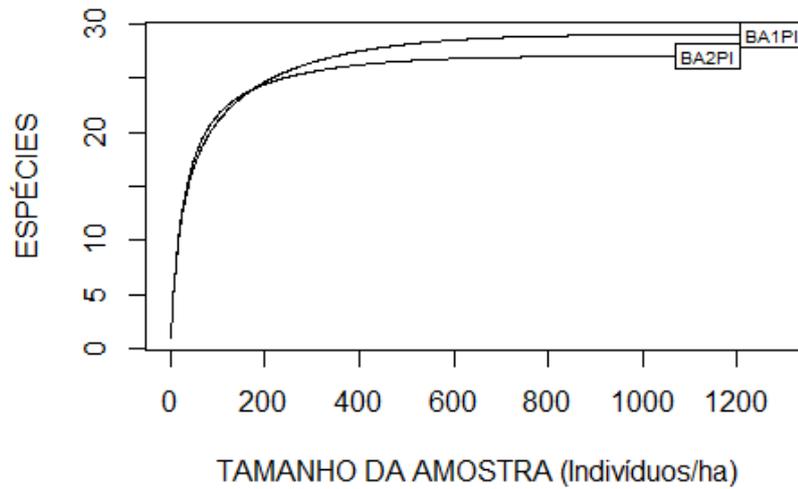


Figura 13.1.2 - 10 – Curvas de rarefação referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

ESTIMADORES DE RIQUEZA (TVR)

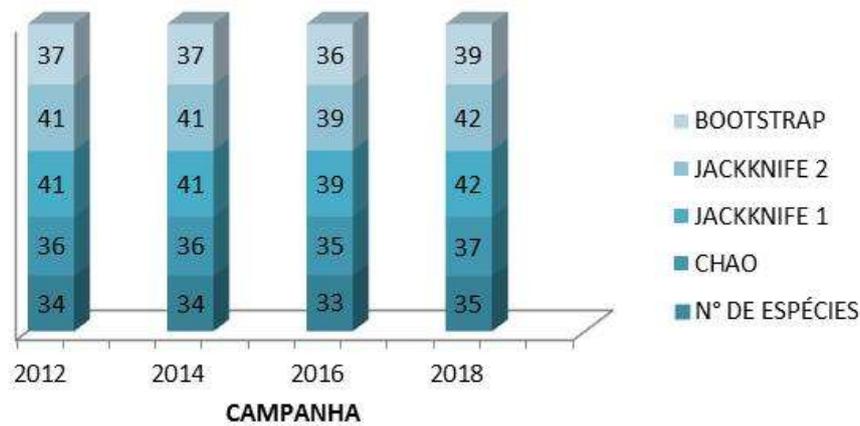


Figura 13.1.2 - 11 – Evolução dos estimadores de riqueza referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE (TVR)

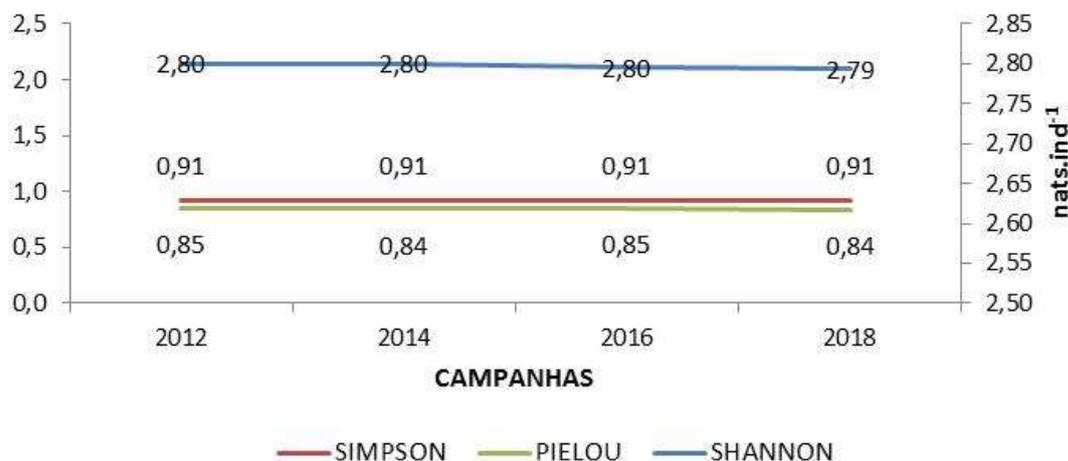


Figura 13.1.2 - 12 – Evolução dos índices de diversidade referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

No TVR também não foram observadas mudanças expressivas nos índices de diversidade. A curva de rarefação também apresenta a mesma tendência daquela anteriormente apresentada, caracterizada pela pequena variação do número de indivíduos e espécies entre as unidades amostrais. Considerando a maior riqueza observada (2018), a estimativa do número de espécies variou entre 37 e 42.

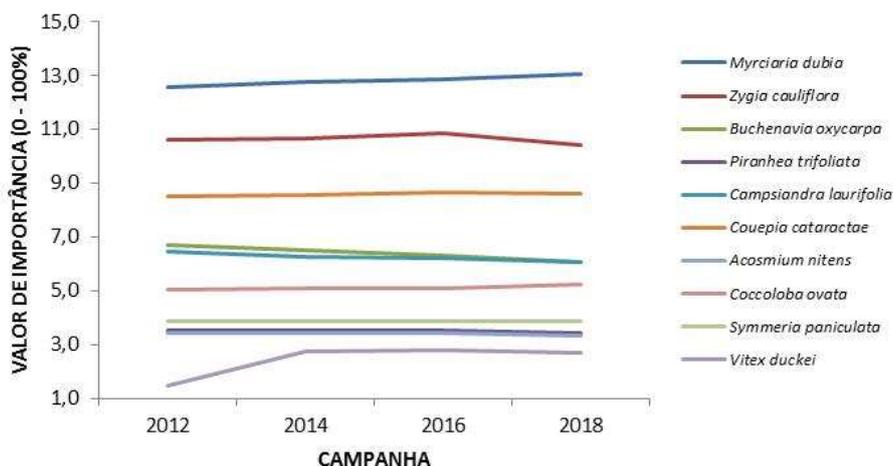
13.1.2.2.1.5. ALTERAÇÕES NA ESTRUTURA HORIZONTAL

A estrutura horizontal de cada compartimento em cada período de monitoramento foi caracterizada pelos parâmetros fitossociológicos de densidade, frequência e dominância das espécies, resultando no respectivo valor de importância¹⁶, tendo-se como foco, sobretudo, as mudanças ocorridas entre as medições. Nos resultados apresentados neste relatório (**Figura 13.1.2 - 13**) constam apenas as dez (10) espécies com maior valor de importância (VI) em cada compartimento.

A tabela completa contendo a estrutura horizontal de cada compartimento em cada período é apresentada no **Anexo 13.1.2 - 1**, no qual as espécies são apresentadas em ordem decrescente com base no valor de importância referente à campanha de 2018.

¹⁶ Considerando as características das formações pioneiras, nas quais são amostrados desde indivíduos com porte arbustivo até espécies arbóreas com grandes dimensões, a importância (valor de importância) das espécies foi calculada considerando os parâmetros relativos de frequência e densidade, sem considerar a dominância, dada a discrepância dessa variável entre os diferentes componentes desse tipo de formação.

VALOR DE IMPORTÂNCIA (MRX)



VALOR DE IMPORTÂNCIA (TVR)

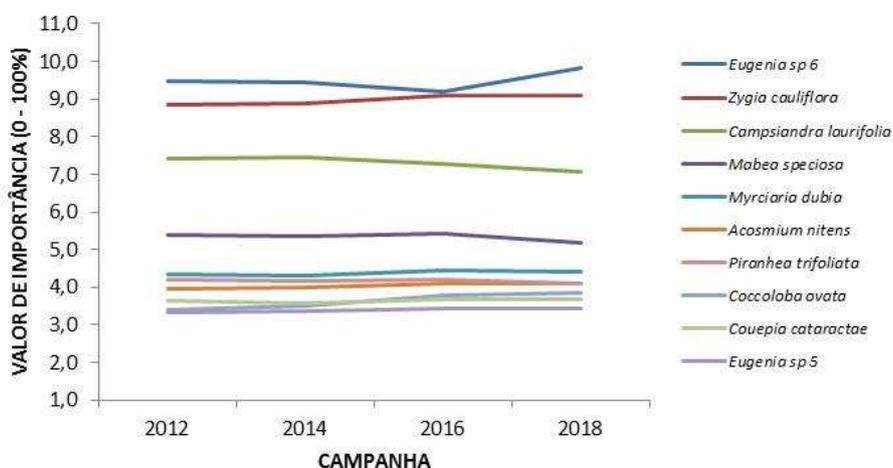


Figura 13.1.2 - 13 – Dez espécies de maior valor de importância (VI) nos compartimentos a Montante do Reservatório do Xingu e Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

Observaram-se poucas alterações em relação à posição de importância entre as dez espécies de maior VI em cada compartimento, e que não ocorreram alterações de espécies dentre as principais em todo o período de monitoramento.

Destaca-se a importância das espécies *Myrciaria dubia* (Camu-camu), *Zygia cauliflora* (Jarandeu), *Piranhea trifoliata* (Piranheira), *Campsiandra laurifolia* (Acapurana), *Couepia cataractae* (Pajurá-do-pedral), *Acosmium nitens* (Acosmiun) e *Coccoloba ovata* (Cocoloba-folha-miúda) que listaram entre as mais importantes nos dois compartimentos avaliados.

Com destaque apenas a Montante do Reservatório do Xingu, aparecem *Buchenavia oxycarpa* (Cuiarana), *Symmeria paniculata* (Carauacu) e *Vitex duckei* (Vitex-pedral).

No TVR destaca-se *Eugenia* sp. 6 (Eugenia-folha-miúda), *Mabea speciosa* (Taquarana) e *Eugenia* sp. 5 (Eugenia-folha-grande).

13.1.2.2.1.6. DINÂMICA FLORESTAL

A dinâmica florestal foi avaliada com base nas taxas de mortalidade (M%) e recrutamento (R%), obtidas pelo levantamento dos indivíduos que ingressaram e egressaram em cada período de avaliação. A partir das taxas de mortalidade e recrutamento foram calculadas as respectivas meia-vida e o tempo de duplicação.

A meia-vida ($t_{1/2}$) representa o número de anos necessários para que uma população seja reduzida em 50% a partir da presente taxa de mortalidade, sendo que, quanto maior a taxa de mortalidade, menor será $t_{1/2}$.

O tempo de duplicação (t_2) representa o número de anos necessário para duplicar o tamanho de uma população a partir da presente taxa de recrutamento. Quanto maior o recrutamento menor o t_2 .

A estabilidade foi calculada a partir da diferença entre o tempo de duplicação e a meia-vida (Korning e Balslev, 1994)¹⁷; sendo que quanto mais próximo de zero mais estável seria a comunidade. A rotatividade (anos) foi calculada pela média entre $t_{1/2}$ e t_2 e quanto menor, mais dinâmica é a comunidade. De acordo com Oliveira-Filho et al. (1997)¹⁸, a taxa de rotatividade foi calculada a partir da média entre as taxas de recrutamento e mortalidade. Nesse caso, quanto maior a taxa de rotatividade, maiores as taxas de mortalidade e/ou recrutamento e menor a rotatividade. A rotatividade e a estabilidade foram expressas em anos e a taxa de rotatividade em $\% \cdot \text{ano}^{-1}$.

A comparação entre as taxas de mortalidade e recrutamento e entre períodos foi feita por meio do teste z para comparação de taxas de Poisson (Zar, 2010)¹⁹.

13.1.2.2.1.6.A. MONTANTE DO RESERVATÓRIO DO XINGU

No Quadro **13.1.2 - 3** são apresentadas as taxas de mortalidade e recrutamento referentes ao MRX, obtidas para cada período de monitoramento. São apresentados, ainda, os tempos de meia-vida, duplicação, estabilidade e rotatividade.

¹⁷ Korning, J.; Balslev, H. 1994. Growth rates and mortality patterns of tropical lowland tree species and the relation to forest structure in Amazonian Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 151-166.

¹⁸ Oliveira-filho, A. T.; Mello, J. M.; Scolforo, J. R. 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragmente of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). *Plant Ecology*, 131: 45-66.

¹⁹ Zar, J. H. 2010. *Biostatistical analysis*. 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall. 944 p.

Quadro 13.1.2 - 3 – Teste de Poisson e dinâmica para cada período de monitoramento referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

PERÍODO	N/ha (N ₀)	M	R	M (%)	R (%)	T (%)	MUDANÇA	t _{1/2}	t ₂	E	R	z	p
2012-2014	918,0	22,0	14,0	1,2	0,8	1,0	-	57	91	34	74	-9,7	0,000*
2014-2016	910,0	26,0	18,0	1,4	1,0	1,2	-	48	70	22	59	-8,9	0,000*
2016-2018	902,0	4,0	46,0	0,2	2,5	1,4	+	312	28	285	170	41,7	0,000*

N/ha (N₀) = Número de indivíduos por hectare no início do período; M = número de indivíduos mortos por hectare no período; R = número de indivíduos recrutados por hectare no período; M (%) = taxa de mortalidade (%.ano⁻¹); R (%) = taxa de recrutamento (%.ano⁻¹); T (%) = taxa de rotatividade (%.ano⁻¹); t_{1/2} = meia vida (anos); t₂ = tempo de duplicação (anos); E = estabilidade (anos); R = rotatividade (anos). Valores de p < 0,05 indicam diferença significativa pelo teste z de Poisson entre as taxas de recrutamento e mortalidade, a 95% de probabilidade.

Fonte: STCP, 2018.

Com base no teste de Poisson, observa-se que em todos os períodos houve diferença significativa entre as taxas de recrutamento e mortalidade. No período 2012-2014 (pré-enchimento), a taxa de mortalidade foi superior à taxa de recrutamento, onde egressaram e ingressaram, respectivamente 22 e 14 indivíduos.ha⁻¹, respectivamente. Por outro lado no período entre 2016 e 2018 (pós-enchimento), a taxa de recrutamento foi 12,5 vezes superior à de mortalidade, sendo observado o ingresso de 46 indivíduos.ha⁻¹ e a mortalidade de 4 indivíduos.ha⁻¹. De maneira geral, ocorreu um aumento no número de indivíduos a Montante do Reservatório do Xingu, onde a densidade passou de 918 (2012) para 944 (2018) indivíduos.ha⁻¹.

Avaliando as taxas nos diferentes períodos, constatou-se diferença significativa tanto para a taxa de recrutamento quanto para a taxa de mortalidade (**Quadro 13.1.2 - 4**).

Quadro 13.1.2 - 4 – Teste de Poisson para cada período de monitoramento referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

COMPARTIMENTO	TAXA	2014	2016	2018	z (14-16)	p (14-16)	z (16-18)	p (16-18)
MRX	M (%)	1,21	1,44	0,22	-4,3	0,000*	28,5	0,000*
	R (%)	0,76	0,98	2,52	-5,0	0,000*	-24,8	0,000*

MRX = Montante do Reservatório do Xingu; M (%) = taxa de mortalidade (%.ano⁻¹); R (%) = taxa de recrutamento (%.ano⁻¹). Valores de p < 0,05 indicam diferença significativa pelo teste z de Poisson para as taxas de recrutamento e mortalidade nos diferentes períodos, a 95% de probabilidade.

Fonte: STCP, 2018.

As evoluções das taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade, bem como dos tempos de mudança podem ser visualizadas nas Figuras 13.1.2 - 14 e 13.1.2 - 15, respectivamente.



Figura 13.1.2 - 14 – Evolução das taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.
 Fonte: STCP, 2018.



Figura 13.1.2 - 15 – Evolução dos tempos de meia vida, duplicação, estabilidade e rotatividade referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.
 Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2.1.6.B. TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

No Quadro 13.1.2 - 5 são apresentadas as taxas de mortalidade e recrutamento referentes ao Trecho de Vazão Reduzida, obtidas para cada período de monitoramento. São apresentados, ainda, os tempos de meia-vida, duplicação, estabilidade e rotatividade.

Quadro 13.1.2 - 5 – Dinâmica para cada período de monitoramento referente ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

PERÍODO	N/ha (N ₀)	M	R	M (%)	R (%)	T (%)	MUDANÇA	t _{1/2}	t ₂	E	R	z	p
2012-2014	1266	20	4	0,8	0,2	0,5	-	87	439	352	263	-23,0	0,000*
2014-2016	1250	40	4	1,6	0,2	0,9	-	43	434	391	238	-38,5	0,000*
2016-2018	1214	36	30	1,5	1,2	1,4	-	46	56	10	51	-5,5	0,000*

N/ha (N₀) = Número de indivíduos por hectare no início do período; M = número de indivíduos mortos por hectare no período; R = número de indivíduos recrutados por hectare no período; M (%) = taxa de mortalidade (%.ano⁻¹); R (%) = taxa de recrutamento (%.ano⁻¹); T (%) = taxa de rotatividade (%.ano⁻¹); t_{1/2} = meia vida (anos); t₂ = tempo de duplicação (anos); E = estabilidade (anos); R = rotatividade (anos). Valores de p < 0,05 indicam diferença significativa pelo teste z de Poisson entre as taxas de recrutamento e mortalidade, a 95% de probabilidade.

Fonte: STCP, 2018.

No Trecho de Vazão Reduzida a diferença entre o recrutamento e a mortalidade diferiram estatisticamente em todos os períodos avaliados. Observou-se uma mudança negativa (redução da densidade) tanto no pré (2012-2014) como no pós-enchimento (2016-2018). Contudo, tanto a taxa de mortalidade quanto a de recrutamento foram mais expressivas no pós-enchimento, com maior proximidade entre elas, corroborado pelo menor valor da estatística de Poisson.

Não foi constatada diferença significativa entre as taxas de mortalidade observadas nos períodos 2012-2014 e 2014-2016 (**Quadro 13.1.2 - 6**). Nos demais casos, houve diferença, tanto para mortalidade como para o recrutamento.

Quadro 13.1.2 - 6 – Teste de Poisson para cada período de monitoramento referente ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

COMPARTIMENTO	TAXA	2014	2016	2018	z (14-16)	p (14-16)	z (16-18)	p (16-18)
TVR	M (%)	0,8	1,6	1,5	-18,8	0,000*	2,4	0,017*
	R (%)	0,2	0,2	1,2	0,0	1,000 ^{ns}	-32,0	0,000*

TVR = Trecho de Vazão Reduzida; M (%) = taxa de mortalidade (%.ano⁻¹); R (%) = taxa de recrutamento (%.ano⁻¹). Valores de p < 0,05 indicam diferença significativa pelo teste z de Poisson para as taxas de recrutamento e mortalidade nos diferentes períodos, a 95% de probabilidade.

Fonte: STCP, 2018.

As evoluções das taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade, bem como dos tempos de mudança podem ser visualizadas nas **Figuras 13.1.2 - 16 e 13.1.2 - 17**, respectivamente.



Figura 13.1.2 - 16 – Evolução das taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.



Figura 13.1.2 - 17 – Evolução dos tempos de meia vida, duplicação, estabilidade e rotatividade referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2.1.6.C. RESUMO DA ANÁLISE

De maneira geral, as taxas de mortalidade diferiram estatisticamente das taxas de recrutamento em todos os períodos e compartimentos. Com exceção das taxas de recrutamento no TVR referentes aos períodos 2012 a 2014 e 2014 a 2016, observou-se diferença entre períodos tanto para a mortalidade como para o recrutamento.

A Montante do Reservatório do Xingu, as taxas de mortalidade foram superiores as de recrutamento na ordem de 1,4 e 1,5 vezes, respectivamente, nos períodos de 2012 a 2014 e 2014 a 2016. Por outro lado, de 2016 a 2018 o recrutamento superou a mortalidade em 12,5 vezes, resultando num aumento no número de indivíduos no

referido compartimento. Tal fato pode estar associado à maior vazão do rio Xingu, observada principalmente em 2017 e 2018, quando comparada aos períodos anteriores, de menor vazão, em especial 2013, 2015 e 2016 (**Figuras 13.1.2 - 18 e 13.1.2 - 19**).

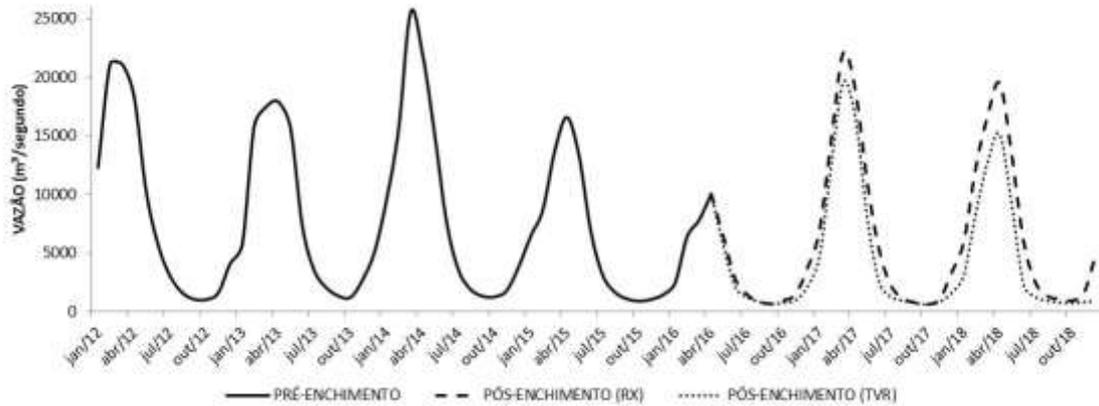


Figura 13.1.2 - 18 – Vazões no Reservatório do Xingu e Trecho de Vazão Reduzida, antes e após o enchimento dos reservatórios.
Fonte: STCP, 2018.

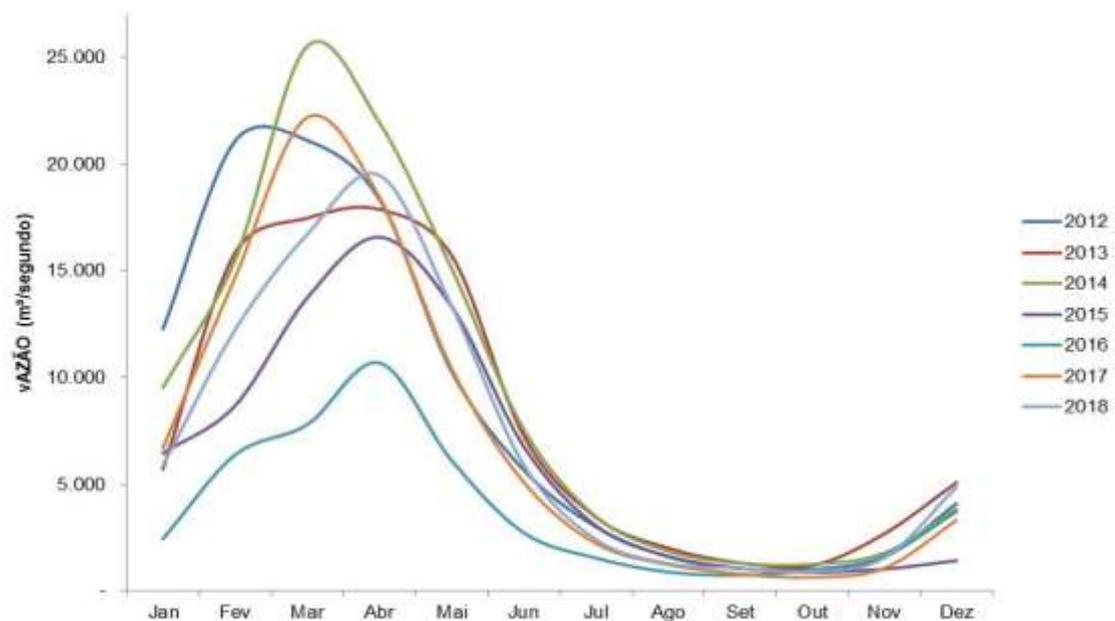


Figura 13.1.2 - 19 – Vazões mensais no Reservatório do Xingu nos períodos pré e pós-enchimento.
Fonte: STCP, 2018.

No TVR a mortalidade foi superior em todos os períodos, sendo 4 vezes maior que o recrutamento no período 2012-2014 e 1,25 vezes maior no período 2016-2018. Sendo assim, houve uma redução da densidade de indivíduos no compartimento. Assim como observado no MRX, o recrutamento no TVR teve um aumento expressivo no último período de monitoramento devido a maior vazão observada no período. Contudo, com a operação do empreendimento, o TVR apresentou vazões menores que as do RX (**Figura 13.1.2 - 20**) o que pode estar relacionado ao aumento da

mortalidade no TVR. Entretanto, ressalta-se que se trata de análise incipiente, pois não existem dados de vazão de Belo Monte a plena carga.

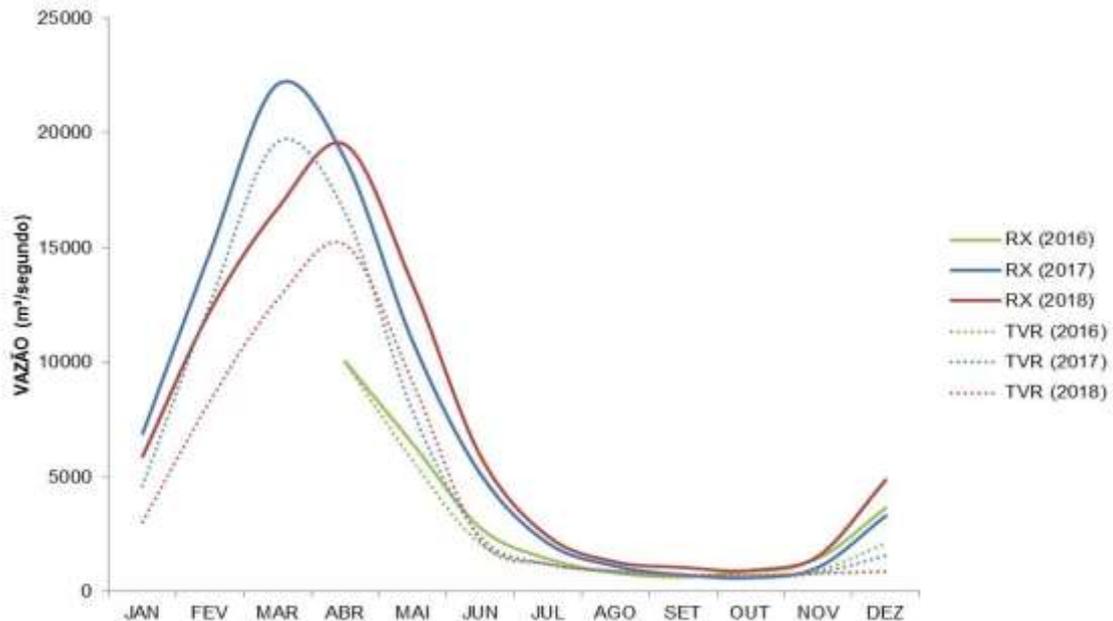


Figura 13.1.2 - 20 – Diferença entre as vazões no Reservatório do Xingu e Trecho de Vazão Reduzida no período pós-enchimento.

Fonte: STCP, 2018.

Mesmo considerando diferentes fitofisionomias em função da inexistência de bibliografia acerca da dinâmica de formações pioneiras similares, os valores apresentados neste relatório podem ser comparados com outros trabalhos realizados em florestas não perturbadas da Amazônia, como os de Rocha (2001)²⁰ (0,90%.ano⁻¹); Higuchi et al., (1997)²¹ (M=1,10%.ano⁻¹); Lieberman e Lieberman (1987)²² (1,80%.ano⁻¹); Manokaran e Kochummen (1987)²³ (1,40%.ano⁻¹); Teixeira et al. (2007)²⁴ (1,65%.ano⁻¹) e Vasconcelos (2003) (2,30%.ano⁻¹) que descreveram taxas de recrutamento e os de Higuchi et al. (1997)²⁵ (1,03%.ano⁻¹); Teixeira et al. (2007)²⁶

²⁰ Rocha, R. M.; Higuchi, N.; Santos, J.; Nakamura, S.; Silva, R. P.; Pinto, A. C. M.; Tribuzy, E.S. 2003. Taxas de recrutamento e mortalidade e mudanças de estoques de fitomassa da floresta primária na região de Manaus-Am. In: Higuchi, N.; Santos, J. dos; Sampaio, P. B. T.; Marengo, R. A.; Ferraz, J.; Sales, P.C.; Saito, M.; Matsumoto, S. (Eds). *Pesquisas Florestais na Amazônia Central*. Projeto Jacaranda Fase II. 43-54.

²¹ Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Freitas, J. V. de; Vieira, G.; Cõic, A.; Minette, L. J. 1997. Crescimento e Incremento de uma Floresta Amazônica de Terra-Firme Manejada Experimentalmente. In: Relatório Final do Projeto Bionte. *Biomassa e Nutrientes Florestais* – MCT/INPA. Manaus. 89-131.

²² Lieberman, D.; Lieberman, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969 – 1982). *Journal of Tropical Ecology*, 3:347-358.

²³ Manokaran, N.; Kochummen, K.M. 1987. Recruitment, grow and mortality of trees in a lowland dipyterocarp forest in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 3:315-330.

²⁴ Teixeira, L. M.; Chambers, J. Q.; Silva, A. R.; Lima, A. J. N.; Carneiro, V. M. C.; Santos, J.; Higuchi, N. 2007. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. *Acta Amazonica*, 37(3):377-384.

²⁵ Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Freitas, J. V. de; Vieira, G.; Cõic, A.; Minette, L. J. 1997. Crescimento e Incremento de uma Floresta Amazônica de Terra-Firme Manejada Experimentalmente. In: Relatório Final do Projeto Bionte. *Biomassa e Nutrientes Florestais* – MCT/INPA. Manaus. 89-131.

²⁶ Teixeira, L. M.; Chambers, J. Q.; Silva, A. R.; Lima, A. J. N.; Carneiro, V. M. C.; Santos, J.; Higuchi, N. 2007. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. *Acta Amazonica*, 37(3):377-384.

(1,13%.ano⁻¹); Lieberman e Lieberman (1987)²⁷ (1,80%.ano⁻¹); Peralta et al. (1987)²⁸ (2,25%.ano⁻¹); Vasconcelos (2003)²⁹ (2,40%.ano⁻¹) e Carey et al. (1994)³⁰ (3,3%.ano⁻¹) que descreveram taxas de mortalidade.

Como os tempos de meia-vida e duplicação são derivados e inversamente proporcionais às taxas de mortalidade e recrutamento, respectivamente, a mesma tendência referente aos tempos de duplicação foi observada nos dois compartimentos, ou seja, ocorreu uma redução do tempo de duplicação em função do aumento do recrutamento. Diferentemente, os tempos de meia-vida apresentaram comportamentos distintos, com a redução da mortalidade (aumento da meia-vida) no MRX e aumento da mortalidade (redução da meia vida) no TVR.

13.1.2.2.1.7. MONITORAMENTO FENOLÓGICO

O monitoramento fenológico do componente arbustivo-arbóreo vem sendo analisado por compartimento, com o intuito de avaliar as modificações pós-enchimento dos compartimentos a Montante do Reservatório Xingu (MRX – Ilha de Santa Juliana e Trecho de Vazão Reduzida (TVR – Ilha de Bacajá).

Desde o início do monitoramento fenológico até o presente relatório foram realizadas 22 campanhas. A medição da 1ª Campanha ocorreu em setembro de 2013 e, trimestralmente, as outras campanhas foram sendo realizadas até a atual (22ª - dezembro/2018). Os eventos fenológicos (floração, frutificação e mudança foliar) ocorridos durante o monitoramento das espécies entre o período citado acima estão relacionados no **Anexo 13.1.2 - 2**. Estes quadros foram atualizados considerando a prática adotada pela Norte Energia desde o início dos monitoramentos, de revisão dos dados e correção de possíveis desvios, de forma a dar robustez à análise dos mesmos.

Com o enchimento do Reservatório do Xingu as duas parcelas localizadas na Ilha de Pimental (RX) ficaram permanentemente submersas, não sendo possível a comparação entre o período de implantação e operação da obra. A partir do 12º RC, as análises de fenologia foram realizadas por compartimento, com o intuito de verificar em qual região da ADA e AID a vegetação está sendo impactada.

Na **Figura 13.1.2 - 21** é possível observar a distribuição das fenofases por compartimento nos períodos pré e pós-enchimento dos reservatórios. No pós-

²⁷ Lieberman, D.; Lieberman, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969 – 1982). *Journal of Tropical Ecology*, 3:347-358.

²⁸ Peralta, R.; Hartshorn, G. S.; Lieberman, D.; Lieberman, M. 1987. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. In: Clark, D.A.; Dirzo, R.; Fetcher, N. (Eds). *Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos*. *Revista de Biología Tropical*, 35 (1). 23-40.

²⁹ Vasconcelos, S. S. 2003. *Dinâmica de uma floresta explorada seletivamente no Projeto de Colonização Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental*. 71 f. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

³⁰ Carey, E. V.; Brown, S.; Gillespie, A. J. R.; Lugo, A. E. 1994. Tree Mortality in Mature Lowland Tropical Moist and Tropical Lower Montane Moist Forest of Venezuela. *Biotropica*, 26(3): 255-264.

enchimento observa-se uma melhor proporção de observações entre as fenofases de floração e frutificação. É importante ressaltar que como as campanhas são trimestrais, algumas fenofases não são observadas em campo, porém elas ocorrem. Isso comprova-se devido ao fato de haver frutificação, que não ocorre sem que tenha ocorrido floração e vice-versa.

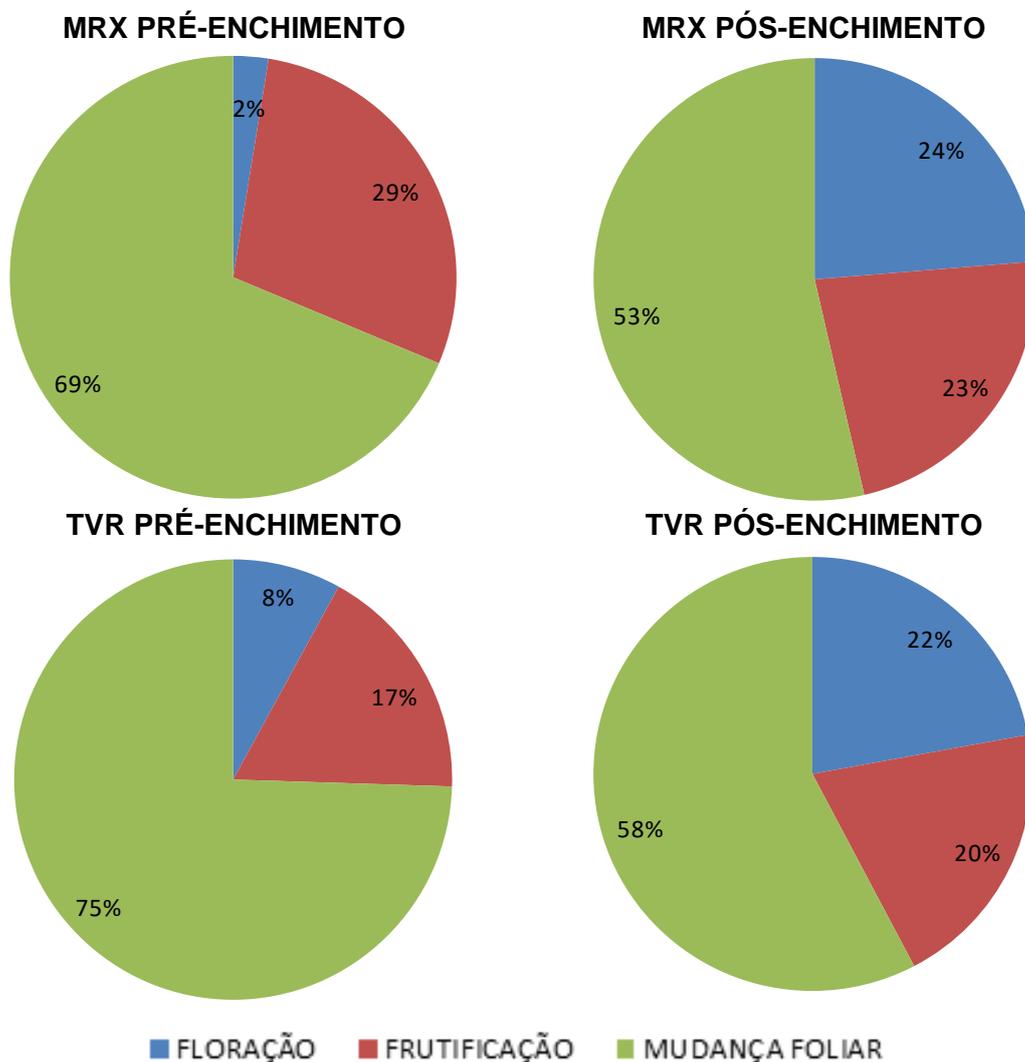


Figura 13.1.2 - 21 – Distribuição dos eventos fenológicos por compartimento no pré e pós-enchimento dos reservatórios Xingu e Intermediário.

MRX = Montante do Reservatório do Xingu; TVR = Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

No **Quadro 13.1.2 - 7** é apresentado o resumo dos eventos fenológicos referentes ao MRX. Ressalta-se que nem todas as espécies avaliadas apresentaram distribuição em todos os compartimentos. A espécie *Strophocactus wittii* teve floração visualizada pela primeira vez em 2018 e a frutificação foi observada em 2013 e agora novamente em 2018.

Para o TVR apenas a espécie *Strophocactus wittii* não teve a floração e frutificação observadas em nenhum momento. Foi observada frutificação na *Tillandsia arhiza* somente na fase pré-enchimento enquanto *Laelia gloriosa* somente no período pós-enchimento (**Quadro 13.1.2 - 8**).

Quadro 13.1.2 - 7 – Número de eventos fenológicos por espécie (MRX - Ilha Santa Juliana)

ESPÉCIE	FLORAÇÃO						FRUTIFICAÇÃO						MUDANÇA FOLIAR					
	Pré-enchimento			Pós-enchimento			Pré-enchimento			Pós-enchimento			Pré-enchimento			Pós-enchimento		
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Couepia cataractae</i>	0	3	0	6	3	3	4	5	3	3	3	6	5	12	16	12	0	6
<i>Myrciaria dubia</i>	0	0	0	0	3	2	6	6	7	3	3	2	3	15	15	18	0	0
<i>Strophocactus wittii</i>	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	2	3	12	15	12	0	4
Total	0	3	0	6	6	11	13	11	10	6	6	10	11	39	46	42	0	10

Fonte: STCP, 2018.

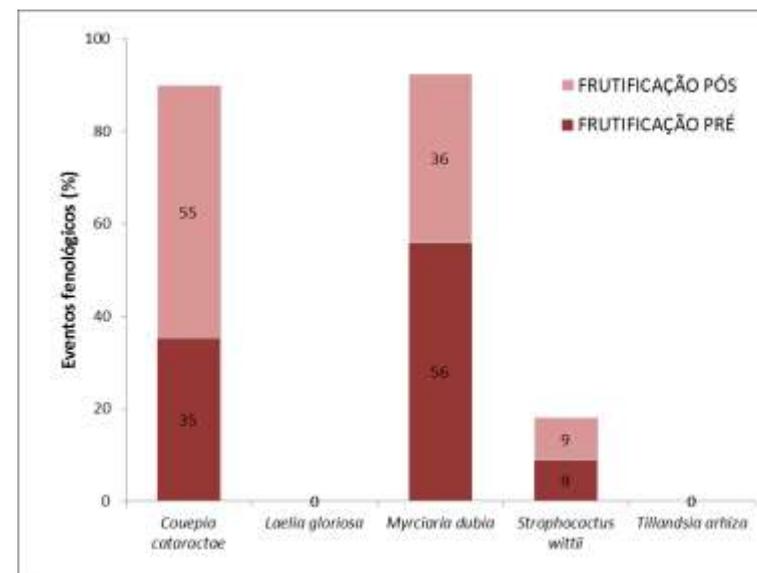
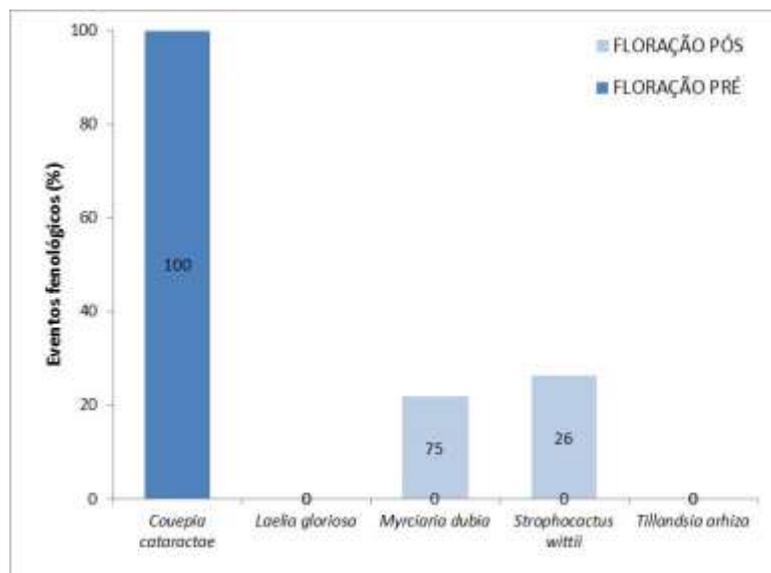


Figura 13.1.2 - 22 – Porcentagem de floração e frutificação por espécie (MRX) no período pré e pós-enchimentos dos reservatórios.

Fonte: STCP, 2018.

Quadro 13.1.2 - 8 – Número de eventos fenológicos por espécie (TVR - Ilha Bacajá)

ESPÉCIE	FLORAÇÃO						FRUTIFICAÇÃO						MUDANÇA FOLIAR					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Couepia cataractae</i>	2	3	3	6	9	7	4	3	5	9	3	6	3	12	17	18	3	9
<i>Laelia gloriosa</i>	0	0	0	3	9	0	0	0	0	6	3	3	6	15	18	3	3	9
<i>Myrciaria dubia</i>	1	0	0	0	6	0	5	6	6	0	3	9	3	12	15	9	3	6
<i>Strophocactus wittii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	18	18	3	6
<i>Tillandsia arhiza</i>	0	4	3	3	3	0	6	0	0	0	0	0	3	15	15	21	3	6
Total	3	7	6	12	27	7	15	9	11	15	9	18	18	66	83	69	15	36

Fonte: STCP, 2018.

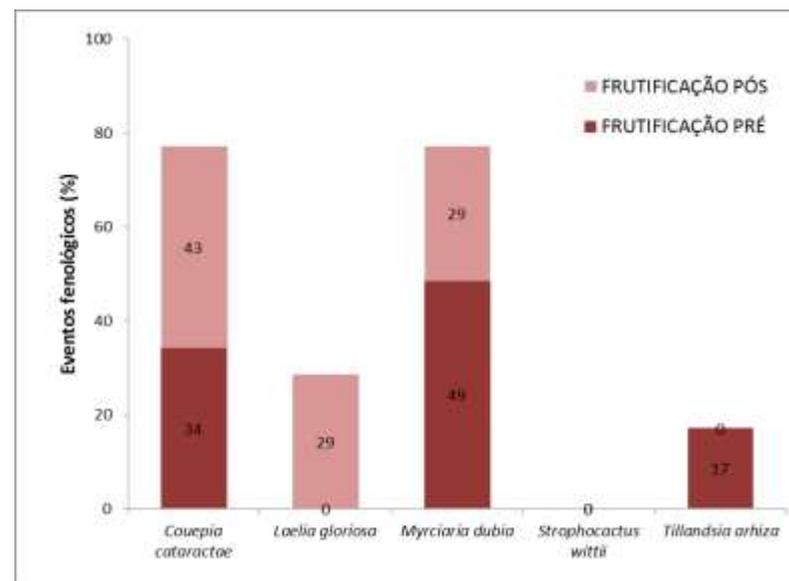
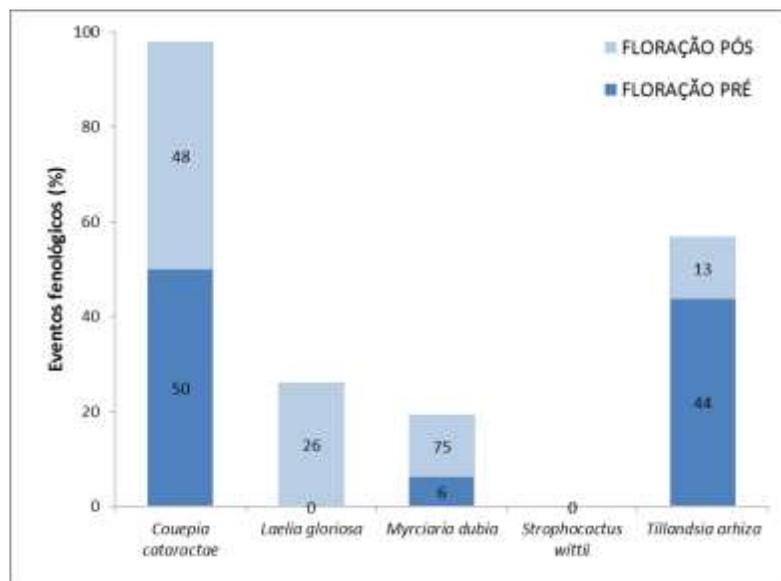


Figura 13.1.2 - 23 – Porcentagem de floração e frutificação por espécie (TVR) no período pré e pós-enchimentos dos reservatórios.

Fonte: STCP, 2018.

Dados meteorológicos de precipitação e temperatura média mensal foram correlacionados às fenofases de cada espécie e podem ser observados no **Anexo 13.1.2 - 3**. Tal correlação ainda não apresentou padrões para os eventos fenológicos. Porém, da mesma forma que ocorre para as outras formações florestais, há uma tendência de ocorrência dos eventos fenológicos. No caso da formação pioneira, a floração ocorre na transição da vazante para seca e a frutificação na seca.

A fenologia estuda os eventos biológicos repetitivos, as causas de sua programação em relação ao ambiente, e as possíveis inter-relações das fenofases com recursos e competidores, dentro de uma mesma ou de várias espécies (LIETH, 1974)³¹. Esse conhecimento pode ser aplicado em várias áreas de atuação, possibilitando determinar épocas ideais para coleta de sementes e disponibilidade de frutos, o que influenciará a qualidade e quantidade da dispersão das sementes (MARIOT et al., 2003)³², prever períodos de reprodução das plantas, seu ciclo de crescimento, e outras características que são de grande valia no manejo florestal (FOURNIER, 1974³³; 1976³⁴), permitindo avaliar a disponibilidade de recursos ao longo do ano (MORELLATO, 1995)³⁵.

Nas **Figuras 13.1.2 - 18 e 13.1.2 - 19** é possível avaliar as vazões a montante (RX) e jusante (TVR) da barragem de Pimental. Nestes cinco anos de monitoramento fenológico é possível observar anos com maior número de eventos fenológicos observados e anos com menos observações considerando o componente arbustivo-arbóreo. Isso corrobora com a intrínseca relação que a fisiologia das plantas tem com as condições do clima, qualidade do solo e disponibilidade de água. Pode ser visualizado que em períodos de menor vazão (2013, 2016 e 2018) o número de eventos fenológicos é maior nos dois compartimentos (**Quadros 13.1.2 - 7 e 13.1.2 - 8**). Para esta formação florestal, maior período de seca, significa que as espécies ficam por mais tempo fora da água, sendo possível visualizar melhor as fenofases. Mesmo no TVR, com menor vazão, os eventos fenológicos continuam ocorrendo, em alguns momentos antecedem o período mais comum, em outros retardam, mas nenhuma espécie avaliada deixou de florescer/frutificar até o momento.

³¹ LIETH, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Phenology and seasonality modeling. Pp. 3-19. H. Lieth (ed.). Ecological Studies 8. Springer-Verlag, Berlin.

³² MARIOT, C.H.P.; SILVA, P.R.F.; MENEZES, V.G.; TEICHMANN, L.L. 2003. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.2, p.233-241.

³³ FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-423.

³⁴ FOURNIER, L. A. 1976. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento de los árboles. Turrialba, v. 26, n. 1, p. 96-97.

³⁵ MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi. Revista Brasileira de Biologia, v. 50, p. 163-173

13.1.2.2.2. COMPONENTE PODOSTEMACEAE – MONITORAMENTO FENOLÓGICO

Neste componente é monitorada trimestralmente a fenologia da família Podostemaceae em quatro parcelas permanentes, sendo duas a montante do Reservatório do Xingu e duas no TVR.

Após a finalização do enchimento do reservatório e início da operação da UHE Belo Monte, foi possível fazer uma análise geral do monitoramento fenológico de 2011 até setembro de 2018 (**Quadro 13.1.2 - 9**), com vistas a estabelecer um padrão fenológico para a família das Podostemaceae no período de pré-enchimento, com o intuito de verificar a possível ocorrência de impacto sobre este grupo de plantas, após a formação do RX e TVR.

A fenologia de todas as espécies de Podostemaceae nas parcelas do monitoramento fenológico foi modulada pelos ritmos sazonais da vazão, conforme os padrões já descritos por Willis (1902), Philbrick e Novelo, (1995, 1998³⁶). No entanto, os resultados, até o momento, mostraram que a fenologia das espécies, além de depender da flutuação da vazão, depende da distribuição vertical das populações de Podostemaceae nos pedrais, principalmente das grandes cachoeiras.

A seguir é descrito o padrão fenológico de todas as espécies de Podostemaceae encontradas na área de monitoramento: O desenvolvimento vegetativo, o qual expressa a fenofase da mudança foliar, é influenciado pelos valores crescentes de vazão (fase enchente). Nessa fase ocorre o processo de colonização de perifíton, larvas de insetos (Simuliidae) e macroinvertebrados nas folhas de Podostemaceae em desenvolvimento. Teoricamente, o momento de máxima vazão (fase cheia), representa o máximo do desenvolvimento vegetativo de todas as espécies. Logo em seguida, com a estabilização da vazão e início da sua diminuição (fase vazante), desencadeia o início das atividades do ciclo floral, ou seja, a fenofase floração. Com valores ainda altos de vazão ocorre produção de botão floral em todas as espécies, e com o ritmo da diminuição da vazão entra-se na fase da floração adiantada, em que, com a coloração vistosa das flores da maioria das espécies, ocorre a atração de visitantes florais e polinizadores (polinização).

Subsequentemente, com valores ainda menores de vazão as espécies entram na fase de frutificação, iniciando com os frutos novos, frutos verdes e quando os valores de vazão já caracterizam a fase seca, ocorre a maturação dos frutos. Assim, o ciclo completa-se quando ocorre novamente a fase de enchente, e com o aumento dos valores de vazão quando caracteriza a fenofase com sementes disseminando e os

³⁶ WILLIS, J.C., 1902. Studies in the morphology and ecology of Podostemaceae of Ceylon and India. Ann. Roy. Bot. Gard. Peradeniya 1, 268-465.

PHILBRICK, C. T., NOVELO, A.R. 1995. New world Podostemaceae: ecological and evolutionary enigmas. Brittonia 47, 210-222.

PHILBRICK, C. T., NOVELO, A.R., 1998. Flowering phenology, pollen flow, and seed production in *Marathrum rubrum* (Podostemaceae). Aquat. Bot. 62, 199-206.

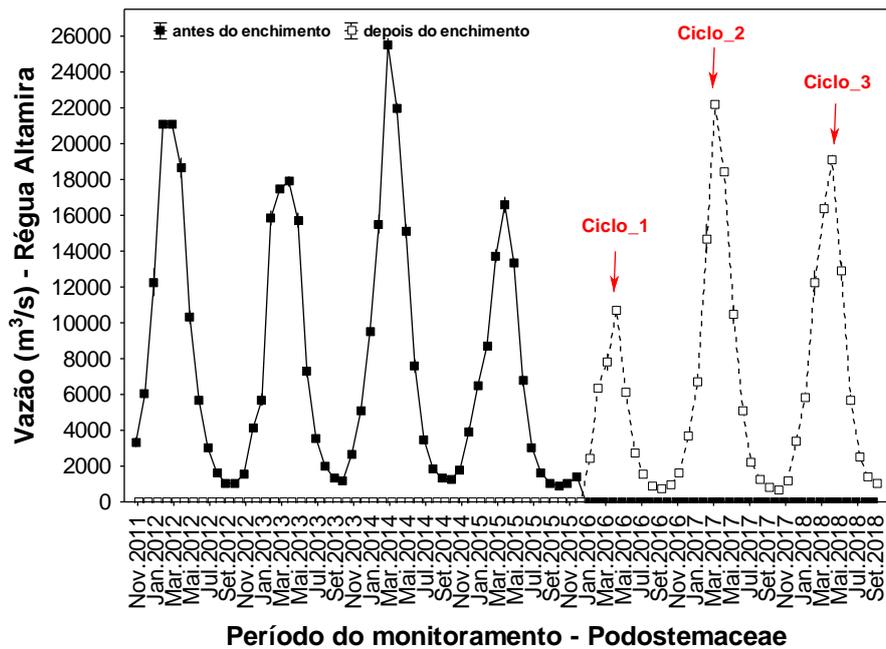
processos de dispersão ocorrendo (anemófila, hidrocórica, zoocórica). Com o aumento crescente da vazão ocorre a germinação das sementes e o início do desenvolvimento vegetativo. O padrão fenológico é nitidamente correlacionado com a flutuação dos valores da vazão.

Para a etapa atual os dados fenológicos coletados no pós-enchimento evidenciaram que apenas as parcelas submersas (Pi1PO e Pi2PO), no reservatório Xingu, tiveram as características fenológicas afetadas, ou melhor, todo o processo fenológico e suas interações foram interrompidos. Nas demais parcelas do monitoramento, as fases fenológicas ainda continuam dentro do padrão conhecido conforme demonstrado pela **Figura 13.1.2 - 24**. Para os ambientes de montante e TVR, não foi evidenciada nenhuma forma de impacto negativo nas comunidades de Podostemaceae, nos aspectos fenológicos.

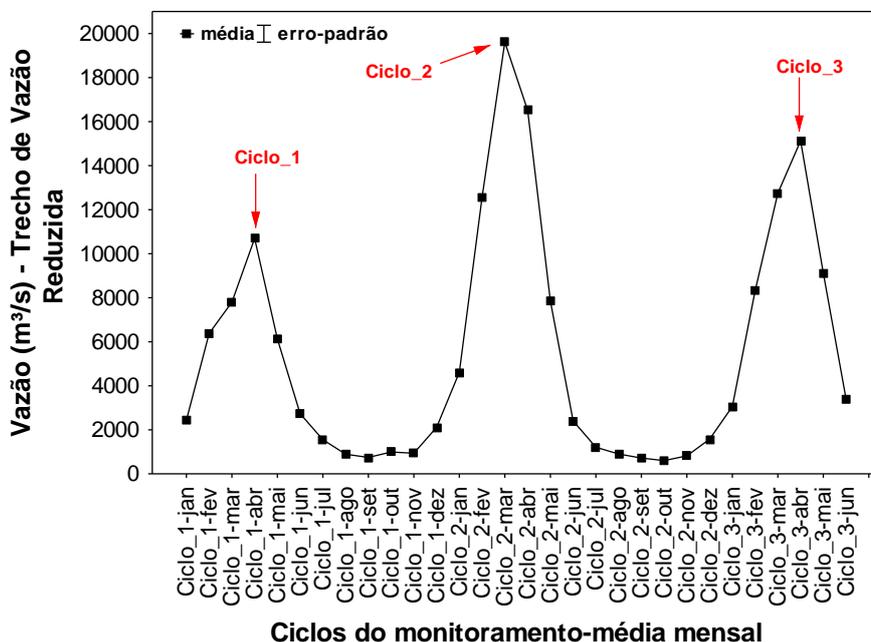
De forma geral os dados compilados até o momento corroboraram as premissas gerais sobre a dinâmica das comunidades de Podostemaceae associados às flutuações dos níveis das águas em rios da Amazônia, (Tavares, et. al; 2006; Tavares 1997 e Tavares et. al.; 1998), sendo que fenologia é modulada pelos ritmos de vazões sazonais de cheias e vazantes e apenas na baixa das águas, na estação seca, ocorre floração (Willis, 1902; Philbrick & Novelo, 1995; 1998).

Outros trabalhos semelhantes não foram encontrados na base de dados da Web of Science. Os dados coletados em campo nesse monitoramento demonstraram que o padrão fenológico das Podostemaceae, em concordância com o que já foi apontado pelos três estudos de Tavares citados acima, foi intimamente associado às flutuações de vazão e nível do rio Xingu (pulso de inundação) (**Figura 13.1.2 - 25**), ou seja, a redução dos valores de vazão não influenciou diretamente a floração, frutificação e o desenvolvimento vegetativo das Podostemaceae ao longo do ciclo hidrológico, independente da espécie considerada.

Assim a continuidade dos monitoramentos poderá demonstrar se as alterações dos níveis de vazão acarretarão mudanças negativas à reprodução e ao desenvolvimento vegetativo dessas espécies, bem como em toda a biota associada a essas comunidades de plantas aquáticas, em especial no TVR.



(A)



(B)

Figura 13.1.2 - 24 – Flutuação dos valores médios de vazão desde o início do monitoramento fenológico das comunidades e/ou populações de Podostemaceae.

Legenda: Figura A = vazão a montante da barragem de Pimental; Figura B = Vazão no Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

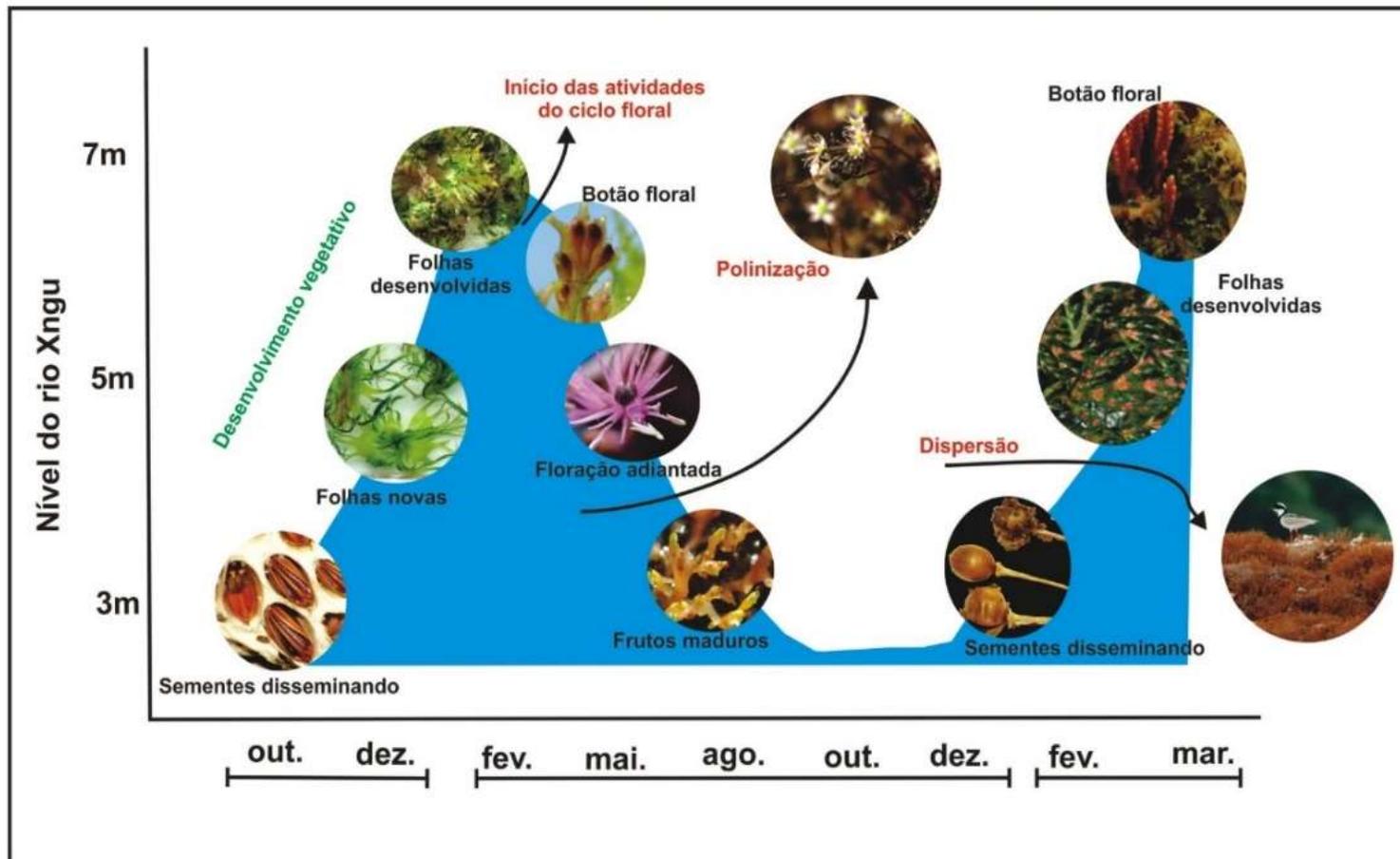


Figura 13.1.2 - 25 – Variação do pulso de inundação. Comportamento fenológico padrão evidenciado das espécies de Podostemaceae associado ao pulso de inundação do rio Xingu, ambientes de Montante e TVR, UHE Belo Monte, PA.

Fonte: STCP, 2018

Quadro 13.1.2 - 9 – Distribuição das espécies e fases fenológicas durante as 28 campanhas - monitoramento fenológico das formações pioneiras - componente Podostemaceae.

		1° CICLO				2° CICLO				3° CICLO				4° CICLO					5° CICLO				6° CICLO				7° CICLO					
CAMPANHAS		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	17a	18a	19a	20a	21a	22a	23a	24a	25a	26a	27a	28a			
ESPÉCIES	ESTÁGIO FENOLÓGICO	NOV.2 011	FEV.2 012	MAI.2 012	AGO.2 012	DEZ.2 012	MAR.2 013	JUN.2 013	SET.2 013	DEZ.2 013	MAR.2 014	JUN.2 014	SET.2 014	DEZ.2 014	MAR.2 015	JUN.2 015	SET.2 015	DEZ.2 015	MAR.2 016	JUN.2 016	SET.2 016	DEZ.2 016	MAR.2 017	JUN.2 017	SET.2 017	FEV.2 018	ABR.2 018	JUN.2 018	SET.2 018			
<i>Castelnavia princeps</i>	botão floral			71																										1		
	floração adiantada			18	148							20																				
	floração terminando											27													4					1		
	frutos novos							6																								
	frutos verdes				36							111				50					6				10					9		
	frutos maduros	20						38	8				1								31				51				35	1		
	semente disseminando	175				184		155	61	77			68	64			71	71			9	69	69		4					68		
	folhas novas ou brotamento		48	95			184				77				7	71	21			71	23			69		69		69	23			
<i>C. noveloi</i>	botão floral																															
	floração adiantada											7																				
	floração terminando																															
	frutos novos																															
	frutos verdes											7				62																
	frutos maduros												4																			
	semente disseminando							114	108			110	114				114	114														
	folhas novas ou brotamento									6	114					114	52			114												
<i>C. cf. multipartita</i>	botão floral																															
	floração adiantada							2																								
	floração terminando											1																				
	frutos novos																															
	frutos verdes											1				2																
	frutos maduros																															
	semente disseminando							2	4			4	2				2	2														
	folhas novas ou brotamento										4				2					2												
<i>Mourera alcicornis</i>	botão floral																								2					7		
	floração adiantada			18	15								4								2	1			10				4			
	floração terminando																14								1				3			
	frutos novos															4									3							
	frutos verdes				3																3											
	frutos maduros	13						1	13			1	2											3				3	4			
	semente disseminando	5				18		2	5			2	10					14			14					15				14		
	folhas novas ou brotamento						18			15	15		2	18	18	18			4	18	13		18	18	2	3		18	1			

		1° CICLO				2° CICLO				3° CICLO				4° CICLO					5° CICLO				6° CICLO				7° CICLO			
CAMPANHAS		1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	17a	18a	19a	20a	21a	22a	23a	24a	25a	26a	27a	28a	
ESPÉCIES	ESTÁGIO FENOLÓGICO	NOV.2 011	FEV.2 012	MAI.2 012	AGO.2 012	DEZ.2 012	MAR.2 013	JUN.2 013	SET.2 013	DEZ.2 013	MAR.2 014	JUN.2 014	SET.2 014	DEZ.2 014	MAR.2 015	JUN.2 015	SET.2 015	DEZ.2 015	MAR.2 016	JUN.2 016	SET.2 016	DEZ.2 016	MAR.2 017	JUN.2 017	SET.2 017	FEV.2 018	ABR.2 018	JUN.2 018	SET.2 018	
<i>Tristicha trifaria</i>	botão floral			4	4																									
	floração adiantada			7	7																									
	floração terminando																													
	frutos novos																													
	frutos verdes											16				4														
	frutos maduros							2																						
	semente disseminando					11		9	4	2			4	4			4	4												
	folhas novas ou brotamento						11				4	6			4				4											
<i>Weddellina squamulosa</i>	botão floral			1								3				2														
	floração adiantada			23								2				8														
	floração terminando											1																		
	frutos novos																													
	frutos verdes				24							11				16					9								1	
	frutos maduros	4						18	4			2									2				18			20		
	semente disseminando	20				24		6	22	19		6	26	26			26	26			1	24	24					3		
	folhas novas ou brotamento		7				24				19				26				26	12			24	6	24		24		24	

Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2.3. ESPÉCIES AMEAÇADAS

Para esta fitofisionomia não foram encontradas espécies inseridas nas categorias de espécies ameaçadas das listas consultadas (Lista de espécies ameaçadas de Flora Brasileira – Ministério do Meio Ambiente – Portaria 447 MMA, de 17 de dezembro de 2014; a lista de espécies ameaçadas de fauna e flora do estado do Pará – Decreto Estadual N° 802, de 20 de fevereiro de 2008, Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Pará (COEMA/PA) N° 054, de 24 de outubro de 2007 e Lei Estadual (Pará) N° 6.462, de 04 de julho de 2002.

As espécies *Etaballia dubia* e *Macrolobium acaciifolium* constam na lista de espécies ameaçadas na IUCN³⁷ na categoria pouco ameaçada.

13.1.2.2.4. ESPÉCIES INVASORAS

Não foi observado nenhum processo de invasão relacionada a espécies arbóreas e/ou herbáceas nas Formações Pioneiras.

13.1.2.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO

A planilha de atendimento aos objetivos e metas do Projeto é apresentada a seguir.

³⁷ IUCN 2018. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2.*

OBJETIVOS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Monitorar os padrões estruturais e fenológicos dos principais grupos vegetais associados às Formações Pioneiras</p>	<p>Em atendimento desde 2011 com medições anuais para avaliação estrutural, e desde 2013, trimestralmente, para avaliação fenológica.</p>
<p>Acompanhar os efeitos resultantes da restrição de vazão no ambiente de pedrais da Volta Grande do Xingu sobre os grupos: arbustivo-arbóreo e das corredeiras (Podostemaceae), sob o ponto de vista estrutural e fenológico.</p>	<p>Em atendimento desde 2016 com o enchimento dos reservatórios Xingu e Intermediário. Os resultados podem ser observados a partir do 10º RC até o momento.</p>

13.1.2.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO

A planilha de atendimento às metas do Projeto é apresentada a seguir.

METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
Realizar estudos fitossociológicos e fenológicos dos grupos apontados para avaliar a composição e estrutura das comunidades vegetais do ambiente de pedrais antes e após o enchimento;	Atendido para antes do enchimento, resultados apresentados até o 7º RC. Em atendimento após o enchimento, desde 2016 até o momento, podendo ser observado a partir do 8º RC.
Documentar a fenologia das espécies dos grupos apontados, e sua dinâmica estrutural antes e após a operação da UHE;	Atendido para antes do enchimento, resultados apresentados até o 7º RC. Em atendimento após o enchimento, desde 2016 até o momento, podendo ser observado a partir do 8º RC.
Estabelecer os critérios de inclusão das espécies dos grupos a serem monitorados, considerando a similaridade do status de conservação e a proteção após formação do reservatório;	Atendido. São monitoradas parcelas à montante do RX.
Ampliar o conhecimento da composição florística e estrutural das áreas de monitoramento selecionadas, antes e após o enchimento do reservatório do Xingu, analisando possíveis modificações ao longo do tempo e comparando-a com os dados obtidos antes do enchimento e com aqueles da fase de diagnóstico;	Atendido para antes do enchimento, resultados apresentados até o 7º RC. Em atendimento após o enchimento, desde 2016 até o momento, podendo ser observado a partir do 8º RC.
Identificar parâmetros comparativos com os estudos de diagnóstico tais como riqueza de espécies, índices de diversidade, similaridade composição e estrutura de comunidades;	Em atendimento desde o início do monitoramento, até o momento (2011 até 2018), em todos os RCs.
Correlacionar possíveis variações das fenofases previamente identificadas, com as condições impostas pela operação da UHE na Volta Grande do Xingu sobre os grupos monitorados;	Iniciada, porém pouco conclusiva. Componente arbustivo-arbóreo: Foi observada uma maior mortalidade de indivíduos em comparação ao período de implantação. Componente Podostemaceae: Duas parcelas estão submersas no Reservatório do Xingu (Pi1PI e Pi2PI); para as demais, não foram notadas diferenças entre implantação e operação.
Contribuir com demais programas ambientais, como o Projeto de Salvamento e Aproveitamento Científico da Flora, encaminhando exemplares para herborização fomentando o banco de dados das espécies da região;	Atendido. Este é uma atividade constante onde as parcerias formalizadas foram: PAN da Flora; Programa de Estágio remunerado junto a UFPA/ATM via CIEE; Parcerias com Museu Botânico de Curitiba, Herbário da UFPA-ATM, Herbário da UFMS, Herbário UFSC.
Propiciar e apoiar a participação de instituições de ensino e pesquisa locais e/ou regionais nas atividades de monitoramento fomentado pesquisas e estudos na Amazônia.	Atendido. Este é uma atividade constante onde as parcerias formalizadas foram: PAN da Flora; Programa de Estágio remunerado junto a UFPA/ATM via CIEE; Parcerias com Museu Botânico de Curitiba, Herbário da UFPA-ATM, Herbário da UFMS, Herbário UFSC.

13.1.2.5. ATIVIDADES PREVISTAS

Considerando o cronograma apresentado no PBA, Parecer 3622/15 e Parecer 46/18 do IBAMA, será feito o monitoramento nos mesmos moldes do PBA da Etapa de Implantação e em pelo menos seis ciclos no período de pós-enchimento (2016 a 2021). A Norte Energia tem trabalhado para tornar os resultados dos impactos do empreendimento nas formações pioneiras mais precisos.

13.1.2.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

O cronograma das atividades previstas é apresentado a seguir.

Item	Descrição	2015		2016					2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025			
		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	T3	T4	T1	T2	T3	T4																													
CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO																																												
	Projeto de Monitoramento das Formações Pioneiras- 13.1.2																																											
1	Campanhas de Campo																																											
2	Reavaliação do Projeto após dois anos de enchimento dos Reservatórios.																																											
3	Relatórios																																											
3.1	Relatórios Mensais																																											
3.2	Relatórios Consolidados																																											

13.1.2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

13.1.2.7.1. COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO

O teste de Mantel mostrou que não existe uma relação entre a localização espacial e a composição florística das parcelas instaladas nas formações pioneiras. Nesse sentido, pode-se dizer que parcelas mais próximas não são necessariamente mais similares.

De maneira geral, as parcelas apresentaram dissimilaridade florística moderada, sendo que mais da metade dos casos avaliados apresentaram dissimilaridade próxima ou inferior a 0,5, ou seja, composições florísticas com similaridade de, no mínimo, 50%.

Não foram observadas alterações expressivas em relação à composição florística das formações pioneiras monitoradas, logo os índices de diversidade apresentaram poucas alterações ao longo de todo o período de monitoramento.

Observaram-se poucas diferenças em relação ao número de espécies e indivíduos entre as unidades amostrais dos respectivos compartimentos, fato evidenciado pela proximidade das curvas de rarefação.

Destaca-se a importância das espécies *Myrciaria dubia* (Camu-camu), *Zygia cauliflora* (Jarandeuá), *Piranhea trifoliata* (Piranheira), *Campsiandra laurifolia* (Acapurana), *Couepia cataractae* (Pajurá-do-pedral), *Acosmium nitens* (Acosmiun) e *Coccoloba ovata* (Cocoloba-folha-miúda) que listaram entre as mais importantes nos dois compartimentos avaliados.

De maneira geral, as taxas de mortalidade diferiram estatisticamente das taxas de recrutamento em todos os períodos e compartimentos. Com exceção das taxas de recrutamento referentes aos períodos 2012 a 2014 e 2014 a 2016, observou-se diferença entre períodos tanto para a mortalidade como para o recrutamento.

De maneira geral, observou-se um aumento expressivo do recrutamento no período 2016-2018, fato este que pode estar relacionado ao aumento da vazão do rio Xingu no período. Além disso, observou-se um aumento crescente da mortalidade no TVR, o que pode estar relacionado à redução da vazão no compartimento como consequência da operação do empreendimento. Entretanto, tais resultados são incipientes pois não se tem dados da operação a plena carga, e a continuidade dos monitoramentos poderá confirmar se essa tendência se mantém.

Em relação à fenologia das espécies, observa-se que o número de eventos fenológicos é maior nos períodos de menor vazão, visto que em períodos de seca, as espécies ficam por mais tempo fora da água, sendo possível visualizar melhor as fenofases. Mesmo no TVR, com menor vazão, os eventos fenológicos continuam ocorrendo, em alguns momentos antecede o período mais comum, em outros retarda, mas nenhuma espécie avaliada deixou de florescer/frutificar até o momento.

13.1.2.7.2. COMPONENTE PODOSTEMACEAE

No componente Podostemaceae, de acordo com o resultado acumulado até setembro de 2018, ratificou-se o padrão geral da fenologia em relação ao pulso de inundação do rio Xingu. Entretanto, percebeu-se claramente que as comunidades localizadas nas áreas monitoradas do Reservatório do Xingu praticamente foram eliminadas pela submersão dos seus habitats, inclusive os ambientes que apresentaram *Mourera* sp. nova, sem efeitos negativos aparentes na qualidade de água causado por essa mortalidade.

Das 14 espécies de Podostemaceae encontradas ao longo do trecho estudado do rio Xingu, cinco foram identificadas, até o momento, somente até o nível de gênero, sendo uma delas considerada como espécie nova para a ciência. Tal espécie foi descrita e o resultado do trabalho de descrição submetido a publicação pela Dra. Aldaléa Sprada Tavares, da Universidade Federal de Santa Catarina, e pelo Dr. Fernando Ferreira, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, em parceria com a STCP Engenharia de Projetos e Norte Energia S.A. O trabalho encontra-se em fase final de revisão para novamente ser submetido a revista Taxon.

Com base no apresentado, bem como nas análises realizadas desde o início dos levantamentos, depreende-se que ainda não foi possível correlacionar alterações fenológicas e de estrutura da vegetação dessas formações pioneiras com a operação do empreendimento (exceto a eliminação já mencionada de populações de Podostemaceae estritamente nos locais inundados para formação do reservatório Xingu, cuja composição e estrutura era similar àquela encontrada em outros pontos que continuam sendo monitorados).

13.1.2.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Aguiar Mendes	Engenheiro Florestal, M.Sc.	Coordenador Geral e responsável técnico	CREA-DF 17 984/D	486462
Diogo Pereira de Cristo	Engenheiro Ambiental	Supervisor	CREA-PR 81831/D	3897111
Fernando Alves Ferreira	Biólogo. PhD	Especialista Podostemaceae	CRBio 49654/04D	1865041
Milena Marmentini de Oliveira	Eng. Florestal, M.Sc.	Coordenadora	CREA-PR 123788/D	5217872
Mailson Roik	Engenheiro Florestal, Dr.	Apoio Técnico	CREA-PR 122034/D	-
Emerson Jordan das Silva Fontes	Técnico Florestal	Líder de equipe	-	
Carlos da Silva Rosário	-	Identificador Botânico	-	-
Juliana Puga	Engenheira Cartográfica	Elaboração de Mapas e Figuras	CREA-PR 28.668/D	610018

13.1.2.9. ANEXOS

Anexo 13.1.2 - 1 – Estrutura horizontal

Anexo 13.1.2 - 2 - Eventos Fenológicos por espécie, por campanha e compartimento.

Anexo 13.1.2 - 3 - Fenogramas

Anexo 13.1.2 - 4 – Relatório fotográfico das campanhas de fenologia dos componentes arbustivo-arbóreo e Podostemaceae