

SUMÁRIO – 13.1.2 - PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS

13.1.2.	PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS	
13.1.2.1.	INTRODUÇÃO	13.1.2-1
13.1.2.2.	RESULTADOS CONSOLIDADOS.....	13.1.2-3
13.1.2.2.1.	COMPONENTE ARBUSTIVO ARBÓREO.....	13.1.2-3
13.1.2.2.2.	COMPONENTE PODOSTEMACEAE.....	13.1.2-22
13.1.2.2.3.	ESPÉCIES AMEAÇADAS	13.1.2-26
13.1.2.2.4.	ESPÉCIES INVASORAS.....	13.1.2-26
13.1.2.3.	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO	13.1.2-26
13.1.2.4.	ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO.....	13.1.2-28
13.1.2.5.	ATIVIDADES PREVISTAS	13.1.2-31
13.1.2.6.	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS	13.1.2-31
13.1.2.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13.1.2-33
13.1.2.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	13.1.2-34
13.1.2.9.	ANEXOS	13.1.2-35

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 cinco anos de atividades foram encontradas 118 espécies de plantas (arbóreas e não arbóreas), contemplando 81 gêneros e 31 famílias (**Banco de Dados Brutos 13RC 13_1_2 PMFP (080118)**). 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 e trecho de vazão reduzida (jusante). 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.

Em março de 2016 teve início a coleta de informações num segundo ciclo (pós enchimento do Reservatório Xingu). Este relatório contempla resultados acumulados do período pós enchimento, ou seja, da 11^a à 17^a Campanha de monitoramento fenológico do componente arbustivo-arbóreo e da 18^a à 24^a Campanha do monitoramento fenológico do componente Podostemaceae, além da 7^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 e de dinâmica das formações arbustivo-arbóreas entre os períodos pré e pós enchimento dos reservatórios, como será descrito no decorrer deste documento.

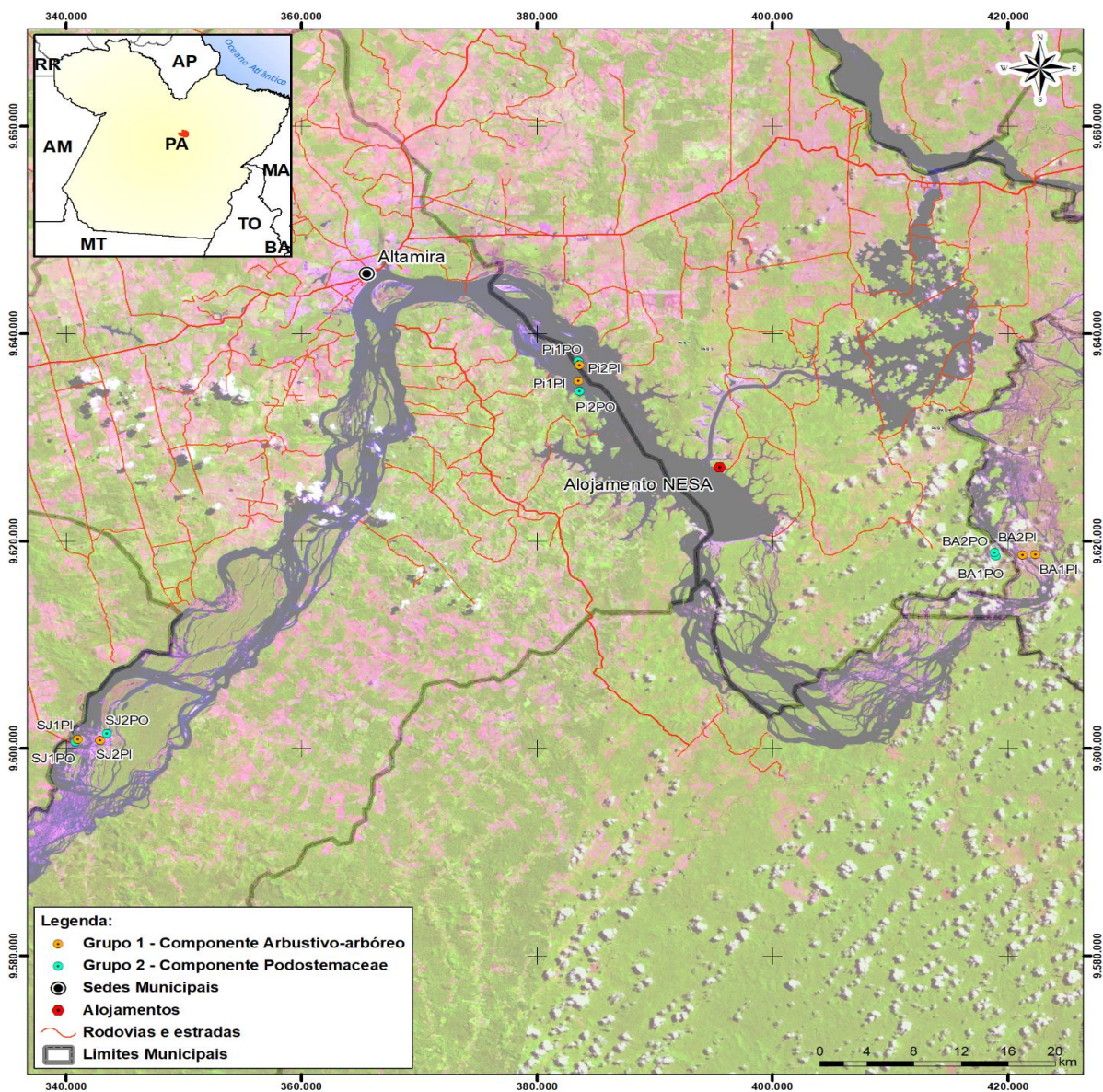


FIGURA 13.1.2 - 1 - LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS AVALIADAS NOS COMPONENTES ARBUSTIVO-ARBÓREO E PODOSTEMACEAE

Legenda: RX – SJ1PI e SJ2PI – parcelas na ilha de Santa Juliana; Pi1PI e Pi2PI – parcelas na ilha próxima 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 setembro de 2017 para o componente arbustivo arbóreo: (i) Florística e Fitossociologia; (ii) Dinâmica da população de espécies arbustivas-arbóreas; (iii) Monitoramento Fenológico; (iv) Espécies Ameaçadas e (v) Espécies Invasoras. Para o componente Podostemaceae é apresentada a Fenologia com as observações acumuladas até setembro de 2017.

Os dados são apresentados por compartimento do rio Xingu, sendo três os compartimentos estudados neste projeto:

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

O compartimento RX possui apenas informações do período de implantação da obra, pois após a formação do reservatório, tal ilha ficou permanentemente submersa.

13.1.2.2.1. COMPONENTE ARBUSTIVO ARBÓREO

Neste item serão apresentados os índices de diversidade, riqueza e similaridade, além da análise de dinâmica de comunidades, que foi avaliada contando com duas medições no período pós enchimento (2016-2017). Foram realizados testes estatísticos para avaliar se houve diferença nas taxas de mortalidade e ingresso entre o período de implantação e operação. A fenologia é apresentada de forma acumulada até a 17ª Campanha.

13.1.2.2.1.1. FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA

Dentre as metas estabelecidas no PBA, estão as de (i) avaliar a composição florística e estrutural da vegetação ombrófila densa aluvial dos reservatórios e TVR, antes e após o enchimento dos reservatórios, analisando possíveis modificações ao longo do tempo; (ii) identificar parâmetros comparativos com os estudos de diagnóstico, tais como riqueza de espécies, índices de diversidade, similaridade composição e estrutura de comunidades e (iii) correlacionar possíveis variações das fenofases previamente identificadas, com as condições impostas pela operação da UHE na Volta Grande do Xingu sobre os grupos monitorados. As coletas de informações e as análises realizadas, visando o atendimento dessas metas, são descritas nos itens a seguir.

13.1.2.2.1.1.A. ÍNDICES DE DIVERSIDADE

Os índices de diversidade são utilizados de maneira a avaliar dois componentes principais distintos: a riqueza (número de espécies) e a equabilidade (abundância) ao mesmo tempo. Saber a diversidade de espécies numa área é fundamental para a

compreensão da natureza e, por extensão, para otimizar o gerenciamento da área em relação à atividade de interesse (Melo, 2008)¹.

ÍNDICE DE SHANNON (H)

O índice de diversidade de Shannon representa o número de espécies que seria esperado encontrar na comunidade se todas as espécies tivessem a mesma abundância. Em literatura, não foram encontrados estudos para vegetação semelhante. Apenas para base de comparação serão utilizados índices encontrados em estudos para formações aluviais de florestas semidecíduas e atlântica, como 3,48 nats.indivíduo⁻¹ (Arruda, 2006)², 3,50 (Cavassan et al., 1984)³; 3,24 (ROZZA, 1997)⁴; 3,90 (SILVA et al., 1998)⁵; 3,85 (VILELA et al., 1999)⁶ e 3,77 (IVANAUSKAS et al., 1999)⁷. Valores desse índice acima de 3,11 indicam formações vegetais bem conservadas, segundo Saporetto Jr. *et al.* (2003)⁸.

Na **Figura 13.1.2 – 2** são apresentados os valores do índice de Shannon por compartimento, por campanha de medição, sendo que entre 2012 a 2015 estão concentrados os dados do período de implantação da UHE Belo Monte e em 2016 e 2017 os dados do período de operação da UHE Belo Monte.

É possível observar que a variação nos índices de Shannon entre os anos é mínima, graficamente pouco perceptível. A variação no compartimento Montante do Reservatório Xingu (MRX) foi 2,62 a 2,64 variando apenas a partir da segunda casa decimal. No Reservatório Xingu (RX) o comportamento foi semelhante, variando de 3,38 a 3,39, e no Trecho de Vazão Reduzida (TVR), da mesma forma, com variação de 2,92 a 2,93. Os índices de diversidade encontrados permitem enquadrar apenas as

¹ MELO, A. S. 2008. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropica*, vol. 8. N3. Jul/Set.

² Arruda, L.; Daniel, O. Florística e Diversidade em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Dourados, MS. *Revista Floresta. FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago. 2007.

³ CAVASSAN, O.; CESAR, O.; MARTINS, F. R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Bauru, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 91-106, 1984.

⁴ ROZZA, A. F. Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em uma Floresta Estacional Semidecidual. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

⁵ SILVA, L. H. S.; KITA, K. K.; SILVA, F. das C. Fitossociologia de um trecho de floresta de galeria no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. Brasília, DF: *Herbário Ezequias Paulo Hering*, 1998. 62 p. (Boletim 3)

⁶ VILELA, E. de A.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; CARVALHO, D. A. de Fitossociologia de floresta ripária do baixo Rio Grande, Conquista, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 423-433, 1999.

⁷ IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 56, p. 83-99, 1999.

⁸ SAPORETTI JR, A.; MEIRA NETO, J. A.; ALMADO, R. de P. Fitossociologia de cerrado *sensu stricto* no município de Abaeté, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 413-419, 2003.

formações pioneiras estudadas no RX como conservadas, estando acima da referência para florestas aluviais conservadas (3,11 nats/ind). Lembrando que os valores de literatura citados neste relatório tratam de formações aluviais, não pioneiras.

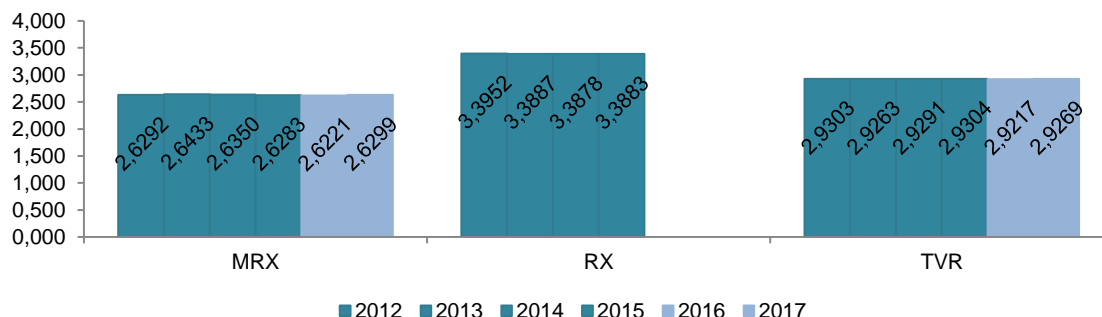


FIGURA 13.1.2 - 2 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE SHANNON (H') PARA OS COMPARTIMENTOS NOS seis ANOS DE AVALIAÇÃO.

Legenda: MRX-montante do Reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida.

■ Período pré-enchimento dos reservatórios
 ■ Período pós-enchimento dos reservatórios

Fonte: STCP, 2018

Foi realizada a comparação dos índices de diversidade de Shannon de duas amostras, por meio de um teste *t* (**Quadro 13.1.2 – 1**) descrito por Hutcheson (1970), Poole (1974), Magurran (1988)⁹ para analisar se houve diferença estatística entre os índices de Shannon entre anos consecutivos. Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) entre os índices de Shannon observados entre anos consecutivos, para nenhum compartimento. Isso pode ser explicado devido a poucas espécies se adaptarem a solos arenosos, que possuem movimentação conforme a vazão do rio e se adaptarem a sobreviverem completamente submersas por alguns meses. Independente do compartimento, as espécies que ocorrem no leito do rio, ao longo dele, são as mesmas.

QUADRO 13.1.2 - 1 – VALORES DE P PARA AS ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE SHANNON ENTRE ANOS CONSECUTIVOS

TESTE <i>t</i> para SHANNON	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
MRX	0,86	0,97	0,99	0,99	0,89
RX	1,00	0,99	1,00	-	-
TVR	0,97	1,00	0,96	1,00	0,99

* $p < 0,05$ – estatisticamente diferentes; $p > 0,05$ – não há diferença estatística entre os valores.

Legenda: MRX – montante do reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

⁹ Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal of Theoretical Biology 29:151-154. Magurran, A. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press. Poole, R.W. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill, New York.

ÍNDICE DE EQUABILIDADE DE PIELOU (H)

O índice de Equabilidade de Pielou (J) é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou, 1966)¹⁰. Seu valor apresenta uma amplitude de 0 a 1, sendo que zero (0) é a uniformidade mínima e um (1) a uniformidade máxima.

Arruda (2006) encontrou 0,80 para floresta estacional semidecidual em Minas Gerais. Ivanauskas et al. (1999), trabalhando com trecho de mesma formação florestal encontrou 0,82. Van Den Berg e Oliveira Filho (2000)¹¹, em floresta ripária estacional semidecidual encontraram 0,79. Para a formação vegetal estudada neste projeto (Pioneiras) não há estudos com cálculos de índices de diversidade, e desta forma, índices encontrados em pesquisas realizadas em florestas aluviais foram utilizados como base de comparação para este estudo.

Na **Figura 13.1.2 – 3** são apresentados os valores do índice de Equabilidade de Pielou por compartimento, por campanha de medição, entre os anos de 2012 e 2015, em que estão concentrados os dados do período de implantação da UHE Belo Monte, e entre 2016 e 2017, em que estão os primeiros dados do período de operação do empreendimento.

É possível observar que para as florestas pioneiras do Médio-baixo Rio Xingu (amplitude de 0,49 a 0,64), os índices de diversidade estão abaixo dos encontrados em literatura para formações aluviais (lembrando que a base para essa comparação é composta por estudos em áreas de florestas). Essa baixa uniformidade nas espécies, pode estar vinculada a baixa diversidade das mesmas e ao predomínio de poucas, como, por exemplo, a *Myrciaria dubia* (camu camu) que se sobressai nas ilhas do rio Xingu. O compartimento MRX foi o que obteve menores índices, sendo o RX o que obteve maior índice no período de implantação, visto que as parcelas deste compartimento estão submersas por período integral desde a formação do reservatório.

A variação dos índices é pouco perceptível de um ano para outro e entre os dois momentos da UHE Belo Monte, sendo observada alteração de valores a partir da terceira casa decimal.

10 Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144.

11 VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 231-253, 2000.

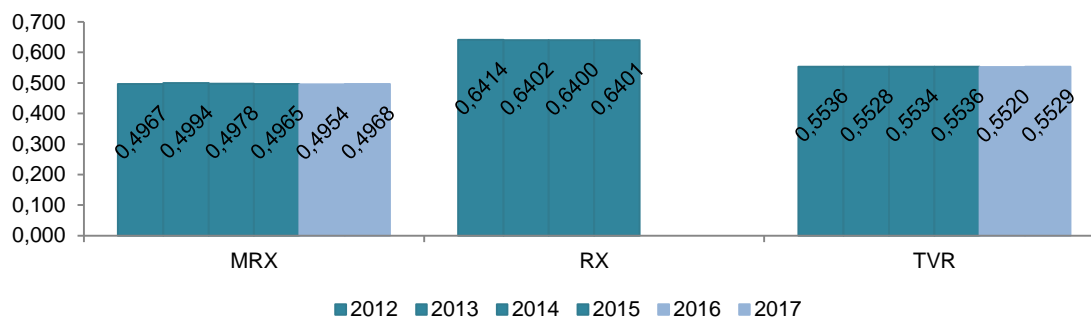


FIGURA 13.1.2 - 3 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE pielou (j') PARA OS COMPARTIMENTOS NOS seis ANOS DE AVALIAÇÃO.

Legenda: MRX-montante do Reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida.

■ Período pré-enchimento dos reservatórios
 ■ Período pós-enchimento dos reservatórios

Fonte: STCP, 2018.

Foi realizada a comparação dos índices de Equabilidade de Pielou de duas amostras, por meio de um teste *t* (**Quadro 13.1.2 – 2**) para analisar se houve diferença estatística entre os índices entre anos consecutivos. Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) entre os índices de equabilidade entre anos consecutivos para nenhum compartimento. Assim como para o índice de Shannon, isso pode ser explicado devido a poucas espécies se adaptarem aos solos arenosos, que possuem movimentação conforme a vazão do rio e se adaptarem, sobrevivendo por alguns meses completamente submersas. Independente do compartimento, as espécies que ocorrem no leito do rio, ao longo dele, são as mesmas.

QUADRO 13.1.2 - 2 – VALORES DE P PARA AS ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS ÍNDICES DE EQUABILIDADE DE PIELOU ENTRE ANOS CONSECUTIVOS

TESTE <i>t</i> para PIELOU	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
MRX	0,90	0,77	0,96	0,97	0,88
RX	1,00	0,91	1,00	-	-
TVR	0,98	1,00	0,97	1,00	0,85

* $p < 0,05$ – estatisticamente diferentes; $p > 0,05$ – não há diferença estatística entre os valores.

Legenda: MRX – montante do reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SIMPSON (1-D)

O índice de Simpson fornece a ideia da probabilidade de se coletar aleatoriamente dois indivíduos da comunidade e, obrigatoriamente, pertencerem a espécies diferentes (Gorenstein, 2002)¹². Varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior é o padrão de distribuição dos indivíduos em relação à espécie (equitabilidade).

¹² Gorenstein MR. *Métodos de amostragem no levantamento da comunidade arbórea em Floresta Estacional Semidecidual* [dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo; 2002.

O índice de diversidade de Simpson encontrado em bibliografia para Floresta semidecidual foi de 0,95 (Arruda, 2006)¹³, enquanto o encontrado por Barros (1986)¹⁴ em floresta tropical úmida na Amazônia brasileira foi de 0,86. Mesmo não sendo estudos que tratam da mesma formação florestal, serão utilizados como base de comparação para as formações pioneiras.

Na **Figura 13.1.2 – 4** são apresentados os valores do índice de Simpson por compartimento, por campanha de medição sendo que nos anos entre 2012 e 2015 estão concentrados os dados do período de implantação e em 2016 e 2017 os dados do período de operação.

Para as formações pioneiras do Médio-baixo Rio Xingu (amplitude de 0,80 a 0,84), os valores estão próximos ao encontrado em florestas úmidas da Amazônia. A variação entre os anos é pouco perceptível graficamente, com isso foi realizado teste estatístico para avaliar se houve diferença entre os valores deste índice entre anos consecutivos.

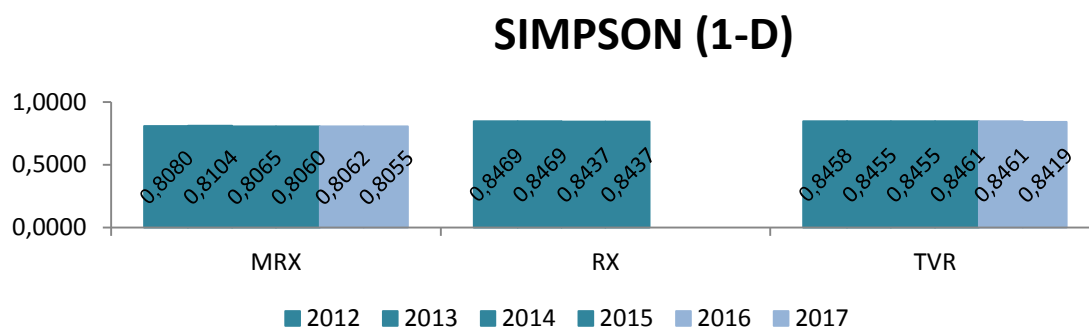


FIGURA 13.1.2 - 4 – ÍNDICE DE SIMPSON (1-d) POR COMPARTIMENTO NOS SEIS ANOS DE AVALIAÇÃO.

Legenda: MRX-montante do Reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida.

■ Período pré-enchimento dos reservatórios
■ Período pós-enchimento dos reservatórios

Fonte: STCP,2018.

Foi realizada a comparação dos índices de Simpson de duas amostras, por meio de um teste *t* (**Quadro 13.1.2 – 3**) para analisar se houve diferença estatística entre os índices obtidos em anos consecutivos. Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) entre os índices de equabilidade calculados, entre anos consecutivos, para nenhum compartimento.

¹³ Arruda, L.; Daniel, O. Florística e Diversidade em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Dourados, MS. Revista Floresta. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago. 2007.

¹⁴ BARROS, P. L. C. de Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá- Una, Amazônia Brasileira. 1986. 147 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

Como os índices de diversidade são formas diferentes de explicar os padrões observados, assim como para os índices anteriores, essa semelhança entre os anos e entre os compartimentos, pode ser explicada devido a poucas espécies se adaptarem a solos arenosos, que possuem movimentação conforme a vazão do rio e se adaptarem a sobreviver completamente submersas, durante meses. Independente do compartimento, as espécies que ocorrem no leito do rio, ao longo dele, são as mesmas.

QUADRO 13.1.2 - 3 – VALORES DE P PARA AS ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS ÍNDICES DE SIMPSON ENTRE ANOS CONSECUTIVOS

TESTE <i>t</i> para SIMPSON	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
MRX	0,85	0,99	0,99	0,99	0,93
RX	0,85	0,98	0,99	-	-
TVR	0,96	1,00	0,94	1,00	0,93

* $p < 0,05$ – estatisticamente diferentes; $p > 0,05$ – não há diferença estatística entre os valores.

Legenda: MRX – montante do reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2.1.1.B. ESTIMATIVA DE RIQUEZA

A riqueza de espécies (número de espécies por unidade de área) é o indicador mais simples e mais utilizado para descrever comunidade e a diversidade regional (Magurran, 2011)¹⁵.

Os estimadores de riqueza calculam o número de novas espécies a serem detectadas. O método indicado no PBA trata-se de método não paramétrico, tendo em vista a dificuldade de capturar todas as espécies de um local, sobretudo em regiões tropicais (Santos, 2003)¹⁶. Os estimadores não paramétricos fornecem estimativas da riqueza de espécies de uma área que possui poucas amostras, e, por não obedecerem a uma distribuição normal (Santos, 2003), são colocados como a solução mais indicada nos casos de dados em que existam diferentes distribuições de abundâncias. Colwell & Coddington (1994)¹⁷ revisaram estes estimadores e encontraram que Chao 2 e Jackknife de segunda ordem apresentam melhor performance.

Na **Figura 13.1.2 – 5** podem ser observados resultados de quatro estimadores de riqueza: (i) Jackknife 1, (ii) Jackknife 2, (iii) Chao 2 e (iv) Chao 1, todos calculados por compartimento para os seis anos de avaliação, sendo 2012 a 2015 o período de implantação, e 2016 a 2017 de operação da UHE Belo Monte.

¹⁵ Magurran, A. E. 2011. Medindo a diversidade biológica. Tradução: Vianna D.M. Curitiba: Ed. da UFPR. 261p.

¹⁶ Santos, A.J. 2003. Estimativas de riqueza de espécies. In: Rudran, R., Cullen, L.; Valladares Padua, C. (Orgs.) Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida terrestre. Ed. Da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. P19-41.

¹⁷ Colwell, R.K. & J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B) 345:101-118.

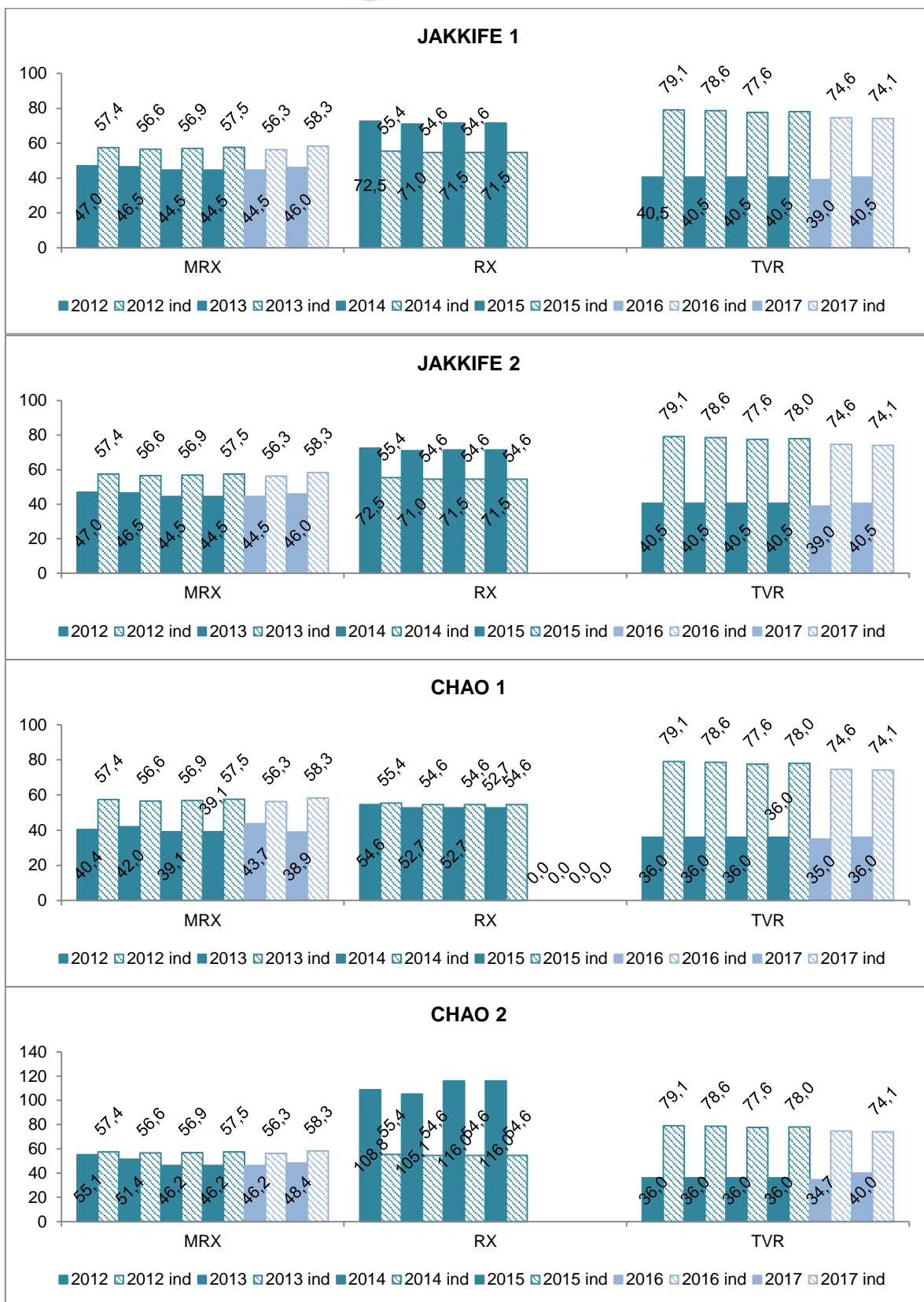


FIGURA 13.1.2 - 5 – ESTIMADORES DE RIQUEZA JAKKNIFE 1, JAKKNIFE 2, CHAO 1 E CHAO 2, POR COMPARTIMENTO, POR ANO DE AVALIAÇÃO.

Legenda: IND – indivíduos reais quantificados por compartimento.

■ Período pré-enchimento dos reservatórios

■ Período pós-enchimento dos reservatórios

Fonte: STCP, 2018.

É possível observar que o MRX foi bem representado pelo Chao 2, o RX por Chao 1 e o TVR foi subestimado em todos os estimadores.

Para Chao 2 no MRX 83% das espécies foram representadas no estimador de riqueza citado. No RX 97% das espécies são representadas pelo Chao 1. No TVR esse número cai para 55 % no Jakknife 1 e 2. Essas porcentagens tratam da média de número de espécies encontradas vs estimadas nos três anos de avaliação.

Os estimadores de riqueza não foram criados para florestas tropicais, tampouco para uma vegetação tão específica, quanto àquela observada nas Formações Pioneiras. Como não há estudos semelhantes para esta vegetação, considerando que esta tipologia tem naturalmente um menor número de espécies e sua dinâmica intimamente relacionada ao pulso de inundação do rio, pode ser que estes estimadores não sejam os mais adequados para utilizar como parâmetro de análise deste tipo de ambiente.

13.1.2.2.1.1.C. SIMILARIDADE

A similaridade florística avalia o quanto unidades de área são semelhantes entre si, quando se trata de espécies da flora. Há vários métodos para analisar a similaridade florística de ambientes. No PBA é proposta a análise por três índices: Jaccard, Kulczynski e Sorensen. Os três índices possuem metodologia de cálculo semelhante, utilizando análises estatísticas multivariadas, com ordenação de dados que pode ser calculada mediante escalonamento multidimensional não métrico – nMDS, com posterior ANOSIM, ou ainda graficamente por Análise de Cluster. A ideia destes métodos é a mesma, agrupar as espécies semelhantes. No **Anexo 13.1.2 - 1** pode ser observado os gráficos gerados pela ANOSIM.

No **Quadro 13.1.2 – 4** constam os resultados das análises estatísticas (Teste t) realizadas entre as parcelas de um mesmo compartimento, durante os seis anos de avaliação. Foi calculada a similaridade florística apenas entre as parcelas de um mesmo compartimento.

Não houve diferença estatística entre as parcelas dentro de cada um dos três compartimentos (**Quadro 13.1.2 – 4**), para os seis anos analisados. Isso significa que há similaridade entre as parcelas de cada compartimento, ou seja, todas (100%) das espécies ocorrem em todas as parcelas daquele compartimento e dos demais também. Conforme já mencionado na análise dos índices de diversidade, essa similaridade (de 100%) é ocasionada devido a adaptação das espécies ao ambiente do rio Xingu e seu pulso de inundação. As mesmas espécies ocorrem em todos os compartimentos do rio dentro da área em estudo, e com baixa diversidade, o que ocasiona alta similaridade.

QUADRO 13.1.2 - 4 - SIMILARIDADE PARA OS COMPARTIMENTOS MRX, RX E TVR

SIMILARIDADE DENTRO DE CADA COMPARTIMENTO (p valor)							
MRX / RX TVR	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2011	0	1	1	1	1	1	1
2012	1	0	1	1	1	1	1
2013	1	1	0	1	1	1	1
2014	1	1	1	0	1	1	1
2015	1	1	1	1	0	1	1
2016	1	1	1	1	1	0	1
2017	1	1	1	1	1	1	0

Legenda: MRX- montante do reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2.1.1.D. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA

O índice de Valor de Importância leva em consideração as espécies que obtiveram maior valor de densidade, frequência e abundância em unidade de área. A análise do valor de importância ocorre via *Ranking*, em que são analisadas as 10 espécies com maior IVI. Esta análise foi realizada por compartimento e os principais resultados podem ser observados abaixo e no **Anexo 13.1.2 – 2**.

Montante do Reservatório do Xingu (MRX)

No Compartimento MRX a *Myrciaria dubia* esteve presente nas campanhas em dominância, enquanto a *Buchenavia oxycarpa* perdeu posição na 3ª campanha para *Acosmium nitens*. A *Psidium acutangulum* saiu da listagem na 3ª campanha, substituída pela *Symmeria paniculata* e retornou somente na 7ª campanha.

Reservatório do Xingu (RX)

Para o compartimento RX, *Myrciaria dubia* e *Campsiandra laurifolia* permaneceram no topo da listagem. *Coccoloba ovata* foi a única espécie a sair da lista na 4ª campanha, sendo substituída pela *Randia armata*.

Trecho de Vazão Reduzida (TVR)

Para o compartimento TVR, *Acosmium nitens* e *Piranhea trifoliata* permaneceram dominantes na lista. *Macrolobium acaciifolium*, apareceu somente na 2ª campanha, sendo substituído pela *Pouteria sp. 3* na 3ª campanha, novamente substituída pela *Licania apetala* na 4ª e 5ª campanhas. A partir da 6ª campanha até a 7ª, *Buchenavia oxycarpa* esteve presente na lista.

13.1.2.2.1.2. DINÂMICA FLORESTAL

Embora as florestas sejam aparentemente estáveis sem nenhuma mudança perceptível, alterações estão acontecendo continuamente ao longo do tempo e espaço (Pinto, 2002; Higuchi *et al.*, 2007)¹⁸. Apesar de a floresta estar em um processo contínuo de dinâmica, há um equilíbrio em florestas naturais isentas de perturbação, onde as árvores mortas são continuamente substituídas por novos indivíduos (Swaine, 1987; Swaine, 1990; Felfili, 1995; Rossi *et al.*, 2007a)¹⁹.

Fatores como competição por luz, espaço físico e nutriente são contínuas e a redução destes recursos pode levar a árvore à morte (Vanclay, 1994)²⁰. As principais causas de mortalidade em florestas tropicais são: senescência, desbalanço mecânico, doenças, fogo, raio, vento e outras condições de estresse como seca, inundação e aumento da temperatura (Franklin *et al.*, 1987)²¹. É importante ressaltar que estes fatores não ocorrem de forma isolada, grande parte dos eventos de morte é resultante da interação destes fatores. As causas de morte são difíceis de identificar com certeza, porém as árvores mortas podem ser classificadas com segurança em três diferentes modos: árvores mortas em pé, morta quebrada ou desenraizada (Gale e Hall, 2001; Chao *et al.*, 2009; Toledo *et al.*, 2009)²²

O recrutamento de novos indivíduos representa um importante papel na determinação da riqueza de espécies, na distribuição espacial das populações e na composição florística ao longo do tempo (Clark *et al.*, 1999b)²³.

¹⁸ Higuchi, N; Santos, J. dos.; Silva, R.P. da.; Lima, A.N.; Teixeira, L.M.; Carneiro, V.M.C.; Felseburgh, C.A.; Tribuzy, E.S. 2007. *Noções Básicas de Manejo Florestal. Apostila. Laboratório de Manejo Florestal.* INPA. Manaus-AM. 250p.

Pinto, J.R.R. 2002. Dinâmica da comunidade arbórea em uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso. *Tese de doutorado.* Universidade de Brasília, Brasília. Brasil. 122p.

¹⁹ Swaine, M.D.; Lieberman, D.; Putz, F.E. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology* 3: 359-366.

Swaine, M.D. 1990. Population dynamics of tree species in tropical forests. In: Holm-Nielsen, L.B.; Nielsen, I.C.; Baslev, H. (eds.). *Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity.* Academic, Press, London.

Rossi, L.M.B.; Koehler, H.S.; Sanquetta, C.R. Arce, J.E. 2007a. Modelagem de mortalidade em florestas naturais. *Floresta.* Curitiba, Paraná. 37: 275-291.

Felfili, J.M. 1995. Growth, recruitment and mortality in Gama gallery forest in central Brazil over a six-year period (1985 – 1991). *Journal of Tropical Ecology.* 11: 67 – 83.

²⁰ Vanclay, J. K. 1994. *Modelling forest growth and yield.* Wallingford: CAB International. 312p.

Zuquim, G.; Costa, F.R.C.; Prado, J.; Braga-Neto, R. 2009. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradient in Central Amazonia, Brasil. *Biodiversity and Conservation.* 18: 151 – 166.

²¹ Franklin, J.F.; Shugart, H.H.; Harmon, M.E. 1987. Tree death as an ecological process. *Bioscience.* 37:550-556.

²² Gale, N.; Hall, P. 2001. Factors determining the modes of tree death in three Bornean rain forests. *Journal of Vegetation Science.* 12:337-46.

Chao, K.J.; Phillips, O.L.; Monteagudo, A.; Torres-Lezama, A.; Vasquez Martinez, R. 2009. How do trees die?. Mode of death in northern Amazonia. *Journal of Vegetation Science.* 20: 260-268.

Toledo, J.J.; Magnusson, W.E.; Castilho, C.V.de.2009. Influence of soil, topography and substrates on differences in wood decomposition between one-hectare plots in lowland tropical moist forest in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology.* 25:649–656.

²³ Clark, J.S.; Beckage, B.; Camill, P.; Cleveland, B.; Hillerislambers, J.; Lichter, J.; Mclachlan, J.; Mohan, J.; Wyckoff, P. 1999b. Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany.* 86 (1) 1-16.

Em 2017 foi realizada a segunda medição na fase de operação das parcelas pioneiras. Serão apresentadas as comparações das taxas de ingresso e mortalidade respectivamente, por compartimento, no período de implantação e operação da UHE Belo Monte. Para saber se houve diferença estatística entre as taxas de ingresso e mortalidade nas duas etapas do empreendimento, foi realizado teste estatístico t em que, se $p > 0,05$, não há diferença estatística (significativa) nas variáveis de dinâmica florestal, sendo o contrário com $p < 0,05$.

Taxa de Ingresso

Na operação as taxas de ingresso foram maiores que na implantação (**Figura 13.1.2 – 6**). As taxas de recrutamento encontradas em estudos de dinâmica em Florestas Aluviais variaram entre 0,67% a 2,19% o ano (Guimarães *et.al.*, 2008)²⁴. Nos compartimentos MRX (implantação e operação) e RX (somente implantação), as taxas observadas neste estudo foram maiores que as encontradas em literatura. Apenas no TVR os valores encontrados na implantação e operação estão abaixo dos encontrados em literatura. A dinâmica desta formação é rápida, seus indivíduos estão em constante adaptação ao pulso do rio, com isso as espécies possuem naturalmente um ciclo de vida curto, sendo rapidamente substituídas. Não há estudos semelhantes para comparação das taxas de ingresso em Formações Pioneiras, mas já era esperado que os valores da formação aluvial fossem discrepantes dos encontrados neste estudo, em função da diferente influência que recebem do rio.

Na análise estatística não foi observada diferença significativa entre implantação e operação em nenhum compartimento ($p > 0,05$), o que significa que para estes locais não houve comportamento diferente no número de ingressos nos dois períodos analisados.

²⁴ Guimarães, J.C.C.; Van Den Berg, E.; Castro, G.C.; Machado, E.L.M.; Filho, A.T.O. Dinâmica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria aluvial no planalto de Poços de Caldas, MG, Brasil.

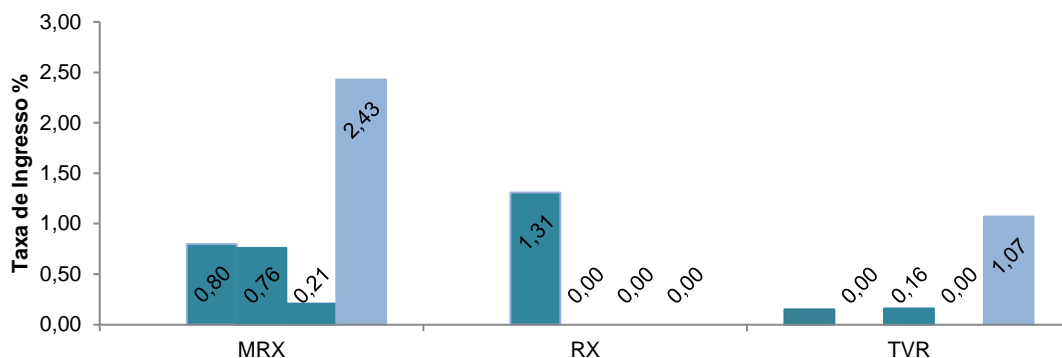


FIGURA 13.1.2 - 6 – TAXA DE INGRESSO POR COMPARTIMENTO NOS PERÍODOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DA UHE BELO MONTE

Legenda: MRX-montante do reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida

- Período pré-enchimento dos reservatórios
- Período pós-enchimento dos reservatórios

Fonte: STCP, 2018.

Taxa de Mortalidade

No período de implantação as taxas de mortalidade foram menores que na operação (**Figura 13.1.2 – 7**). As taxas de mortalidade encontradas em outros estudos de dinâmica em Florestas Aluviais variaram entre 1,43% a 2,75% ao ano (Guimarães *et.al.*, 2008)²⁵.

Na implantação, as taxas visualizadas em Belo Monte para as pioneiras foram abaixo das visualizadas em literatura para florestas aluviais. Na operação, por sua vez, para o TVR, as obtidas neste estudo estão próximas às encontradas em literatura.

Não foi observada diferença estatística entre a taxa de mortalidade do período de implantação e a da operação, no compartimento TVR. No compartimento MRX foi observada diferença estatística entre implantação e operação (2015/2016) com $p=0,02$. No RX a diferença estatística se deu na implantação (2014/2015) com $p=0,04$.

Essa diversidade de resultados entre os compartimentos, principalmente naqueles que possuem análise na operação (MRX e TVR) pode ser interpretada como uma maior sensibilidade desta formação ao nível alto de água do rio (MRX) do que aos níveis mais baixos (TVR). Porém esta interpretação ainda é incipiente e pode estar muito mais associada há eventos climáticos do que a alteração do nível d'água do rio Xingu. Isso porque o empreendimento não está operando a plena carga, sendo que o hidrograma de consenso ainda não foi implantado totalmente.

²⁵ Guimarães, J.C.C.; Van Den Berg, E.; Castro, G.C.; Machado, E.L.M.; Filho, A.T.O. Dinâmica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria aluvial no planalto de Poços de Caldas, MG, Brasil.

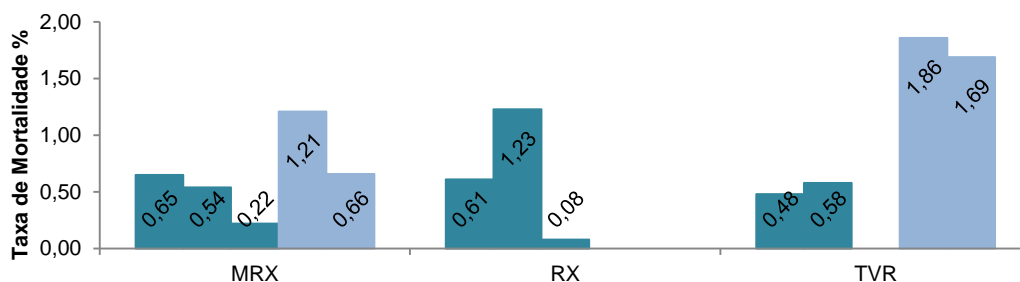


FIGURA 13.1.2 - 7 – TAXA DE MORTALIDADE POR COMPARTIMENTO NOS PERÍODOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DA UHE BELO MONTE

Legenda: MRX-montante do reservatório do Xingu; RX – reservatório do Xingu e TVR – trecho de vazão reduzida

- Período pré-enchimento dos reservatórios
- Período pós-enchimento dos reservatórios

Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2.1.3. MONITORAMENTO FENOLÓGICO

Desde o início do monitoramento fenológico, até o presente relatório, foram analisadas 17 campanhas. A medição da 1ª Campanha ocorreu em setembro de 2013 e, trimestralmente, as outras campanhas foram sendo realizadas até a atual (setembro/2017). Os eventos fenológicos (floração, frutificação e mudança foliar) ocorridos durante o monitoramento das espécies entre os meses de setembro de 2013 a setembro de 2017 estão relacionados no **Anexo 13.1.2 - 3**. Estes quadros foram atualizados considerando a prática vigente adotada pela Norte Energia 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 serão realizadas por compartimento, com o intuito de verificar em qual região da ADA e AID a vegetação está sendo impactada.

A maioria dos eventos fenológicos ocorreu na fenofase Mudança Foliar, sendo 69% das visualizações em ambos os compartimentos. A floração e frutificação tiveram 14% e 17% respectivamente no compartimento MRX e 8% e 23% no compartimento TVR. O número de eventos de floração no TVR foi menor quando comparado ao MRX (**Figura 13.1.2 – 8**).

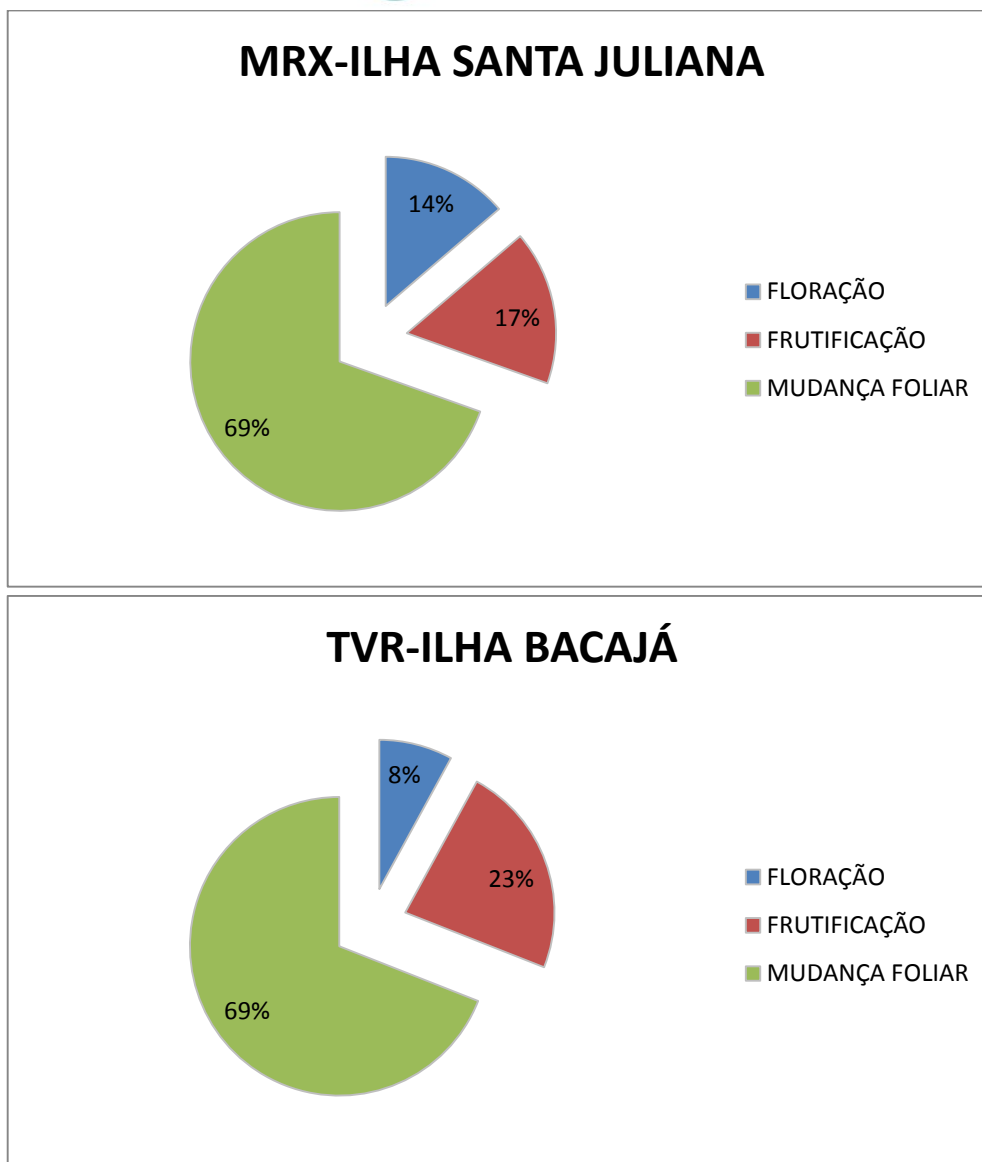


FIGURA 13.1.2 - 8 – DISTRIBUIÇÃO DOS EVENTOS FENOLÓGICOS

Legenda: MRX-Montante do Reservatório do Xingu; TVR – Trecho de Vazão Reduzida

Fonte: STCP, 2018.

No **Quadro 13.1.2 – 5** é apresentado o resumo dos eventos fenológicos a montante do RX. A espécie *Strophocactus wittii* não teve floração visualizada no pré e pós enchimento. A frutificação foi observada apenas para *Couepia cataractae*, *Laelia gloriosa* e *Myrciaria dubia* no momento operação.

Para o TVR apenas a espécie *Strophocactus wittii* não teve a floração observada em nenhum momento, e na frutificação a mesma espécie teve somente eventos observados durante o início da implantação. (**Quadro 13.1.2 – 6**).

QUADRO 13.1.2 - 5 – NÚMERO DE EVENTOS FENOLÓGICOS POR ESPÉCIE (MONTANTE RX-ILHA SANTA JULIANA)

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

Fonte: STCP, 2018.

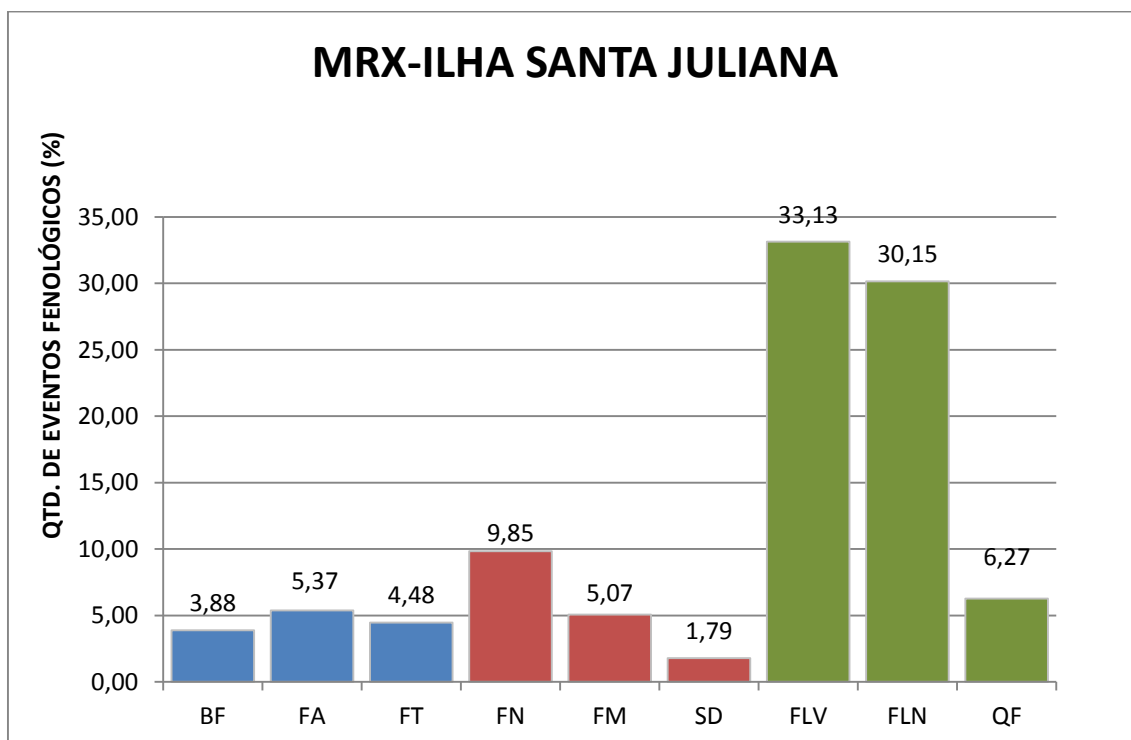
QUADRO 13.1.2 – 6 – NÚMERO DE EVENTOS FENOLÓGICOS POR ESPÉCIE (TVR-ILHA BACAJÁ)

ESPÉCIE	FLORAÇÃO					FRUTIFICAÇÃO					MUDANÇA FOLIAR				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Couepia cataractae</i>	0	3	0	6	3	4	6	5	3	3	5	9	19	15	0
<i>Myrciaria dubia</i>	0	0	0	0	6	6	6	10	3	3	3	9	15	24	0
<i>Strophocactus wittii</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	12	27	15	0
Total	0	3	0	6	9	13	12	15	6	9	11	30	61	54	0

Fonte: STCP, 2018.

O monitoramento fenológico se caracteriza por apontar informações conjuntas das áreas monitoradas. Os resultados encontrados continuam apresentando nove eventos fenológicos distintos para as três fenofases estudadas: em **Floração**: Botão floral (BF), Floração adiantada (FA) e Floração terminada (FT); em **Frutificação**: dispersão de propágulos ou semente disseminando (SD), frutos novos (FN), frutos maduros (FM); em **Mudança Foliar**: folhas maduras (FLV), folhas novas ou brotamento (FLN), queda de folhas (QF). (**Figura 13.1.2 - 9**).

Para todos os compartimentos, a mudança foliar é a que apresenta maior número de eventos, com ênfase nas folhas maduras, com uma amplitude de 6,3 a 33,6% do total de eventos desta fenofase. A floração teve uma porcentagem baixa de observações, com no máximo 3,98 % no TVR. Já no MRX, a floração foi pouco mais significativa com o máximo de 5,37% das observações. A frutificação teve uma amplitude de variação de 1,79 % a 10,62 % entre os compartimentos, sendo o fruto novo mais observado no MRX e o fruto maduro no TVR.



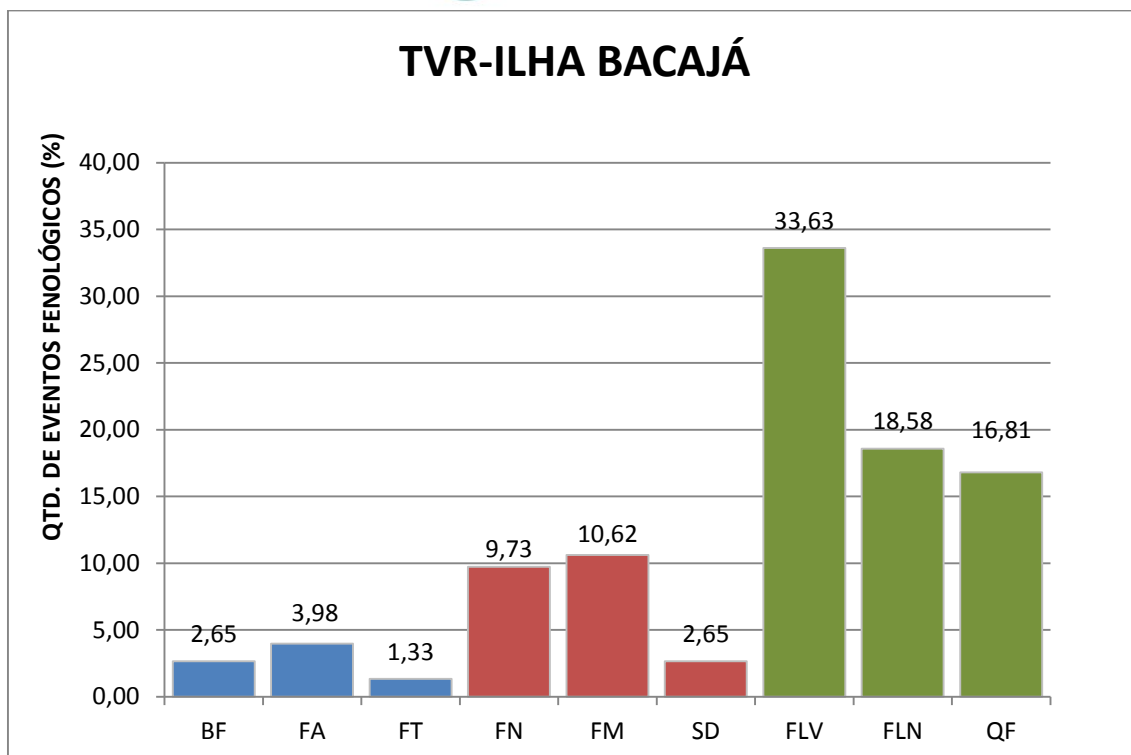


FIGURA 13.1.2 - 9 - EVENTOS FENOLÓGICOS ENCONTRADOS NAS CAMPANHAS DO MONITORAMENTO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS PRESENTES NAS ILHAS DO RIO XINGU

Fonte: STCP, 2018

A espécie *Couepia cataractae* obteve o maior número de eventos no TVR (**Figura 13.1.2 - 10**). No TVR a *Myrciaria dubia* foi quem se destacou, com o maior número de eventos no MRX.

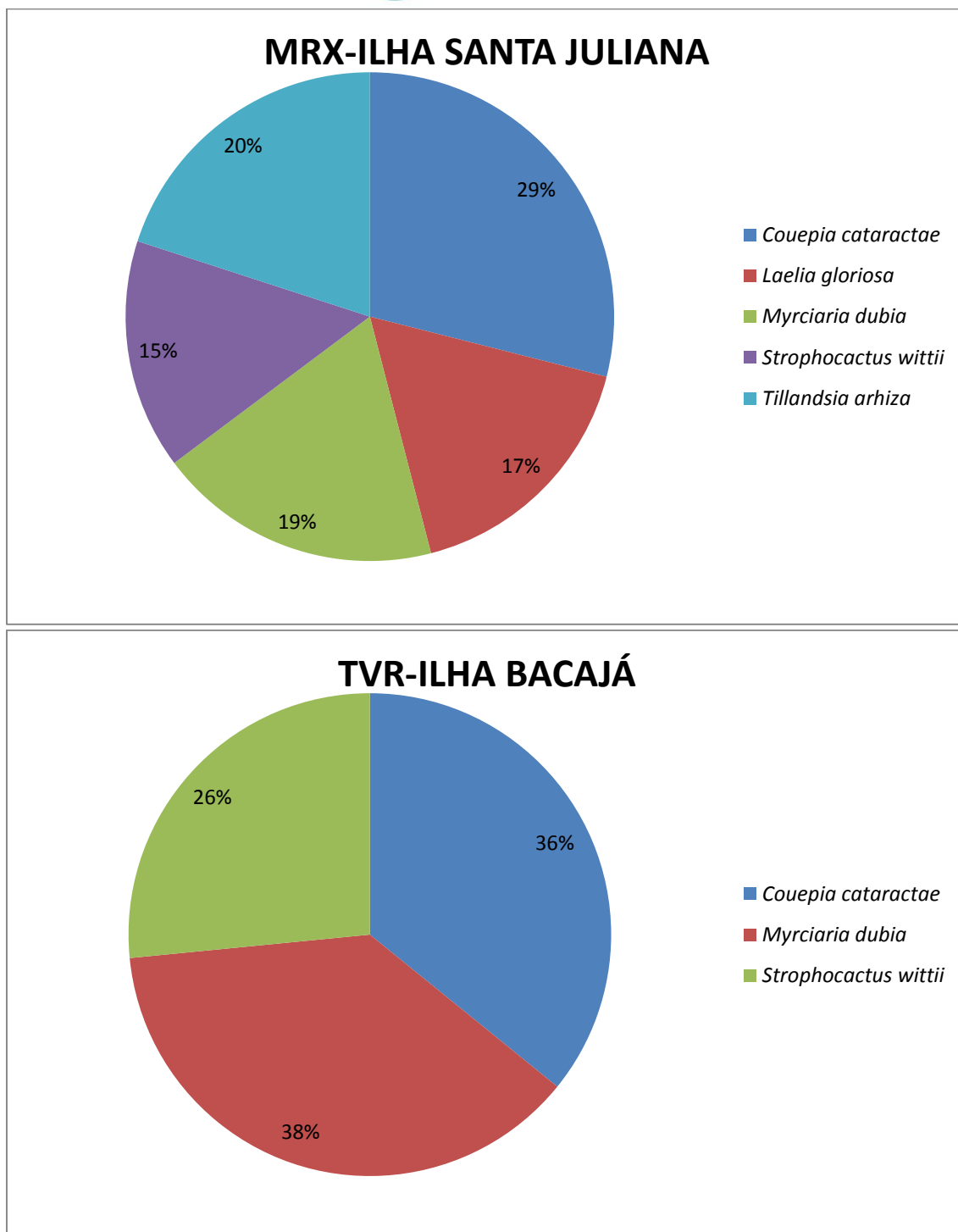


FIGURA 13.1.2 - 10 – PORCENTAGEM DE EVENTOS FENOLÓGICOS POR ESPÉCIE, E POR COMPARTIMENTO.

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 - 4**. 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.

13.1.2.2.2. COMPONENTE PODOSTEMACEAE

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 2017, com vistas a estabelecer um padrão fenológico para a família das Podostemaceae no período de pré enchimento, possibilitando 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 foram moduladas pelos ritmos sazonais da vazão, conforme os padrões já descritos por Willis (1902), Philbrick e Novelo, (1995, 1998²⁶). 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 diminuição dos valores de vazão (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 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.

²⁶ 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.

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. No entanto, os dados foram de apenas dois ciclos hidrológicos amostrados. Com a continuidade das campanhas de monitoramento na etapa pós-enchimento, será possível verificar se há ou não efeito da alteração na vazão sobre o padrão geral da fenologia das espécies de Podostemaceae naqueles locais que não ficaram totalmente submersos pelo RX. Fato notório é que, este monitoramento é pioneiro no Brasil, pois até o momento não se tem notícia de trabalho na literatura científica semelhantes, ou seja, que tenham monitorado modificações dos aspectos fenológicos de Podostemaceae frente às alterações de vazão decorrentes da implantação de usinas hidrelétricas.

Para o período deste relatório foram inclusos dados da 24ª Campanha (set/17) de monitoramento fenológico para a composição dos dados consolidados. Os valores de vazão do rio Xingu, desde o início do monitoramento até setembro de 2017 podem ser observados na **Figura 13.1.2 - 11**. A 24ª campanha foi caracterizada pela baixa vazão, correspondente ao período de seca do rio. As parcelas a montante do RX e no TVR estavam passíveis de visualização.

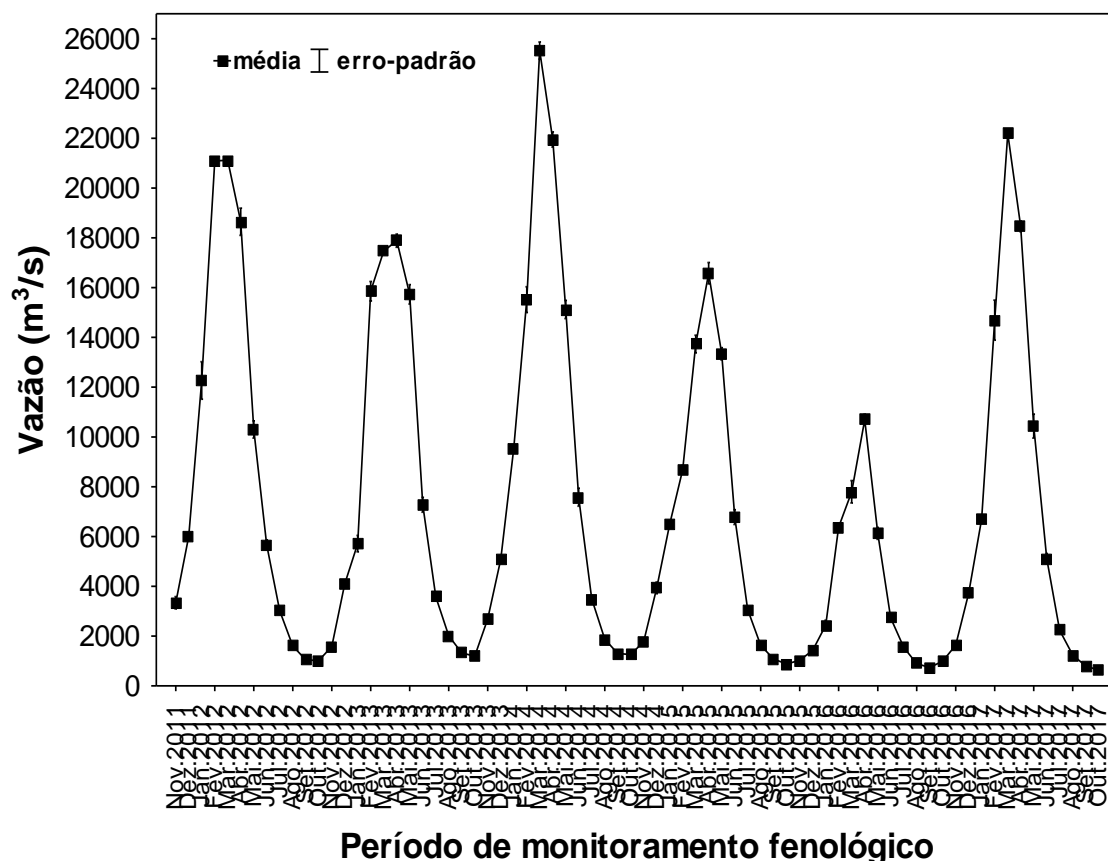


FIGURA 13.1.2 - 11 – FLUTUAÇÃO DA VAZÃO DE NOVEMBRO DE 2011 A SETEMBRO DE 2017

Fonte: Norte Energia, adaptado STCP, 2017.

No **Quadro 13.1.2 – 7** é possível observar o comportamento fenológico das espécies de Podostemaceae encontradas nas parcelas de monitoramento e seus respectivos números de eventos fenológicos.

QUADRO 13.1.2 – 7 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES E FASES FENOLÓGICAS POR PARCELA DURANTE AS 24 CAMPANHAS REFERENTES AO MONITORAMENTO FENOLÓGICO DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS - GRUPO 2 (PODOSTEMACEAE) DA UHE DE BELO MONTE, ESTADO DO PARÁ

		1º CICLO				2º CICLO				3º CICLO				4º CICLO				5º CICLO				6º 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	
ESPÉCIES	ESTÁGIO FENOLÓGICO	NOV.2011	FEV.2012	MAI.2012	AGO.2012	DEZ.2012	MAR.2013	JUN.2013	SET.2013	DEZ.2013	MAR.2014	JUN.2014	SET.2014	DEZ.2014	MAR.2015	JUN.2015	SET.2015	DEZ.2015	MAR.2016	JUN.2016	SET.2016	DEZ.2016	MAR.2017	JUN.2017	SET.2017	
<i>Castelnavia princeps</i>	botão floral			71																						
	floração adiantada			18	148							20														
	floração terminando											27												4		
	frutos novos							6																		
	frutos verdes				36							111				50					6				10	
	frutos maduros	20						38	8				1								31				51	
	semente disseminando	175				184		155	61	77			68	64			71	71			9	69	69		4	
	folhas novas ou brotamento		48	95			184				77				7	71	21			71	23			69		69
<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 allicomis</i>	botão floral																									
	floração adiantada			18	15								4								2	1			10	
	floração terminando																14								1	
	frutos novos																4								3	
	frutos verdes				3																3					
	frutos maduros	13						1	13			1	2									3				
	semente disseminando	5				18		2	5			2	10					14				14			15	
	folhas novas ou brotamento						18			15	15		2	18	18	18			4	18	13		18	18	2	3
<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					
	frutos maduros	4						18	4			2									2				18	
	semente disseminando	20				24		6	22	19		6	26	26			26	26			1	24	24			
	folhas novas ou brotamento		7				24				19					26				26	12			24	6	24

Fonte: STCP, 2018.

13.1.2.2.3. ESPÉCIES AMEAÇADAS

Para esta fisionomia 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 N° 054, de 24 de outubro de 2007 e Lei Estadual N° 6.462, de 04 de julho de 2002/LEFFAEP; e as categorias de espécies ameaçadas disponibilizada *on-line* pela IUCN - The World Conservation Union, 2006).

A espécie *Mourera fluviatilis* não está nas listas de espécies ameaçadas de extinção, porém faz parte da lista do PAN da Flora do médio-baixo rio Xingu.

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.

OBJETIVOS	STATUS DE ATENDIMENTO
Monitorar os padrões estruturais e fenológicos dos principais grupos vegetais associados às Formações Pioneiras	Em atendimento desde 2011 com medições anuais para avaliação estrutural, e desde 2013, trimestralmente, para avaliação fenológica.
Acompanhar os efeitos resultantes da restrição de vazão no ambiente de pedrais da Volta Grande do Xingu sobre os grupos: arbóreo-arbustivo e das corredeiras (Podostemaceae), sob o ponto de vista estrutural e fenológico.	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.

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 2017), 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;	<p>"Iniciada porém pouco conclusiva</p> <p>GRUPO 1 – Arbustivo-arbóreo foi observada uma maior mortalidade de indivíduos em comparação ao período de implantação</p> <p>GRUPO 2 – Podostemaceae Duas parcelas estão submersas no Reservatório do Xingu (Pi1PI e Pi2PI); para as demais, não foram notadas diferenças entre implantação e operação.</p>
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"

METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>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.</p>	<p>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"</p>

13.1.2.5. ATIVIDADES PREVISTAS

Considerando o cronograma apresentado no PBA, bem como o andamento das atividades referentes a este, serão realizadas a quatro campanhas de monitoramento fenológico do componente arbustivo-arbóreo para 2018; 8º medição do componente arbustivo arbóreo e as quatro campanhas do componente Podostemaceae previstas para 2018.

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	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	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 Semestrais																																												
6																																													
7																																													
8																																													
9																																													
10																																													
11																																													

13.1.2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica observada de vegetação pioneira arbórea dos pedrais tem um comportamento diferente das demais formações. Sua dinâmica se apresenta mais acelerada e de forma constante. Os indivíduos possuem muitos perfilhos que regularmente estão nascendo e morrendo. A influência direta da vazão do rio torna as espécies adaptadas ao estresse por tempo integral, mesmo assim, o número de indivíduos mortos e recrutados são mínimos. A rotatividade desta formação vegetal está em seus perfilhos. Neste segundo ano de operação da UHE foi observado um número maior de indivíduos mortos e poucos ingressos. Diversos fatores podem influenciar a dinâmica de uma formação vegetal como efeitos climáticos (excesso de chuva e/ou falta dela) e efeitos antrópicos.

Por ocorrerem em locais com saturação hídrica sazonal este tipo de vegetação possui peculiaridades, principalmente, com relação à florística, que podem estar relacionadas às diferentes unidades geopedológicas nas quais as espécies ocorrem. Aspectos do meio físico como o regime hídrico, o tipo de solo e a forma de relevo, juntamente com as características climáticas, podem ter relação direta com a fenologia, ocorrência, mortalidade, recrutamento e distribuição das espécies na paisagem. Com o andamento do monitoramento será possível obter melhores informações sobre a dinâmica e ecologia das espécies monitoradas por trecho do rio, de modo a aferir os impactos causados pela operação da UHE tanto no TVR, quanto no RX. O entendimento destes processos é essencial para elucidação da evolução e das estratégias reprodutivas das espécies, como também, obter *inputs* para a conservação dos habitats onde tais organismos ocorrem, além de monitorar os impactos, propondo medidas de mitigação e compensação, quando for o caso.

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, do reservatório do Xingu e do trecho de vazão reduzida. No período de operação da UHE Belo Monte, ainda não foi possível observar diferença nos padrões fenológicos das espécies analisadas.

13.1.2.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Aguimar 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
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 - Índice de Similaridade por Compartimento (ANOSIM)

Anexo 13.1.2 – 2 - Espécies com maior Índice de Valor de Importância

Anexo 13.1.2 – 3 - Eventos Fenológicos por espécie, por campanha e compartimento.

Anexo 13.1.1 – 4 - Fenogramas

Anexo 13.1.1 – 5 - Relatório Fotográfico componente arbustivo-arbóreo

Anexo 13.1.1 – 6 - Relatório Fotográfico componente podostemaceae