

SUMÁRIO – 13.1.1 - PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FLORESTAS ALUVIAIS

13.1.1.	PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FLORESTAS ALUVIAIS	13.1.1-1
13.1.1.1.	INTRODUÇÃO	13.1.1-1
13.1.1.2.	RESULTADOS CONSOLIDADOS	13.1.1-5
13.1.1.2.1.	EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES.....	13.1.1-5
13.1.1.2.2.	RELAÇÃO ENTRE A DISTÂNCIA ESPACIAL E A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES.....	13.1.1-6
13.1.1.2.3.	DISSIMILARIDADE E AGRUPAMENTO (ENTRE AS PARCELAS DE CADA COMPARTIMENTO).....	13.1.1-8
13.1.1.2.4.	ALTERAÇÕES FLORÍSTICAS.....	13.1.1-10
13.1.1.2.5.	RIQUEZA FLORÍSTICA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE	13.1.1-14
13.1.1.2.6.	ALTERAÇÕES NA ESTRUTURA HORIZONTAL.....	13.1.1-21
13.1.1.2.7.	DINÂMICA FLORESTAL	13.1.1-25
13.1.1.2.8.	MONITORAMENTO FENOLÓGICO	13.1.1-36
13.1.1.2.9.	ESPÉCIES AMEAÇADAS	13.1.1-43
13.1.1.2.10.	ESPÉCIES INVASORAS.....	13.1.1-48
13.1.1.3.	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO	13.1.1-48
13.1.1.4.	ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO.....	13.1.1-50
13.1.1.5.	ATIVIDADES PREVISTAS	13.1.1-52
13.1.1.6.	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS.....	13.1.1-52
13.1.1.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13.1.1-54
13.1.1.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	13.1.1-56
13.1.1.9.	ANEXOS.....	13.1.1-56

13.1.1. PROJETO DE MONITORAMENTO DAS FLORESTAS ALUVIAIS

13.1.1.1. INTRODUÇÃO

O projeto de monitoramento de florestas aluviais busca determinar o nível da qualidade dos fragmentos monitorados após o enchimento dos reservatórios do Xingu, a partir de dados de diversidade comparativa em fitofisionomias semelhantes da Amazônia e daqueles do diagnóstico do EIA, além de analisar as espécies-chave que possam servir como indicadoras de respostas ambientais de curto e médio prazo.

Desde 2011 as florestas aluviais são monitoradas em parcelas permanentes (isoladas e em módulos RAPELD, **Quadro 13.1.1 - 1** e **Figura 13.1.1 - 1**). Foram realizados estudos de florística, estrutura e dinâmica da floresta, fenologia de espécies arbóreas, nível d'água, declividade das parcelas e qualidade de solos. O primeiro ciclo deste monitoramento foi encerrado em fevereiro de 2016 com o enchimento dos reservatórios e a obtenção de padrões florísticos, fitossociológicos e fenológicos da região em estudo, de modo a subsidiar a avaliação das mudanças na flora aluvial em função da formação dos reservatórios.

O segundo ciclo do monitoramento das florestas aluviais se iniciou 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. Assim, foram realizadas medições das parcelas aluviais em módulos, no ano de 2016, e das parcelas aluviais em ilhas, em 2017¹, que consiste no primeiro ano após a formação dos reservatórios e consequente etapa de operação. Os resultados das análises fitossociológicas nesta fase foram apresentados no 11º RC e 13º RC.

Desde o 13º RC a análise dos dados é realizada por compartimento no rio Xingu, sendo três:

- i. A Montante do Reservatório do Xingu (MRX): onde estão localizadas duas parcelas em ilha (SJ1AL e SJ2AL);
- ii. Reservatório Xingu (RX): onde estão localizadas duas parcelas em ilha (AT1AL e AT2AL) e duas parcelas no Módulo RAPELD 2; e,
- iii. Trecho de Vazão Reduzida (TVR): onde estão localizadas duas parcelas em ilha (BA1AL e BA2AL) e seis parcelas em módulos RAPELD (cinco no M4 e uma no M5).

¹ Seguindo o cronograma de remediações bianuais em curso desde o início dos monitoramentos.

Durante o período de referência deste relatório, foi realizada uma reestruturação nos módulos RAPELD em processo de monitoramento. Tal reestruturação foi solicitada ao IBAMA pela Norte Energia em 20 de fevereiro de 2018, mediante o protocolo da CE nº 143/2018 – SSAI que encaminhou a Nota Técnica NT_SSAI Nº 029_PCET, intitulada “Avaliação Integrada dos Resultados dos Projetos de Monitoramento das Florestas de Terra Firme e de Monitoramento da Fauna Terrestre da UHE Belo Monte”. Neste documento foram sugeridas recomendações para o encerramento de todas as atividades de monitoramento de fauna e flora nos módulos RAPELD 1 e 8, os quais estavam localizados em áreas muito distantes dos compartimentos de análise dos impactos do empreendimento, impossibilitando a aferição dos impactos nestas localidades e tampouco servindo como área de controle para os objetivos precípuos desses monitoramentos. Este pleito foi anuído pelo IBAMA que em seu parecer técnico nº 46/2018/COHID/CGTEF/DILIC (de 09/04/2018), autorizou o encerramento dos estudos nos dois módulos RAPELD 1 e 8.

Ainda no período de referência deste relatório ocorreram atividades de terceiros que alteraram a composição da cobertura vegetal do módulo 4 (localizado na margem direita do rio Xingu, no TVR (**Figura 13.1.1 - 1**)). Assim as análises deste relatório foram realizadas desconsiderando o módulo RAPELD 4, devido à impossibilidade de continuidade dos monitoramentos dos diversos componentes ambientais no mesmo. A comunicação de tal situação foi formalizada ao Ibama por meio da CE 0642/2018 - SSAI (**Anexo 13.1.1 - 1**).

Quadro 13.1.1-1 – Parcelas de Floresta Aluvial por módulo implantado

<i>Id_provi</i>	MODULO 2	<i>Id_provi</i>	MODULO 4	<i>Id_provi</i>	MODULO 5
16	M2	39	M4	52	M5
17	M2T1	40	M4T1	53	M5T1
18	M2T1P1	41	*M4T1P1	54	M5T1P1
		42	*M4T1P2		
		43	M4T1P3		
22	M2T2	46	M4T2		
23	M2T2P1	47	M4T2P1		
		48	M4T2P2		

- Legenda:**
- ¹ Estrutura apresentada no formato do Banco de Dados Brutos (BDB), incluindo o id_provi (id provisório) requerido no Parecer 143/11.
- * Parcelas com área de 25% à 100% antropizada/alagada (pastagem e/ou agricultura)
-  Módulos RAPELD
 -  id-provi
 -  Transectos
 -  Parcelas em Terra Firme
 -  Parcelas Aluviais
 -  Parcelas não implantadas

Fonte: Norte Energia (2014) – Adaptado por STCP (2016).

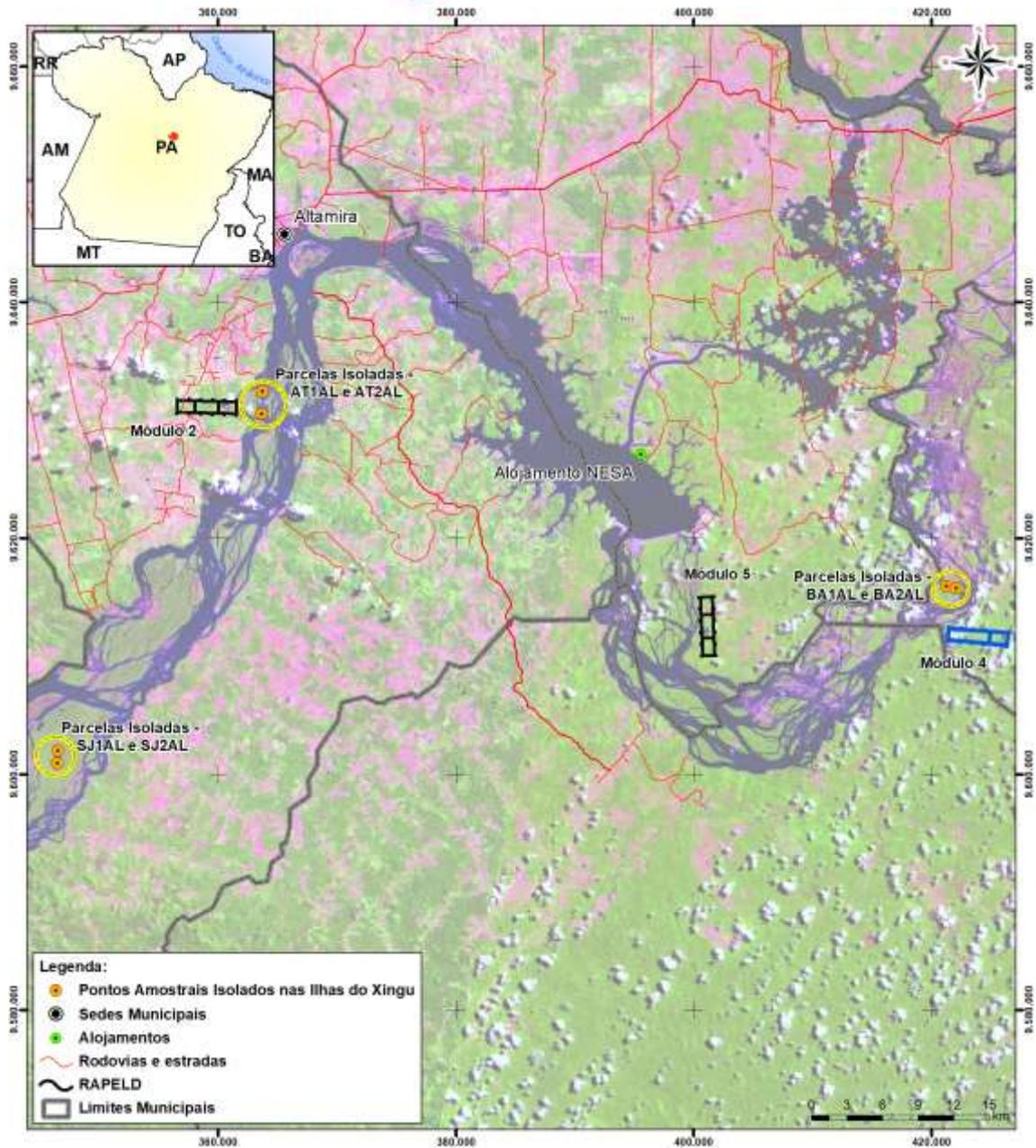


Figura 13.1.1-1 – Localização das parcelas aluviais em módulos e ilhas

SJ1AL e SJ2AL – parcelas na ilha de Santa Juliana; AT1AL e AT2AL – parcelas na ilha em Altamira e BA1AL e BA2AL – parcelas na ilha da foz do rio Bacajá.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Constam neste relatório os resultados das análises apresentadas, separadamente, para cada compartimento. No RX e no TVR, as análises foram realizadas considerando, separadamente, os respectivos módulos e ilhas. Para as parcelas em módulos, foram consideradas quatro campanhas de monitoramento, sendo 2 no pré-enchimento (2012 e 2014) e 2 no pós-enchimento (2016 e 2018). Para as parcelas em ilhas, foram consideradas três campanhas, sendo 2 no pré-enchimento (2013 e 2015) e 1 campanha que pós-enchimento (2017). Dessa forma, a análise da dinâmica florestal nas parcelas localizadas em ilhas não abrange um período completo no pós-enchimento, visto que o intervalo entre 2015 e 2017 contempla tanto o pré como o pós enchimento.

São apresentados os dados e resultados consolidados distribuídos em (i) Relação entre a distância espacial e a composição de espécies; (ii) Dissimilaridade e agrupamento (entre as parcelas de cada compartimento); (iii) Alterações florísticas; (iv) Riqueza Florística e índices de diversidade; (v) Alterações na estrutura horizontal; (vi) Dinâmica florestal; (vii) Monitoramento fenológico; (viii) Espécies ameaçadas e (ix) Espécies invasoras.

Para a consolidação dos dados de campo e continuidade da coleta de informações na fase de operação, foram inseridos nas análises, os dados da 20^a à 22^a Campanhas do monitoramento fenológico nas ilhas e da 20^a à 22^a Campanhas de medição do nível do lençol freático nos módulos. Os dados consolidados consideraram todas as medições realizadas até dezembro de 2018.

Os dados produzidos estão apresentados neste documento e no Banco de Dados Brutos [15RC 13_1_1 PMFA (100119)-1 e 15RC 13_1_1 PMFA (121218)-2]. O BDB deste Projeto vem sendo atualizado 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. Assim, versão do BDB apresentada neste relatório está completa e ajustada, até o momento.

13.1.1.2.1. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES

Desde 2011 foram identificadas 489 espécies de plantas (arbóreas e não arbóreas), contemplando 256 gêneros e 69 famílias [Banco de Dados Brutos 15RC 13_1_1 PMFA (100119)-1].

A estrutura da floresta foi analisada em 4 (quatro) momentos (2012, 2014, 2016, 2018) para as parcelas em módulos e em 3 (três) momentos (2013, 2015 e 2017) para as parcelas em ilhas. As análises apresentadas neste RC podem ser diferentes dos anteriores em função da não inserção do módulo 4 nas mesmas. Com a não consideração deste módulo, cinco parcelas não foram contempladas neste RC.

Nos módulos, no período entre 2012 a 2014, a taxa de mortalidade foi inferior à taxa de recrutamento (7º relatório consolidado). Da mesma forma como já apresentado no 11º RC, na segunda avaliação (2014-2016) foi observada uma taxa de mortalidade maior que a taxa de ingresso. Tal fato não é conclusivo quanto à influência da UHE Belo Monte nessas áreas, isso porque pode haver a influência de fatores climáticos relacionados a alagamentos em função do período de alta vazão do rio Xingu.

Para as ilhas, na remedição das parcelas em 2015 foi observado um aumento de mais de 50% no número de indivíduos mortos e esses foram concentrados em duas espécies: *Cynometra bauhiniaefolia* e *Mollia lepidota*. O número de indivíduos mortos na 3ª campanha pode estar ligado à estiagem prolongada e severa.

Entre as espécies selecionadas para análise fenológica (*Cynometra marginata*, *Discocarpus essequeboensis*, *Hevea brasiliensis*, *Mollia lepidota* e *Zygia cauliflora*), somente *Hevea brasiliensis* e *Mollia lepidota* apresentaram tendência à padronização fenológica para as fenofases (floração, frutificação e mudança foliar) no período do pré-enchimento. As demais espécies não apresentaram padrão fenológico para nenhuma fenofase (**Anexo 13.1.1 - 2**). Comportamento similar foi observado no pós-enchimento.

A partir de março de 2016, foram coletadas informações de flora já vinculadas à fase de operação (pós-enchimento) da UHE Belo Monte. Estes dados foram comparados com as análises realizadas entre os anos de 2011, 2013 e 2015 para as ilhas e 2012 e 2014 para os módulos, com o intuito de captar as alterações no ambiente oriundas da obra (13º RC).

Para o ano de 2018 além das campanhas trimestrais de fenologia e nível d'água, foram realizadas análises dos resultados obtidos nas medições até 2018 (parcelas aluviais em módulos) e 2017 (parcelas aluviais em ilhas).

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

Foi aplicado o teste de Mantel (Mantel, 1967)² 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 13.1.1 - 2**, cuja hipótese nula corresponde à ausência de padrão espacial, avalia a correlação entre duas matrizes de dissimilaridade, neste caso uma matriz de distância espacial (euclidiana) e outra de distância florística (Bray-Curtis).

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

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)³.

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)⁴ do software R (R Core Team, 2018)⁵.

Quadro 13.1.1 - 2 – Estatísticas do teste de Mantel para verificar a relação entre a distância espacial e a distribuição de espécies na floresta aluvial da UHE Belo Monte.

COMPARTIMENTO	MÓDULO – ILHA	r	p - valor
Montante do Reservatório do Xingu	Santa Juliana	-	-
Reservatório do Xingu	M2 - Altamira	-0,276	0,666 ^{ns}
Trecho de Vazão Reduzida	M5 - Bacajá	1,000	0,166 ^{ns}
Geral	-	-0,198	0,911 ^{ns}

M = módulo; 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 entre a localização espacial e a composição florística ($p > 0,05$), tanto para os diferentes compartimentos como para todo o conjunto de parcelas instaladas em formações aluviais. Isso significa que não existe significativa dependência espacial entre as espécies e os locais amostrados, ou seja, as espécies ocorrem ao acaso ao longo dos respectivos compartimentos, não configurando um padrão espacial na distribuição das mesmas. Nesse sentido, pode-se dizer que parcelas mais próximas não são necessariamente mais similares.

Não foi possível realizar o teste de Mantel considerando, isoladamente, os dados referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu, visto que nesse

³ 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.

⁴ 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.

⁵ 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/>.

compartimento existem apenas duas parcelas localizadas na ilha Santa Juliana e, com isso, uma distância e um índice de dissimilaridade, o que impossibilita a realização do teste.

13.1.1.2.3. DISSIMILARIDADE E AGRUPAMENTO (ENTRE AS PARCELAS DE CADA COMPARTIMENTO)

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)⁶ 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)⁷, considerando a matriz de dissimilaridade, de modo a ordenar as parcelas em um plano bidimensional. As análises foram realizadas com os dados da última campanha de monitoramento (2017 – ilhas e 2018 módulos).

O dendrograma de dissimilaridade, gráfico de ordenação e matriz de dissimilaridade são apresentados na **Figura 13.1.1 - 2**, **Figura 13.1.1 - 3** e **Quadro 13.1.1 - 3**, respectivamente.

De maneira geral, as parcelas apresentaram alta dissimilaridade florística, indicando a ocorrência de várias espécies com poucos indivíduos representantes. Poucos pares de parcelas apresentaram baixa dissimilaridade (não inferior a 0,40).

Observa-se que as parcelas localizadas em ilhas apresentam maior similaridade em relação às parcelas localizadas em módulos. Além disso, as duas parcelas localizadas no módulo 2, apresentaram dissimilaridade igual a 1 (dissimilaridade máxima), ou seja, ausência de espécies em comum, o que corrobora o resultado do teste de Mantel, não caracterizando maior similaridade em função da proximidade das parcelas.

⁶ Bray, J. R.; Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.

⁷ Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53: 325–328.

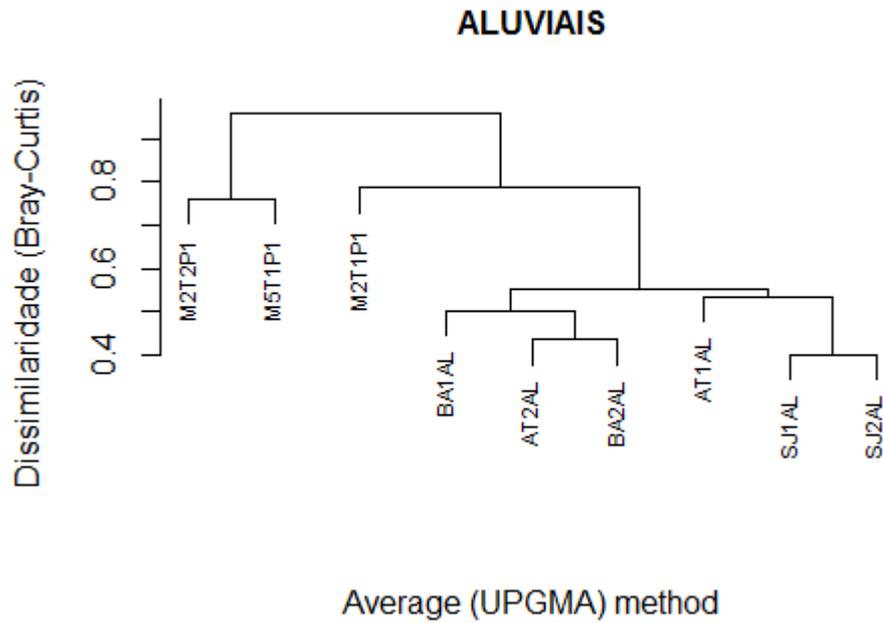


Figura 13.1.1 - 2 – Dendrograma obtido com base na dissimilaridade florística (Bray-Curtis) entre as parcelas aluviais da UHE Belo Monte.

Fonte: STCP, 2018.

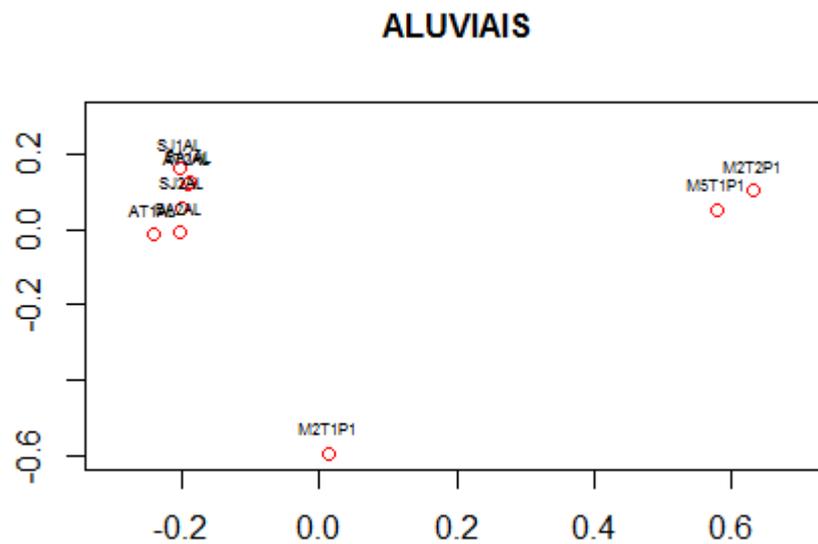


Figura 13.1.1 - 3 – Escalonamento Multidimensional Clássico (MDS) das parcelas aluviais da UHE Belo Monte.

Fonte: STCP, 2018.

Quadro 13.1.1 - 3 – Matriz de dissimilaridade florística (Bray-Curtis) entre as parcelas aluviais da UHE Belo Monte.

	AT1AL	AT2AL	BA1AL	BA2AL	M2T1P1	M2T2P1	M5T1P1	SJ1AL
AT2AL	0,54							
BA1AL	0,54	0,48						
BA2AL	0,55	0,43	0,52					
M2T1P1	0,75	0,82	0,82	0,72				
M2T2P1	1,00	0,96	0,99	0,96	1,00			
M5T1P1	0,97	0,93	0,90	0,95	0,95	0,76		
SJ1AL	0,53	0,53	0,54	0,53	0,83	0,96	0,93	
SJ2AL	0,54	0,63	0,57	0,54	0,78	0,96	0,96	0,40

AT = ilha Altamira; BA = ilha Bacajá; SJ = ilha Santa Juliana; M = módulo; T = transecto; P = parcela.
 Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2.4. ALTERAÇÕES FLORÍSTICAS

As análises das alterações na composição florística foram feitas pela avaliação da presença ou ausência das árvores em cada período de medição. Considerando as quatro campanhas de monitoramento (2012, 2014, 2016 e 2018) das parcelas aluviais em módulos RAPELD foram encontradas 145 espécies arbóreas pertencentes a 39 famílias botânicas. Nas parcelas aluviais localizadas em ilhas, ao longo das três campanhas (2013, 2015 e 2017) foram encontradas 117 espécies arbóreas pertencentes a 37 famílias botânicas.

Nas **Figuras 13.1.1 - 4 a 13.1.1 - 9** são apresentadas as evoluções do número de famílias botânicas, espécies e indivíduos arbóreos em cada período de monitoramento. Tais informações são apresentadas para cada compartimento considerando, separadamente, parcelas localizadas em módulos e ilhas.

Observa-se que no MRX, o número de famílias botânicas manteve-se constante em todos os períodos, sendo encontradas 27 famílias botânicas. Mesmo assim, em 2018 houve o ingresso e egresso, respectivamente das famílias Violaceae (*Amphirrhox longifolia*) e Meliaceae (*Trichilia quadrijuga*).

Nas parcelas aluviais em módulos do RX ocorreu o ingresso das famílias Bixaceae (*Bixa orellana*) e Chrysobalanaceae (*Licania sclerophylla*) e o egresso da família Melastomataceae (*Bellucia dichotoma*). Com isso o número de famílias passou de 24 para 25. Nas parcelas em ilhas, as mesmas 28 famílias foram encontradas nas medições de 2013 e 2017.

Na parcela em módulo do TVR o número de famílias botânicas reduziu de 31 para 30 com o egresso da família Boraginaceae (*Cordia exaltata*). Nas parcelas em ilhas ocorreu o egresso das famílias Melastomataceae (*Mouriri brachyanthera*) e Salicaceae (*Homalium racemosum*), reduzindo o número de famílias de 27 para 25.

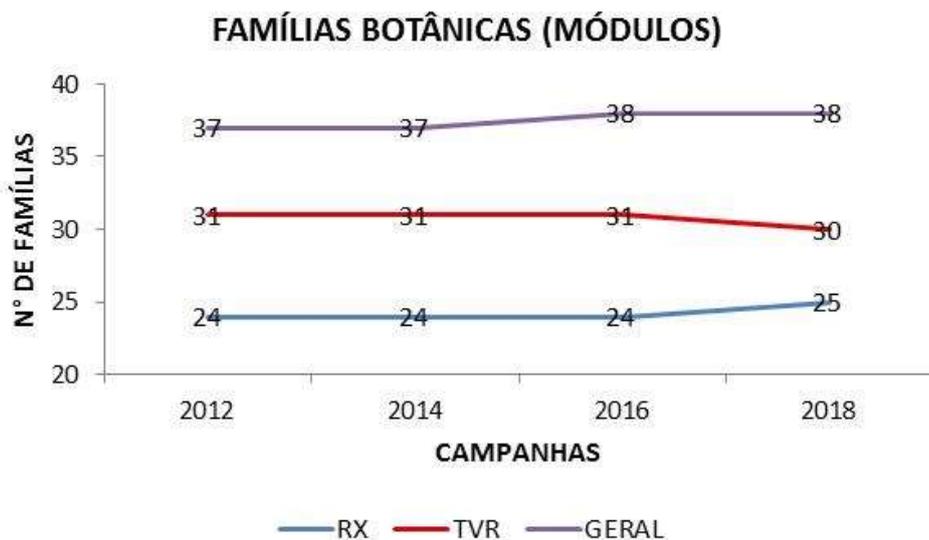


Figura 13.1.1 - 4 – Evolução do número de famílias botânicas nas parcelas aluviais em módulos em cada período de monitoramento.

Fonte: STCP, 2018.

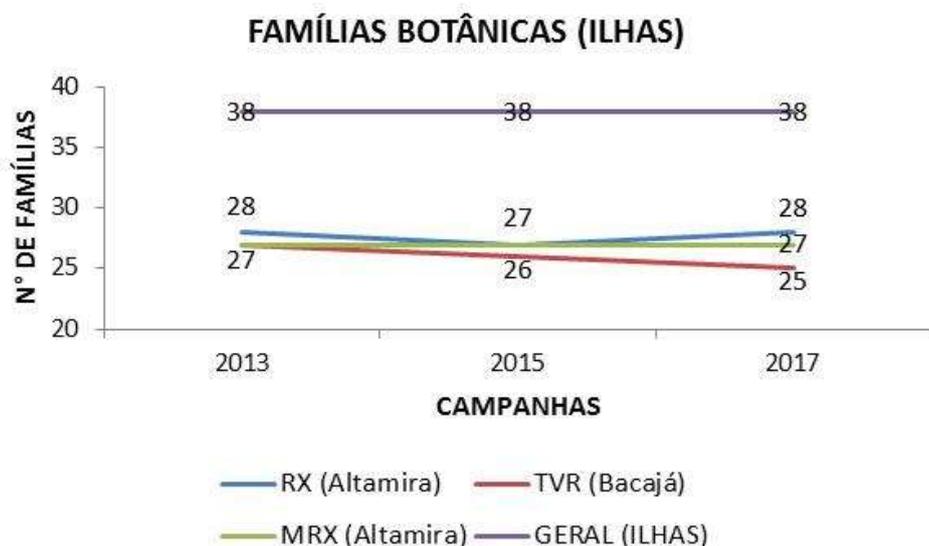


Figura 13.1.1 - 5 – Evolução do número de famílias botânicas nas parcelas aluviais em ilhas em cada período de monitoramento.

Fonte: STCP, 2018.

ESPÉCIES ARBÓREAS (MÓDULOS)

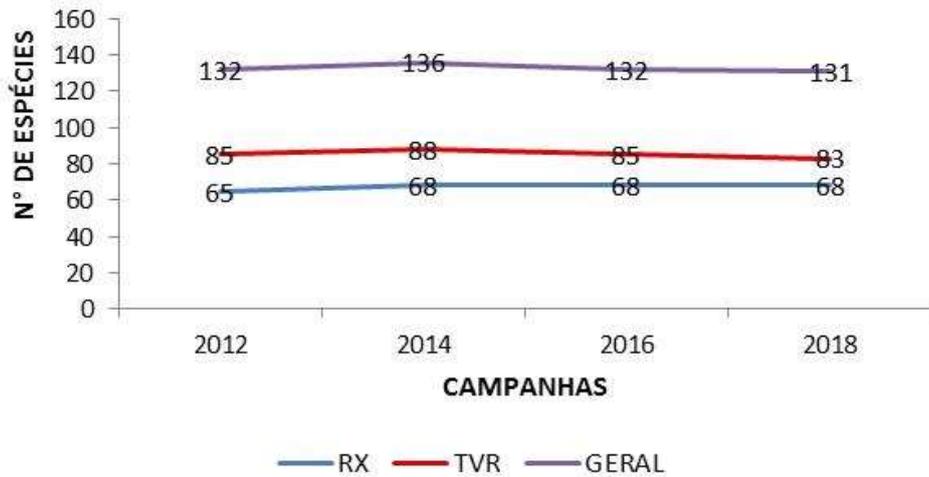


Figura 13.1.1 - 6 – Evolução do número de espécies arbóreas nas parcelas aluviais em módulos em cada período de monitoramento.

Fonte: STCP, 2018.

ESPÉCIES ARBÓREAS (ILHAS)

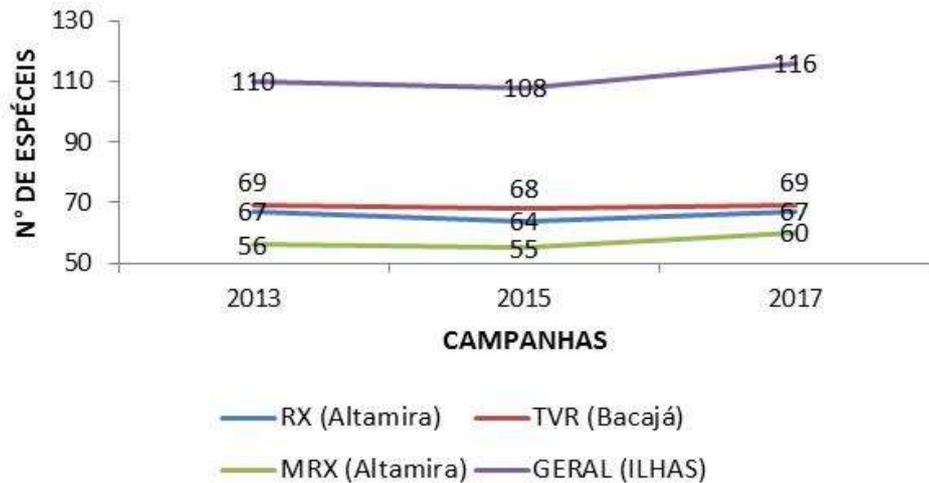


Figura 13.1.1 - 7 – Evolução do número de famílias botânicas nas parcelas aluviais em ilhas em cada período de monitoramento.

Fonte: STCP, 2018.

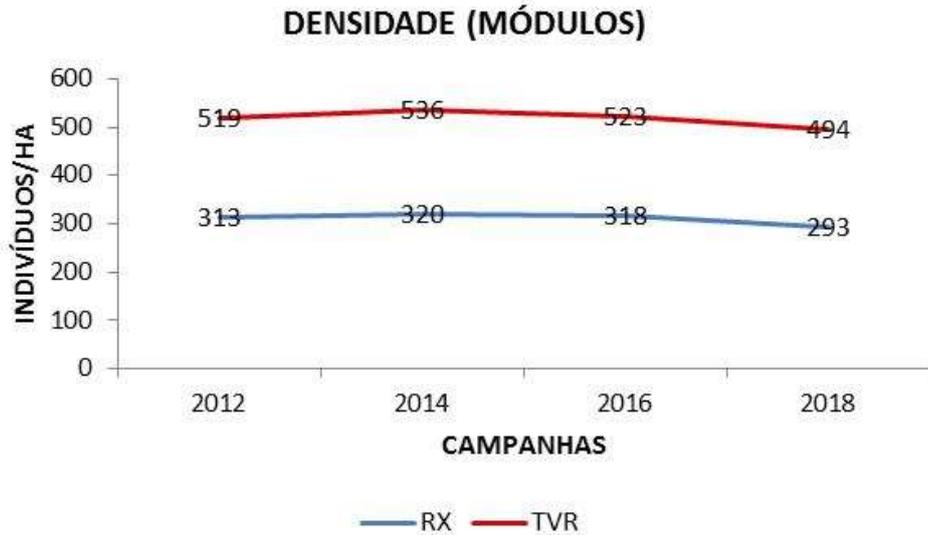


Figura 13.1.1 - 8 – Evolução do número de indivíduos arbóreos nas parcelas aluviais em módulos em cada período de monitoramento.

Fonte: STCP, 2018

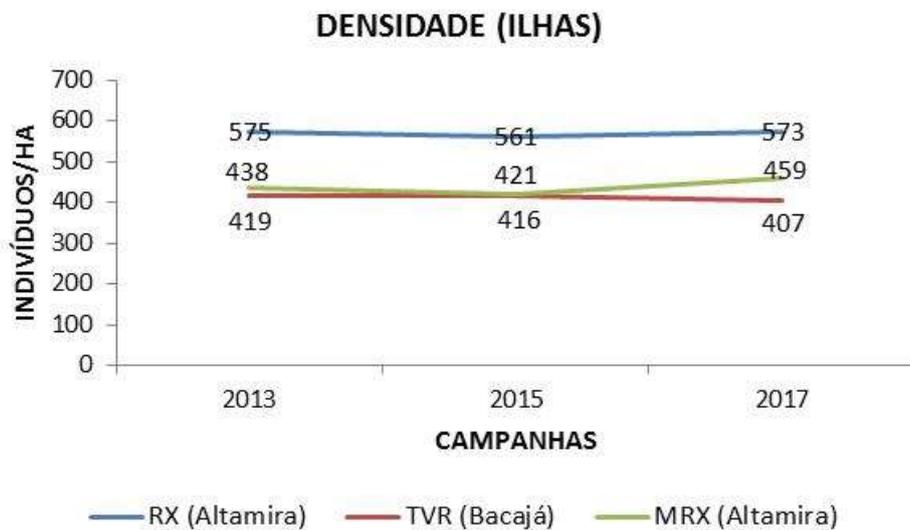


Figura 13.1.1 - 9 – Evolução do número de indivíduos arbóreos nas parcelas aluviais em ilhas em cada período de monitoramento.

Fonte: STCP, 2018.

Com relação ao número de espécies arbóreas, observam-se pequenas alterações nas parcelas aluviais em módulos, como o aumento de três espécies no RX e redução de duas espécies no TVR. Nas parcelas em ilhas ocorreu o aumento de 4 espécies no MRX, enquanto no RX e no TVR observou-se o mesmo número de espécies em 2013 e 2017. A relação das espécies que ingressaram e egressaram em cada compartimento é apresentada no **Quadro 13.1.1 - 4**.

Quadro 13.1.1 - 4 – Espécies ingressantes e egressantes em cada compartimento da floresta aluvial da UHE Belo Monte.

COMPARTIMENTO	LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS	ANO	INGRESSO	EGRESSO
MRX	ILHA	2017	<i>Amphirrhox longifolia</i> <i>Aspidosperma excelsum</i> <i>Endlicheria bracteolata</i> <i>Matayba elegans</i> <i>Sickingia tinctoria</i>	<i>Trichilia quadrijuva</i>
RX	MÓDULO	2014	<i>Anadenanthera peregrina</i> <i>Bixa orellana</i> <i>Guarea</i> sp. 1 <i>Licania sclerophylla</i> <i>Tachigali myrmecophila</i>	<i>Bellucia dichotoma</i>
		2016	<i>Guarea carinata</i> <i>Inga thibaudiana</i>	<i>Inga brachystachys</i> <i>Inga grandiflora</i> <i>Zanthoxylum</i> sp. 2 <i>Inga alba</i> <i>Ocotea</i> sp. 3
		2018	<i>Peltogyne paniculata</i> <i>Zanthoxylum riedelianum</i>	-
	ILHA	2015	-	<i>Ceiba pentandra</i> <i>Duroia macrophylla</i>
		2017	<i>Dulacia candida</i> <i>Protium unifoliolatum</i>	-
	TVR	MÓDULO	2014	<i>Cardiopetalum</i> sp. <i>Ceiba pentandra</i> <i>Inga capitata</i>
2016			-	<i>Calypttranthes bipennis</i> <i>Pseudima frutescens</i>
2018			<i>Parinari excelsa</i> <i>Pterocarpus rohrii</i>	<i>Cordia exaltata</i> <i>Dicypellium</i> sp <i>Inga paraensis</i> <i>Luehea grandiflora</i>
ILHA		2015	-	<i>Homalium racemosum</i>
		2017	<i>Eugenia</i> sp. 2 <i>Pouteria elegans</i>	<i>Mouriri brachyanthera</i>

Fonte: STCP, 2018.

Observa-se que nas parcelas em módulos, o número de árvores aumentou de 2012 a 2014 e, a partir daí reduziu para valores inferiores àqueles observados na primeira medição. Nas parcelas em ilhas, o número de árvores reduziu em 2015. Posteriormente ocorreu um aumento no MRX e RX, ao contrário do TVR, onde a densidade também reduziu em 2017. Tal comportamento pode estar associado ao período de estiagem (menor vazão do rio Xingu) que ocorreu entre 2015 e 2016 (**Figura 13.1.1 - 33**), indicando uma maior resiliência das espécies localizadas nas ilhas em comparação àquelas localizadas nas parcelas aluviais em módulos.

13.1.1.2.5. 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. Baseando-se na riqueza de espécies de cada compartimento em cada período de avaliação, foi estimado o número de espécies de cada local pelos estimadores de riqueza Chao, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap.

A diversidade florística foi avaliada para cada local em cada período de avaliação pelo 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)⁸ 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)⁹.

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)¹⁰. 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)¹¹ do software R (R Core Team, 2018)¹². Cabe destacar que as curvas de rarefação geradas a partir das matrizes florísticas das diferentes campanhas de monitoramento apresentaram tendências semelhantes, portanto serão apresentadas somente as curvas de cada compartimento referentes à última campanha de monitoramento.

13.1.1.2.5.1. MONTANTE DO RESERVATÓRIO DO XINGU

Nas **Figuras 13.1.1 - 10, 13.1.1 - 11 e 13.1.1 - 12** são apresentados, respectivamente, as curvas de rarefação, os índices de diversidade e as estimativas de riqueza referentes ao compartimento MRX.

⁸ Ludwig, J. A.; Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: John Wiley, 337p.

⁹ 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.

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

¹¹ 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.

¹² 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/>.

MONTANTE DO RESERVATÓRIO DO XINGU

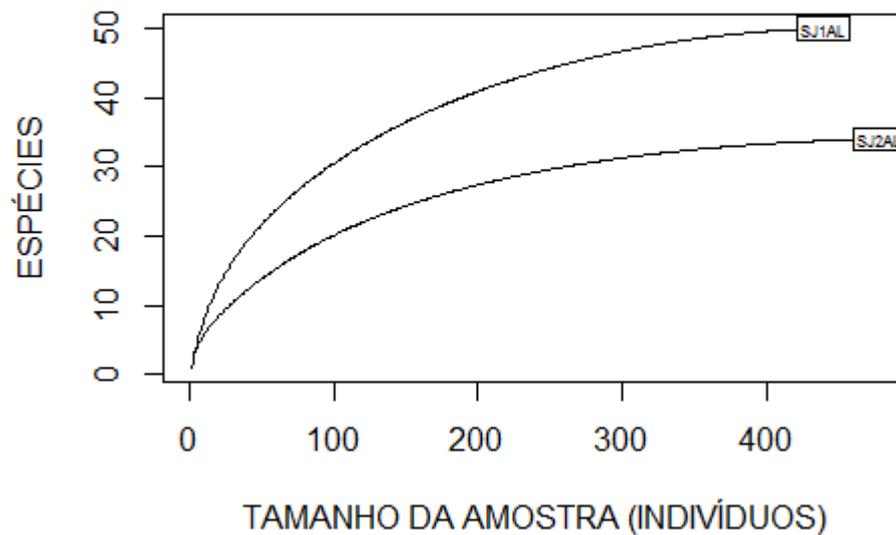


Figura 13.1.1 - 10 – Curvas de rarefação referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

ESTIMADORES DE RIQUEZA - MRX

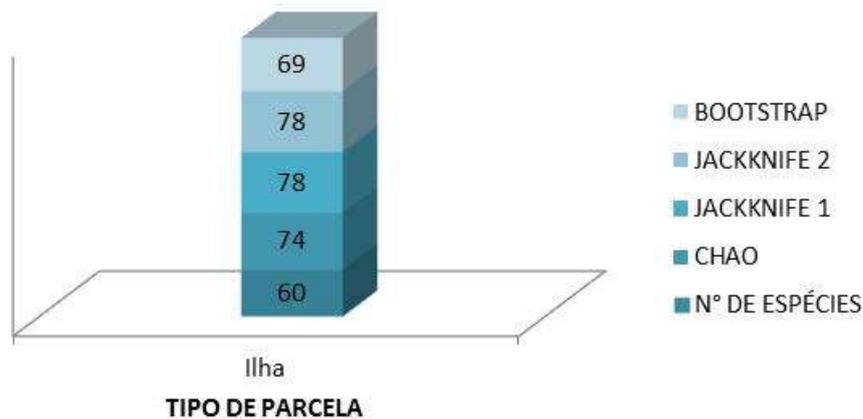


Figura 13.1.1 - 11 – Estimadores de riqueza referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE (MRX - ILHA)

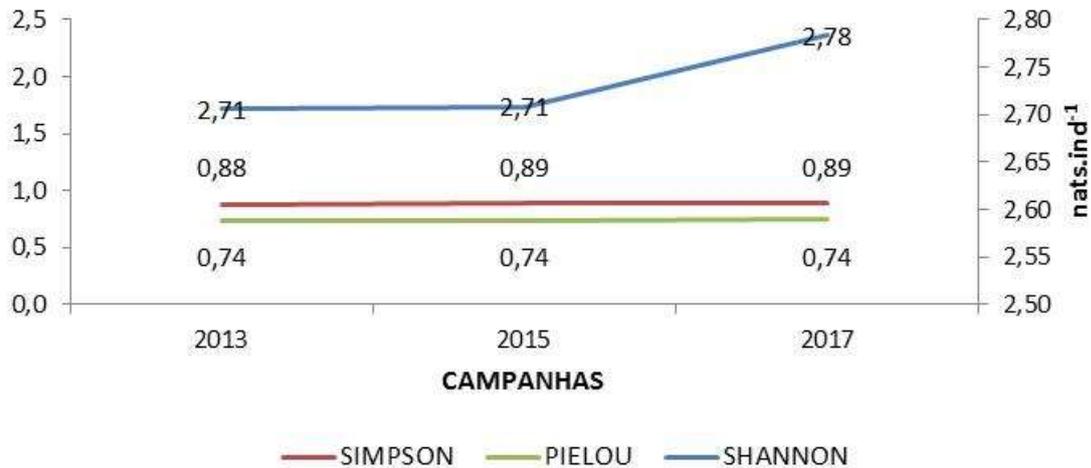


Figura 13.1.1-12 – Evolução dos índices de diversidade referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

Considerando as curvas de rarefação, observa-se uma diferença no número de espécies entre as duas parcelas, mesmo com uma densidade de indivíduos semelhante. Com base na maior riqueza observada (2017), a estimativa do número de espécies variou entre 69 e 78 espécies.

Houve um aumento da diversidade florística, explicado principalmente pelo aumento na densidade de indivíduos e número de espécies. Este fato é corroborado pela pequena variação dos índices de Shannon e Simpson. Além disso, o índice de Equabilidade de Pielou não alterou ao longo do período, indicando uma uniformidade constante na distribuição da densidade das espécies.

13.1.1.2.5.2. RESERVATÓRIO DO XINGU

Nas **Figuras 13.1.1 - 13, 13.1.1 - 14 e 13.1.1 - 15** são apresentados, respectivamente, as curvas de rarefação, os índices de diversidade e as estimativas de riqueza referentes ao RX.

RESERVATÓRIO DO XINGU

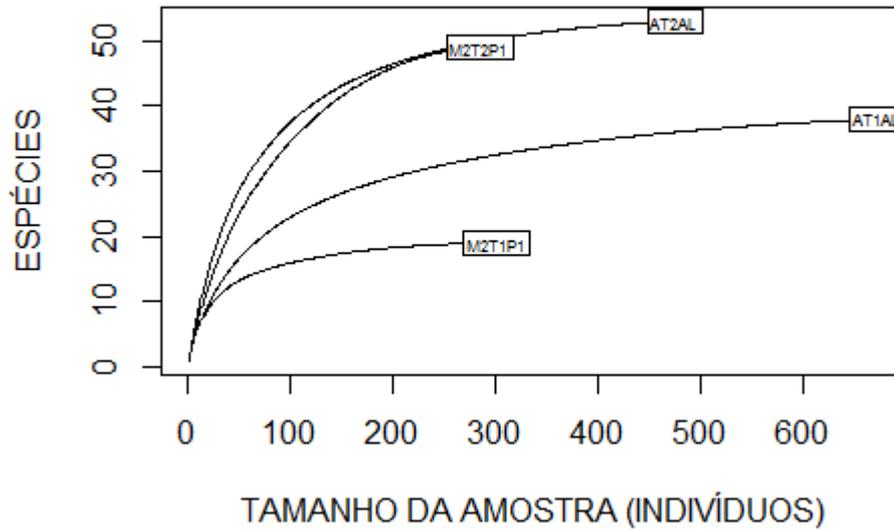


Figura 13.1.1 - 13 – Curvas de rarefação referentes ao compartimento Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

ESTIMADORES DE RIQUEZA - RX

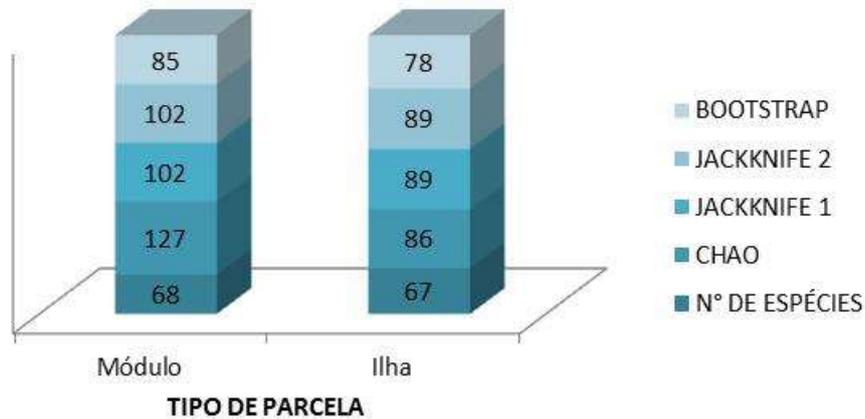


Figura 13.1.1 - 14 – Estimadores de riqueza referentes ao compartimento Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE (RX - MÓDULO)



ÍNDICES DE DIVERSIDADE (RX - ILHA)

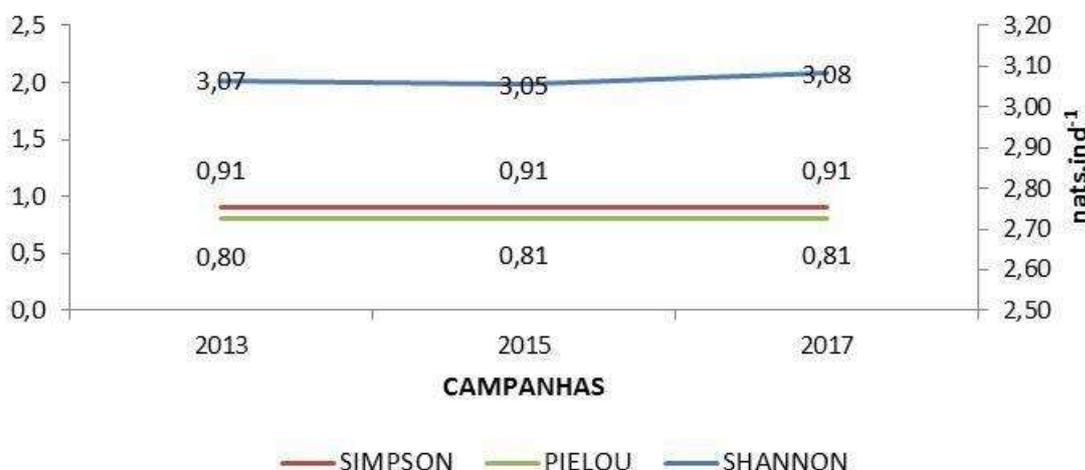


Figura 13.1.1 - 15 – Evolução dos índices de diversidade referentes ao compartimento Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

Assim como no MRX, os índices de diversidade apresentaram alterações pouco expressivas ao longo do período de monitoramento em função das pequenas alterações na composição florística e densidade de indivíduos.

As curvas de rarefação indicam uma menor densidade de indivíduos nas parcelas aluviais localizadas em módulos RAPELD e, também, uma variação do número de espécies entre as unidades amostrais. Considerando a riqueza observada na última campanha, a estimativa do número de espécies variou entre 78 e 89 (ilha) e 85 e 127 (módulo).

13.1.1.2.5.3. TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

Nas **Figuras 13.1.1 - 16, 13.1.1 - 17 e 13.1.1 - 18** são apresentados, respectivamente, as curvas de rarefação, os índices de diversidade e as estimativas de riqueza referentes ao TVR.

TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

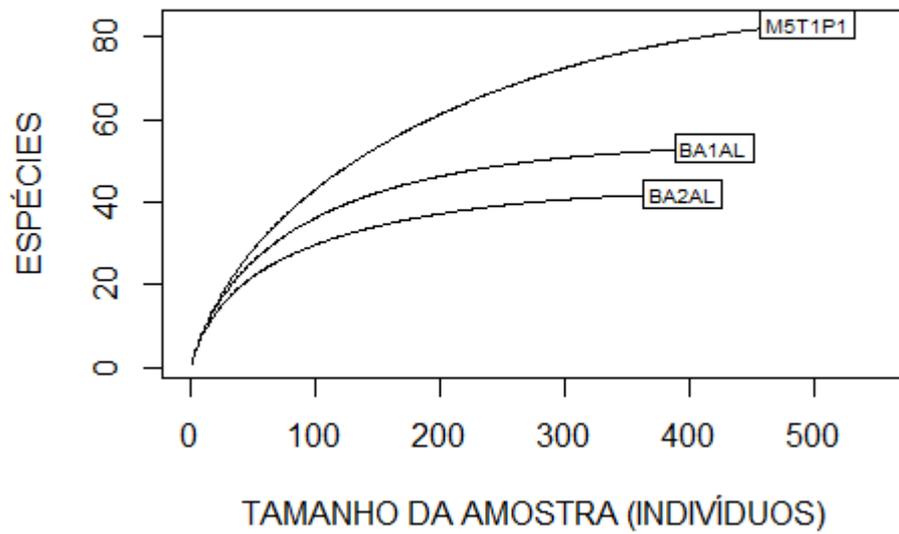


Figura 13.1.1 - 16 – Curvas de rarefação referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

ESTIMADORES DE RIQUEZA - TVR

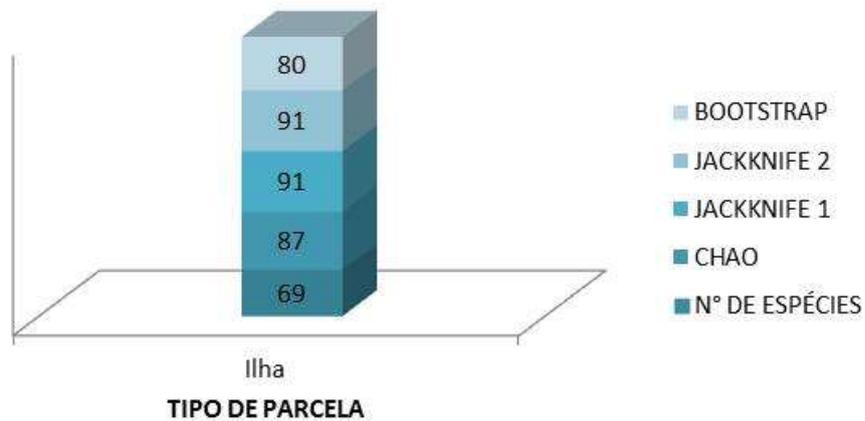
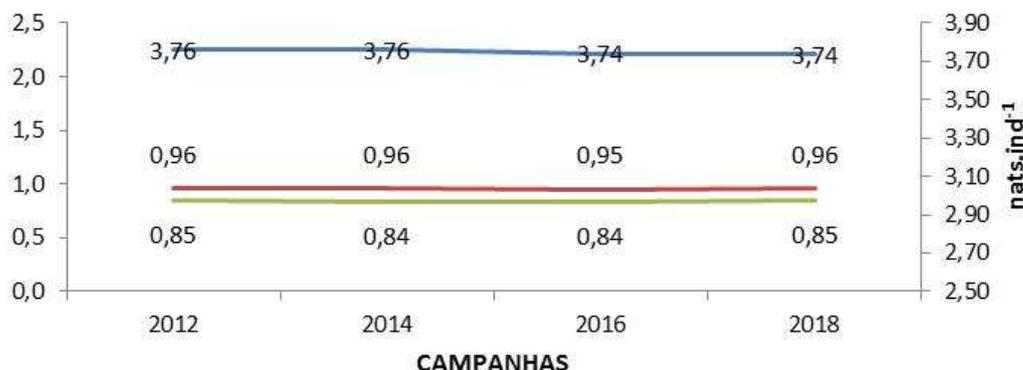


Figura 13.1.1-17 – Estimadores de riqueza referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE (TVR - MÓDULO)



ÍNDICES DE DIVERSIDADE (TVR - ILHA)

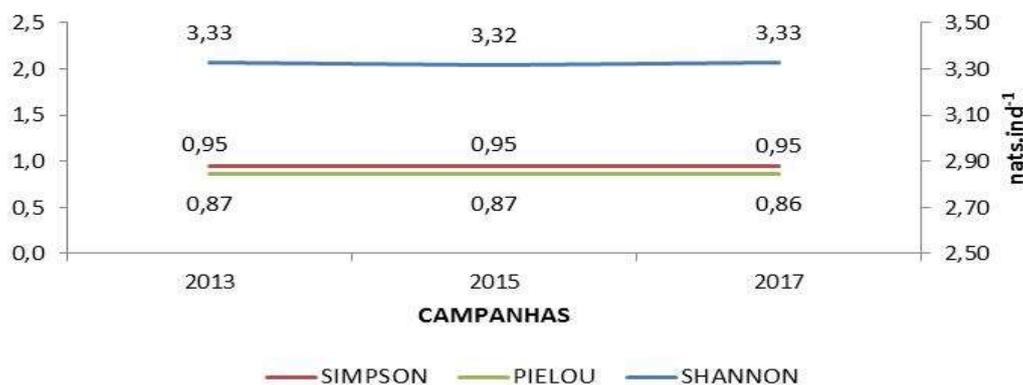


Figura 13.1.1 - 18 – Evolução dos índices de diversidade referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

As curvas de rarefação indicam que a parcela aluvial localizada no módulo RAPELD apresenta maior densidade de indivíduos e maior riqueza florística quando comparada às parcelas em ilhas desse compartimento que, por sua vez, apresentam densidade e riqueza similares. Com base na matriz florística referente à última medição das parcelas em ilhas, a estimativa do número de espécies variou entre 80 e 91. Não foi possível estimar o número de espécies localizadas nas parcelas aluviais em módulos no TVR, visto que existe apenas uma parcela localizada no módulo 5, e para a aplicação dos estimadores de riqueza são necessárias, no mínimo, duas parcelas.

13.1.1.2.6. 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 importância, tendo-se como foco, sobretudo, as mudanças ocorridas entre as medições. Nos resultados apresentados neste relatório (**Figura 13.1.1 - 19 e Figura 13.1.1 - 20**), 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 13.1.1 - 3** no qual as espécies são apresentadas em ordem decrescente com base no VI referente à 4ª campanha de monitoramento.

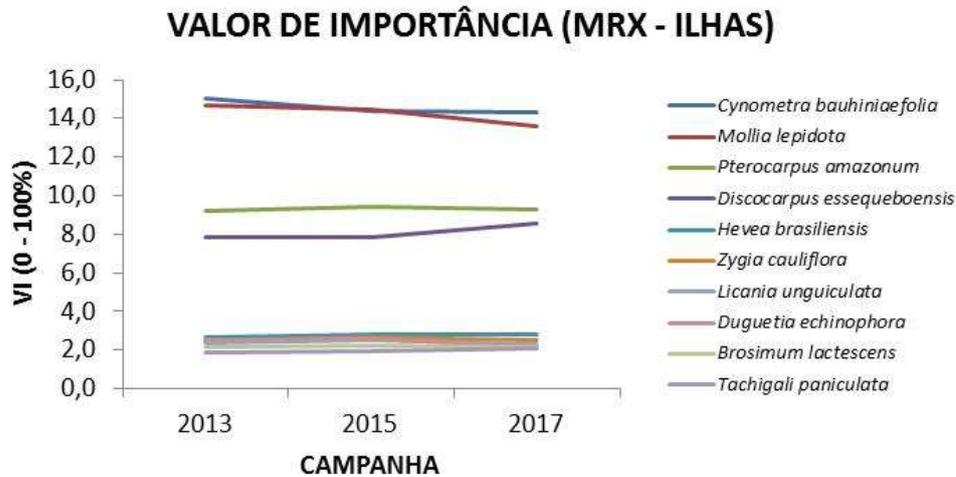


Figura 13.1.1 - 19 – Dez espécies de maior valor de importância (VI) no compartimento MRX – parcelas em ilhas

Fonte: STCP, 2018.

Apesar de algumas alterações em relação à posição de importância entre as dez espécies de maior VI em cada compartimento, observa-se que ocorreram poucas alterações de espécies dentre as principais em todo o período de monitoramento. Uma alteração ocorreu no MRX, onde *Crudia tomentosa* (Rim-de-paca 2) que, em 2013 apresentava o 10º maior valor de importância, passou em 2017 para o 12º maior VI. Nas parcelas em módulo do RX, *Inga edulis* (Ingá-cipó) passou da 6ª para a 16ª posição de importância. Nas parcelas em módulo do TVR, *Oxandra euneura* (Ata-brava) passou da 10ª para a 26ª posição de importância.

A análise do VI e do ordenamento das espécies pode ser um indicador de alteração na estrutura de uma comunidade vegetal. Quando a migração entre classes ou posições (em relação ao VI) ocorre em espécies com baixa importância na comunidade, esse fato é pouco expressivo na análise da estrutura da floresta. Entretanto, quando a mudança de posição ou classe ocorre em espécies com elevada representatividade, pode indicar alterações significativas na estrutura da comunidade.

No **Quadro 13.1.1 - 5** é apresentado um resumo contendo as 34 espécies que figuraram entre os maiores valores de importância nos diferentes compartimentos. Tal relação é apresentada em ordem decrescente com base no número de locais em que a espécie apresentou maior importância. Destaca-se a importância da espécie *Cynometra bauhiniaefolia* (Jutairana), que apresentou o maior VI em todas as ilhas em todos os períodos. *Discocarpus essequeboensis* (Casca-rosa), *Hevea brasiliensis* (Seringueira) e *Zygia cauliflora* (Jurandeuca) estão entre as espécies mais importantes floristicamente em todas as parcelas aluviais em ilhas.

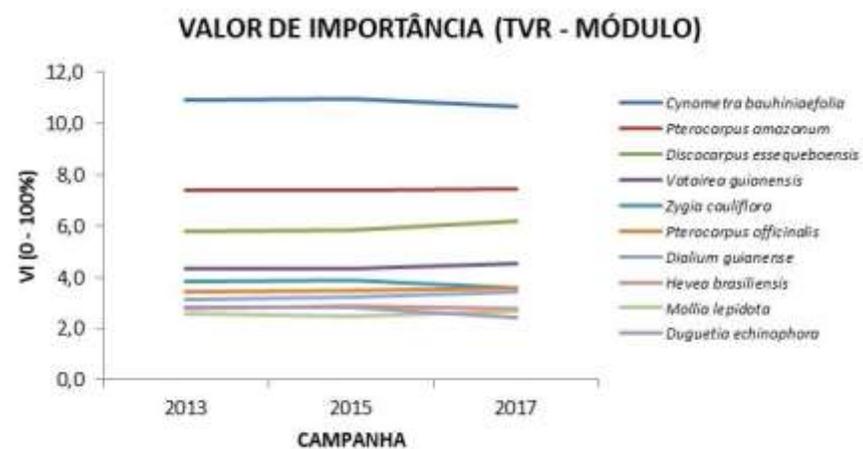
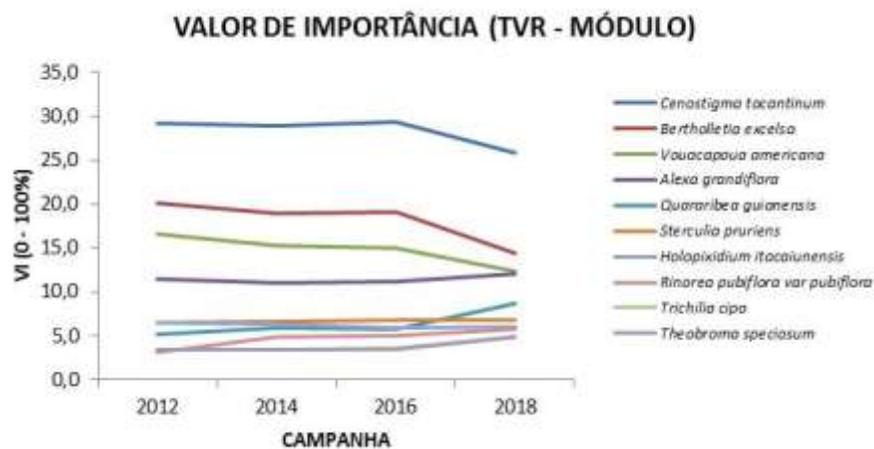
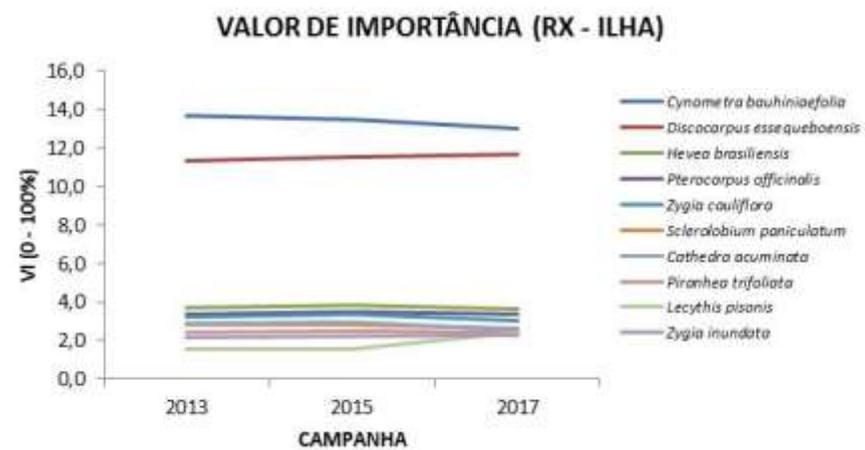
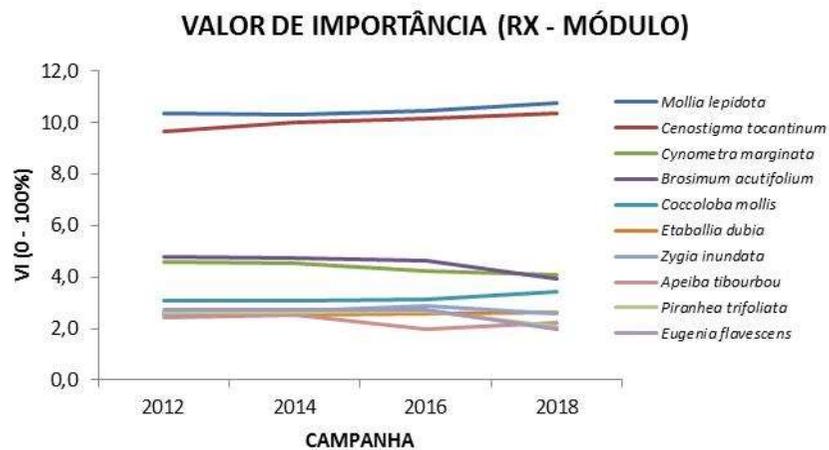


Figura 13.1.1 - 20 – Dez espécies de maior valor de importância (VI) nos compartimentos Reservatório do Xingu (RX) e Trecho de Vazão Reduzida (TVR).

Fonte: STCP, 2018.

Quadro 13.1.1 - 5 – Espécies com maiores valores de importância (VI) e respectivos locais de representatividade.

ESPÉCIE	MRX (ILHA)	RX		TVR		QTD. DE LOCAIS
		MÓDULO	ILHA	MÓDULO	ILHA	
<i>Cynometra bauhiniaefolia</i>	X		X		X	3
<i>Discocarpus essequeboensis</i>	X		X		X	3
<i>Hevea brasiliensis</i>	X		X		X	3
<i>Mollia lepidota</i>	X	X			X	3
<i>Zygia cauliflora</i>	X		X		X	3
<i>Cenostigma tocantinum</i>		X		X		2
<i>Duguetia echinophora</i>	X				X	2
<i>Piranhea trifoliata</i>		X	X			2
<i>Pterocarpus amazonum</i>	X				X	2
<i>Pterocarpus officinalis</i>			X		X	2
<i>Zygia inundata</i>		X	X			2
<i>Alexa grandiflora</i>				X		1
<i>Apeiba tibourbou</i>		X				1
<i>Bertholletia excelsa</i>				X		1
<i>Brosimum acutifolium</i>		X				1
<i>Brosimum lactescens</i>	X					1
<i>Cathedra acuminata</i>			X			1
<i>Coccoloba mollis</i>		X				1
<i>Cynometra marginata</i>		X				1
<i>Dialium guianense</i>					X	1
<i>Etaballia dubia</i>		X				1
<i>Eugenia flavescens</i>		X				1
<i>Holopixidium itacaiunensis</i>				X		1
<i>Lecythis pisonis</i>			X			1
<i>Licania unguiculata</i>	X					1
<i>Quararibea guianensis</i>				X		1
<i>Rinorea pubiflora</i> var. <i>pubiflora</i>				X		1
<i>Sclerolobium paniculatum</i>			X			1
<i>Sterculia pruriens</i>				X		1
<i>Tachigali paniculata</i>	X					1
<i>Theobroma speciosum</i>				X		1
<i>Trichilia cipo</i>				X		1
<i>Vatairea guianensis</i>					X	1
<i>Vouacapoua americana</i>				X		1

Fonte: STCP, 2018.

Pterocarpus amazonum, *Mollia lepidota* (Urucuzinho) e *Duguetia echinophora* (Envira-surucucu-casca-amarela) estão entre as 10 espécies mais importantes nas ilhas do MRX e TVR.

Cenostigma tocantinum (Pau-prezinho) esteve entre as mais importantes nas parcelas em módulos (RX e TVR). *Pterocarpus officinalis* (Mututi) foi uma das mais importantes nas parcelas em ilhas (RX e TVR). *Piranhea trifoliata* (Piranheira) e *Zygia inundata* (Ingarana 2) destacaram-se na ilha e módulo do RX. As demais espécies figuraram entre as mais importantes em apenas um dos locais avaliados.

Dentre as espécies citadas, destaca-se o fato de *Bertholletia excelsa* e *Vouacapoua americana* estarem nas listas de espécies ameaçadas de extinção (Decreto 802/08 SEMA-PA; Resolução 54/07 SEMA-PA, Portaria 443/14 MMA; IUCN). Outra espécie com alto valor de importância que figura nas listas das espécies ameaçadas é *Virola surinamensis* (Ucuúba-da-várzea), que apresentou o 13º maior VI nas parcelas em ilha do RX.

13.1.1.2.7. DINÂMICA FLORESTAL

A dinâmica florestal foi avaliada com base nas taxas de mortalidade (M%) e recrutamento (R%), obtidas pelo levantamento das árvores 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)¹³; 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)¹⁴, a taxa de rotatividade foi calculada a partir da média entre as taxas de recrutamento e mortalidade. Neste 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)¹⁵.

¹³ 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.

¹⁴ 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 fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). *Plant Ecology*, 131: 45-66.

¹⁵ Zar, J. H. 2010. *Biostatistical analysis*. 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall. 944 p.

13.1.1.2.7.1. MONTANTE DO RESERVATÓRIO DO XINGU

No Quadro 13.1.1 - 6 são apresentadas as taxas de mortalidade e recrutamento referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu, obtidas para cada período de monitoramento. São apresentados, ainda, os tempos de meia-vida, duplicação, estabilidade e rotatividade.

Quadro 13.1.1 - 6 – 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
2013-2015	438,0	19,0	2,0	2,2	0,2	1,2	-	32	304	272	168	-26,4	0,000*
2015-2017	421,0	13,0	50,5	1,6	5,8	3,7	+	45	12	33	28	32,2	0,000*

CAP = campanha; 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. Entre a 2^a e 3^a campanhas, a taxa de mortalidade foi superior, superando em 9,5 vezes à taxa de recrutamento, acarretando na redução da densidade nesse período. O contrário ocorreu no período seguinte, onde a taxa de recrutamento foi 3,7 vezes superior à taxa de recrutamento. Avaliando as taxas nos diferentes períodos, constatou-se diferença significativa tanto para a taxa de recrutamento quanto para a taxa de mortalidade (Quadro 13.1.1 - 7).

Quadro 12.2.3 - 7 – Teste de Poisson para cada período de monitoramento referentes ao compartimento Montante do Reservatório do Xingu.

COMPARTIMENTO	TAXA	2013-2015	2015-2017	z	p
MRX	M (%)	2,19	1,56	6,73	0,000*
	R (%)	0,23	5,83	-47,57	0,000*

MRX = a 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 13.1.1 - 21 e 13.1.1 - 22, respectivamente.

MRX - ILHA

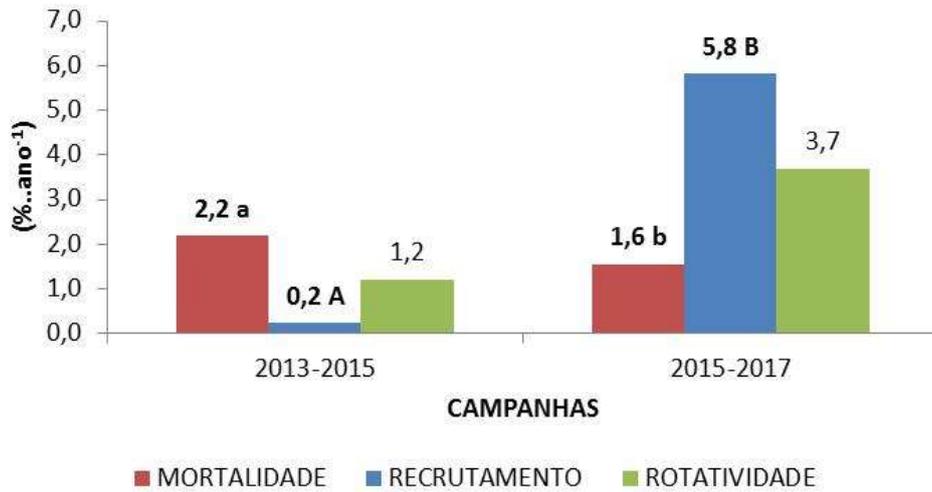


Figura 13.1.1 - 21 – Evolução das taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

MRX - ILHA

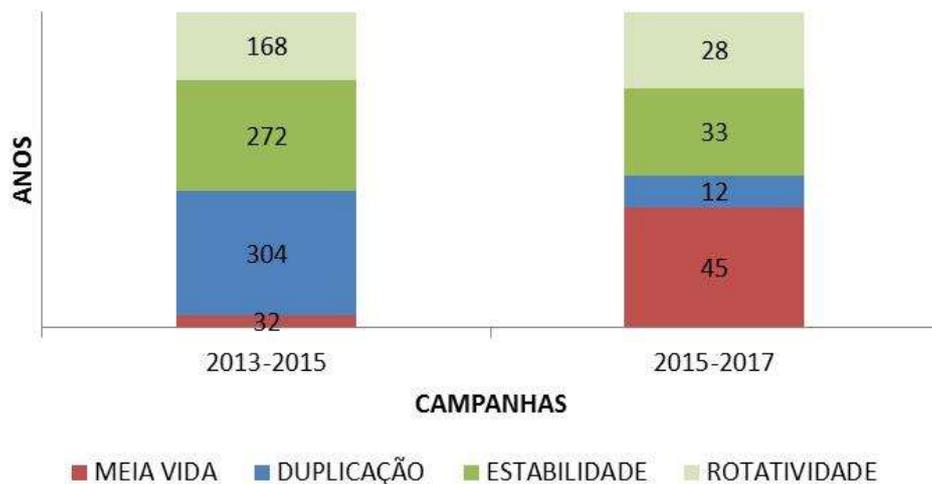


Figura 13.1.1 - 22 – Evolução dos tempos de meia vida, duplicação, estabilidade e rotatividade referentes ao compartimento a Montante do Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2.7.2. RESERVATÓRIO DO XINGU

Nos **Quadros 13.1.1 - 8** e **13.1.1 - 9** são apresentadas as taxas de mortalidade e recrutamento referentes às parcelas em módulo e ilha do RX, obtidas para cada período de monitoramento. São apresentados, ainda, os tempos de meia-vida, duplicação, estabilidade e rotatividade.

Quadro 13.1.1 - 8 – Dinâmica para cada período de monitoramento referente as parcelas em módulo do compartimento 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	313,0	8,0	15,0	1,3	2,4	1,8	+	54	29	25	42	10,0	0,000*
2014-2016	320,0	14,5	12,0	2,3	1,9	2,1	-	30	37	7	34	-3,8	0,000*
2016-2018	317,5	29,0	4,0	4,7	0,6	2,7	-	15	110	96	63	-31,3	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.

Quadro 13.1.1 - 9 – Dinâmica para cada período de monitoramento referente as parcelas em ilha do compartimento Reservatório do Xingu.

PERÍODO	N/ha (N ₀)	M	R	M (%)	R (%)	T (%)	Mudança	t _{1/2}	t ₂	E	R	z	p
2013-2015	574,5	19,0	5,5	1,7	0,5	1,1	-	42	145	104	93	-19,5	0,000*
2015-2017	561,0	22,0	33,5	2,0	2,9	2,5	+	35	24	11	29	10,3	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.

Tanto nas parcelas em módulo quanto nas parcelas em ilha, as diferenças entre o recrutamento e a mortalidade diferiram estatisticamente em todos os períodos avaliados. Nas parcelas em módulo, o recrutamento foi superior à mortalidade entre 2012 e 2014 e inferior nos demais períodos. A mortalidade apresentou um aumento gradativo ao longo do monitoramento, enquanto o recrutamento apresentou uma redução. Nas parcelas em ilha a mortalidade foi superior ao recrutamento de 2013 a 2015. No período seguinte (2015-2017) o recrutamento aumentou expressivamente superando a mortalidade.

Foi constatada diferença significativa, tanto para mortalidade como para o recrutamento nas parcelas em módulo e ilha, considerando os diferentes períodos (Quadros 13.1.1 - 10 e 13.1.1 - 11).

Quadro 13.1.1 - 10 – Teste de Poisson para cada período de monitoramento referente as parcelas em módulo do compartimento Reservatório do Xingu.

COMPARTIMENTO	TAXA	2014	2016	2018	z (14-16)	p (14-16)	z (16-18)	p (16-18)
RX	M (%)	1,29	2,29	4,68	-9,4	0,000*	-16,2	0,000*
	R (%)	2,37	1,86	0,63	4,4	0,000*	13,9	0,000*

RX = 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.

Quadro 13.1.1 - 11 – Teste de Poisson para cada período de monitoramento referente as parcelas em ilha do compartimento Reservatório do Xingu.

COMPARTIMENTO	TAXA	2015	2017	z (15-17)	p (15 -17)
RX	M (%)	1,67	1,98	-3,9	0,000*
	R (%)	0,48	2,94	-31,8	0,000*

RX = 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 13.1.1 - 23 e 13.1.1 - 24**, respectivamente.

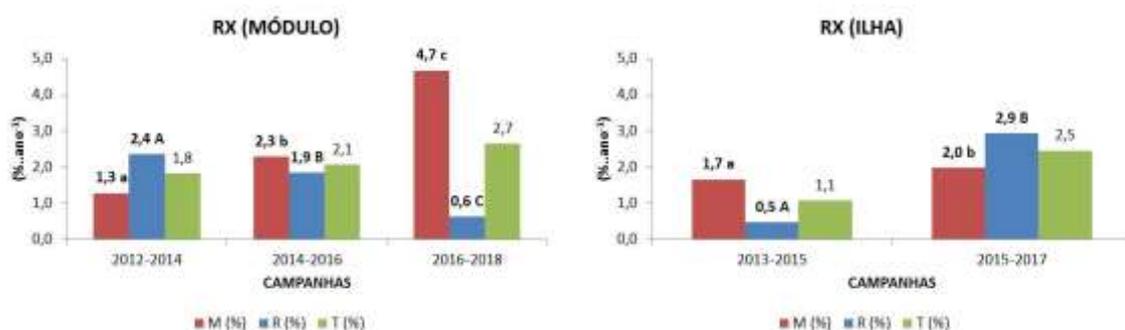


Figura 13.1.1 - 23 – Evolução das taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade referentes ao compartimento Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

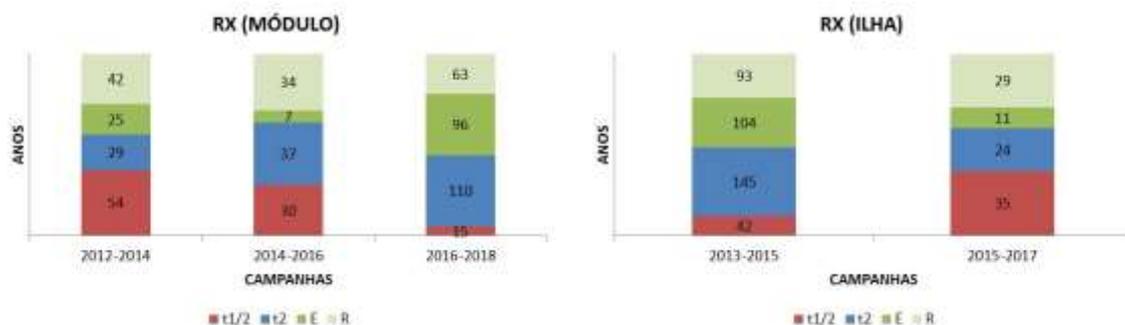


Figura 13.1.1 - 24 – Evolução dos tempos de meia vida, duplicação, estabilidade e rotatividade referentes ao compartimento Reservatório do Xingu.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2.7.3. TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

Nos **Quadros 13.1.1 - 12 e 13.1.1 - 13** são apresentadas as taxas de mortalidade e recrutamento referentes às parcelas em módulo e ilha do RX, obtidas para cada período de monitoramento. São apresentados, ainda, os tempos de meia-vida, duplicação, estabilidade e rotatividade.

Quadro 13.1.1 - 12 – Dinâmica para cada período de monitoramento referente as parcelas em módulo do 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	519,0	14,0	31,0	1,4	2,9	2,2	+	51	24	27	37	17,4	0,000*
2014-2016	536,0	13,0	0,0	1,2	0,0	0,6	-	57	-	57	28	-25,6	0,000*
2016-2018	523,0	37,0	8,0	3,6	0,8	2,2	-	19	91	72	55	-31,1	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.

Quadro 13.1.1 - 13 – Dinâmica para cada período de monitoramento referente as parcelas em ilha do 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
2013-2015	418,5	3,0	0,0	0,4	0,0	0,2	-	193	-	193	97	-3,9	0,000*
2015-2017	415,5	30,0	21,0	3,7	2,5	3,1	-	19	28	9	23	-9,7	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.

Tanto nas parcelas em módulo quanto nas parcelas em ilha, as diferenças entre o recrutamento e a mortalidade diferiram estatisticamente em todos os períodos avaliados. Assim como ocorreu no RX, na parcela em módulo do TVR o recrutamento foi superior à mortalidade entre 2012 e 2014 e inferior nos demais períodos. Nas parcelas em ilha a mortalidade foi superior ao recrutamento em todos os períodos. Observa-se que no TVR foram constatados os menores processos dinâmicos em um mesmo período, pela ausência de árvores recrutadas (2013-2015 ilha; 2014-2016 módulo) e pelo menor número de árvores mortas, também observadas nas parcelas em ilha entre 2013 e 2015.

Foi constatada diferença significativa, tanto para mortalidade como para o recrutamento nas parcelas em módulo e ilha, considerando os diferentes períodos (Quadros 13.1.1 - 14 e 13.1.1 - 15).

Quadro 13.1.1 - 14 – Teste de Poisson para cada período de monitoramento referente as parcelas em módulo do compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

COMPARTIMENTO	TAXA	2014	2016	2018	z (14-16)	p (14-16)	z (16-18)	p (16-18)
TVR	M (%)	1,36	1,22	3,60	2,0	0,045*	-25,0	0,000*
	R (%)	2,94	0,00	0,76	39,7	0,000*	-20,2	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.

Quadro 13.1.1 - 15 – Teste de Poisson para cada período de monitoramento referente as parcelas em ilha do compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

COMPARTIMENTO	TAXA	2015	2017	z (15-17)	p (15-17)
TVR	M (%)	0,36	3,68	-33,8	0,000*
	R (%)	0,00	2,50	-32,4	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 13.1.1 - 25 e 13.1.1 - 26**, respectivamente.

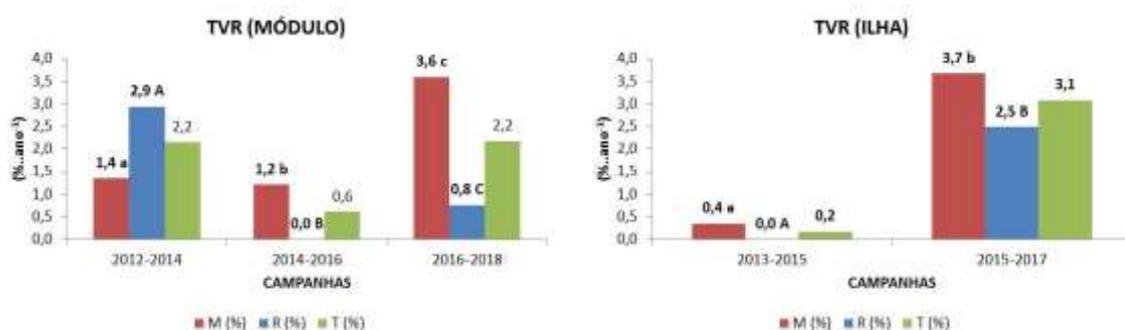


Figura 13.1.1 - 25 – Evolução das taxas de mortalidade, recrutamento e rotatividade referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

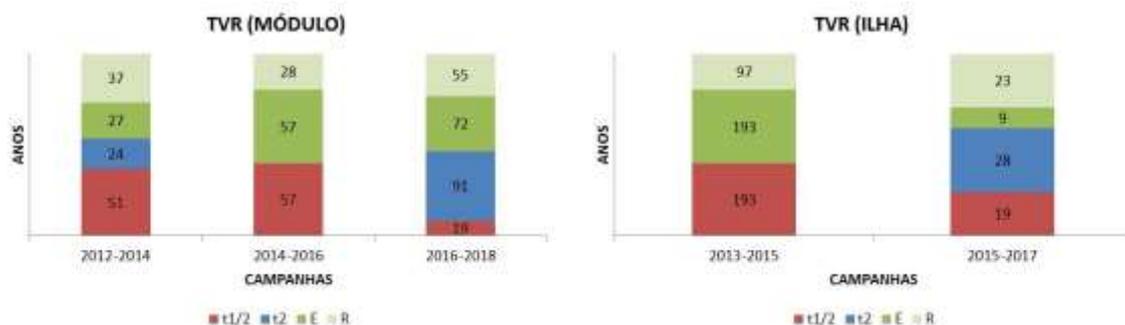


Figura 13.1.1 - 26 – Evolução dos tempos de meia vida, duplicação, estabilidade e rotatividade referentes ao compartimento Trecho de Vazão Reduzida.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2.7.4. RESUMO DA ANÁLISE

A análise da dinâmica mostrou um mesmo padrão em todos os compartimentos, todavia diferindo entre as parcelas localizadas em módulos e ilhas. Nas parcelas localizadas nos módulos observou-se um recrutamento significativamente superior à mortalidade no período entre 2012 e 2014. Nos períodos posteriores a mortalidade foi superior ao recrutamento.

Considerando a dinâmica das parcelas em ilhas, de maneira geral, a mortalidade foi superior ao recrutamento no período 2013 a 2015, ao passo que o recrutamento foi significativamente superior à mortalidade entre 2015 e 2017, com exceção do TVR, onde a mortalidade foi superior nos dois períodos.

Esse comportamento pode estar associado ao período de estiagem que ocorreu entre 2015 e 2016 (**Figura 13.1.1 - 33**). Nesse sentido, pode-se atribuir a esse período de menor vazão do rio Xingu a maior mortalidade observada nas ilhas (2013 a 2015) e módulos (2014 a 2016). Após esse período de estresse hídrico, a dinâmica nas ilhas e módulos apresentou comportamento distinto. Enquanto nos módulos a mortalidade continuou superior, nas ilhas foi significativamente inferior.

Além disso, observou-se nas ilhas, uma redução dos tempos de estabilidade e rotatividade, indicando uma maior estabilidade e um aumento dos processos dinâmicos, ao contrário do observado nas parcelas localizadas em módulos, o que indica uma maior resiliência das espécies localizadas nas ilhas em comparação àquelas localizadas nas parcelas aluviais em módulos.

A maior mortalidade observada no período entre 2015 e 2017 no TVR pode estar atribuída à redução da vazão de água nesse compartimento. A alta taxa de recrutamento observada no último período de avaliação a Montante do Reservatório do Xingu pode ser atribuída ao fato de que, com anos de cheia intensa, há uma maior movimentação de sedimentos vindos do Rio Iriri (água barrenta) e as parcelas à montante são mais próximas à foz do Iriri. Outro fator que pode estar associado é o fato das parcelas à montante estarem na AID, distantes do RX e com pouco impacto do remanso do reservatório.

Importante mencionar que a dinâmica florestal das formações aluviais é mais rápida e sensível ao pulso de inundação, quando comparada à das formações de terra firme. Desta forma, as taxas de mortalidade e ingresso variam mais conforme o período de seca/cheia de cada ano, em relação a florestas de terra firme.

De toda forma, as taxas de recrutamento encontradas são próximas àquelas observadas em outros trabalhos realizados em florestas não perturbadas da Amazônia, como os de Rocha (2001)¹⁶ (0,90%.ano⁻¹); Higuchi et al., (1997)¹⁷ (1,10%.ano⁻¹); Lieberman e Lieberman (1987)¹⁸ (1,80%.ano⁻¹); Manokaran e

¹⁶ 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.

¹⁷ Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Freitas, J. V. de; Vieira, G.; Cöic, 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.

¹⁸ Lieberman, D.; Lieberman, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969 – 1982). *Journal of Tropical Ecology*, 3:347-358.

Kochummen (1987)¹⁹ (1,40%.ano⁻¹); Teixeira et al. (2007)²⁰ (1,65%.ano⁻¹) e Vasconcelos (2003) (2,30%.ano⁻¹), assim como as taxas de mortalidade observadas podem ser comparadas àquelas descritas nos trabalhos de Higuchi et al. (1997)²¹ (1,03%.ano⁻¹); Teixeira et al. (2007)²² (1,13%.ano⁻¹); Lieberman e Lieberman (1987)²³ (1,80%.ano⁻¹); Peralta et al. (1987)²⁴ (2,25%.ano⁻¹); Vasconcelos (2003)²⁵ (2,40%.ano⁻¹) e Carey et al. (1994)²⁶ (3,3%.ano⁻¹).

13.1.1.2.7.5. ANÁLISE POR CLASSE DIAMÉTRICA

Nas **Figuras 13.1.1 - 27 e 13.1.1 - 28** são apresentados a densidade e o número de árvores mortas por classe de diâmetro para cada compartimento em cada período de avaliação. Observa-se em todos os casos, que a mortalidade se concentrou, em termos absolutos, nas menores classes de diâmetro, fenômeno característico em ambientes naturais.

¹⁹ Manokaran, N.; Kochummen, K.M. 1987. Recruitment, grow and mortality of trees in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 3:315-330.

²⁰ 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.

²¹ Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Freitas, J. V. de; Vieira, G.; Cöic, 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 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.

²³ Lieberman, D.; Lieberman, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969 – 1982). *Journal of Tropical Ecology*, 3:347-358.

²⁴ 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.

²⁵ 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.

²⁶ 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.

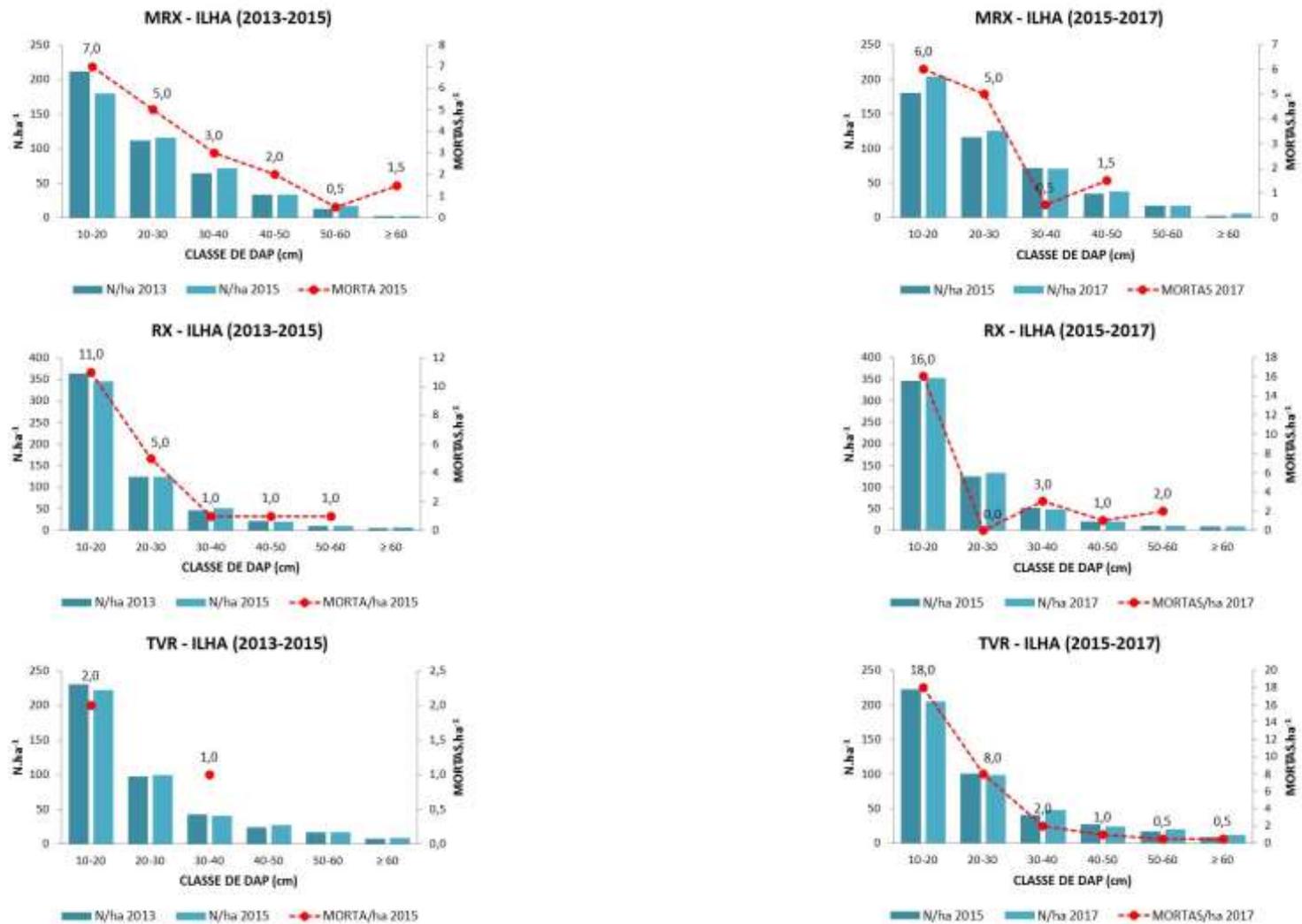


Figura 13.1.1-27 – Densidade e mortalidade por classe diamétrica em cada período de monitoramento das parcelas em ilhas.
 Fonte: STCP, 2018.

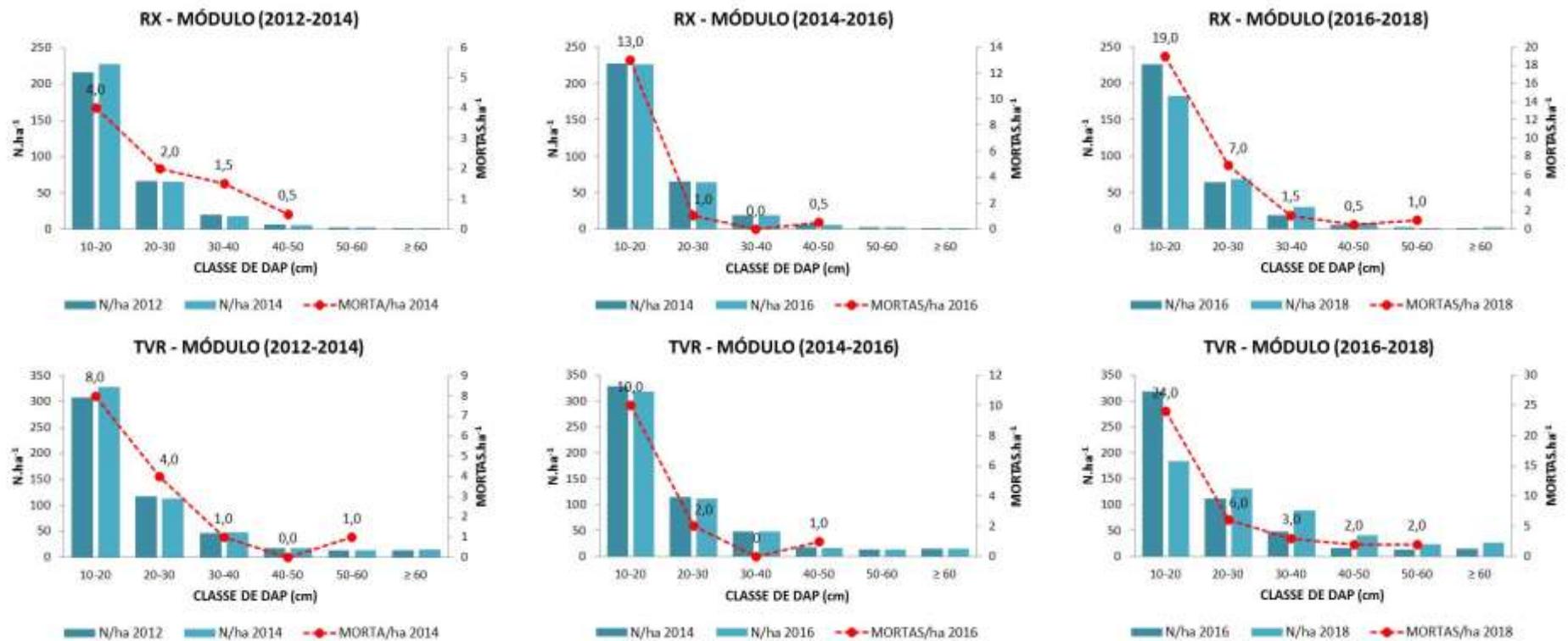


Figura 13.1.1-28 – Densidade e mortalidade por classe diamétrica em cada período de monitoramento das parcelas em módulos.
 Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2.8. MONITORAMENTO FENOLÓGICO

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

Desde o início do monitoramento fenológico, até o presente relatório, foram analisadas 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 13.1.1 - 4**. 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.

Nos compartimentos RX e TVR o número de observações da frutificação e floração vem se mantendo no período pós-enchimento levando em consideração que o pós-enchimento tem duas campanhas a mais (10 campanhas no pré e 12 campanhas no pós). No MRX foi possível observar maior número de observações de frutificação no pós e menor floração no pré-enchimento (**Figura 13.1.1 - 29**). É importante ressaltar que as campanhas são trimestrais, ou seja, a não observação de um evento fenológico não denota, necessariamente, que o mesmo não tenha ocorrido. Como exemplo temos o TVR, em que foi observada maior frutificação e menor floração no pós-enchimento. É sabido que para haver frutos tem que haver flores, portanto o evento de floração ocorreu, apenas não foi observado durante a coleta de dados de determinadas campanhas.

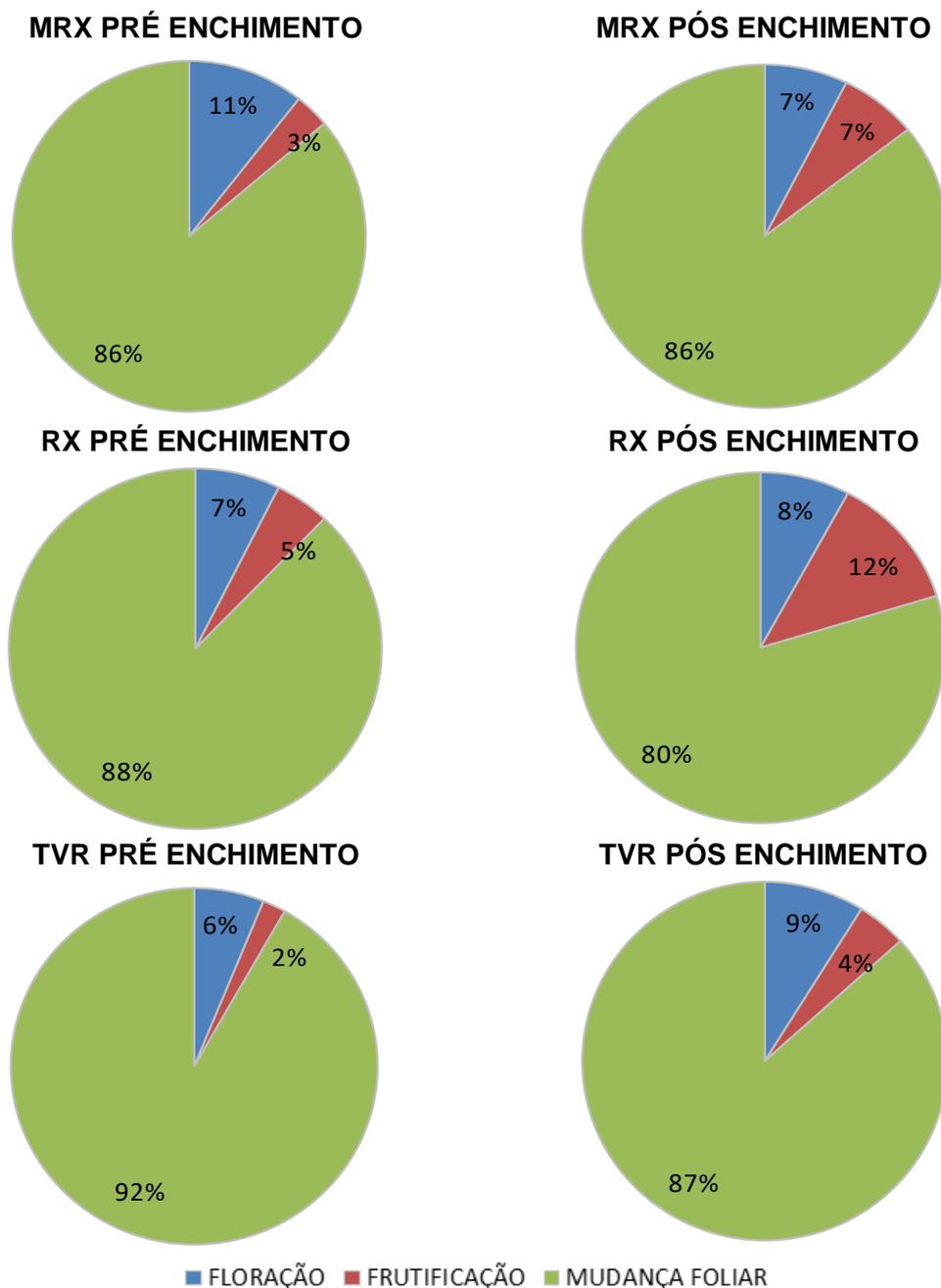


Figura 13.1.1 - 29 – Distribuição dos Eventos Fenológicos por Compartimento no pré e pós-enchimento dos reservatórios Xingu e Intermediário

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

Fonte: STCP, 2018.

Apesar de os eventos terem sido visualizados normalmente no pós-enchimento, em 2018 nenhuma das espécies monitoradas teve observação de floração no compartimento MRX. Para a frutificação apenas nas espécies *D. essequeboensis* e *H. brasiliensis* foram visualizados eventos em 2018. Não foi observado nenhum evento de frutificação na *Z. cauliflora* em todo o período monitorado (**Quadro 13.1.1 - 16 e Figura 13.1.1 - 30**).

No **Quadro 13.1.1 - 17** e na **Figura 13.1.1 - 31** é apresentado o resumo dos eventos fenológicos no RX. Apenas para as espécies *Cynometra marginata*, *Hevea brasiliensis* e *Mollia lepidota* foi visualizada a floração no pós-enchimento. Já a frutificação não foi visualizada apenas para *Z. cauliflora* em todo o período monitorado. Em 2018 as visualizações de floração foram menos expressivas que no ano anterior, em contrapartida frutificação foi mais visualizada em 2018, indicando que o período de floração ocorreu antecipado neste ano.

Quanto ao compartimento do TVR, as espécies *C. marginata*, *D. essequeboensis* e *H. brasiliensis* tiveram a floração visualizada no pós enchimento, enquanto que a frutificação não foi visualizada para *M. lepidota* e *Z. cauliflora* em nenhuma campanha do monitoramento. Em 2018 apenas na *H. brasiliensis* foram observados eventos de floração e frutificação (**Quadro 13.1.1 - 18** e **Figura 13.1.1 - 32**).

Quadro 13.1.1 - 16 – 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>Cynometra marginata</i>	0	3	9	3	3	0	0	0	0	0	3	0	9	12	27	15	15	24
<i>Discocarpus essequeboensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	6	13	27	15	18	10
<i>Hevea brasiliensis</i>	3	0	6	0	6	0	0	2	1	6	3	3	6	12	22	18	9	9
<i>Mollia lepidota</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	17	27	15	18	21
<i>Zygia cauliflora</i>	0	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	10	33	12	9	10
Total	3	3	24	3	15	0	0	2	4	6	9	5	33	64	136	75	69	74

Fonte: STCP, 2018.

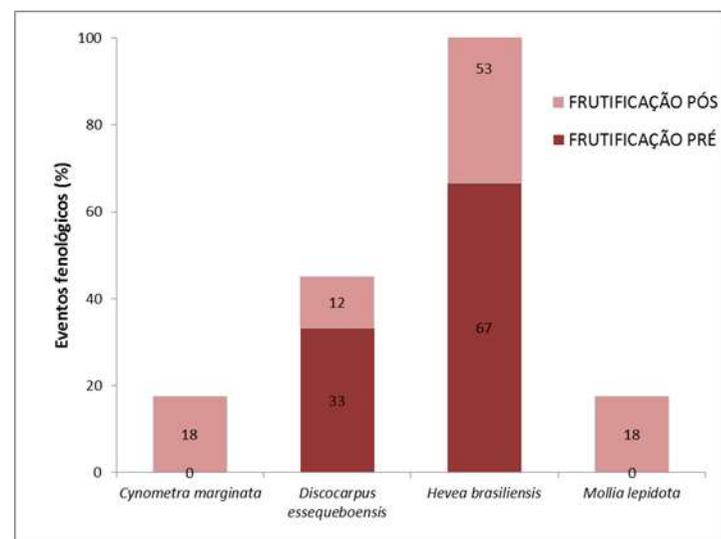
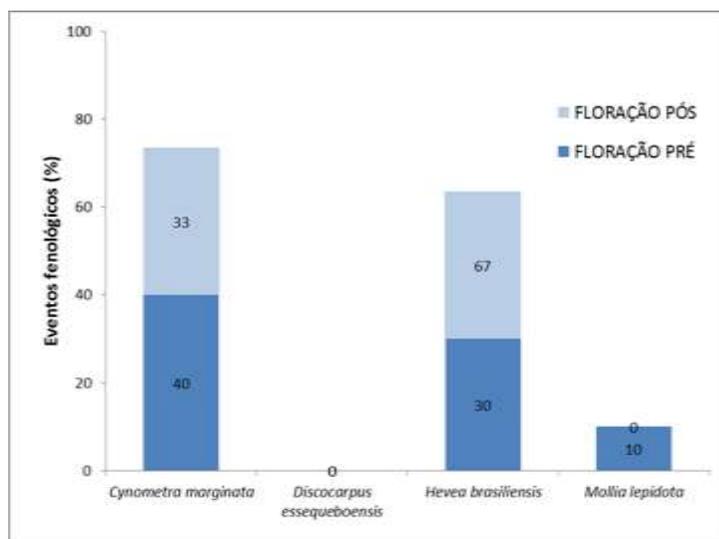


Figura 13.1.1 - 30 – Porcentagem de Floração e Frutificação por Espécie (MRX) no período pré e pós-enchimentos dos reservatórios.

Fonte: STCP, 2018

Quadro 13.1.1 - 17 – Número de eventos fenológicos por espécie (RX- Ilha Altamira)

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>Cynometra marginata</i>	0	2	3	0	3	0	0	0	0	0	6	0	6	15	30	15	12	12
<i>Discocarpus essequeboensis</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	3	6	11	30	18	12	12
<i>Hevea brasiliensis</i>	3	0	6	3	6	6	0	1	3	0	0	3	6	13	18	15	6	15
<i>Mollia lepidota</i>	0	3	0	0	3	0	0	6	0	12	3	6	6	18	30	27	12	15
<i>Zygia cauliflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	14	27	21	6	15
Total	3	5	12	3	12	6	0	7	6	12	9	12	32	71	135	96	48	69

Fonte: STCP, 2018.

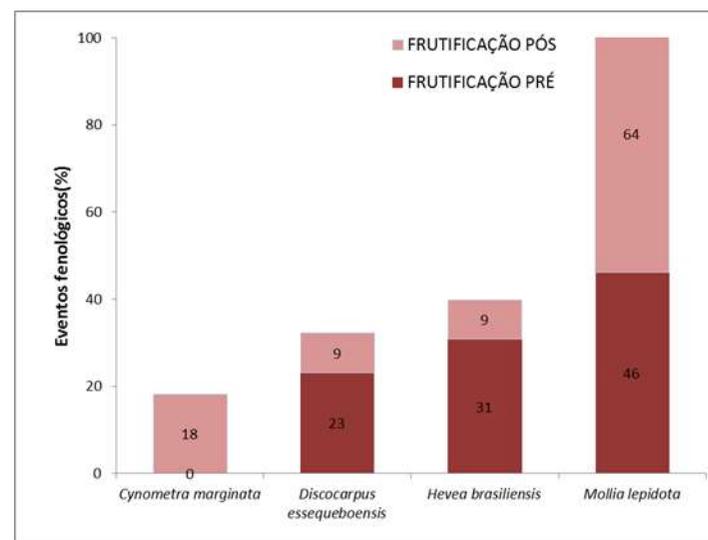
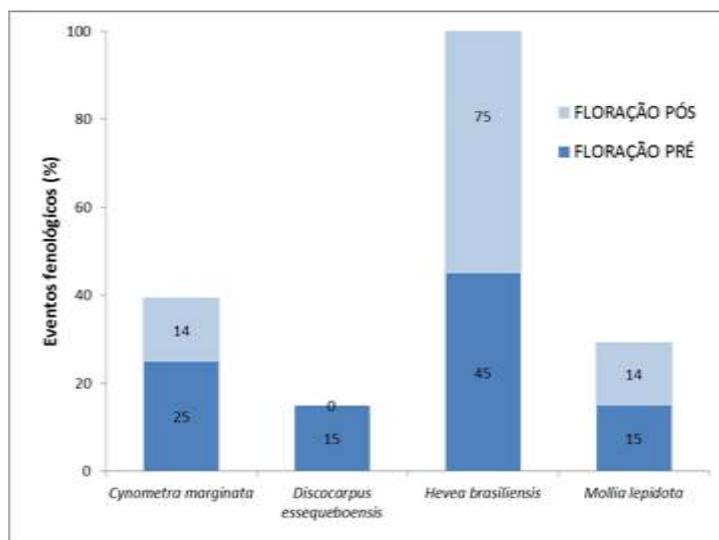


Figura 13.1.1 - 31 – Porcentagem de floração e frutificação por espécie (RX) no período pré e pós-enchimentos dos reservatórios.

Fonte: STCP, 2018

Quadro 13.1.1 - 18 – Número de eventos fenológicos por espécie (TVR - Ilha Bacajá)

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>Cynometra marginata</i>	0	0	6	6	6	0	0	0	0	0	3	0	9	11	24	30	15	18
<i>Discocarpus essequeboensis</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	6	14	24	24	9	15
<i>Hevea brasiliensis</i>	0	1	2	6	0	6	0	2	1	3	3	3	7	17	27	27	15	15
<i>Mollia lepidota</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	26	30	18	18
<i>Zygia cauliflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	30	18	9	12
Total	0	1	14	12	9	6	0	2	1	3	9	3	34	64	131	129	66	78

Fonte: STCP, 2018.

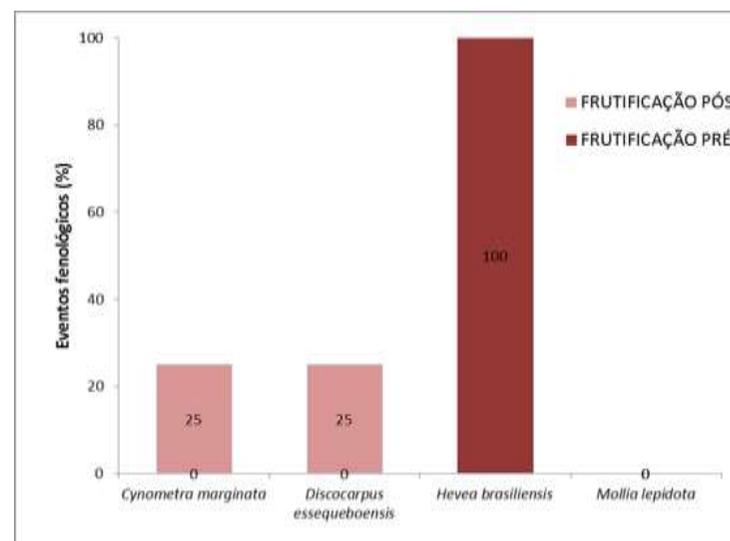
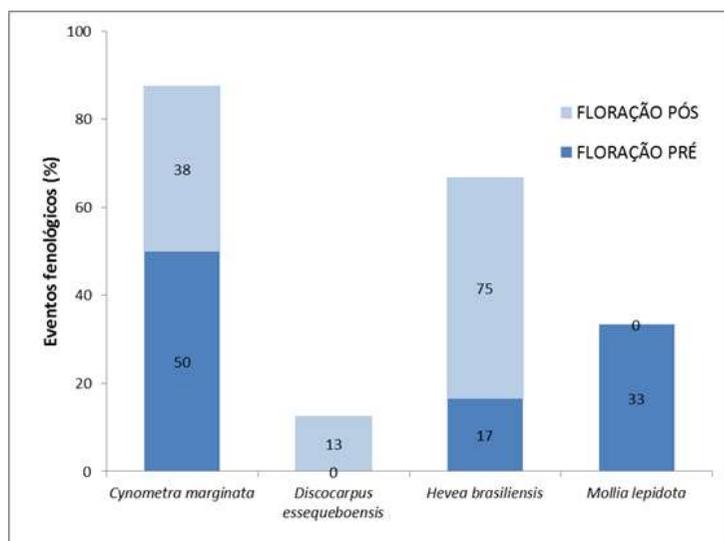


Figura 13.1.1 - 32 – Porcentagem de Floração e Frutificação por Espécie (TVR) no período pré e pós enchimentos dos reservatórios.

Fonte: STCP, 2018

Dados meteorológicos de precipitação e temperatura média mensal foram correlacionados às fenofases de cada espécie e podem ser observados no **Anexo 13.1.1 - 5**. Tal correlação ainda não apresentou padrões para os eventos fenológicos.

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)²⁷. 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)²⁸, prever períodos de reprodução das plantas, seu ciclo de crescimento, e outras características que são de grande valia no manejo florestal (FOURNIER, 1974²⁹; 1976³⁰), permitindo avaliar a disponibilidade de recursos ao longo do ano (MORELLATO, 1995)³¹.

Nas **Figuras 13.1.1 - 33 e 13.1.1 - 34** é possível observar as vazões à 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. 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/maior seca (2013, 2016 e 2018) o número de eventos fenológicos é menor nos dois compartimentos (**Quadros 13.1.1 - 16, 13.1.1 - 17 e 13.1.1 - 18**). 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.

²⁷ 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.

²⁸ 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.

²⁹ FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-423.

³⁰ FOURNIER, L. A. 1976. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento de los árboles. Turrialba, v. 26, n. 1, p. 96-97.

³¹ 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

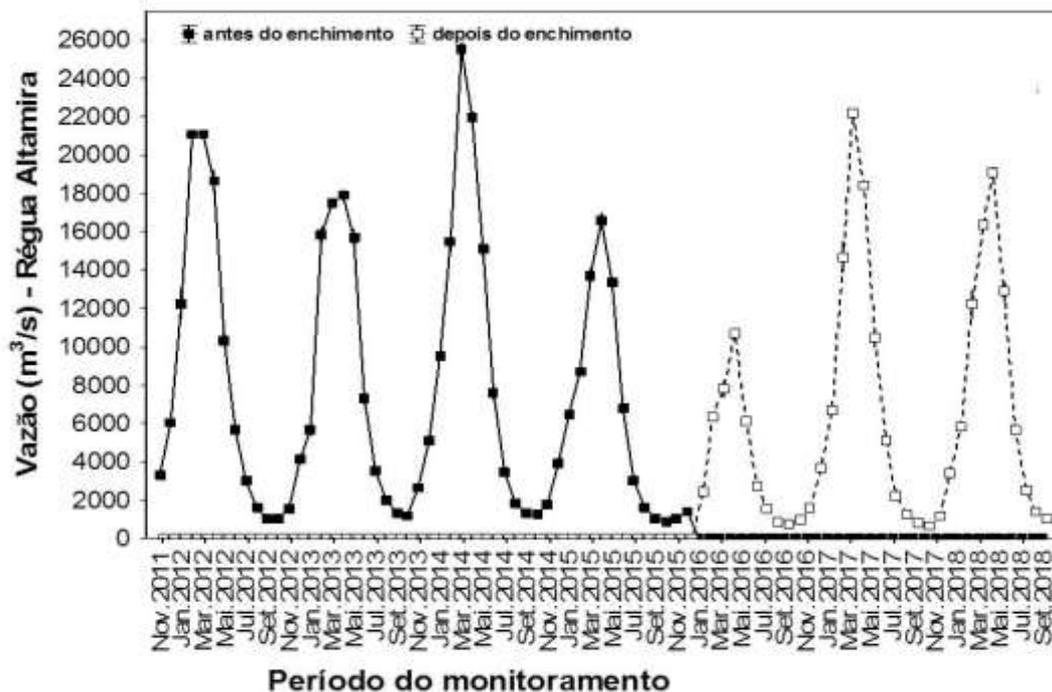


Figura 13.1.1 - 33 – Flutuação dos valores médios de vazão no RX (régua de Altamira)

Fonte: STCP, 2018, adaptado NE.

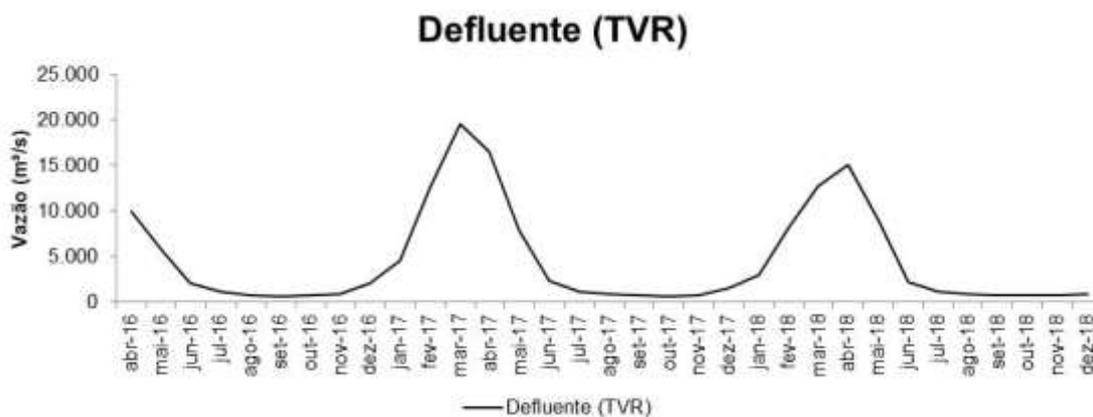


Figura 13.1.1 - 34 – Flutuação dos valores médios de vazão no TVR após barramento (régua de Pimental)

Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2.9. ESPÉCIES AMEAÇADAS

Para este projeto, não foram observadas outras espécies ameaçadas que não aquelas já apresentadas nos RCs anteriores (**Quadro 13.1.1 - 19**).

Com base nos critérios que vêm sendo adotados, a lista de espécies ameaçadas encontradas na região em que as parcelas de análise deste programa estão inseridas

apresenta 14 espécies (**Quadro 13.1.1-19**). São destacadas também no referido quadro, as 7 (sete) espécies cujo registro se deu nas florestas aluviais, no âmbito deste monitoramento, entre aquelas que foram contempladas nas ações previstas no PAN da Flora do médio-baixo Rio Xingu³².

Nas **Figuras 13.1.1 - 35 e 13.1.1 – 36** são apresentados o número e a abundância de espécies ameaçadas de extinção por compartimento para cada período de avaliação. Observa-se que ocorreram poucas alterações referentes à abundância das espécies ameaçadas.

³² O PAN da Flora foi desenvolvido para 15 espécies ameaçadas de toda a região, porém, destas, apenas 7 ocorrem na floresta aluvial monitorada.

Quadro 13.1.1-19 - Espécies ameaçadas encontradas nos monitoramentos realizados nas florestas aluviais

Nº	NOME CIENTÍFICO	AUTOR	NOME COMUM	FAMÍLIA	EIA	MMA 06/08	DEC_802	RES_54/07	IUCN
1	<i>Apuleia leiocarpa</i>	(Vogel) J F Macbr	Amarelão	Fabaceae	-	Vulnerável	-	-	-
2	<i>Aspidosperma desmanthum*</i>	Benth ex Müll Arg	Araracanga	Apocynaceae	-	-	-	Vulnerável A2cd	-
3	<i>Bertholletia excelsa*</i>	Bonpl.	Castanha-do-Brasil	Lecythidaceae	EIA	Ameaçada	Vulnerável	Vulnerável A1acd, 2cd	VU
4	<i>Helicostylis tomentosa</i>	(Poepp. & Endl.) Rusby	Inharé-folha-peluda	Moraceae	EIA	-	-	-	LR/lc
5	<i>Heteropsis flexuosa*</i>	(Kunth) G.S. Bunting	Cipó-títica	Araceae	EIA	-	Vulnerável	Vulnerável A4ad	-
6	<i>Heteropsis spruceana</i>	Schott	Indeterminado	Araceae	-	-	Vulnerável	Vulnerável A4ad	-
7	<i>Lecythis lurida</i>	(Miers) S.A. Mori	Jarana	Lecythidaceae	EIA	-	-	-	LR/cd
8	<i>Manilkara huberi*</i>	(Ducke) A.Chev.	Maçaranduba	Sapotaceae	EIA	-	Vulnerável	Vulnerável A4cd	-
9	<i>Mezilaurus itauba*</i>	(Meisn.) Taub. ex Mez	Itaúba	Lauraceae	EIA	-	Vulnerável	Vulnerável A2ac	VU
10	<i>Minuartia guianensis</i>	Aubl.	Acariquara	Olacaceae	EIA	-	-	-	LR/nt
11	<i>Sorocea guilleminiana</i>	Gaudich.	Fura-fura	Moraceae	-	-	-	-	VU
12	<i>Trichilia lecointei</i>	Ducke	Cachuá-folha-fina	Meliaceae	-	-	-	-	LR/cd
13	<i>Virola surinamensis*</i>	(Rol. ex Rottb.) Warb.	Ucuúba-da-várzea	Myristicaceae	EIA	Vulnerável	-	-	EN
14	<i>Vouacapoua americana*</i>	Aubl.	Acapú	Fabaceae	EIA	Vulnerável	-	-	CR

* Espécies contempladas por ações previstas no PAN da Flora do médio-baixo Rio Xingu. Além das 7 espécies encontradas nas florestas aluviais monitoradas, o PAN contempla as espécies *Aspidosperma album*, *Aspidosperma sandwithianum*, *Cedrela odorata*, *Dicypelium caryophyllaceum*, *Hymenolobium excelsum*, *Mourera fluviatillis*, *Swietenia macrophylla* e *Handroanthus impetiginosus*.

Instrução Normativa MMA N° 06 de 23/09/2008, Lei Estadual N° 6.462 de 04/07/2002, Decreto Estadual N° 802 de 20/02/2008 e Resolução N° 054 de 24/10/2007.

Fonte: LEME, BIOTA, STCP, adaptado por STCP, 2018.

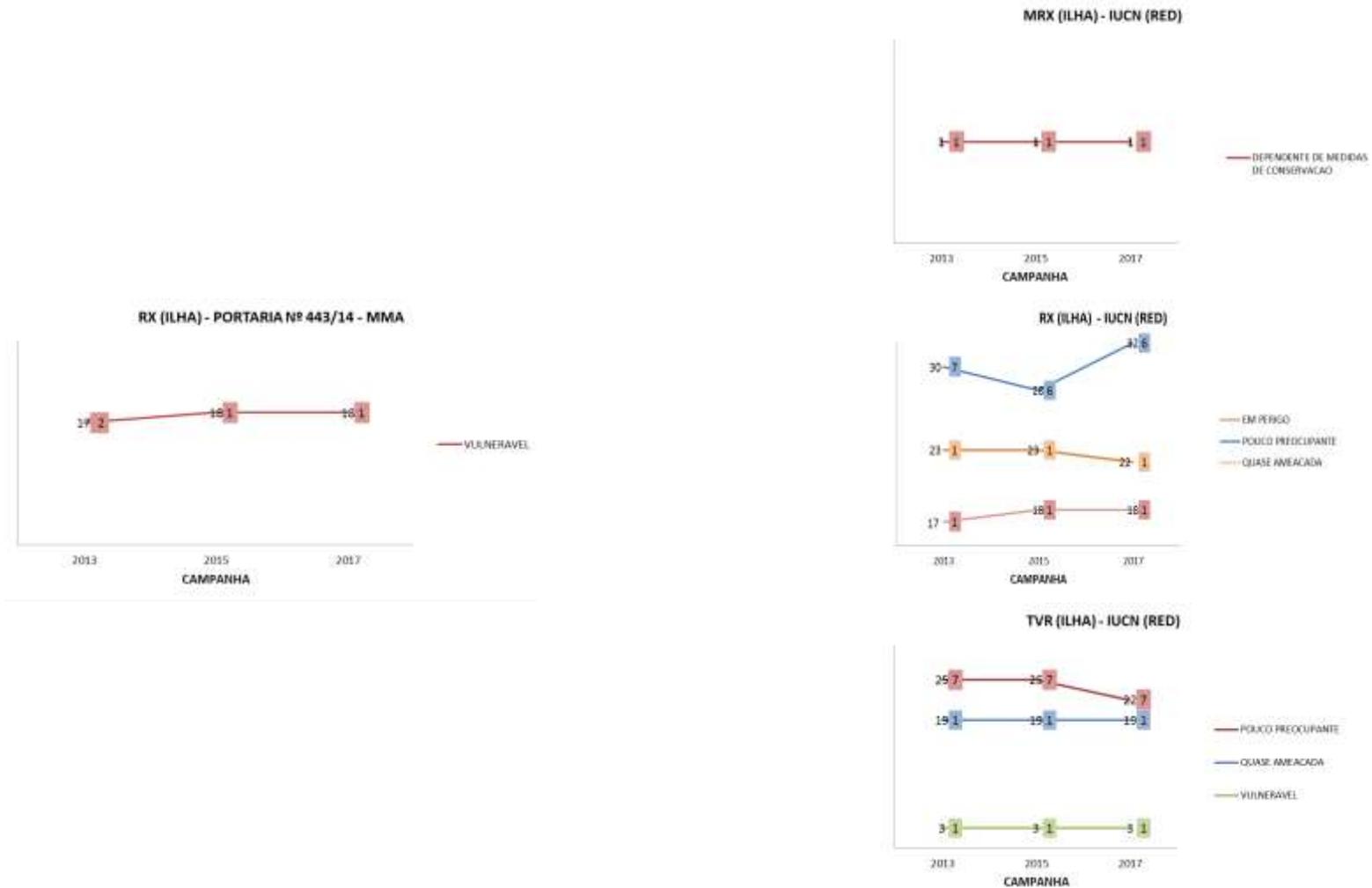


Figura 13.1.1 - 35 – Número de indivíduos (valores fora das caixas) e espécies (valores dentro das caixas) ameaçadas de extinção encontradas nas parcelas em ilhas de cada compartimento.

Fonte: STCP, 2018.

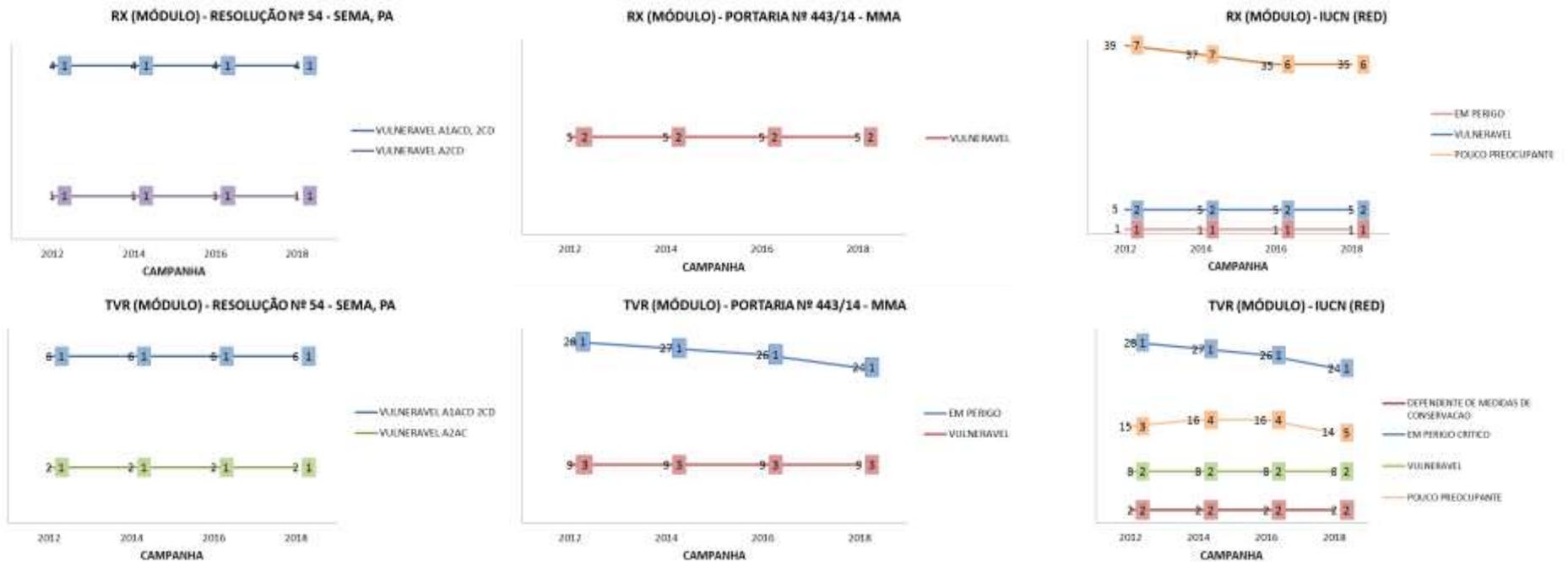


Figura 13.1.1 - 36 – Número de indivíduos (valores fora das caixas) e espécies (valores dentro das caixas) ameaçadas de extinção encontradas nas parcelas em módulos de cada compartimento.

Fonte: STCP, 2018.

13.1.1.2.10. ESPÉCIES INVASORAS

Até o momento, nenhum processo de invasão relacionada a espécies arbóreas foi observado.

13.1.1.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO

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

OBJETIVOS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Acompanhar os efeitos resultantes do alagamento constante das florestas aluviais do Reservatório do Xingu e da restrição de vazão e rebaixamento do lençol freático no TVR sobre as comunidades vegetais da tipologia da floresta Ombrófila Aluvial ao longo do tempo, sob o ponto de vista florístico e estrutural.</p>	<p>Em atendimento. O acompanhamento vem ocorrendo desde 2011 nas parcelas aluviais em ilhas e desde 2012 nas parcelas aluviais em módulos. Em 2018 aconteceu a segunda medição pós enchimento nas parcelas aluviais em módulos. em 2019 ocorrerá a segunda medição pós enchimento nas parcelas em ilhas.</p>

13.1.1.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO

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

METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Realizar estudos florísticos e fitossociológicos para avaliar a composição e estrutura das comunidades vegetais da floresta ombrófila densa aluvial nos reservatórios antes e após o enchimento dos reservatórios e no TVR;</p>	<p>As atividades antes do enchimento dos reservatórios foram atendidas entre o período de 2011 a 2016, conforme o 2ºRC até o 7ºRC. O período pós enchimento vem sendo avaliado desde 2016, a partir do 8º RC.</p>
<p>Ampliar o conhecimento da composição florística e estrutural das áreas de monitoramento selecionadas, antes e após o enchimento dos reservatórios e no TVR, analisando possíveis modificações ao longo do tempo e comparando-a com os dados obtidos antes do enchimento e com aqueles da fase de diagnóstico.</p>	<p>As atividades antes do enchimento dos reservatórios foram atendidas entre o período de 2011 a 2016, conforme o 2ºRC até o 7ºRC. O período pós enchimento vem sendo comparado a partir do 11º RC.</p>

13.1.1.5. 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 florestas aluviais mais precisos.

13.1.1.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

O cronograma das atividades previstas é apresentado a seguir.

13.1.1.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teste de Mantel mostrou que não existe uma relação entre a localização espacial e a composição florística, tanto para os diferentes compartimentos como para todo o conjunto de parcelas instaladas em formações aluviais. Nesse sentido, pode-se dizer que parcelas mais próximas não são necessariamente mais similares.

De maneira geral, as parcelas apresentaram alta dissimilaridade florística, indicando a ocorrência de várias espécies com poucos indivíduos representantes. As parcelas localizadas em ilhas apresentam maior similaridade em relação às parcelas localizadas em módulos.

Ocorreram poucas alterações em relação à composição florística e estrutura da floresta, as quais podem ser consideradas normais em ambientes naturais. A análise dos parâmetros fitossociológicos mostrou que, nas parcelas em ilhas, ocorre um maior número de espécies em comum dentre aquelas com maior valor de importância nos diferentes compartimentos, corroborando o resultado obtido na análise de dissimilaridade, a qual demonstrou maior similaridade entre as parcelas localizadas nas ilhas.

Dentre as espécies com alto valor de importância, destaca-se o fato de *Bertholletia excelsa* (Castanheira) e *Vouacapoua americana* (Acapu), ambas com destaque no TVR, estarem nas listas de espécies ameaçadas de extinção. Outra espécie com alto valor de importância que figura nas listas das espécies ameaçadas é *Virola surinamensis* (Ucuúba-da-várzea), que apresentou valores expressivos no RX.

A análise da dinâmica mostrou o mesmo padrão em todos os compartimentos, todavia diferindo entre as parcelas localizadas em módulos e ilhas. Esse comportamento pode estar associado ao período de estiagem que ocorreu entre 2015 e 2016. Nesse sentido, pode-se atribuir a esse período de menor vazão do rio Xingu, a maior mortalidade observada nas ilhas (2013 a 2015) e módulos (2014 a 2016). Após esse período de estresse hídrico, a dinâmica nas ilhas e módulos apresentou comportamento distinto. Enquanto nos módulos a mortalidade continuou superior, nas ilhas foi significativamente inferior.

Além disso, observou-se nas ilhas, uma redução dos tempos de estabilidade e rotatividade, indicando uma maior estabilidade e um aumento dos processos dinâmicos, ao contrário do observado nas parcelas localizadas em módulos, o que indica uma maior resiliência das espécies localizadas nas ilhas em comparação àquelas localizadas nas parcelas aluviais em módulos. Nesse sentido, as espécies localizadas nas ilhas parecem ter uma maior capacidade de retornar a sua condição de equilíbrio depois de submetida a algum distúrbio.

Com relação à fenologia, nestes cinco anos de monitoramento, em que 10 campanhas foram no período de pré-enchimento e 12 campanhas ocorreram no pós-enchimento, é possível observar anos em que se registrou maior número de eventos fenológicos e anos com menos registros. Isso corrobora com a intrínseca relação que a fisiologia

das plantas tem com as condições do clima, qualidade do solo e disponibilidade de água. No período pós-enchimento o comportamento das espécies estudadas foi semelhante ao período de pré-enchimento. Foi possível observar que em períodos de menor vazão/maior seca (2013, 2016 e 2018) o número de eventos fenológicos é menor. Como esses eventos têm ocorrido em anos de pré e pós-enchimento, é ponderável que se continue avaliando a quantidade e qualidade dos eventos, principalmente no TVR, para verificar se há, de fato, alterações que sejam passíveis de correlação com a operação do empreendimento.

13.1.1.8. 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
Milena Marmantini de Oliveira	Engenheira 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

13.1.1.9. ANEXOS

Anexo 13.1.1 – 1 – CE 0642-2018-SSAI-IBAMA

Anexo 13.1.1 – 2 - Eventos Fenológicos

Anexo 13.1.1 – 3 – Estrutura horizontal

Anexo 13.1.1 – 4 - Fenogramas por Espécie

Anexo 13.1.1 – 5 – Relatório Fotográfico