

AÇÕES PARA O MANEJO DE ESTANDES DE MACRÓFITAS NAS ÁREAS DOS RESERVATÓRIOS DA UHE BELO MONTE VISANDO A PREVENÇÃO DE INFESTAÇÕES NA FASE DE OPERAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Macrófitas aquáticas possuem elevadas taxas de produtividade primária em condições ideais, podendo cobrir um ecossistema aquático, ou parte representativas dele, em reduzido período de tempo (Thomaz e Esteves, 2011¹). Durante e após a fase de enchimento até a fase de estabilização dos reservatórios de hidrelétricas, são frequentes as ocorrências de infestações de algumas espécies de macrófitas aquáticas, sobretudo aquelas de hábito flutuante livre e flutuante fixa, muito em função da maior disponibilização de nutrientes oriundos da decomposição da matéria orgânica submersa e, muitas vezes, oriundos de esgotos domésticos sem tratamento que são lançados nos tributários formadores dos reservatórios. Tais infestações podem causar inúmeros transtornos aos usos múltiplos do reservatório, destacando-se a obstrução ou a redução do fluxo de água para as turbinas geradoras, obstáculos para a navegação e surgimento de condições para o desenvolvimento de vetores causadores de doenças.

O objetivo da presente Nota Técnica é a sugestão de ações para o manejo dos estandes de macrófitas aquáticas existentes na área de influência da UHE Belo Monte na fase de operação, visando a prevenção e ações de controle de infestações severas que possam comprometer as atividades múltiplas nesses sistemas.

2. SITUAÇÃO DOS ESTANDES DUANTE AS FASES DE ENCHIMENTO E DE OPERAÇÃO

Após a formação dos reservatórios da UHE Belo Monte, o Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas (PBA 11.4.2) identificou vinte e nove (29) pontos que, em pelo menos uma campanha, apresentaram estandes de macrófitas aquáticas com níveis de infestação considerados como mais elevados, que variaram de médio (III) a crítico (V), dos quais nove (9) apresentaram níveis graves ou críticos, conforme as informações apresentadas no **Quadro 1**.

Dentre esses estandes, a grande maioria refere-se a espécies emersas ou anfíbias, tais como *Paspalum repens*, *Paspalum conspersum*, *Echinochloa polystachya*, *Montrichardia linifera* e *Cyperus articulatus*, bem, como espécies flutuantes fixas, tais como *Eichhornia azurea* e *Nymphaea* sp1. Apesar de serem plantas infestantes, tais espécies são limitadas às margens e às porções mais rasas do reservatório por serem fortemente enraizadas. As espécies anfíbias e flutuantes, em geral, dominam durante as fases secas, quando as margens se tornam expostas (Junk e Piedade, 1993²).

Por outro lado, as espécies flutuantes livres apresentam maior potencial de infestação em uma área mais ampla do reservatório, tanto em função do rápido crescimento clonal e abundância de propágulos vegetativos e sexuais que facilitam a sua dispersão, como pela elevada produtividade (Thomaz e Esteves, 2011). Algumas espécies flutuantes com elevado potencial de infestação, como *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*,

¹ THOMAZ, S. M., ESTEVES, F. A. Comunidade de macrófitas aquáticas. In: F. A. Esteves (ed.), Fundamentos de Limnologia, 3ª. edição. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2011, pp. 461-521.

² JUNK, W. J., PIEDADE, M. T. F. Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. Hydrobiologia v.263, p.165-162. 1993.

Lemna aequinoctialis e *Azolla filiculoides* foram observadas nos pontos localizados na área de influência da UHE Belo Monte, muitas delas com níveis de infestação significativos, conforme a lista apresentada no **Quadro 2**.

Apesar de terem sido observadas em pontos isolados nas áreas monitoradas e de não serem as formas mais frequentes, essas espécies apresentam maior probabilidade em causar problemas, tanto pelo seu potencial de infestação como pelo seu histórico em outros reservatórios e lagoas artificiais (Gastal Jr. et al., 2003³). Portanto, essas espécies merecem maior atenção visando o acompanhamento do desenvolvimento dos estandes, ou mesmo a remoção destas, caso sejam confirmadas expansões muito significativas, uma vez que as taxas de crescimento e a velocidade com que as macrófitas aquáticas cobrem uma determinada área também dependem da densidade inicial das plantas. Ressalta-se que os estandes das espécies flutuantes livres observados até o momento na área de influência da UHE Belo Monte encontram-se estáveis, sem evidência de expansão, ou mesmo sofreram retração, sendo que em alguns casos deixaram de ocorrer, muito em função da boa qualidade da água dos reservatórios.

Quadro – 1 – Áreas de monitoramento, pontos de coleta e níveis de infestação de macrófitas aquáticas na área de influência da UHE Belo Monte durante as fases de enchimento e de operação (janeiro a novembro de 2016) no âmbito do Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas (PBA 11.4.2). ENC = enchente, CHE = cheia, VAZ = vazante, SEC = seca; Nível 0 = ausência, Nível I = presença, Nível II = infestação leve, Nível III = infestação média (marcados em amarelo), Nível IV = infestação grave e Nível V = infestação crítica (marcados em vermelho); NC: não coletado

ÁREA	PONTO	5º Ciclo Hidrológico					
		JAN/2016 ENCHENTE*	MAR/2016 CHEIA**	MAI/2016 CHEIA**	JUL/2016 VAZANTE**	AGO-SET/2016 SECA**	NOV/2016 ENCHENTE**
MONTANTE DO RESERVATÓRIO DO XINGU	RX 01	II	II	II	II	II	II
	RX 02	II	II	I	I	I	I
	PODO 48	0	0	0	0	0	0
RESERVATÓRIO DO XINGU	RX 03	I	I	I	I	I	I
	RX 04	III	I	III	III	III	III
	RX 05	I	0	0	0	0	0
	RX 06	I	0	0	0	0	0
	RX 24	I	II	II	II	II	II
	RX 07	0	0	0	0	0	0
	PODO 46	0	0	0	0	0	0
	ETE-PIM	0	0	0	0	0	0
	IG 01	II	I	I	0	0	I
	IG 02	III	III	III	III	III	II
	IG 03	III	II	III	III	I	III
	AMB-M	NC	III	II	II	II	III
	AMB FOZ	NC	III	II	II	II	III
	ALT MEDIO	NC	III	III	III	IV	IV
	IG 04	I	I	II	II	II	II
	IG 05	I	0	0	0	0	0
	IG 06	0	0	0	0	0	0
	IG 07	I	0	0	0	0	0
	IG 09	II	0	0	0	0	0
	IG 10	I	0	0	0	0	0
IDM	NC	III	0	0	0	I	
LA 01	II	II	I	I	I	I	
LA 02	II	II	II	II	II	II	

³ GASTAL JR., IRGANG, B. E., MOREIRA, C. Problema com infestação de macrófitas aquáticas na área de influência da Usina Hidrelétrica de Itá. Acta Scientiae, v.5, p.87-92. 2003.

ÁREA	PONTO	5º Ciclo Hidrológico					
		JAN/2016 ENCHENTE*	MAR/2016 CHEIA**	MAI/2016 CHEIA**	JUL/2016 VAZANTE**	AGO-SET/2016 SECA**	NOV/2016 ENCHENTE**
	LA 03	II	II	II	II	II	II
	LA 04	II	III	III	III	III	II
	LA 05	II	II	II	II	NC	II
	LA 06	II	0	0	0	0	0
	LAGOA NORONHA	I	II	III	III	III	II
	LAGOA VANDERLAN	NC	II	II	II	II	II
	LAGOA MASSANORI	NC	NC	I	II	0	I
	RX 25 TRIM	0	0	0	0	0	0
	PONTO 01B	NC	III	II	II	II	II
	PONTO 01 C	NC	NC	II	II	II	II
	PONTO 02	NC	V	V	IV	I	III
	PONTO 03	NC	IV	IV	IV	II	III
	PONTO 04	NC	V	V	IV	II	III
	PONTO 04B	NC	NC	IV	IV	NC	NC
PONTO 05	NC	V	V	V	II	III	
TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA	RX 23 TRIM.	II	II	II	0	II	II
	TVR 01	0	0	0	0	0	0
	TVR 02	I	0	0	0	0	0
	TVR 03	II	II	II	II	II	II
	TVR 04	II	II	I	I	II	II
	TVR 05	II	II	II	II	I	II
	TVR 10	II	I	II	II	II	II
	FAZENDA	I	I	II	II	II	II
	RESSACA	II	II	III	II	II	II
	IG 08	II	I	I	NC	NC	NC
	ITATA	I	I	II	NC	NC	NC
	PODO 59	0	0	0	I	I	0
	RX 04 TRIM	NC	NC	NC	0	0	0
	RX 05 TRIM.	NC	NC	NC	0	0	0
BACAJÁÍ	I	I	I	NC	NC	NC	
RIO BACAJÁ	IG 11	II	II	II	II	II	
TRECHO DE RESTITUIÇÃO DE VAZÃO	TVR 06	II	II	II	II	II	II
	TVR 07	I	II	II	II	II	I
	TVR 08	II	II	I	I	II	II
	TVR 09	IV	IV	IV	IV	IV	III
	VILA B. MONTE	I	I	II	I	I	0
	RX 07 TRIM.	I	I	I	I	I	I
	RX 11 TRIM.	II	II	II	II	II	II
	IG 12	I	I	I	I	I	I
	IG 13	III	III	III	III	III	III
	TUC 01	I	III	III	III	III	III
RESERVATÓRIO INTEMEDIÁRIO-IGARAPÉS INTERCEPTADOS	DI 01	II	II	II	II	II	II
	DI 02	II	II	II	II	II	II
	DI 03	II	II	II	II	II	II
	DI 04	II	II	III	III	III	II
	DI 05	II	II	II	II	II	II
	DI 06	II	II	II	II	II	II
	PONTO 07	NC	III	II	II	0	II
	PONTO 08	NC	III	III	III	III	III
	PONTO 09	NC	III	0	0	0	0
	PONTO 10	NC	III	II	II	II	II
	DIQUE 29	NC	II	III	III	III	III

ÁREA	PONTO	5º Ciclo Hidrológico					
		JAN/2016 ENCHENTE*	MAR/2016 CHEIA**	MAI/2016 CHEIA**	JUL/2016 VAZANTE**	AGO-SET/2016 SECA**	NOV/2016 ENCHENTE**
	CANAL	NC	III	IV	III	II	III
	CANTEIRO CANAL	NC	V	II	II	II	II
	CN 08A	NC	NC	III	III	III	III
	CN 08B	NC	NC	III	III	III	III

QUADRO - 2 - OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS FLUTUANTES LIVRES DE ELEVADO POTENCIAL DE INFESTAÇÃO OBSERVADAS NOS CURSOS DE ÁGUA LOCALIZADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UHE BELO MONTE DURANTE AS FASES DE ENCHIMENTO E OPERAÇÃO (JANEIRO A NOVEMBRO DE 2016). RX: RESERVATÓRIO DO XINGU; TRV: TRECHO DE RESTITUIÇÃO DE VAZÃO; RI: RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

ESPÉCIE	PONTO	ÁREA EIA	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA
<i>Eichhornia crassipes</i> (Família Pontederiaceae)	ALT MEDIO	RX	2
	IG 02	RX	6
	PONTO 01B	RX	4
	PONTO 03	RX	1
	DIQUE 29	RI	5
	CANAL	RI	5
	PONTO 07	RI	4
<i>Salvinia auriculata</i> (Família Salviniaceae)	AMBE FOZ	RX	5
	AMB-M	RX	4
	IG 02	RX	1
	IG 03	RX	3
	IG 04	RX	2
	IG 07	RX	1
	LA 03	RX	1
	LA 04	RX	2
	LAGOA MASSANORI	RX	2
	PONTO 01	RX	1
	PONTO 01 B	RX	3
	PONTO 1 C	RX	2
	PONTO 02	RX	3
	PONTO 03	RX	4
	PONTO 04	RX	3
	PONTO 04 B	RX	2
	PONTO 05	RX	3
	RX 24 TRIM	RX	1
	IG 13	TRV	3
	TUC 01	TRV	1
TVR 09	TRV	2	
CANTEIRO CANAIS	RI	1	
<i>Pistia stratiotes</i> (Família Araceae)	PONTO 03	RX	4
	PONTO 04	RX	4
	PONTO 04 B	RX	2
	DIQUE 29	RI	1
	PONTO 09	RI	1
	RI 02	RI	1
	RI 03	RI	1
	RI 04	RI	1
	RI 14	RI	1
	RI 15	RI	1
<i>Azolla filiculoides</i> (Família Salviniaceae)	IDM SOBREVOO	RX	1
	CANAL	RI	1

ESPÉCIE	PONTO	ÁREA EIA	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA
	CANTEIRO CANAIS	RI	2
	DIQUE 29	RI	1
	PONTO 08	RI	1
	PONTO 09	RI	1
	RI 16	RI	1
<i>Lemna aequinoctialis</i> (Família Araceae)	AMBE FOZ	RX	1
	IDM SOBREVVOO	RX	1
	IG 05	RX	1
	IG 07	RX	1
	LA 04	RX	3
	PONTO 02	RX	2
	PONTO 03	RX	1
	PONTO 04	RX	1
	PONTO 05	RX	5
	CANTEIRO CANAIS	RI	1
	PONTO 08	RI	1
	RI N1	RI	1
	RI 07	RI	1
	RI 09	RI	1
RI 10	RI	1	
RI 13	RI	1	

3. AÇÕES PARA O MANEJO DOS ESTANDES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

3.1. ÁREA DO RESERVATÓRIO DO XINGU

Conforme a lista de espécies de macrófitas aquáticas de hábito flutuante livre com elevado potencial de infestação apresentada no **Quadro 2**, ocorrências foram verificadas em vários pontos da área do Reservatório do Xingu, principalmente nos pontos localizados nos braços formados pelos igarapés Palhal e Bastião. Porém, os estandes que apresentam níveis graves ou críticos de infestação nestas áreas durante a fase de enchimento e início da fase de operação sofreram retração das áreas ocupadas ou mesmo deixaram de ocorrer após o período de seca (agosto e setembro de 2016), resultante da redução do nível de água dos braços e de algumas áreas alagadas causado pelo deplecionamento do reservatório. Diante desse fato, não há necessidade de intervenção na atual fase. Não obstante, torna-se fundamental a continuidade do monitoramento desses estandes visando o acompanhamento da extensão das áreas por eles ocupadas, assim como o monitoramento da qualidade da água nesses locais visando a detecção de aportes de nutrientes que possam desencadear as infestações.

3.2. RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

De forma distinta ao Reservatório do Xingu, o Reservatório Intermediário apresenta maior volume e maior tempo de retenção de água, principalmente durante os períodos de menor vazão do rio Xingu. Tal condição de maior estagnação pode ser um fator favorável ao desenvolvimento acelerado de macrófitas aquáticas, desde que a água contenha elevadas concentrações de nutrientes. Baseado no monitoramento realizado no Reservatório Intermediário durante a fase de enchimento, alguns pontos apresentaram ocorrências importantes de estandes de espécies flutuantes livres, tais como *Lemna aequinoctialis*, *Pistia stratiotes*, *Azolla filiculoides*, *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes* (**Quadro 2**). Porém, a maior parte dos estandes deixou de ocorrer nos meses subsequentes após o enchimento do RI, muito provavelmente resultante do processo de estabilização do reservatório, bem como das intervenções realizadas em alguns locais pela Norte Energia, tais como remoção de detritos e de bancos de macrófitas aquáticas nas proximidades dos diques.

O monitoramento tanto dos estandes de macrófitas aquáticas como da qualidade da água do RI estão sendo realizados bimestralmente durante a fase de operação, visando o acompanhamento de eventuais alterações que possam ocorrer no sistema.

4. FORMAS DE CONTROLE DE MACRÓFITAS

4.1. Controle indireto

Conforme já mencionado, uma das formas para se evitar infestações severas de macrófitas aquáticas é a manutenção da qualidade da água nos futuros reservatórios, baseada no controle das cargas de nutrientes, tais como lançamento de efluentes domésticos e industriais, das fontes difusas, bem como a supressão da vegetação e retirada da biomassa nas áreas a serem inundadas na fase de pré-enchimento, de forma a se evitar a eutrofização dos sistemas. Paralelamente ao controle da eutrofização, torna-se necessário o monitoramento da qualidade da água, principalmente das concentrações de nitrogênio e fósforo. Assim, a detecção de concentrações elevadas desses nutrientes e das principais fontes torna-se fundamental para tomadas de ações que visem a mitigação dos aportes desses elementos nos sistemas.

4.2. Controle direto

Remoção manual

Os estandes de macrófitas aquáticas no Reservatório do Xingu como no Reservatório Intermediário deverão ser periodicamente monitorados tanto em termos de novos surgimentos como de alterações da extensão daqueles já existentes, visando tomadas rápidas de ações para que as infestações não se alastrem e fujam do controle. Nesta fase inicial, na qual ocorrem pequenos bancos, a remoção das plantas poderá ser manual, com a utilização de instrumentos adequados que possibilitem a retirada destas para a margem ou para a embarcação. Porém, caso os estandes se mantenham estáveis, sem evidência de expansão, a remoção se torna desnecessária.

Remoção com máquinas

Caso os estandes se multipliquem de forma demasiada, torna-se necessária a remoção mecânica, que poderá ser executada com instrumentos (colheitadeiras ou dragas adaptadas para este fim) acionados de uma embarcação. Caso haja acesso por terra, os instrumentos poderão ser acionados a partir da margem do reservatório.

Todo o material removido deverá ser devidamente acondicionado, de forma a evitar que os propágulos das plantas e a biomassa retornem aos corpos de água, os quais irão resultar em novas infestações e no aumento da eutrofização. O material poderá ser acondicionado em aterros sanitários, ou mesmo reaproveitado como fertilizantes, como por exemplo, para recomposição de florestas no entorno dos reservatórios.

Deve-se considerar que o custo das operações de remoção mecânica pode se tornar muito oneroso em função da necessidade do uso de maquinarias sofisticadas de grande porte, balsas, mobilização de funcionários, gastos com combustíveis, transporte e disposição das plantas, entre outras. Nos reservatórios do rio Paraíba do Sul, por exemplo, são retirados, anualmente, 12 mil caminhões de macrófitas aquáticas, e o custo pelo controle mecânico é estimado em cerca de um milhão de dólares (Esteves e Meirelles-Pereira, 2011⁴). Portanto, quanto mais precoces forem as ações de controle, menores serão os custos para a remoção das macrófitas dos reservatórios e maiores serão as chances de combate.

⁴ ESTEVES, F. A., MEIRELLES-PEREIRA, F. Eutrofização artificial. In: F. A. Esteves (ed.), Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2011. p. 625-655.

4.3. Outras formas de controle

Outras formas de controle, tais como uso de agentes químicos como herbicidas não são indicadas, uma vez que esses podem causar riscos à fauna e flora nativas. Da mesma forma, o uso de agentes biológicos, em especial espécies exóticas, não é indicado para o controle das macrófitas, haja vista que tais aplicações exigem um estudo mais aprofundado das interações que possam ocorrer com as comunidades nativas.

São Carlos, 14 de fevereiro de 2016.



Donato Seiji Abe
Pesquisador da Associação Instituto Internacional de Ecologia
e Gerenciamento Ambiental
Gestor do Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas
do PBA da UHE Belo Monte