



norteENERGIA
USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE

10º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO
DE CONDICIONANTES

11.4.2 PROJETO DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

**Anexo 11.4.2 - 7 – Detalhamento dos estandes de
macrófitas de elevado nível de infestação nos trechos
do rio Xingu e tributários na área de influência da UHE
Belo Monte no âmbito do Projeto de Monitoramento e
Controle de Macrófitas Aquáticas (PBA)**

1. DETALHAMENTO DOS ESTANDES DE MACRÓFITAS DE ELEVADO NÍVEL DE INFESTAÇÃO

O presente anexo trata especificamente das 36 áreas observadas entre dezembro de 2011 a maio de 2016 as quais apresentaram infestação de macrófitas aquáticas em níveis mais elevados do que em outros locais na área de influência da UHE Belo Monte (**Figura - 1**), cujo estado merece uma atenção especial ao monitoramento de macrófitas aquáticas. Os níveis considerados como mais elevados neste anexo referem-se aos de escalas III (médio), IV (grave) e V (crítico), conforme apresentados no **Anexo 11.4.2 - 5**. Verificou-se um aumento do número de áreas com infestações de escala média a crítica, que até outubro de 2015 eram 18, e em maio de 2016 passaram a ser 37, muito em função da formação do Reservatório do Xingu e do Reservatório Intermediário, que resultou na ampliação das áreas de ocorrência de macrófitas aquáticas.

As áreas aqui citadas extrapolam as áreas onde são realizados os levantamentos trimestrais, realizados até outubro de 2015, sendo bimestrais a partir de janeiro de 2016. Desta forma, foi possível estimar a área potencial de ocupação por macrófitas aquáticas, através de atividades de campo, bem como, nos registros fotográficos realizados entre janeiro e maio de 2016, com sobrevoos de helicópteros nos pontos identificados no Reservatório do Xingu e no Reservatório Intermediário, após a formação dos reservatórios.

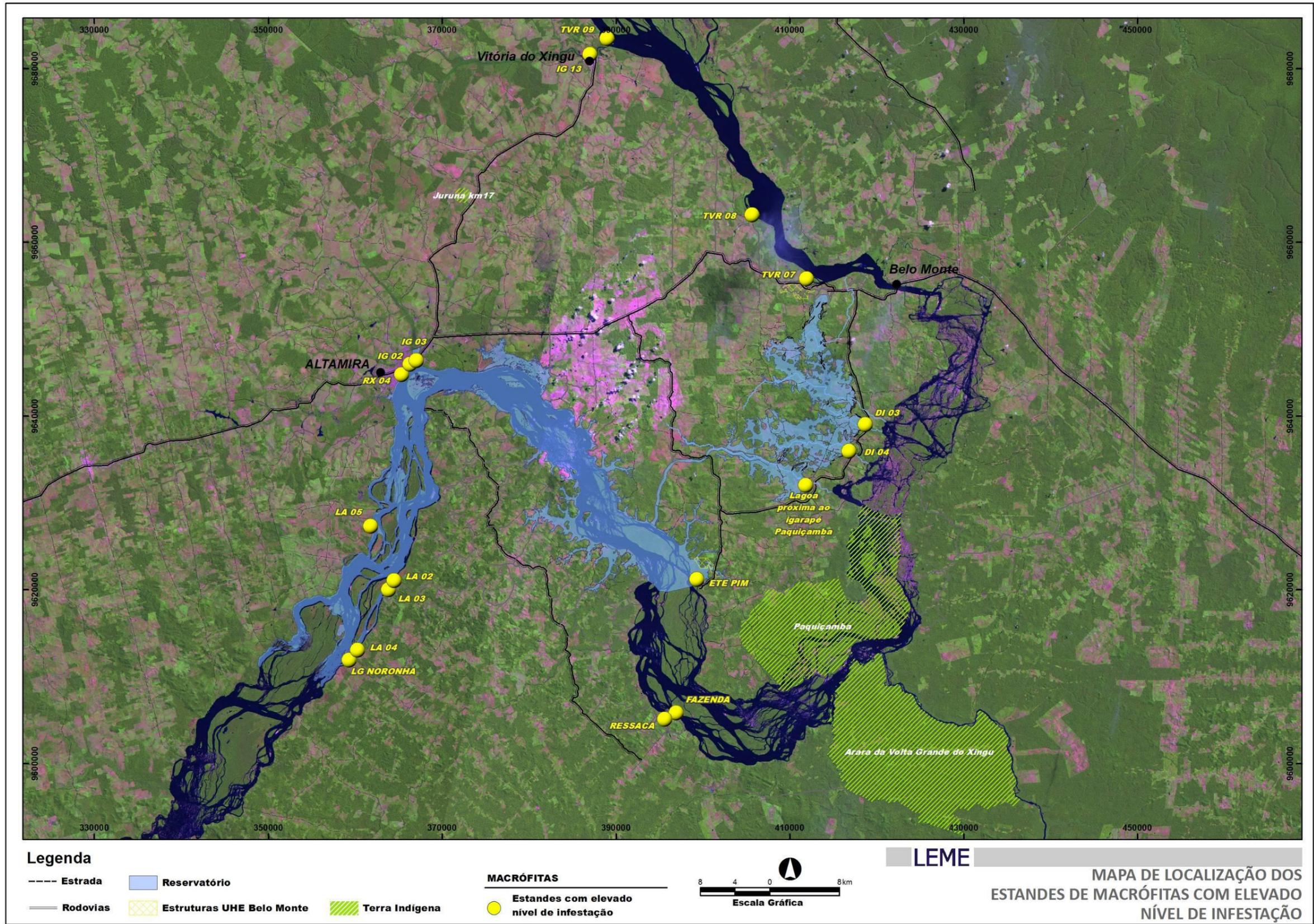


Figura - 1 – Localização dos estandes de macrófitas na área de influência da UHE Belo Monte de elevado nível de infestação.

ÁREA DO RESERVATÓRIO DO XINGU

1) A Lagoa do Noronha compreende uma área alagável (área aproximada do estande de macrófitas = 54.000 m²), localizada na margem direita do rio Xingu, a 34 km a montante da cidade de Altamira-PA (**Figura - 2**). Possui características bem similares à Lagoa da Fazenda do Arismar e à Lagoa do Maradona, a serem apresentadas a seguir, quanto às épocas de seca e de seu enchimento. Localizada a aproximadamente 200 m da margem do rio Xingu, os estandes aí distribuídos, ora se encontram adensados ou dispersos na área avaliada, com predominância de ocorrência de *Nymphaea sp 1* e *Eichhornia azurea* (**Figura - 3**).

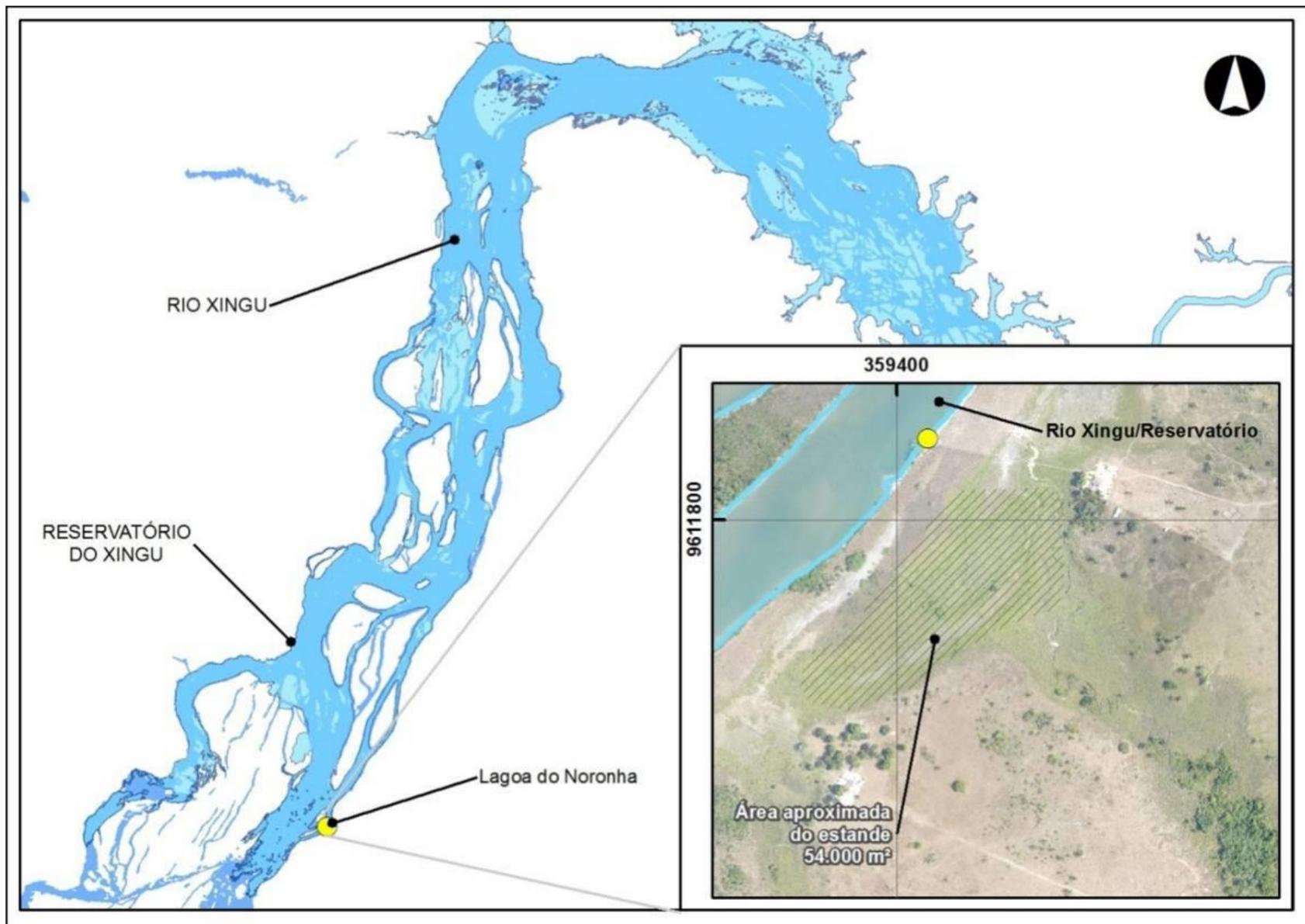


Figura - 2 – Mapa de localização do ponto Lagoa do Noronha.



Figura - 3 – Aspecto da Lagoa do Noronha com ocorrência dos gêneros *Eichhornia azurea* (A) e *Nymphaea sp.1* (B) em maio de 2016.

2) A Lagoa da Fazenda do Arismar (ponto LA 04) compreende uma área alagável (área aproximada do estande de macrófitas = 56.000 m²), localizada na margem direita do rio Xingu, a 34 km a montante da cidade de Altamira-PA (**Figura - 4**). Possui características bem similares à Lagoa do Maradona, quanto às épocas de seca e de seu enchimento. Localizada à aproximadamente 300 m da margem do rio Xingu, os estandes aí distribuídos, ora se encontram em adensados ou dispersos na área avaliada (**Figura - 5**), como a infestação da Cyperaceae *Eleocharis minima* em julho de 2015 e de em março de 2016.

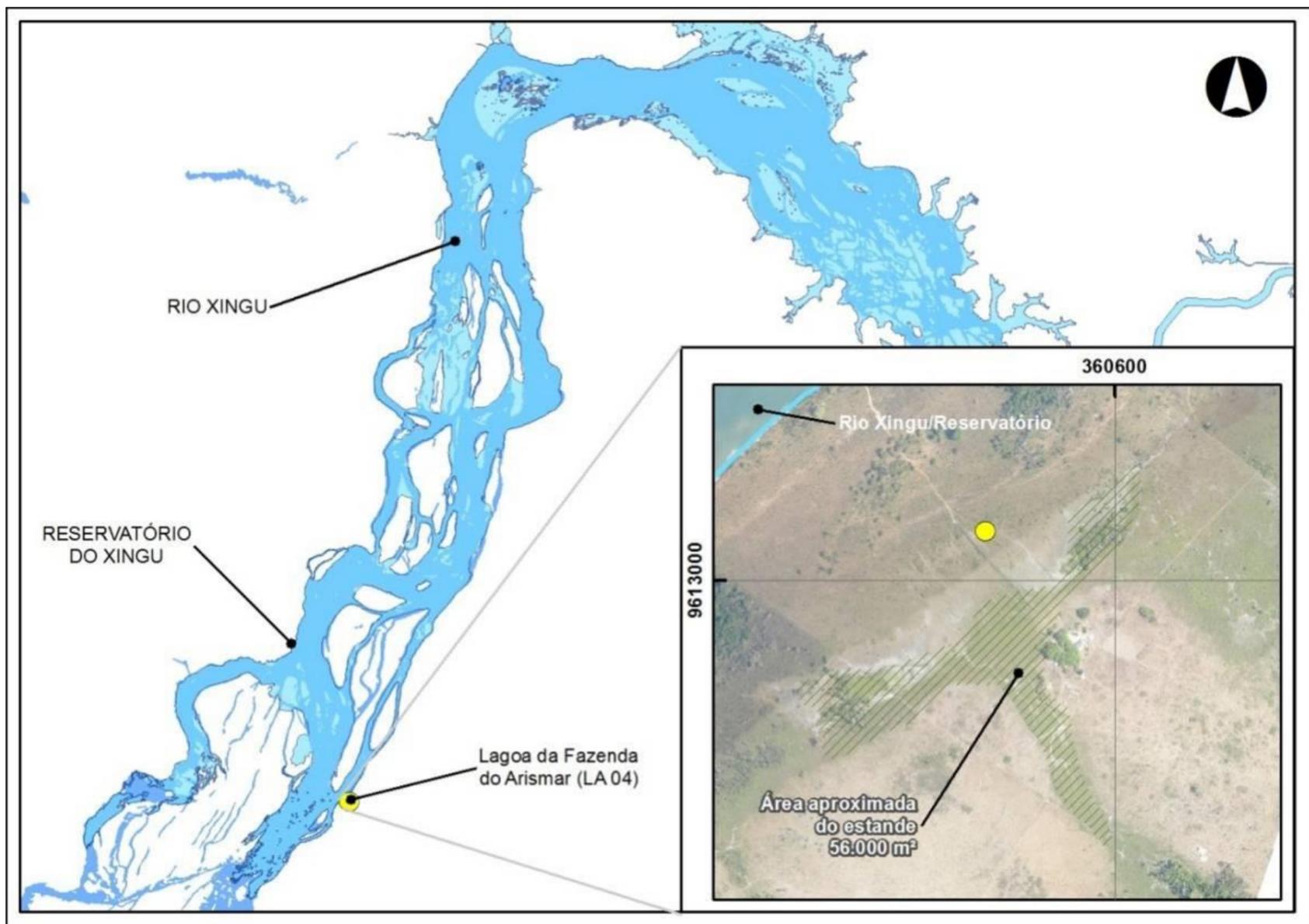


Figura - 4 - Mapa de localização do ponto LA 04, Lagoa do Arismar.

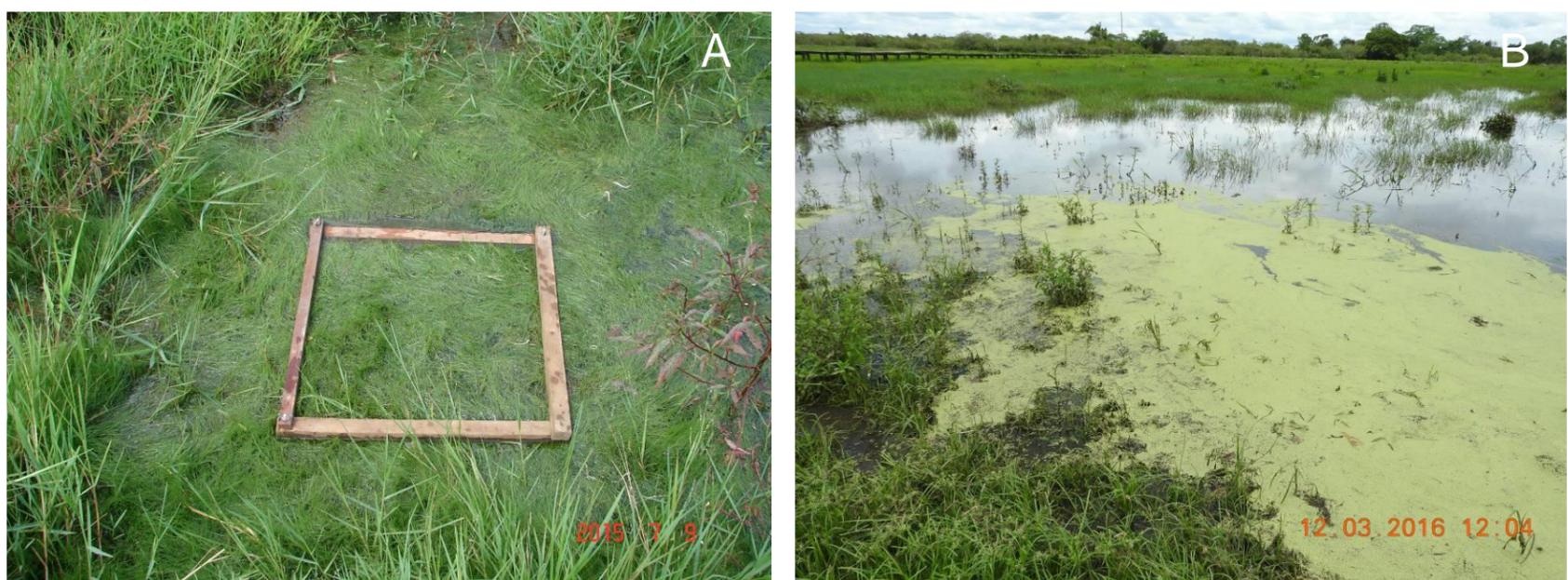


Figura - 5 - Destaque da ocorrência de infestação da espécie *Eleocharis minima* (Família Cyperaceae) em julho de 2015 (A) e de infestação de *Lemna aequinoctialis* em março de 2016 (B) na Lagoa do Arismar.

3) A Lagoa do Maradona (ponto LA 03) compreende uma área alagável (área aproximada do estande de macrófitas = 175.000 m²), localizada na margem direita do rio Xingu, a 25 km a montante da cidade de Altamira-PA (**Figura - 6**). Local com alta diversidade de macrófitas, contando sobretudo com espécies flutuantes (**Figura - 7**). Na seca, este ambiente fica isolado do rio Xingu, porém, na cheia, esta lagoa se enche.

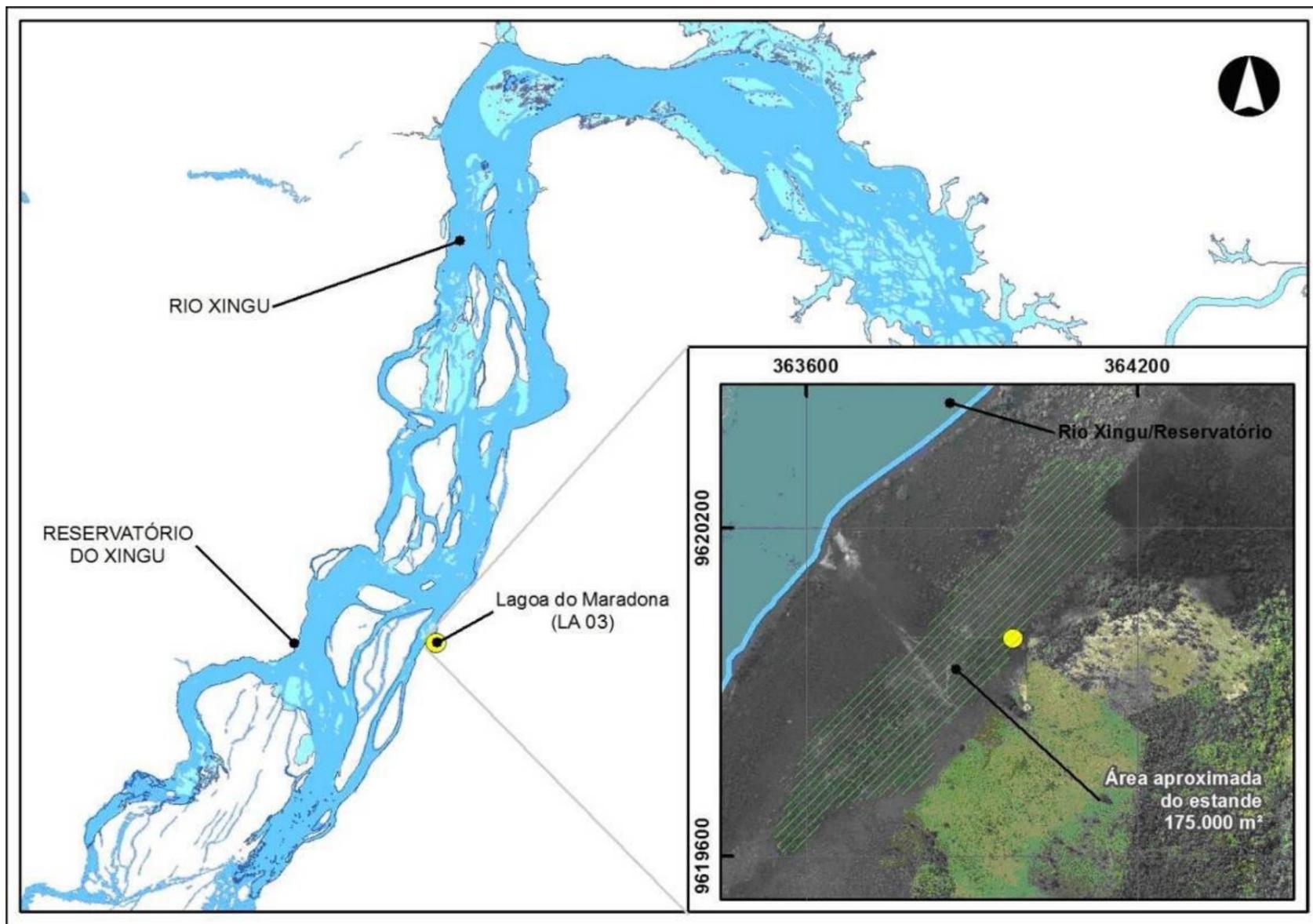


Figura - 6 – Mapa de localização do ponto LA 03, Lagoa do Maradona.



Figura - 7 - Aspecto da Lagoa do Maradona cheia em janeiro de 2013 (foto da esquerda), e exemplares de formas flutuantes livres das espécies *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes* e *Ricciocarpus natans* em julho de 2015 (vazante).

4) A lagoa do Valdir (ponto LA 02) compreende uma área alagável localizada na margem direita do rio Xingu, a 24 km a montante da cidade de Altamira-PA, próxima à lagoa do Maradona (**Figura - 8**). Local com diversidade média de macrófitas, contando principalmente com espécies emersas. Na seca, este ambiente se torna quase seco e isolado do rio Xingu (**Figura - 9**). Os estandes aí distribuídos se encontram dispersos. Neste ponto já foram observados níveis médios de infestação da espécie *Montrichardia linifera*.

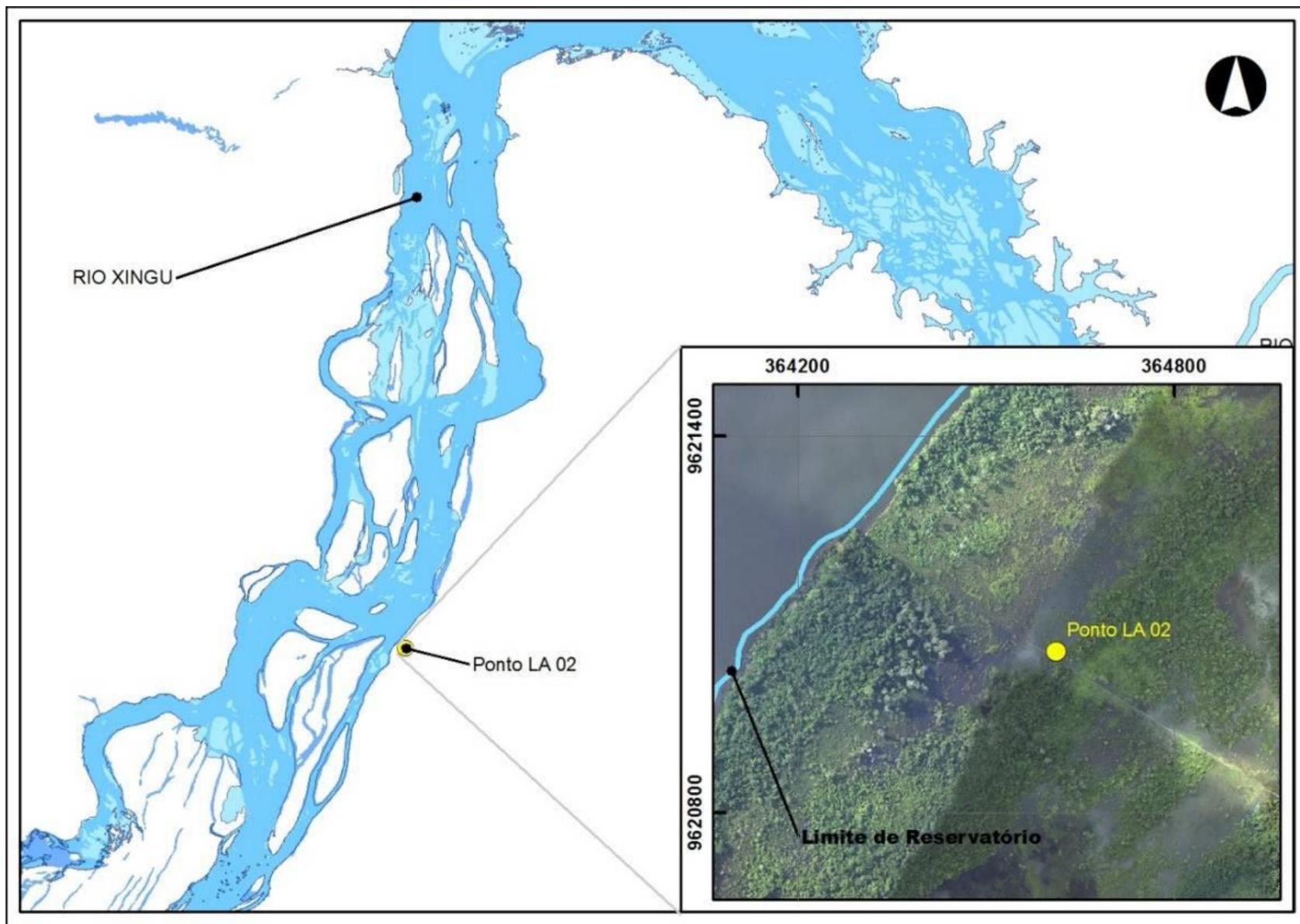


Figura - 8 – Mapa de localização do ponto LA 02, Lagoa do Valdir.

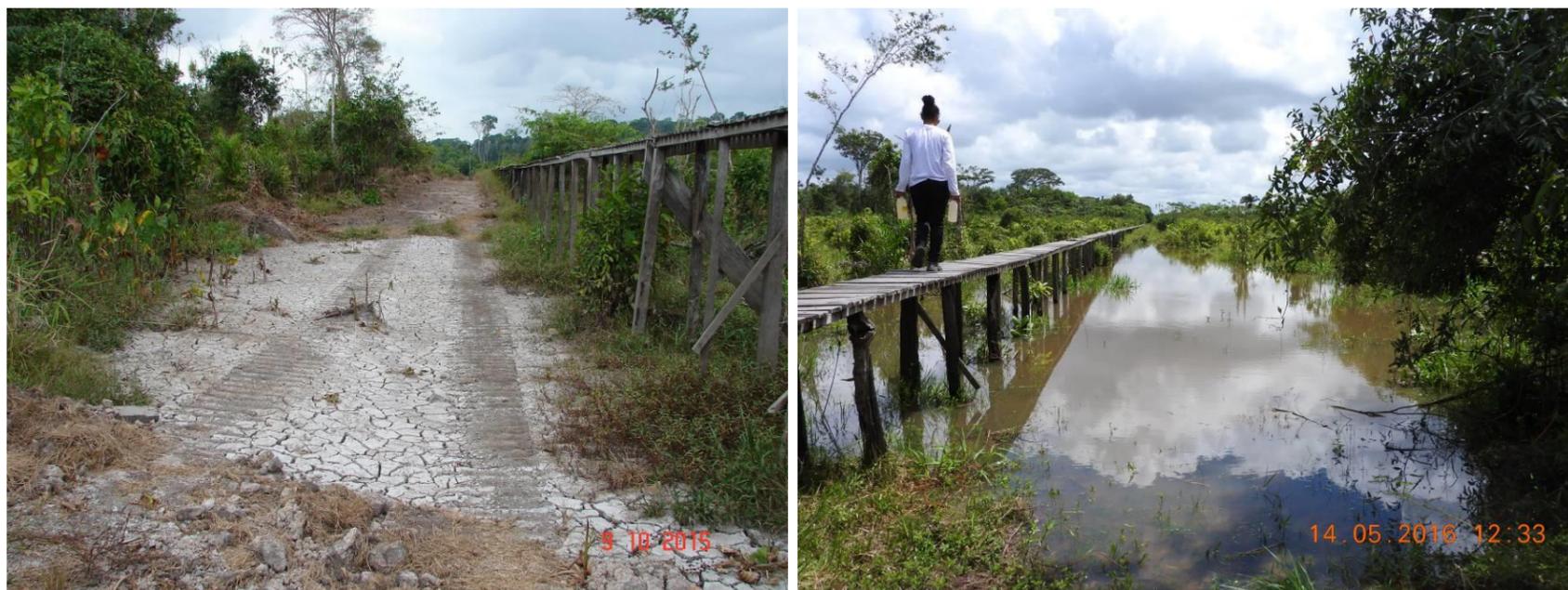


Figura - 9 – Vista geral da lagoa do Valdir em outubro de 2015, no período de seca, e em maio de 2016, no período de cheia.

5) A lagoa do Déo (ponto LA 05) compreende uma área alagável localizada na margem esquerda do rio Xingu, a 18 km a montante da cidade de Altamira-PA (**Figura - 10**). O acesso à lagoa é difícil e depende do nível do rio (**Figura - 11**), por estar localizado próximo a uma extensa área de pedrais do rio Xingu. Apresentou nível médio de infestação apenas em janeiro de 2013, sendo que nos demais períodos os níveis foram sempre baixos ou com ausência de macrófitas.

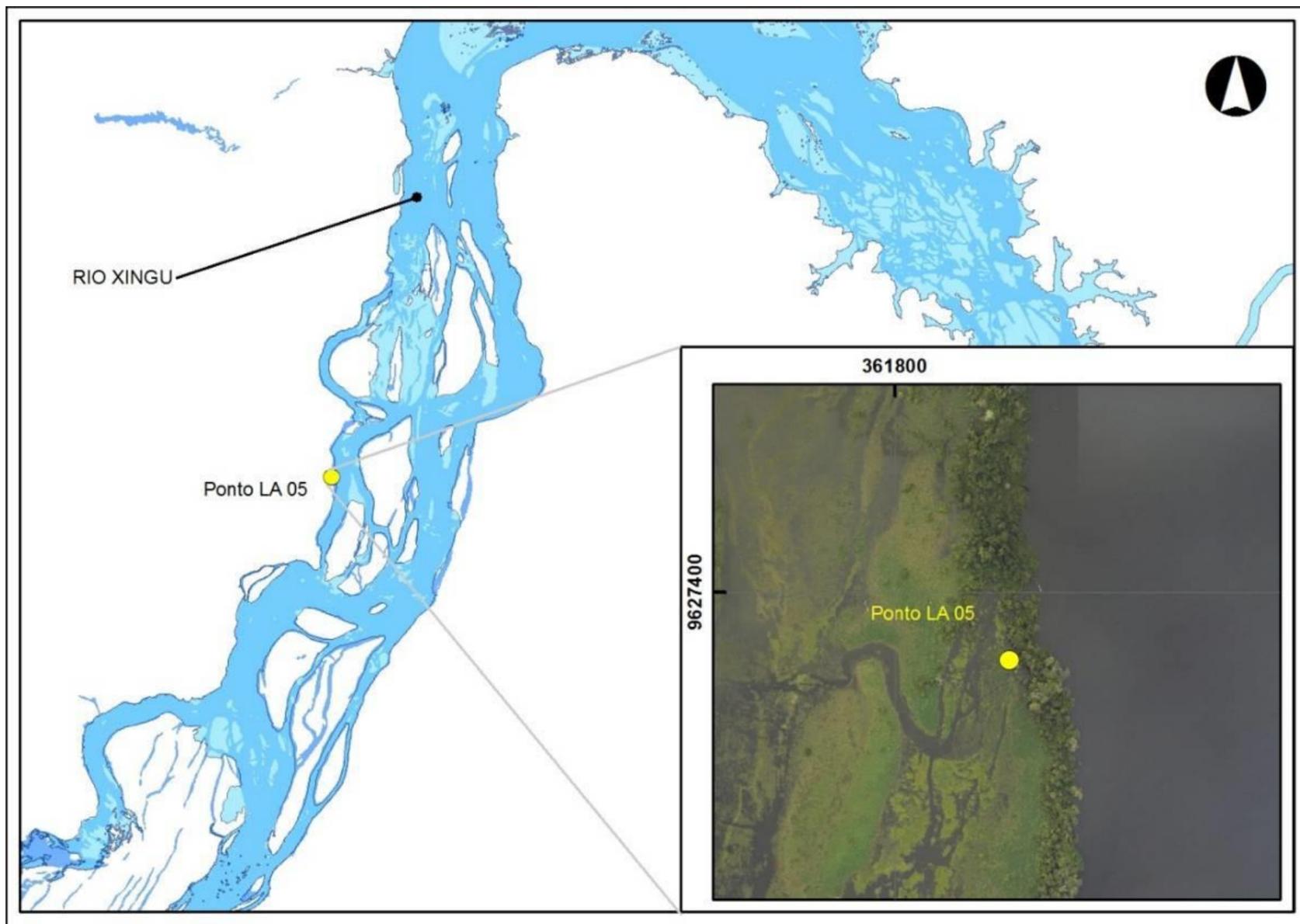


Figura - 10 – Mapa de localização do ponto LA 05, Lagoa do Déo.



Figura - 11 – Vista geral da lagoa do Déo, em janeiro de 2015 (enchente) e em abril de 2015 (cheia).

6) O ponto RX 04, localizado na margem esquerda do rio Xingu, em frente à cidade de Altamira-PA, apresenta níveis médios de infestação periodicamente, principalmente das espécies *Montrichardia linifera* e *Paspalum repens*, mas também com pequenas ocorrências de espécies flutuantes como *Eichhornia crassipes* (Figura - 12). Porém, devido à proximidade da cidade de Altamira-PA (Figura - 13), este ponto deve receber atenção especial.

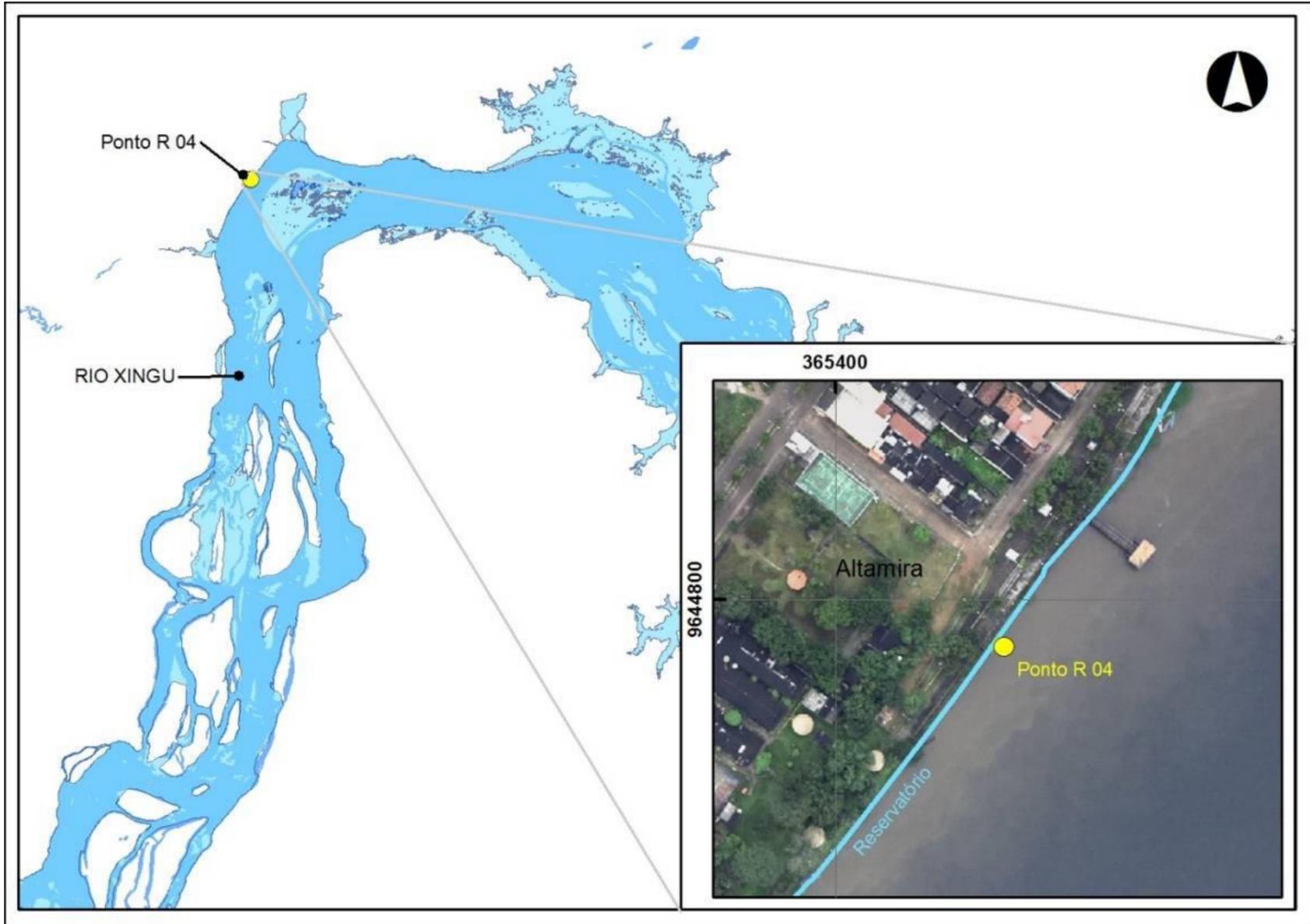


Figura - 12 – Mapa de localização do ponto RX 04, localizado na margem esquerda do rio Xingu, em frente à cidade de Altamira-PA.



Figura - 13 – Macrófitas aquáticas no ponto RX 04, localizado em frente à cidade de Altamira-PA. Foto da esquerda: período de seca (outubro de 2015); foto da direita: período de cheia (maio de 2016).

7) A porção média do igarapé Altamira (ponto ALT MEDIO) apresentou infestação de macrófitas aquáticas predominantemente de forma fixa (**Figura – 14**) em uma extensão de 1,4 km até a proximidade da foz no rio Xingu, cuja área de infestação estimada, baseada nos sobrevoos de helicóptero, foi de 28.000 m².



Figura - 14 – Macrófitas aquáticas no ponto ALT MEDIO, localizado na porção média do igarapé Altamira, na área urbana. Esquerda: registro fotográfico feito com sobrevoos de helicóptero em maio de 2016; direita: registro fotográfico de campo realizado em maio de 2016 no igarapé, evidenciando ocorrência com predominância de formas fixas, principalmente de plantas da família Poaceae (gramíneas).

8) A foz do igarapé Altamira (ponto IG 02) apresentava uma pequena área (**Figura - 16**) onde foi verificada infestação razoável (área aproximada do estande de macrófitas = 4.500 m²) de espécies de macrófitas flutuantes (*Salvinia*, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia*) e algumas anfíbias-emersas (espécies de Poaceae). Atualmente, após as intervenções do seu curso pelo empreendimento, tais como remoção das palafitas, supressão da vegetação das margens, dragagem do leito, as infestações médias e graves deixaram de existir (**Figura - 17**). Porém, é uma área de grande potencial no estabelecimento de espécies flutuantes consideradas infestantes, pois com a elevação do nível, haverá também o aumento da área de remanso e do tempo de residência da água.

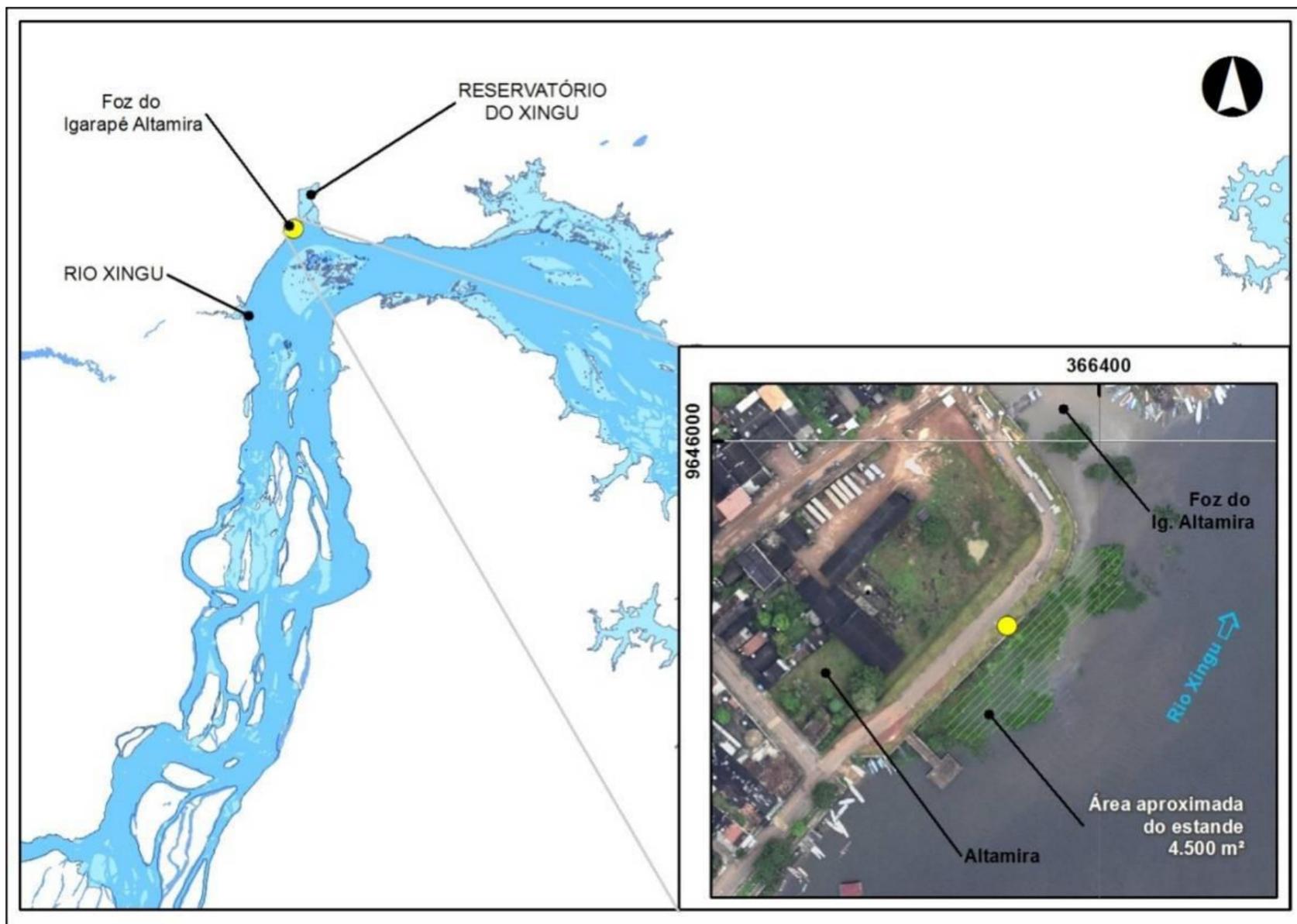


Figura - 16 – Mapa de localização do ponto IG 02, na foz do igarapé Altamira-PA.



Figura - 17 – Ocorrência de macrófitas aquáticas na foz do igarapé Altamira em abril de 2013 (esquerda), e já com bancos ocupando uma área menor em maio de 2016 (cheia).

9) A porção a montante do igarapé Ambé, no trecho cruzado pela ponte da Rodovia Transamazônica (BR 230), é caracterizada pela existência de uma extensa área alagada natural (**Figura - 18**), ocupada predominantemente por plantas da espécie *Montrichardia linifera* (**Figura - 19 A**). Porém, em março de 2016 foi verificada infestação média da espécie *Salvinia auriculata* (**Figura - 19 B**).



Figura - 18 – Área alagada na porção a montante do igarapé Ambé, junto ao cruzamento da ponte da Rodovia Transamazônica.



Figura - 19 – Trecho a montante do igarapé Ambé com predominância de macrófitas aquáticas da espécie *Montrichardia linifera* em área alagada natural (A), mas com ocorrência de infestação média por *Salvinia auriculata* em março de 2016.

10) O igarapé Ambé (ponto IG 03), na cidade de Altamira-PA, também apresenta uma área alagável (área aproximada do estande de macrófitas = 800.000 m²). O ponto original de coleta, proposto no PBA, fica próximo à foz com o rio Xingu, onde não foi verificada infestação grave de macrófitas aquáticas; no entanto, o igarapé Ambé é formado por uma rede de canais menores e, em seu relevo mais baixo, havia uma extensa área alagada com aproximadamente 1 km² (**Figura - 20**), a qual foi suprimida visto que será permanentemente alagada pelo reservatório do Xingu. Pode-se defini-la como área em estado de atenção (**Figura - 21**), devido à potencialidade de ocorrência de infestações.

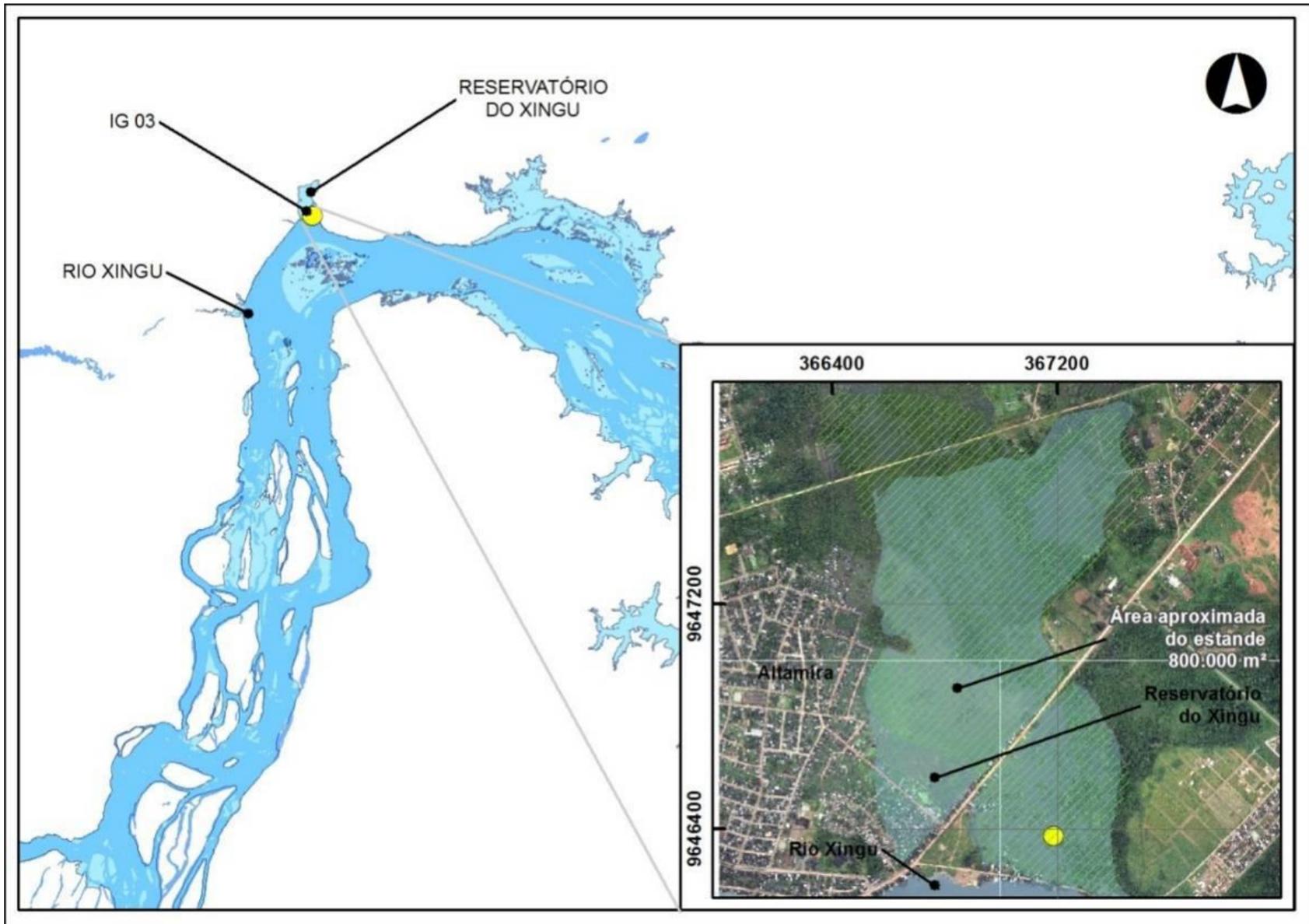


Figura - 20 – Mapa de localização do ponto IG 03, no igarapé Ambé.



Figura - 21 – Registro fotográfico no período de seca no ponto IG 03 em outubro de 2014 e em outubro de 2015, antes do início do enchimento do reservatório.

11) No trecho do igarapé Ambé próximo à foz (Ponto AMB FOZ), na proximidade da ponte de madeira da rua da Peixaria (**Figura - 22**), foi verificada infestação média de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata*, identificada com sobrevoos de helicóptero realizados em fevereiro e março de 2016 e no monitoramento de campo realizado em março de 2016 (**Figura 23 - A**). A área de infestação estimada com os registros do sobrevoo de helicóptero foi de 300 m², ou seja, em uma área muito restrita do igarapé. Porém, tal infestação deixou de existir em maio de 2016 (**Figura 23 - B**), possivelmente por senescência das plantas.



Figura - 22 – Sobrevoos de helicóptero realizados em fevereiro (esquerda) e março de 2016 (direita), nos quais foram identificadas infestações de macrófita aquática predominantemente da espécie *Salvinia auriculata*.



Figura - 23 – Infestação de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata* em março de 2016 (A), mas que deixaram de ocorrer em maio de 2016 (B).

12) O ponto IDM, localizado no braço formado pelo igarapé Di Maria após a formação do Reservatório do Xingu, apresentou infestação média por macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* identificada com sobrevoo de helicóptero (**Figura - 24**), bem como pelo monitoramento de campo, ambos realizados em março de 2016, as quais ocuparam as margens do braço. Porém, em maio de 2016 tal infestação deixou de existir, possivelmente por senescência da planta devido ao esgotamento de nutrientes.



Figura - 24 – Registro fotográfico de infestação de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* em março de 2016 no braço formado pelo igarapé Di Maria, localizado na margem esquerda do Reservatório do Xingu.

]

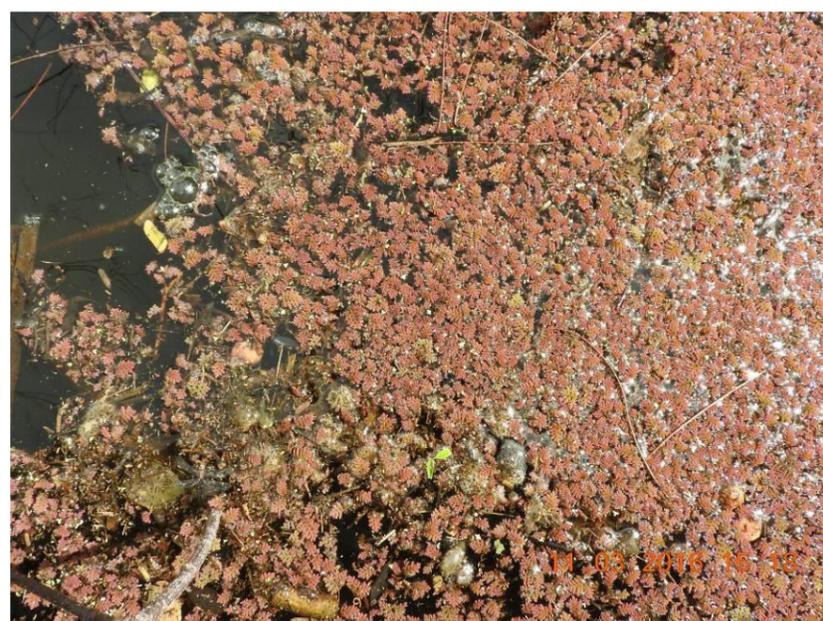


Figura - 25 – Registro fotográfico de campo de infestação de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* em março de 2016.

13) O ponto ETE PIM, localizado em um canal barrado do rio Xingu (**Figura - 26**), próximo ao lançamento de efluente da estação de tratamento de esgoto do canteiro Pimental, apresentou infestação grave da espécie *Pistia stratiotes* em abril de 2015 (**Figura - 27**). O barramento do canal, associado ao aporte de nutrientes, favoreceu a infestação desta espécie neste ponto, mas após a formação do reservatório não foi verificada a ocorrência de macrófitas.

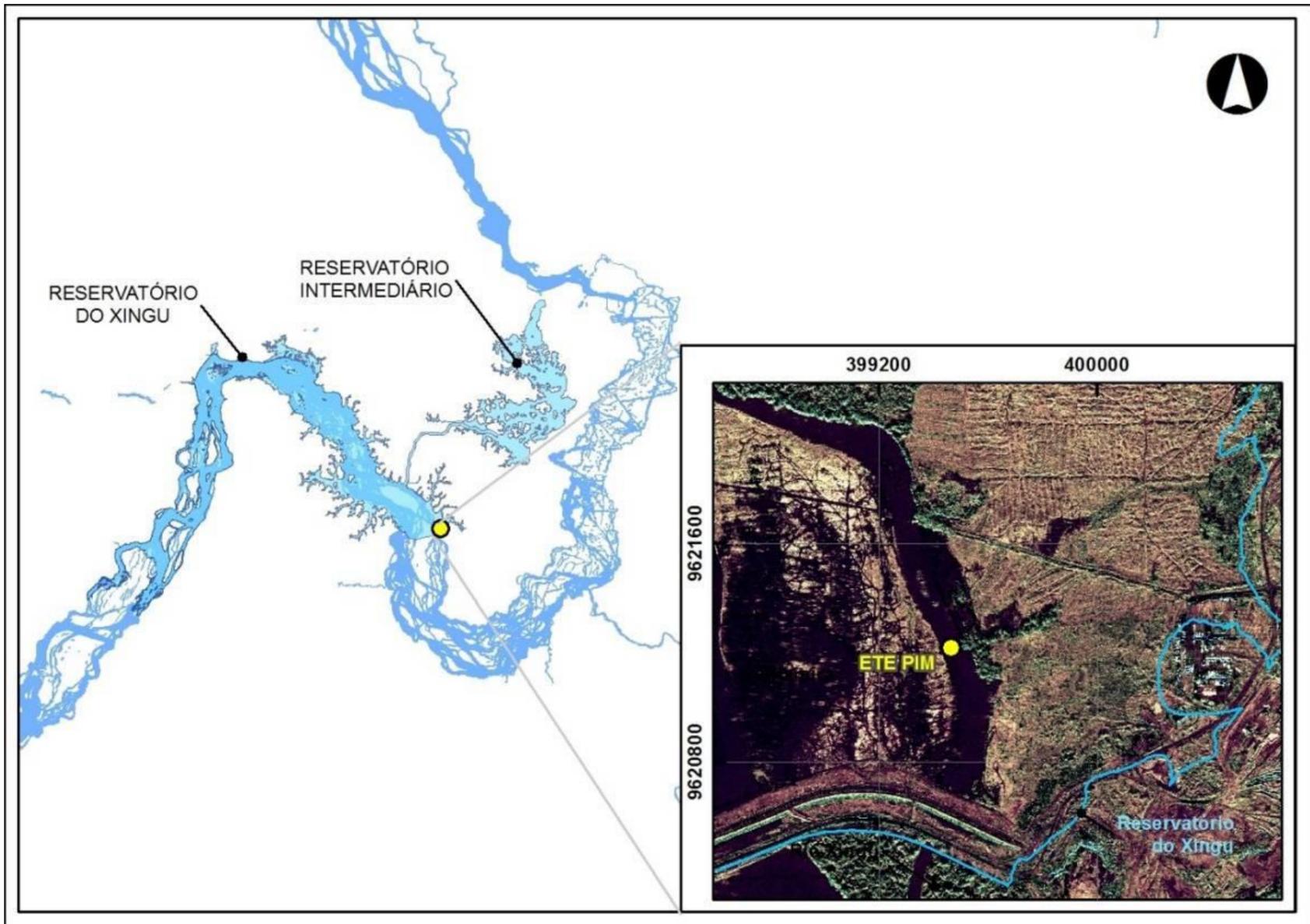


Figura - 26 - Mapa de localização do ponto ETE PIM.



Figura - 27 - Estande de *Pistia stratiotes* no ponto ETE PIM, localizado em um canal do rio Xingu barrado pela Barragem Principal e próximo ao lançamento de efluentes da ETE do canteiro Pimental, em abril de 2015.

14) O Ponto 01 B, localizado em uma área inundada na margem direita do Reservatório do Xingu, a jusante de Altamira, apresentou infestação média por macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata* em março de 2016, identificado por sobrevoo de helicóptero (**Figura - 28 A**) e por monitoramento de campo em março de 2016 (**Figura - 29**). A área total do estande de *S. auriculata* estimada com sobrevoo de helicóptero naquele mês foi de 12.000 m². Porém, o registro fotográfico realizado em maio de 2016 evidenciou uma nítida retração do estande (**Figura - 28 B**), mostrando a tendência do desaparecimento da infestação.

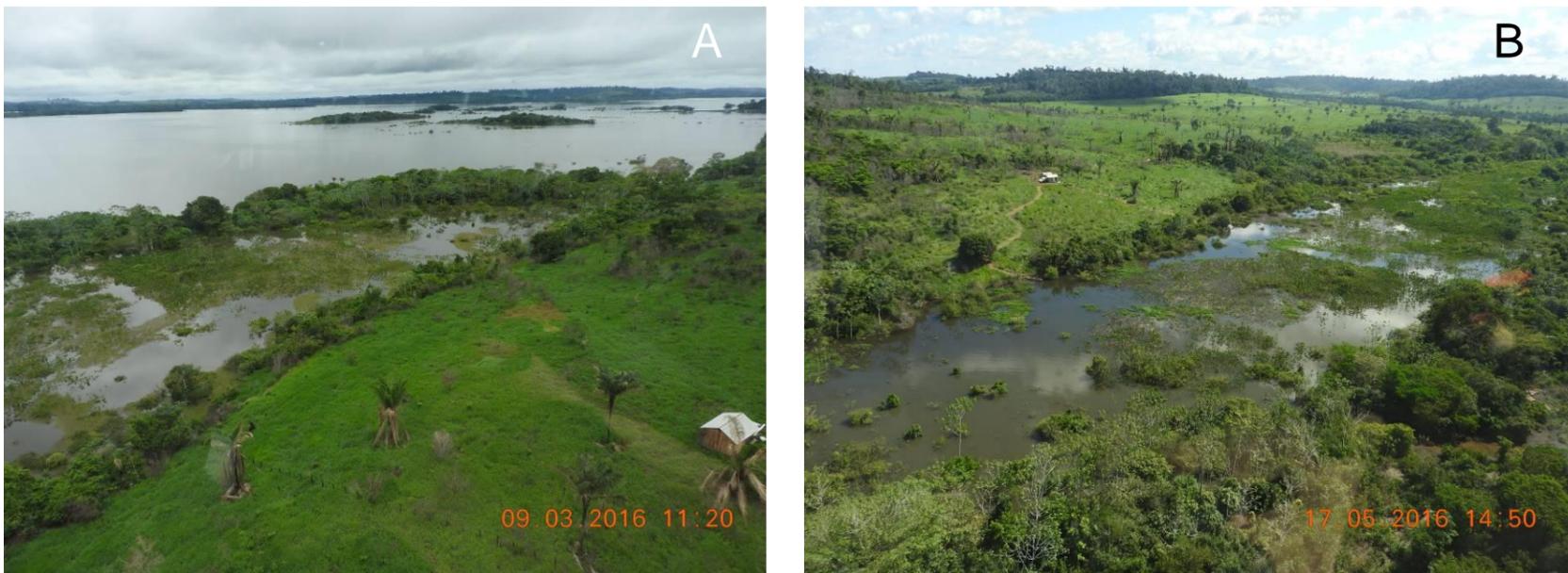


Figura - 28 – Registro fotográfico de infestação de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata* no Ponto 01B, localizado em área inundada na margem direita do Reservatório Intermediário, a jusante de Altamira, obtido com sobrevoo de helicóptero realizado em março de 2016 (A) e em maio de 2016 (B), evidenciando a retração do estande.



Figura - 29 – Registro fotográfico de infestação de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata* em monitoramento de campo realizado em março de 2016 no Ponto 01 B, localizado na margem direita do Rio Xingu, a jusante de Altamira.

15) O Ponto 02, localizado no braço formado pelo Igarapé Palhal, apresentou infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata*, identificada nos sobrevoos realizados no período entre janeiro e maio de 2016 (**Figura - 30**). Baseados nos registros fotográficos do sobrevoio realizado em maio de 2016 e nas medições parciais das dimensões realizadas em campo, a área do estande de *Salvinia auriculata* foi estimada em 250.000 m², divididos em dois braços. A biomassa total do estande, calculada a partir dos valores de biomassa da espécie *Salvinia auriculata* coletada no local e quantificada em laboratório, conforme valores apresentados no **Anexo 6**, foi estimada em 436,21 toneladas de peso seco.

Na **Figura - 31** está apresentado o registro fotográfico de campo realizado no local de infestação em maio de 2016.



Figura - 30 – Registro fotográfico obtido com sobrevoio de helicóptero em maio de 2016 no Ponto 02, localizado no braço formado pelo igarapé Palhal, na margem direita do Reservatório do Xingu, no qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata*.



Figura - 31 – Registro fotográfico de campo realizado em maio de 2016 do Ponto 02, no qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata*.

Em maio de 2016 foi realizado um perfil das variáveis físicas e químicas da água quantificadas com sonda multi-paramétrica, cujos dados estão apresentados no **Quadro - 1**. Verificou-se que a concentração de oxigênio dissolvido esteve baixa a 1 m de profundidade (1,30 mg/L), evidenciando elevado consumo de oxigênio dissolvido, possivelmente resultante da decomposição da matéria orgânica originária das macrófitas aquáticas mortas.

Quadro - 1 – Variáveis físicas e químicas quantificadas com sonda multi-paramétrica no Ponto 02, localizado no braço formado pelo igarapé Palhal, no qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata* em maio de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Clorofila-a (ug/L)	Porcentagem de sat. de O2 (%)	Oxigênio dissolvido (mg/L)
16/05/2016	0 m	31,63	0,035	0,020	6,56	196,6	15,0	10,70	63,4	4,99
	1 m	28,42	0,041	0,025	6,80	195,7	13,1	9,80	17,6	1,30

16) O Ponto 03, localizado no braço formado pelo igarapé Bastião, apresentou infestação grave de macrófitas aquáticas das espécies *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata* em março de 2016 (**Figura 32 A**), a qual foi sucedida pela espécie *Oxycaryum cubense* em maio de 2016 (**Figura 32 B**), confirmadas pelos registros de campo nesses meses (**Figura - 33**).

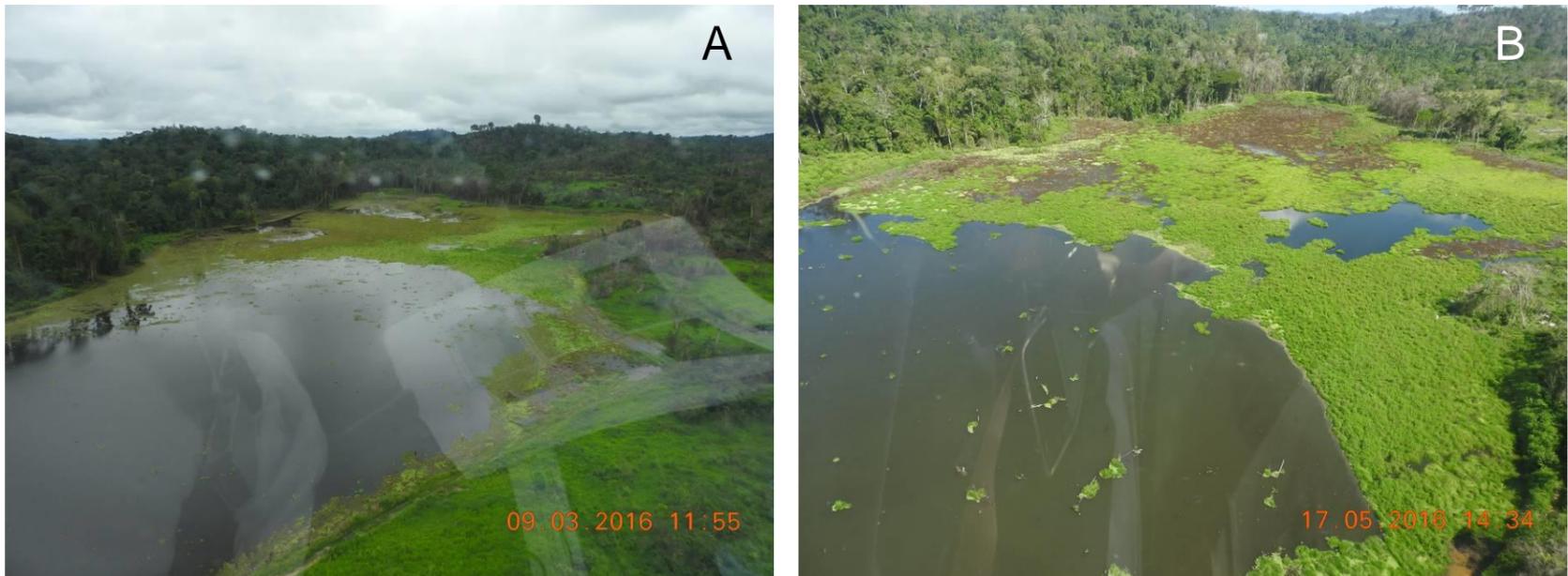


Figura - 32 – Registros fotográficos de sobrevoos de helicóptero realizados em março de 2016 (A) e em maio de 2016 (B) no Ponto 03, localizado no braço formado pelo igarapé Bastião, no qual foi verificada infestação grave de macrófitas aquáticas da espécie *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*, posteriormente sucedida por *Oxycaryum cubense*.



Figura - 33 – Ocorrência de macrófitas aquáticas das espécies *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata* no Ponto 03 em março de 2016, mas que foram sucedidas por plantas da espécie *Oxycaryum cubense* em maio de 2016 (B).

A área total do estande da espécie *Oxycaryum cubense* no Ponto 03 em maio de 2016 foi estimada em 67.500 m², baseadas nos registros fotográficos realizados com sobrevoos de helicóptero e nas medições parciais das dimensões realizadas em campo. Assim, biomassa total, calculada a partir dos dados de biomassa dessa espécie, foi estimada em 127,12 toneladas de peso seco.

No **Quadro - 2** estão apresentados os dados dos perfis verticais das variáveis físicas e químicas da água quantificados com sonda multi-paramétrica no Ponto 03 em maio de 2016. De forma semelhante ao Ponto 02, foi verificada baixa concentração de oxigênio dissolvido no fundo, possivelmente resultante da decomposição da matéria orgânica originária das macrófitas mortas depositadas no leito.

Quadro - 2 – Variáveis físicas e químicas quantificadas com sonda multi-paramétrica no Ponto 03, localizado no braço formado pelo igarapé Bastião, no qual foi verificada infestação grave de macrófitas aquáticas da espécie *Oxycaryum cubense* em maio de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Clorofila-a (ug/L)	Porcentagem de sat. de O ₂ (%)	Oxigênio dissolvido (mg/L)
16/05/2016	0 m	33,41	0,027	0,015	6,85	207,6	18,2	16,00	106,5	7,64
	1 m	32,55	0,027	0,015	6,70	206,9	17,5	20,90	58,6	4,55
	2 m	29,39	0,038	0,023	6,30	205,7	15,8	53,40	29,8	2,00

17) O ponto 04, localizado no fundo do braço Bastião, apresentou infestação crítica por macrófitas aquáticas da espécie *Salvinia auriculata* em março de 2016 **Figura - 34 A**, porém, sucedida por plantas da espécie *Oxycaryum cubense*, de forma semelhante ao ocorrido no Ponto 03.



Figura - 32 – Registros fotográficos de sobrevoos de helicóptero realizados em março de 2016 (A) e em maio de 2016 (B) no Ponto 04, localizado no fundo do braço formado pelo igarapé Bastião, no qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata*, posteriormente sucedida por *Oxycaryum cubense*.



Figura - 33 – Ocorrência de macrófitas aquáticas da espécie *Salvinia auriculata* no Ponto 04 em março de 2016, mas que foram sucedidas por plantas da espécie *Oxycaryum cubense* em maio de 2016 (B).

A área ocupada pelo estande de *Oxycaryum cubense* no ponto 04 foi estimada em 240.000 m², baseada nos registros fotográficos realizados com sobrevoos de helicóptero e nas medições das dimensões parciais dos estandes realizadas em campo. Assim, a biomassa total do estande foi calculada em 828,66 toneladas de peso seco.

No **Quadro - 3** estão apresentados os dados das variáveis físicas e químicas da água quantificados com sonda multi-paramétrica no Ponto 04. Apesar da infestação crítica observada neste ponto, os valores das variáveis físicas e químicas da água não caracterizam um local eutrofizado, cujas concentrações de oxigênio dissolvido estiveram elevadas, em conformidade com a legislação.

Quadro - 3 – Variáveis físicas e químicas quantificadas com sonda multi-paramétrica no Ponto 04, localizado no fundo do braço formado pelo igarapé Bastião, no qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Oxycaryum cubense* em maio de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Clorofila-a (ug/L)	Porcentagem de sat. de O2 (%)	Oxigênio dissolvido (mg/L)
16/05/2016	0 m	33,13	0,044	0,025	6,52	205,3	18,7	7,50	96,0	6,85
	0,4 m	32,97	0,043	0,024	6,72	200,8	17,2	6,70	93,2	6,53

18) O ponto 04 B, localizado próximo ao Ponto 04, no braço Bastião, apresentou infestação grave de macrófita da espécie *Salvinia auriculata* em maio de 2016 (**Figura - 34**).



Figura - 34 – Registros fotográficos do Ponto 04 B com sobrevoio de helicóptero (esquerda) e no monitoramento de campo (direita) realizados em maio de 2016, no qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata*.

A área total ocupada pelo estande de macrófitas aquáticas no Ponto 04 B foi estimada em 24.750 m², baseada nos registros fotográficos do sobrevoio de helicóptero e nas medições realizadas em campo. Assim, a biomassa total de *Salvinia auriculata* neste ponto foi estimada em 4,94 toneladas de peso seco.

No Quadro - 4 estão apresentados os dados das variáveis físicas e químicas da água quantificados com sonda multi-paramétrica no Ponto 04 B. Os baixos valores de oxigênio observados nas camadas mais profundas são indicativos de acúmulo de biomassa resultante da morte das macrófitas aquáticas que se acumulam no leito do braço.

Quadro - 4 – Variáveis físicas e químicas quantificadas com sonda multi-paramétrica no Ponto 04 B, localizado no fundo do braço formado pelo igarapé Bastião, próximo ao Ponto 04, no qual foi verificada infestação grave de macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata* em maio de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Clorofila-a (ug/L)	Porcentagem de sat. de O ₂ (%)	Oxigênio dissolvido (mg/L)
16/05/2016	0 m	31,99	0,032	0,018	6,53	203,4	20,5	5,90	76,1	5,69
	1 m	31,02	0,032	0,019	6,64	201,6	19,7	5,50	48,3	3,70
	2 m	30,11	0,032	0,019	6,12	199,0	18,9	4,90	21,7	1,62
	3 m	28,56	0,034	0,021	6,18	197,2	17,6	14,40	23,4	1,60

19) O Ponto 05, localizado no Canteiro Pimental, apresentou infestação crítica da espécie de macrófita aquática *Lemna aequinoctialis* em março de 2016, cujo nível de infestação se manteve inalterado até maio de 2016 (Figura - 35). As características da água superficial no local em maio de 2016, tais como elevada condutividade elétrica e baixa concentração de oxigênio dissolvido, indicam que o sistema se encontra eutrofizado, razão pela qual a infestação permanece inalterada desde a sua identificação em janeiro de 2016.



Figura - 35 – Infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* verificada em março de 2016 (esquerda) e em maio de 2016 (direita) no Ponto 05, localizado no Canteiro Pimental, a partir dos registros fotográficos obtidos com sobrevoos de helicóptero.



Figura - 36 – Infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* verificada em março de 2016 (esquerda) e em maio de 2016 (direita) no Ponto 05, localizado no Canteiro Pimental, a partir dos registros fotográficos obtidos no monitoramento de campo.

Baseados nos registros fotográficos dos sobrevoos de helicóptero e nas medições feitas em campo, a área total ocupada pelo estande de *Lemna aequinoctialis* no Ponto 05 foi estimada em 90.000 m², e cuja biomassa total foi calculada em 19 toneladas de peso seco, tomando-se como base os dados de biomassa quantificados em laboratório apresentados no Anexo 6.

Quadro - 5 – Variáveis físicas e químicas quantificadas com sonda multi-paramétrica no Ponto 05, localizado em área inundada no Canteiro Pimental, na qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* em maio de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Clorofila-a (ug/L)	Porcentagem de sat. de O ₂ (%)	Oxigênio dissolvido (mg/L)
16/05/2016	Superfície	31,49	0,114	0,066	5,95	166,3	20,7	1,4	20	1,41

TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

20) O ponto RESSACA, localizado na margem direita do rio Xingu, próximo à localidade Ressaca (**Figura - 37**), apresentou infestação média da espécie *Paspalum repens* (**Figura - 38**). Por estar localizado próximo à área de ocupação humana, foi incluído no monitoramento para coleta de amostras para determinação de biomassa, bem como para coleta de amostras de fauna associada visando a possível ocorrência de vetores de doenças.

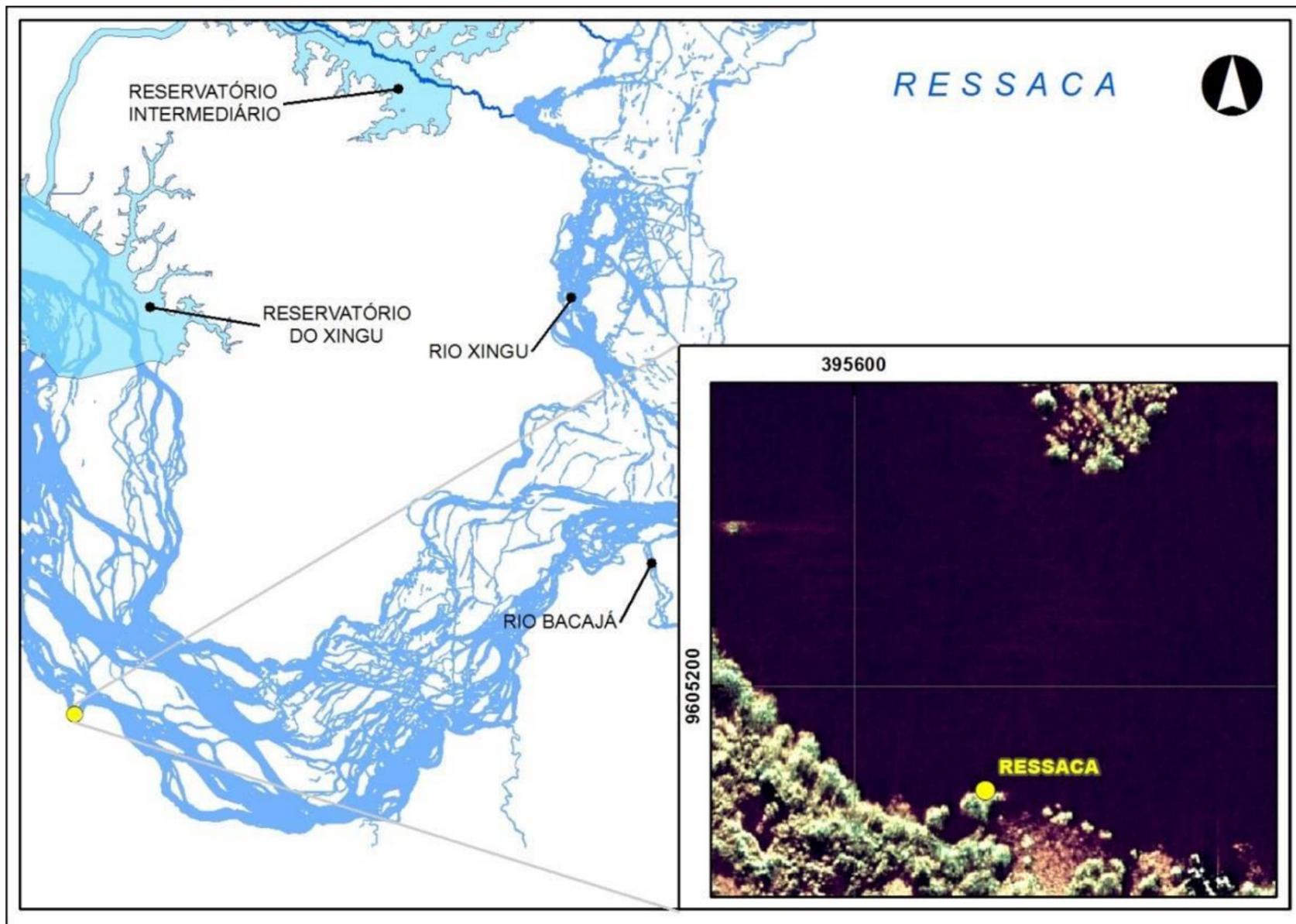


Figura - 37 – Mapa de localização do ponto RESSACA.



Figura - 38 – Ponto RESSACA, situado próximo à localidade RESSACA, com infestação média de *Paspalum repens* em abril de 2015 (cheia) e em julho de 2015 (vazante).

21) O ponto FAZENDA, situado próximo à localidade Fazenda (Figura - 39), também foi incluído na malha amostral por estar localizado próximo à área de ocupação humana. Apresentou infestação média de *Hymenachne amplexicaulis* (Figura - 40). Foi incluído no monitoramento para coleta de amostras para determinação de biomassa, bem como para coleta de amostras de fauna associada.

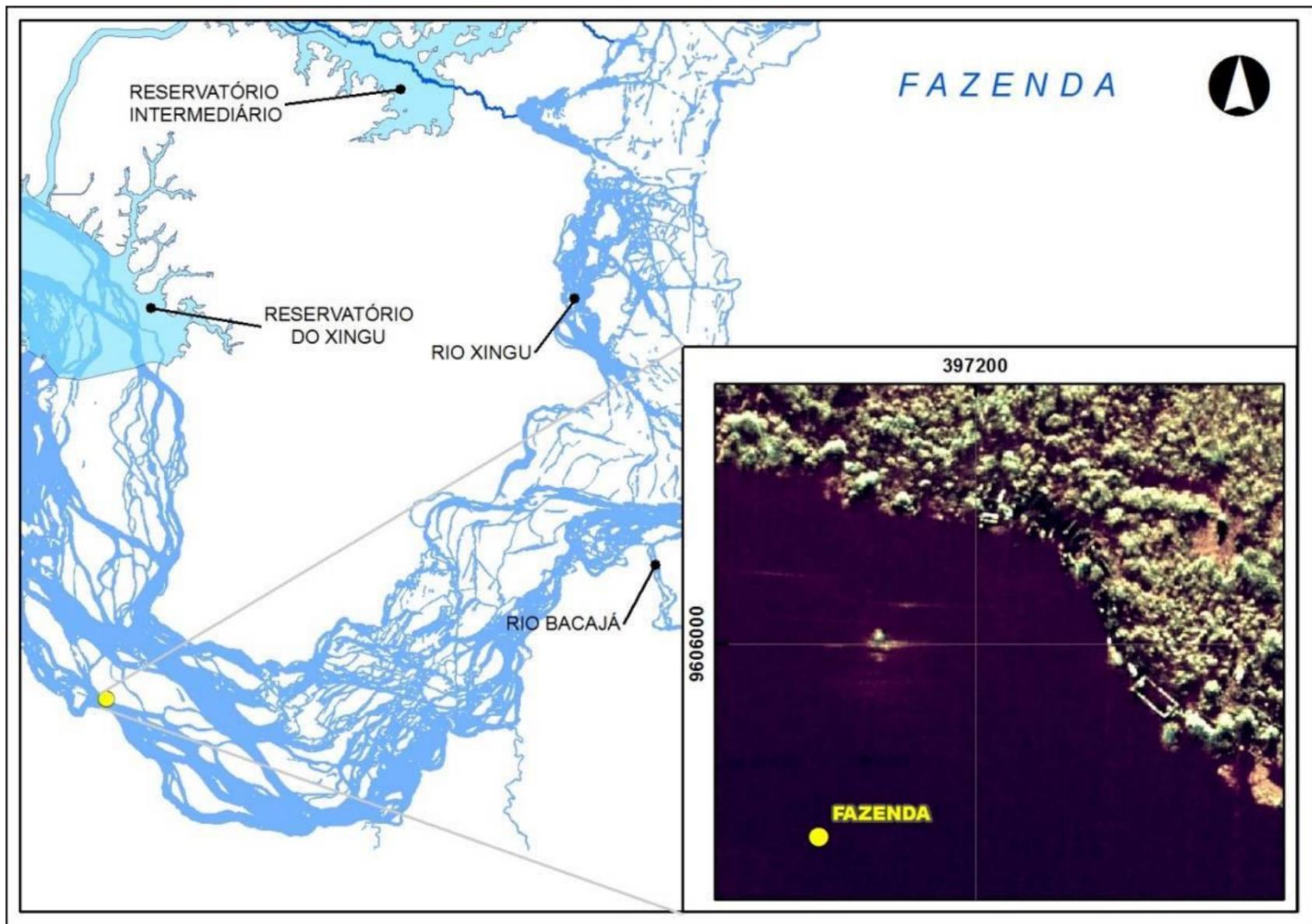


Figura - 39 – Ponto FAZENDA, situado próximo à localidade FAZENDA.



Figura - 40 - Ponto FAZENDA, situado próximo à localidade Fazenda, no qual foi verificada infestação média de *Hymenachne amplexicaulis* em abril de 2015 na cheia (foto da esquerda), sendo que em julho de 2015 (vazante) as plantas já se encontravam senescentes (foto da direita).

22) O ponto TVR 03, localizado entre os pontos RESSACA e FAZENDA, apresentou uma única vez nível médio de infestação de macrófita aquática da espécie *Paspalum repens* em janeiro de 2015 (**Figura - 41**). Apesar dessa ocorrência, nas demais campanhas subsequentes os níveis se mantiveram entre simples presença e infestação leve, podendo ser considerado, portanto, como isolada.



Figura - 41 – Infestação média de macrófita aquática da espécie *Paspalum repens* em janeiro de 2015 no ponto TVR 03, localizado entre os pontos RESSACA e FAZENDA.

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

23) Ponto CANTEIRO CANAIS, localizado em um igarapé inundado no Sítio Canais, apresentou, em março de 2016, infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* (**Figura - 42**), também confirmada com o registro fotográfico realizado em campo (**Figura - 43**). Essa infestação surgiu no início da fase de pós-enchimento do Reservatório Intermediário. Sendo esta espécie considerada como pioneira e oportunista, as condições iniciais da formação do Reservatório Intermediário favoreceram o seu desenvolvimento.

Porém, apesar da infestação crítica observada em março de 2016, em maio de 2016 tal infestação não foi mais observada (**Figura - 44**), possivelmente resultante da alteração das condições da água do Reservatório Intermediário. De fato, em março de 2016, mês em que a infestação foi observada, a água superficial do local apresentou baixa concentração de oxigênio dissolvido (1,16 mg/L), um indicativo do estágio eutrofizado do sistema, sendo que em maio de 2016, mês em que não mais foi verificada infestação, observou-se elevada concentração de oxigênio dissolvido (**Quadro - 6**), um indicativo da alteração das condições da água no sistema.



Figura - 42 – Registro fotográfico feito com sobrevoo de helicóptero em março de 2016 no Ponto CANTEIRO CANAIS, localizado no Sítio Canais, no qual foi observada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides*.



Figura - 43 – Registro fotográfico da ocorrência de *Azolla filiculoides* no Ponto CANTEIRO CANAIS no monitoramento de campo realizado em março de 2016.

Quadro - 6 – Variáveis físicas e químicas quantificadas com sonda multi-paramétrica no Ponto CANTEIRO CANAIS, localizado em um igarapé inundado no Sítio Canais, no qual foi verificada infestação crítica de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* em março de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Clorofila-a (ug/L)	Porcentagem de sat. de O2 (%)	Oxigênio dissolvido (mg/L)
14/03/2016	Superfície	29,58	0,036	0,026	7,63	25,1	1,4	14,5	22,5	1,56
16/05/2016	Superfície	32,4	0,053	0,03	6,19	171,1	5,6	2,7	118,4	8,45



Figura - 44 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero (esquerda) e de campo (direita) no Ponto CANTEIRO CANAIS em maio de 2016, no qual não foi mais verificada infestação de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides*.

24) O Ponto Canal, localizado em um braço formado no final do Canal de Derivação e início do Reservatório Intermediário, apresentou infestação grave em maio de 2016 por macrófita aquática a espécie *Eichhornia crassipes* (Figura 45).



Figura – 45 – Registro fotográfico com sobrevoo de helicóptero (esquerda) e durante o monitoramento de campo (direita) no Ponto CANAL, localizado em um braço formado no final do Canal de Derivação e início do Reservatório Intermediário, no qual foi observada infestação grave de macrófita aquática da espécie *Eichhornia crassipes*.

Apesar da infestação grave observada no ponto CANAL, a qualidade da água superficial observada no local não caracteriza um ambiente eutrofizado (Quadro - 7). É possível que as condições lânticas do Reservatório Intermediário, especificamente na bacia do igarapé Paquiçamba, na qual o ponto está inserido, tenha favorecido a expansão de *Eichhornia crassipes*, haja vista que esta espécie já havia sido observada na bacia na fase de pré-enchimento.

Quadro - 7 – Variáveis físicas e químicas quantificadas com sonda multi-paramétrica no Ponto CANAL, em um braço formado no final do Canal de Derivação do Reservatório Intermediário, no qual foi verificada infestação grave de macrófita aquática da espécie *Eichhornia crassipes* em maio de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	Clorofila-a (ug/L)	Porcentagem de sat. de O2 (%)	Oxigênio dissolvido (mg/L)
16/05/2016	Superfície	31,85	0,027	0,015	6,33	195,3	2,1	7,8	110,4	8,08

Baseadas nas medições feitas em campo, bem como nos registros fotográficos obtidos com sobrevoo de helicóptero, a área total da infestação nesse ponto foi estimada em 15.000 m², cuja biomassa total, baseada na quantificação realizada em laboratório com a planta coletada em campo em maio de 2016 foi calculada em 16,1 toneladas de peso seco.

25) O ponto DIQUE 29, também localizado na bacia do igarapé Paquiçamba, próximo ao Dique 29, apresentou infestação média de macrófita aquática da espécie *Eichhornia crassipes*, identificada tanto por sobrevoo de helicóptero (**Figura – 46**) como pelo monitoramento de campo (**Figura - 47**) em março de 2016 e em maio de 2016.



Figura – 46 – Registros fotográficos realizados com sobrevoos de helicóptero de infestação de nível médio de macrófita aquática da espécie *Eichhornia crassipes* no ponto DIQUE 29, localizado na bacia do igarapé Paquiçamba. A: em março de 2016; B: em maio de 2016.



Figura - 47 – Registros fotográficos do monitoramento de campo que confirmaram a infestação de macrófita aquática da espécie *Eichhornia crassipes* no ponto DIQUE 29, localizado na bacia do igarapé Paquiçamba. A: em março de 2016; B: em maio de 2016.

Baseados nos registros fotográficos, bem como pelas medidas realizadas em campo em maio de 2016, o estande de *Eichhornia crassipes* no ponto DIQUE 29 foi estimado em 15.000 m². Apesar da biomassa dessa planta não ter sido quantificada em maio de 2016, dada a semelhança do estande com aquele observado no ponto CANAL, a biomassa total do estande de *Eichhornia crassipes* no ponto DIQUE 29 pode ser estimado também em 16,1 toneladas de peso seco.

26) O Ponto 08, localizado na bacia do igarapé Ticaruca, apresentou infestação média de macrófita aquática da espécie *Leersia hexandra* em março e maio de 2016, identificada por sobrevoo de helicóptero (**Figura - 48**) e por monitoramento de campo (**Figura - 49**). O estande tem se mantido como ilha flutuante no fundo do braço, sendo que o monitoramento desta será continuado visando identificar se haverá o deslocamento em direção para o corpo principal do Reservatório.



Figura - 48 – Estande de macrófita aquática da espécie *Leersia Hexandra* no Ponto 08, localizado na bacia do igarapé Ticaruca, observado por sobrevoo de helicóptero em maio de 2016.



Figura - 48 – Estande de macrófita aquática da espécie *Leersia Hexandra* observado em março de 2016 (esquerda) e em maio de 2016 (direita) no Ponto 08, localizado na bacia do igarapé Ticaruca.

27) O igarapé Ticaruca (ponto DI 04), a jusante do Dique 19 B, apresenta uma área alagável (área aproximada do estande de macrófitas = 10.000 m²) nas suas margens (**Figura - 49**), com diversas espécies de macrófitas aquáticas (**Figura - 50**), sobretudo *Azolla* e dominância das espécies *Poligonum* sp.1 e *Paspalum conspersum*. Vale destacar que as macrófitas na referida área foram identificadas desde o início do monitoramento.

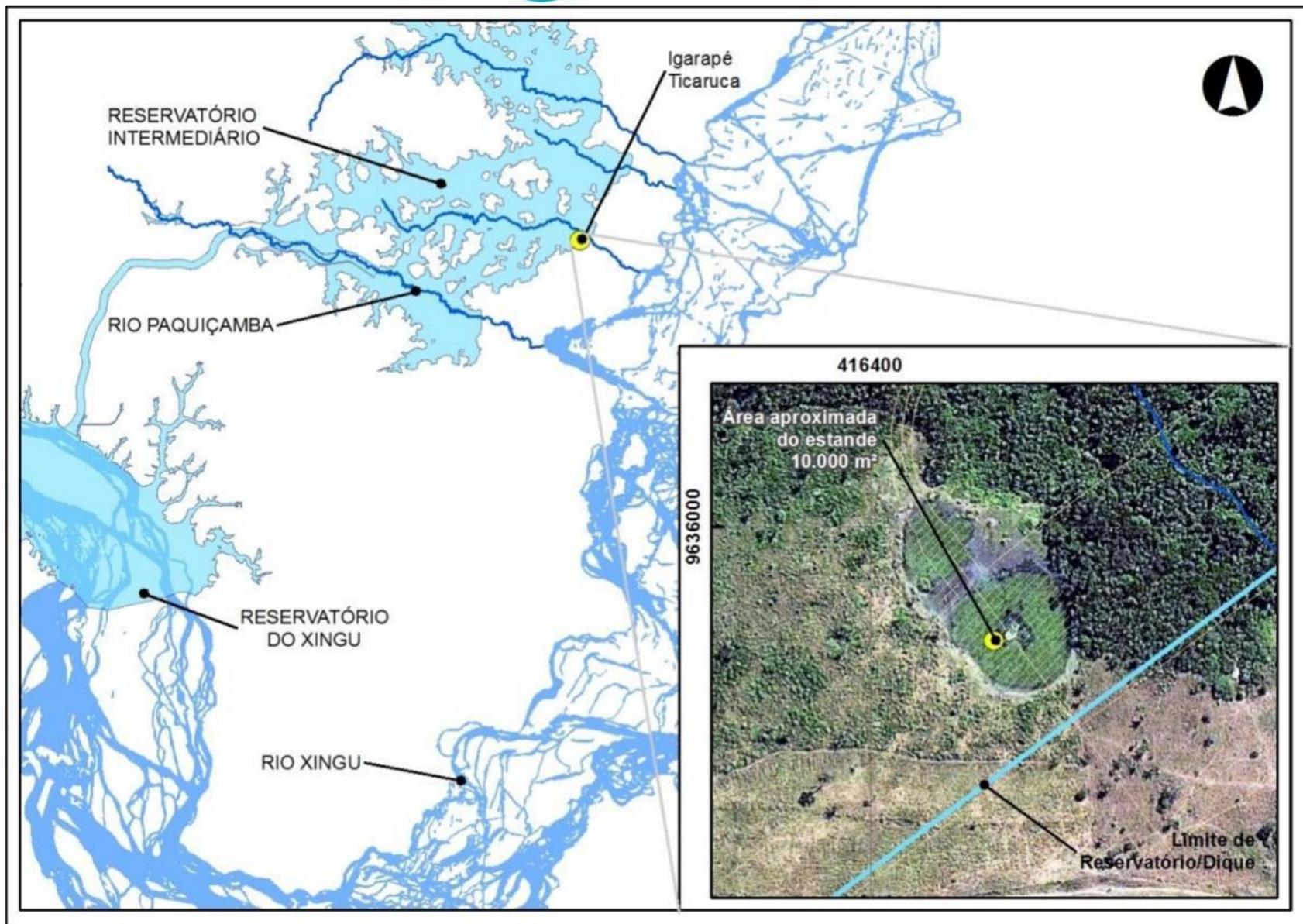


Figura - 49 – Mapa de localização do ponto DI 04, igarapé Ticaruca.



Figura - 50 – Estandes de *Polygomum sp.1* em (esquerda) e *Paspalum conspersum* (direita) presentes no igarapé Ticaruca.

28) O Ponto 09, localizado no Reservatório Intermediário, na bacia do igarapé Cajueiro, apresentou infestação média de macrófita aquática da família Poaceae (gramíneas) e da espécie *Pistia stratiotes* em março de 2016, as quais se desenvolveram junto aos resíduos de supressão da vegetação acumulados no Dique 14 G, identificada com sobrevoo de helicóptero e confirmada durante o monitoramento de campo (Figura 51).



Figura – 51 – Registro fotográfico da ocorrência de infestação de macrófitas aquáticas no Ponto 09, localizado na bacia do igarapé Cajueiro em março de 2016. A esquerda: registro do sobrevoo de helicóptero; A direita: registro de campo que evidencia a ocorrência de plantas da família Poaceae (gramíneas) e da espécie *Pistia stratiotes*.

Porém, após intervenção realizada em abril de 2016 para remoção tanto dos resíduos da supressão da vegetação como dos bancos de macrófitas (Figura - 53 A), tal infestação deixou de existir em maio de 2016 (Figura - 53 B).



Figura - 53 – Registros fotográficos dos sobrevoos de helicóptero, mostrando a intervenção realizada em abril de 2016 para remoção de resíduos da supressão da vegetação (a esquerda), e a ausência de resíduos e de infestação de macrófitas em maio de 2016 (a direita).

29) O ponto DI 03 (**Figura - 54**) estava localizado no igarapé Cajueiro (**Figura - 55**), cujas margens (área aproximada do estande de macrófitas = 1.200 m²), na qual havia ocorrência, principalmente, por espécies de Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae. Após a formação do Reservatório não foi verificada a ocorrência no referido ponto.

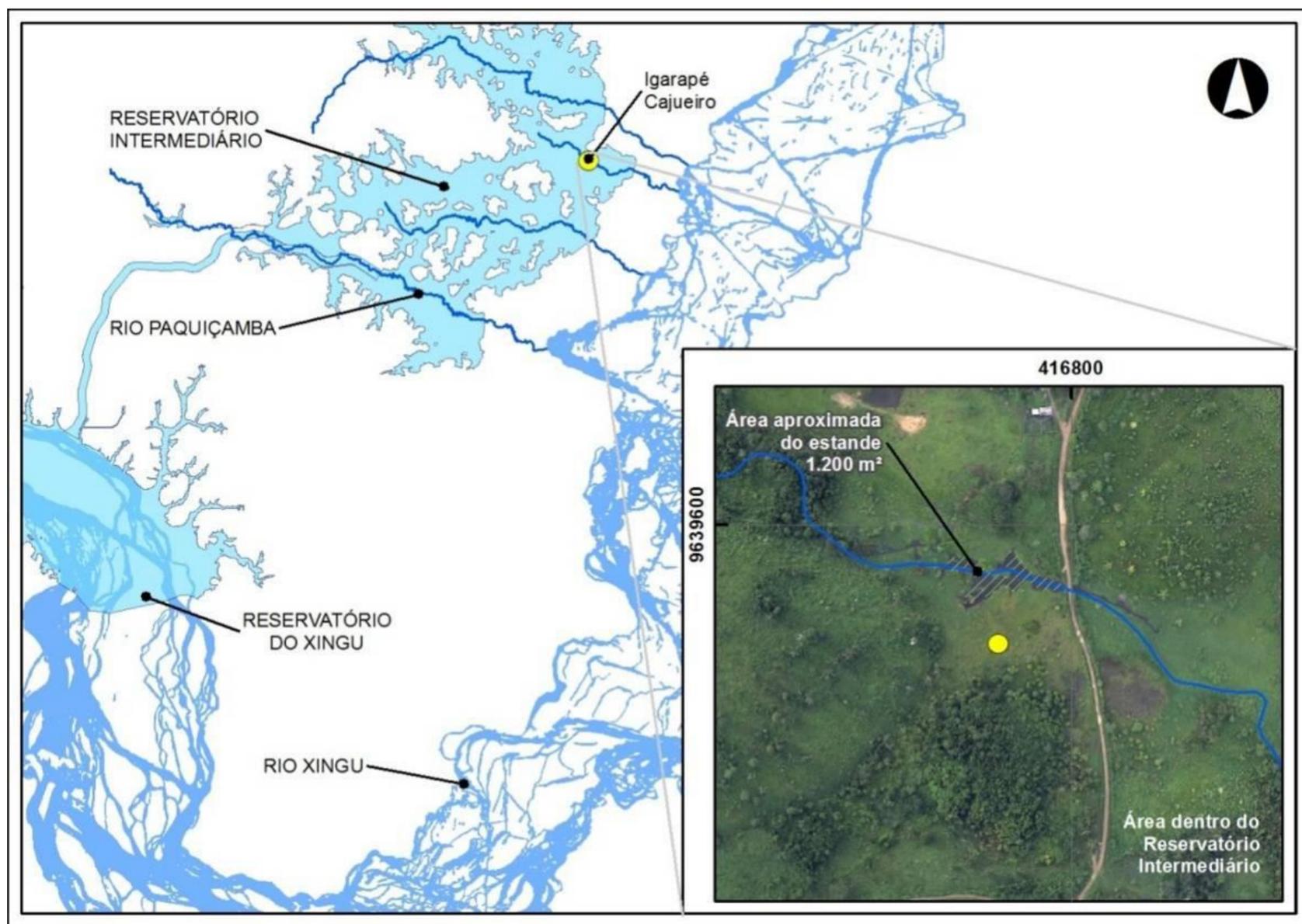


Figura - 54 – Mapa de localização do ponto DI 03, igarapé Cajueiro.



Figura - 55 – Aspecto das margens do igarapé Cajueiro em abril de 2015, ocupadas predominantemente por macrófitas das famílias Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae.

30) O Ponto 10, localizado na bacia do igarapé Cobal, em um fundo de braço no Reservatório Intermediário, apresentou infestação média de macrófitas aquáticas predominantemente da família Poaceae (gramíneas) formando ilhas flutuantes, identificada no monitoramento de helicóptero realizado em janeiro de 2016 (**Figura - 56**). Em março de 2016 o estande foi visitado em monitoramento de campo, o qual apresentava tendência de perecimento identificada pelo ressecamento de parte das plantas (Figura 57- A). De fato, em maio de 2016 notou-se uma expansão da área ressecada dos estandes, fato esse que confirma o avanço do perecimento das plantas.



Figura – 56 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero realizado no Ponto 10 em janeiro de 2016, no qual foram identificados estandes de macrófitas aquáticas predominantemente da família Poaceae (gramíneas) formando ilhas flutuantes.



Figura 57 – Registros fotográficos realizados em campo no Ponto 10 em março de 2016 (A) e em maio de 2016 (B), evidenciando o avanço do perecimento das plantas identificado pelo ressecamento.

31) O ponto CN 08 A, localizado na bacia do igarapé Cobal, apresentou infestação média de macrófita aquática formando ilhas flutuantes (**Figura – 58**). Tal ocorrência foi visitada em monitoramento de campo em maio de 2016 (Figura – 58 B), no qual verificou-se a predominância de plantas da família Poaceae (gramíneas), mas com ocorrência também significativa de plantas da espécie *Typha domingensis*, popularmente conhecida como taboa.

A área total estimada dos estandes foi calculada em 12.500 m², baseado nos registros fotográficos do sobrevoo de helicóptero e das medições de campo realizadas em maio de 2016, porém, dada a semelhança dos estandes em relação àquele observado no Ponto 10, localizado na mesma bacia, existe uma forte tendência dos estandes do ponto CN 08 A também perecer com o tempo.



Figura - 58 – Registro fotográfico com sobrevoo de helicóptero (esquerda) e do monitoramento de campo (B) obtidos em maio de 2016 no ponto CN 08 A, no qual foram verificados estandes de macrófitas aquáticas predominantemente da família Poaceae e da espécie *Typha domingensis*.

32) O ponto CN 08 B, localizado na bacia do igarapé Cobal, também apresentou infestação média de macrófita aquática, formando ilhas flutuantes semelhantes àsquelas observadas no ponto CN 08 A, com predominância de plantas da família Poaceae (gramíneas) e da espécie *Typha domingensis*, porém, em menor dimensão.

A área total dos estandes, baseado nos registros fotográficos do sobrevoo de helicóptero e das medições de campo realizadas em maio de 2016, foi estimada em 3.000 m². Conforme descrito anteriormente, dada a semelhança dos estandes do ponto CN 08 B aos estandes do Ponto 10, há uma tendência destes perecer com o tempo.



Figura - 59 – Registro fotográfico com sobrevoo de helicóptero (esquerda) e do monitoramento de campo (B) obtidos em maio de 2016 no ponto CN 08 B, no qual foram verificados estandes de macrófitas aquáticas predominantemente da família Poaceae e da espécie *Typha domingensis*.

TRECHO DE RESTITUIÇÃO DE VAZÃO

33) O ponto TVR 07, localizado na margem esquerda rio Xingu (**Figura - 60**), próximo à foz do igarapé Santo Antônio e do canteiro Belo Monte, apresentou nível médio de infestação da espécie *Montrichardia linifera* (**Figura - 61**).

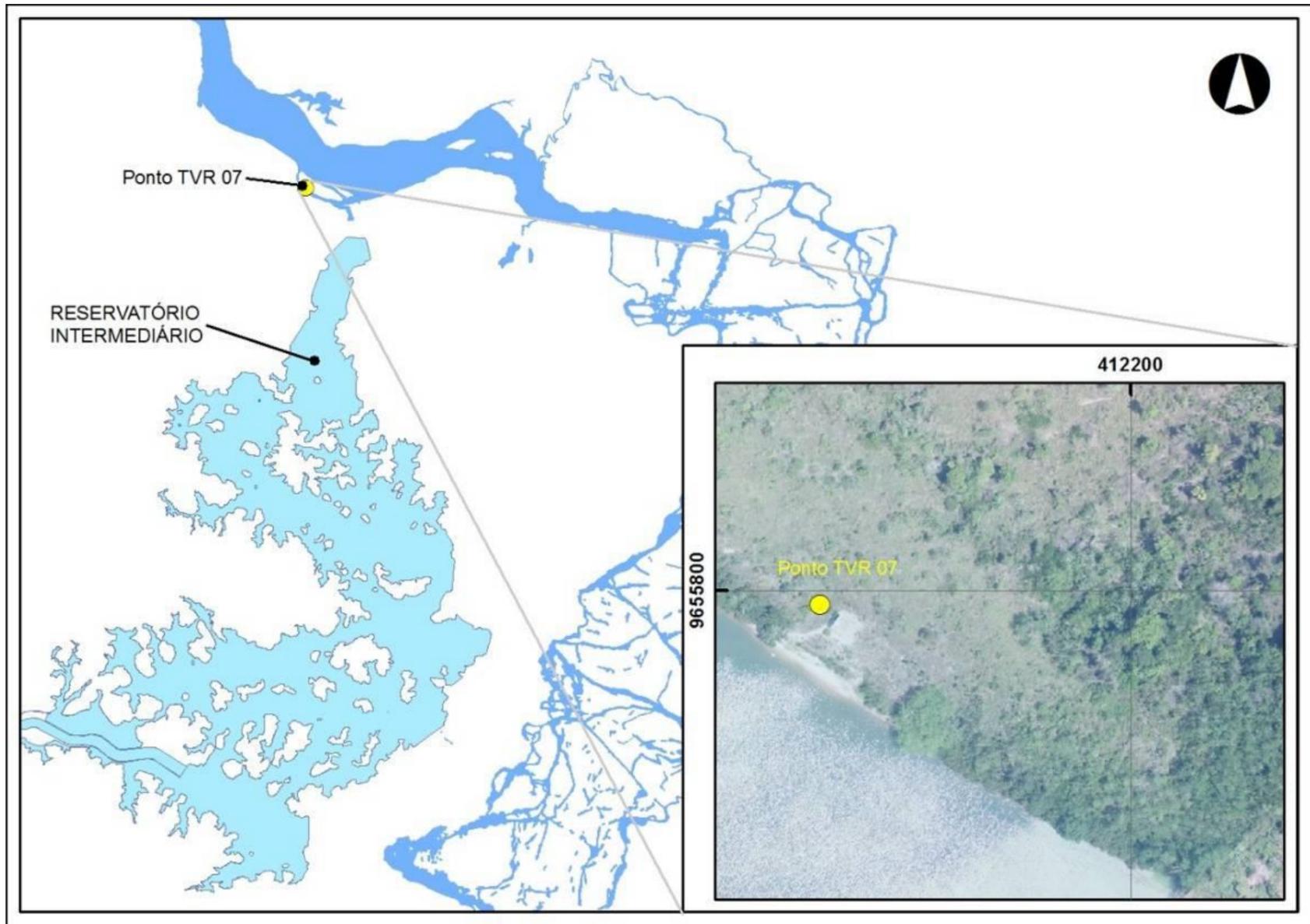


Figura - 60 – Mapa de localização do ponto TVR 07, localizado na margem esquerda do rio Xingu, próximo ao canteiro Belo Monte.



Figura - 61 – Foto obtida no ponto TVR 07 em outubro de 2015 (seca), localizado no rio Xingu, próximo à foz do igarapé Santo Antônio e ao canteiro Belo Monte, com estande da espécie *Montrichardia linifera* na margem.

34) O ponto TVR 08, localizado na margem esquerda do rio Xingu (Figura - 62), próximo ao porto da UHE Belo Monte, apresentou infestações frequentes de nível médio da espécie *Cyperus articulatus* (Figura - 63).

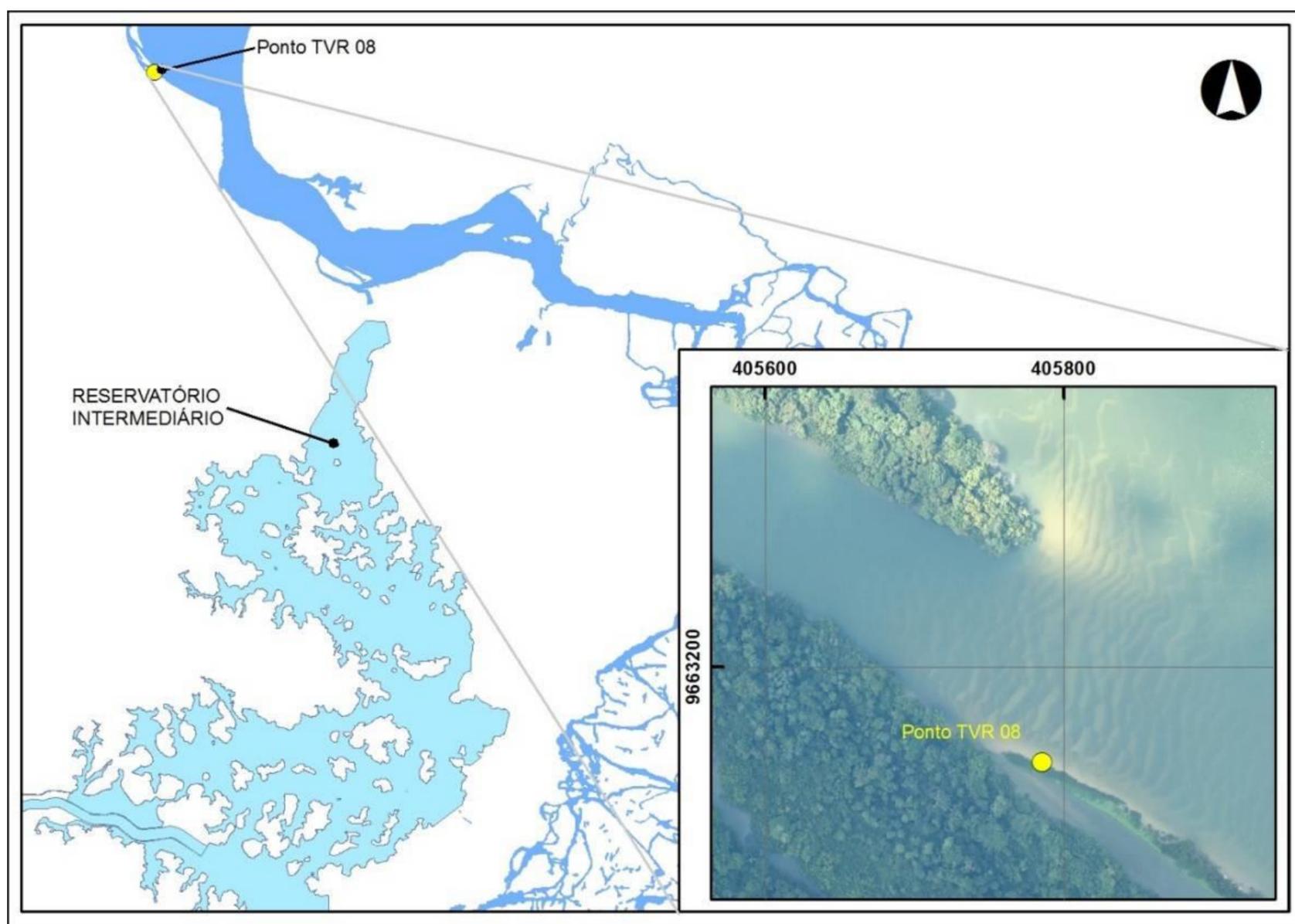


Figura - 62 – Mapa de localização do ponto TVR 08, localizado na margem esquerda do rio Xingu, próximo ao porto da UHE Belo Monte.



Figura - 63 – Ocorrência da espécie *Cyperus articulatus* no ponto TVR 08 em janeiro de 2015 (enchente) e em outubro de 2015 (seca).

35) O igarapé Tucuruí, localizado próximo à cidade de Vitória do Xingu-PA (**Figura - 64**), apresenta alta diversidade de macrófitas. É um ambiente que sofre a influência de marés baixas e altas. As macrófitas aí ocorrentes estão distribuídas ao longo de suas margens, em trechos com alto adensamento, até total ausência. As margens da cidade de Vitória do Xingu-PA, o igarapé é rota de embarcações de médio e de pequeno porte que utilizam o porto local. Suas margens apresentam densa população de aninga (*Montrichardia linifera*), bem como estandes com nível médio de infestação de *Eichhornia azurea* e de *Nymphaea amazonum* nos pontos IG 13 e TUC 01 (**Figura 65**).

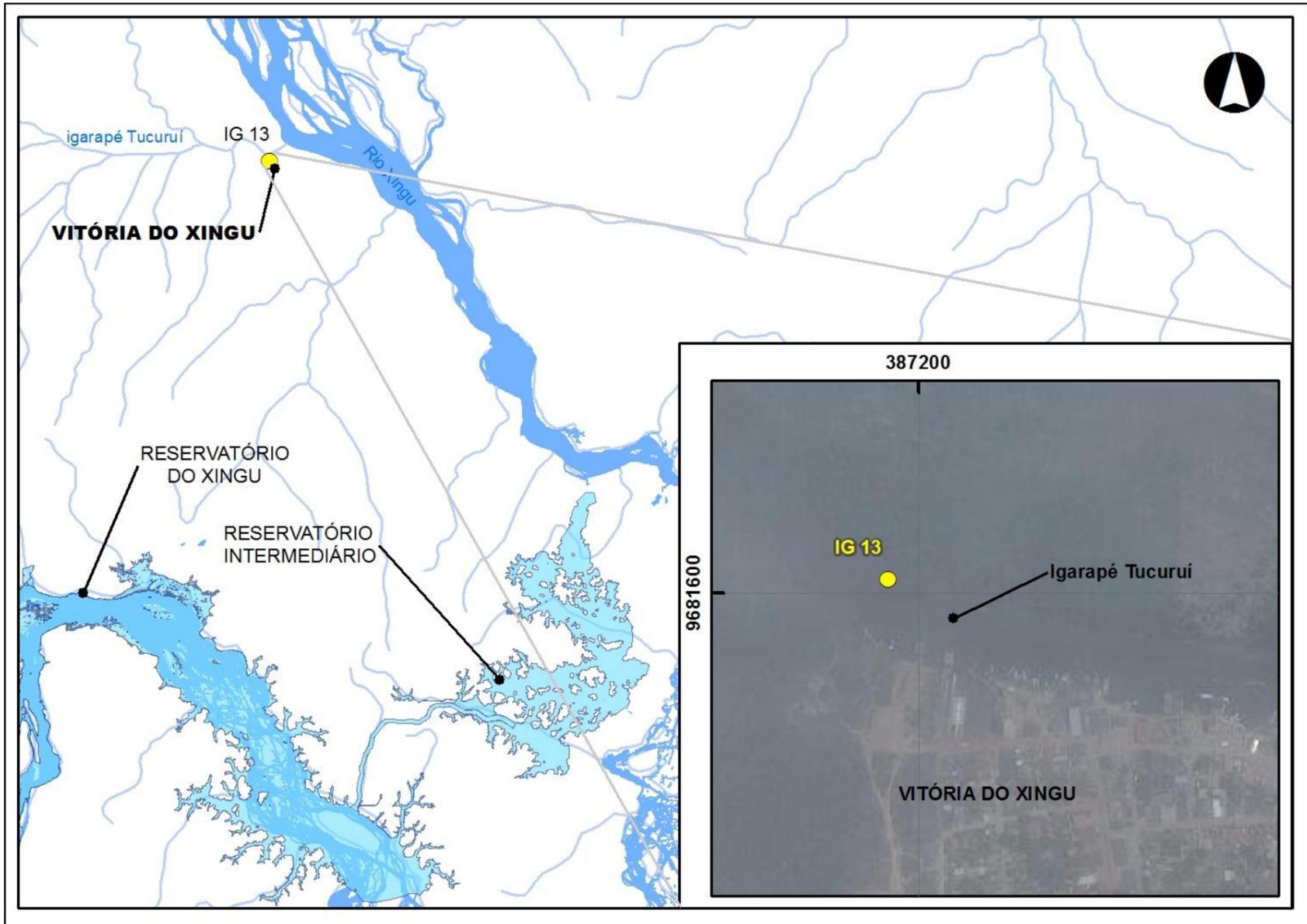


Figura - 64 – Mapa de localização do igarapé Tucuruí.



Figura - 65 – Estandes de *Nymphaea amazonum* e *Eichhornia azurea* no ponto TUC 01 (esquerda), e “Aningas” ao fundo do estande de *Eichhornia azurea* (direita) presentes no ponto IG 13, ambos localizados nas margens do igarapé Tucuruí, em Vitória do Xingu-PA.

36) O ponto TVR 09 é localizado em ilha, na foz do igarapé Tucuruí (**Figuras 66**). Esta ilha foi formada por depósito aluvionar (área aproximada do estande de macrófitas = 200.000 m²) e é infestada pela espécie *Echinochloa polystachya* (**Figura - 67**).

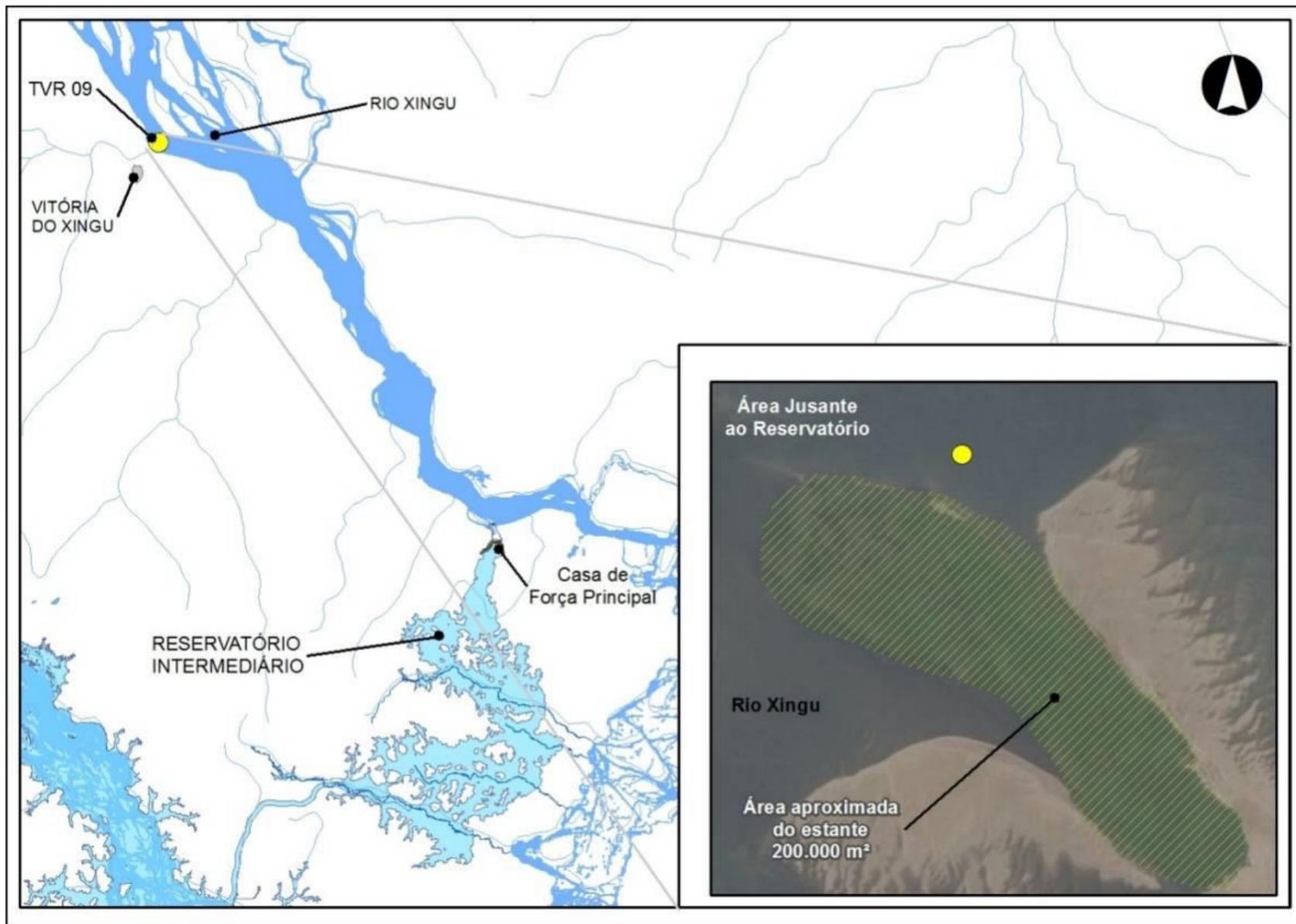


Figura - 66 – Mapa de localização do ponto TVR 09.



Figura - 67 – Vista geral do ponto TVR 09, localizado em ilha no rio Xingu, próxima a Vitória do Xingu-PA. Foto da esquerda: em outubro de 2015 (seca); foto da direita: em maio de 2016 (cheia). Nota-se a ocorrência de infestação da espécie *Echinochloa polystachya*, a qual foi verificada em todas as campanhas de campo realizadas entre dezembro de 2011 a maio de 2016.