



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 - 9 – Monitoramento dos locais de
infestação de macrófitas aquáticas com sobrevoos de
helicóptero na área de influência da UHE Belo Monte no
âmbito do Projeto de Monitoramento e Controle de
Macrófitas Aquáticas (PBA)**

1. MONITORAMENTO DOS LOCAIS DE INFESTAÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS COM SOBREVOS DE HELICÓPTERO

Visando a associação entre os registros fotográficos dos sobrevoos de helicóptero realizados em janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2016 em locais com infestação de macrófitas aquáticas com os registros fotográficos de campo realizados em março e maio de 2016 nos mesmos locais, tais registros são apresentados conjuntamente neste anexo ponto por ponto.

1.1. RESERVATÓRIO DO XINGU

IGARAPÉ PANELAS

Baseado nos registros fotográficos dos sobrevoos realizados entre janeiro e maio de 2016, não foram observados bancos ou ocorrências de macrófitas aquáticas ao longo do igarapé Panelas (**Figura 1**), desde a montante da ponte da Av. Tancredo Neves até a foz com o Xingu. Por outro lado, no monitoramento de campo realizado em março de 2016 nesse igarapé, verificou-se a ocorrência de macrófitas aquáticas da espécie *Nymphaea belophylla* na foz (**Figura 2**), porém, de forma esparsa, sem evidência de infestação. Em maio de 2016 não se verificou a ocorrência dessa espécie no local.



Figura 1 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no igarapé Panelas, sem evidência de infestação de macrófitas aquáticas. A e B: em 17/02/2016; C e D: em 09/03/2016; E e F: em 14/04/2016; G: em 17/05/2016.



Figura 2 – Registro fotográfico de campo na foz do igarapé Panelas em março de 2016, com ocorrência esparsa da espécie flutuante fixa *Nymphaea belophylla* (família Nymphaeaceae).

LAGOA DO WANDERLAN

Lagoa formada próximo ao igarapé Panelas, nas coordenadas: 22M 0362909 m E e 9643448 m S, com uma comunicação com o RX, em razão do enchimento do reservatório, onde foram observadas algumas ocorrências de macrófitas, aparentemente na forma fixa, sem ocorrência de macrófitas livres e flutuantes. O registro fotográfico comparativo entre os meses de fevereiro a maio de 2016 (Figura 3) não evidenciam expansão dos bancos de macrófitas observados.



Figura 3 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero na lagoa do Wanderlan, próximo ao igarapé Panelas, com ocorrência de macrófitas aquáticas de forma fixa. A e B: em 17/02/2016; C e D: em 09/03/2016; E: em 14/04/2016; F: em 17/05/2016.

O registro fotográfico de campo realizado em março de 2016 (**Figura 4**) confirma que os bancos de macrófitas aquáticas existentes na lagoa do Wanderlan são formados por espécies de forma fixa emersas e anfíbias, predominantemente da família Poaceae.

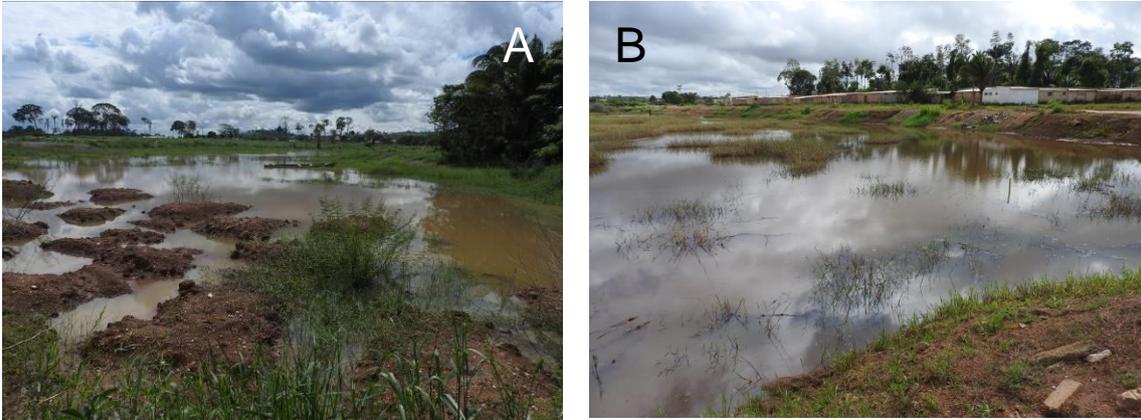


Figura 4 – Registro fotográfico de campo da lagoa do Wanderlan em 11/03/2016 (A) e em 17/05/2016 (B).

ORLA DE ALTAMIRA

Nos registros fotográficos dos sobrevoos realizados na orla de Altamira foram observadas formas fixas emersas e anfíbias, que já existiam anteriormente ao enchimento. Possível observar desaparecimento de muitos bancos de janeiro para março de 2016 em razão do aumento do nível do reservatório, o que promoveu a submersão dessas plantas (**Figuras 5**), confirmada pelo registro fotográfico de campo realizado em março, abril e maio de 2016 (**Figura 6**), sem evidência de expansão dos estandes.



Figura 5 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero na orla de Altamira em 22/01/2016 (A), em 17/02/2016 (B), em 09/03/2016 (C), em 14/04/2016 (D) e em 17/05/2016 (E) com ocorrência de macrófitas aquáticas de forma fixa (emersas e anfíbias), porém, sem evidência de expansão.



Figura 6 – Registro fotográfico de campo da orla de Altamira em 11/03/2016 (A) e em 14/05/2016 (B).

IGARAPÉ AMBÉ

No sobrevoo realizado no igarapé Ambé em fevereiro de 2016 (**Figura 7 B**), observou-se infestação da espécie *Lemna aequinoctialis* a montante da ponte de madeira (rua da Peixaria), próxima à foz com o RX, em área inundada com baixa circulação (coordenadas: 22M 0367549m E e 9646124m S). No sobrevoo realizado em janeiro de 2016, nesse mesmo local, não foi verificada ocorrência de infestações de macrófitas (**Figura 7 A**), uma vez que o braço formado por esse igarapé tinha sido recém inundado pelas águas do RX. Já o registro fotográfico realizado em março de 2016 nesse mesmo local evidencia uma significativa diminuição desse estande (**Figura 7 C**), possivelmente por senescência das plantas devido ao esgotamento de nutrientes. Em abril e maio de 2016 (**Figuras 7 D e 7 E**) não se evidenciou a ocorrência de estande de *L. aequinoctialis* no local.

Tais observações foram confirmadas pelos registros fotográficos de campo realizados em fevereiro de 2016 (**Figura 8 A**), em março de 2016 (**Figura 8 B**) e em maio de 2016 (**Figura 8C**), que evidenciam a diminuição do estande.

Nos demais locais do Ambé não se observou infestações das formas flutuantes.



Figura 7 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no igarapé Ambé próximo à foz no rio Xingu. A: em 22/01/2016, sem evidência de infestação de macrófitas aquáticas; B: infestação de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* em 17/02/2016; C: ocorrência de infestação dessa espécie, em 09/03/2016, porém, com evidência de diminuição do estande; em 14/04/2016 (D) e em 17/05/2016 (E), sem evidência de infestação.

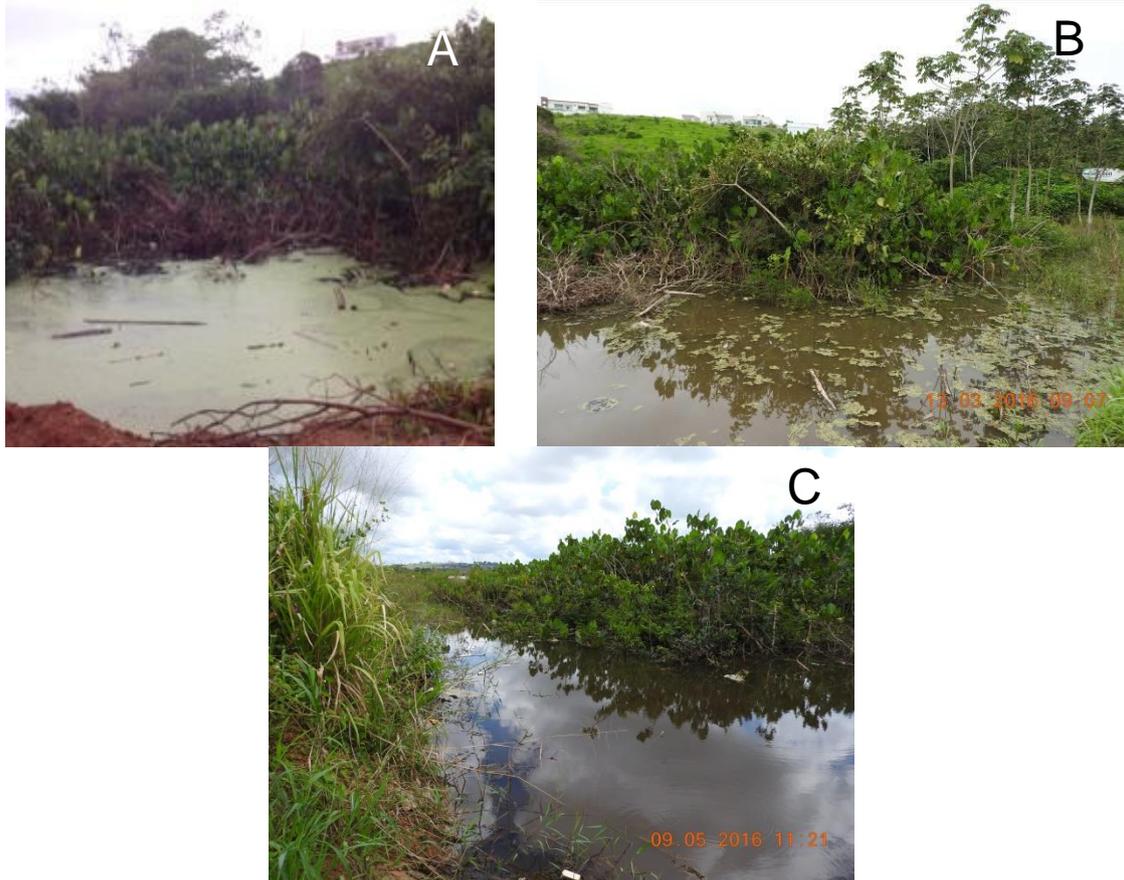


Figura 8 – Registro fotográfico de campo no Ponto AMBÉ em 17/02/2016 (A), no qual foi confirmada a infestação de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis*; em 13/03/2016 (B), evidência de infestação de macrófita aquática predominantemente da espécie *Lemna aequinoctialis*, mas com presença também da espécie *Salvinia auriculata*, porém, evidenciando a diminuição do estande por senescência em relação a fevereiro de 2016; e em 09/05/2016 (C), que confirma a ausência de infestação.

IGARAPÉ ALTAMIRA

No igarapé Altamira, os cinco sobrevoos realizados em janeiro, fevereiro, março e maio de 2016 evidenciaram grande quantidade de macrófitas aquáticas de forma fixa (emersas e anfíbias), porém, sem evidência de expansão dos bancos (**Figuras 9 A, B, C, D e E**).



Figura 9 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no igarapé Altamira em 22/01/2016 (A e B), em 17/02/2016 (C e D), em 09/03/2016 (E e F) e em 17/05/2016 (G), com ocorrência de macrófitas predominantemente de forma fixa (emersas e anfíbias), porém, sem evidência de expansão dos estandes.

O registro fotográfico de campo realizado em março de 2016 confirmam a ocorrência predominante de formas fixas emergentes e anfíbias de macrófitas aquáticas no igarapé Altamira (**Figura 10**), porém, com ocorrências esparsas também de forma flutuante fixa da espécie *Nymphaea* sp. (**Figura 10 E**), e de flutuantes livres das espécies *Eichhornia crassipes* e *Ludwigia helmintorrhiza* (**Figura 10 C**), sem evidência de infestações.

Na porção do igarapé Altamira próxima à foz, verificou-se uma retração da área dos estandes, evidenciando, portanto, uma diminuição da infestação.

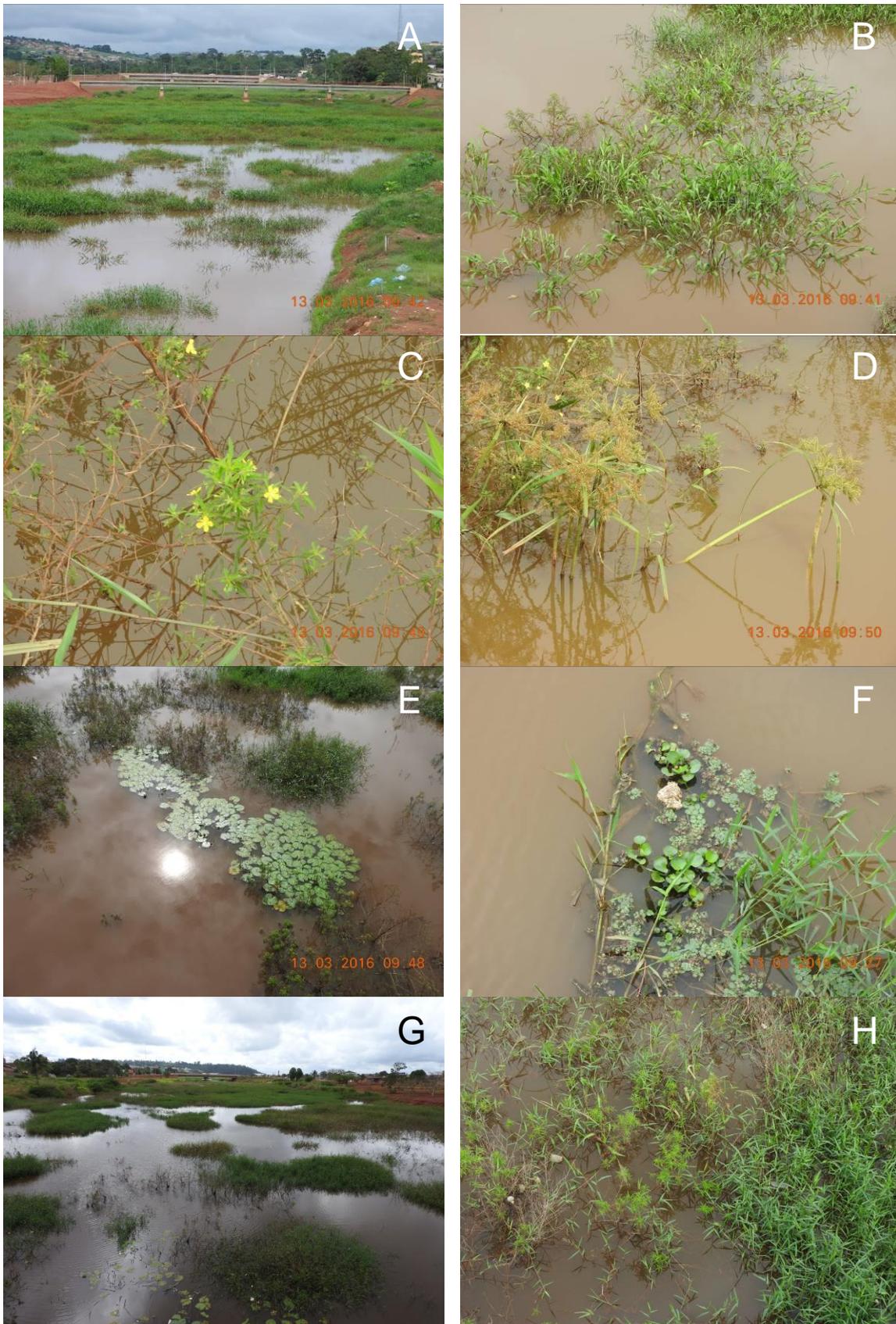


Figura 10 – Registro fotográfico de campo no Ponto ALTAMIRA em 13/03/2016, no qual foi verificada infestação de macrófita aquática predominantemente da espécie *Paspalum repens* (A e B), mas com ocorrência esparsa de outras espécies como *Ludwigia leptocarpa* (C), *Cyperus sp.* (D), *Nymphaea sp.* (E) e *Eichhornia crassipes* e *Ludwigia helminorrhiza* (F). G e H: registros realizados no local em maio de 2016.

ILHA ARAPUJÁ

Não foram observadas infestações por macrófitas aquáticas na ilha Arapujá em fevereiro de 2016, conforme ilustrados nos registros fotográficos dos sobrevoos realizados em janeiro, fevereiro e março de 2016 (**Figura 11**) e no registro fotográfico de campo realizado em março de 2016 (**Figura 12**).

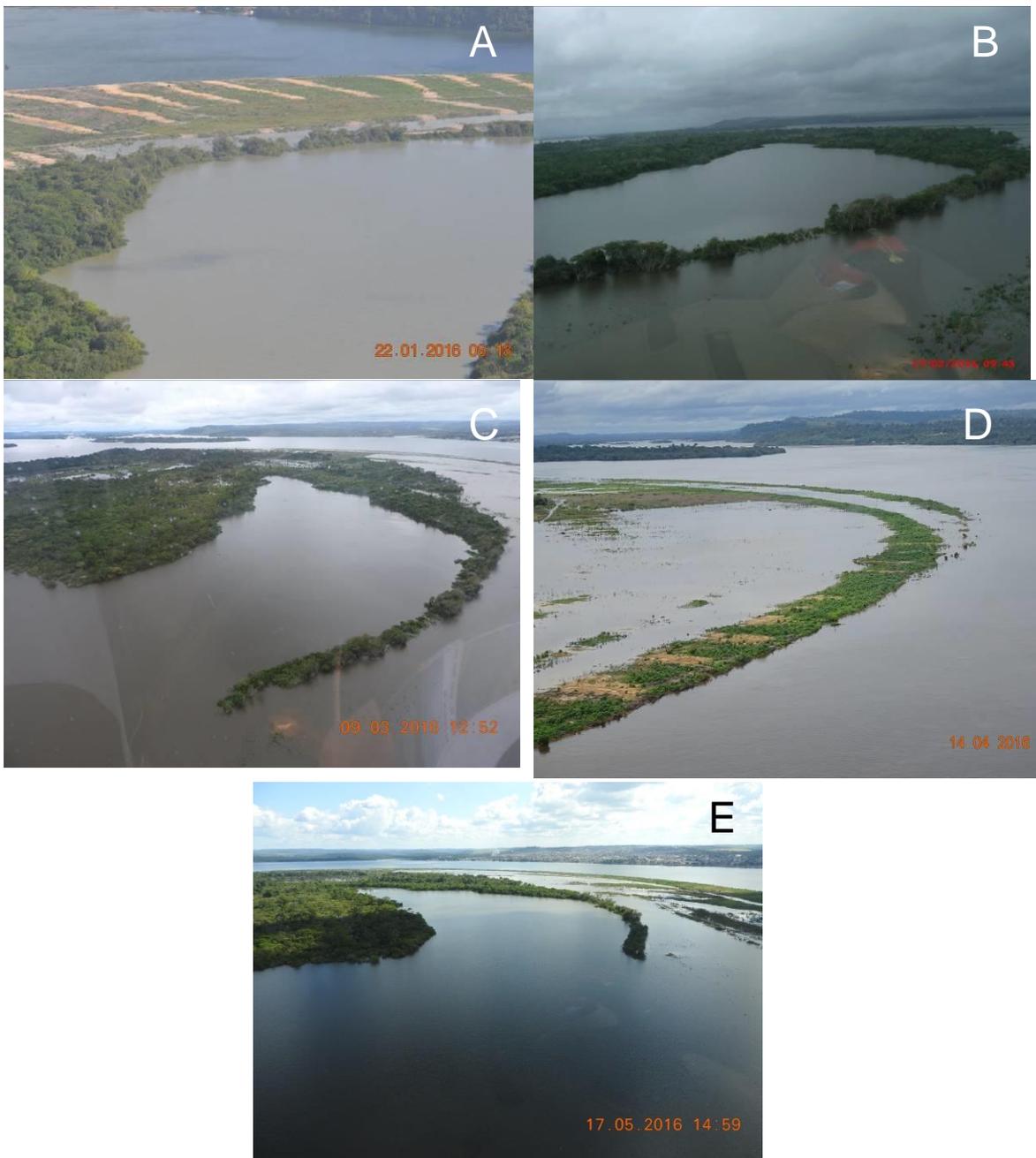


Figura 11 – Registros fotográficos dos sobrevoos de helicóptero na ilha Arapujá em 22/01/2016 (A), 17/02/2016 (B), em 09/03/2016 (C), em 14/04/2016 (D) e em 17/05/2016 (E), sem evidência de infestação de macrófitas aquáticas.

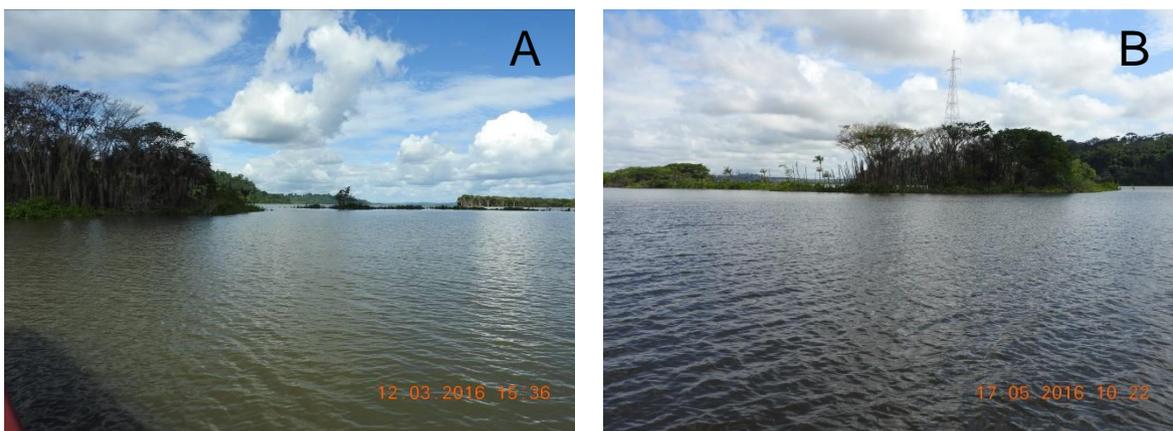


Figura 12 – Registros fotográficos de campo na lagoa Arapujá em 12/03/2016 (A) e em 17/05/2016 (B), confirmando a não ocorrência de infestação de macrófitas aquáticas.

LAGOA MASSANORI

No sobrevoo de helicóptero realizado em 14 de abril de 2016, verificou-se infestação de macrófita aquática de hábito flutuante fixa da espécie *Nymphaea belophylla* (família Nymphaeaceae) na Lagoa Massanori, localizada na margem esquerda do Reservatório do Xingu, próxima à praia do Massanori, a jusante da cidade de Altamira (**Figura 13 A e B**). Trata-se da mesma espécie observada no igarapé Pannels em março de 2016 (**Figura 2**) e de rara ocorrência no Brasil, registrada anteriormente apenas no rio Guaporé, no estado do Amazonas, e no Pantanal Matogrossense, no estado do Mato Grosso (Amador et al. (2013)¹.

Porém, no sobrevoo realizado em maio de 2016 não mais se verificou infestação por esta espécie na lagoa (**Figura 13 C**), confirmada pelo registro fotográfico de campo (**Figura 14 A**) e cuja ocorrência foi muito esparsa (**Figura 14 B**).

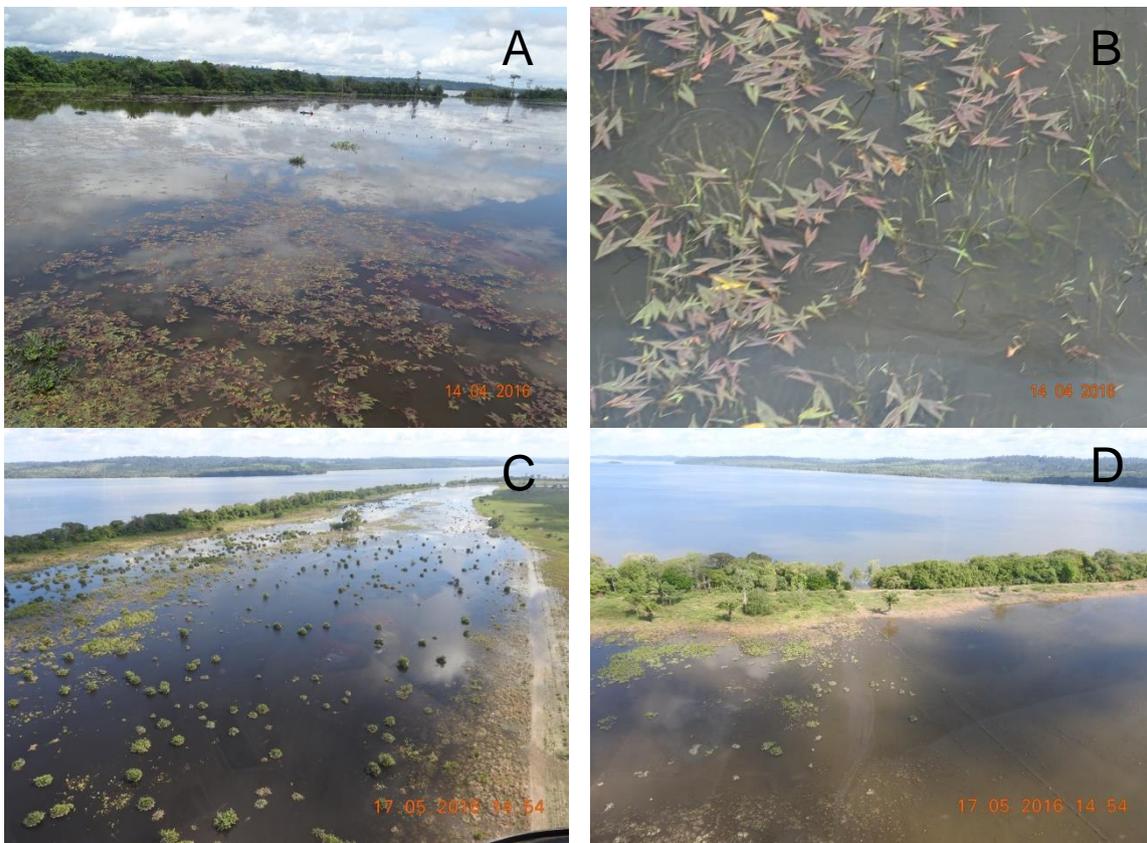


Figura 13 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero realizado em 14/04/2016 (A e B) na lagoa Massanori, localizada na margem esquerda do Reservatório do Xingu, próxima à praia do Massanori, na qual foi verificada infestação da espécie flutuante fixa *Nymphaea belophylla* (família Nymphaeaceae), sendo que no sobrevoo realizado em 17/05/2016 (C e D) não se verificou infestação.

¹ AMADOR, G.A, DAMASCENO-JÚNIOR, G.A., SILVA, R.H., POTT, A., PTTT, V.J. Nymphaeaceae, *Nymphaea belophylla* Trickett: Nes state record. Check List 9, v.2, p. 440-442, 2013.



Figura 14 – Registro fotográfico de campo da Lagoa Massanori em 17/05/2016, na qual não foi verificada infestação pela espécie *Nymhaea belophylla* como verificada em abril de 2016, a qual apresentou baixa ocorrência na lagoa (B).

PONTO 01

No Ponto 01, localizado em área inundada na margem direita do RX, a cerca de 18 km a jusante da cidade de Altamira, foram observadas infestações de macrófitas aquáticas, aparentemente da espécie *Salvinia auriculata* em janeiro, fevereiro e março de 2016 (**Figura 15**), porém, sem evidência de expansão dos estandes.

Não foi possível a realização de registro fotográfico de campo no Ponto 01 em março de 2016 para confirmação da identificação da espécie devido à inacessibilidade do local, rodeado por áreas de floresta. Não obstante, dada a semelhança desse local aos Pontos 01B e 01C, bem como ao aspecto geral das plantas verificado com o sobrevoo, é muito provável que tal infestação seja realmente da espécie flutuante livre *Salvinia auriculata*, uma vez que essa foi a espécie predominante observada naqueles pontos.

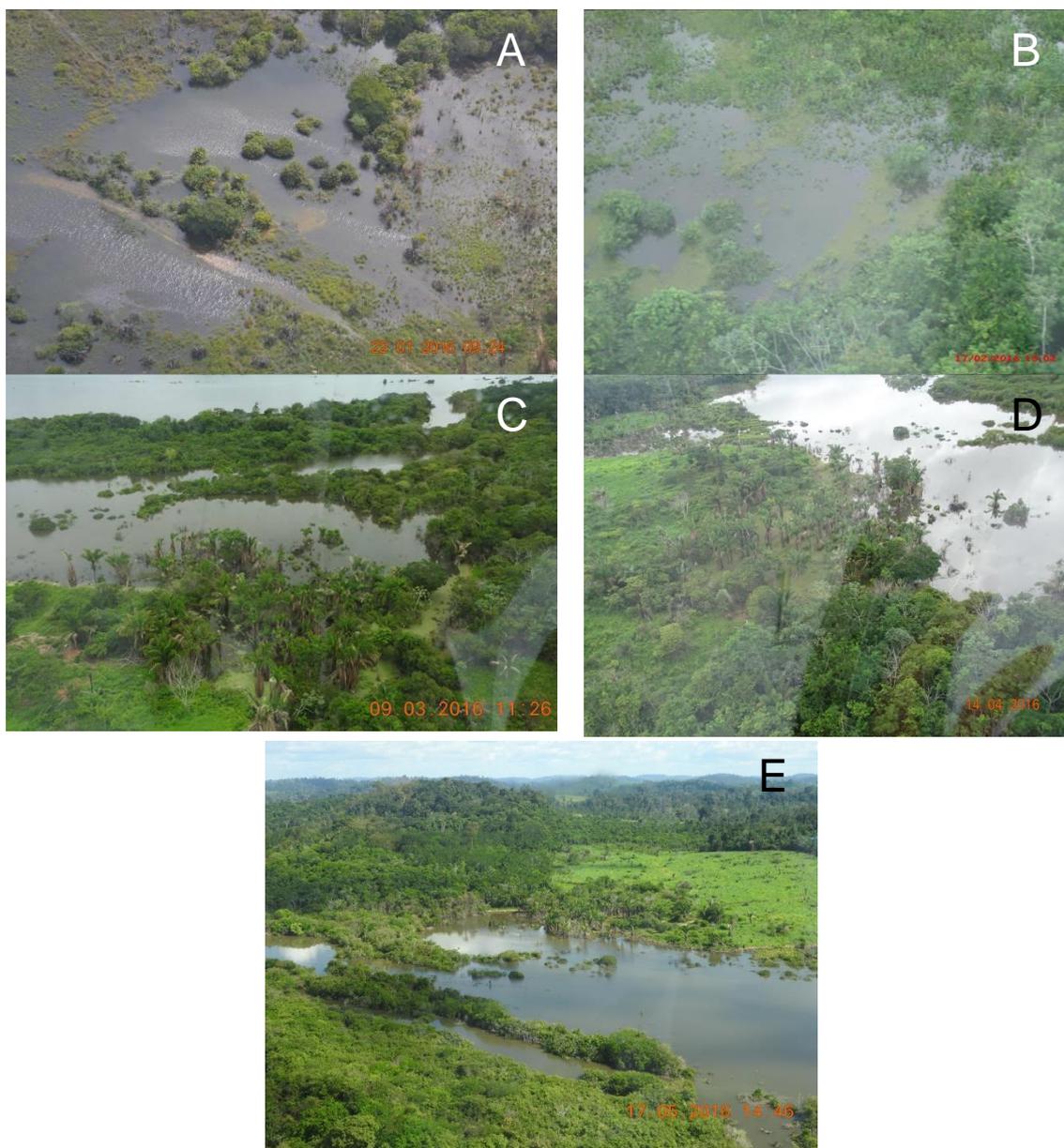


Figura 15 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no Ponto 01 em 22/01/2016 (A), em 17/02/2016 (B), evidenciando infestação de macrófita aquática predominantemente da espécie *Salvinia auriculata* e *Lemna aequinoctialis*; já em 09/03/2016 (C) em 14/04/2016 (D) e em 17/05/2016 (E) não há evidências de infestação.

PONTO 01B

No Ponto 01B, localizado a cerca de 4 km a montante do Ponto 01, foi possível observar uma pequena área com ocorrência moderada de macrófita aquática predominantemente da espécie *Salvinia auriculata* nas coordenadas 22M 0376959 m E e 9640680 m S em fevereiro, março, abril e em maio de 2016 (**Figura 16**). Porém, os registros fotográficos comparativos não evidenciam expansão dos estandes nesse local.

As ocorrências dos estandes de macrófitas aquáticas foram confirmadas pelo monitoramento de campo realizado em março e maio de 2016 nesse local, com predominância das espécies *Salvinia auriculata* (**Figura 17**). Nota-se, porém, que as plantas já apresentavam sinais de senescência em maio de 2016 (**Figura 17 D**), o que é um indicativo de que tais estandes estão em processo de retração.

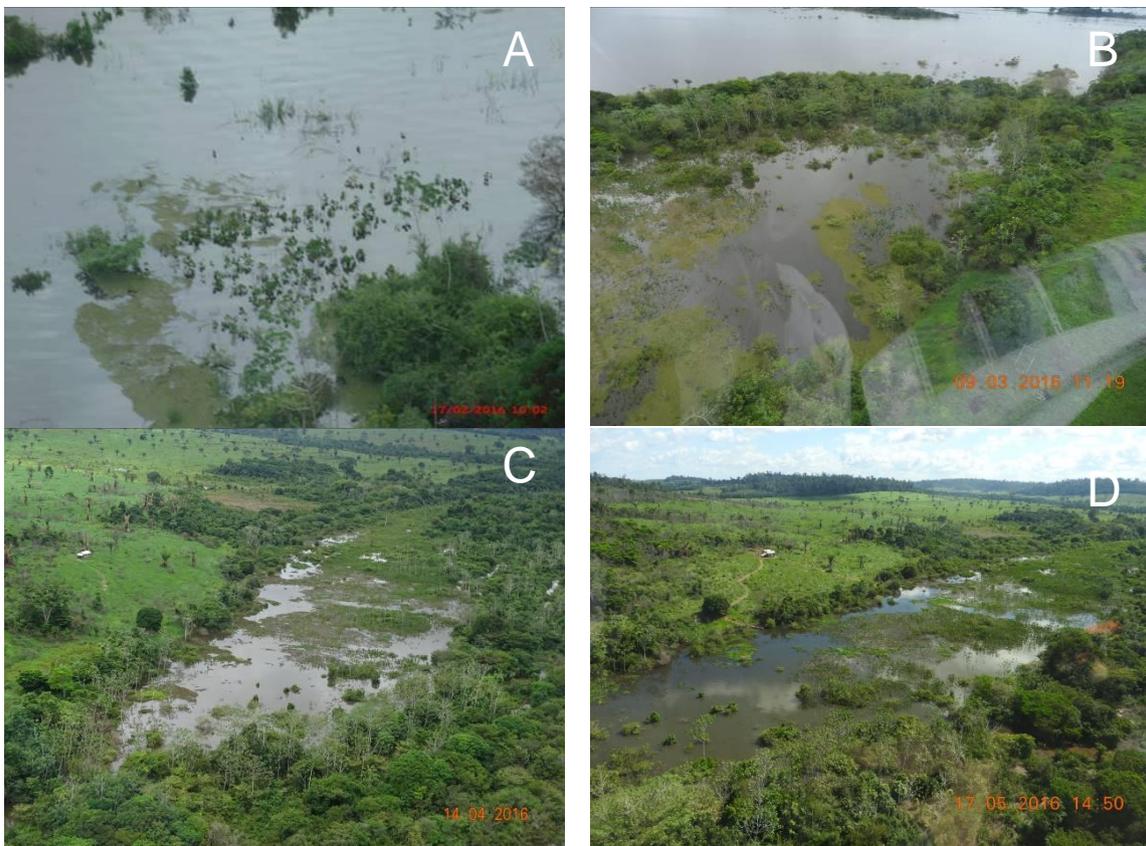


Figura 16 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no Ponto 01B em 17/02/2016 (A), em 09/03/2016 (B), em 14/04/2016 (C) e em 17/05/2016 (D), no qual foram verificadas ocorrências de macrófitas aquáticas da espécie *Salvinia auriculata*.



Figura 17 – Registros fotográficos de campo no Ponto 01B em 11/03/2016 (A e B) e em 17/05/2016 (C e D), os quais confirmam a ocorrência moderada de macrófitas aquáticas predominantemente da espécie *Salvinia auriculata*.

PONTO 01C

Também foram observadas ocorrências a cerca de 2,5 km do Ponto 01B, nas coordenadas 22M 0378019 m E e 9639103 m S, identificado no mapa da **Figura 18** como Ponto 01C, possivelmente das espécies *Salvinia auriculata* e *Lemna aequinoctialis*. Porém, os registros fotográficos comparativos obtidos em fevereiro de 2016 (**Figura 18 A**) e em março de 2016 (**Figura 18 B**) não evidenciam expansão dos estandes.

O acesso a esse ponto durante o monitoramento de campo realizado tanto em março como em maio de 2016 não foi possível devido à baixa profundidade da água e por ser uma área de pedral no entorno (**Figura 19**). Porém, dada a proximidade com o Ponto 01B, é muito provável que as infestações observadas sejam, também, predominantemente da espécie *Salvinia auriculata*.



Figura 18 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no Ponto 01C em 17/02/2016 (A) e em 09/03/2016 (B), nas quais foram verificadas ocorrências de macrófitas aquáticas das espécies *Salvinia auriculata* e *Lemna aequinoctialis*.



Figura 19 – Registro fotográfico de campo nas proximidades do Ponto 01C em 11/03/2016 (A) e em 17/05/2016 (B). O acesso ao local exato da infestação por embarcação não foi possível devido à nível baixo de água naquele trecho do RX.

PONTO 2 – BRAÇO DO IGARAPÉ PALHAL E ENTORNO

No primeiro sobrevoo realizado em janeiro de 2016, neste ponto, foram verificadas infestações moderadas de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* associada aos resíduos flutuantes originários da supressão da vegetação ali acumulados (**Figura 20 A**). Já no sobrevoo realizado em fevereiro de 2016, quando a cota do RX já se encontrava mais elevada em relação a janeiro de 2016, verificou-se uma considerável expansão do banco dessa espécie no mesmo local, a qual se apresentou mais densa (**Figura 20 B**), muito em função do aumento da área inundada naquela porção do reservatório. Porém, o registro fotográfico do sobrevoo realizado em março de 2016 (**Figura 20 C**) evidencia uma diminuição significativa do banco, possivelmente resultante da senescência seguida de morte das plantas da espécie *L. aequinoctialis*, mas com sucessão da espécie *Salvinia auriculata*.



Figura 20 – Registro fotográfico dos sobrevoos de helicóptero realizados no Ponto 02, localizado no braço do igarapé Palhal e entorno, margem direita do RX, no qual foram verificadas ocorrências de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis*. A: ocorrência moderada observada no sobrevoo realizado em 22/01/2016, ainda na fase de enchimento; B: ocorrência expressiva da mesma espécie observada no sobrevoo realizado em 17/02/2016; C: diminuição significativa do estande em 09/03/2016.

O registro fotográfico de campo realizado no Ponto 02 em março de 2016 está apresentado na **Figura 21 A e B**, o qual confirma a ocorrência da espécie *Lemna aequinoctialis*, porém, com ocorrência também significativa da espécie *Salvinia auriculata*. Já em maio de 2016 o estande era dominado por plantas da espécie *Salvinia auriculata* (**Figura 21 C e D**).

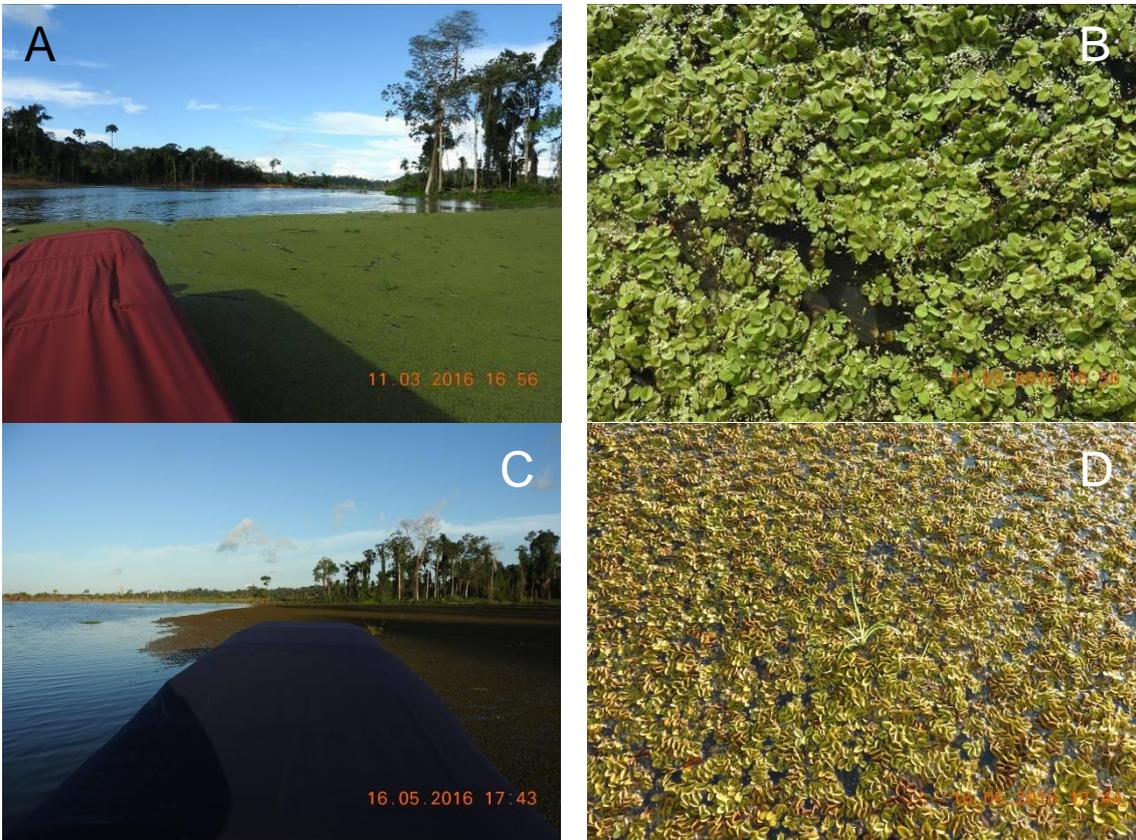


Figura 21 – Registro fotográfico de campo no Ponto 02 em 11/03/2016, confirmando a ocorrência de macrófitas aquáticas das espécies *Salvinia auriculata* e *Lemna aequinoctialis*.

PONTO 03 – BRAÇO DO IGARAPÉ BASTIÃO E ENTORNO

No Ponto 03, localizado no braço do igarapé Bastião e entorno, observou-se no primeiro sobrevoo (janeiro de 2016) um extenso banco de macrófitas aquáticas da espécie *Pistia stratiotes* (**Figura 22 A**). No segundo sobrevoo realizado em fevereiro de 2016 (**Figura 22 B**), bem como no terceiro sobrevoo realizado em março de 2016 (**Figura 22 C**), constatou-se que a extensão desse banco se manteve praticamente inalterado, o que demonstra que ele se mantém estável no fundo do braço.

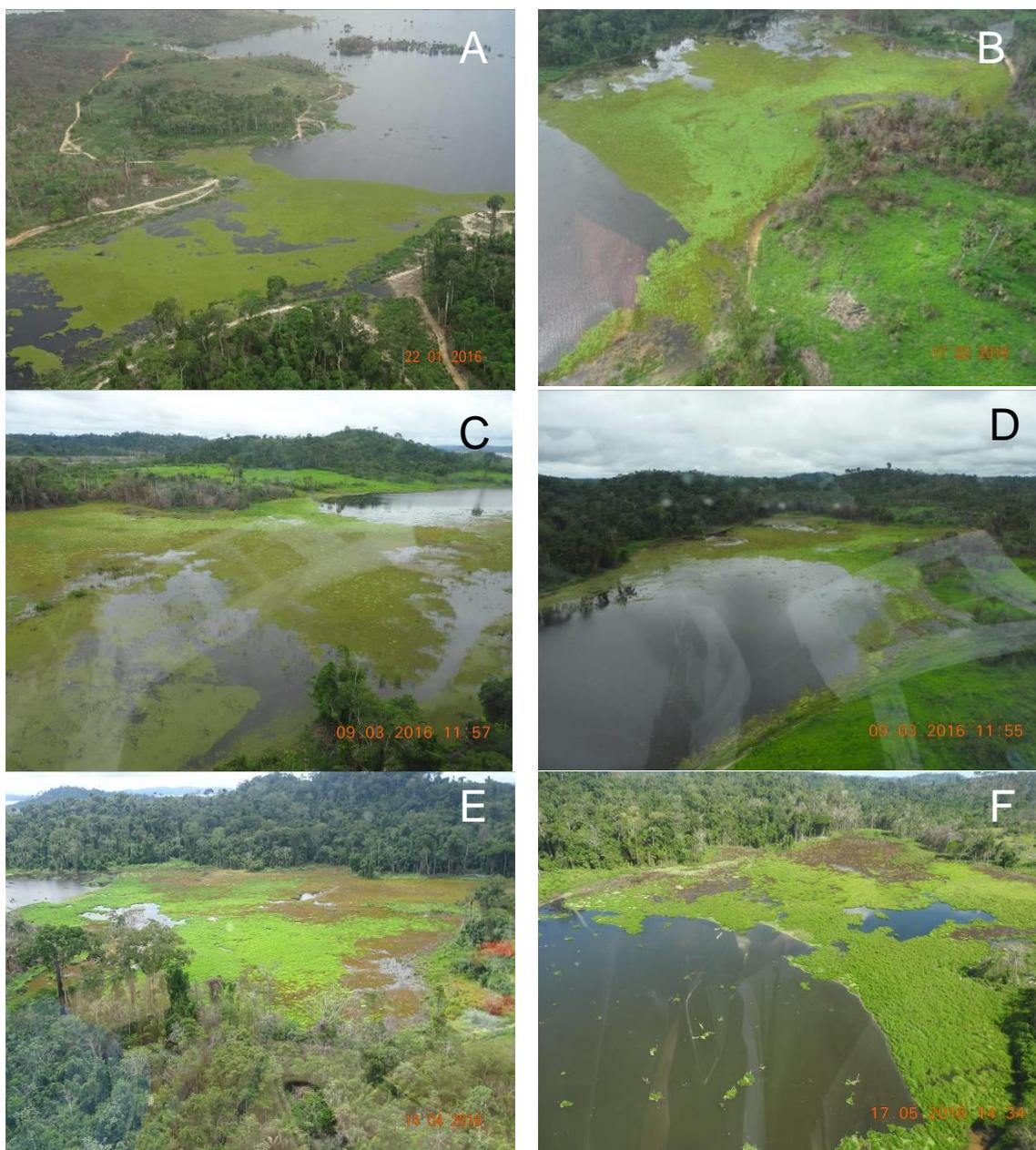


Figura 22 – Registros fotográficos dos sobrevoos de helicóptero em 22/01/2016 (A), em 17/02/2016 (B) e em março de 2016 (C) no Ponto 03, localizado no braço do igarapé Bastião, margem direita do RX, no qual foram verificadas ocorrências de estandes de macrófitas aquáticas predominantemente da espécie *Pistia stratiotes*, cuja extensão se manteve inalterada em comparativo com o observado nos três períodos.

Em março de 2016 foi realizado o monitoramento de campo no Ponto 03, cujo registro fotográfico está apresentado na **Figura 23**. O registro realizado em março de 2016 comprova a ocorrência de infestação de macrófita aquática predominantemente da espécie *Pistia stratiotes* (coloração verde claro), mas com ocorrência também significativa da espécie *Salvinia auriculata* (coloração parda), bem como a ocorrência esparsa de plantas da espécie *Oxycarium cubense*, da família Cyperaceae (em verde escuro). Porém, de março para maio de 2016, verificou-se uma nítida sucessão de espécies, e os estandes passaram a ser dominados por plantas da espécie *Oxycarium cubense* (família Cyperaceae) em maio de 2016 (**Figura 23 D**). Essa planta é epífita sobre vegetação aquática suporte, como *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes*, mas com o tempo passa a se tornar dominante, formando conjuntos puros e extensos flutuantes capazes de suportar o peso de uma capivara e ninhos de jacaré, podendo bloquear a navegação (POTT & POTT, 2000²).

² POTT, V. J. & POTT, A. Plantas Aquáticas do Pantanal. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 404p.

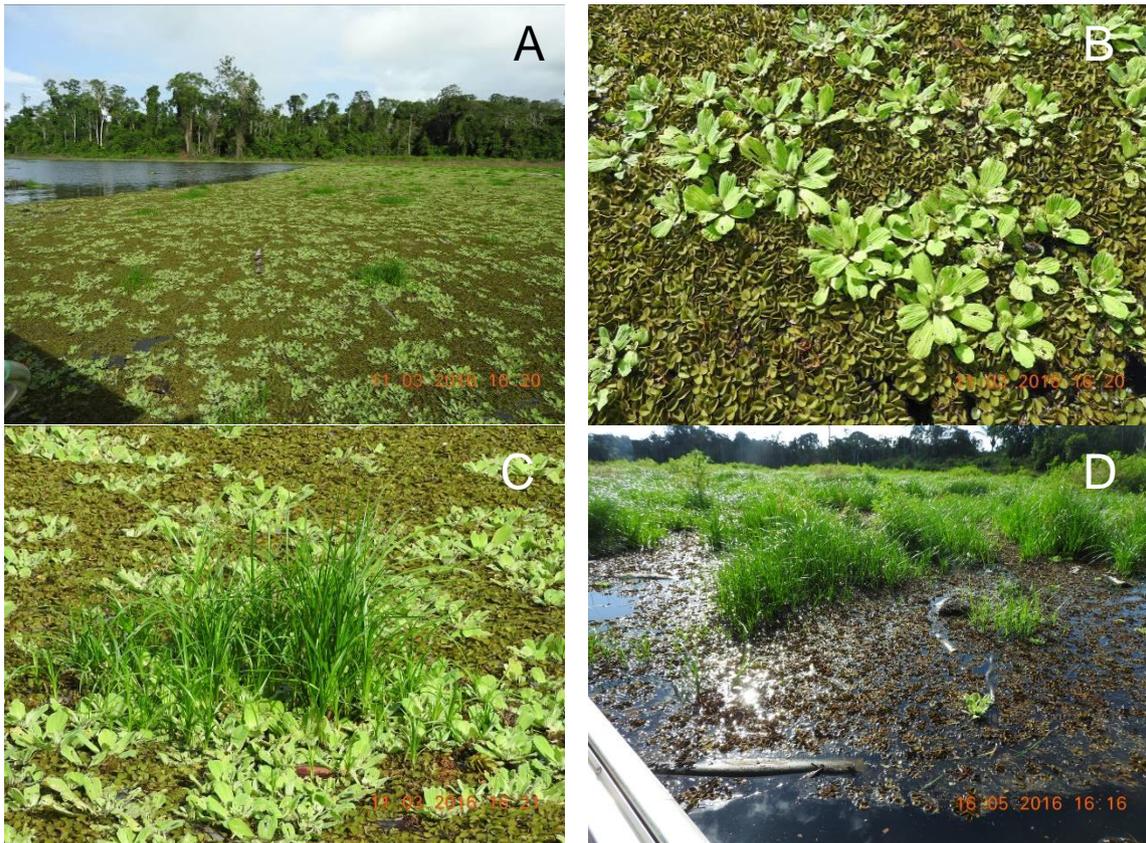


Figura 23 – Registro fotográfico de campo no Ponto 03 em 11/03/2016, confirmando a ocorrência de macrófita aquática *Pistia stratiotes* (planta maior de coloração mais clara), em associação à espécie *Salvinia auriculata* (planta menor de coloração mais escura) e a plantas da família Cyperaceae (coloração verde bandeira).

PONTO 4 – FUNDO DO BRAÇO FORMADO PELO IGARAPÉ BASTIÃO

No ponto 04, localizado no fundo do braço formado pelo igarapé Bastião, observou-se uma extensa área com intensa floração de macrófitas aquáticas das espécies *Salvinia auriculata* e *Lemna aequinoctialis* em janeiro de 2016 (Figura 24 A). Neste local as infestações em fevereiro de 2016 (**Figura 24 B**) se expandiram em relação ao estágio observado no primeiro sobrevoo realizado em janeiro de 2016, muito provavelmente em função do aumento da cota do RX e, como consequência, da área inundada nesse local, o que favoreceu a disseminação dessas plantas. Por outro lado, em março e abril de 2016 foi verificada uma retração da área do estande (**Figura 24 C e D**) quando comparada à área observada em fevereiro de 2016, voltando a se expandir ligeiramente em maio de 2016 (**Figura 24 E**).

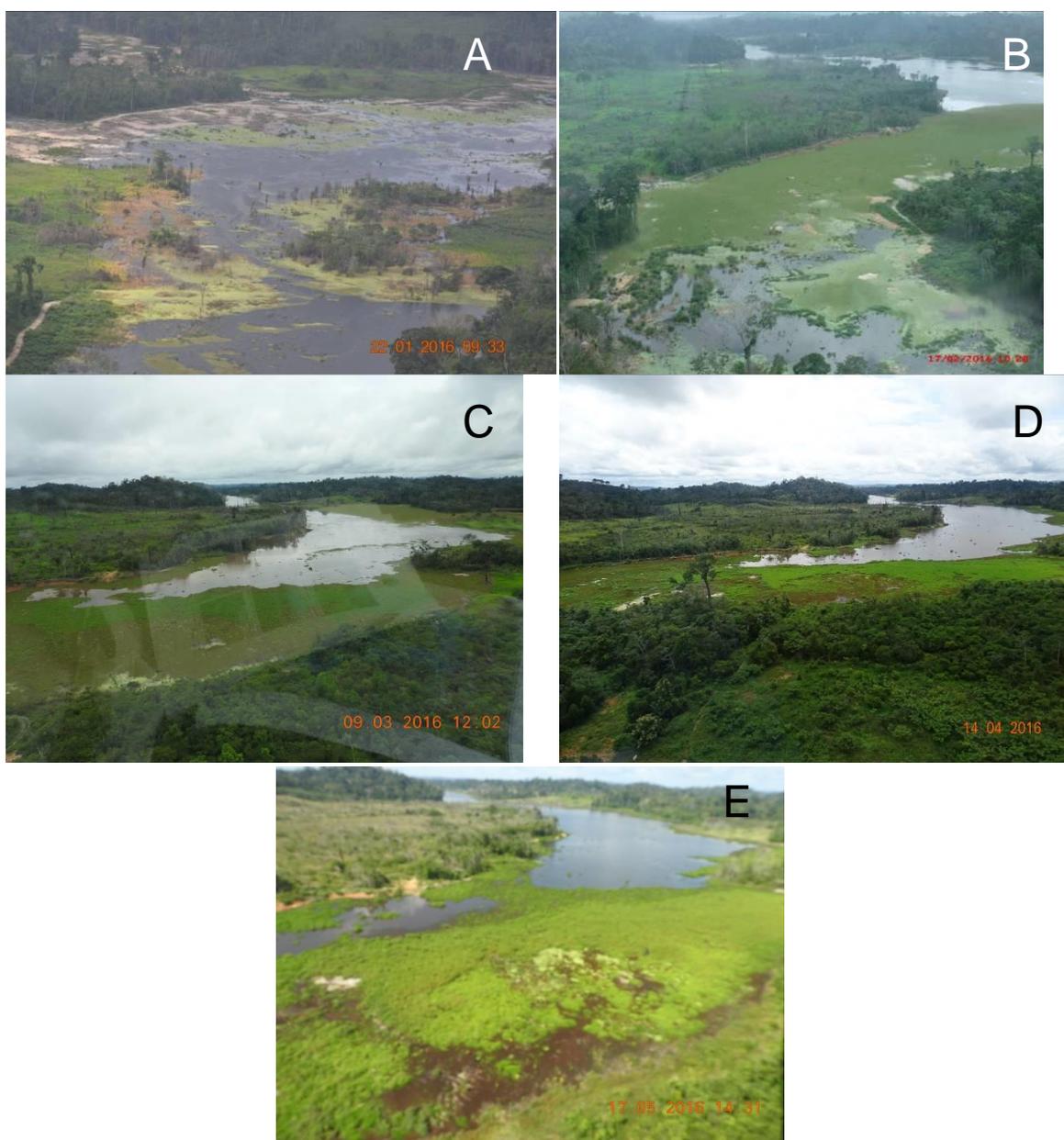


Figura 24 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero realizado no Ponto 04 em 22/01/2016 (A), em 17/02/2016 (B) e em 09/03/2016 (C), localizado no fundo do braço formado pelo igarapé Bastião, no qual foi verificada infestação de macrófitas aquáticas predominantemente das espécies *Salvinia auriculata* e *Lemna aequinoctialis*.

O registro fotográfico do monitoramento de campo realizado no Ponto 04 em março de 2016 está apresentado na **Figura 25**, o qual confirma a ocorrência de intensa infestação de macrófitas aquáticas predominantemente da espécie *Salvinia auriculata*, mas também com ocorrência esparsa das espécies *Lemna aequinoctialis* e *Pistia stratiotes*. Porém, de forma semelhante ao ocorrido no Ponto 03, houve uma sucessão de espécies de março para maio de 2016, cujos estandes passaram a ser dominados pela espécie *Oxycarium cubense* (**Figura 25 C**), mas com ocorrência ainda significativa de *Salvinia auriculata* em algumas porções dos estandes (**Figura 25 D**).

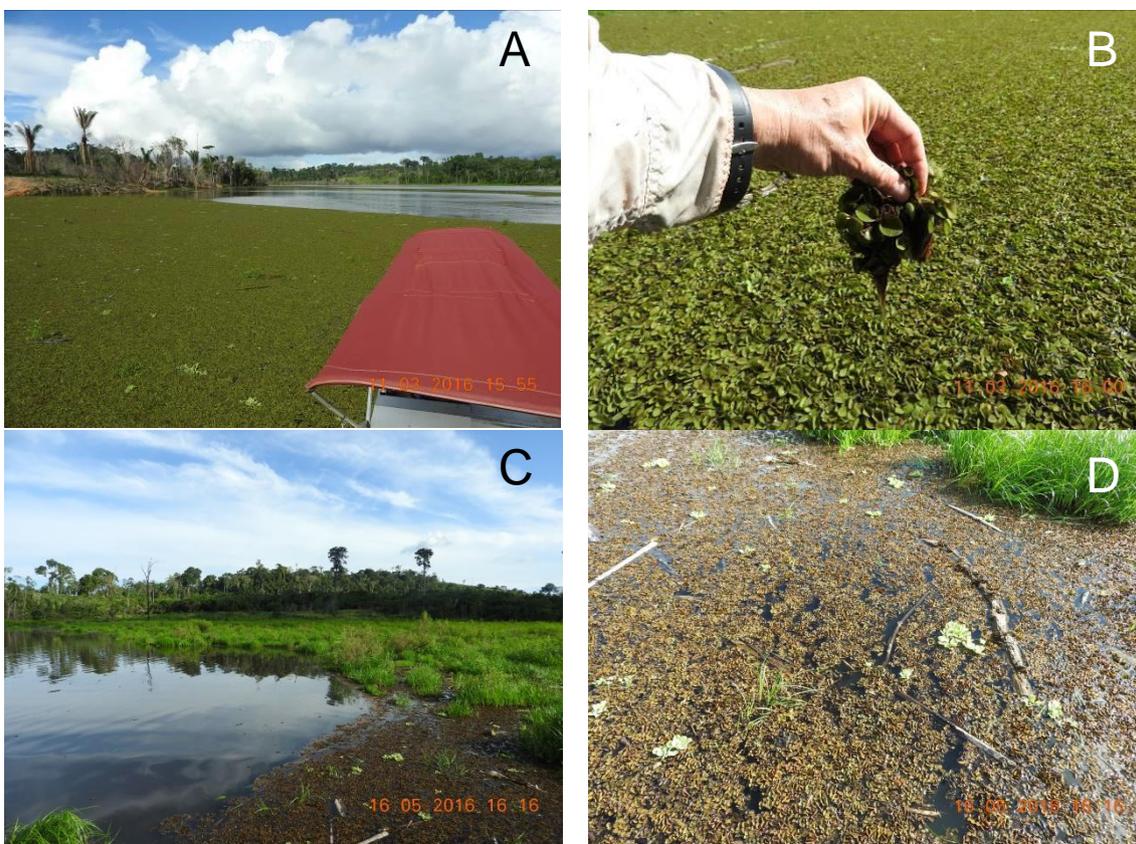


Figura 25 – Registro fotográfico de campo no Ponto 04 em 11/03/2016 (A e B), confirmando a ocorrência de macrófita aquática predominantemente da espécie *Salvinia auriculata*, mas com ocorrência, também, das espécies *Lemna aequinoctialis* e *Pistia stratiotes* em menores proporções; e em 16/05/2016 (C), com dominância da espécie *Oxycarium cubense*, mas com ocorrência ainda significativa de *Salvinia auriculata* (D).

PONTO 5 – PIMENTAL

No Ponto 05, localizado em área inundada próxima aos alojamentos do Sítio Pimental, foi verificada pequena infestação de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* no sobrevoo realizado em janeiro de 2016 (**Figura 26 A e B**). Naquela ocasião, a área ainda se encontrava parcialmente inundada em função da menor cota do RX. Nos registros fotográficos dos sobrevoos seguintes, realizados em fevereiro de 2016 (**Figura 26 C e D**) e março de 2016 (**Figura 26 E e F**), quando o RX já se encontrava cheio, verificou-se uma expansão muito significativa da infestação da mesma espécie naquele local. Fatores como baixa circulação da água, disponibilidade de nutrientes e elevada temperatura da água podem ter favorecido a ocorrência dessa espécie.

O registro fotográfico do monitoramento de campo realizado em março de 2016 confirma a ocorrência de infestação massiva de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* no Ponto 05 (**Figura 27**).

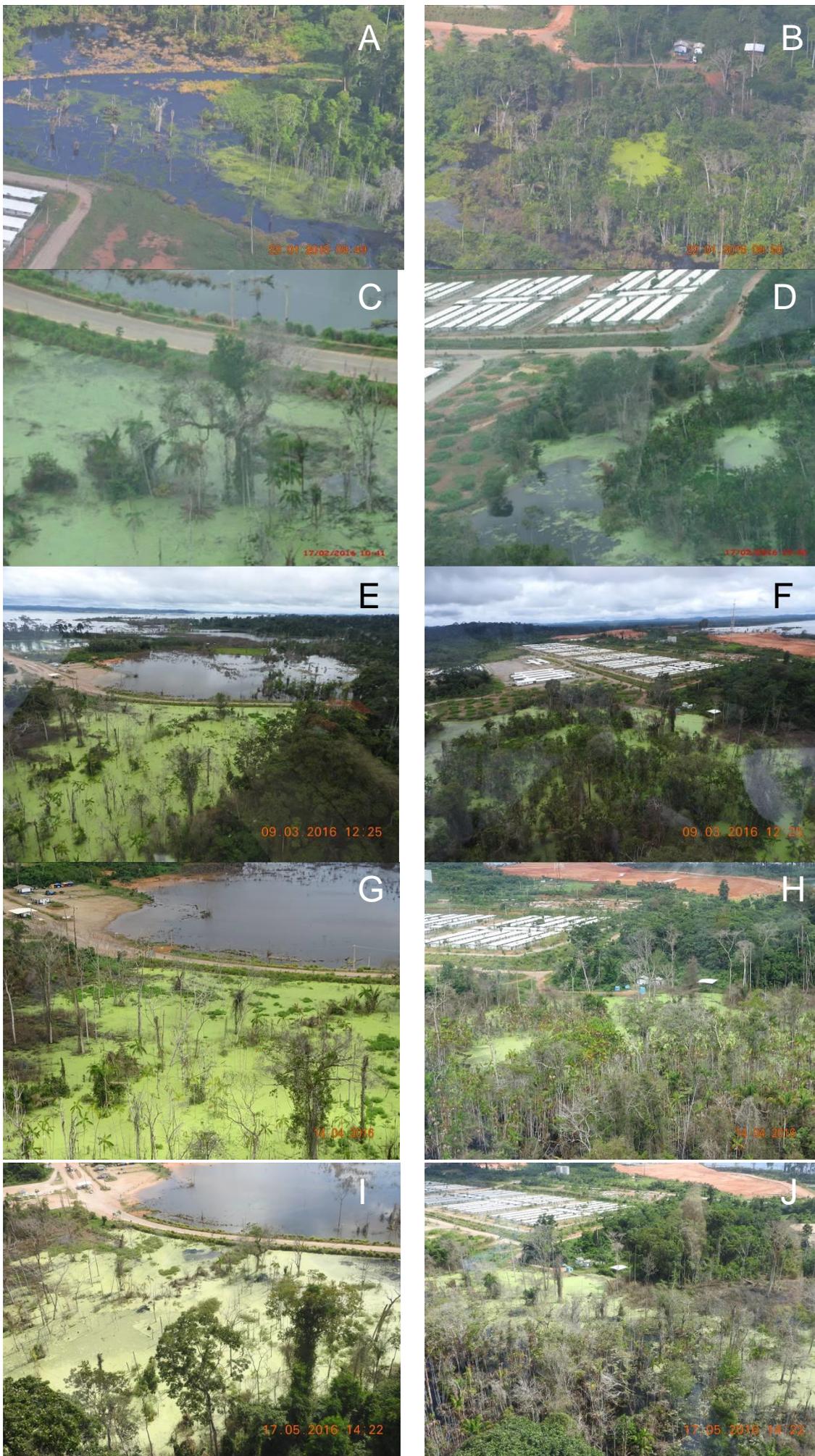


Figura 26 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no ponto 05 em 22/01/2016 (A e B), localizado em área inundada próxima aos alojamentos do Sítio Pimental, na qual foi verificada ocorrência moderada de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis*; B: sobrevoo no mesmo ponto em 17/02/2016 (C e D), em 09/03/2016 (E e F) em 14/04/2016 (G e H) e em 17/05/2016 (I e F), no qual foi verificada expansão maciça da ocorrência de macrófita aquática daquela espécie.



Figura 27 – Registro fotográfico de campo no Ponto 05 em 14/03/2016 (A e B) e em 17/05/2016 (C e D), confirmando a ocorrência de infestação de macrófita aquática predominantemente da espécie *Lemna aequinoctialis*.

PONTO IDM (IGARAPÉ DI MARIA)

O braço inundado formado pelo igarapé Di Maria (coordenadas 22M 0398193 m E e 9626530 m S), na margem esquerda do RX, foram observadas novas ocorrências de infestações de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* em fevereiro e março de 2016 **Figura 28 A e B**). De forma semelhante ao ocorrido no ponto 05, no sobrevoo realizado em janeiro de 2016 não foram verificadas ocorrências de infestações naquele local, possivelmente em função da menor cota do RX naquela ocasião. Já no terceiro sobrevoo realizado em março de 2016, constatou-se uma pequena redução na extensão dos estandes (**Figura 28 B**).



Figura 28 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no ponto IDM, localizado em área de remanso (braço) no igarapé Di Maria no RX, no qual foi verificada ocorrência de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* entre fevereiro e março de 2016 (A e B), porém, com retração em abril e maio de 2016 (C e D).

O registro fotográfico do monitoramento de campo realizado em março de 2016 confirma a ocorrência de infestação massiva de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* no Ponto 05 (Figura 29). Neste ponto foi coletada amostra de água para análise de nutrientes, íons e DBO, visando avaliar a qualidade da água que pode estar favorecendo a infestação dessa planta. De fato, verificou-se que as concentrações de DBO, fósforo total, nitrogênio total e de alguns íons como fluoreto, potássio, magnésio e cálcio estiveram mais elevadas em março de 2016 quando comparadas com as concentrações observadas em maio de 2016, sendo que a concentração de oxigênio dissolvido em março de 2016 esteve muito reduzida (1,96 mg/L), condição essa característica de ambiente eutrofizado, porém passando para 9,29 mg/L em maio de 2016. Esses resultados mostram que houve uma melhoria da qualidade da água no braço do igarapé Di Maria, resultando no desaparecimento dos estandes de *Azolla filiculoides*. Por outro lado, aumento das concentrações dos íons nitrato e amônio de março para maio de 2016 pode ser resultante da disponibilização desses íons com a morte e decomposição das macrófitas aquáticas.

Quadro – 1 – Dados de variáveis físicas e químicas da água quantificadas no braço formado pelo igarapé Di Maria em março e maio de 2016

Data	Prof. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (g/L)	pH	Potencial redox (mV)	Turbidez (NTU)	O2 dissolv. (mg/L)	Porcent. sat. de O2 (%)	Clorofila-a (ug/L)	Alcalinidade (mg/L)
11/03/2016	2,5	30,48	0,061	0,040	7,61	294,0	9,2	1,96	26,2	10,78	16,8
16/05/2016	1,2	32,36	0,03	0,017	6,78	192,2	20,1	9,29	129,5	10,7	9,7

Data	Prof. (m)	Fósforo total (µg/L)	Nitrogênio total Kjeldahl (mg/L)	DBO (mg/L)	Fluoreto (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Amônio (µg/L)	Potássio (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Cálcio (mg/L)
11/03/2016	2,5	75,44	0,35	5,27	163,10	< LD	9,88	39,08	3,03	1,18	3,63
16/05/2016	1,2	26,20	0,26	3,91	48,76	< LD	148,23	120,37	1,23	0,67	1,34



Figura 29 – Registro fotográfico de campo no Ponto IDM, confirmando a ocorrência de infestação da macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* em 11/03/2015 (A e B), porém, com retração em maio de 2016 (C).

1.4.2.2 TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA

LOCALIDADES RESSACA E FAZENDA

Em janeiro de 2016 e março de 2016 foram realizados, também, sobrevoos na área do Trecho de Vazão Reduzida (TVR), próxima às localidades Ressaca (**Figuras 30 A e C**) e Fazenda (**Figuras 30 B e D**), na qual não foi visualizada qualquer ocorrência infestação de macrófitas aquáticas, confirmada pelas incursões diárias por barco na água pelas equipes de campo.



Figura 30 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero na área do TVR, próxima às localidades Ressaca e Fazenda em 22/01/2016, na qual não se verificou ocorrência de infestação de macrófitas aquáticas.

1.4.2.2.3 RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

ÁREA INUNDADA PRÓXIMA AO CANTEIRO CANAIS

Em sobrevoo realizado em março de 2016 no Ponto Canteiro Canais, localizado em área inundada próxima aos alojamentos do Sítio Canais (coordenadas 22M 0398033 m E e 9636881 m S), foi verificada a ocorrência expressiva de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* (**Figura 31 A**). Essa área alagada que se formou em paralelo ao Canal de Derivação apresenta reduzida circulação de água e, possivelmente, elevada concentração de nutrientes, fatores esses que favoreceram o desenvolvimento dessa espécie, considerada invasora oportunista. Por outro lado, tal infestação se manteve restrita ao entorno do canteiro, sem evidência de dissipação para o Canal de Derivação. A infestação desta espécie continuou até abril de 2016 (**Figura 31 B**), porém, com sinais de senescência, passando a ter uma coloração avermelhada. Já em maio de 2016 não mais se verificou a infestação (**Figura 31 C**).

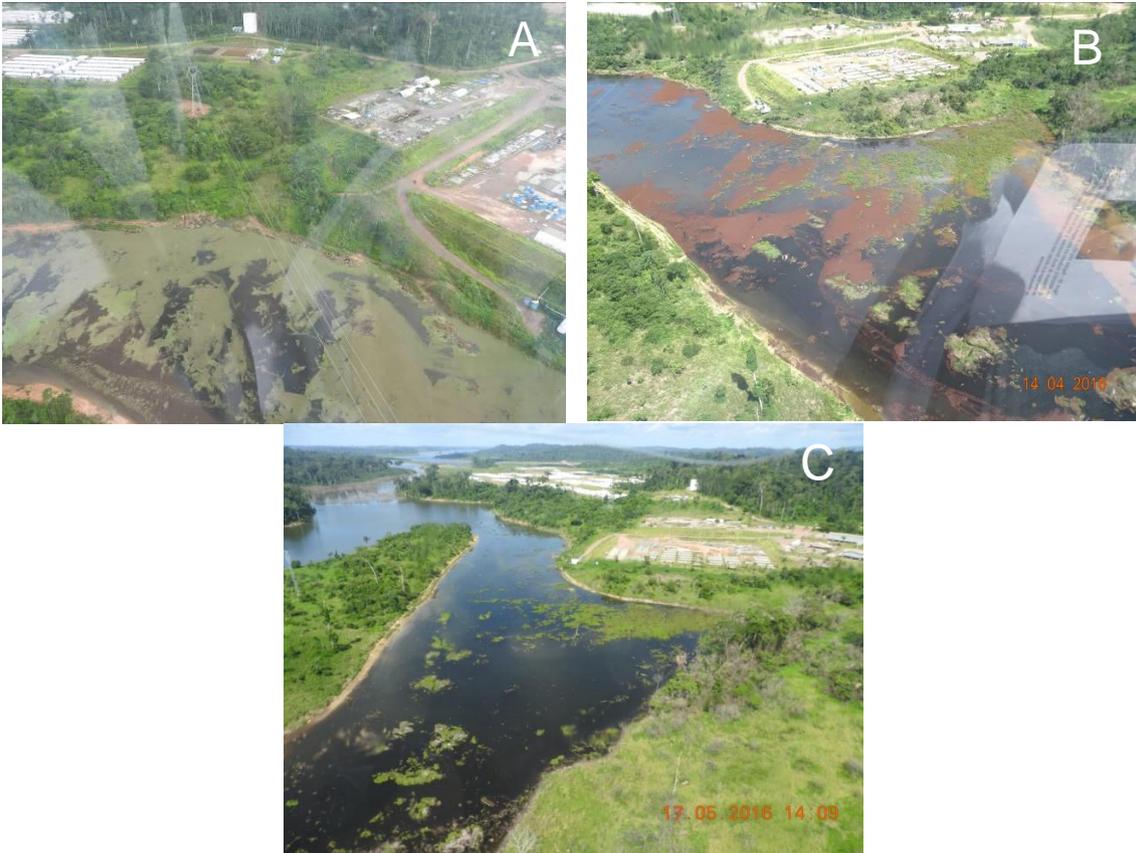


Figura 31 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero no Ponto Canteiro Canais em 08/03/2016, localizado em área alagada próxima aos alojamentos do sítio Canais. A: infestação de *Azolla filiculoides*; B: vista do Canal de Derivação do RI (a esquerda) e da área alagada (a direita), sem evidência de dissipação da infestação. Seta branca: local da infestação observada.

Na **Figura 32** está apresentado o registro fotográfico de campo do Ponto Canteiro Canais realizado em março de 2016, confirmando a ocorrência de infestação expressiva de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides*.



Figura 32 – Registro fotográfico de campo no Ponto CANTEIRO CANAIS em 14/03/2015, confirmando a ocorrência de macrófita aquática da espécie *Azolla filiculoides* (A, B e C); e em 17/05/2016, já sem a ocorrência de infestação desta espécie.

BRAÇO FORMADO EM ÁREA NO FINAL DO CANAL DE DERIVAÇÃO

Em uma área próxima ao final do canal de derivação (coordenadas em UTM 22M 0405534m E e 9633207m S), identificada como Ponto CANAL, formou-se um pequeno braço do RI na qual se observou ocorrência de algumas macrófitas aquáticas de forma flutuante livre predominantemente da espécie *Eichhornia crassipes* (**Figura 33**). A ocorrência dessa espécie já havia sido observada na sub-bacia do igarapé Paquiçamba antes mesmo da formação do RI em uma lagoa próximo ao Dique 28.

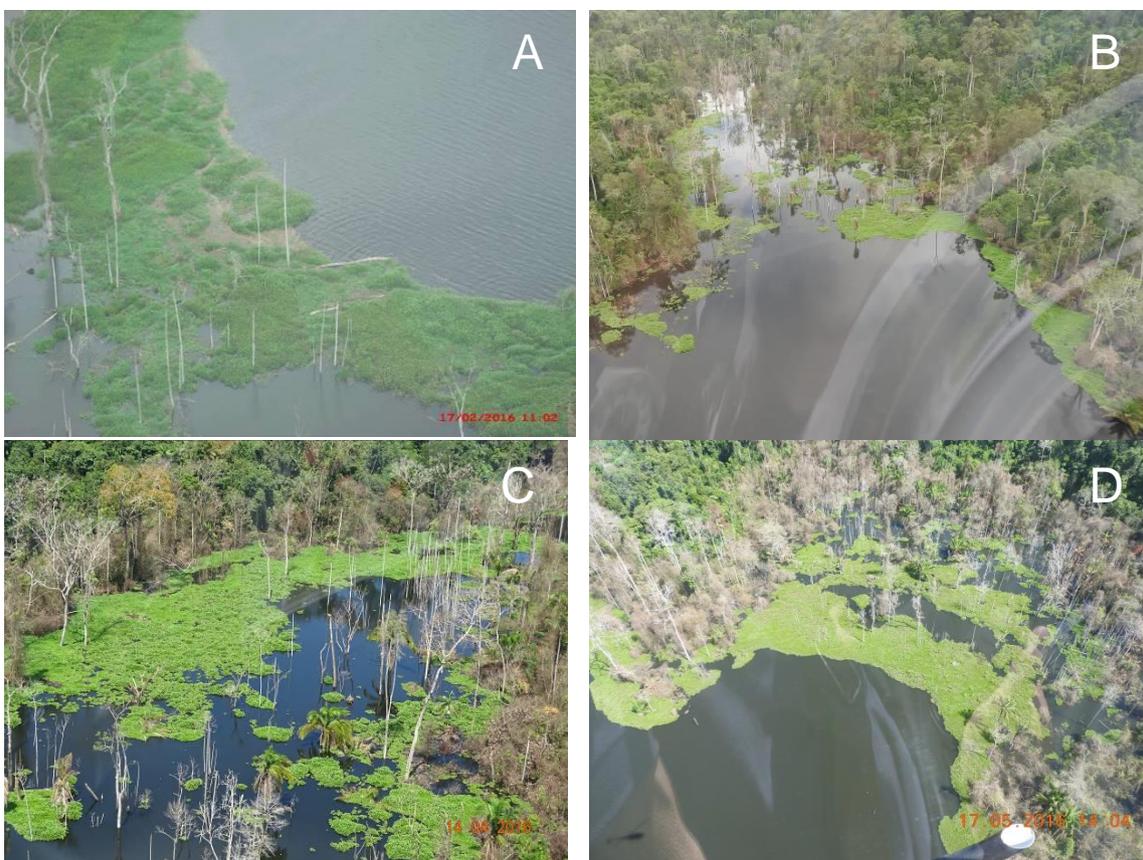


Figura 33 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero em 17/02/16 (A), em 08/03/2016 (B), em 14/04/2016 (C) e em 17/05/2016 (D) em área próxima ao final do canal de derivação no RI, com ocorrência de macrófitas aquáticas predominantemente da espécie *Eichhornia crassipes*.



Figura 34 – Registro fotográfico de campo em 10/03/16 (A), em 14/04/2016 (B) e em 17/05/2016 (C) em área próxima ao final do canal de derivação no RI, o qual confirma a ocorrência de macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia crassipes*.

Tal infestação foi confirmada durante o monitoramento de campo realizado em março de 2016 (**Figuras 34 A e B**) e em maio de 2016 (**Figura 34 C**) naquele local. A ocorrência de plantas dessa espécie foi verificada, também, nas duas margens de boa

parte da extensão daquele braço, o que sugere que a expansão da ocupação na sub-bacia. Desta forma, o monitoramento do braço será continuado nas campanhas de campo bimestrais subsequentes.

ÁREA DO DIQUE 29 – RI

Na área próxima ao Dique 29 (coordenadas em UTM 22M 0408314 m E e 9630567 m S), identificado como DIQUE 29, em meio aos resíduos acumulados, resultantes da supressão da vegetação, verificou-se a ocorrência de algumas florações de plantas predominantemente da família Poaceae, mas também de *Azolla filiculoides* no sobrevoo realizado em fevereiro de 2016 (**Figura 35 A**). Uma vez que tais ocorrências poderiam resultar na formação de ilhas flutuantes (matupás), após o desprendimento das margens, e que poderiam chegar no corpo central do RI e derivar em direção à Tomada de Água da Casa de Força Principal, tais formações foram removidas mecanicamente (**Figura 35 C**). De fato, o registro fotográfico do sobrevoo realizado em março, abril e maio de 2016 demonstram que houve uma redução significativa dos resíduos acumulados e das infestações de macrófitas aquáticas (**Figura 35 B**).

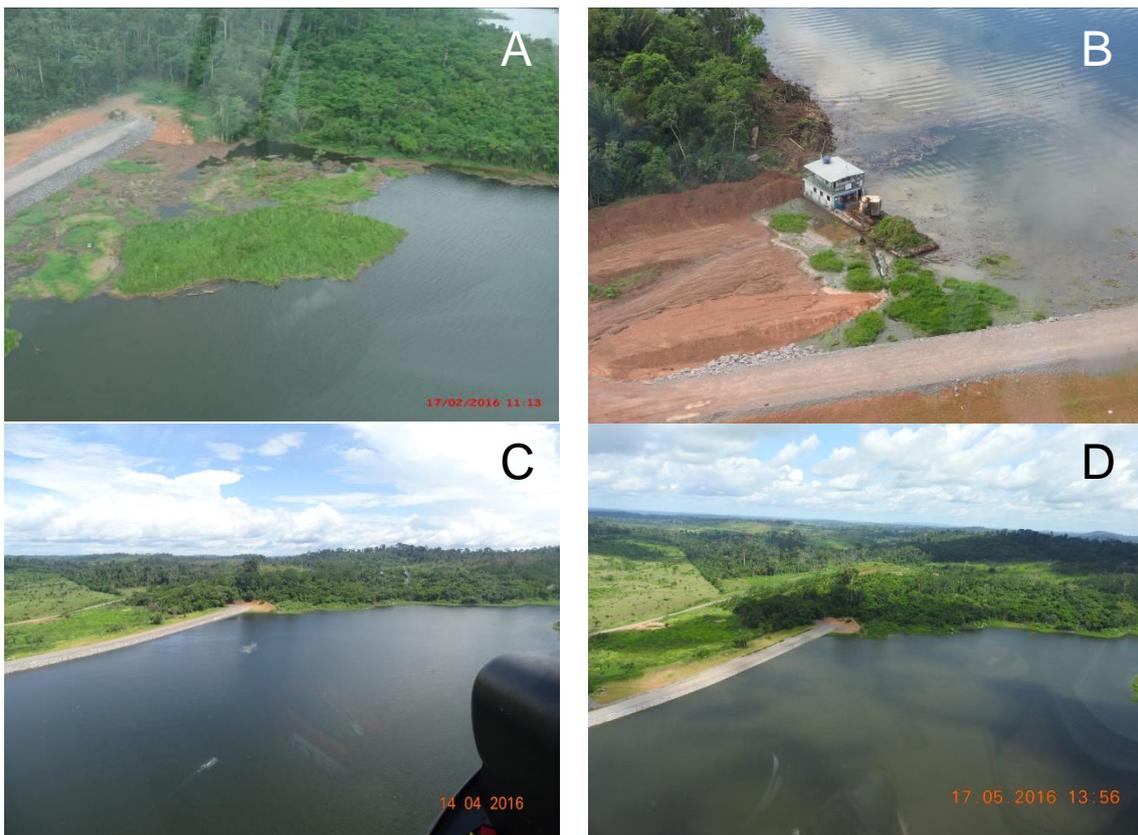


Figura 35 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero na área próxima ao Dique 29, no RI, com ocorrência de estande macrófitas aquáticas de forma fixa, predominantemente da família Poaceae (A), o qual passou pelo processo de remoção mecânica (B), que resultou no desaparecimento da infestação nos meses subsequentes (C e D).

Por outro lado, em março, abril e maio de 2016 verificou-se um extenso estande de macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia crassipes* em uma área próxima ao Dique 29 (coordenadas 22M 409111mE; 9630402mS), porém, sem evidência de expansão (**Figura 36**).

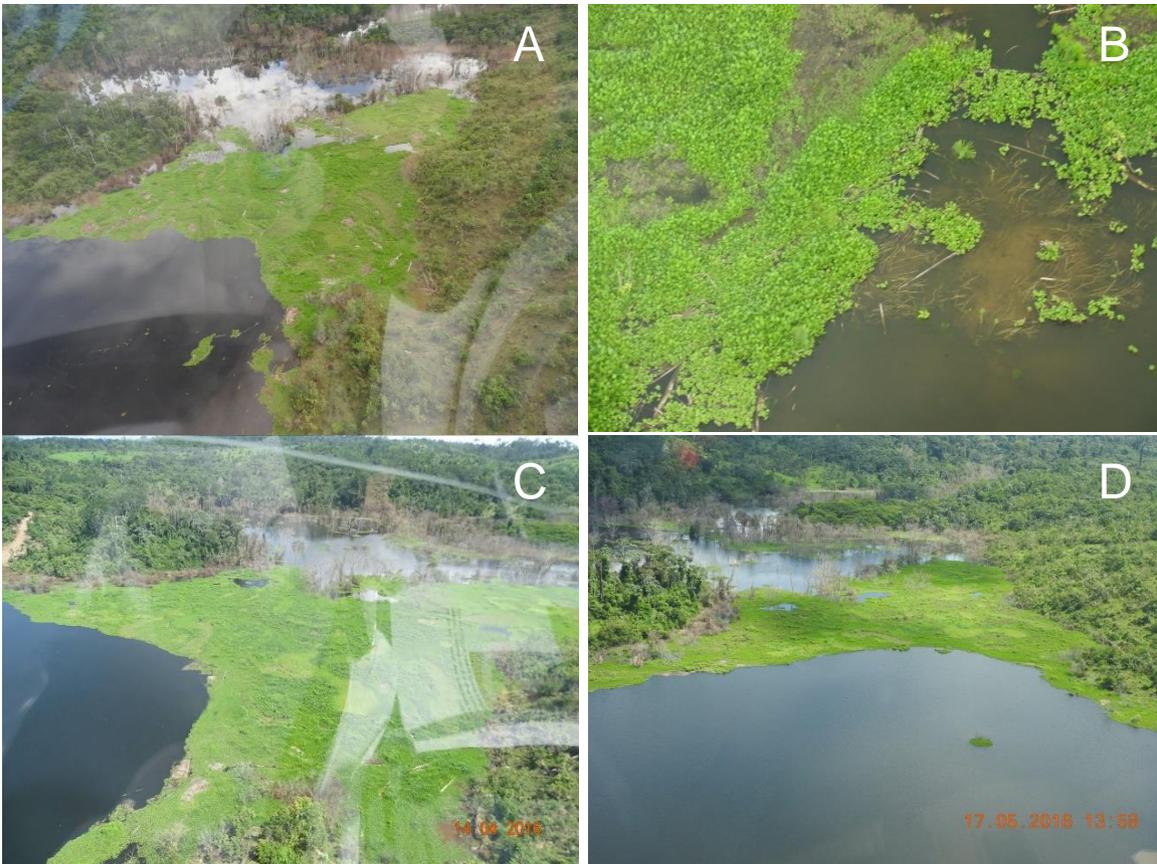


Figura 36 – Registros fotográficos dos sobrevoos de helicóptero realizados em 08/03/2016 (A e B), 14/04/2016 (C) e 17/05/2016 (D) em área próxima ao Dique 29, a qual apresentou infestação por macrófitas da espécie *Eichhornia crassipes*, porém, sem evidência de expansão do estande.

BACIA DO PAQUIÇAMBA (PONTOS 6 E 7)

Nos pontos 06 e 07, localizados na bacia do igarapé Paquiçamba, foram verificadas ocorrências moderadas de macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia crassipes*. Nessa área constatou-se uma diminuição das ocorrências no segundo sobrevoo (**Figura 37 B**) e no terceiro sobrevoo (**Figura 37 C e D**) em relação aos registros obtidos no primeiro sobrevoo realizado em janeiro de 2016 (**Figura 37 A**), possivelmente em razão do enchimento do RI, promovendo o deslocamento dos bancos pelo corpo do reservatório. Mesmo assim, essa bacia deverá ser monitorada com maior atenção, uma vez espécie *Eichhornia crassipes* nela observada possui elevado potencial de dispersão e infestação.

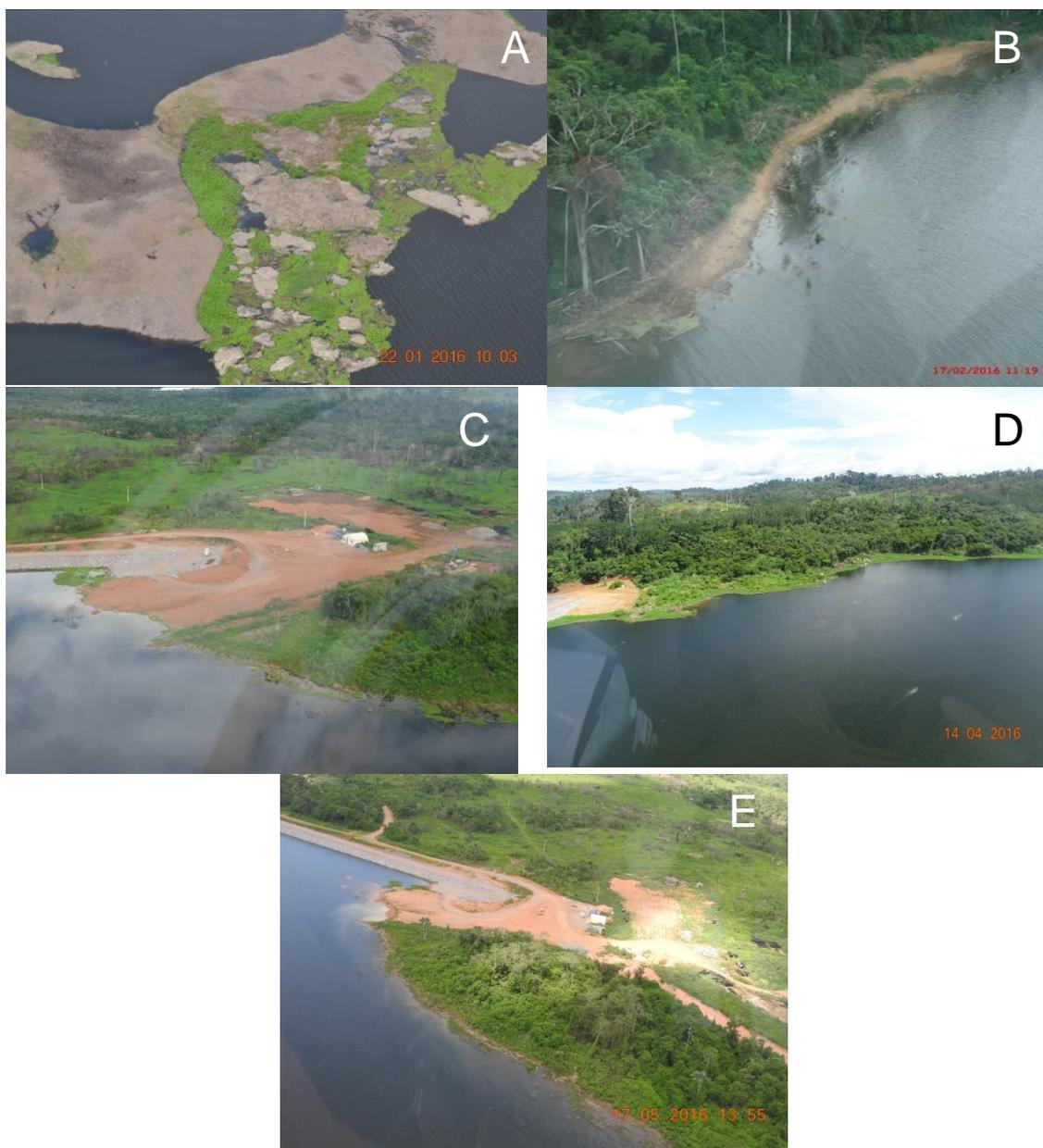


Figura 37 – Registros fotográficos dos sobrevoos de helicóptero realizados na Bacia do igarapé Paquiçamba, no RI, com ocorrências moderadas de macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia crassipes* nas margens do reservatório. A: em 22/01/2016; B: em 17/02/2016; C: em 08/03/2016; e D: em 14/05/2016; E: em 17/05/2016.

O registro fotográfico do monitoramento de campo realizado em março de 2016 na bacia do igarapé Paquiçamba confirma a ocorrência de macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia crassipes*, porém, restrita às margens do RI (**Figura 38**).



Figura 38 – Registro fotográfico de campo em 10/03/16 (A) e em 11/05/2016 (B) no Ponto 07, o qual confirma a ocorrência moderada de macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia crassipes*.

PONTO 08 – BACIA DO IGARAPÉ TICARUCA

No ponto 08, localizado na Bacia do igarapé Ticaruca, algumas ocorrências de infestações de macrófitas aquáticas foram observadas nas áreas com acúmulo de resíduos da supressão da vegetação, próximas às margens e braços com baixa circulação de água. Em janeiro de 2016, ainda na fase de enchimento do RI, foi verificada infestação de macrófita aquática da espécie *Lemna aequinoctialis* nas margens e no fundo do braço (**Figura 39 A**). A imagem da **Figura 39 B** evidencia o crescimento de macrófitas aquáticas junto aos resíduos da supressão e o seu possível desprendimento da margem observada em março de 2016 (**Figura 39 D**), formando as ilhas flutuantes. Também foi possível visualizar algumas ilhas flutuantes descendo no entorno da referida bacia.



Figura 39 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero na Bacia do igarapé Ticaruca, no RI. A: em 22/01/2016, ainda em fase de enchimento, quando foi observada ocorrência moderada da espécie *Lemna aequinoctialis*; B: em 17/02/2016 com formação de ilhas flutuantes formadas por gramíneas sobre resíduos da supressão; C e D: em 08/03/2016, com possível desprendimento de uma porção da ilha flutuante (seta branca).

O registro fotográfico do monitoramento de campo realizado no Ponto 08 em março de 2016 confirma a ocorrência predominante de gramíneas da espécie *Leersia hexandra* (**Figura 40 A e B**), mas também da espécie *Lemna aequinoctialis* associadas aos resíduos de supressão da vegetação (**Figura 40 C**).



Figura 40 – Registro fotográfico de campo em 10/03/16 no Ponto 08, o qual confirma a ocorrência de macrófitas aquáticas de forma fixa predominantemente da espécie *Leersia hexandra* (A e B), mas também da espécie *Lemna aequinoctialis* associadas aos resíduos de supressão da vegetação.

PONTO 09 – BACIA DO IGARAPÉ CAJUEIRO

No ponto 09, localizado na bacia do igarapé Cajueiro, foram verificadas ocorrências de macrófitas aquáticas associadas aos resíduos da supressão da vegetação tanto no sobrevoo realizado em janeiro de 2016 (**Figura 41 A**) como nos sobrevoos realizados em fevereiro de 2016 (**Figura 41 B**) e em março de 2016 (**Figura 41 C**), mais concentrados próximo ao Dique 14 G. Porém, a partir de maio de 2016, tais ocorrências deixaram de existir (**Figura 41 E**), em função da retirada mecânica realizada a partir de abril de 2016 (**Figura 41 D**), posteriormente confirmadas pelo registro fotográfico de campo realizado em maio de 2016 (**Figura 42 C e D**).



Figura 41 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero na Bacia do igarapé Cajueiro, no RI, com ocorrência de macrófitas aquáticas associadas aos resíduos da supressão da vegetação e com potencialidade de formação de ilhas flutuantes (matupás). A: sobrevoo de 22/01/2016; B: sobrevoo de 17/02/2016; C: em 08/03/2016; D: em 14/04/2016, com remoção mecânica; E: sem ocorrência de resíduos e de macrófitas aquáticas.

O registro fotográfico do monitoramento de campo realizado em março de 2016 no Ponto 09 confirmam a ocorrência de macrófitas aquáticas associadas aos resíduos de supressão da vegetação junto à margem, com predominância de plantas da espécie *Pistia stratiotes* (**Figura 42**). Porém, a partir de maio de 2016, tais infestações deixaram de existir após remoção mecânica dos resíduos de supressão e das macrófitas aquáticas iniciada em abril de 2016, registrada pelo sobrevoo de helicóptero (Figura 41 D).



Figura 42 – Registro fotográfico de campo em 10/03/16 no Ponto 09, o qual confirma a ocorrência de macrófitas aquáticas de forma fixa, mas também de forma flutuante da espécie *Pistia stratiotes* associadas aos resíduos de supressão da vegetação, as quais deixaram de existir em maio de 2016 após a remoção mecânica realizada a partir de abril de 2016.

PONTO 10 – BACIA DO IGARAPÉ COBAL

Ocorrências de macrófitas associadas aos resíduos da supressão da vegetação foram também verificadas no ponto 10 (**Figura 43**), localizado na bacia do igarapé Cobal, com potencial formação de matupás. Nesta bacia foram avistadas ilhas flutuantes, porém, com indicativos que as macrófitas que as ocupam estão perecendo, conforme registro realizado em fevereiro de 2016 (**Figura 43 B**) e em março de 2016 (**Figura 43 C**) e maio de 2016 (**Figura 43 D**), possivelmente devido ao excesso de água, uma vez que tais bancos viviam originalmente na terra firme nas margens de igarapés antes da formação do RI. Tais constatações não tinham sido observadas no sobrevoo realizado em janeiro de 2016 (**Figura 43 A**), uma vez que naquela ocasião o RI estava ainda na fase intermediária de enchimento.



Figura 43 – Registro fotográfico do sobrevoo de helicóptero na Bacia do igarapé Cobal, no RI, com ocorrência de ilhas flutuantes em 22/01/2016 (A), porém, cujas plantas que as ocupam passam por um processo de perecimento, conforme verificadas em 17/02/2016 (B), em 08/03/2016 (C) e em 17/05/2016.



Figura 44 – Registro fotográfico de campo em 10/03/16 (A e B) e em 11/05/2016 (B) no Ponto 10, o qual confirma a ocorrência de macrófitas aquáticas de forma fixa em estágio de perecimento.

Pontos CN 08 A e CN08 B

Pontos localizados também na bacia do igarapé Cobal em locais próximos entre si, nos quais foram identificadas ilhas flutuantes (matupás) compostas predominantemente por plantas da família Poaceae (gramíneas), mas também com ocorrência de *Typha dominguensis* (família Typhaceae), popularmente conhecida como “taboa”. Os estandes se mantiveram inalterados de março para maio de 2016, porém, com tendência de desaparecimento causada pela morte das plantas, de forma semelhante ao ocorrido no Ponto 10 na mesma bacia.



Figura 46 – Registro fotográfico dos sobrevoos de helicóptero realizados no Ponto CN 08 A em 08/03/2016 (A e B), em 14/04/2016 (C) e em 17/05/2016 (D).



Figura 47 - Registro fotográfico dos sobrevoos de helicóptero realizados no Ponto CN 08 B em 14/04/2016 (A) e em 17/05/2016 (B).



Figura 47 – Registro fotográfico de campo no ponto CN 08 A (A) e CN 08 B (B) em maio de 2016, nos quais foram verificadas ilhas flutuantes (matupás) compostas predominantemente por gramíneas, mas também com ocorrência de plantas da espécie *Typha dominguensis* (família Typhaceae), conhecida popularmente como “taboa”.

Em relação ao corpo principal do RI, não foram verificadas ocorrências de infestações de macrófitas aquáticas nos sobrevoos realizados em janeiro de 2016 (**Figura 45 A**) e em março de 2016 (**Figura 45 B**). Portanto, as infestações observadas no RI estiveram restritas às margens, aos fundos de braços e às áreas inundadas com baixa velocidade de água, como no ponto Canteiro Canais em março de 2016 (**Figuras 31 e 32**).

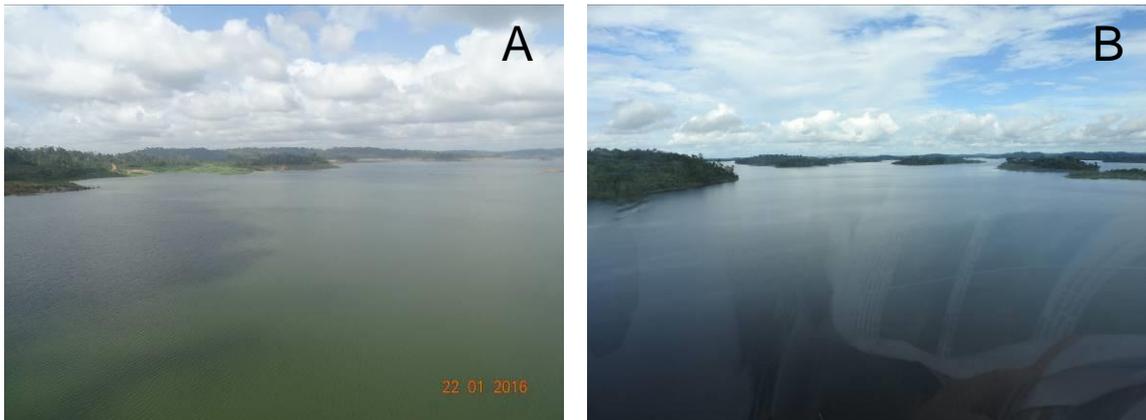


Figura 45 – Registro fotográfico dos sobrevoos de helicóptero realizados no corpo principal do RI em 22/01/2016 (A) e em 08/03/2016 (B), não evidenciando ocorrência de infestações de macrófitas aquáticas.

1.4.2.2.4 TRECHO DE RESTITUIÇÃO DE VAZÃO

Os sobrevoos de helicóptero realizados em janeiro de 2016 e em março de 2016 abrangeram, também, o Trecho de Restituição de Vazão no rio Xingu, na área próxima à casa de força principal da UHE Belo Monte (**Figura 73**). Não foram verificadas ocorrências de infestações de macrófitas aquáticas nessa área nos dois sobrevoos.



Figura 73 – Registro fotográfico dos sobrevoos de helicóptero realizados em 22/01/2016 (A) e em 15/03/2016 (B) na área do Trecho de Restituição de Vazão no rio Xingu, não evidenciando ocorrência de infestações de macrófitas aquáticas.

1.4.2.2.5 ASPECTOS GERAIS SOBRE OS REGISTROS FOTOGRÁFICOS DOS SOBREVOOS DE HELICÓPTERO

Baseados em registros fotográficos obtidos com os cinco sobrevoos de helicóptero, não foram verificadas infestações de macrófitas aquáticas no corpo principal tanto do RX como do RI. Da mesma forma, não foram observadas infestações no Trecho de Vazão Reduzida e no Trecho de Restituição de Vazão. As infestações estiveram restritas às margens dos reservatórios, nos fundos dos principais braços, e em áreas inundadas com circulação restrita de água, como nas proximidades dos alojamentos dos sítios Pimental e Canais. De uma forma geral, novas ocorrências foram observadas em locais onde a lâmina de água ainda não estava presente por ocasião do primeiro sobrevoos realizado em janeiro de 2016, tanto no RX como, principalmente,

no RI. Também confirmaram-se que as novas infestações de macrófitas estiveram relacionadas, principalmente, à presença de resíduos vegetais originários da supressão nas margens dos reservatórios, que atuam como ambientes favoráveis ao desenvolvimento dessas plantas, principalmente as espécies pioneiras como *Lemna aequinoctialis*, *Azolla filiculoides*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*. Por outro lado, alguns bancos de macrófitas aquáticas apresentaram retração, como na foz do igarapé Ambé, na lagoa Massanori e no igarapé Di Maria, e no igarapé inundado do Canteiro Canais, possivelmente resultante do processo de senescência das plantas por esgotamento de nutrientes.

Uma das maiores evidências verificadas nesses pontos do RX, com exceção do Ponto 02, foi a sucessão de espécies predominantes desde o início do monitoramento em janeiro de 2016. Os estandes, que eram dominados inicialmente por plantas das espécies *Salvinia auriculata* (orelha-de-onça) e *Pistia stratiotes* (alface-d'água), passaram a ser dominados por plantas da espécie *Oxycarium cubense*, da família Cyperaceae. Essa planta é epífita sobre vegetação aquática suporte, como orelha-de-onça e alface-d'água, mas com o tempo passa a se tornar dominante, formando conjuntos puros e extensos flutuantes capazes de suportar o peso de uma capivara e ninhos de jacaré, podendo bloquear a navegação (POTT & POTT, 2000³).

Já no caso do Ponto 02, localizado no fundo do braço do igarapé Palhal, o extenso estande continua sendo dominado por planta da espécie *Salvinia auriculata*, mas com tendência a passar a ser ocupado, também, por plantas da espécie *Oxycarium cubense*.

Quanto aos bancos flutuantes de macrófitas, estes foram desprezados de ocorrências já existentes nos igarapés do RI. Observa-se que, em um período de 46 dias, a porção vegetal desses bancos detectados por meio do uso de embarcação na bacia do igarapé Cobal está perecendo. Neste sentido, a Norte Energia já iniciou a remoção de macrófitas aquáticas nessa e em outras áreas do RI (no contexto do Plano 14 do PER-BM) conforme registro fotográfico realizado por sobrevoo em março e abril de 2016, cujos resultados, ou seja, desaparecimento de algumas infestações, foram verificados em maio de 2016.

Deve-se considerar que a ocorrência de infestações tanto no RX como no RI estavam previstas, como resultado do enriquecimento da água por nutrientes durante e após a fase de enchimento nos estágios iniciais. Porém, com a estabilização dos reservatórios, a tendência é que tais estandes diminuam gradualmente com a redução eutrofização pelo processo natural de autodepuração, desde que os aportes de nutrientes na bacia sejam controlados. Caso os estandes continuem se expandindo, mesmo com a estabilização dos reservatórios, recomenda-se a remoção mecânica para o controle de crescimento das macrófitas aquáticas. Deve-se ressaltar ainda que, conforme já mencionado anteriormente, a Norte Energia já vem realizando a remoção mecânica de macrófitas aquáticas em alguns locais mais críticos já na fase inicial de formação do RX e RI.

A remoção mecânica de macrófitas aquáticas em condições de infestação em reservatórios, apesar de onerosa, é a forma mais eficiente de controle, uma vez que estará, também, removendo o excesso de carbono, nitrogênio e fósforo da água que foi incorporado nas plantas, contribuindo para a redução da eutrofização dos sistemas. Formas de controle que causam a morte das plantas, como uso de herbicidas ou aplicação de chama são paliativas e não recomendadas, haja vista que as plantas mortas serão decompostas localmente por microrganismos, tornando novamente disponível as formas de carbono nitrogênio e fósforo à água e induzindo o crescimento de novas plantas. Além disso, a aplicação de herbicidas irá causar impactos negativos

³ POTT, V. J. & POTT, A. Plantas Aquáticas do Pantanal. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 404p.

a outras formas biológicas no local, com potencialidade de afetar as comunidades humanas no entorno.