

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

AVALIAÇÃO TÉCNICA PÓS-DESASTRE

Manacapuru, AM

REALIZAÇÃO

**DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA**

2024

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Inácio Melo

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Sabrina Góis

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

Chefe da Divisão de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Julio Cesar Lana

Execução

Marco Antonio de Oliveira

Renê Luzardo

Antônio Gilmar Honorato de Souza

Elton Rodrigo Andretta

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
I PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES I

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS
VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

AVALIAÇÃO TÉCNICA

PÓS-DESASTRE

Porto da Terra Preta

Manacapuru, AM

AUTORES

Marco Antonio de Oliveira

Renê Luzardo

Antônio Gilmar Honorato de Souza

Elton Rodrigo Andretta



Manaus

2024

APRESENTAÇÃO

As ações promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), no âmbito do Departamento de Gestão Territorial (DEGET), envolvem a coordenação, supervisão e execução de estudos do meio físico voltados à conservação ambiental, ordenamento territorial e prevenção de desastres.

Neste contexto, a Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP) tem papel fundamental na condução de estudos, projetos e programas, cujo foco principal é produzir instrumentos técnicos capazes de subsidiar os gestores públicos na formulação, aprimoramento e execução de políticas direcionadas à mitigação dos danos causados por eventos adversos de natureza geológica, como deslizamentos, quedas de blocos de rocha, erosões, inundações, dentre outros.

As atividades desenvolvidas pelo DEGET e pela DIGEAP incluem, ainda, ações de fomento à disseminação do conhecimento geocientífico, por meio da promoção de cursos de capacitação voltados aos agentes públicos e à sociedade em geral.

Assim, com esse espírito de inovação e com a responsabilidade de fomentar a ocupação segura e sustentável do território, o SGB-CPRM espera que as informações contidas no presente relatório possam ser empregadas em prol do bem-estar da sociedade brasileira.

Inácio Melo

Diretor-Presidente

Alice Silva de Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma avaliação técnica realizada no município de Manacapuru-AM, na localidade do Porto de Terra Preta, entre os dias 08 e 10/10/2024, em decorrência de um deslizamento de terra de grande porte, que ocorreu às margens do rio Solimões, próximo a confluência com o rio Manacapuru, com duas vítimas fatais.

Os resultados mostram que a área do deslizamento de terra abrangeu uma ruptura no terreno de aproximadamente 15.000m² e atingiu até 20 metros de profundidade. O material mobilizado pelo deslizamento fluiu em direção ao leito do rio Solimões, reduzindo a lâmina de água à 2m de profundidade, onde anteriormente atingia mais de 10m, na parte frontal do rompimento.

Os fatores que levaram a ruptura do terreno foram: o local está situado na margem erosiva, onde o rio Solimões faz a curva bem em frente a área de deslizamento; presença de minas d'água na base do talude saturando o solo; aterro lançado sobre os solos instáveis da margem do rio Solimões, cuja sobrecarga pode ter contribuído para sua desestabilização, somado a descida rápida e acima da média, do nível d'água, para o período de vazante recorde. Esta amplitude do nível da água, entre a cota máxima e mínima atingiu cerca de 15,50 metros. Isto fez com que o peso do solo mais o aterro, saturados em água durante a cheia, provocasse um excesso de carga sobre o terreno, provocando a sua ruptura durante a descida das águas.

Recomenda-se que a ocupação das margens dos rios por portos seja realizada com projetos e obras de engenharia que considerem a espessa camada de solos inconsolidados presentes nas margens dos grandes rios amazônicos e a variabilidade sazonal do nível das águas, que pode ter amplitudes superiores a 15 metros. É essencial evitar o uso de aterros lançados e a execução de obras sem fundações adequadas, garantindo assim a segurança e estabilidade das construções nessas áreas. Em áreas mapeadas como risco geológico ou próximo a elas, devem monitorar as feições indicativas de deslizamentos e coibir presença de flutuantes.

Palavras-chave: Porto de Terra Preta, avaliação pós desastre, rio Solimões.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	1
APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO	1
CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO	2
RESULTADOS E CONCLUSÕES	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

1. INTRODUÇÃO

No dia 07 de outubro de 2024 um deslizamento de terra de grande porte ocorreu às margens do rio Solimões, na localidade do porto de Terra Preta, em Manacupu-AM, com duas vítimas fatais. Diante de um evento desta magnitude e de seu impacto para a comunidade local, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM mobilizou uma equipe especializada em análise de risco geológico para avaliar as condicionantes do deslizamento, os riscos remanescentes e as medidas que possam mitigar e prevenir eventos semelhantes que possam ocorrer em situações análogas, considerando a ocupação segura das margens dos rios da Amazônia.

O Serviço Geológico do Brasil, apresenta neste trabalho os resultados da vistoria técnica realizada no local conhecido como Porto da Terra Preta ou Porto do Zé Maria, situado ao lado do Terminal Hidroviário de Manacapuru-AM. A vistoria ocorreu entre os dias 08 e 10 de outubro de 2024, na qual foram obtidos dados sobre a geometria e dimensão da ruptura, o tipo de material mobilizado pelo deslizamento, imagens no terreno e aéreas, além de perfis batimétricos.

Os levantamentos de campo foram realizados pelos profissionais listados no quadro 1.

Quadro 1 - Profissionais que participaram dos levantamentos de campo.

Nome	Cargo ou função	Instituição
Antonio Gilmar Honorato de Souza	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Jose Carlos da Matta Silva	Técnico em Hidrologia	Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Marco Anotnio Oliveira	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Renê Luzardo	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil - CPRM

2. OBJETIVOS

Este estudo objetiva:

- Registrar e caracterizar o deslizamento de terra e riscos remanescentes para as áreas habitadas do entorno;
- Subsidiar os administradores e órgãos públicos na tomada de decisões voltadas à prevenção, mitigação e resposta a eventos de deslizamentos de terra que possam ocorrer às margens dos grandes rios da Amazônia.

3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO

Este trabalho pode ser utilizado para:

- Subsidiar o poder público na seleção das áreas prioritárias a serem contempladas por ações destinadas à prevenção dos desastres;
- Contribuir para a elaboração de projetos de intervenção estrutural em áreas de risco;
- Embasar a elaboração de planos de contingência;
- Auxiliar a construção de sistemas de monitoramento e alerta de desastres;
- Direcionar as ações da Defesa Civil;
- Fomentar ações de fiscalização com objetivo de inibir o avanço da ocupação nas áreas de risco mapeadas e em terrenos com condições topográficas e geológicas similares.

Este trabalho não deve ser aplicado para:

- Substituir a Setorização de Áreas de Risco Geológico;
- Substituir análises de estabilidade de taludes e encostas;
- Substituir projetos de engenharia destinados à correta seleção, dimensionamento e implantação de obras estruturais em áreas de risco;
- Avaliar a pertinência e eficácia de obras de engenharia de qualquer natureza;
- Substituir estudos censitários específicos para indicar o número e a característica socioeconômica dos habitantes das áreas de risco;

É importante ressaltar que os resultados expostos no presente relatório representam as condições observadas no momento da visita de campo, as quais podem se alterar ao longo do tempo. Além disso, cabe enfatizar que este estudo não constitui um mapeamento das áreas de risco geológico existentes no município, mas sim uma caracterização das áreas recentemente afetadas por eventos adversos de natureza geológica. Desta forma, não se descarta a possibilidade de existirem no município outras áreas de risco geológico não incluídas neste trabalho.

4. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO

Segundo notícias veiculadas na imprensa local, na tarde do dia 07/10/2024, um deslizamento de terra abriu uma cratera na orla de Manacapuru e engoliu parte do Porto de Terra Preta, causando duas vítimas fatais e a interdição das operações do Terminal Hidroviário de Manacapuru, situado ao lado da área afetada pelo deslizamento.

O deslizamento de terra gerou uma cratera ou superfície de ruptura curvada (semicírculo) com cerca de 15.000m², na sua porção mais distal em relação ao rio Solimões, se propagando lateralmente até a largura de 250 metros na linha de água do rio. O comprimento da parte mais distal da ruptura até a linha de água atingiu cerca de 130 metros e profundidade de aproximadamente 20 metros. O deslizamento de terra

mobilizou, na parte emersa, cerca de 300 mil m³ de material, formado por aterro e solos, que ao caírem repentinamente sobre o rio provocaram o soterramento do flutuante, onde estavam as vítimas fatais, e formação de ondas que afetaram embarcações que estavam próximas ao porto. (Figura 1)

Os deslizamentos são movimentos rápidos de massa ou material (solo, rochas, aterro, lixo, entulho) que ocorrem nas superfícies inclinadas ou terrenos como encostas e taludes devido à ação da gravidade. Quando a força de tração (componente da força G atuando de acordo com a declividade do terreno) supera as forças de resistência interna (atrito) do material, ocorre a ruptura e o deslizamento do material.



Figura 1 - Deslizamento de terra no Porto de Terra Preta, em Manacapuru-AM. Notar geometria semicircular da ruptura que se alarga nas proximidades da margem do rio Solimões. O terminal Hidroviário de Manacapuru (círculo vermelho) foi parcialmente afetado.

O LOCAL ANTES DO EVENTO

A área do Porto de Terra Preta se localiza em uma região de planície de inundação, com relevo plano entre dois platôs com declividade alta, com cerca de 20 metros de altura, situada na margem esquerda e erosiva do rio Solimões, próximo à confluência com o rio Manacapuru. A encosta é uma escarpa de origem erosiva, formada pela ação mecânica das águas dos rios Manacapuru e Solimões sobre as rochas da Formação Álter do Chão, que compõem o substrato rochoso da área. Na área próxima ao rio, a escarpa está recoberta por depósitos mais recentes de areia fina, silte e argila, que foram acumulados em ciclos de cheias do sistema fluvial. Além disso, há aterros adicionados por ação antrópica, que sobrepõem esses sedimentos naturais para serem utilizados como acesso ao porto durante o ano todo, avançando para o rio durante o período de vazante e sendo parcialmente encoberto pela água no período de cheia.

Essa região do Bairro Terra Preta já ocorreram alguns deslizamentos durante as secas extremas, como em 2010 e em 2023, pelo menos em dois locais diferentes. Em 2010, 600 metros a leste do Porto do Zé Maria, houve o soterramento de um flutuante com vítimas fatais e também na área onde é atualmente o Porto do Paraná. Já em 2023, dia 11 de outubro durante a seca extrema, houve um deslizamento no Porto do Paraná que causou ondas e danos em barcos e flutuantes na área do Porto, segundo vídeos divulgados nas redes sociais e jornais locais.

Ao lado do Terminal Hidroviário existia, antes do deslizamento, uma rampa de acesso à praia ladeada por taludes verticais com cerca de 3 metros de altura e contidos por muros de concreto. O talude da rampa de acesso à praia apresentava uma porção com inclinação mais suave e foi feito de concreto e possuía sistema de drenagem (uma calha lateral). Na parte mais próxima à praia, o talude era vertical e contido em toda sua extensão lateral por muro de tijolos com colunas de concreto. Em sua porção frontal à praia, o muro de contenção era de concreto. Não foi identificado sistema de drenagem ou calha no talude deste outro lado da rampa de acesso à praia. O muro de contenção do talude lateral, aparentemente, formava uma estrutura única de concreto com o muro da “frente molhada” (área frontal sujeita a inundações). Esta estrutura de concreto em formato de L, aparentemente funcionava como um muro de contenção que estava sujeito a inundações durante os períodos de cheias (figuras 2, 3 e 4).

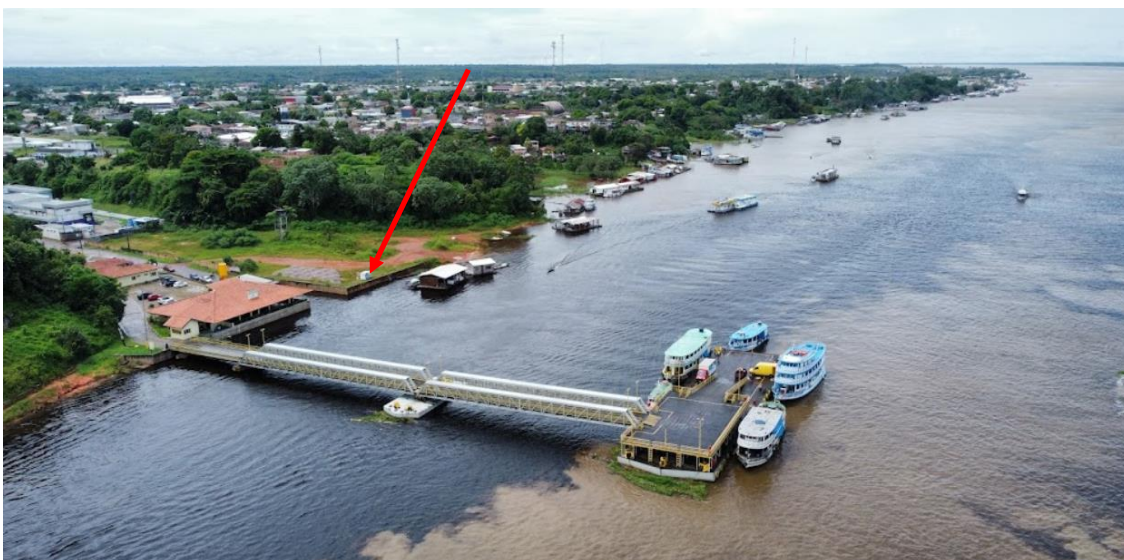


Figura 2 - Vista aérea do porto da Terra Preta mostrando a área afetada antes do evento e em período de cheia. Observa-se o muro de contenção do pátio parcialmente submerso (seta vermelha). Foto Google Maps, julho de 2024.



Figura 3 - Vista aérea do porto da Terra Preta mostrando a rampa, antes do evento e em período de cheia. À direita da rampa, encontra-se o terminal hidroviário e à esquerda, o barranco com talude vertical e a estrutura de contenção em formato de L. Foto Google Maps, julho de 2024.



Figura 4 - Vista da rampa de acesso à praia mostrando, à esquerda, o barranco que deslizou. O barranco era contido por muro de tijolos e estacas e, próximo à praia, o muro era de concreto. Observa-se movimentação de material (aterro) com equipamento pesado. Fonte: Google Maps, julho de 2024.

ANÁLISE DO RISCO GEOLÓGICO

A área de praia onde se localiza o pátio do porto da Terra Preta é formada principalmente por depósitos recentes de planície fluvial que constituem solos bastante instáveis e naturalmente sujeitos a erosão, recalques e movimentos de massa. Notou-se ainda presença de várias minas de águas no talude (olho d'água). Estas características aliadas à variação sazonal do nível das águas do rio Solimões, que em 2024 teve uma amplitude de 15,62m, entre a máxima de 17,68m atingida no dia 17/06/24 e mínima de 2,06m no dia 12/10/24, tornam as margens deste rio locais de alta susceptibilidade para inundações, erosão fluvial do “tipo terras-caídas”, deslizamentos e afundamentos (recalques). Os dois últimos processos (deslizamentos e recalques) são mais frequentes quando ocorrem aterros lançados sobre a praia e áreas de várzea, que provocam sobrecarga no terreno, contribuindo para sua ruptura.

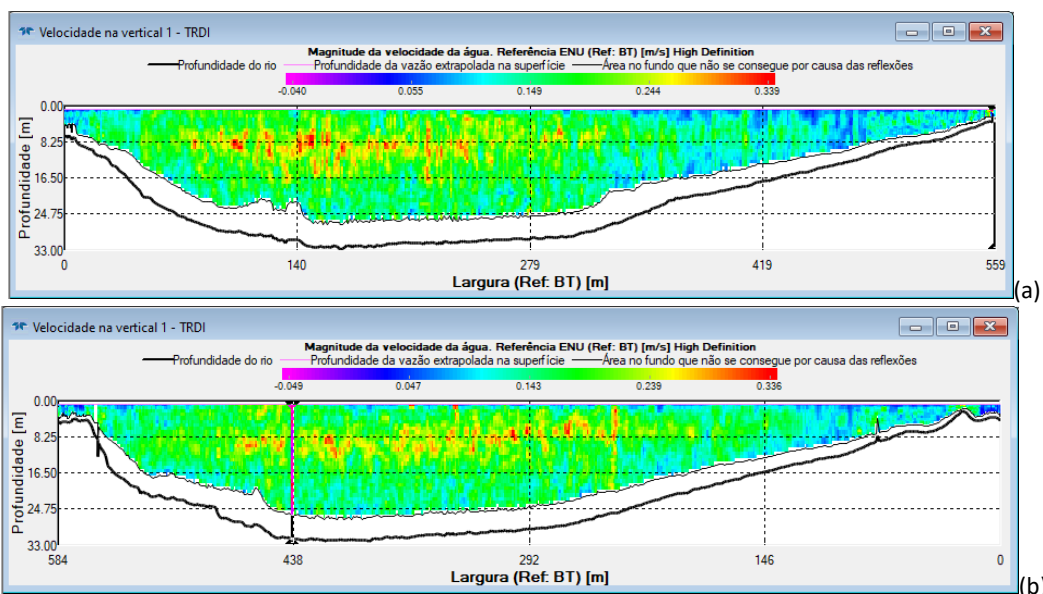
Nos perfis batimétricos (Tabela 1) levantados no dia 10/10/24, utilizando-se de equipamento acústico de efeito Doppler, modelo Rivray 600 da Teledyne, foi possível observar que a seção transversal do

rio Solimões neste local é assimétrica, com a frente erosiva situada na margem onde se localiza o Porto Terra Preta e terminal hidroviário, de profundidade máxima de 33 metros, e, de cerca de 15 metros próximo a esta margem (Figura 5). Os perfis localizados na área afetada pelo deslizamento apresentam uma elevação do talude submerso, com mudança de sua geometria, indicando o acúmulo de detritos gerados pelo evento (Figura 05- b, c, d, e). Nos perfis executados nos limites montante e jusante da área afetada, nota-se o talude natural com geometria côncava (Figura 5- a, f). Não foi possível identificar se o leito do rio foi afetado pela ruptura de sua margem.

Tabela 1 - coordenadas das seções transversais levantadas.

Seção Transversal	Perfil Batimétrico	Coordenadas	
		Latitude - S	Longitude - O
A	PI 1	3,2953709	60,6375954
	PF1	3,3006178	60,63867
B	PI 2	3,2955697	60,6383531
	PF2	3,3004359	60,6397975
C	PI 3	3,2952122	60,6389311
	PF3	3,2998461	60,6407389
D	PI 4	3,2956705	60,6371471
	PF4	3,3015562	60,6379739
E	PI 5	3,2960962	60,6367357
	PF5	3,3020904	60,6372682
F	PI 6	3,2962419	60,636025
	PF6	3,3022538	60,6363797

PI: ponto inicial; PF: ponto final



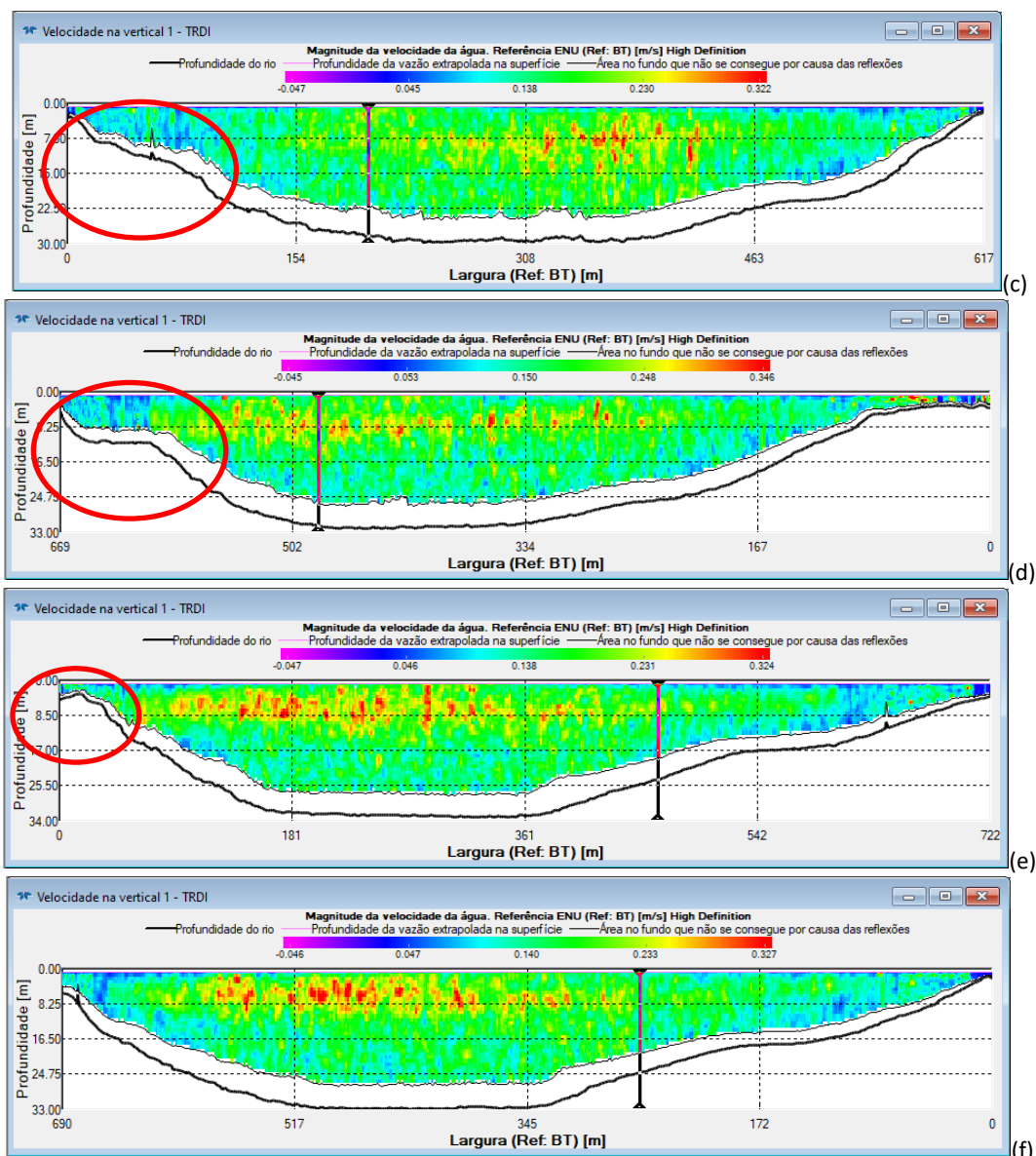


Figura 5 - Perfis batimétricos do rio Solimões na área afetada pelo deslizamento no Porto de Terra Preta. Notar a seção assimétrica do rio, com a margem erosiva situada na parte esquerda da seção. Os círculos indicam acumulo de detritos.

Embora as instalações prediais do Terminal Hidroviário de Manacapuru não tenham apresentado indícios de movimentação, como trincas no piso, nas paredes e pilares, seu entorno foi afetado, com a observação de trincas e degraus de abatimento no terreno e no piso do pátio de estacionamento, torção da estrutura de aço da rampa de acesso ao terminal flutuante e queda da fundação do seu muro lateral. Estes indicadores de risco apontam que as instalações prediais e rampa de acesso ao terminal flutuante podem ter sido afetadas estruturalmente, necessitando de estudos mais aprofundados para garantir a segurança de seu uso (Figura 6).

A presença das intervenções antrópicas, muro de contenção de talude e de aterro sobre solos naturalmente instáveis, gerando sobrecarga no terreno, associado a descida rápida do rio, em torno de 15m, provavelmente são a causa da ruptura do “maciço”.

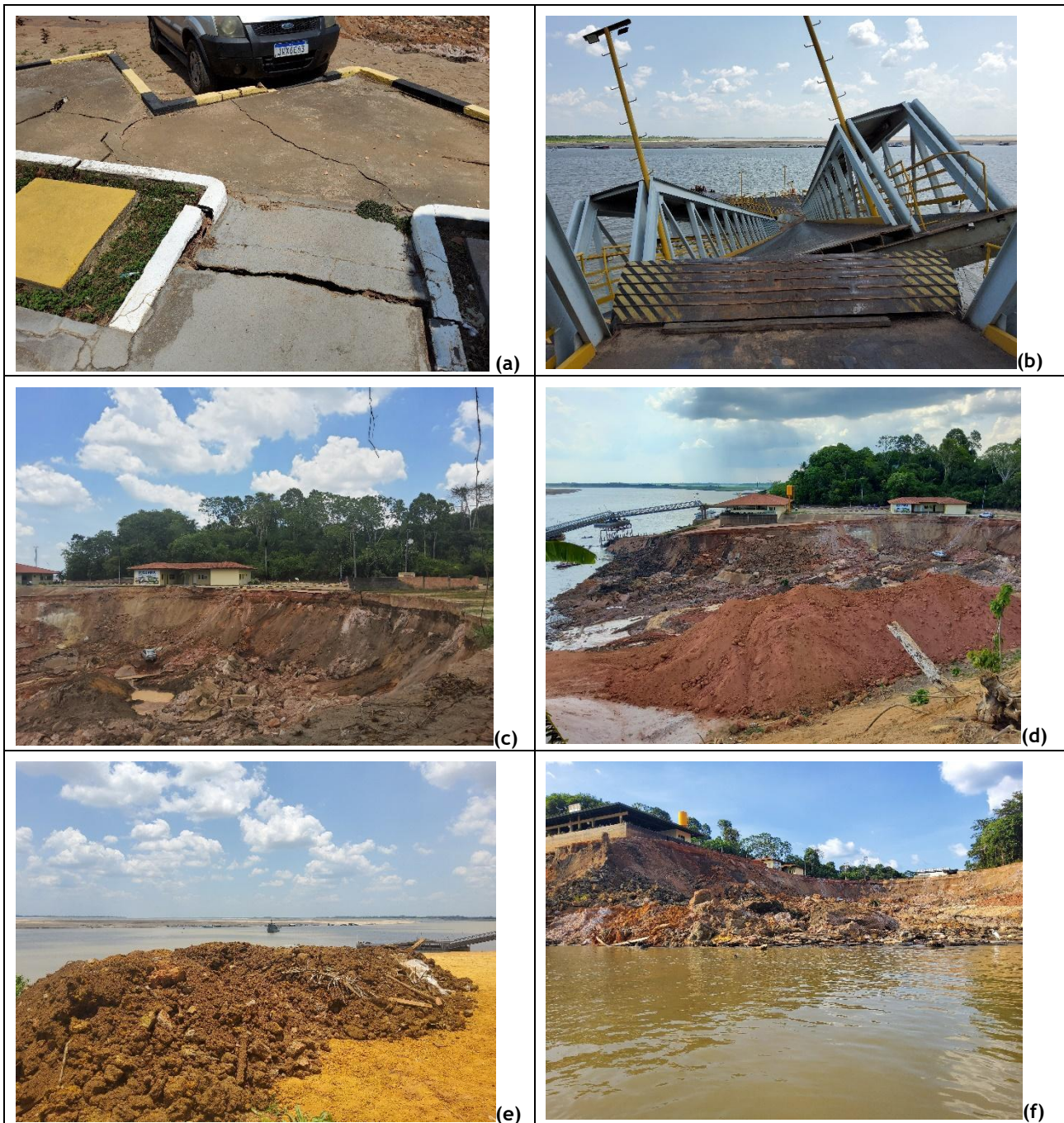


Figura 6 – a) Trincas no piso do estacionamento do terminal hidroviário; b) Torção na rampa de acesso ao terminal flutuante; c) Superfície de ruptura semicircular; d) Solo colocado sobre o terreno, ao fundo a área de deslizamento; e) Material de aterro sobre o terreno; f) Entulho e detritos acumulados na parte frontal do deslizamento.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

O barranco que deslizou estava situado do lado esquerdo da rampa de acesso à praia, limítrofe ao Terminal Hidroviário de Manacapuru, era contido por um muro de alvenaria e concreto com cerca de 3 metros de altura e situado na base da encosta junto à praia. Este terreno natural foi recoberto por aterro composto de materiais diversos, como solos, entulhos e restos vegetais.

Os inúmeros eventos de “terras caídas” que ocorrem ao longo do ano nas margens dos rios amazônicos fornecem importantes informações sobre a instabilidade desses terrenos. A fragilidade do solo, combinada à sobrecarga local, foi um fator determinante para o desencadeamento de um movimento de massa de grande magnitude, afetando uma área de aproximadamente 15.000 m², com profundidade de até 20 metros e uma superfície de ruptura de geometria semicircular, mobilizando cerca de 300 mil m³ de material. Outro fator significativo para o deslizamento do barranco foi a rápida descida do nível das águas, que variou cerca de 15,60 metros, da cota máxima de 17,68 metros na cheia, registrada em 17/06/24, para a cota mínima de 2,08 metros na vazante, observada em 12/10/24, uma amplitude superior à média de 10 metros comumente observada no rio Solimões. Durante o período de cheia, a saturação do terreno, composto por aterro e sedimentos, possivelmente gerou sobrecarga sobre os solos das margens do rio, que, na vazante, não conseguiram suportar o peso adicional, deflagrando o processo de instabilidade.

Estudos hidrológicos e geotécnicos mais aprofundados e detalhados devem ser realizados na região para definir com maior precisão o tipo de evento e identificar os principais fatores desencadeantes. Esses estudos podem auxiliar no desenvolvimento de medidas preventivas e de engenharia adequadas, além de proporcionar um melhor entendimento das condições locais de instabilidade e dos processos de movimentação de massa ao longo das margens dos rios amazônicos.

Recomenda-se que as instalações do Terminal Hidroviário e terminal de embarque flutuante, sejam vistoriadas e analisadas por uma equipe de engenheiros especializados para averiguar se as fundações do terminal são adequadas para a situação atual. Pois indicadores de risco como trincas no chão e degraus de abatimento foram observados no entorno das instalações edificadas (Figura 6).

Recomendamos também que se evite a utilização de aterros (exceto aqueles que empregam técnicas e materiais adequados) nas áreas de várzea dos grandes rios da Amazônia e que se utilizem estacas profundas que atinjam a rocha, pois esta técnica além de tradicional evita escavações, aterros e propicia o “travejamento” ou apoio de base, mesmo sobre solos instáveis.

Por fim, deve haver monitoramento das áreas mapeadas de risco alto a muito alto para processos de movimentos de massa e evitar a permanência de embarcações e casas flutuantes nessas áreas durante períodos de secas extremas, como ocorreu em 2010, 2023 e 2024.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZONIADC. Deslizamento de terra em Terra Preta, no município de Manacapuru/AM na tarde desta quarta-feira, 11 sinistra no Amazonas. Acessado em 28 de outubro de 2024. Disponível em <https://www.tiktok.com/@amazoniadc/video/7288852856277339398>

CALLEGARIO, L.S.; LADEIRA, L.F.B. 2018. Setorização de áreas de áreas em alto a muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundação: Manacapuru, AM. Manaus: CPRM.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2013. Ação emergencial para delimitação das áreas de risco geológico de alto a muito alto grau: Manacapuru, Amazonas.

EM TEMPO. Vídeos: Desbarrancamento em porto de Manacapuru deixa desaparecidos e caus pânico. Acessado em 28 de outubro de 2024. Disponível em: <https://emtempo.com.br/181410/sem-categoria/videos-desbarrancamento-em-porto-de-manacapuru-deixa-desaparecido-e-causa-panico/>

