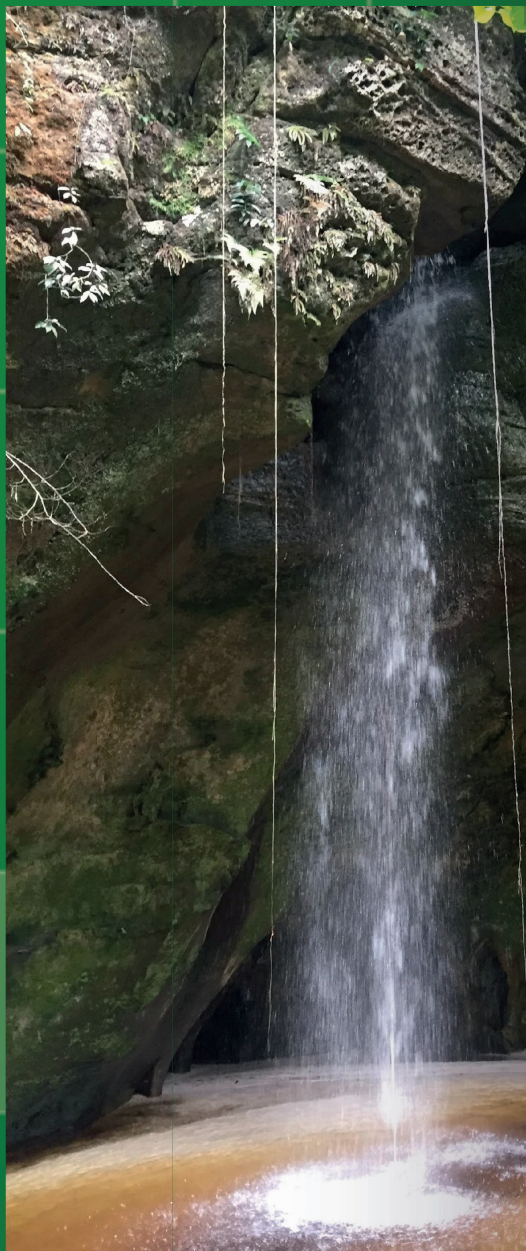




**SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM**



AVALIAÇÃO GEOTÉCNICA NOS ATRATIVOS GEOTURÍSTICOS DE PRESIDENTE FIGUEIREDO

PRESIDENTE FIGUEIREDO, AM

Realização

*Divisão de Geologia Aplicada - DIGEAP
Departamento de Gestão Territorial - DEGET*

2022

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Adolfo Sachsida

Secretário Executivo

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Pedro Paulo Dias Mesquita

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

Divisão de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

Superintendente Regional de Manaus

Marcelo Batista Motta

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial de Manaus

Jussara Socorro Cury Maciel

EQUIPE TÉCNICA

Organização

Marco Antonio de Oliveira

Elton Rodrigo Andretta

Ivan Bispo de Oliveira Filho

José Luiz Marmos

Antonio Gilmar Honorato de Souza

Diagramação (SUREG/SP)

Marina das Graças Perin

Foto da capa: Gruta da Judeia.

Créditos: Marco Antonio de Oliveira

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

www.cprm.gov.br

seus@cprm.gov.br

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

AVALIAÇÃO GEOTÉCNICA NOS ATRATIVOS GEOTURÍSTICOS DE PRESIDENTE FIGUEIREDO, AM

ORGANIZAÇÃO

Marco Antonio de Oliveira
Elton Rodrigo Andretta
Ivan Bispo de Oliveira Filho
José Luiz Marmos
Antonio Gilmar Honorato de Souza

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS	3
3. METODOLOGIA	3
4. EQUIPE TÉCNICA	5
5. CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO	5
6. AVALIAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO	6
6.1 Complexo das Araras e Iracema	9
6.2 Complexo das Lajes	14
6.3 Corredeira do Urubuí.....	15
6.4 Gruta do Raio.....	16
6.5 Cachoeira das Orquídeas e das Três Quedas.....	18
6.6 Complexo Maruaga, Judeia e Três Arcos	19
6.7 Cachoeira do Santuário	24
6.8 Cachoeira da Porteira.....	27
6.9 Cachoeira Berro D'água	30
6.10 Cachoeira dos Pássaros	31
6.11 Cachoeira da Pedra Furada.....	32
6.12 Cachoeira do Mutum	33
6.13 Salto do Ipy	35
6.14 Cachoeira da Sussuarana	36
6.15 Gruta do Batismo	37
7. RESULTADOS	40
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	40
9. AGRADECIMENTOS	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

Em janeiro de 2022, a queda de um bloco rochoso no Cânion de Furnas, município de Capitólio-MG, atingiu embarcações de turistas e provocou a morte de dez pessoas. Este evento catastrófico em uma região com atrativo turístico natural, formado por um sistema de cânions e desfiladeiros do lago da Usina Hidrelétrica de Furnas, motivou uma ação emergencial do Serviço Geológico do Brasil-CPRM (SGB-CPRM) para o reconhecimento, identificação e avaliação dos riscos geológicos em locais de atrativos turísticos com características similares, como o Cânion do Xingó -SE e o Cânion do Rio Poti – PI (PEDRAZZI et al, 2022; BARROS, et al 2022).

Esta ação emergencial procurou atender uma demanda do Ministério do Turismo, em parceria com as Secretarias Estaduais de Turismo e prefeituras, para um levantamento e sistematização dos riscos geológicos que possam ocorrer nestes locais onde o atrativo turístico natural envolve feições da paisagem como cânions, cachoeiras, falésias e maciços rochosos de grande beleza cênica e que geram um fluxo turístico permanente, nacional e internacional.

No Estado do Amazonas, a Empresa Estadual de Turismo – Amazonastur e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade do município de Presidente Figueiredo (SEMMAS) solicitaram ao SGB-CPRM uma avaliação dos riscos geológicos nos principais atrativos turísticos naturais desse município. Isto se explica pelo fato de Presidente Figueiredo, a apenas 110 km de Manaus (Figura 01), abrigar dezenas de cachoeiras, corredeiras, grutas, cavernas e paredões rochosos, que atraem os turistas que veem conhecer a maior floresta tropical do mundo, sendo, portanto, considerado prioritário para este levantamento no Estado do Amazonas.

Assim, em março de 2022, uma equipe de pesquisadores do SGB-CPRM realizou o levantamento de campo e avaliação do risco geológico dos principais atrativos geoturísticos do município, indicados pela SEMMAS (Figura 01), cujos resultados são apresentados neste relatório e na forma de pranchas técnicas individuais para cada atrativo avaliado.

2. OBJETIVOS

- Reconhecer, identificar e avaliar os riscos geológicos e hidrológicos dos principais atrativos geoturísticos do município de Presidente Figueiredo.
- Subsidiar o poder público municipal na tomada de decisões voltadas à prevenção, mitigação e resposta a eventos de risco geológico que possam ocorrer nos atrativos geoturísticos.

3. METODOLOGIA

O levantamento de campo foi realizado para coletar dados sobre os fatores do meio físico que possam condicionar as situações de risco geológico dos atrativos geoturísticos como: queda e tombamento de blocos rochosos, desabamento de teto de grutas e cavernas, além de outros fatores conexos que podem levar a uma situação de perigo para o turista, como a proximidade de escarpas íngremes e o repentino aumento nas vazões de rios e igarapés após episódios de chuvas intensas. Para tanto foram caracterizadas as litologias, estruturas e feições de relevo.

Foi utilizado um veículo aéreo não tripulado (drone modelo Mavic Pro 2) para obtenção de imagens aéreas de alta resolução espacial, confecção do mosaico de ortofotos e elaboração do modelo digital do terreno. Estas imagens foram tratadas no software Pix4D-Mapper e são apresentadas em pranchas técnicas, que descrevem cada um dos atrativos vistoriados, seus riscos associados e recomendações.

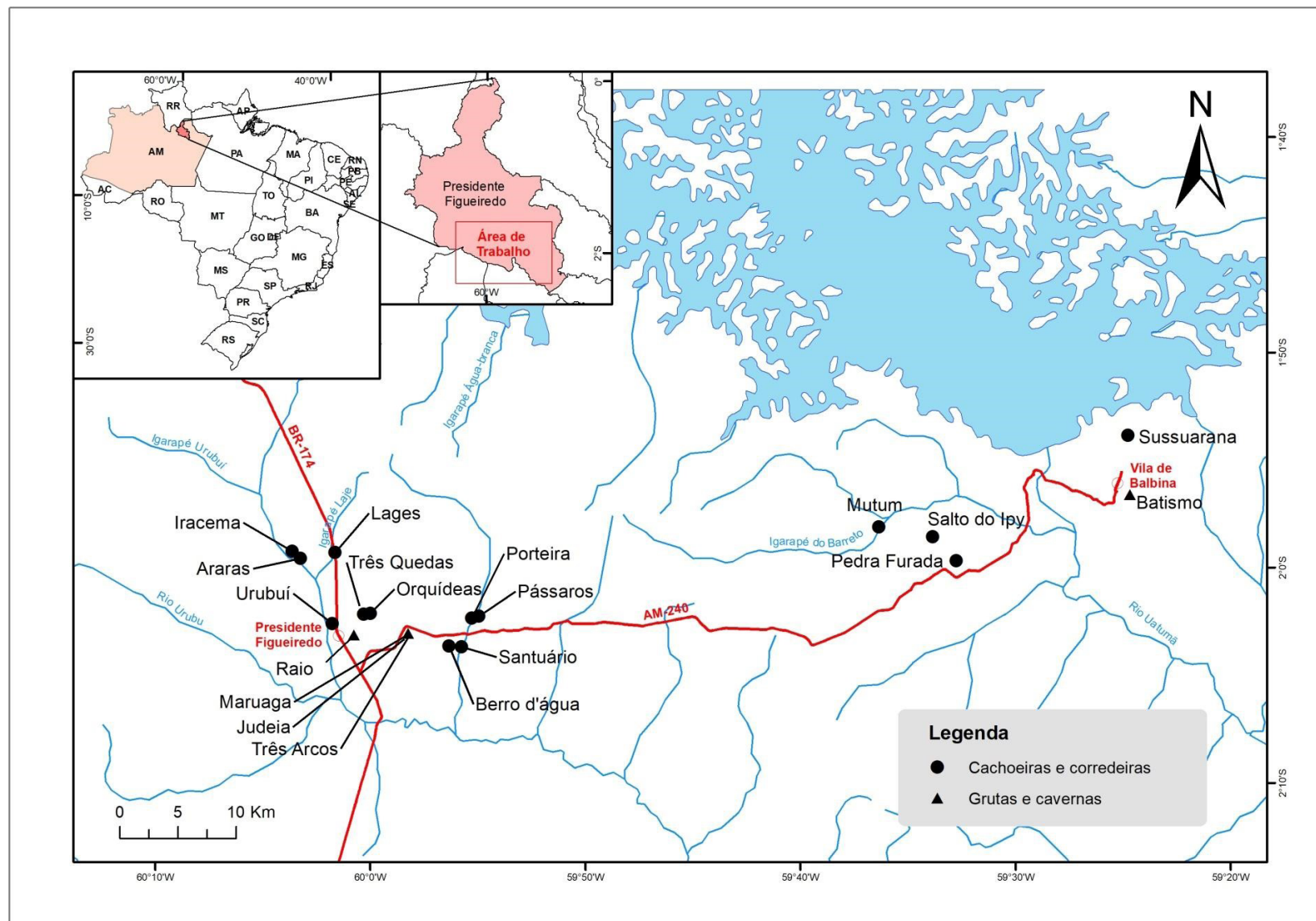


Figura 01 - Localização dos atrativos geoturísticos de Presidente Figueiredo avaliados pela equipe do SGB-CPRM.

4. EQUIPE TÉCNICA

No Quadro 01 estão relacionados os membros das equipes do SGB-CPRM e da SEMMAS de Presidente Figueiredo que participaram deste estudo.

Quadro 01 - Relação de pesquisadores em geociências do SGB– CPRM e dos técnicos da SEMMAS de Presidente Figueiredo que realizaram o levantamento de campo para avaliação do risco geológico dos atrativos geoturísticos, no período de 22 de março a 02 de abril de 2022.

Nome completo	Cargo ou função	Instituição
Antonio Gilmar Honorato de Souza	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil-CPRM
Elton Rodrigo Andretta	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil-CPRM
Ivan Bispo de Oliveira Filho	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil-CPRM
José Luiz Marmos	Pesquisador em Geociências/ Supervisor Gestão Territorial	Serviço Geológico do Brasil-CPRM
Marco Antonio de Oliveira	Pesquisador Geociências	Serviço Geológico do Brasil-CPRM
Alexandra Souza	Agente Ambiental	Prefeitura de Presidente Figueiredo- SEMMAS
Márcia Thais Santana	Fiscal	Prefeitura de Presidente Figueiredo- SEMMAS

5. CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

O município de Presidente Figueiredo é conhecido como a “Terra das Cachoeiras”. Apresenta uma rica geodiversidade, composta de cachoeiras, corredeiras, grutas, cavernas, e pequenos cânions, de beleza cênica singular, e de sítios geológicos e paleontológicos de interesse científico. Além de abrigar espécies endêmicas, como o Galo da Serra, e ter registros arqueológicos observados em pinturas rupestres. Este conjunto de feições naturais desperta e atrai um grande fluxo turístico para este município, que foi objeto de uma proposta de Geoparque intitulado “Cachoeiras do Amazonas” (LUZARDO *in* SCHOBENHAUS e SILVA, 2012).

O cenário natural do “Geoparque Cachoeiras do Amazonas” foi construído a partir de seu arcabouço geológico e da evolução de sua paisagem ao longo da história da Terra. Situa-se na região central da Amazônia, caracterizada pela densa floresta tropical e regime pluviométrico com precipitações médias anuais acima de 2.300mm, onde afloram rochas da borda norte da Bacia do Amazonas e do Cráton das Guianas. Seu relevo de platôs, colinas suaves e talvegues entalhados pela erosão, típico de terrenos sedimentares, também sofreu efeitos da tectônica intraplaca, na forma de falhas, fraturas na rocha e orientação retilínea dos cursos d’água, que moldou e criou as feições hoje observadas de rios encachoeirados, que descem dos flancos dos platôs, escavando o solo e expondo as rochas, criando as corredeiras, quedas d’água, grutas, cavernas e cânions.

Geologicamente, a região de Presidente Figueiredo é formada por duas unidades geotectônicas: o embasamento cristalino do Cráton das Guianas e a Bacia Sedimentar do Amazonas (Figura 02). A área cratônica é composta por granitos, gnaisses, xistos e migmatitos de idade paleoproterozoica e aflora na porção norte do município. Já os terrenos sedimentares, predominantes na área de trabalho, são de idade paleozoica, compostos por arenitos e folhelhos, representativos das unidades mais antigas desta bacia intracratônica (LUZARDO, 2012).

A Bacia do Amazonas é uma sinéclise que evoluiu na Plataforma Sul Americana a partir de um rifte central, com idade no limiar do Brasileiro, que foi preenchido com sucessivas camadas sedimentares que compõem um pacote de mais de 5.000m de espessura (Cunha, 1984). Sua evolução teve início com a deposição de sedimentos clásticos marinhos, de idade ordoviciana-devoniana, do Grupo Trombetas, seguida por um hiato deposicional, que precedeu a deposição dos sedimentos fluvio-deltaicos e neríticos, de idade devoniana-carbonífera, dos Grupos Urupadi e Curuá. Após outro hiato deposicional, seguiu-se a sedimentação de clásticos, carbonatos

e evaporitos, de origem continental e marinho restrito, do Grupo Tapajós, de idade permo-carbonífera. No Jurássico ocorreu um amplo magmatismo basáltico, na forma de soleiras e diques. A sedimentação da bacia se encerrou com uma sedimentação continental, de origem flúvio-lacustre, formada pelos arenitos cretácicos da Formação Altér do Chão e argilitos e siltitos da Formação Solimões, de idade cenozoica (PEDREIRA et al, 2003).

Os principais atrativos geoturísticos de Presidente Figueiredo se encontram nos terrenos mais antigos da Bacia Sedimentar do Amazonas, composto de arenitos e pelitos de origem marinha do Grupo Trombetas, que representam vários episódios de transgressões e regressões do mar (Figura 02). Para Luzardo (*op cit*), as cachoeiras e cavernas, que ocorrem ao longo das rodovias AM-240 e BR-174, são esculpidas em quartzo arenitos, finos a grossos, bem selecionados, de cor esbranquiçada, com estratificação plano-paralela e cruzada tabular de grande porte, formados em ambiente litorâneo de praia rasa, englobados na Formação Nhamundá do Grupo Trombetas.

Em termos de classificação de relevo, a região de Presidente Figueiredo faz parte da Depressão Amazônica (ROSS, 1985), formada por tabuleiros dissecados no âmbito da Bacia Sedimentar do Amazonas. Tal configuração se deve também a movimentos epirogenéticos, devidos à orogenia Andina, no Paleógeno-Neógeno, que levou ao soerguimento destas camadas sedimentares, gerando um conjunto de platôs e colinas tabulares, com o entalhamento vertical da drenagem no espesso manto de intemperismo gerado pelo clima tropical úmido (DANTAS, 2010).

A evolução do relevo sobre estas camadas sedimentares horizontais originou uma paisagem de colinas amplas de topo plano, com platôs compondo os interflúvios dos rios Urubu e Uatumã, de onde nascem as dezenas de igarapés que fluem para a calha desses rios. A erosão dos platôs, associada a fraturas verticais, criou zonas de recuo de escarpa e a diversidade de feições naturais como as cavernas, paredões, arcos, cânions, corredeiras e cachoeiras, que compõem os atrativos geoturísticos de Presidente Figueiredo.

O traçado retilíneo de algumas redes de drenagem, o truncamento de perfis lateríticos e a ocorrência de falhas e fraturas em rochas sedimentares cenozoicas têm sido interpretados como de origem neotectônica (Dantas, *op cit*), reflexos da orogenia Andina e da acomodação de esforços no interior da Placa Sul-Americana. Esta tectônica recente seria responsável por escarpas de falha e basculamento de camadas sedimentares originalmente sub-horizontais.

6. AVALIAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO

A avaliação de risco geológico dos atrativos geoturísticos de Presidente Figueiredo foi realizada com a vistoria dos locais para o levantamento de fatores de risco como: blocos de rocha que possam rolar, tombar ou se desprender do maciço rochoso, deslocamento de teto de cavernas e grutas, e escarpas íngremes à margem de corredeiras, cachoeiras e paredões. Durante este levantamento, observou-se que uma elevação repentina na vazão dos rios e igarapés também é um fator de risco para o visitante, devido ao perigo de afogamento. Para cada atrativo foi feita uma classificação do fator de risco, em alto, médio e baixo, com base na sua identificação, na probabilidade de sua ocorrência e nas suas consequências (risco de morte para o turista), a qual é apresentada no item seguinte (Resultados).

Os atrativos geoturísticos vistoriados, corredeiras, cachoeiras, cânions, grutas e cavernas, podem ser divididos, informalmente, em dois agrupamentos: o primeiro e mais numeroso situa-se nas proximidades da cidade de Presidente Figueiredo, na bacia do rio Urubu e o segundo próximo à Vila de Balbina, na bacia do rio Uatumã (Figura 01). Ambos estão posicionados no rebordo erosivo do platô que divide as duas bacias. Esta configuração indica que os mesmos estão sujeitos ao processo atual de erosão da superfície do terreno, e, portanto, inseridos em um processo dinâmico de escultura do relevo. Este aspecto é importante para a avaliação de risco pois denota uma propensão de instabilidade dos maciços rochosos, formados principalmente por camadas sub-horizontais de arenitos, na medida em que o entalhamento erosivo evolui nas vertentes das encostas do vale destes rios e dos seus igarapés. Observa-se que as quedas d'água com maior amplitude, com altura em torno de 10-15 metros, como as do Salto do Ipy e Sussuarana (além da cachoeira da Neblina, não vistoriada neste trabalho, devido à dificuldade de acesso), ocorrem na vertente do rio Uatumã, provavelmente por causa das maiores altitudes topográficas desta região de contato entre os terrenos da Bacia Sedimentar do Amazonas e do embasamento cristalino.

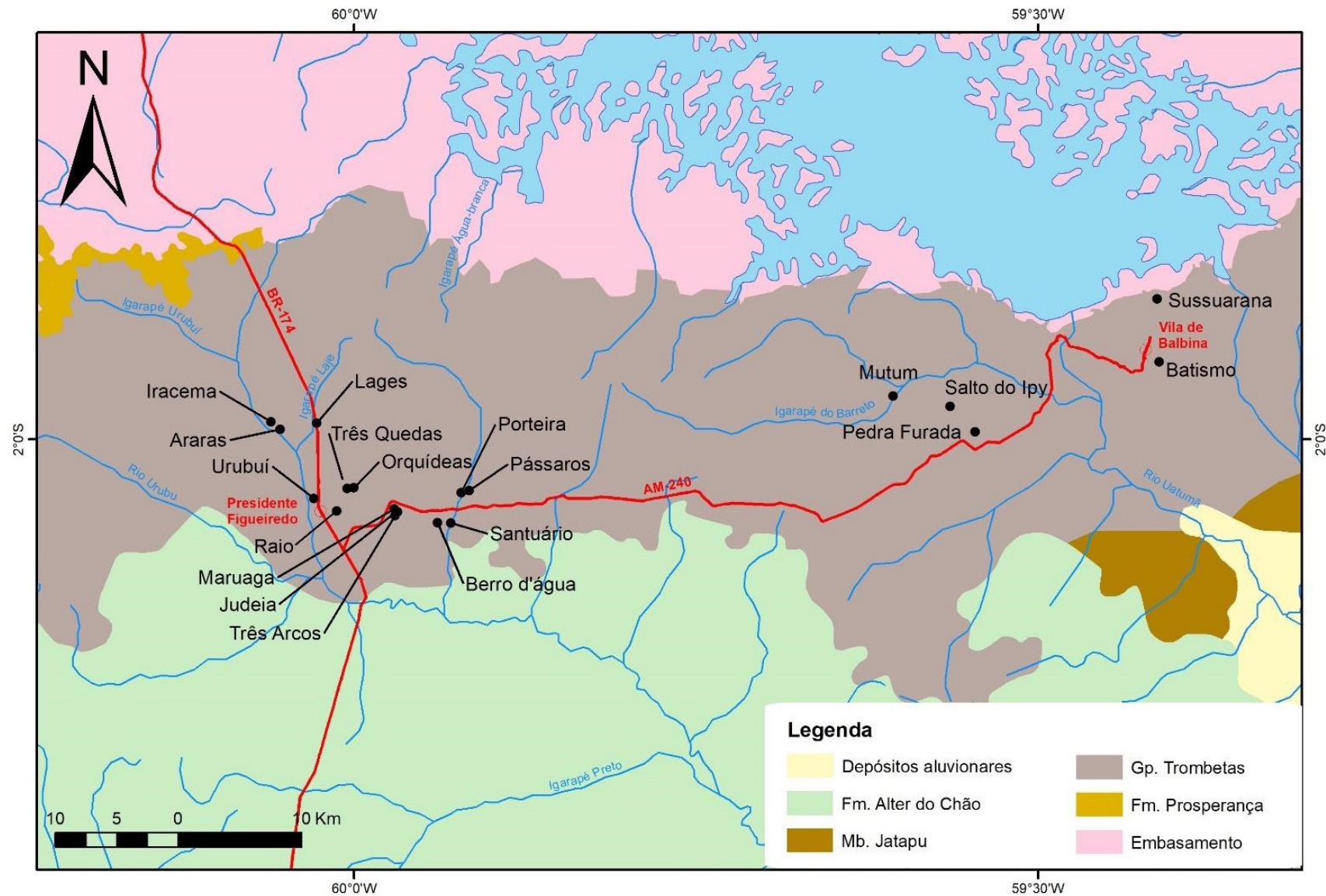


Figura 02 - Mapa geológico simplificado da região de Presidente Figueiredo (Bizzi et al, 2003), com a localização dos atrativos geoturísticos.

De forma geral, os atrativos geoturísticos encontram-se no patamar estratigráfico do Grupo Trombetas, no qual predominam arenitos grossos a finos, com estratificações cruzadas e tabulares, com sets sub-horizontais, representantes da Formação Nhamundá, de idade siluriana. Em alguns locais, como na Cachoeira da Porteira, observam-se estruturas sedimentares adernadas, com inclinações superiores a 30 graus, provavelmente resultado de tectônica. Neste aspecto, as atitudes dos planos de fratura indicam um par conjugado, subvertical, um paralelo ao canal do rio (geralmente com direção norte-sul) e outro ortogonal a este eixo, formando a parede das quedas d'água.

Há de se ressaltar que, no período do levantamento de campo, os rios e igarapés apresentavam expressivas vazões, devido ao ápice do trimestre chuvoso na região, o que impediu uma visualização mais detalhada das paredes frontais das cachoeiras e do substrato das corredeiras, principalmente aquelas que ocorrem nas vertentes do rio Urubu, como as cachoeiras da Iracema e Santuário, nas quais as observações foram feitas a partir dos afloramentos rochosos não submersos.

Embora possa haver o risco hidrológico de subida repentina das águas devido a precipitações intensas nas cabeceiras de drenagem e subsequente aumento das vazões dos rios e igarapés, esta tipologia de risco não foi abordada em detalhes neste trabalho, por insuficiência de dados hidrológicos que pudessem estabelecer um modelo de chuva-vazão aplicado a esta questão. Todavia, durante o trabalho de campo observou-se grande volume de água nas cachoeiras e corredeiras, principalmente nos atrativos como Iracema/Araras e Santuário. Neste sentido, a situação de grandes vazões para os rios e igarapés, encachoeirados, típicas desta época do ano, que se caracteriza como o trimestre mais chuvoso na região (figura 03), foi considerada como fator de risco hidrológico.

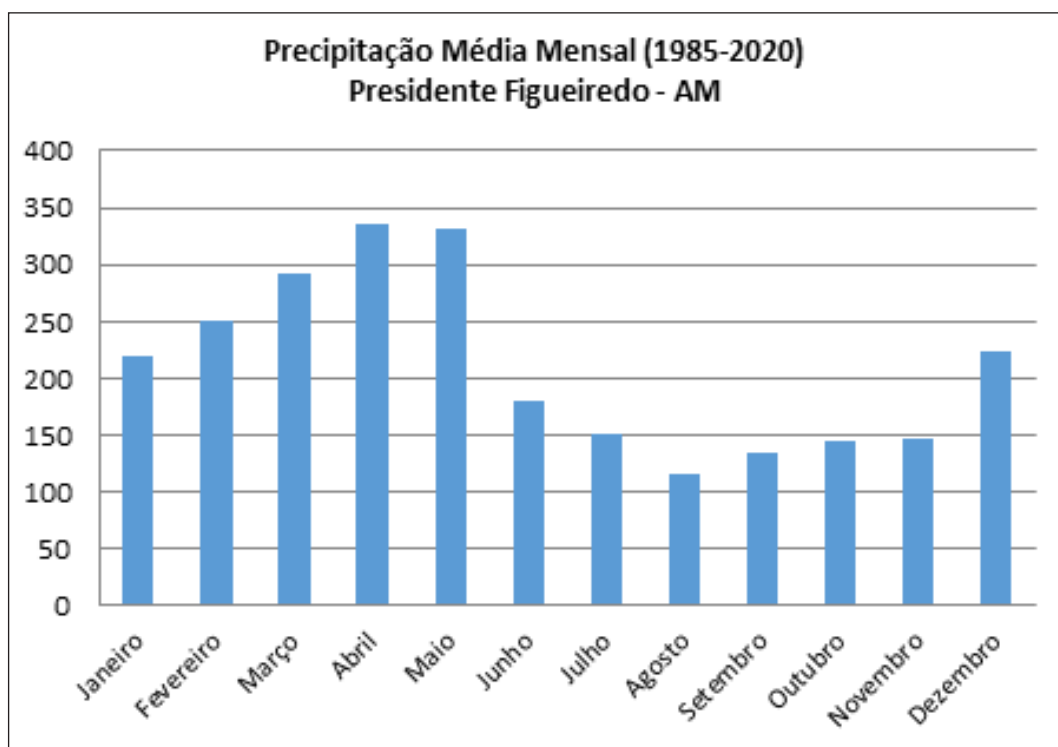


Figura 03 - Chuvas médias mensais no período de 1985 -2020. Estação pluviométrica de Presidente Figueiredo (Serviço Geológico do Brasil-CPRM)

Foram avaliados os seguintes atrativos geoturísticos (Figura 1):

Bacia do rio Urubu

1. Complexo das Araras e Iracema
2. Complexo das Lajes
3. Corredeira do Urubuí

4. Gruta do Raio
 5. Cachoeiras das Orquídeas e Três Quedas
 6. Complexo Maruaga, Judeia e Três Arcos
 7. Cachoeira do Santuário
 8. Cachoeira da Porteira
 9. Cachoeira Berro d'água
 10. Cachoeira dos Pássaros
- Bacia do rio Uatumã
11. Cachoeira da Pedra Furada
 12. Cachoeira do Mutum
 13. Salto do Ipy
 14. Cachoeira da Sussuarana
 15. Gruta do Batismo

BACIA DO RIO URUBU

6.1 Complexo das Araras e Iracema

Os atrativos vistoriados neste local compreendem as cachoeiras de Iracema, das Araras e a corredeira do Sucuriju, além de pequenas grutas e paredões rochosos. Localizam-se no igarapé Santa Cruz (ou Urubuí), afluente do rio Urubu.

A cachoeira das Araras apresenta uma queda d'água de 5 metros de altura por 25 metros de largura. Abre-se em dois ramos, formando um pequeno cânion. O afloramento rochoso é constituído pelos arenitos com estratificação tabular sub-horizontal da Formação Nhamundá.

Não foram observados blocos rolados ou passíveis de queda, bem como estruturas na rocha que pudessem indicar um risco de descolamento do material rochoso (Figura 04). No entanto, para esta época do ano, com o igarapé caudaloso, sugere-se que seja permitida apenas a contemplação do atrativo. Também se recomenda a instalação de placas restringindo o banho e acesso à margem do igarapé em dias de chuva intensa e prolongada.

A Cachoeira da Iracema tem 30 metros de largura por 7 metros de altura. Em sua base forma um anfiteatro, geralmente com o lajeiro de rocha semi-submerso, tornando-se um bom local para o banho (figura 05). À semelhança das Araras, a Cachoeira da Iracema é esculpida em arenitos com estratos sub-horizontais. Não foram observados blocos soltos ou passíveis de queda.

Já para esta época do ano, entre março e abril, quando a água recobre o lajeiro e ocorre uma grande vazão do igarapé, o local torna-se perigoso em dias de chuva intensa e prolongada e, assim, também se sugere a instalação de placas de advertência às margens do curso d'água.

A trilha que leva os turistas para a Cachoeira da Iracema bordeja um paredão rochoso, com cerca de 8 metros de altura, onde ocorre um sistema de grutas rasas, formando arcos e relevo negativo. Na extremidade superior deste paredão se formam cornijas (ressaltos rochosos) que se projetam até dois metros para fora do maciço e pela ação contínua da erosão, se desagregam em blocos isolados que podem desabar. Neste sentido recomenda-se que a trilha seja afastada da parede com uma distância mínima de 5 metros (Figuras 06 e 07).

A corredeira Sucuriju, uns 100 metros acima da Cachoeira da Iracema, tem a mesma conformação de estratos sub-horizontais de arenitos, onde não foram observados blocos soltos ou desníveis abruptos. As grandes vazões do igarapé, associada a proximidade da queda d'água da Iracema, levaram a restrição de acesso ao banho, com placa de sinalização já instalada (Figura 08).



Figura 04 - Cachoeira das Araras. Queda d'água (a e b) com 5 metros de altura em arenito com estratificação sub-horizontal. Notar a grande vazão do igarapé Santa Cruz (ou Urubuí).



Figura 05 - Cachoeira da Iracema. Queda d'água com 7 metros de altura (a) e lajeiro de arenito na parte baixa (b).



Figura 06 - Parede dos Arcos, na trilha de acesso à cachoeira da Iracema. Erosão diferencial formando cornijas (ressaltos) na parte superior e cavidades na base do paredão. Risco de queda de blocos (a e b).



Figura 07 - Trilha na parede dos Arcos (Iracema). Recomenda-se o afastamento lateral da trilha (seta vermelha).



Figura 08 - Corredeira Sucuriju. Grande vazão no igarapé Santa Cruz (a) e sinalização de restrição de acesso (b).

6.2 Complexo das Lajes

A corredeira e a cachoeira das Lajes ocorrem na forma de lajeiros representados por camadas de arenitos sub-horizontais que afloram no igarapé da Laje, afluente do igarapé Santa Cruz (Urubuí). Os locais visitados situam-se próximo à rodovia BR-174, km 120, sendo que a corredeira, localizada no lado direito desta estrada, no sentido Presidente Figueiredo – Roraima, se encontra fechada para visitação. Neste local, o curso d'água corre sobre o lajeiro até afunilar em um pequeno cânion com 6 metros de largura por 100 metros de extensão (figura 09).

Do outro lado da estrada, o acesso é aberto para visitação de turistas, e a cachoeira é de pequeno porte, com largura de 5 metros e altura da queda d'água menor que 1,5m. Em sua margem ocorre um afloramento rochoso, onde se observam as camadas de arenito sub-horizontais e planos de fratura verticais. Esta estruturação forma blocos poligonizados que jazem sobre o barranco. Devido à pequena amplitude da queda água e do talvegue o risco é baixo para rolamento ou queda de material rochoso (Figura 10). Por ter uma bacia com pouca área de contribuição, mesmo no período chuvoso não foi observado aumento significativo na vazão do igarapé.



Figura 09 - Corredeira e cânion das Lajes (a e b). Localizados no lado direito da Rodovias BR-174, sentido Roraima. Atrativo fechado para visitação.

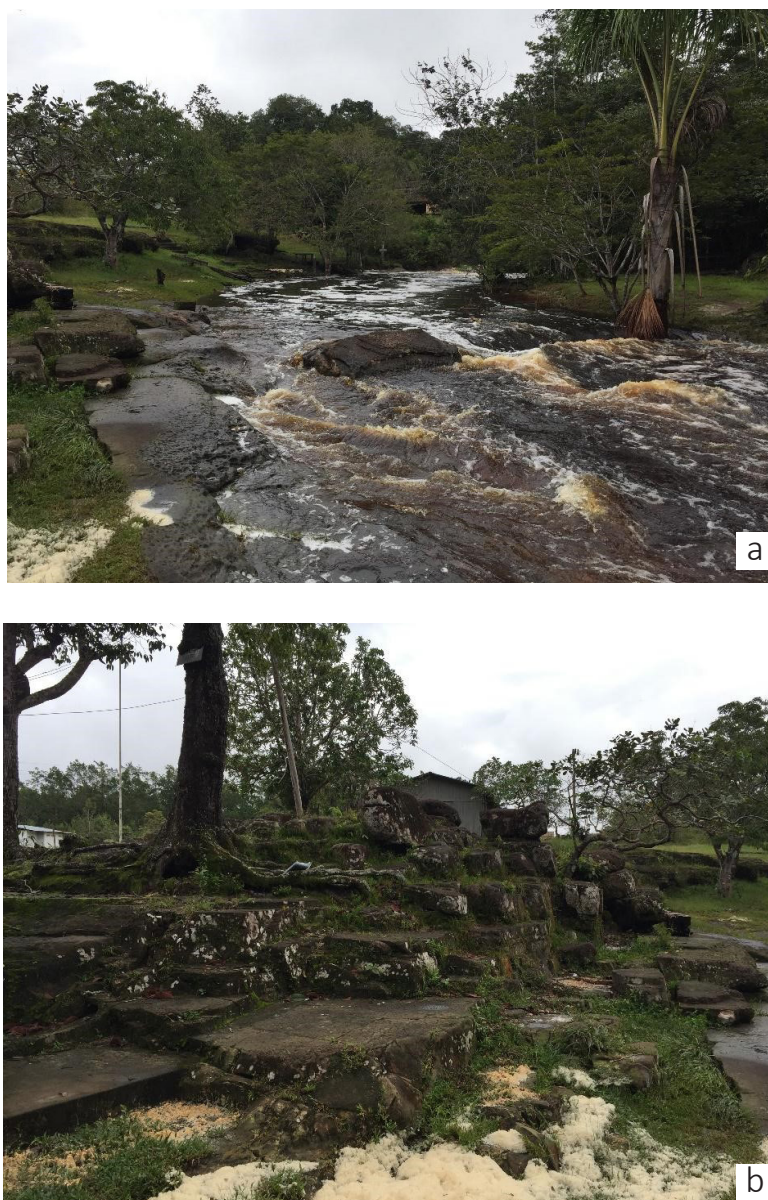


Figura 10 - Cachoeira das Lajes. Lado esquerdo da rodovia BR-174, sentido Roraima. Baixa amplitude da queda d'água (a) e blocos fraturados à margem do igarapé (b).

6.3 Corredeira do Urubuí

Este é o atrativo geoturístico mais popular de Presidente Figueiredo, até por se situar na zona urbana, e recebe grande número de visitantes, nos finais de semana e feriados, para se banharem nas águas do igarapé Santa Cruz (Urubuí). A queda d'água principal tem cerca de 20 metros de largura e 2 metros de altura e se estende, abaixo, por 110 metros como corredeira, onde ao seu final o igarapé torna-se mais largo, com até 60 metros de uma margem a outra, mas com águas calmas em uma extensão de 100 metros.

No local aflora um lajeiro de arenito com estratificação sub-horizontal e plano de fratura subvertical, com direção norte-sul, paralelo ao eixo do igarapé. Alguns pequenos blocos rochosos isolados foram observados sobre o lajeiro, mas a topografia relativamente plana favorece sua estabilização no terreno (figura 11).

Observou-se grande volume de água e, pelo fato de ser o principal balneário da cidade, recomenda-se a sinalização de alerta para banho nestas condições de águas torrenciais e o monitoramento hidrológico, com a instalação de pluviômetros e réguas nesta bacia, de modo a estabelecer, em médio prazo, uma correlação entre as chuvas e a vazão e assim poder prever a subida repentina das águas deste igarapé e alertar as autoridades e turistas quanto ao risco destes eventos.



Figura 11 - Corredeira do Urubuí. Notar a grande vazão das águas (a) e a presença de blocos soltos no lajeiro de arenito (b).

6.4 Gruta do Raio

Este atrativo geoturístico localiza-se na área urbana em expansão, no interior do Parque Municipal Galo da Serra. Trata-se de uma extensa gruta aberta, com cerca de 200 metros de comprimento, profundidade de 20 metros e altura até o teto de 10 metros, formada pela erosão de escarpa rochosa, composta de arenito grosso e maciço, configurando um relevo negativo.

Foram observados alguns blocos de rocha no chão e fraturas nas paredes e teto. Estas fraturas estão sendo percoladas por água, formando cavidades semicirculares, com direção preferencial noroeste e alto mergulho. As fraturas, associadas à infiltração da água, contribuem para a alteração meteórica da rocha e seu deslocamento em lascas que podem desabar do teto e das paredes da gruta (Figura 12).

Recomenda-se um estudo geotécnico detalhado para aferir a estabilidade do teto da gruta, bem como a utilização de capacetes por parte dos turistas e o afastamento lateral da área permitida para visitação, com intuito de prevenir acidentes por deslocamentos de rocha.

Há de se ressaltar que, na época dos trabalhos de campo, o local estava fechado   visita o devido ao período reprodutivo do Galo da Serra, porém sua proximidade da área urbana torna seu acesso facilitado.



Figura 12 - Gruta do Raio. Relevo negativo, com abóboda em arco, sujeita a deslocamento de rocha do teto (círculo vermelho) e de suas paredes (a e c). Notar fratura no teto da gruta com alvéolos circulares (b). Recomenda-se o afastamento da faixa de visitação (seta vermelha).

6.5 Cachoeira das Orquídeas e das Três Quedas

Localizada no Parque Municipal Cachoeira das Orquídeas, em um tributário do igarapé Santa Cruz, a cachoeira homônima constitui uma queda d'água com 5 a 6 metros de altura por 6 metros de largura. É esculpida em arenitos com estratificação cruzada e marcas de onda, com sets sub-horizontais, e presença de icnofósseis ("Arthropicus"), registros de antigos organismos que viviam no local na época em que os arenitos se formaram. Observam-se fraturas sub-verticais com direção preferencial nordeste e alguns blocos rochosos soltos na parede da queda d'água e no leito do igarapé (Figura 13).

O talude íngreme da queda d'água é acessível aos turistas e recomenda-se uma sinalização de perigo para o local. Outra recomendação seria o monitoramento hidrológico, com a elaboração de alertas para subidas repentinas do nível da água em dias com previsão de chuvas intensas.

À jusante da cachoeira das Orquídeas ocorrem as cachoeiras das Três Quedas, que são de pequena amplitude, com desnível total de cerca de 5 metros num trecho com extensão de 50 metros e largura de 4 metros. Devido a esta relativamente suave declividade da linha d'água o risco é baixo para a queda de blocos (Figura 14).

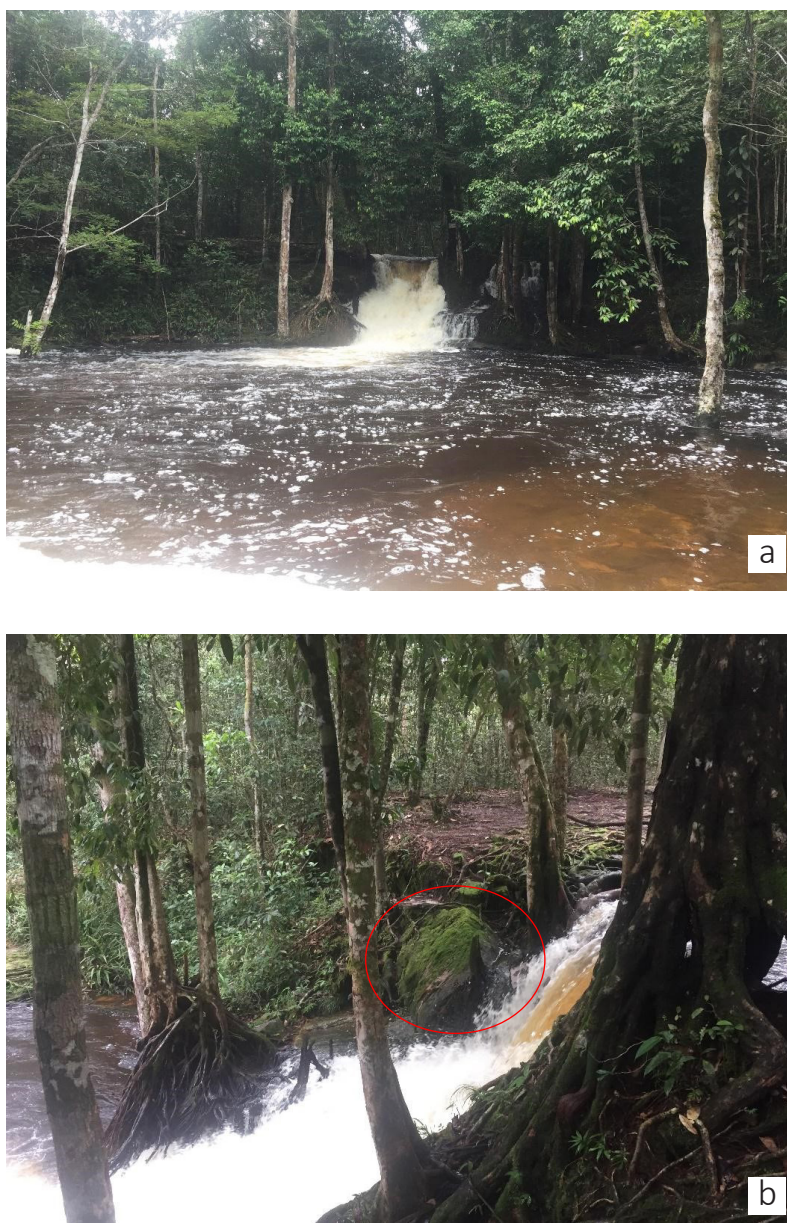


Figura 13 - Cachoeira das Orquídeas. Queda d'água com 5 metros de altura (a). Notar bloco rochoso solto na parede da cachoeira (b- círculo vermelho).



Figura 14 - Cachoeira das Três Quedas. Queda d'água com pequena amplitude, com risco geológico baixo para queda de blocos.

6.6 Complexo Maruaga, Judeia e Três Arcos

Este atrativo geoturístico é um dos mais singulares, belos e representativos da região de Presidente Figueiredo. Recebe um grande fluxo de turistas e compõe um conjunto de feições como grutas, cavernas, cânions e paredões de rocha imersos na densa floresta tropical.

Neste local, em uma paisagem “ruiniforme”, um platô de arenito encontra-se profundamente erodido, com suas bordas superiores terminando em escarpas íngremes, formando paredões e cânions, e a ação da água em subsuperfície gera um tipo de erosão tubular (*piping*), que forma cavernas extensas como a do Maruaga e grutas como a Judeia e Três Arcos.

A caverna do Maruaga, tem cerca de 300 metros de extensão e sua entrada, na forma de arco, tem 10 metros de largura aproximada por 8 metros de altura. Observam-se blocos rochosos e depósitos de areia no piso da caverna, pelo qual escoam de modo perene uma lâmina de água com profundidade decimétrica. Estes materiais no chão da caverna indicam uma ação erosiva intensa e continua do maciço rochoso. No teto e nas paredes ocorrem fraturas preenchidas por óxidos de ferro, que evoluem para placas afiladas com cerca de 2 metros de comprimento e até 1 metro de largura. Concreções ferruginosas, circulares e de tamanho milimétrico, são encontradas nas paredes da caverna. Observou-se grande quantidade de material (pilhas de areia, seixos e pequenos blocos) entulhado no trecho final da caverna, provavelmente devido ao desmoronamento do teto e paredes, o que impediu a continuidade do reconhecimento.

Embora o interior da caverna do Maruaga esteja interditado para visitação, devido a presença de morcegos que podem ser a origem de patógenos, o fator de risco observado foi o desprendimento de placas rochosas do teto e das paredes da caverna. Em sua entrada, os blocos de rocha observados no chão indicam o risco de queda de blocos da parte superior da escarpa erosiva. Recomenda-se a sinalização na entrada e o uso de capacetes de proteção para os visitantes (Figura 15).

A Gruta da Judeia situa-se no rebordo erosivo do platô de arenito, cujo relevo negativo atinge cerca de 20 metros de profundidade, 15 metros de altura e largura superior a 50 metros. Observam-se diversos blocos de rocha no chão e fraturas com direção norte sul, subverticais, que seccionam as paredes e teto da gruta. Há de destacar um grande e isolado bloco de rocha que se situa no topo da gruta, na borda do maciço rochoso, mantido pelas paredes de arenito, mas com posição inclinada, para fora da escarpa, indicando risco alto de queda. Ressalta-se que as águas escoam por entre este bloco rochoso, formando um fio de água que desce da cornija (ressalto) e é muito usado pelos turistas para banho e captura de imagens, dado sua grande beleza cênica (Figura 16).

Recomenda-se a sinalização e restrição de acesso nas imediações abaixo desta feição e estudos geotécnicos específicos para analisar sua estabilidade, e, se for o caso, propor intervenções para sua estabilização.

A trilha que liga a caverna do Maruaga à gruta da Judeia bordeja o paredão rochoso do platô de arenito, com altura de até 25 metros, que se encontra segmentado por uma extensa fratura, formando um cânion estreito, com largura de 5 metros, altura de 8-10 metros e comprimento de 100 metros. Neste local ocorrem vários blocos de rocha no chão e alguns presos e “pendurados” no vão superior do cânion, o que configura uma situação de alto risco de queda (Figuras 17 e 18).

Todavia este local está com acesso restrito para visitação, devido ao fato de ser um nicho para procriação do Galo da Serra. Recomenda-se o afastamento lateral, de 5 metros, desta trilha em relação ao paredão rochoso e a sinalização de perigo para queda de blocos rochosos.



Figura 15 - Caverna do Maruaga. Entrada da caverna, com blocos de rocha no chão e queda d'água (a); piso da caverna coberto por areia e água (b). Risco de deslocamento de rocha do teto e paredes de seu interior e de queda de blocos na sua entrada. Recomenda-se sinalização e uso de capacete de proteção.

Em uma parte mais afastada deste platô ocorre uma pequena gruta com aberturas em arco (Gruta dos Três Arcos), com dimensões de até 10 metros de largura, em seu interior, por 3 metros de altura. Observa-se grande quantidade de blocos rochosos entulhados em sua entrada, indicando a instabilidade do maciço. Recomenda-se um estudo detalhado de geotecnia para aferir suas condições para visita segura e a utilização de capacete para visita (Figura 19).

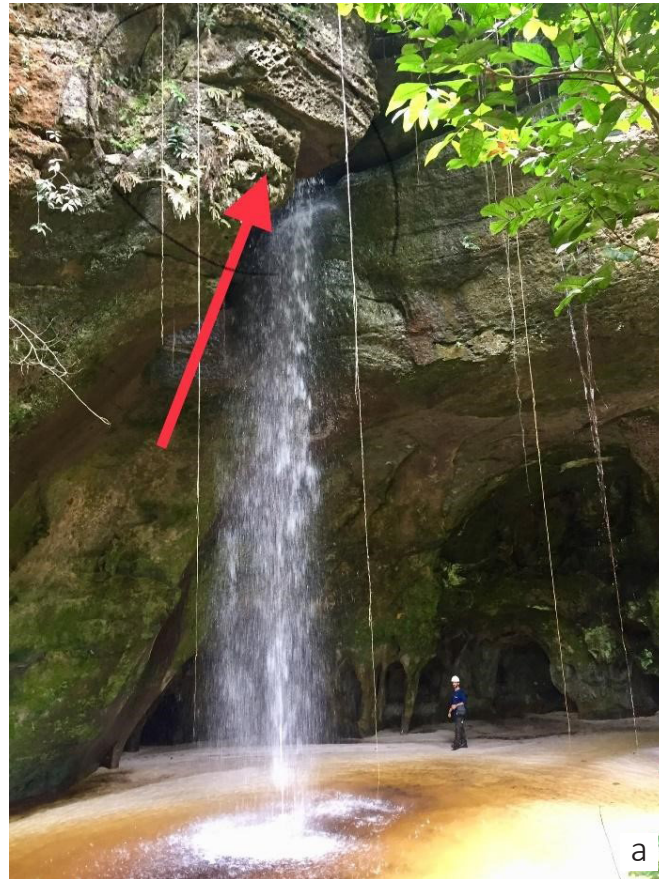


Figura 16 - Gruta da Judéia. Risco alto de queda de bloco da parte superior da gruta (a – seta vermelha). Notar a ação da água erodindo o maciço (b). Recomenda-se a sinalização de perigo e restrição de acesso na parte abaixo do bloco.

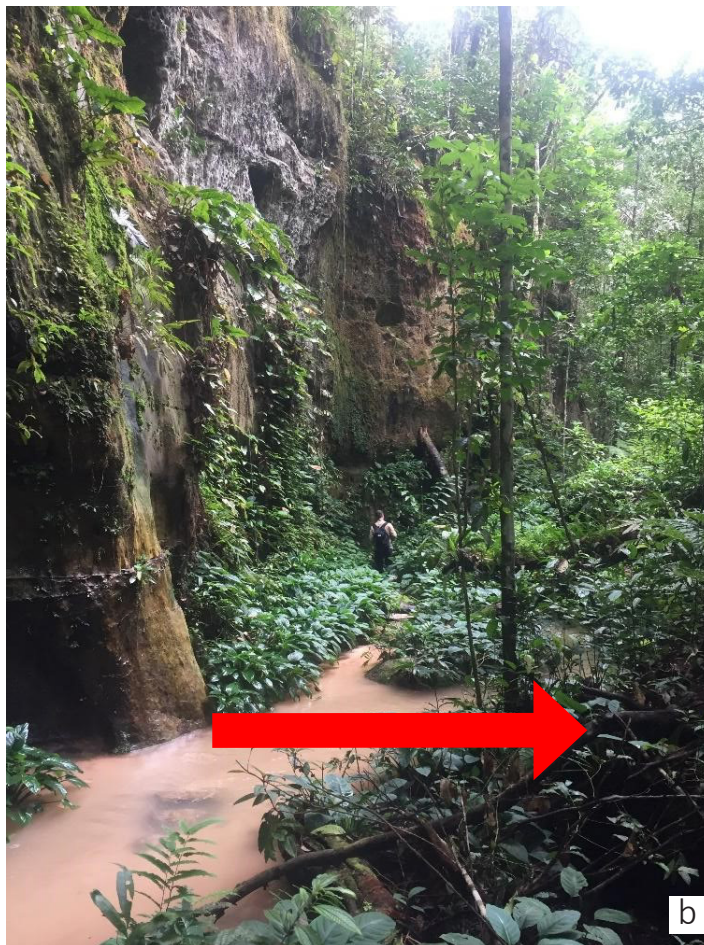


Figura 17 - Caverna do Maruaga e paredão rochoso. Notar feições circulares na parede do maciço rochoso (a) indicando erosão tubular (“piping”). Recomenda-se afastamento lateral da trilha que bordeja a escarpa (b- seta vermelha).

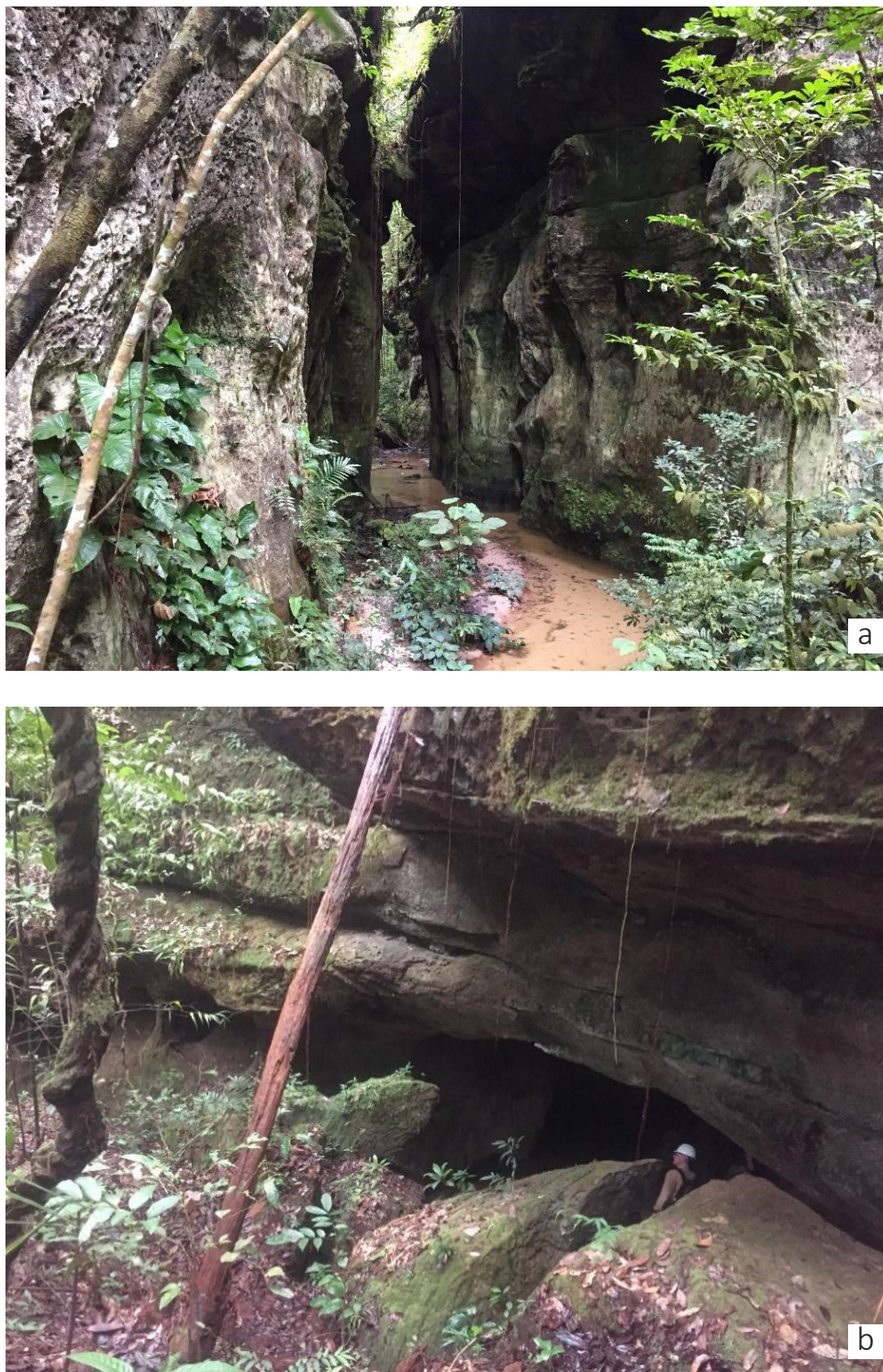


Figura 18 - Cânion do Maruaga e entrada da gruta dos Três Arcos. Risco alto de queda de blocos rochosos (a e b).

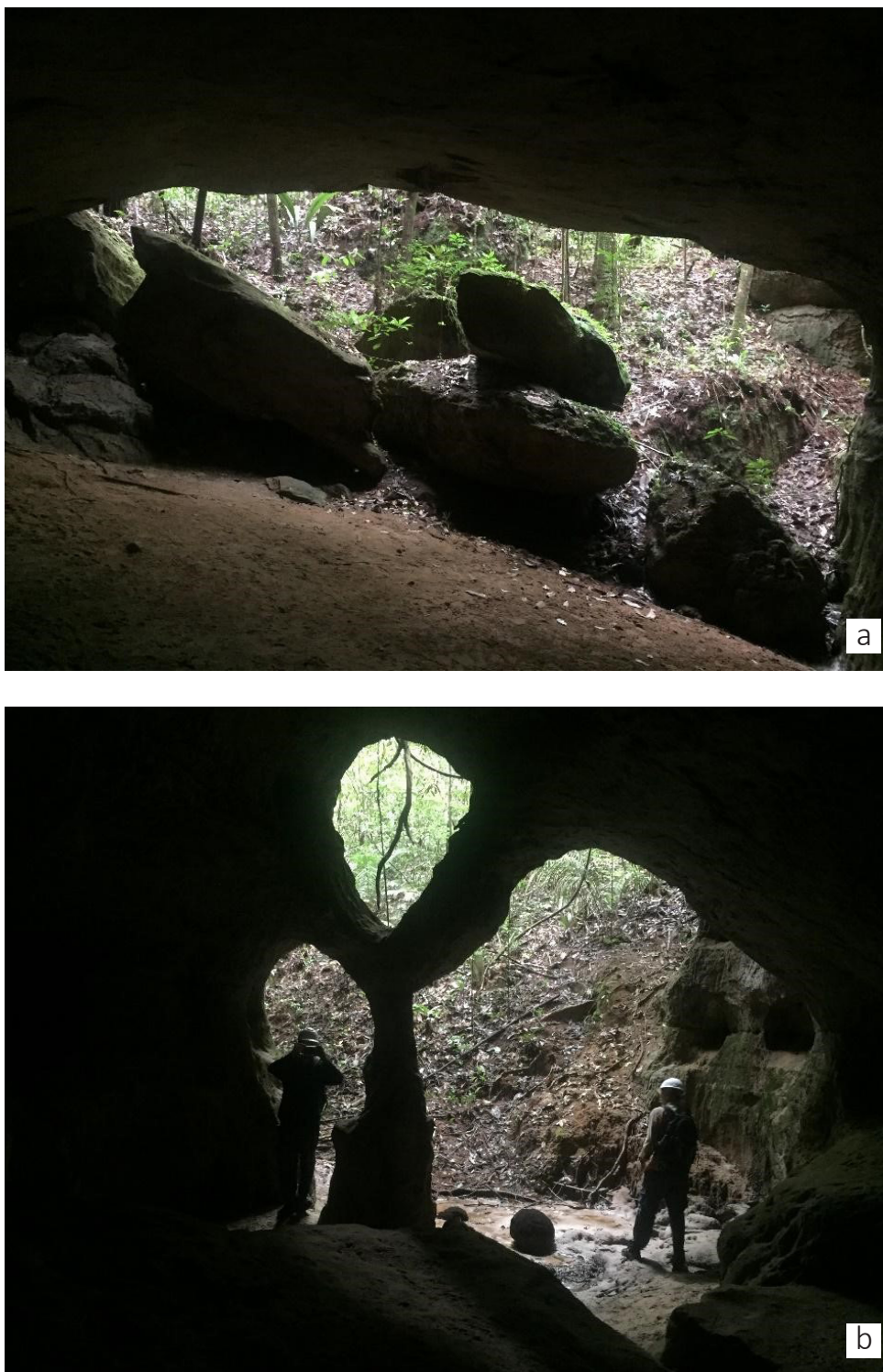


Figura 19 - Gruta dos Três Arcos. Entrada da gruta entulhada por blocos de rocha (a). Risco de queda de blocos e deslocamento do teto da gruta (b).

6.7 Cachoeira do Santuário

A cachoeira do Santuário recebe grande fluxo de turistas devido à beleza cênica e fácil acesso, às margens da rodovia AM-240. No local a queda d'água principal tem cerca de 50 metros de largura, dividida em dois braços no igarapé do Mutum, separados por um grande bloco rochoso de arenito, com estratificação sub-horizontal, a levemente inclinada (até 10 graus de mergulho). Sua altura pode atingir mais de 10 metros, do topo até sua base (Figura 20). Foram observadas fraturas verticais com direção noroeste-sudeste e nordeste-sudoeste.

O grande volume de água verificado no igarapé dificultou a observação de blocos rochosos soltos e o principal fator de risco levantado foi a escarpa íngreme da frente da queda d'água e de suas paredes laterais, que, embora estejam parcialmente sinalizadas e com uma corda de segurança, ainda trazem perigo de queda ao visitante. Neste aspecto a ponte de pedestres que dá acesso a ilha na parte central da cachoeira encontra-se com a estrutura frágil e parte dela desabou no período do trabalho de campo (figura 21).

Em alguns pontos da frente da cachoeira ocorrem reentrâncias na rocha, configurando um relevo negativo e sujeito a deslocamento do teto e queda de blocos rochosos.

Devido às vazões elevadas nesta época do ano, verificou-se o alagamento da ilha na parte central da cachoeira e o desabamento parcial da ponte de acesso, com incremento do risco para o visitante que queira utilizar o local nestas condições, sendo então caracterizada como de alto risco hidrológico (Figura 22).

Recomenda-se a sinalização para o perigo de queda de blocos, próximos às reentrâncias e paredes da cachoeira, bem como a reconstrução da ponte de acesso a ilha central, com estrutura sólida e projeto de engenharia.



Figura 20 - Cachoeira do Santuário. Notar grande volume de água e escarpa íngreme. Risco de queda para o visitante. Recomenda-se sinalização de perigo e reforço na proteção lateral da escarpa (a e b).



Figura 21 - Cachoeira do Santuário. Maciço rochoso com estratificação sub-horizontal. Risco de queda de blocos e deslocamento de rocha (a). Ponte de acesso com estrutura precária e guarda corpo lateral vazado (b). Recomenda-se sinalização e manutenção na ponte.



Figura 22 - Cachoeira do Santuário. Grande vazão no igarapé do Mutum. Recomenda-se sinalização de perigo e monitoramento hidrológico desta bacia.

6.8 Cachoeira da Porteira

A cachoeira da Porteira, também situada no igarapé do Mutum, apresenta uma das melhores exposições de arenito com estratificações cruzadas tabulares da região. Os sets mostram camadas inclinadas com direção norte-nordeste e mergulho de até 40 graus para sudeste. Este alto mergulho para estratos sedimentares, não obstante as estratificações cruzadas, tem sido considerado como resultado de tectônica, provavelmente falhas, com o basculamento de blocos. Observam-se planos de fratura sub-verticais, com direção norte-sul, paralelas ao eixo do rio (Figura 23).

Os estratos ficam mais inclinados, atingindo até 50 graus de mergulho, à medida que se aproximam do leito do igarapé, que se encontra encaixado nesta estruturação, ora truncando as camadas sedimentares e ora abrindo caminho longitudinalmente por entre os estratos cruzados. Este arranjo faz com que na margem direita as camadas mergulhem em direção ao rio e na margem esquerda as camadas se inclinem para o barranco. Tal configuração implica no maior risco de queda de blocos na margem direita, que podem se descolar do maciço e escorregar para dentro da água. Já na margem esquerda, a disposição empinada dos estratos gera um relevo negativo, com reentrâncias de pouca profundidade, mas que se estendem ao longo do eixo do canal, e podem acarretar em deslocamentos e quedas de blocos de rocha (Figura 24).

Na Figura 24 é possível observar um bloco rochoso, com cerca de 1,20 metros de diâmetro, que repousa sobre um plano inclinado de 45 graus, que mergulha para dentro do igarapé, em sua margem direita. Recomenda-se sua remoção e a sinalização de perigo para queda de blocos neste local.

Observou-se também grande vazão no igarapé, o que torna o local perigoso para o banho nesta época do ano, em dias com chuva intensa e prolongada.



Figura 23 - Cachoeira da Porteira. Afloramento de arenito com acamamento inclinado (a). O curso d'água se encaixa na estruturação da rocha, truncando seus estratos ou seguindo sua orientação (b).



Figura 24 - Cachoeira da Porteira. Configuração dos estratos inclinados da rocha (a), que mergulham para dentro do igarapé em sua margem direita (MD), com risco de queda de blocos e se inclinam para o barranco em sua margem esquerda (ME), com risco de deslocamento de rocha (b). Recomenda-se a sinalização e remoção do bloco rochoso (círculo vermelho)

6.9 Cachoeira Berro D'água

Este atrativo situa-se em um afluente da margem direita do igarapé do Mutum e configura uma pequena queda d'água com 2 metros de altura por 10 metros de largura. A superfície da rocha, composta por arenito com estratificação cruzada tabular, é suavemente arredondada. Não foram observados blocos rochosos soltos e escarpas íngremes que possam representar um fator de risco (Figura 25).



Figura 25 - Cachoeira Berro D'água, onde não foram observados fatores de risco geológico.

6.10 Cachoeira dos Pássaros

O atrativo geoturístico está localizado em uma área plana, onde aflora um lajeiro de arenito, com blocos rochosos esparsos no chão. Neste local, o igarapé do Mutum flui sobre as rochas como uma corredeira com declive suave, com uma pequena queda d'água ao seu final. Esta tem cerca de 1,80 metros de altura e largura de 10 metros (Figura 26). Risco baixo de queda de blocos e/ou deslocamento de camadas, com exceção de um ressalto rochoso no topo da cachoeira, que deve ser mais bem avaliado no período de estiagem.

O igarapé apresentava grande volume de água tornando-se um fator de risco médio para o visitante dada a baixa declividade local. Recomenda-se a sinalização e monitoramento hidrológico da bacia do igarapé Mutum, o qual servirá também para as cachoeiras do Santuário e da Porteira, situadas neste mesmo curso d'água.



Figura 26 - Cachoeira dos Pássaros. Corredeira (a) e queda d'água (b).

BACIA DO RIO UATUMÃ

6.11 Cachoeira da Pedra Furada

A cachoeira da Pedra Furada localiza-se próximo à nascente de um pequeno tributário do igarapé do Barreto, afluente do rio Uatumã. Suas águas caem por entre cavidades do lajeiro, na parte superior da queda d'água, composto de arenito fino, com estratificação sub-horizontal, intercalado por camadas de argilitos e siltitos, que predominam na base do pacote. Seu formato é de um anfiteatro semicircular, com paredes rochosas de até 8 metros de altura e diâmetro de 25 metros (Figura 27).

A parte frontal da queda d'água forma cornijas (ressaltos) e relevo negativo, onde é possível observar, em sua base, na margem direita do igarapé, blocos angulosos de rocha, como resultado do deslocamento e queda de bloco do teto e das paredes da cachoeira. Não foram observadas vazões excessivas neste igarapé e o fator de risco está relacionado à queda de blocos e deslocamento do teto da frente da cachoeira. Recomenda-se a sinalização do local sobre o perigo da queda de blocos.

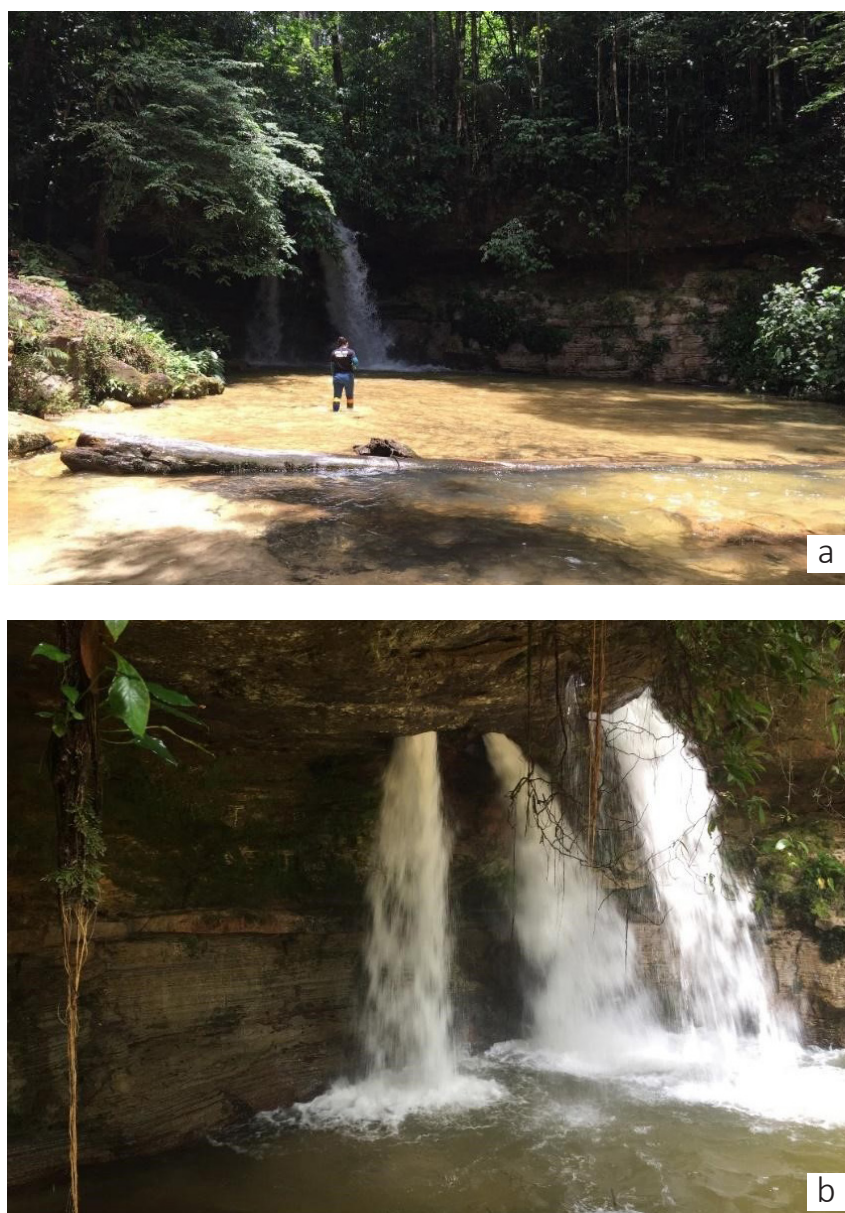


Figura 27 - Cachoeira da Pedra Furada. A água escoar por entre cavidades da rocha. Na base notam-se camadas intercaladas de arenito fino e siltitos.

6.12 Cachoeira do Mutum

A cachoeira do Mutum forma uma queda d'água com até 6 metros de altura por 10 metros de largura, no igarapé do Barreto. O substrato é composto de arenito com estratificação sub-horizontal que aflora em grande área de lajeiro no entorno da cachoeira.

O entalhe na rocha provocado pela erosão da água é condicionado pelas fraturas que tem direção nordeste, paralela ao eixo do igarapé, e noroeste para a orientação da parte frontal da queda d'água. Este arranjo estrutural contribui também para a fragmentação do maciço e geração de blocos rochosos que são observados à margem da cachoeira ou semi-submersos em sua base. Outro fator que merece destaque é a presença de “marmitas”, cavidades circulares profundas, que ocorrem no leito rochoso acima da queda d'água, totalmente submersas nesta época do ano, que se constituem num risco para os banhistas desavisados.



Figura 28 - Cachoeira do Mutum. Escarpa íngreme e blocos angulosos no barranco (a, b e c).

Outros fatores de risco levantados foram a possibilidade de queda de blocos (risco baixo) e a escarpa íngreme da queda d'água, além da grande vazão observada no igarapé (risco médio).

Observou-se também que a ponte de madeira sobre o leito do igarapé pode apresentar fragilidade estrutural, sob grandes vazões, e seu guarda-corpo lateral é vazado, com risco de queda para o turista (Figuras 28 e 29). Recomenda-se a sinalização para o perigo de queda próximo às escarpas rochosas das paredes da cachoeira e o mapeamento da localização exata das marmitas na época de estiagem.



Figura 29 - Cachoeira do Mutum. Nota-se grande vazão (a) e ponte sobre o igarapé do Barreto, com guarda corpo vazado, e risco de queda do visitante (b).

6.13 Salto do Ipy

Assim como as cachoeiras da Sussuarana e da Neblina (não visitada neste levantamento), o Salto do Ipy, situado em um tributário da margem direita do igarapé do Barreto, apresenta uma queda d'água com desnível abrupto e altura maior que 10 metros. Na sua parte superior, o canal é estreito, em torno de 3 metros de largura, e suas águas passam por baixo do terreno, composto de blocos de rocha, solo e raízes de árvores, antes de se lançar pela escarpa rochosa (Figura 30).

Neste local afloram arenitos com estratificação sub-horizontal e alterações que formam cavidades circulares na face da rocha. Observa-se que os blocos de rocha ficam suspensos sobre pequenos promontórios, cheio de cavidades, que sobressaem do terreno rochoso. Esta feição, fruto de erosão diferencial sobre o pacote de arenito, cria formas geométricas peculiares do tipo “chapéu virado e ou cogumelo”

Por motivo de segurança não foi possível chegar à base da cachoeira devido ao grande volume de água e chuva presentes no momento da vistoria.

O risco é alto para queda de blocos e sua escarpa íngreme, na borda da qual há uma trilha de acesso ao visitante, também se torna fator de perigo para acidentes com os turistas que ali transitam. Recomenda-se a sinalização e construção de uma guarda corpo na parte alta da queda d'água (Figura 31).

Para este atrativo não foi elaborada a prancha pois não se dispõe de imagens de satélite com boa resolução do local e o sobrevoo com o drone não foi possível devido às condições meteorológicas do dia da visita de campo.



Figura 30 - Salto do Ipy. As águas passam por baixo das rochas antes de caírem pela queda d'água de 10 metros de altura.



Figura 31 - Salto do Ipy. Feição da erosão diferencial com blocos de rocha sustentado em pequenos promontórios (a). Nota-se trilha de acesso estreita, com 1 metro de largura (seta vermelha) entre a rocha e a escarpa íngreme (b). Risco de queda do visitante.

6.14 Cachoeira da Sussuarana

A cachoeira da Sussuarana localiza-se próximo ao lago da represa de Balbina, num pequeno afluente do rio Uatumã. Sua formação rochosa, composta de arenito com estratificação plano-paralela sub-horizontal, origina um lajeiro com degraus e patamares, por onde as águas fluem, criando piscinas naturais de “borda infinita”, até a queda d’água principal, que atinge uma altura de 8-10 metros (Figura 32).

Observam-se blocos rochosos nas margens, sobre o lajeiro, e a escarpa íngreme formada pela parede frontal da cachoeira é o principal fator de risco ao visitante. Recomenda-se a sinalização do local para o risco da queda de blocos e da escarpa íngreme.



Figura 32 - Cachoeira da Sussuarana. Sequência de degraus (a) e piscinas na parte alta da queda d'água (b). Risco de queda do visitante na escarpa íngreme.

6.15 Gruta do Batismo

A Gruta do Batismo, localizada na borda norte da Bacia Sedimentar do Amazonas e limítrofe aos terrenos graníticos do embasamento cristalino, originou-se pela erosão da escarpa rochosa e gerou um relevo negativo, com paredes com altura de 10 metros e cornijas (ressaltos) que avançam para o vazio à distância de até 3 metros.

Em sua base, composta por arenitos com estratificação sub-horizontal, formam-se grutas com teto baixo, que adentram por alguns metros o maciço rochoso, formando local ideal para abrigo. Como destaque, esta feição é materializada por pinturas rupestres, de formas humanas, que são encontradas em seu teto.

No chão, próximo à escarpa, são observados blocos rochosos amontoados e na gruta encontram-se placas de rocha se destacando do teto e caídas no piso, denotando o processo atual de erosão e desmantelamento do maciço rochoso. Recomenda-se o afastamento lateral da trilha de acesso (Figura 33).

O risco de queda de blocos e deslocamento do teto da gruta é alto. Este fato, associado à depredação verificada no sítio arqueológico, com pichações sobre as pinturas rupestres, faz com que se recomende a restrição de acesso ao local sem a presença de guias e o uso obrigatório de capacetes (Figura 34).



Figura 33 - Gruta do Batismo. Escarpa rochosa com erosão diferencial formando relevo negativo (a). Notar os blocos de rocha caídos na base da escarpa. Alto risco de queda de blocos. Recomenda-se a sinalização e afastamento lateral da trilha de acesso (seta vermelha).

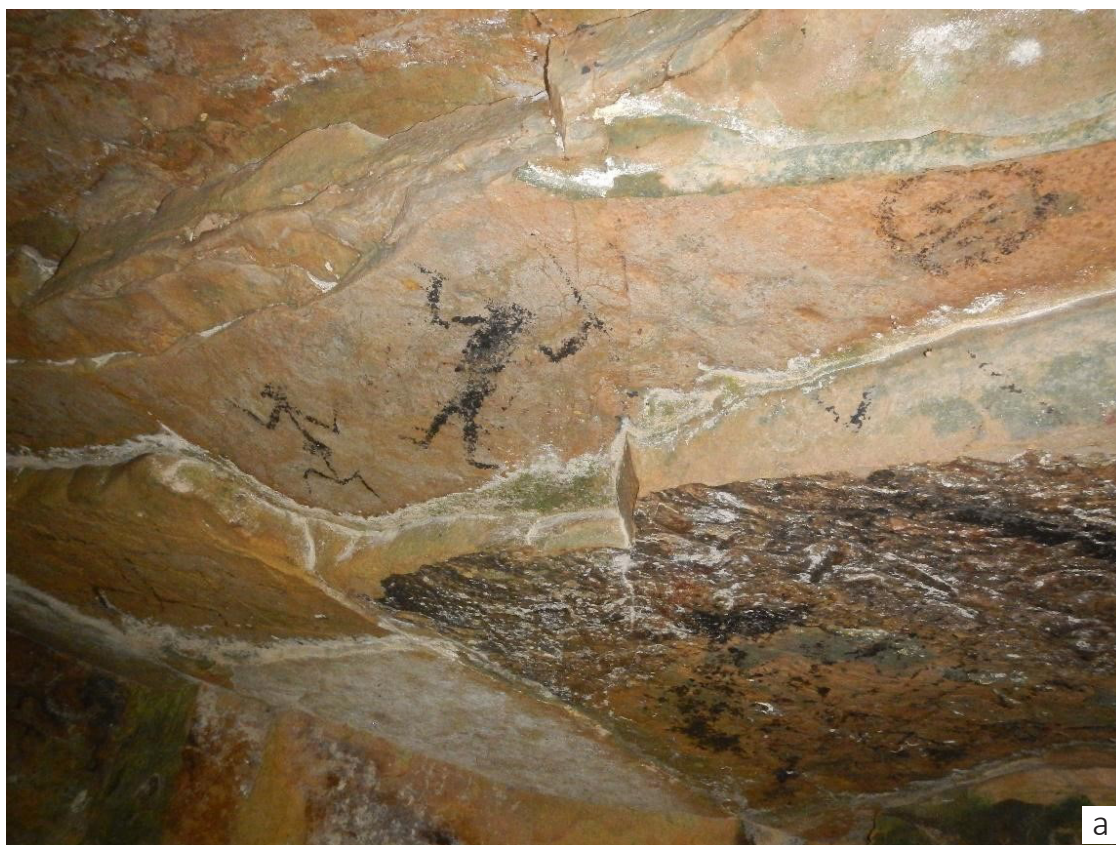


Figura 34 - Gruta do Batismo. Teto da gruta com pinturas rupestres. Notar o deslocamento da rocha (a) e pichação do sítio arqueológico (b).

7. RESULTADOS

Os resultados da avaliação de risco geológico e hidrológico para os atrativos geoturísticos de Presidente Figueiredo estão sumarizados na tabela 01.

Foram classificadas como de alto risco para queda e tombamento de blocos as bases dos paredões rochosos, como as do Maruaga, Judeia, Três Arcos e Batismo. Este fator de risco é associado à desagregação da parte superior da escarpa erosiva, na qual cornijas (ressaltos rochosos) se lançam até 3 metros para o vazio e sua ruptura pode atingir o visitante que transita sob ela. Neste aspecto, destaca-se o bloco rochoso que se situa na parte superior da escarpa erosiva da Gruta da Judéia (Figura 16 a), que é o ponto que requer maior cuidado entre todos os vistoriados.

As quedas d'água com maior amplitude, na vertente do rio Uatumã, como as do Ipy e Sussuarana, também apresentam risco alto para queda de blocos, que pode ser potencializada pela torrente de água, em épocas de vazão alta. Na cachoeira da Porteira, embora de baixa amplitude, observou-se na margem direita do igarapé do Mutum um plano inclinado da rocha, em torno de 45 graus, que mergulha para o canal do curso d'água e constitui um fator predisponente para a queda de blocos rochosos, sendo considerado de alto risco (Figura 24 b).

Os deslocamentos de rocha do teto de cavernas e grutas foram, de forma geral, classificados como de médio risco, devido ao tamanho relativamente pequeno das placas rochosas que podem se desprender. Exceção é a Gruta do Raio, onde as rochas apresentam proeminente sistema de fraturas, com intensa percolação de água, que podem favorecer o deslocamento de seu teto, posicionado em grande altura e, portanto, configura uma situação de alto risco.

As escarpas íngremes com maior amplitude, acima de 10 metros, ocorrem nas quedas d'água do Salto do Ipy e Sussuarana e foram classificadas como de alto risco para os visitantes.

Importante ressaltar que o “alto risco” não se refere a toda a extensão do atrativo em análise mas apenas a determinado(s) ponto(s) nesse atrativo, conforme descrito no item anterior, fato que não inviabiliza a continuidade da visita a esses locais mas implica na adoção de medidas de segurança sugeridas neste estudo.

A bacia do igarapé Santa Cruz (Urubuí), com as cachoeiras da Iracema, Araras e corredeira do Urubuí, apresenta risco hidrológico alto para águas que fluem torrencialmente, com vazão elevada. A mesma classificação foi dada para a cachoeira do Santuário, no igarapé do Mutum. Embora tenham uma bacia de captação relativamente pequena e sua amplitude, entre a cabeceira de drenagem e a área baixa inundável, seja inferior a 50 metros, os igarapés podem sofrer o aumento brusco nas vazões, no período chuvoso da região, cujo ápice ocorre no trimestre de março a maio, e os acumulados de chuva mensais podem exceder a 350 mm, com máximos diários que podem superar 60 mm. Este repentino aumento nas vazões é, portanto, um fator de perigo para o visitante que queira se banhar nas suas águas.

Tabela 01 - Atrativos geoturísticos de Presidente Figueiredo e classificação de risco geológico e hidrológico.

Atrativo Turístico	Feição	Risco Geológico e Hidrológico/ Fator de Risco				Recomendação	Observação
		Queda de Bloco Rochoso	Deslocamento de Rocha	Escarpa Íngreme	Elevada Vazão do Curso D'água		
Araras	cachoeira	Baixo		Médio	Alto	Sinalização/monitoramento hidrológico	
Iracema	cachoeira	Baixo		Médio	Alto	Sinalização/monitoramento hidrológico	
Paredão Iracema	grutas e paredão	Médio	Médio			Recuo lateral da trilha	
Lajes 1	corredeira/canion			Baixo	Baixo	Sinalização	
Lajes 2	cachoeira/corredeira	Baixo			Baixo	Sinalização	
Urubui	corredeira			Baixo	Alto	Sinalização/ monitoramento hidrológico	
Raio	gruta	Médio	Alto*			Recuo lateral da faixa de visitação/uso de capacete	
Orquídeas	cachoeira	Médio		Médio	Baixo	Sinalização	
Três Quedas	cachoeira	baixo			Baixo		
Maruaga	caverna	Médio	Médio			Sinalização/ uso de capacete	
Paredão Maruaga	cânion	Alto*	Médio			Sinalização/recuo lateral da trilha	
Três Arcos	gruta	Alto*	Médio			Sinalização/limitação de acesso	
Judeia	gruta	Alto*	Médio			Sinalização/ recuo da área de visitação. Estabilização do bloco	
Santuário	cachoeira	Baixo		Médio	Alto	Sinalização/ monitoramento hidrológico/reconstrução da ponte	ponte precária
Berro d'água	cachoeira	Baixo					
Pássaros	corredeira				Médio	Sinalização/monitoramento hidrológico	
Porteira	cachoeira	Alto*	Baixo	Médio	Baixo	Sinalização/remoção de bloco	
Pedra Furada	cachoeira	Médio	Médio	Médio		Sinalização/recuo da área de visitação	
Mutum	cachoeira	Baixo		Médio	Médio	Sinalização/reconstrução da ponte	ponte precária
Salto do Ipy	cachoeira	Alto*		Alto*	Baixo	Sinalização/ guarda corpo	
Sussuarana	cachoeira	Alto*		Alto*	Baixo	Sinalização / guarda corpo	
Batismo	gruta	Alto*	Médio	Baixo		Sinalização/restrição de acesso/uso capacete	

* o alto risco não se refere a toda a extensão do atrativo, mas apenas a determinado(s) ponto(s) nesse atrativo conforme apresentado no item 6, fato que não inviabiliza a continuidade da visitação a esses locais, mas implica na adoção das medidas de segurança sugeridas neste estudo.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste estudo foram avaliados vinte e dois atrativos geoturísticos do município de Presidente Figueiredo, quais sejam: cachoeiras, corredeiras, cavernas, grutas, paredões rochosos e cânions. Para cada atrativo foi feita uma caracterização dos fatores de risco geológico e hidrológico que pudessem provocar acidentes fatais às pessoas que visitam estes locais.

Os fatores de risco geológico e hidrológico observados foram: queda e tombamento de blocos rochosos, deslocamento de rocha do teto e paredes de grutas e cavernas, escarpa íngreme e elevada vazão dos rios e igarapés. A presença destes fatores de risco, associada à probabilidade de ocorrência do evento e suas consequências, levaram à uma classificação da situação de risco, em cada atrativo, nos graus alto, médio e baixo.

Esta classificação de risco não têm o intuito de obliterar ou restringir o acesso dos visitantes aos atrativos geoturísticos, mas de apontar as situações de perigo e contribuir para a adoção de medidas de segurança preventiva, por parte do poder público, dos empreendedores, guias e turistas.

São recomendadas as seguintes medidas:

- Os atrativos geoturísticos que apresentam fatores de risco geológico e hidrológico alto ou médio devem ser sinalizados, indicando ao visitante uma situação de atenção e alerta para usufruir com segurança daquele local.
- Nos locais onde a classificação de risco foi considerada alta e média para queda de blocos, principalmente na base dos paredões rochosos, deverá ser adotado um afastamento lateral da trilha de acesso e da faixa de visitação, de modo a garantir uma distância segura da área de atingimento, caso algum bloco venha a se desprender do maciço.
- As bordas das escarpas íngremes, com alto risco, devem ter seu acesso restrito e ou serem objeto da instalação de guarda corpos que protejam o visitante de uma queda fatal.
- As visitas às grutas e cavernas sempre deverão ter o acompanhamento de guias e a disponibilização de equipamentos de proteção ao turista, como capacetes.
- Nas bacias dos igarapés Santa Cruz/Urubuí e Mutum deve ser instalada uma rede de monitoramento hidrológico, com pluviômetros, sensores de níveis d'água e medições de vazão, de modo a estabelecer uma correlação entre chuvas intensas e o escoamento superficial caudaloso, e assim subsidiar a implantação de um sistema de alerta para subida repentina dos níveis d'água nas cachoeiras e corredeiras.
- Os atrativos geoturísticos indicados pela SEMMAS que não puderam ser visitados neste estudo (Cachoeiras da Neblina, Natal, Onça e Perema, e os Complexos Aracuás e do Ceará), devido a dificuldades de acesso neste período chuvoso, devem ser vistoriados o mais breve possível, de preferência no período anual da vazante (agosto-outubro). Nesta nova campanha, sugere-se também a revisita no Salto do Ipy, para coleta de dados complementares.

9. AGRADECIMENTOS

À Prefeitura Municipal de Presidente Figueiredo, em particular à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade, pelo apoio logístico e informações.

Aos guias que nos levaram em segurança aos atrativos turísticos mais distantes.

Manaus, 20 de maio de 2022

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, José Sidiney; OLIVEIRA FILHO, de J.S; OLIVEIRA FILHO, de I.B; FERNANDES, R.J.A.R; NASCIMENTO, J. R.S. . Relatório técnico Cânion do rio Poti – Buriti dos Montes, Piauí. Relatório, no prelo. Teresina. Serviço Geológico do Brasil-CPRM. 2022. 64p.
- BIZZI, Luiz Augusto; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M; GONÇALVES, J.H (org). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Brasília. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2003. 692p.
- CUNHA, P.R.C.; GONZAGA, F.G.; COUTINHO, L.F.C.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Amazonas. Boletim de Geociências da Petrobras. 8 (1) 44:55. Rio de Janeiro. 1994.
- DANTAS, Marcelo E.; MAIA, Adelaide M. Compartimentação geomorfológica. In: MAIA, A.M e MARMOS, J.L (org). Geodiversidade do Estado do Amazonas. Manaus. CPRM. 2012. 275p.
- LUZARDO, Rene. Geoparque Cachoeiras do Amazonas (AM) – proposta. In: SCHOBENHAUS, Carlos e SILVA; Cássio Roberto da (org). Geoparques do Brasil – propostas. Rio de Janeiro. CPRM. 2012. 748p.
- PEDRAZZI, Anselmo de Carvalho; CUNHA, F.L.B; DIAS, R. (org). Avaliação geotécnica da região dos cânions do Xingó. Relatório. Rio de Janeiro. Serviço Geológico do Brasil-CPRM. 2022. 98p.
- PEDREIRA, Augusto da Silva; VASCONCELOS, A.M.; LOPES, R.C.; BAHIA, R.B.C. Bacias sedimentares paleozoicas e meso-cenozoicas interiores. In: BIZZI, Luiz Augusto et al (org). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Brasília. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2003. 692p.
- ROSS, J.L.S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo. (4) 25:39. 1985.
- SCHOBENHAUS, Carlos e SILVA; Cássio Roberto da (org). Geoparques do Brasil – propostas. Rio de Janeiro. CPRM. 2012. 748p.

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de 17 *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil – CPRM atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em três grandes linhas de atuação:

- Geologia e Recursos Minerais;
- Geologia Aplicada e Ordenamento Territorial;
- Hidrologia e Hidrogeologia.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AValiação DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICO DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



PREVISÃO DE ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



Maiores informações: <http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM/Responsabilidade-Social/Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustentavel---ODS-319>

Sede Brasília
Setor Bancário Norte - SBN
Quadra 02, Asa Norte
Bloco H - Edifício Central Brasília
Brasília - DF - CEP: 70040-904
Tel.: (61) 2108-8400

Escritório Rio de Janeiro – ERJ
Av. Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – CEP: 22290-255
Tel.: (21) 2295-0032

Diretoria de Hidrologia e Gestão
Territorial
Tel.: (21) 2295-8248
(21) 2546-0214

Departamento de Gestão
Territorial
Tel.: (21) 2295-6147
(21) 2546-0419

Divisão de Geologia Aplicada
Tel.: (31) 3878-0304

Divisão de Gestão Territorial
Tel.: (71) 3878-0304

Ouvidoria
Tel.: 21 2295-4697
ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento
ao Usuário – SEUS
Tel.: 21 2295-5997
seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br

2022



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL