

RELATÓRIO DE AÇÕES TOMADAS PELA UFSCar RELATIVAS À BARRAGEM DO MONJOLINHO

A Defesa Civil de São Carlos monitora a Barragem do Monjolinho desde 13 de janeiro de 2013, data na qual a água do reservatório passou por cima do nível da cota superior do corpo do barramento. Na presente ocasião ocorreu uma precipitação de 116mm em 24 horas.

Em 10 de novembro de 2017 uma vistoria foi realizada na Barragem do Monjolinho por técnicos do Departamento de Segurança Pública e Defesa Civil da cidade de São Carlos que constataram os seguintes problemas:

Não existe documentação anterior a construção nem projeto da barragem que possui entre 40 e 50 anos.

Árvores presentes a jusante no próprio corpo da barragem sendo que as raízes destas penetram no maciço causando danos nos canais, no vertedouro e no próprio corpo, não podendo dimensionar-se a amplitude destes danos.

Situação de risco iminente expõe a barragem a um nível de vulnerabilidade muito alto podendo provocar inundação a jusante.

Vistoria:

- 1 – Danos no pavimento asfáltico, na calçada de concreto na crista do barramento.
- 2 – Bermas sem calhas.
- 3 – Danos de processos erosivos no talude a jusante.
- 4 – Danos de processos invasivos de árvores e suas raízes no talude a jusante.
- 5 – Danos de processos invasivos de árvores e suas raízes nos canais do vertedouro e canais extravasores a jusante.
- 6 – Comportas dos extravasores travadas sem manutenção.
- 7 – Entupimento nos canais de vertedores laterais na margem esquerda e perdas fora do canal do vertedouro da margem direita.
- 8 – Erosão e colapso das laterais do talude em ambas margens a jusante do barramento.
- 9 – Não conseguiu se saber a situação da comporta de fundo, que aparentemente está fechada.
- 10 – Não se sabe se existe um dreno de fundo.

Recomendações:

1 – Declaração de Situação de Emergência conforme legislação vigente da área geográfica do documento

2 – Efetuar medidas de mitigação reduzindo o nível de água da barragem e efetuando abertura dos vertedouros e sistemas de escoamento da mesma para atender volumes superiores de vazão de precipitação.

3 – Determinar e implantar um Plano de Segurança composto de:

- a) Plano de Contingências caso houver a ruptura da barragem em situação de emergência ou desastre.
- b) Plano e Cronograma de manutenção da barragem atual

4 – Determinação de custos e projeto da restauração, ou reforma do canal de vazão, vertedouro e escada redutora da barragem.

5 – Determinação de custos e projeto do desassoreamento da barragem.

6 – Elaboração de estudo para classificação da barragem quanto ao possível dano potencial associado.

Constatações de Técnicos da UFSCar:

1 – Insuficiência das estruturas hidráulicas existentes, que não são capazes de atender às vazões decorrentes de altas intensidades pluviométricas, havendo histórico de galgamentos da barragem que podem resultar, em última instância, no colapso do aterro.

2 – Danos na estrutura da barragem e na bacia de dissipação em função da idade da obra, cuja construção é estimada entre os anos de 1970 e 1974, além da grande presença de raízes de árvores e da ausência de manutenção adequada ao longo dos anos.

AÇÕES DA UFSCAR

Em 17 de novembro de 2017 foi efetuado o bloqueio da rua que passa sobre o barramento para o tráfego de veículos, permanecendo até os dias atuais.



Fig. 1 - Bloqueio para veículos da rua acima da barragem

Em atendimento as necessidades urgentes de intervenção no conjunto barragem – reservatório o empreendedor da Barragem do Monjolinho (no caso a UFSCar representada por seus gestores) convocou uma vistoria conjunta e ações imediatas possíveis no local para os dias 24 de novembro de 2017. O principal objetivo foi examinar as condições de segurança da barragem. Estiveram presentes:

- 1 – UFSCar – equipe de técnicos e da Reitoria
- 2 – DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – técnicos
- 3 – Defesa Civil do Município de São Carlos – técnicos

4 – SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos

5 – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo – Oficiais

De acordo com a Defesa Civil algumas providências já foram tomadas neste período.

Serviços realizados *in loco*:

1 – Com o objetivo de abaixar o nível do lago para reduzir a pressão e volume de água represada foi realizado pelo Corpo de Bombeiros e do SAAE:

- 1.1 – Retirada das placas das comportas dos extravasores direita e esquerda.
- 1.2 – Desentupimento da tubulação ou dutos dos extravasores de direita e esquerda.
- 1.3 – Retirada das raízes das árvores que se encontram dentro dos extravasores
- 1.4 – Limpeza (absorção) dos detritos e limo depositados nas comportas, ao pé da barragem.
- 1.5 – Recolocação de placas dos extravasores com abertura necessária para redução do nível da lâmina de água na barragem.

2 – Limpeza do canal a jusante da barragem (realizada pelo SAAE e pessoal da Prefeitura do Campus da UFSCar).

2.2 – Retirada de algumas árvores e raízes no talude de jusante.

2.3 – Verificou-se a situação do vertedouro central e paredes laterais a jusante

3 – Retirou-se material de amostra para verificar a qualidade da água (laboratório de biologia).

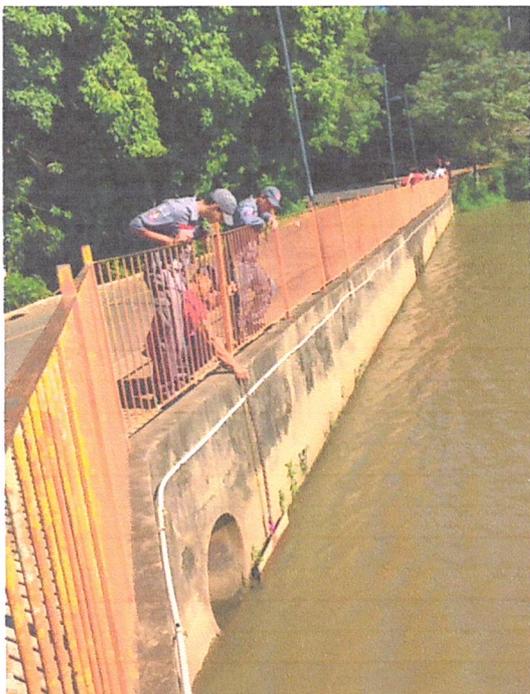


Fig. 2 – Bombeiros trabalhando na desobstrução das comportas dos vertedores auxiliares



Fig. 3 – Bombeiro dentro da represa tentando mover a comporta

Os técnicos da UFSCar observaram ainda:

1 – Remoção de sedimentos e materiais diversos que obstruíam a abertura de duas comportas de madeira localizadas nas laterais da barragem que servem como extravasores auxiliares. Essa ação, executada por mergulhadores do Corpo de Bombeiros com o auxílio do SAAE, possibilitou, em seguida, a abertura das citadas comportas.

2 – Limpeza dos canais de escoamento da água proveniente destas comportas, executada por funcionários da Universidade e do SAAE.

Em continuidade aos reparos realizados no dia da vistoria no sentido de minimizar os riscos a UFSCar providenciou.

3 – Estas providências possibilitaram um aumento da vazão de água a jusante e a consequente diminuição do nível de água na barragem, reduzindo, nessas condições, a força lateral sobre sua estrutura e aumentando sua capacidade de reservação.

4 – Não foram observados danos significativos na parede do barramento e pontos de fuga de água além de danos no concreto do vertedouro principal.

5 – A bacia de dissipação a jusante da barragem encontra-se com os muros de contenção danificados, apresentando inclusive trechos em colapso.

Em 21 de dezembro de 2017, a Profa. Dra. Wanda Aparecida Machado Hoffmann, Reitora da UFSCar, constituiu através de Portaria um Grupo Gestor com a finalidade de acompanhar as ações de segurança, fiscalização, monitoramento, manutenção e outras necessidades relativas à Barragem do Monjolinho.

A Prefeitura Universitária do campus vem monitorando constantemente o nível de água da barragem e as condições da bacia de dissipação.

Em fevereiro de 2018, placas indicativas de alagamento estavam colocadas junto ao barramento. Também foi instalada régua para acompanhamento do nível d'água no vertedouro principal da barragem.

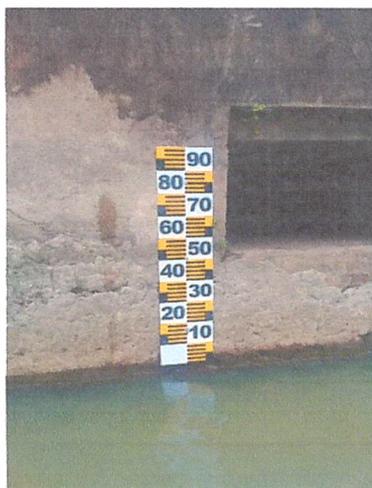


Fig.4 - Régua para medição da altura d'água no vertedouro principal da Barragem do Monjolinho



Fig. 5 - Sinalização na Barragem do Monjolinho

Durante a vistoria realizada em 24/11/2017 foram observados danos no vertedouro principal da barragem e inadequação das comportas dos vertedouros auxiliares. Em 18/05/2018, a Prefeitura Universitária do campus informou a reitoria que tanto os reparos no vertedouro principal, quanto novas comportas operantes de chapa de aço haviam sido confeccionadas.



Fig. 5 – Vertedouro principal reparado e comportas dos vertedores auxiliares esquerdo e direito novas e operantes, com os canais desobstruídos

Em janeiro de 2018 foi elaborado pelo Escritório Físico da UFSCar (EDF) um “Projeto Orientativo da Contenção por Gabiões a Jusante da Barragem”. Em seguida foram solicitadas e obtidas cotações preliminares de preços para execução da citada contenção, cujo menor valor atingiu R\$ 109.278,00. As cotações foram obtidas com a “Gabiões Reis” de São Paulo – SP, “NHL Construção, Pavimentação e Terraplenagem LTDA” de São Paulo – SP e “RAM-SIL Construguel” de São Paulo – SP.

Como na época a Universidade iniciava um pleito de recursos para a construção de um novo barramento em substituição ao existente o que implica na construção de nova bacia de dissipação, com características e dimensões diferentes daquelas encontradas atualmente, a eventual recuperação *a priori* da bacia existente resultaria em sua demolição subsequente e no desperdício de recursos públicos.

Recentemente, ante o insucesso, até aqui, na obtenção de recursos para a construção de um novo barramento, conforme projeto aprovado no DAEE, assim como nas despesas de manutenção permanentes em que incorrerá a Universidade com a referida construção, a Administração da UFSCar estuda a viabilidade de se extinguir o barramento no *campus* de São Carlos, permitindo dessa forma, o livre curso das águas provenientes do Rio Monjolinho.

Agendamento de reunião na Procuradoria da República em São Carlos para discussão em conjunto como Departamento de Segurança Pública e Defesa Civil de São Carlos e o Departamento de Águas e Energia Elétrica, das medidas a serem tomadas em face do risco de rompimento da barragem localizada dentro do campus da UFSCar, em 25 de julho de 2018.

Em 11/junho/2018 o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo informou ao Ministério Público que:

Técnicos do DAEE realizaram vistoria no local da Barragem do Monjolinho, e constataram que as medidas adotadas pela UFSCar, como limpeza de canais extravasores, rebaixamento da cota do nível d’água e bloqueio da rua, são essenciais, mas podem não ser suficientes para garantir a segurança da barragem em questão. Portanto, seria conveniente que a UFSCar providenciasse

Lauda Técnico com ART de profissional contendo estudo hidrológico e hidráulico atestando que tais medidas asseguram a estabilidade da represa.

Com relação à comunicação dos fatos, a ANA e ao Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC na forma do parágrafo 1º do Art. 16 da Lei 12.334/2010, a Unidade hábil do DAEE do CTH informa que, como houve as providências adotadas pela UFSCar supracitadas, o barramento, embora classificado como de ALTO RISCO e DANO POTENCIAL ASSOCIADO, deixou de apresentar risco imediato, de modo que não seria aplicável a comunicação à ANA.

Manter a represa com nível baixo.

O Departamento de Segurança Pública e Defesa Civil informou ao MPF em 5 de julho de 2018 que a situação da barragem do Lago do Rio Monjolinho é o que segue:

- 1 – Encontra-se em situação de emergência desde 16/10/2017 e que foi comunicado ao SINDEC – Sistema Nacional de Defesa Civil.
- 2 – Elaborou o relatório do risco de quebra da barragem em caso de chuvas fortes ou de alta intensidade.
- 3 – Que comunicaram o DAEE no processo.
- 4 – Corroboram as ações da Prefeitura Municipal de São Carlos referente a prevenção e proteção contra emergências de verão ou chuvas de alta intensidade.

Recomendações:

- a) elaboração de um plano em caso de quebra da barragem.
- b) realização do desassoreamento do leito do Rio Monjolinho e do Lago e reforma da estrutura e vertedouro da barragem.
- c) elaboração do Plano de Contingências da barragem junto a comunidade da UFSCar, e que seja acompanhado pela Defesa Civil.

Foi realizada reunião em 25 de julho de 2018 no Ministério Público Federal para ações preventivas de rompimento da barragem.

Tendo em vista a iminência de que o período de chuvas trouxesse novo risco, foi colocada a necessidade de rápida solução da questão, ainda que a título provisório. O representante do DAEE sugeriu abertura da comporta de fundo, o que acarretaria rebaixamento do nível d'água, sendo necessário eventual desassoreamento do local. Também necessária elaboração de estudo hidrológico a posteriori.

O representante da UFSCar informou que havia necessidade de conserto da comporta de fundo para viabilizar sua abertura, pois a mesma encontra-se quebrada e inoperante.

Foi consenso que a abertura da comporta era a solução emergencial mais adequada.

Foi manifestada a necessidade de comunicação do fato ao SAAE que possui captação de água a montante da barragem e a CETESB para esclarecimento de fatores ambientais.

A contratação do serviço será realizada em caráter emergencial segundo documento do DAEE de 01 de agosto de 2018.

A Defesa Civil se manifestou sobre a situação da barragem no rio Monjolinho no trecho que corresponde ao espriado até a jusante da lagoa da UFSCar, área que foi declarada em situação de emergência pela Defesa Civil Municipal, apresentando autorização ambiental para desassoreamento do leito em 29 de agosto de 2018.

Assim conforme a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, no Art. 8, a intervenção ou supressão de vegetação nativa em área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas na citada Lei. No § 3º: “É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes em áreas urbanas”, o que entender ser a intervenção necessária por questões ambientais e de segurança para a região referida.

Recomendações:

- 1 – Declaração de Situação de Emergência conforme legislação vigente da área geográfica da barragem.
- 2 – Efetuar medidas de mitigação reduzindo o nível de água da barragem e efetuando abertura dos vertedores e sistemas de escoamento da mesma para atender volumes superiores a vazão de precipitação.
- 3 – Desassoreamento e retirada do material depositado no leito da barragem.

Durante o mês de setembro de 2018 foi realizada tomada de preços junto a algumas empresas para serviço de desassoreamento a montante da barragem e abertura da comporta de fundo da mesma. Algumas empresas não apresentaram viabilidade técnica e outras pareceram viáveis, com propostas consistentes e bom conhecimento técnico. Os preços orçados ficaram na casa dos R\$ 450.000,00 (trezentos e setenta mil reais). Preços fora da realidade orçamentária da época na Universidade.

Neste mesmo período foram coletadas amostras do sedimento no reservatório e realizados análises e exames de qualidade da água e matéria orgânica, inorgânica, nitrogênio e fósforo pelo Laboratório de Bioensaios e Modelagem Matemática (LBMM) da UFSCar; Metais pelo Laboratório de Saneamento da USP de São Carlos e pesticidas pelo Laboratório de Qualidade Ambiental da Química da USP de São Carlos.

25/nov/2018

Realização de reunião no Ministério Público Federal com integrantes da UFSCar para esclarecimentos sobre a limpeza da barragem e abertura da comporta de fundo da barragem.

Os representantes da UFSCar expuseram as tentativas de obtenção de orçamentos para limpeza da barragem de maneira a viabilizar a abertura da comporta, conforme deliberado em reunião anterior, tendo sido pontuado que os custos apresentados foram altos para o orçamento disponível.

Indicou-se que a Universidade está trabalhando com a hipótese de abertura da comporta pelo lado a jusante do barramento, o que demandaria menores custos.

Para tanto foram consultados em 07 de novembro de 2018, CETESB, DAEE e Defesa Civil e apresentada proposta elaborada pelo Escritório de Desenvolvimento Físico da UFSCar inclusive para o Ministério Público Federal.

Foram apresentadas à Universidade Federal de São Carlos propostas de custos de três empresas para a realização da desobstrução da comporta de fundo pelo lado de jusante. As empresas que apresentaram propostas foram a Soludraga da cidade de Americana- SP, Valdir Locação de Máquinas e Terraplanagem ME de Santa Barbara D'Oeste - SP e Essencial Engenharia e Consultoria de Americana – SP. O menor orçamento foi de R\$ 220.000,00 (duzentos e vinte mil reais).

Atualmente o serviço de limpeza e abertura da comporta de fundo está em fase de contratação.

O estudo para classificação da barragem quanto ao dano potencial associado foi realizado e encontra-se anexo a este relatório.

A UFSCar providenciou o Cadastro da Barragem e o Cadastro de Segurança de Barragens para a Barragem do Monjolinho ambos presentes em plataformas do Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo que é o órgão fiscalizados

Um termo de referência está em início de elaboração para contratação de estudo hidráulico, hidrológico no rio Monjolinho na região da barragem. Pretende-se com este estudo verificar a situação do barramento com a represa cheia e com nível rebaixado; situação no mesmo local se não houvesse o barramento e situação de rompimento da barragem. Este estudo atenderá a solicitação do DAEE bem como subsidiará o Plano de Contingência da barragem.

ANEXOS

**CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM DO MONJOLINHO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E AO
DANO POTENCIAL ASSOCIADO – ESTUDO DE CASO**

RELATÓRIO DE VISITA – SITUAÇÃO DE RISCO – DEFESA CIVIL DE SÃO CARLOS

CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM DO MONJOLINHO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO – ESTUDO DE CASO

Silvia Cláudia Semensato Povinelli

Analista de Infraestrutura

Universidade Federal de São Carlos

1. Barragem do Monjolinho

A Barragem do Monjolinho está inserida no Córrego do Monjolinho da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré correspondente a UGRHI 13 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos) do estado de São Paulo.

Localiza-se na cidade de São Carlos – SP, dentro da Universidade Federal de São Carlos com coordenadas de Latitude 21° 59'09" S e Longitude 47° 52'55" W.

O empreendedor responsável é a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) uma Autarquia Federal de Ensino. O tipo de autorização existente é o de outorga de direito de uso de recursos hídricos dada pela Portaria 2717 de 28/08/2015 pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo para fins de Lazer/Paisagismo por 30 anos.

Não existe documentação anterior a construção nem projeto da barragem que possui entre 40 e 50 anos. A data provável da construção se deu entre 1970 e 1974.

De acordo com projeto para novo barramento realizado pela Terranova Barretos Ltda pode-se obter alguns dados já que para calcular uma nova barragem precisaram estudar a antiga. A área de drenagem contribuinte a represa é de aproximadamente 27,77 km² e o principal curso d'água possui uma declividade média de 14,83 m/km.

A altura máxima do corpo da barragem acima da fundação é de aproximadamente 4,28m e a máxima extensão do reservatório de 420m. O coroamento possui 65m de extensão e 6,70m de largura. A capacidade máxima do reservatório é de 58.914 m³ (assoreado à época).

Não existem informações de projeto sobre o material do corpo da barragem nem de sua fundação, bem como de seu tipo.

O Vertedor principal central é retangular com 3 câmaras com comprimento total de 3,15m e possui canal, apresenta escoamento livre. Existem vertedores auxiliares nas laterais: 2 redondos de cada lado com diâmetro de 0,80m cada, 1 stop-log de cada lado de 0,93x1,00m e uma descarga de fundo (inoperante) 0,81x0,62m.

Não existe tomada d'água no reservatório, nem eclusa no barramento.

2. Segurança da Barragem

Em 20 de setembro de 2010 entrou em vigor a Lei Nº 12.334, conhecida como Lei de Segurança de Barragens que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

A aplicação da Lei a uma barragem depende da altura de seu maciço, capacidade total do reservatório, possuir resíduos perigosos ou possuir categoria de dano potencial associado, médio ou alto.

Algumas definições contidas na Lei em seu Art. 2º são importantes para melhor entendimento. Por exemplo:

- segurança de barragem: condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente;
- gestão de risco: ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos;
- empreendedor: agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade. No caso do presente estudo o empreendedor é a Universidade Federal de São Carlos – UFSCar;
- órgão fiscalizador: autoridade do poder público responsável pelas ações de fiscalização da segurança da barragem de sua competência. No estudo o órgão fiscalizador é o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE.

Em 10 de novembro de 2017 uma vistoria foi realizada na Barragem do Monjolinho por técnicos do Departamento de Segurança Pública e Defesa Civil da cidade de São Carlos que constataram os seguintes problemas:

Árvores presentes a jusante no próprio corpo da barragem sendo que as raízes destas penetram no maciço causando danos nos canais, no vertedouro e no próprio corpo, não podendo dimensionar-se a amplitude destes danos.

Situação de risco iminente expondo a barragem a um nível de vulnerabilidade muito alto podendo provocar inundação a jusante.

Constatações de Técnicos da UFSCar:

1 – Insuficiência das estruturas hidráulicas existentes, que não são capazes de atender às vazões decorrentes de altas intensidades pluviométricas, havendo histórico de galgamentos da barragem que podem resultar, em última instância, no colapso do aterro.

2 – Danos na estrutura da barragem e na bacia de dissipação em função da idade da obra, cuja construção é estimada entre os anos de 1970 e 1974, além da grande presença de raízes de árvores e da ausência de manutenção adequada ao longo dos anos.

Vistoria realizada pela Defesa Civil

- 1 – Danos no pavimento asfáltico, na calçada de concreto na crista do barramento.
- 2 – Bermas sem calhas.
- 3 – Danos de processos erosivos no talude a jusante.
- 4 – Danos de processos invasivos de árvores e suas raízes no talude a jusante.
- 5 – Danos de processos invasivos de árvores e suas raízes nos canais do vertedouro e canais extravasores a jusante.
- 6 – Comportas dos extravasores travadas sem manutenção.
- 7 – Entupimento nos canais de vertedores laterais na margem esquerda e perdas fora do canal do vertedouro da margem direita.
- 8 – Erosão e colapso das laterais do talude em ambas margens a jusante do barramento.
- 9 – Não conseguiu se saber a situação da comporta de fundo, que aparentemente está fechada.
- 10 – Não se sabe se existe um dreno de fundo.

Diante do exposto foi solicitado um estudo para classificação da barragem quanto ao possível dano potencial associado.

A classificação oficial deve ser realizada pelos órgãos fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume.

3. Categoria de Risco e de Dano Potencial Associado

Os critérios Gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume são estabelecidos pela Resolução N^o 143, de 10 de julho de 2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Esta resolução atende ao Art. 7^o da Lei N^o 12.334 de 20 de setembro de 2010.

De acordo com o Art. 4^o da citada resolução são utilizados os seguintes critérios para a classificação quanto à categoria de risco: I – características técnicas: a) altura do barramento; b) comprimento do coroamento da barragem; c) tipo de barragem quanto ao material de construção; d) tipo de fundação da barragem; e) idade da barragem; f) tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro; II – estado de conservação da barragem: a) confiabilidade das estruturas extravasoras; b) confiabilidade das estruturas de captação; c) eclusa; d) percolação; e) deformações e recalques; f) deterioração dos taludes; III – Plano de Segurança da Barragem: a) existência de documentação de projeto; b) estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem; c) procedimentos de inspeção de segurança e monitoramento; d) regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem; e) relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação. O órgão fiscalizador poderá adotar critérios complementares tecnicamente justificados.

O Art. 5^o da Resolução define os critérios gerais para classificação quanto ao dano potencial associado na área afetada. Os critérios são sócio-econômicos, ambientais, de potencial de

perdas de vidas humanas e o volume do reservatório para o caso de reservatórios de acumulação de água.

O Anexo II da Resolução 143 contém as planilhas para o cálculo de categoria de risco e dano potencial associado para o caso de barragens de acumulação de água.

De acordo com a Resolução 143, Art. 4º, § 3º, caso o empreendedor não apresente informação sobre determinado critério, o órgão fiscalizador aplicará pontuação máxima para o referido.

4. Cálculos para Categoria de Risco e de Dano Potencial Associado

ANEXO II

QUADRO PARA CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA

NOME DA BARRAGEM	Barragem do Monjolinho
NOME DO EMPREENDEDOR	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
DATA	24/11/2017

II.1 – CATEGORIA DE RISCO	PONTOS
1 – Características Técnicas (CT)	19
2 – Estado de Conservação (EC)	21
3 – Plano de Segurança de Barragens (PS)	27
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS	67

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	≥ 60 ou EC* ≥ 8 (*)
	MÉDIO	35 a 60
	BAIXO	≤ 10

(*)Pontuação (maior ou igual a 8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.

II.2 – DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)	PONTOS
		20
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	≥ 16
	MÉDIO	10 < DPA < 16
	BAIXO	≤ 10

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO	
CATEGORIA DE RISCO	Alto
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	Alto

II.1 – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

1 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT

Altura (a)	Comprimento (b)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Tipo de fundação (d)	Idade da barragem (e)	Vazão de projeto (f)
Altura ≤ 15m (0)	≤200m (2)	Concreto convencional (1)	Rocha sã (1)	Entre 30 e 50 anos (1)	CMP (cheia Máxima Provável) ou decamilenar (3)
15m < Altura < 30m (1)	> 200m (3)	Alvenaria de pedra/ concreto ciclópico/ concreto rolado – CCR (2)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	Entre 10 e 30 anos (2)	Milenar (5)
30m ≤ Altura ≤ 60m (2)	-	Terra homogênea/ enrocamento/ terra enrocamento (3)	Rocha alterada sem tratamento/ rocha alterada fraturada com tratamento (3)	Entre 5 e 10 anos (3)	TR = 500 anos (8)
Altura > 60m (3)	-	-	Rocha alterada mole/ saprolito/ solo compacto (4)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	TR < 500anos ou desconhecida/ estudo não confiável (10)
-	-	-	Solo residual/ aluvião (5)	-	-
0	0	3	5	1	10
CT = ∑(a até f)		19			

a) A Barragem do Monjolinho apresenta altura aproximada de 4,30m

b) Comprimento aproximado da barragem 6,7m

c) Tipo de barragem desconhecido

d) Tipo de fundação desconhecido

e) A barragem foi construída entre 1970 e 1974 e, portanto, com menos de 50 anos

f) Vazão de projeto desconhecida

II.1 – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

2 – ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Confiabilidade das estruturas de Adução (h)	Percolação (i)	Deformações e Recalques (j)	Deterioração dos Taludes/ Parâmetros (k)	Eclusa (*) (l)
Estruturas civis e hidroeletrromecânicas em pleno funcionamento/ canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletrromecânicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Inexistente (0)	Inexistente (0)	
Estruturas civis e hidroeletrromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação (4)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas (3)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo (1)	
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente (7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrromecânicos com problemas identificados com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5)	Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5)	
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	-	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou vazão crescente (8)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, expressivos, com potencial de comprometimento da segurança (7)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7)	
10	0	5	1	5	0

g) Danos de processos invasivos de árvores e suas raízes nos canais do vertedouro e canais extravasores a jusante. Comportas dos extravasores travadas sem manutenção. Entupimento nos canais de vertedores laterais na margem esquerda e perdas fora do canal do vertedouro da margem direita.



Figura 1 – Danos no vertedor principal e canais dos vertedores auxiliares de esquerda e direita

h) Não existe adução na barragem

i) Bermas sem calhas. Danos de processos erosivos no talude a jusante.



Fig 2 – Talude de jusante na bacia de dissipação e surgência do lado esquerdo a jusante

j) Danos no pavimento asfáltico, na calçada de concreto na crista do barramento



Fig 3 – Deformação no asfalto

k) Árvores presentes a jusante no próprio corpo da barragem sendo que as raízes destas penetram no maciço causando danos nos canais, no vertedouro e no próprio corpo, não podendo dimensionar-se a amplitude destes danos.

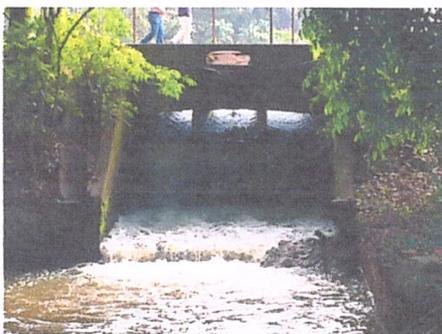


Fig 4 – Presença de árvores no talude de jusante

l) O Barramento não possui eclusa

II.1 – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

3 – PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS

Existência de documentação de projeto (n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Não (6)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)
Projeto Básico (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios (5)
Anteprojeto ou projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	-
Inexistente documentação de projeto (8)	-	-	-	-
8	8	6	0	5

$PS = \sum(n \text{ até } r)$	27
-------------------------------	----

n) Documentação de projeto inexistente

o) Não existe equipe de Segurança

p) Não são realizadas inspeções de segurança com regularidade

q) Não existe regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem

r) Não existe relatório de inspeção de segurança

II.2 – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO – DPA

(ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

Volume Total do Reservatório (a)	Potencial de perdas de vidas humanas (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto socioeconômico (d)
Pequeno ≤ 5 milhões de m ³ (1)	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem)
Médio 5 milhões a 75 milhões de m ³ (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (4)	MUITO SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (4)
Grande 75 milhões a 200 milhões de m ³ (3)	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal, estadual, federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (8)	-	ALTO (existe grande concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)
Muito Grande > 200 milhões de m ³ (5)	EXISTENTE (existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (12)	-	-
1	12	5	8

DPA = Σ(a até d)	20
------------------	----

- a) O volume do reservatório é de aproximadamente 58.914 m³
- b) A barragem do Monjolinho está inserida no campus da UFSCar onde há um trânsito constante de pessoas. A jusante da barragem encontram-se as rodovias Tales de Lorena Peixoto – SP 318 e Washington Luiz – SP 318, bem como indústrias. O rio Monjolinho a jusante da barragem entra na cidade de São Carlos – SP
- c) A jusante da barragem encontra-se Área de Preservação Permanente (APP)
- d) A barragem do Monjolinho está inserida no campus da UFSCar onde há um trânsito constante de pessoas. A jusante da barragem encontram-se as rodovias Tales de Lorena Peixoto – SP 318 e Washington Luiz – SP 318, bem como indústrias. O rio Monjolinho a jusante da barragem entra na cidade de São Carlos – SP

5. Resultado dos Cálculos

A Classificação da barragem indica que a Barragem do Monjolinho apresenta Categoria de Risco ALTO e Dano Potencial Associado ALTO.



PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL



São Carlos - SP

RELATÓRIO DE VISTORIA SITUAÇÃO DE RISCO

MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS – SP

Assunto: Verificar a situação risco em Barragem-2

Cobrade: 2.4.2.0.0 - Rompimento / colapso de barragens
1.1.4.3.3 - Boçorocas - Erosão

Processo:

Responsável:

Pedro Fernando Caballero Campos. Matrícula 021937

Cargo: Diretor de Departamento de Segurança Pública e Defesa Civil

Data: 30 de novembro de 2017 (Quinta-Feira)

Solicitante:

Interesse público – Campus UFSCar –
Universidade Federal de São Carlos

Localização: Campus UFSCar – São Carlos.

Coordenadas: S 21° 59' 09.67"

WO° 47' 52" 56.22"

Altitude: 832 metros



Construindo Cidades Resilientes



2017

Prever para Proteger

Páginas ___/___



RELATORIO DE SITUAÇÃO DE INTERVENÇÃO

Dia: 10, 11, 12 e 13 **Mês:** novembro **Ano:** 2017

Edificação: Barragem de lagoa

Localizada: bacia do Rio Monjolinho.

Área de espelho de Água: não consta

Volume de água represada: 55.000 m³ (aproximadamente)

Vazão media do rio monjolinho: não consta

Idade do barramento: 40 anos (aproximadamente)

Órgãos que participaram do serviço de intervenção:

- 1- UFSCar- equipe de técnicos e da Reitoria
- 2- DAEE- Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo – Técnicos
- 3- Defesa Civil Municipal – Técnicos
- 4- SAEE- Serviço Autônomo de Agua e Esgoto São Carlos – Técnicos
- 5- Corpo de Bombeiros do Estado de SP – Oficiais e Técnicos

Descrição da Situação de Risco:

A Barragem que se encontra localizada na bacia do rio Monjolinho, a montante da cidade de São Carlos, que tem núcleos populacionais (vide as áreas 02, 03, 04, 05 e 06) situados ao longo das margens do curso d'água barrado, ocupando a sua planície de inundação, sendo a barragem dentro do campus da Universidade federal de São Carlos, vem sendo monitorada desde janeiro de 2013, por causa das chuvas fortes que aconteceram a partir deste ano (vide estatísticas em anexo) **pelas águas que subiram acima do nível da cota superior do corpo da barragem, (sem comprovação anterior a 2013).**

No caso da Barragem da Universidade Federal de São Carlos, não se tem documentação anterior a construção (aproximadamente entorno de uns 40 anos) e projeto da mesma, acredita-se (diques) que são feitas de material não orgânico escavados da superfície do local onde foi construída a barragem. Podendo ser de terra e de enrocamento (partículas de maior dimensão), embora muitas barragens de enrocamento contenham ambos os tipos. Onde observamos subdivisões adicionais, de acordo com o material usado, quanto ao elemento impermeável, por exemplo o núcleo central da argila, núcleo inclinando-se da argila ou membrana de asfalto ou reforço de betão e parede a montante de concreto .

Encontra-se a jusante no próprio corpo o maciço da barragem uma dezena de arvores de diversas espécies (vide fotos em anexo) observando-se que **as raízes destas penetram no maciço causando danos nos canais, no vertedouro e no próprio corpo, não podendo dimensionar-se a amplitude destes danos.**



Define-se como uma situação de risco iminente, por patologias em diversos pontos (da barragem) na sua estrutura, o que a expõe a um nível de vulnerabilidade muito alto, a ações da intempérie e de fenômenos climatológicos como, chuva, podendo quebrar e arrastar o corpo da barragem, provocando uma inundação a jusante nas residências familiares, bem como veículos automotores em vias pavimentadas como estradas e avenidas.

O conceito de risco mais difundido e aceito atualmente está formalizado em NBR ISO 31000:2009 (ABNT, 2009). Purdy (2010) apresenta a definição de risco como o efeito da incerteza sobre os objetivos e que, dessa forma, a gestão de riscos consistiria num processo de otimização, que através de medidas mitigadoras (que serão propostas neste documento) que torna mais factível o alcance de objetivos a nível da segurança. Tal definição muda o conceito antigo de possibilidade de um evento para a possibilidade de um efeito, e, em particular, sobre um objetivo.

As medidas de prevenção contra o (perigo x vulnerabilidade) de risco estaria, então, preocupado com a mudança da magnitude e da possibilidade de ocorrência de consequências, que, de um modo genérico, poderiam ser boas ou ruins, com a finalidade da obtenção de um aumento do benefício na margem de segurança. Nesse contexto, em que o risco seria a combinação da probabilidade de um evento (tradução imprecisa de likelihood, porém adotada em gestão de Risco) com a sua consequência, a categoria de risco, tal como expressa na Lei nº 12.334/2010, informaria o grau de propensão de uma barragem a incidentes ou acidentes (maior ou menor probabilidade, possibilidade ou chance de ocorrência), o dano potencial associado expressaria a magnitude de suas consequências e a segurança da barragem consistiria no objetivo, benefício a ser maximizado ou garantido.

A Lei 12.334/2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens, definiu obrigações e procedimentos a seguir para garantir a observância de padrões de segurança de barragens, de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências. Os normativos e padrões de segurança que devem ser atendidos, variam em função da categoria do risco e do dano potencial associado à barragem em caso de rompimento, exigindo assim a sua classificação, que é também um requisito para verificação de seu enquadramento no escopo da Lei. No contexto da Política Nacional de Segurança de Barragens, o conceito de risco diverge do formalmente definido e encontrado na literatura, estando restrito às características técnicas e de conservação da barragem e de suas estruturas associadas. Os critérios gerais de classificação ficaram a cargo do CNRH- Conselho Nacional de Recursos Hídricos, esta classificação da barragem é atribuição da entidade fiscalizadora da sua segurança e não da Defesa Civil.



Relatório do serviço realizado:

Em serviço realizado in-loco encontrando-se:

- 1- Com o Objetivo de abaixar o nível do lago para reduzir a pressão e volume de água represada foi realizado pelo Corpo de Bombeiros e do SAAE:
 - 1-1 Retirada as placas das comportas dos extravassores direita e esquerda.
 - 1-2 Desentupimento da tubulação ou dutos dos extravassores de direita e esquerda.
 - 1-3 Retirada das raízes das arvores que se encontram dentro dos extravassores.
 - 1-4 Limpeza (absorção) dos detritos e limo depositado nas comportas, ao pé da barragem.
 - 1-5 Recolocação das placas dos extravassores com abertura necessária para redução do nível da lamina de água na barragem.
- 2- Limpeza do canal a jusante da barragem (realizado pelos SAAE e pessoal da Prefeitura do Campus da UFSCar).
 - 2-2 Retirada de algumas arvores e raízes no talude a jusante.
 - 2-3 Verificou-se a situação do vertedouro central e paredes laterais a jusante.
- 3- Retirou-se material de amostra para verificar a qualidade da água (laboratório de Biologia).

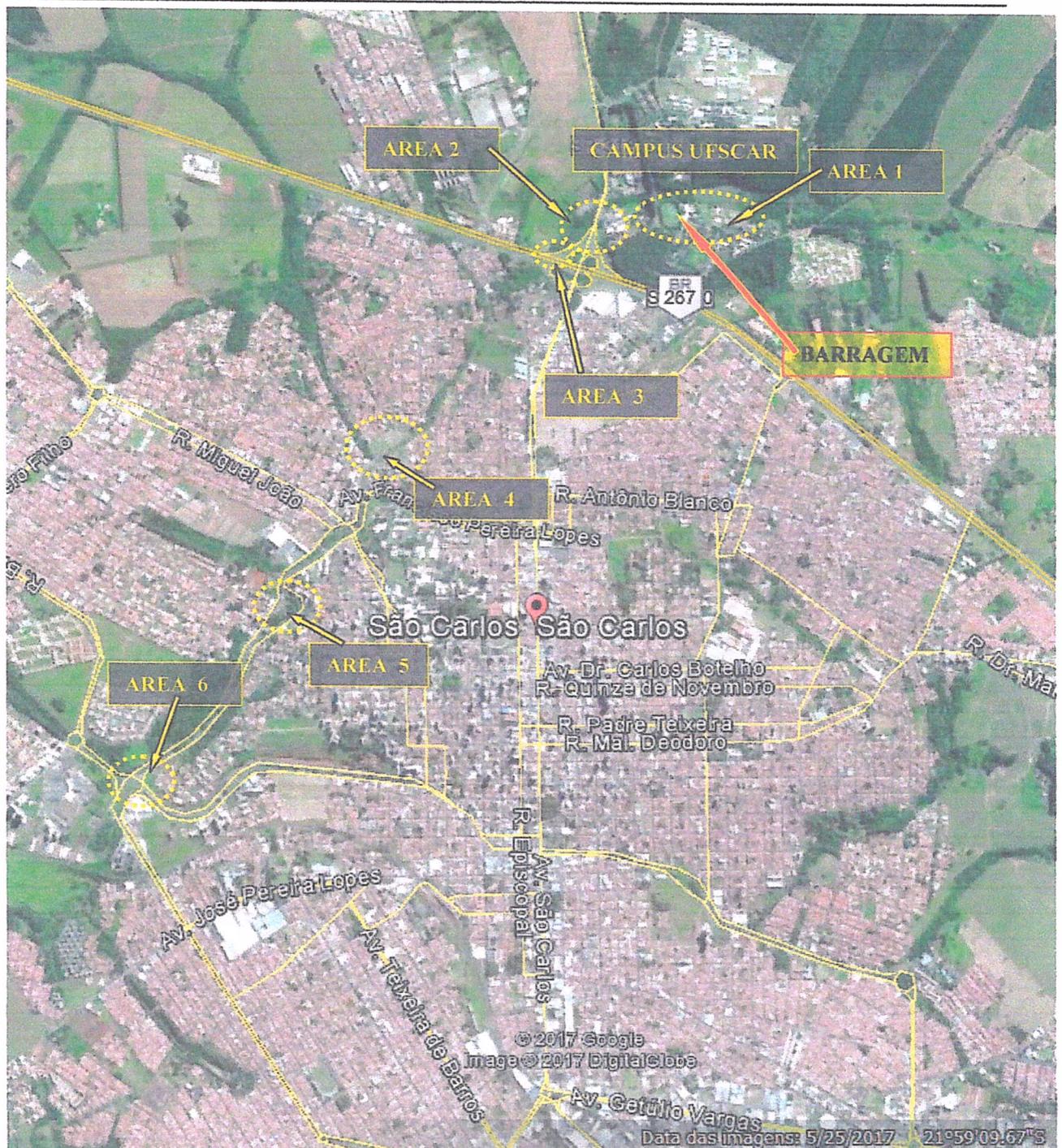

Pedro F. Caballero Campos
Diretor Depto. de Segurança
Pública e Defesa Civil



Recomenda-se:

- 1- Determinar e implantar um Plano de Segurança composto de:
 - a) Plano de Contingências caso houver a ruptura da barragem em situação de emergência ou desastre.
 - b) Plano e Cronograma de manutenção da barragem atual.
- 2- Determinação de custos e projeto da restauração, ou reforma do canal de vazão, vertedouro e escada redutora da barragem.
- 3- Determinação de custos e projeto do dessassoriamento da barragem.
- 4- Elaboração de estudo para a classificação da barragem quanto ao possível dano potencial associado.

Pedro Fernando Caballero Campos
Diretor de Segurança Pública e Defesa Civil
Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental (USP/EESC/2006)
CV: <http://lattes.cnpq.br/4535398448883392>



Mapa 01: Localização da Barragem e Lagoa e áreas (06) de possível risco de impacto (Situação de Emergência) na Bacia do Rio Monjolinho.

- Área 01: Barragem no Campus da UFSCar
- Área 02: A jusante Barragem no Campus da UFSCar- Industrias e Rodovia SP 318
- Área 03: Rodovia W. Luiz - SP 215
- Área 04: Kartódromo e Confluências do Córrego Santa Maria do Leme
- Área 05: Ponte sobre o Rio Monjolinho na região da “Casa Branca”

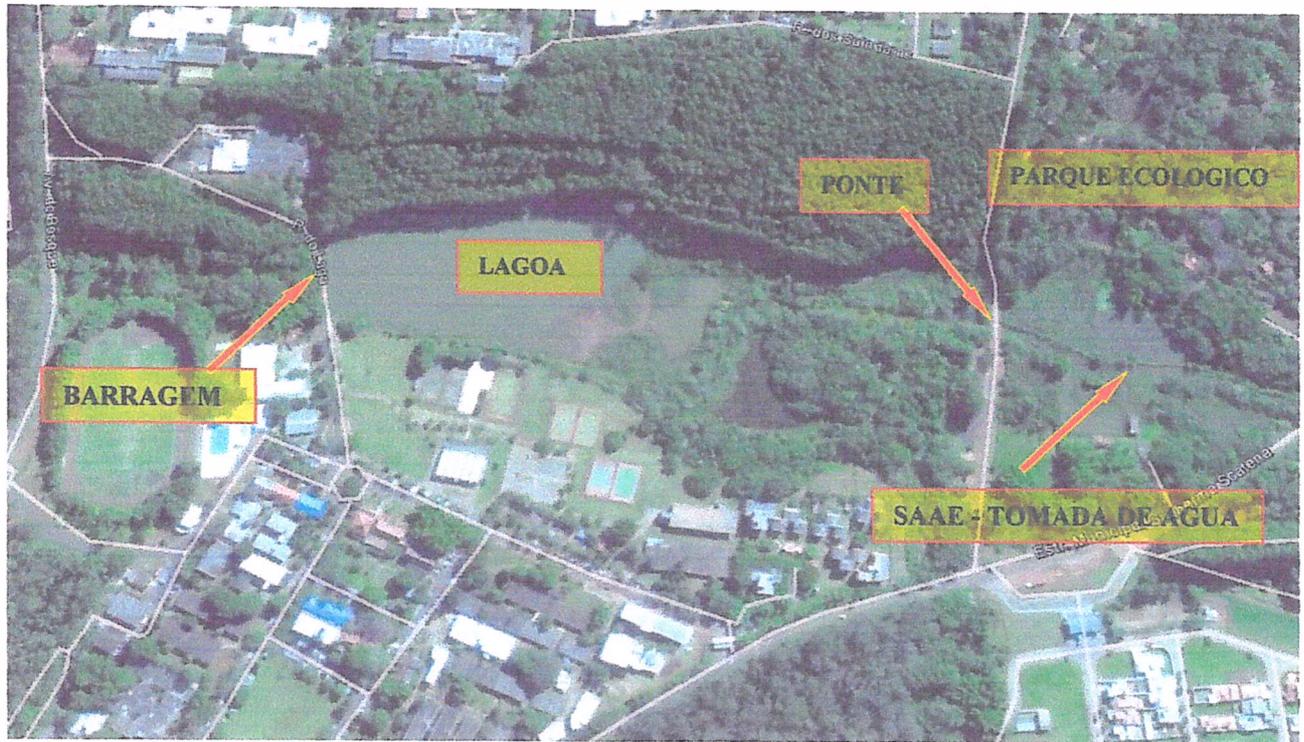
Área 06: Ponte sobre o Rio Monjolinho na confluência dos Córregos Gregório e Mineirinho.



Mapa 02: Localização da Barragem e Lagoa principal e as edificações dentro do Campus na Bacia do Córrego Monjolinho.


Pedro F. Caballero Campos
Diretor Depto. de Segurança
Pública e Defesa Civil

LOCALIZAÇÃO – AREA 01



Mapa 03: Localização da Barragem e Lagoa principal e a tomada do SAAE no espraiado na Bacia do Córrego Monjolino.

Riscos possíveis caso rompimento para esta área:

- 1- Deslocamento de todo o volume de água a jusante,
- 2- Deslocamento de limo e matéria orgânica e solo, depositada no leito do lago,
- 3- Rebaixamento brusco do nível da água no rio a montante no local da tomada de água do Espraiado do SAAE, impossibilitando o envio de água para consumo na cidade.



Pedro F. Caballero Campos
Diretor Depto. de Segurança
Pública e Defesa Civil



Foto 1: Barragem da UFSCar, interditada, local de passagem de veículos automotores e pedestres .

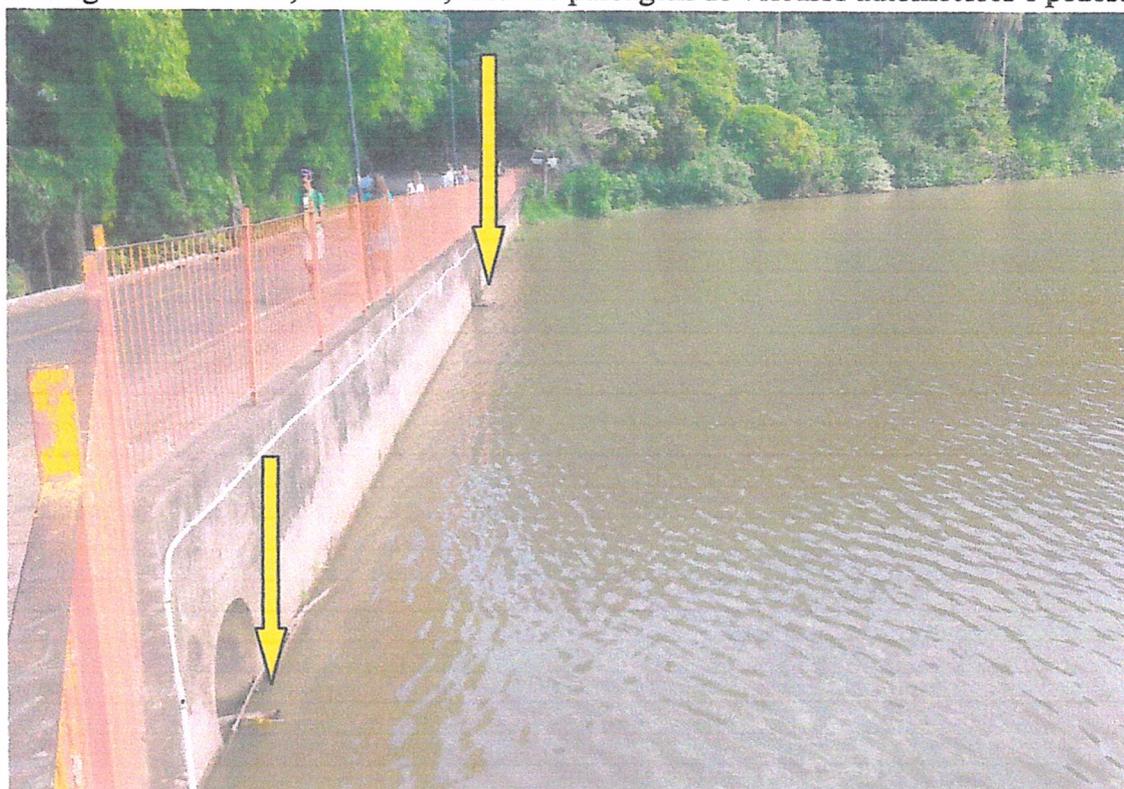


Foto 2: Barragem da UFSCar, nível de água em dia normal antes da intervenção .



Foto 3: Barragem da UFSCar, Corpo de Bombeiros preparando os equipamentos para realizar a limpeza e abertura dos extravassores e comportas .



Foto 4: Barragem da UFSCar, Corpo de Bombeiros preparando os equipamentos para realizar a limpeza e abertura dos extravassores e comportas .



Foto 5: Barragem da UFSCar, equipe de trabalho composta pelo SAAE e Corpo de Bombeiros .



Foto 6: Barragem da UFSCar, equipe do SAAE , UFSCar e Defesa Civil .



Foto 7: Barragem da UFSCar, Mergulhadores do Corpo de Bombeiros preparando os equipamentos de mergulho e extricação, para realizar a limpeza e abertura dos extravassores e comportas .



Foto 8: Barragem da UFSCar, Mergulhadores do Corpo de Bombeiros realizando a limpeza e abertura dos extravassores e comportas com a finalidade de abaixar o nível de água.



Foto 9: Barragem da UFSCar, retirada placa da comporta do extravassor pelo Corpo de Bombeiros(Cap.PM Jean Gomes Pinto) .



Foto 10: Barragem da UFSCar, placa da comporta do extravassor sendo retirada para reparo pelos funcionários da Prefeitura do campus da UFSCar .



Foto 11: Limpeza e desentupimento de canais e extravassores a jusante da Barragem local do talude.



Foto 12: Barragem da UFSCar, limpeza e destupimento a jusante do canal de drenagem esquerdo, com erosão e entupimentos . Data: 12 de novembro de 2017.



Foto 13: Barragem da UFSCar, a jusante canal extravassor com entupimentos por raízes. Data: 12 de novembro de 2017.



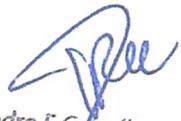
Foto 14: Barragem da UFSCar, limpeza por pessoal da Prefeitura do campus e SAAE jusante canal extravassor com entupimentos por raízes. Data: 12 de novembro de 2017.



Foto 15: Barragem da UFSCar, a jusante com danos na estrutura de concreto e alvenaria por raízes.
Data: 13 de novembro de 2017.



Foto 16: Barragem da UFSCar, a jusante com danos na estrutura de concreto e alvenaria por raízes.
Data: 13 de novembro de 2017.



Pedro F. Caballero Campos
Diretor Depto. de Segurança
Pública e Defesa Civil



Foto 17: Barragem da UFSCar, a jusante com erosão e danos na estrutura de concreto na base do vertedouro. Data: 13 de novembro de 2017.

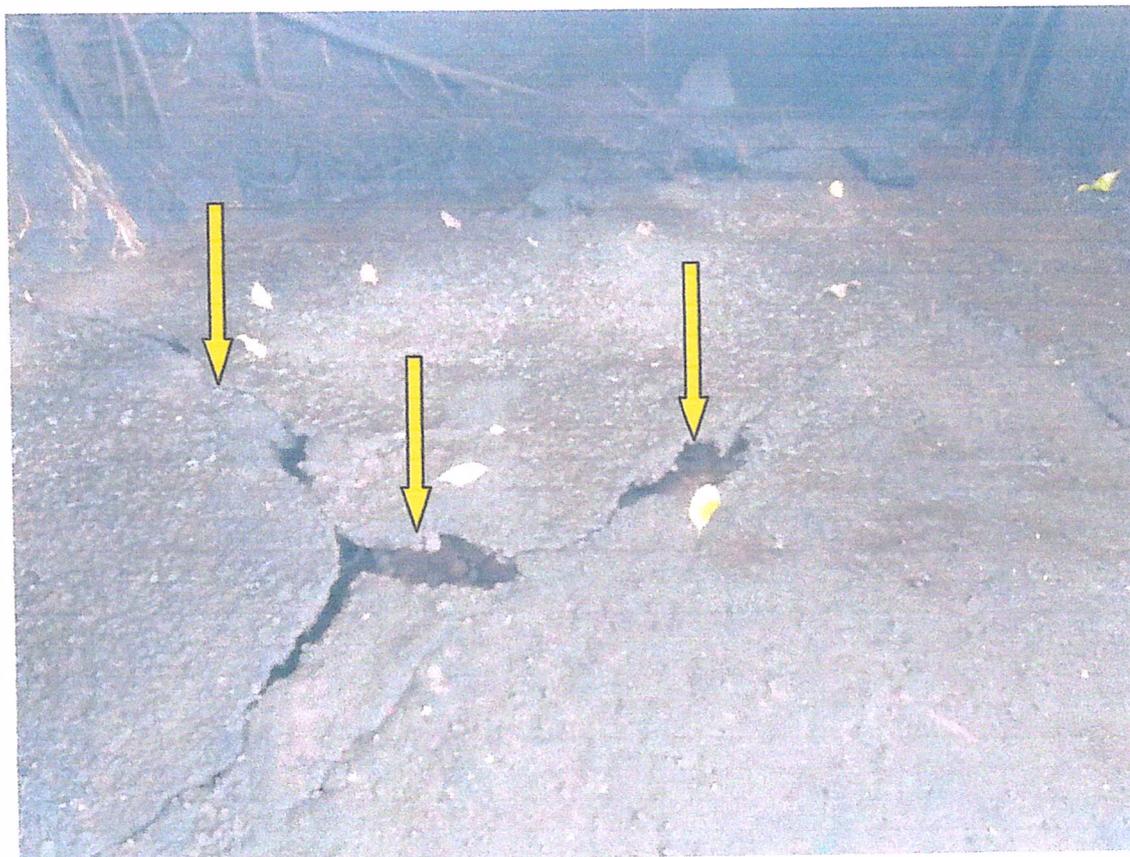


Foto 18: Barragem da UFSCar, a jusante com erosão e danos na estrutura de concreto na base do vertedouro. Data: 13 de novembro de 2017.

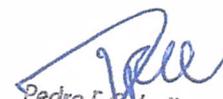

Pedro F. Saballero Campos
Diretor Depto. de Segurança
Pública e Defesa Civil



Foto 19: Barragem da UFSCar, a jusante com erosão e danos (erosão e corrosão) na estrutura de concreto na seção do vertedouro. Data: 13 de novembro de 2017.



Foto 20: Barragem da UFSCar, a jusante com raízes de árvores, erosão e danos (erosão e corrosão) na estrutura de concreto na seção do vertedouro. Data: 13 de novembro de 2017.



Foto 21: Barragem da UFSCar, a jusante com erosão e danos na estrutura de concreto na base do vertedouro em uma possível canalização da eclusa de fundo ou um dreno de fundo.
Data: 13 de novembro de 2017.



Foto 22: Barragem da UFSCar, a jusante com erosão e danos na parede lateral da estrutura de concreto na base do vertedouro. Data: 13 de novembro de 2017.