

# PROJETO DE PESQUISA APLICADA

APERFEIÇOAMENTO DE FERRAMENTAS ESTADUAIS DE GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DO PROGESTÃO

## Relatório Institucional

*Ferramentas para atuação em segurança de barragens no estado  
de Mato Grosso com foco em barramentos de pequeno porte*

**Autor(es):** Angélica Luciana Barros de Campos e Ruben José Ramos Cardia  
**Área temática:** Segurança de barragens

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	3
2.	BARRAGENS DE MATO GROSSO .....	6
2.1.	Identificação das principais dificuldades dos empreendedores para o cumprimento da PNSB.....	8
3.	FERRAMENTAS DESENVOLVIDAS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DE MATO GROSSO.....	12
4.	IDENTIFICAÇÃO DE ESPELHOS D'ÁGUA .....	13
4.1.	Identificação de espelhos d'água por imagem de satélite .....	13
4.2.	Identificação de espelhos d'água pelo SIMCAR.....	15
4.3.	Avaliação da metodologia de identificação de barragens por imagem de satélite	16
5.	CLASSIFICAÇÃO DO DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA) DE BARRAGENS EM CASCATA .....	19
5.1.	Procedimento para classificação do DPA de barragens situadas no mesmo corpo d'água.....	20
5.2.	Resultados da classificação do DPA de barragens em cascata.....	23
6.	MANUAL PARA OUTORGA E ATENDIMENTO DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DE MATO GROSSO .....	27
6.1.	Guia de procedimentos de outorga e segurança de barragens .....	27
6.2.	Procedimentos para solicitação de outorga do barramento e segurança das barragens fiscalizadas pela SEMA.....	29
6.3.	Elaboração do Manual .....	31
7.	CARTILHA DE AÇÕES DE MANUTENÇÃO EM PEQUENAS BARRAGENS DE TERRA.....	33
7.1.	Cartilha elaborada .....	34
8.	FOLHETOS SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS .....	37
8.1.	Folhetos elaborados .....	38
9.	MANUAL DO FISCALIZADOR .....	41
10.	TREINAMENTO DE SENSIBILIZAÇÃO SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS .....	44
11.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
12.	AGRADECIMENTOS .....	48
13.	REFERÊNCIAS.....	49

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar de ser um tema muito importante já há muito tempo, o desenvolvimento das ações regulamentadoras da segurança de barragens no Brasil só ocorreu mesmo, a partir da Lei nº 12.334/2010. A melhoria das atuações foi evoluindo, com a emissão das respectivas regulamentações pelas Agências Fiscalizadoras (federais e estaduais).

A Lei Federal nº 12.334, aprovada em 20 de setembro de 2010, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens (SNISB). Além disso, definiu diversas obrigações ao empreendedor e aos agentes fiscalizadores, como a classificação das barragens por Dano Potencial Associado (DPA) e por Categoria de Risco (CRI).

Após a PNSB houve avanços na classificação e regularização das barragens do Brasil. No entanto, ainda são necessários avanços na atuação dos fiscalizadores, especificamente na regularização de barramentos (emissão de outorgas, licenças ambientais, entre outros); construção e refinamento dos cadastros; inserção de barragens no SNISB; classificação das barragens; revisão na regulamentação da Lei nº 12.334/2010; e ações de fiscalização in loco e documental. A grande maioria das barragens não foi regularizada e/ou enquadrada na PNSB pelas entidades fiscalizadoras por falta de informações básicas como altura e volume, ou por não terem sido classificadas quanto ao Dano Potencial Associado, ou pela dificuldade de se identificar o empreendedor responsável (ANA, 2016, p.15).

Como em diversos estados do Brasil, o estado de Mato Grosso também possui problemas na atuação quanto à segurança de barragens como apresentado no Relatório IPEA (2017, p. 22). De acordo com esse relatório, entre as metas do programa Progestão, a atuação em segurança de barragens é uma das que demandam maiores esforços do estado, de acordo com os gestores do órgão. Isso porque a competência no estado para a gestão de obras civis, como a construção das barragens, é realizada por outro setor da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), que trata do licenciamento ambiental, o que exige uma forte articulação entre a Superintendência de Recursos Hídricos e outras áreas da Secretaria para o cumprimento das ações propostas pela ANA, quanto ao licenciamento, outorga e classificação, aliado ao fato do Mato Grosso ainda não possuir regulamentos aprovados para a regularização das barragens.

Sabe-se também que o estado não possui grandes empreendedores de barragens, e no caso das barragens fiscalizadas pela SEMA, elas são predominantemente de terra, de pequena área do reservatório e altura da barragem, se caracterizando em sua maioria como barragens de pequeno porte. Estão situadas majoritariamente em propriedades rurais, com usos predominantes para as atividades de irrigação e aquicultura.

Dessa forma, o estado necessita de estudos e pesquisas na área de segurança de barragens, principalmente para a identificação das barragens e o desenvolvimento de procedimentos de classificação principalmente para barramentos situados no mesmo rio, com vistas a facilitar a

solicitação de processos na SEMA por parte dos empreendedores, além de informações sobre procedimentos de atuação em segurança de barragens para a entidade fiscalizadora e outros documentos informativos.

Portanto, o projeto *“Aperfeiçoamento de Ferramentas Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito do Progestão”*, coordenado pela ANA em parceria com o IPEA, busca subsidiar o estado de Mato Grosso com o desenvolvimento de ferramentas que ajudarão no cumprimento da PNSB, nas seguintes atividades:

- Identificação das barragens;
- Aperfeiçoamento da metodologia para a geração da mancha de classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA) de barragens em cascata;
- Elaboração de manuais para os empreendedores e sociedade civil sobre a processos referentes à segurança de barragens;
- Manuais sobre os procedimentos em segurança de barragens para a atuação do órgão fiscalizador;
- Cartilha sobre ações de manutenção em pequenas barragens; e
- Folhetos informativos sobre segurança de barragens.

Atualmente, a SEMA, entidade fiscalizadora das barragens de usos múltiplos no estado do Mato Grosso, está se estruturando para o cumprimento da Política Nacional de Segurança de Barragens, primeiramente com a publicação de regulamentos sobre segurança de barragens.

Assim, os produtos que estão sendo desenvolvidos dentro do projeto, são extremamente importantes para o estado, pois para o cumprimento da PNSB é primordial identificar as barragens e os empreendedores, já que o único cadastro presente no órgão é o cadastro de barragens que possuem outorga de captação.

Para cumprir a PNSB, a SEMA-MT também deverá classificar as barragens do estado. Nesse sentido, a implantação no órgão da metodologia da mancha de classificação por DPA é essencial para esse fim, principalmente no que tange às barragens em cascata, frequentemente encontradas no estado.

Em visitas a algumas barragens de Mato Grosso, verificou-se que a falta de informação por parte dos empreendedores é um dos principais gargalos do estado, principalmente em relação ao desconhecimento da PNSB e de leis estaduais sobre segurança de barragens publicadas recentemente. Também se percebeu que muitas práticas incorretas de manutenção são comuns em várias barragens do estado. Assim, são necessárias, além dos regulamentos, a divulgação de informações a respeito dos mesmos, para efetivar a solicitação de processos relacionados ao tema e a garantia da execução da segurança das barragens no estado.

Os manuais, cartilhas e folhetos serão importantes para informar os empreendedores das suas obrigações apresentadas na PNSB e facilitar a atuação dos mesmos.

O manual de procedimentos para atuação em segurança de barragens é importante para os técnicos de segurança de barragens do órgão fiscalizador, para guiá-los nos processos que envolvem a segurança de barragens.

Espera-se assim, que todas essas ferramentas fomentem a garantia da segurança das barragens e contribuam com a minimização de riscos à população, impactos ambientais e socioeconômicos relacionadas à presença de barramentos.

Adicionalmente, entende-se que a solicitação de processos, aumenta a receita do órgão pelo pagamento de taxas, contribuindo assim para as finanças do estado.

## 2. BARRAGENS DE MATO GROSSO

Barragem é definida pela Lei nº 12.334/2010, como qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.

As barragens podem ser construídas para diversos usos, entre eles: irrigação, aquicultura, abastecimento de água humano, abastecimento de água industrial, dessedentação animal, lazer, pesca, produção de energia elétrica e disposição de rejeitos de mineração etc.

No estado de Mato Grosso há atuação de cinco órgãos potencialmente fiscalizadores da segurança de barragens, sendo eles:

- SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso): fiscaliza barragens destinadas aos usos múltiplos, localizadas em rios estaduais;
- ANA (Agência Nacional de Águas): fiscaliza barragens destinadas aos usos múltiplos, localizadas em rios federais;
- ANM (Agência Nacional de Mineração): fiscaliza barragens destinadas à disposição de rejeitos de mineração;
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica): fiscaliza barragens destinadas à geração de energia elétrica; e
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis): fiscaliza barragens destinadas à contenção de rejeitos industriais.

Com exceção do IBAMA, os demais órgãos são efetivamente fiscalizadores no estado.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), em 2019, havia 366 barragens cadastradas no estado de Mato Grosso. Delas, 169 são fiscalizadas pela SEMA, duas pela ANA, 107 pela ANM e 88 pela ANEEL.

A SEMA é o órgão que trata dos recursos hídricos do estado de Mato Grosso. No ano de 2017, o órgão começou a se estruturar para o cumprimento da PNSB, tendo aderido ao projeto de pesquisa aplicado *“Aperfeiçoamento de Ferramentas Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito do Progestão”* e escolhido a área de segurança de barragens, com o objetivo de subsidiar o órgão com informações e ferramentas para a melhoria da sua gestão.

A primeira etapa do projeto consistiu em vistorias in loco em barragens do estado de Mato Grosso, com o objetivo de conhecer a tipologia das barragens fiscalizadas pela SEMA-MT, para assim, descobrir as ferramentas prioritárias ao órgão.

Foram assim visitadas 32 barragens, distribuídas pelos municípios de Ipiranga do Norte, Vera, Tangará da Serra, Itiquira, Água Boa, Canarana, Bom Jesus do Araguaia, Sorriso, Sinop e Nova Ubiratã. As barragens foram selecionadas a partir do Sistema Mato-Grossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR) e de solicitações de outorga na SEMA-MT.

Todas as barragens visitadas são de terra, possuem reservatório menor que 20 hectares e altura menor que 15 m, caracterizando-se como barragens de pequeno porte, baseada no volume do reservatório e altura da barragem. Assim, essas barragens só serão enquadradas na PNSB em casos de Dano Potencial Associado (DPA) médio ou alto. São de usos predominantes para as atividades de irrigação, aquicultura e dessedentação animal.

Nas visitas às barragens, notou-se que a grande maioria está localizada principalmente em fazendas, porém longe da sede, onde ficam os caseiros. Assim, há pouca ou nenhuma preocupação com a segurança das barragens por parte dos empreendedores, principalmente pela falta de regulamentação estadual, e consequentemente, notificação ou por falta de conhecimento. Tanto que, a maioria das barragens visitadas não possui responsável técnico pela barragem e foram construídas sem projeto e sem licenciamento ambiental.

As barragens em melhores condições de segurança são aquelas que possuem a função de estrada. Nesse caso, não há excesso de vegetação, pelo menos no coroamento da barragem. Percebe-se também que o excesso de vegetação, característica comum encontrada nas barragens do estado, faz parte de uma cultura dos empreendedores e funcionários das fazendas, os quais devem acreditar que a vegetação excessiva irá proteger a crista e os taludes da barragem.

Nas visitas (conforme fotos apresentadas na Figura 1) percebeu-se que algumas condições são recorrentes nas barragens do estado e requerem cuidados, tais como: excesso de vegetação alta nos taludes (1A); fissuras e erosão no talude (1B); trincas no coroamento (1C); estradas próximas (1D) que, em caso do rompimento da barragem podem ser interrompidas, assim, como já observado nas visitas anteriores.

Das barragens visitadas, duas já sofreram rompimento em anos anteriores, sendo que a ruptura ocorreu em cascata, nesse caso. Pelo que se sabe, não houve perdas humanas, porém, ocorreram impactos econômicos.

**FIGURA 1. Principais condições verificadas nas barragens visitadas**



1C - trincas no coroamento



1D - estradas próximas



Fonte: Elaboração dos autores.

## 2.1. Identificação das principais dificuldades dos empreendedores para o cumprimento da PNSB.

Em 2018 não havia nenhuma barragem fiscalizada pela SEMA seguindo todos os itens da PNSB, e acredita-se que seja pela ausência de regulamentos nesse ano no órgão fiscalizador ou pela falta de conhecimento por parte dos empreendedores.

Porém, para entender as motivações acerca desse fato, foi realizada a aplicação de 26 questionários in loco, durante as 32 barragens visitadas, baseado nas obrigações dos empreendedores apresentadas na PNSB, com o objetivo de identificar as principais dificuldades dos empreendedores para cumprir essa Lei.

Os entrevistados foram os empreendedores e os responsáveis técnicos de barragens. O questionário foi elaborado visando identificar as dificuldades dos empreendedores enquadrados na PNSB para seu cumprimento. As questões foram elaboradas com base no Artigo 17 da PNSB, que cita as obrigações dos empreendedores, sendo elas:

1. Prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;
2. Providenciar, para novos empreendimentos, a elaboração do projeto final como construído;
3. Organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;
4. Informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;
5. Manter serviço especializado em segurança de barragem, conforme estabelecido no Plano de Segurança da Barragem (PSB);
6. Permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do SINDEC (Sistema Nacional de Defesa Civil) ao local da barragem e a sua documentação de segurança;

7. Providenciar a elaboração e a atualização do Plano de Segurança da Barragem (PSB), observadas as recomendações das inspeções e as Revisões Periódicas de Segurança de Barragem (RPSB);
8. Realizar as Inspeções de Segurança (ISR e ISE) previstas na PNSB;
9. Elaborar as Revisões Periódicas de Segurança de Barragem (RPSB);
10. Elaborar o PAE, quando exigido;
11. Manter registros dos níveis dos reservatórios, com a respectiva correspondência em volume armazenado, bem como das características químicas e físicas do fluido armazenado, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;
12. Manter registros dos níveis de contaminação do solo e do lençol freático na área de influência do reservatório, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;
13. Cadastrar e manter atualizadas as informações relativas à barragem no SNISB.

Menciona-se que a obrigação 12 não se aplica às barragens cujo reservatório é de água, e a obrigação 13 sobre o cadastro e atualização de informações no SNISB, atualmente é de competência da SEMA.

Os questionários contêm uma questão de ordenamento das obrigações dos empreendedores e 23 questões objetivas (respostas diretas SIM/NÃO), sendo que, no caso de respostas negativas foi perguntado o porquê da resposta.

O questionário também possui uma pergunta subjetiva, onde os entrevistados poderiam sugerir ações a serem adotadas pela SEMA para facilitar o cumprimento da PNSB pelos empreendedores, além de fornecer opiniões sobre a atuação do órgão fiscalizador da segurança de barragens.

As principais dificuldades dos empreendedores no cumprimento da PNSB, identificadas de acordo com os questionários, foram:

- Falta de condições para providenciar a elaboração do Plano de Segurança de Barragens (PSB), Plano de Ação de Emergência (PAE) e Relatório da Inspeção de Segurança Periódica de Barragens (ISR);
- Não possuir instrumentos para leitura dos níveis dos reservatórios e não realizar o registro desses dados;
- Não informar ao respectivo órgão fiscalizador, qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;
- Ausência de projeto da barragem;
- Deficiência na manutenção.

As dificuldades identificadas dos empreendedores no cumprimento da PNSB foram compatíveis com o verificado *in loco* e no órgão fiscalizador, já que nenhuma das barragens visitadas possui PSB, PAE ou RPSB. No momento das entrevistas os regulamentos sobre a segurança de barragens na SEMA, não tinham sido publicados, então as barragens ainda não

tenham sido classificadas, logo, não havia sido feita orientação ou exigência (conforme legislação) para o preparo desses estudos e/ou dessas atividades.

A segunda obrigação mais difícil de ser cumprida, de acordo com os entrevistados, foi efetuar leitura e manter registros dos instrumentos de auscultação e dos níveis dos reservatórios. Esse item também é compatível com a realidade verificada nas visitas das barragens, pois, apenas uma das barragens visitadas possui instrumentos para a leitura de níveis.

A terceira dificuldade mais recorrente foi a respeito de comunicação por parte do empreendedor sobre alterações nas barragens, sendo que 69,23% dos entrevistados disseram que não informaram ao órgão qualquer alteração na barragem. Essa informação é condizente com o observado no órgão, pois não há registros na SEMA a respeito de comunicação por parte do empreendedor sobre alterações nas barragens. Porém, foi informado no local da visita que já ocorreram modificações nas barragens que não foram repassadas ao órgão. Muitos empreendedores responderam NÃO a essa pergunta, pois segundo eles, não houve alterações nessas barragens, até o momento.

A quarta dificuldade citada pelos empreendedores, refere-se à ausência de projeto, tanto “*as built*” como “*as is*” das barragens, sendo que 61,54% dos entrevistados disseram que a barragem não possui nenhum projeto, e 38,46% disseram que possui o projeto da barragem. No entanto, na maioria dos casos a equipe do projeto não teve acesso a esse documento, pois os entrevistados alegaram que o documento citado estava em escritório ou na sede do empreendimento.

Os gráficos apresentados na Figura 2, apresentam as principais dificuldades dos empreendedores para o cumprimento da PNSB.

Uma dificuldade observada em campo, porém não citada como principal pelos entrevistados foi a respeito da realização de inspeções de segurança regular, com relatórios disponíveis no órgão fiscalizador, já que em nenhuma das barragens visitadas verificou-se a existência desses documentos.

A obrigação considerada mais fácil de cumprir, segundo os entrevistados, foi fornecer os recursos necessários à garantia da segurança da barragem. Esse resultado se mostra adequado à realidade constatada nas barragens, pois apesar das fragilidades encontradas na gestão das barragens, os empreendedores fornecem recursos, principalmente humanos para garantir a segurança das barragens. Talvez falte conhecimento e orientação quanto às atividades necessárias para proteção e manutenção das estruturas.

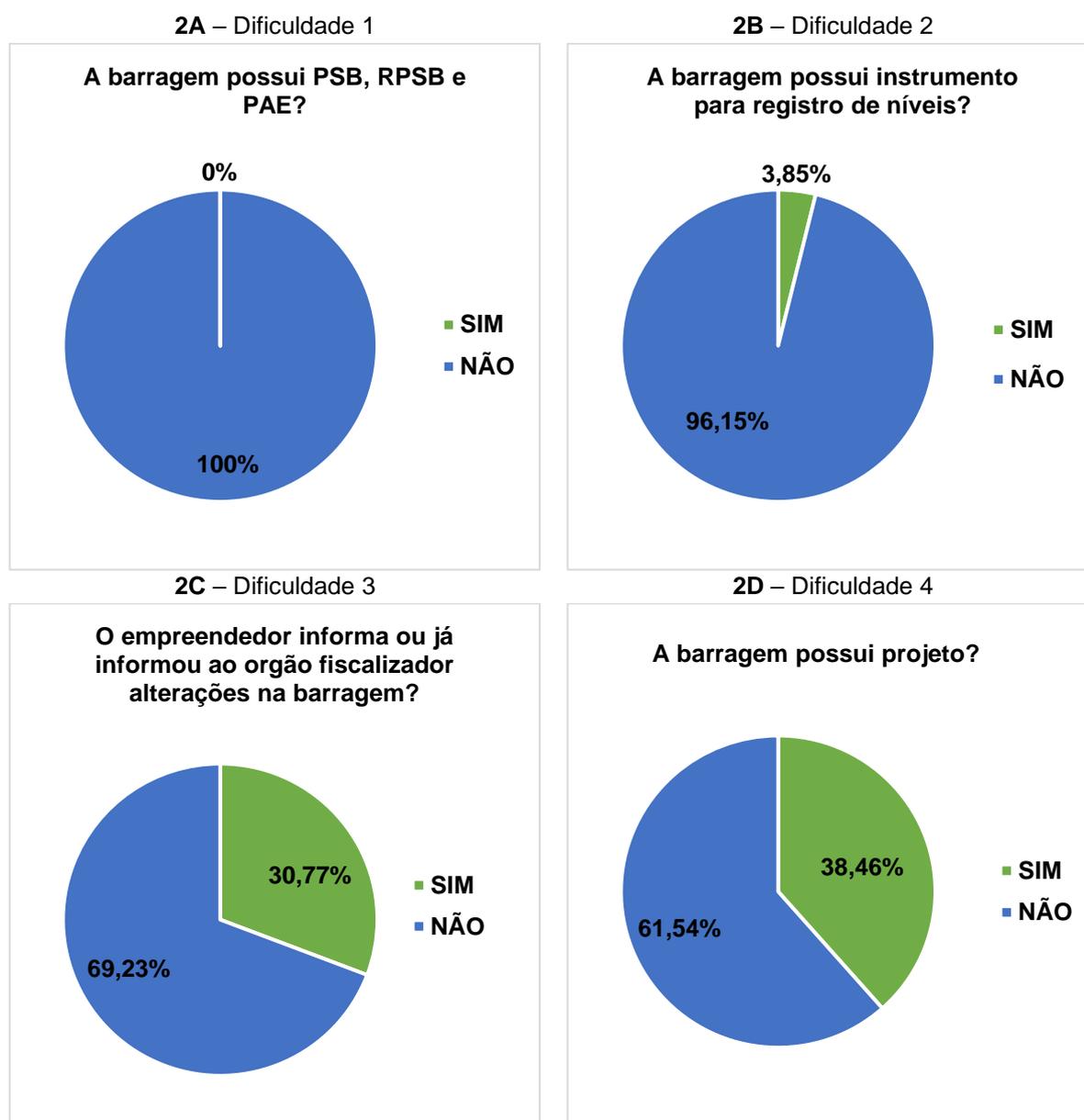
No caso da pergunta subjetiva presente no questionário, onde os entrevistados poderiam sugerir ações a serem adotadas pela SEMA para facilitar o cumprimento da PNSB pelos empreendedores e fornecer opiniões sobre a atuação do órgão ambiental, coletou-se as seguintes sugestões e opiniões:

- Aumento da comunicação entre a SEMA e empreendedores;
- Fornecimento de orientações sobre a segurança de barragens por parte da SEMA;

- Fornecimento de informações sobre as leis vigentes de segurança de barragens;
- Divulgação de informações sobre a segurança de barragens em eventos locais, prefeituras, reuniões com produtores rurais;
- Excesso de documentação para a solicitação de processos na SEMA.

Essas sugestões condizem com as dificuldades constatadas *in loco*, que são a falta de informações sobre a segurança de barragens (como os regulamentos vigentes, que incluem as obrigações dos empreendedores), além de informações sobre as ações para a manutenção das barragens. Assim, essa atividade também teve a função de informar os empreendedores sobre as leis existentes e os regulamentos que estavam em processo de aprovação na época da entrevista.

**FIGURA 2. Principais dificuldades para cumprir a PNSB**



Fonte: Elaboração dos autores.

### **3. FERRAMENTAS DESENVOLVIDAS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DE MATO GROSSO**

A partir dos problemas relatados acerca da gestão da segurança de barragens em Mato Grosso, foram desenvolvidas ferramentas para a melhoria dessa gestão no estado. Entre elas, cita-se:

- Identificação de espelhos d'água, devido à necessidade do órgão de conhecer o universo de barragens fiscalizadas pela SEMA, a fim de subsidiar o planejamento de vistorias;
- Classificação do Dano Potencial Associado (DPA) de barragens em cascata, pois a presença de barragens localizadas no mesmo corpo d'água é uma situação recorrente no estado, havendo relatos de rompimento em cascata de pequenas barragens que provocaram prejuízos econômicos;
- Manual de Outorga e atendimento da Política Nacional de Segurança de Barragens, que possui o objetivo de facilitar a solicitação de processos na SEMA pelos empreendedores das barragens;
- Cartilha de ações de manutenção em pequenas barragens de terra, para subsidiar as atividades de inspeções e manutenção das barragens pelos empreendedores e responsáveis técnicos;
- Folhetos sobre segurança de barragens, pela necessidade de materiais informativos resumidos, que favoreçam uma maior adesão aos materiais pelos empreendedores;
- Manual do Fiscalizador, material cujo objetivo é facilitar a atuação do órgão fiscalizador da segurança de barragens, tendo como principal público alvo os analistas da SEMA;
- Treinamento de sensibilização sobre a segurança de barragens, para informar e divulgar sobre a existência das ferramentas desenvolvidas no projeto de pesquisa, além de promover discussões sobre o tema.

## 4. IDENTIFICAÇÃO DE ESPELHOS D'ÁGUA

De acordo com o SNISB (Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens), em 2019 havia 169 barragens fiscalizadas pela SEMA, cadastradas no sistema.

No entanto, sabe-se que o número de barragens existente é superior ao cadastrado, havendo necessidade de identificação dessas barragens, para melhoria da gestão da segurança de barragens pelo órgão fiscalizador.

### 4.1. Identificação de espelhos d'água por imagem de satélite

Para a identificação de barragens indiretamente pelos espelhos d'água foi utilizada uma metodologia baseada em RODRIGUES *et al.* (2007), que consistiu primeiramente na seleção de imagens do satélite LANDSAT-8 com resolução de 30m coletadas no catálogo de imagens DGI-INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

A identificação indireta foi escolhida devido à dificuldade de se identificar diretamente as barragens, pois a maioria existente no município selecionado possui vegetação ao redor, o que dificulta a classificação das barragens pelo SPRING (classificação das imagens de satélite) pois, nesse caso, o programa classifica qualquer vegetação como barragem.

Assim, foram selecionadas duas imagens de satélite, a primeira do dia 02/05/2018 (cobertura de nuvem=0,20%) e a segunda do dia 27/05/2018 (cobertura de nuvem=0,01%).

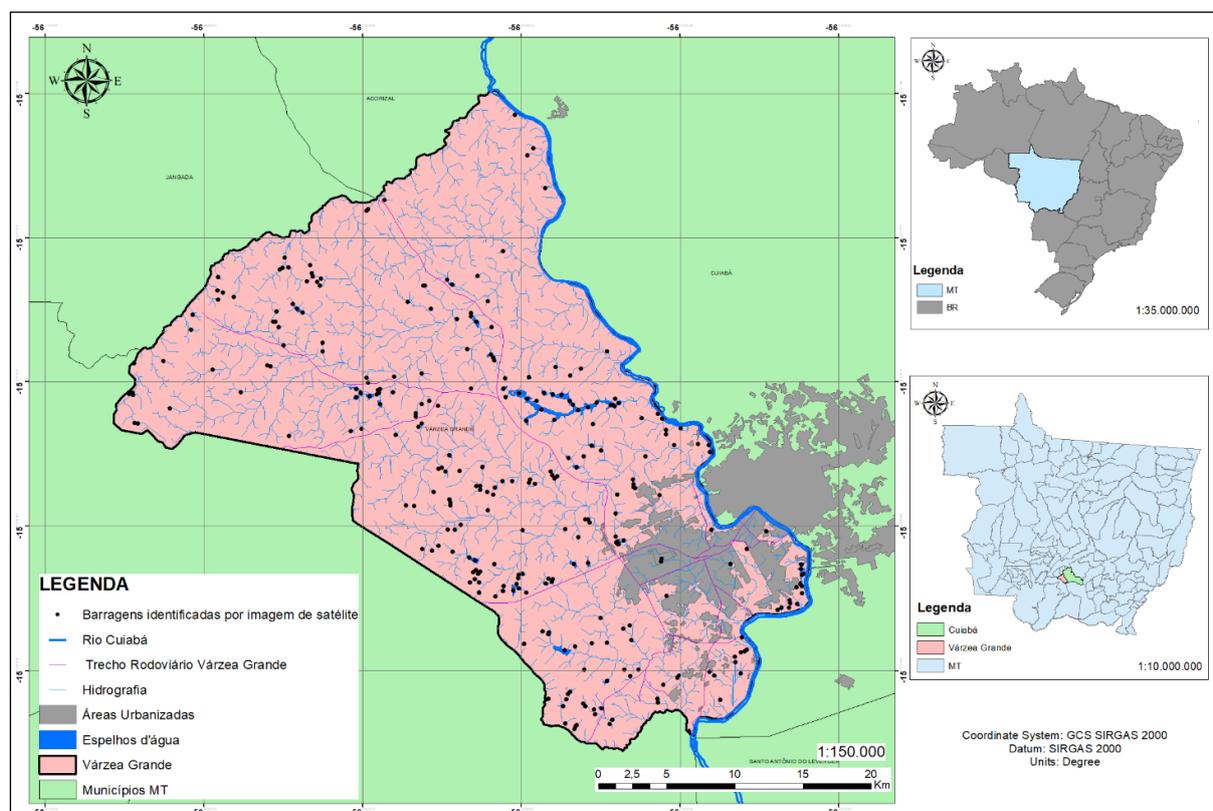
As imagens de satélite foram escolhidas a partir da data mais próxima da estação chuvosa e pela menor quantidade de nuvens, pois estas alteram consideravelmente o resultado da classificação realizada no SPRING.

A partir disso, as imagens foram exportadas para o *software* SPRING versão 5.5.3, onde foram realizados os procedimentos de preparo dos mosaicos ('mosaicagem'), para juntar as imagens de satélite, que formam o município; recorte do município de Várzea Grande; fusão, para aumentar a resolução de 30m para 15m e contraste; segmentação por regiões, considerando a similaridade igual a 15 e a área de 20. A classificação supervisionada foi utilizada para a identificação dos espelhos d'água, pelo classificador por região, '*Bhattacharya*'.

Após gerados os espelhos d'água, foi realizada a transformação de matriz para vetor para gerar pontos amostrais, que representam as possíveis barragens no município de Várzea Grande/MT. A Figura 3 apresenta os espelhos d'água e as possíveis barragens localizadas no município de Várzea Grande, identificadas por imagem de satélite.

Foram identificadas 288 possíveis barragens, indiretamente por imagem de satélite, no município de Várzea Grande, através dos espelhos d'água. O número de barragens identificadas se mostrou elevado considerando o tamanho do município e as atividades desenvolvidas no mesmo (predominantemente industriais). Constatou-se que grande parte dessas barragens possui uso para a atividade de aquicultura.

**FIGURA 3. Possíveis barragens e espelhos d'água em Várzea Grande/MT identificados por imagens de satélite**



Fonte: Elaboração dos autores.

Pela Figura 3 observa-se que muitas dessas barragens identificadas estão localizadas no mesmo curso d'água, além disso grande parte delas está próxima de rodovias federais e algumas localizadas na área urbana da cidade.

Isso requer a atenção do órgão fiscalizador para a segurança dessas barragens, com a programação de vistorias e classificação dessas barragens, bem como do empreendedor que deve providenciar os estudos que garantam a segurança dessas barragens.

De acordo com os espelhos d'água identificados, cerca de 98% dos reservatórios possuem área menor que 20 hectares, sendo que cinco das seis barragens maiores que 20 hectares, são barragens dispostas sequencialmente, situadas a 2 km do rio Cuiabá. Não foram obtidas informações dessas barragens acerca do empreendedor, necessitando de atenção por parte da SEMA-MT para o cadastro e classificação dessas barragens, pela probabilidade de efeito cascata em caso de rompimento.

A 6ª barragem que possui reservatório maior que 20 hectares, cerca de 40 hectares, está localizada a menos de 8 km da área urbanizada do município. Assim como as barragens dispostas sequencialmente, esta barragem também necessita de atenção especial por parte da SEMA-MT para a realização de vistorias e classificação, por estar situada próxima à área urbanizada.

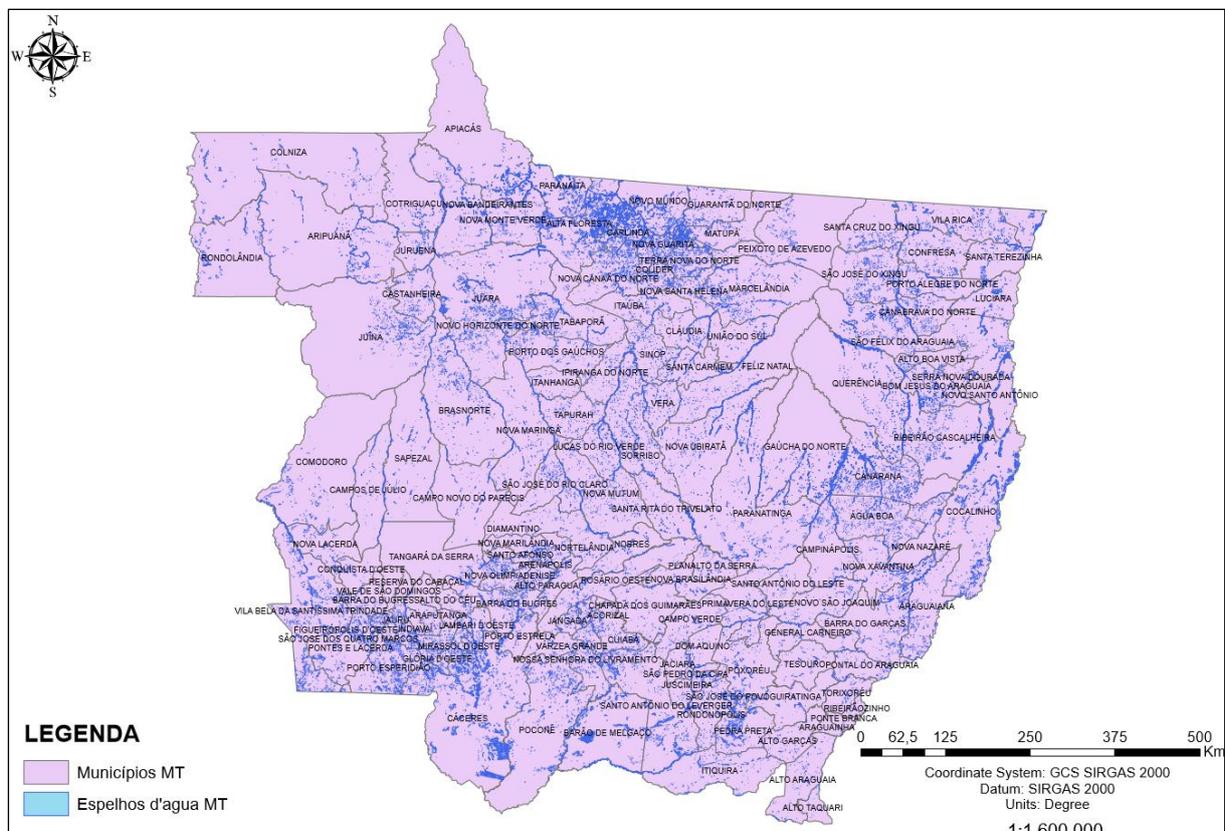
#### 4.2. Identificação de espelhos d'água pelo SIMCAR

O SIMCAR (Sistema Mato-Grossense de Cadastro Ambiental Rural) é um sistema eletrônico de âmbito estadual, destinado à inscrição, consulta, acompanhamento e gerenciamento de informações ambientais dos imóveis rurais. Esse sistema também possui dados sobre os espelhos d'água do todo o estado de Mato Grosso (Figura 4), informação útil para a gestão e cadastro das barragens, pois além da localização destas, o sistema possui informações sobre os empreendedores das barragens e se a propriedade onde está localizada a barragem possui o CAR (Cadastro Ambiental Rural).

Nem todos os espelhos d'água da Figura 4 apresentam barragens, pois muitos deles são reservatórios naturais, presentes principalmente nos municípios que fazem parte do Pantanal Mato-Grossense. Porém, sabe-se também, que o número de espelhos d'água, e consequentemente barragens encontradas no SIMCAR é subestimado, pois no sistema constam apenas espelhos d'água cadastrados através do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Assim, há espelhos d'água no município que ainda não estão registrados no sistema, como vários reservatórios identificados pela metodologia que utiliza imagem de satélite, apresentados na Figura 5.

FIGURA 4. Espelhos d'água presentes no estado de Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores.

### 4.3. Avaliação da metodologia de identificação de barragens por imagem de satélite

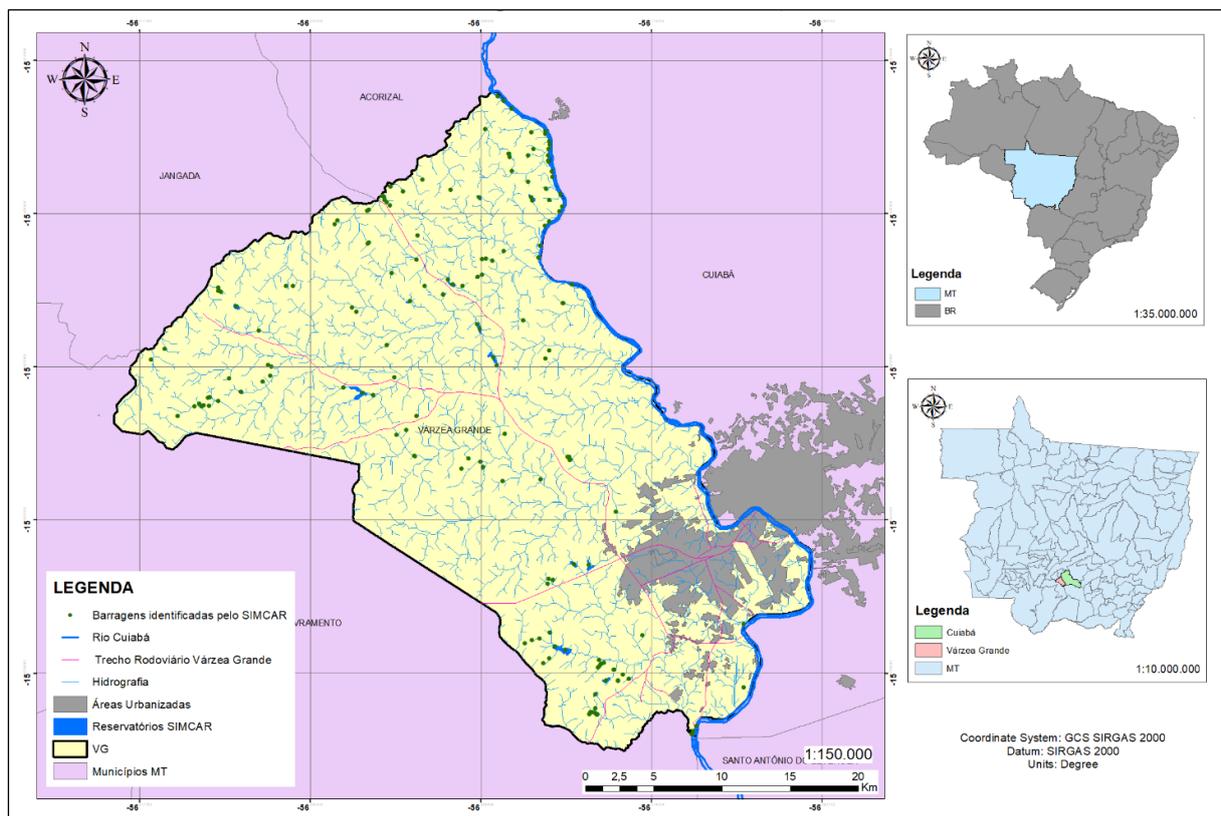
A metodologia de identificação por imagem de satélite foi avaliada pela comparação dos espelhos d'água identificados pelas imagens de satélite com os espelhos d'água cadastrados no SIMCAR (Sistema Mato-Grossense de Cadastro Ambiental Rural).

Através do *shapefile* contendo os espelhos d'água de todo o estado de Mato Grosso foi possível identificar os espelhos d'água e, conseqüentemente, a localização de possíveis barragens no município de Várzea Grande.

Isso foi possível, com auxílio do *software* ArcMap versão 10.1, pela geração de pontos que representam as barragens, para cada espelho d'água. Assim como a identificação das barragens por imagem de satélite, a identificação pelo SIMCAR também ocorreu de forma indireta, pela identificação dos espelhos d'água.

A Figura 5 apresenta os espelhos d'água e as possíveis barragens identificadas pelo SIMCAR no município de Várzea Grande/MT.

**FIGURA 5. Espelhos d'água no município de Várzea Grande/MT identificados pelo SIMCAR**



Fonte: Elaboração dos autores.

Foram identificados 156 espelhos d'água através do SIMCAR e, conseqüentemente, possíveis barragens no município de Várzea Grande, pois no SIMCAR também consta os reservatórios naturais, além dos artificiais (com barragens).

Os espelhos d'água obtidos pela metodologia de identificação por imagem de satélite e pelo SIMCAR estão apresentados no Quadro 1, além dos espelhos d'água estimados através do *Google Earth*.

Através da comparação dos espelhos d'água identificados pelo SIMCAR (156 possíveis barragens) com as possíveis barragens identificadas por imagem de satélite, percebeu-se que o número de barragens identificadas utilizando a última metodologia é superior (288 possíveis barragens).

Isso ocorreu pois nem todas as barragens do município de Várzea Grande estão cadastradas no SIMCAR. Assim, há espelhos d'água (reservatórios) no município, que ainda não estão registrados no sistema. No entanto, vale ressaltar que além das informações sobre a localização dos espelhos d'água, o SIMCAR possui informações sobre o empreendedor da barragem, sendo um ponto positivo na gestão das barragens pela SEMA-MT.

QUADRO 1. Espelhos d'água artificiais e naturais

Espelhos d'água	Un.
Espelhos d'água identificados por imagem de satélite (naturais e artificiais)	288
Espelhos d'água artificiais (com barragem) identificados na classificação por imagem de satélite	244
Espelhos d'água naturais e tanques de aquicultura identificados na classificação por imagem de satélite*	44
Espelhos d'água identificados pelo SIMCAR	156
Espelhos d'água artificiais identificados por imagem de satélite que estão no SIMCAR*	112
Espelhos d'água presentes no SIMCAR que não foram identificados na classificação por imagem de satélite	44
Espelhos d'água artificiais (com barragem) não identificados na classificação*	54
Espelhos d'água artificiais (com barragem) presentes no município*	322

\*Estimado com o auxílio do *Google Earth*.

A metodologia de identificação de barragens por imagem de satélite possui limitações devido à resolução espacial das imagens (15m) e impossibilidade de identificar diretamente as barragens, pois a maioria no município possui vegetação ao redor, o que dificulta a classificação das barragens pelo SPRING. Nesse caso, o programa classifica a vegetação como barragens, por isso, foi realizada primeiramente a classificação (identificação) dos espelhos d'água e, em seguida, a identificação das barragens baseada nos espelhos d'água.

A limitação da metodologia na resolução espacial da imagem ficou clara na observação dos espelhos d'água presentes no SIMCAR que não foram identificados por imagem de satélite (44), isso ocorreu, pois, o SIMCAR identifica espelhos d'água de menor área, o que não é possível obter com a classificação da imagem de 15m pelo SPRING.

Notou-se que em várias situações, um único espelho d'água presente no SIMCAR possui mais de uma barragem, e não apenas uma barragem por espelho d'água. Esse fato, no caso das barragens localizadas no mesmo corpo d'água, foi constatado pela observação do município

de Várzea Grande/MT, no *Google Earth*, e o mesmo aconteceu na identificação de espelhos d'água por imagem de satélite.

Verificou-se que a identificação dos espelhos d'água por imagem de satélite gerou falhas na identificação de algumas barragens sequenciais ou em cascata, as quais são muito pequenas e estão muito próximas entre si. Esse erro não ocorreu em casos de barragens pequenas, mas isoladas. Com o auxílio do *Google Earth*, estimou-se que 54 espelhos d'água artificiais (com barragem) não foram identificados.

Constatou-se também que algumas barragens foram identificadas na área urbana do município, no entanto, uma das limitações da metodologia foi a classificação errônea de tanques de aquicultura de grandes dimensões como se fossem espelhos d'água. Menciona-se ainda que nem todos os espelhos d'água identificados apresentam barragens, pois muitos dos espelhos d'água são reservatórios naturais. O número de espelhos d'água naturais e tanques de aquicultura identificados na classificação por imagem de satélite foi de 44, número este estimado utilizando o *Google Earth*.

Estima-se que a metodologia identificou 75,8% das barragens do município com o auxílio do *Google Earth*. Assim, apesar das limitações, acredita-se que a metodologia ajudará na gestão da segurança de barragens por diversos órgãos fiscalizadores que não possuem informações acerca da quantidade e localização de suas barragens. Porém, o uso da metodologia deve estar aliado a *softwares* como *Google Earth*, que permite melhor visualização das barragens.

Apesar das limitações da metodologia, esta, se mostra relevante na identificação de barragens, principalmente para os órgãos fiscalizadores da segurança de barragens que não possuem informações sobre a localização das barragens de sua jurisdição.

Além disso, pode facilitar a melhoria da gestão dessas barragens, incluindo o planejamento da fiscalização, classificação, cadastro das barragens e emissão de autorizações futuras, considerando as barragens já existentes.

A metodologia é de fácil reprodução, pois consiste de um procedimento simples, com dados e programas que podem ser obtidos facilmente e gratuitamente na internet.

## 5. CLASSIFICAÇÃO DO DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA) DE BARRAGENS EM CASCATA

A maioria das barragens existentes no estado de Mato Grosso são de pequeno porte e muitas vezes mantidas por pequenos empreendedores que normalmente não possuem o conhecimento técnico suficiente para avaliações mais precisas e/ou recursos financeiros para a contratação de profissionais qualificados. Essa situação é comum em diversas regiões do Brasil e em outros lugares do mundo (AGUIAR, 2014).

Grande parte dos acidentes com barragens, com perdas de vidas, ocorreu em barragens pequenas, com altura inferior a 30m. Então, essas barragens se tornaram motivo de preocupação e de maior interesse de profissionais de segurança de barragens (ICOLD, 1997 *apud* MEDEIROS *et al.*, 2013).

No estado de Mato Grosso é comum encontrar pequenas barragens localizadas no mesmo curso d'água (ou em talvegues), podendo ser apenas sequenciais (quando não há efeito negativo de uma barragem sobre a de jusante) ou em cascata. Muitas estão localizadas próximas a rodovias e/ou outras infraestruturas, representando risco elevado de Dano Potencial Associado (DPA).

O rompimento de barragens em cascata é aquele causado pela possibilidade de ruptura de uma barragem, gerando uma onda de cheia e galgamento ou transbordamento de barragens existentes a jusante (em um mesmo curso d'água ou talvegue). É necessário que cada empreendedor trate adequadamente das barragens de sua propriedade, para não atribuir riscos adicionais às outras barragens na cascata (que podem até serem de outros empreendedores). A onda de cheia causada por uma ruptura é, geralmente, maior do que a vazão de projeto do extravasor da barragem imediatamente a jusante, já que o volume do reservatório é liberado em um pequeno intervalo de tempo. Essa onda de cheia pode causar o transbordamento (*"overtopping"*) da barragem a jusante e sua ruptura (FUSARO *et al.*, 2012).

Uma vez que no estado de Mato Grosso, já ocorreram rupturas em cascata, caracterizando-se como uma preocupação para o órgão fiscalizador, há necessidade de desenvolver procedimentos diferenciados para a classificação delas, para assim exigir dos empreendedores os estudos e ações necessárias à segurança dessas barragens.

A classificação consiste em um instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010), e é um procedimento realizado pelos órgãos fiscalizadores (exceto no caso de barragens destinadas à geração de energia), de acordo com a Resolução CNRH nº 143/2012, por Categoria de Risco (CRI), por Dano Potencial Associado (DPA) e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos nessa Resolução.

De acordo com Lei nº 12.334/2010, a classificação considera dois critérios: a Categoria de Risco (CRI) e o Dano Potencial Associado (DPA). A Categoria de Risco (CRI) refere-se à classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade

de ocorrência de acidente, levando-se em conta: as características técnicas; o estado de conservação e o Plano de Segurança da Barragem. Ou seja, as condições de risco de ocorrência de acidentes com a barragem, por falha ou falta de ações adequadas, de responsabilidade do empreendedor.

Já o Dano Potencial Associado (DPA) refere-se ao dano que pode ocorrer (principalmente no vale a jusante), devido ao rompimento ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais.

### **5.1. Procedimento para classificação do DPA de barragens situadas no mesmo corpo d'água**

Para a classificação do DPA de barragens situadas no mesmo corpo d'água foi utilizada a “Metodologia Simplificada para Definição da Mancha de Classificação do Dano Potencial Associado (DPA) da Barragem”, atualmente adotada pela ANA para a classificação das barragens de sua competência.

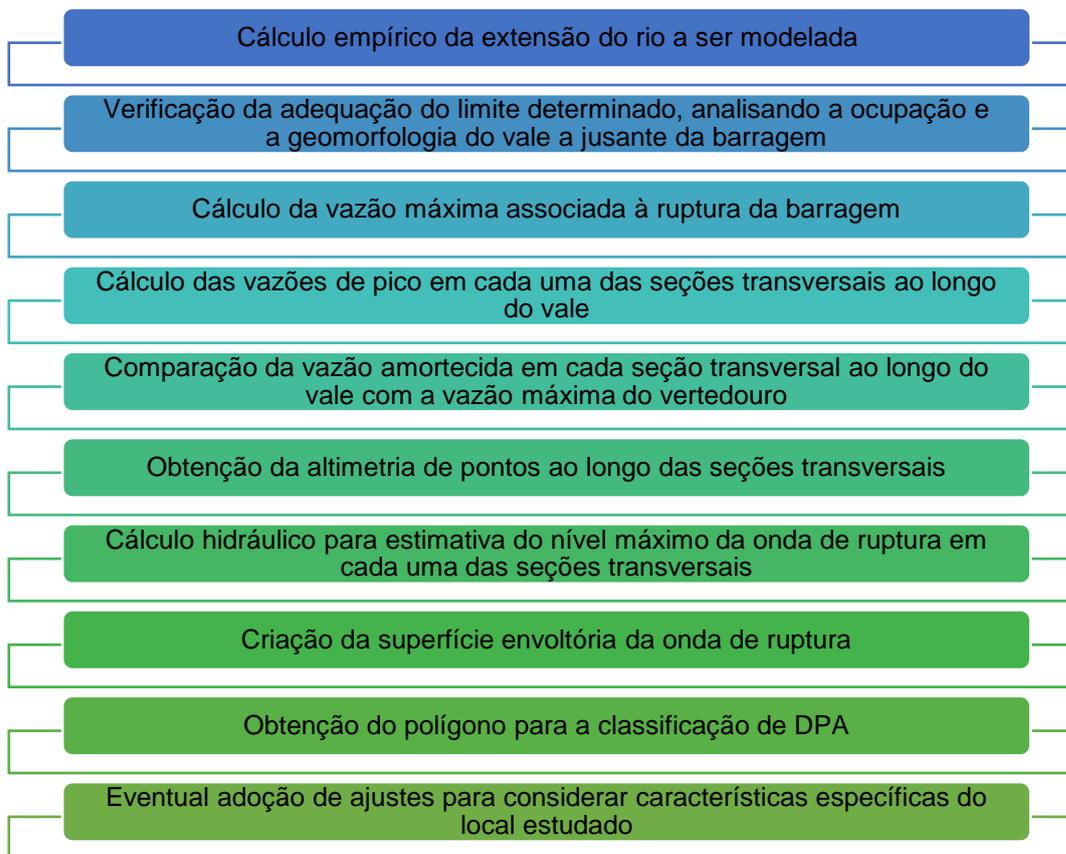
É uma metodologia desenvolvida a partir de uma parceria entre ANA, Banco Mundial e LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal), a qual gera uma mancha ou polígono de referência para a estimativa do DPA. Com essa mancha é possível analisar os possíveis impactos para a população, meio ambiente e impacto socioeconômico, em caso do rompimento da barragem, de acordo com a Resolução CNRH nº 143/2012 e Resolução ANA nº 132/2016.

A metodologia parte do princípio que os dados disponíveis tanto das barragens quanto do relevo, não possibilitam uma modelagem precisa do rompimento. Assim, a metodologia adequada foi simplificada para permitir o uso do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) como modelo digital de elevação e um mínimo de dados de entrada sem maiores descrições da geometria, tanto da barragem quanto do canal de escoamento a jusante.

Portanto, o objetivo dessa mancha é apenas delimitar a área de análise para a classificação do DPA. Ela é semelhante a uma área de inundação, no entanto, não podemos entendê-la como uma mancha de inundação *stricto sensu*, devido à insuficiente precisão dos dados, principalmente dos dados de relevo (SRTM de 30m). Ela se limita a ser uma referência em que o agente público, ou órgão fiscalizador de segurança de barragens, poderá se basear para priorizar a sua atuação (ANA, 2017, p. 03).

A metodologia (considerando a área a jusante da barragem e algumas seções transversais, de referência e controle), consiste nos procedimentos apresentados na Figura 6.

FIGURA 6: Lista de procedimentos da metodologia de classificação



Fonte: ANA (2017, p. 04).

Para a geração da mancha é necessário o uso do software ArcGis. No estudo empregou-se a versão 10.5. Além disso, são necessários os seguintes dados:

- SRTM 30 m;
- Volume do reservatório (m<sup>3</sup>);
- Altura da barragem (m);
- Cota de coroamento (manm - metros acima do nível médio do mar); e
- Imagens de satélite.

A análise do risco de rompimento em cascata das barragens ocorreu a partir de mapas temáticos com as manchas de classificação, onde foram avaliados de acordo com os aspectos da classificação do DPA apresentados na Resolução nº 132/2016 ANA, tais como: volume total do reservatório; potencial de perda de vidas humanas; impacto ambiental e impacto socioeconômico.

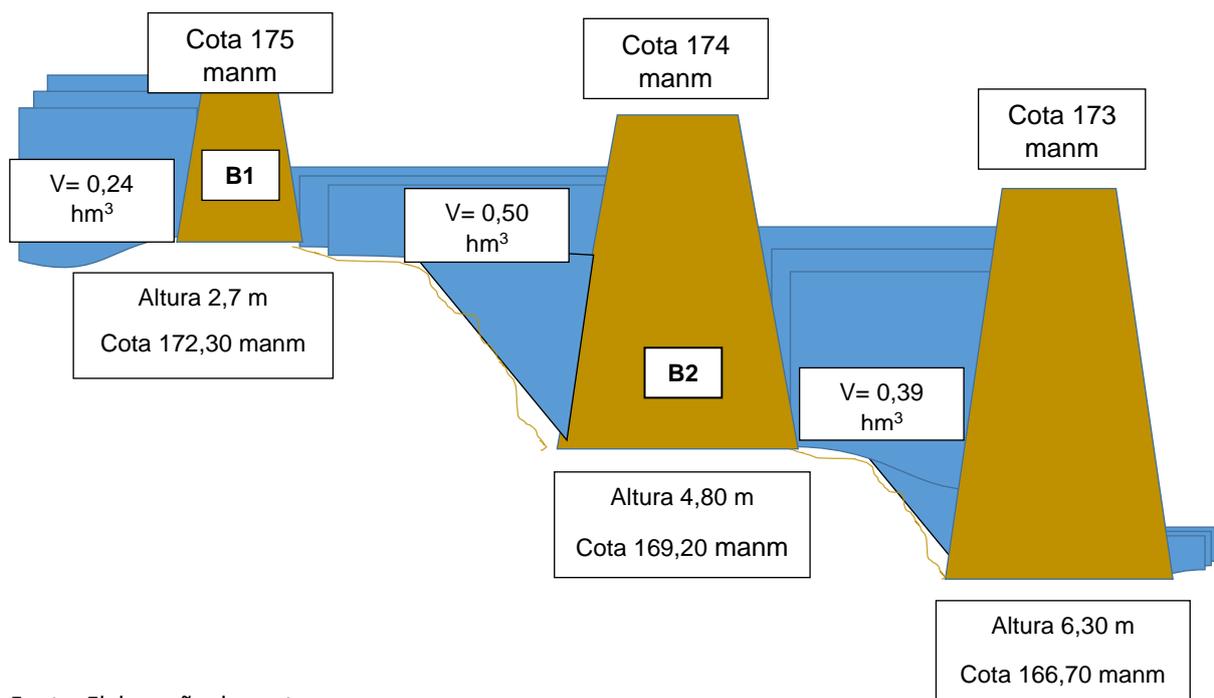
Para a análise foi realizado um estudo de caso utilizando as barragens 1 (B1), 2 (B2) e 3 (B3) localizadas no município de Várzea Grande/MT e apresentadas na Figura 7. São pequenas barragens, de terra homogênea, com uso prioritário para a atividade de aquicultura.

**FIGURA 7: Barragens utilizadas para a classificação do DPA**



Essas barragens estão cadastradas na Superintendência de Recursos Hídricos da SEMA-MT. Foram vistoriadas no ano de 2016 e possuem dados coletados em campo pelos analistas da SEMA, como apresentado na Figura 8.

**FIGURA 8: Seções dos barramentos localizados no mesmo corpo d'água**



Fonte: Elaboração dos autores

A localização e altura das barragens foram obtidos no relatório de vistoria da SEMA-MT. Já o volume, foi estimado a partir da área do reservatório e altura da barragem. A cota de coroamento das barragens foi obtida no *Google Earth*. Os dados de entrada utilizados nas simulações são apresentados no Quadro 2.

Nas simulações para a geração da mancha de classificação do DPA foram considerados alguns cenários, onde poderiam ocorrer:

- Rompimento isolado de cada uma das barragens, de acordo com recomendações de ANA (2017, p. 14);
- Rompimento em cascata das barragens B2 e B3, onde o rompimento inicial ocorre na barragem B2, mas dadas as limitações do aplicativo, se considera como ocorrendo na barragem B3, somando-se os volumes de água armazenada nas duas, como se fosse apenas na B3. Neste caso, o volume utilizado na simulação é o volume da barragem B2 somado ao volume da barragem B3;
- Rompimento das 3 barragens. Neste caso, o rompimento modelado se dá na barragem B3 e o volume considerado na simulação foi a soma dos volumes das três barragens.

**QUADRO 2: Dados de entrada para a geração da mancha de classificação quanto ao DPA, considerando diferentes cenários**

Simulação	Cenário	Volume estimado (hm <sup>3</sup> )	Altura (m)	Cota de coroamento (manm)
S1	Rompimento isolado da barragem B1	0,24	2,7	175
S2	Rompimento isolado da barragem B2	0,50	4,8	174
S3	Rompimento isolado da barragem B3	0,39	6,3	173
S4	Rompimento das barragens B2 e B3	0,89	6,3	173
S5	Rompimento das barragens B1, B2, B3	1,13	6,3	173

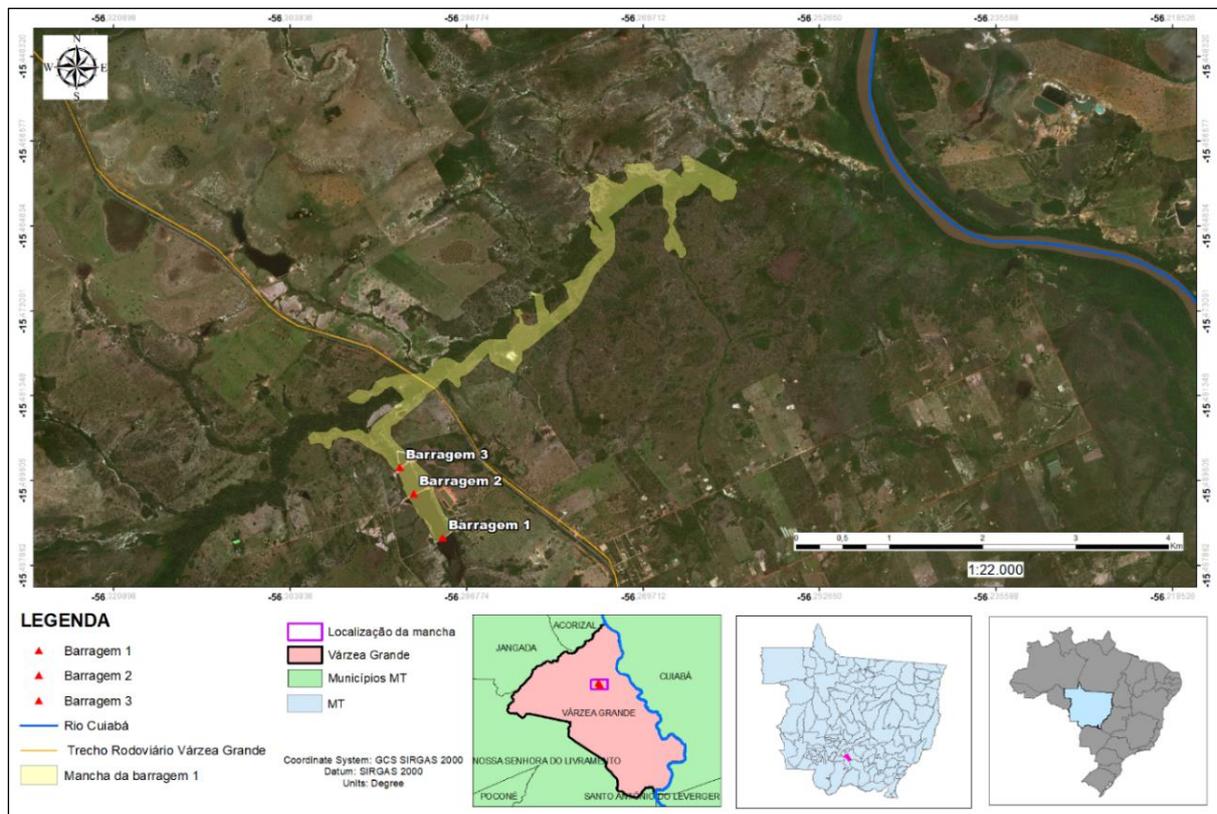
Fonte: Elaboração dos autores.

Como a metodologia para a geração da mancha de classificação só consegue considerar os dados de apenas uma barragem, para os cenários do rompimento em cascata (simulação S4 e S5), a simulação foi iniciada na última barragem onde ocorreria o rompimento. Logo, os dados de altura e cota de coroamento utilizados nas simulações S4 e S5 foram os dados da barragem B3, enquanto o volume usado foi a somatória dos três.

## 5.2. Resultados da classificação do DPA de barragens em cascata

A Figura 9 apresenta a mancha de classificação por DPA obtida considerando apenas o rompimento da B1.

**FIGURA 9: Mancha gerada considerando a simulação 1 (rompimento da B1)**



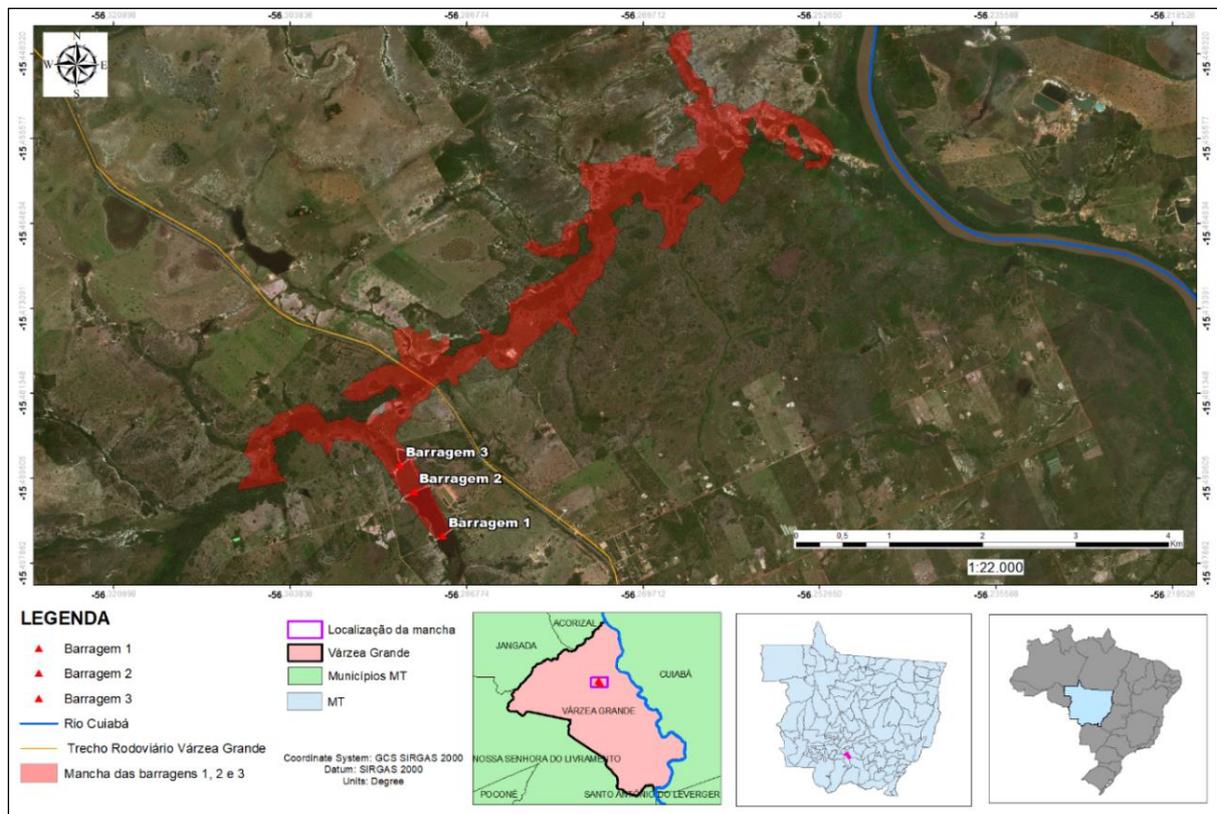
Fonte: Elaboração dos autores.

Pelas análises das manchas isoladas e pelos valores das cotas máximas obtidas, é possível perceber que o rompimento da barragem de montante (barragem B1), provavelmente provocaria o rompimento das barragens B2 e B3, pois as cotas máximas obtidas na simulação da barragem B1, nas seções das barragens B2 e B3, são: 175,32 manm (metros acima do nível médio do mar) e 174,33 manm, respectivamente. As cotas do coroamento dessas barragens são 174 manm e 173 manm, respectivamente, e assim, pela simulação, a água poderia passar por sobre a crista dessas barragens, o que provavelmente iria provocar o rompimento sequencial, por galgamento.

Situação semelhante ocorreu com as cotas máximas da simulação do rompimento isolado da barragem B2. Nesse caso, a onda provavelmente causaria a passagem das águas por sobre a barragem B3, de acordo com a simulação, pois a cota máxima da onda de cheia na seção onde localiza-se a barragem B3 é 174,89 manm e a cota de coroamento daquela barragem é 173 manm.

Pela Figura 10, percebe-se que as manchas geradas pelos rompimentos em cascata são maiores do que as manchas considerando os rompimentos isolados.

**FIGURA 10: Mancha das barragens B1, B2 e B3**



Fonte: Elaboração dos autores.

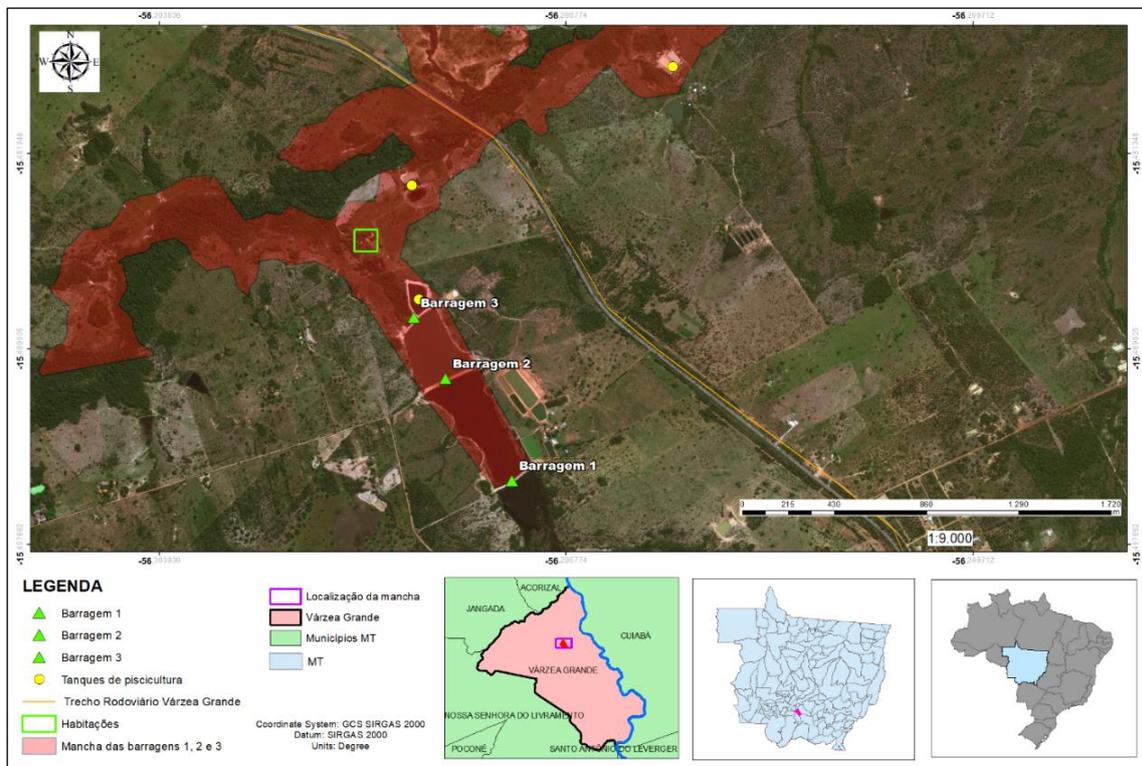
Isso vem demonstrar a necessidade de um procedimento diferenciado para o cumprimento da PNSB, já que essas barragens devem ser classificadas em conjunto, o mesmo deve ocorrer na apresentação dos estudos e atividades previstas na PNSB, pois geram maiores consequências negativas em caso de ruptura.

Pela Simulação 5, que considera o rompimento das 3 barragens em conjunto (Figura 11), percebe-se que a mancha atingiria habitações onde há ocupação permanente, rodovia federal e tanques de aquicultura.

Segundo a Resolução CNRH nº 143/2012 e Resolução ANA nº 132/2016, temos que a classificação quanto ao DPA dessas barragens é ALTO. O mesmo ocorreu para as manchas geradas nas simulações 1, 2, 3 e 4.

Acrescenta-se que o próprio programa realiza o cálculo da extensão do rio a ser modelada. Para todas as simulações a distância limite calculada pelo programa foi de aproximadamente 7 km. Logo, todas as manchas geradas possuem cerca de 7 km de extensão e, conseqüentemente, dão uma aparência (não confirmada) de que provavelmente, não chegariam ao rio Cuiabá. No entanto, acredita-se que se a simulação ocorresse para uma distância maior, a mancha chegaria ao corpo d'água principal. Porém, acredita-se também, que o próprio rio Cuiabá teria condições de amortecer essa onda de cheia.

**FIGURA 11: Detalhe das habitações, tanques de aquicultura e trecho rodoviário presentes na mancha, considerando ruptura das barragens B1, B2 e B3**



Fonte: Elaboração dos autores.

A partir dessas simulações elaborou-se um procedimento para a análise do DPA de barragens em cascata, que consiste das seguintes etapas:

- Realizar a simulação considerando o rompimento isolado das barragens;
- Verificar se ocorreria uma situação de galgamento das barragens de jusante, provocados pelas barragens de montante, considerando valores de COTA MÁXIMA da mancha de classificação;
- Realizar a simulação considerando o caso extremo de rompimento em cascata de todas as barragens. Nesse caso, a simulação deve utilizar dados da última barragem de jusante (altura e cota da crista), porém com o volume total das 3 barragens;
- Analisar os critérios de classificação do DPA apresentados na Resolução ANA nº 132/2016, a partir da mancha de classificação do DPA gerada pela simulação que considera o caso extremo de rompimento em cascata;
- Verificar a classificação do DPA (ALTO, MÉDIO ou BAIXO) conforme a Resolução CNRH nº 143/2012.

Esse procedimento é extremamente importante para que os órgãos fiscalizadores da segurança de barragens tenham ciência dos possíveis impactos das barragens em cascata (e não apenas sequenciais, quando não haveria ruptura em efeito “dominó”). Isso irá permitir a exigência para que os empreendedores providenciem e apresentem ao órgão: estudos, relatórios e planos de ação de emergência, necessários para garantir a segurança dessas barragens, bem como as atividades imediatas de resiliência.

## 6. MANUAL PARA OUTORGA E ATENDIMENTO DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DE MATO GROSSO

É obrigação do empreendedor de barragens, prevista em leis, solicitar a outorga (Lei nº 9.433/1997) e atender a PNSB (Política Nacional de Segurança de Barragem – Lei nº 12.334/2010), sendo que os empreendedores que não solicitarem esses processos poderão sofrer as punições, que vão de detenção a multas, presentes na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98), além de sanções relacionadas aos órgãos de financiamento e de incentivos governamentais, que condicionam a aprovação destes aos empreendimentos que cumprem a legislação ambiental.

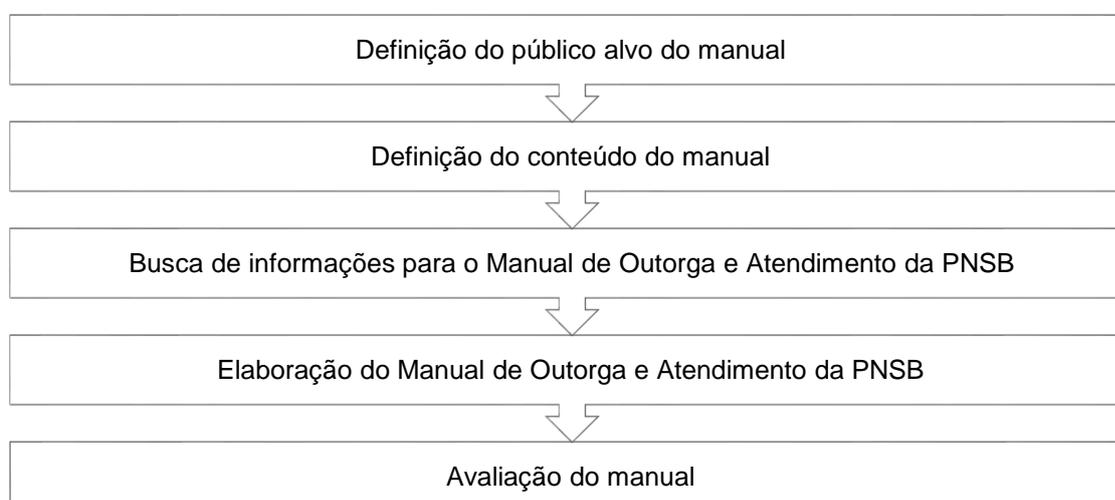
A partir dos resultados da etapa de “Identificação das Principais Dificuldades dos Empreendedores para o Cumprimento da PNSB”, percebeu-se que um dos maiores gargalos do estado para o cumprimento da PNSB é a ausência de informação sobre a segurança de barragens, principalmente aos regulamentos vigentes relacionados ao tema.

Com a publicação da Instrução Normativa nº 03/SURH/SEMA/MT, que dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de Classificação quanto à Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA) de barragens para uso múltiplo, em corpos hídricos de dominialidade do estado e dá outras providências, verificou-se a necessidade de elaborar um manual contendo procedimentos para a solicitação de processos de outorga de barramentos e para o cumprimento da PNSB pelos empreendedores, a fim de facilitar a solicitação desses processos no órgão.

### 6.1. Guia de Procedimentos de Outorga e Segurança de Barragens

A metodologia para a elaboração do “Manual de Outorga e Atendimento da Política Nacional de Segurança de Barragens no Estado de Mato Grosso: Guia de Procedimentos para Processos de Outorga e Segurança das Barragens Fiscalizadas pela SEMA-MT”, consistiu de 5 etapas como apresentado na Figura 12, descritas a seguir.

FIGURA 12: Metodologia para a elaboração do Manual de Outorga e Atendimento da PNSB



Fonte: Elaboração dos autores.

### Etapa 1 - Definição do público alvo do manual

O público alvo desse manual são os empreendedores das barragens, majoritariamente composto por proprietários rurais que, normalmente não possuem conhecimento técnico em relação às barragens e aos procedimentos para solicitação de processos na SEMA, além dos responsáveis técnicos pelas barragens.

### Etapa 2 - Definição do conteúdo do manual

O conteúdo do manual foi definido em função do objetivo do manual e do público alvo deste material, assim, o conteúdo escolhido foi: conceitos referentes à outorga e segurança de barragens; solicitação de processos referentes às barragens; processos referentes às barragens fiscalizadas pela SEMA, incluindo procedimentos para a solicitação, renovação, cancelamento de outorga e descomissionamento de barragens; e regulamentações pertinentes aos barramentos.

### Etapa 3 - Busca de informações para o manual

A busca de informações para a elaboração do manual ocorreu primeiramente, nas regulamentações vigentes, tanto na SEMA quanto as regulamentações de caráter nacional, incluindo leis, instruções normativas, termos de referência e literatura especializada em segurança de barragens.

Os conceitos descritos no manual sobre outorga e segurança de barragens foram buscados em regulamentos nacionais, principalmente a Lei nº 12.334/2010 e do estado de MT, e em manuais sobre a segurança de barragens de outros órgãos fiscalizadores.

Já as informações sobre os processos referentes às barragens fiscalizadas pela SEMA foram obtidos na Instrução Normativa nº 03/2019/SEMA/MT; Termo de Referência Padrão nº 09/SURH/SEMA/MT; Termo de Referência Padrão nº 17/SURH/SEMA/ MT; Resolução SEMA nº 99/2017 do CEHIDRO, encontradas no site da SEMA.

As informações sobre os procedimentos, não encontradas no site da SEMA, foram coletadas diretamente com os analistas do órgão.

Os procedimentos ainda não existentes na SEMA, como o processo de descomissionamento foram definidos a partir da busca em leis, decretos, termos de referência, instruções normativas, roteiros orientativos de órgãos fiscalizadores do Brasil e de outros países, como Portugal. Os documentos encontrados e obtidos, em sites dos órgãos, foram adaptados para a realidade do estado de MT. Assim, o procedimento para solicitação de descomissionamento foi definido através do Decreto-Lei nº 21/2018 de Portugal.

### Etapa 4 - Elaboração do Manual de Outorga e Atendimento da PNSB

Nessa etapa, primeiramente foram buscados modelos de manuais de procedimentos em órgãos que possuem materiais voltados para empreendedores (público alvo do manual). Foram encontrados modelos de manuais em órgãos como ANA (Agência Nacional de Águas), FAMATO (Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso), SENAI, FIRJAN

(Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), que possuem materiais voltados para empreendedores.

Em seguida, as informações coletadas na etapa anterior, foram devidamente organizadas e sistematizadas, de forma lógica e sequencial.

Buscou-se elaborar um manual dinâmico e, dessa forma optou-se por um manual no formato de perguntas e respostas, com linguagem acessível, informações relevantes, e fluxogramas autoexplicativos, que apresentam o passo a passo dos procedimentos adotados pela SEMA, a fim de facilitar o entendimento quanto à solicitação de processos das barragens fiscalizadas pela SEMA-MT.

#### Etapa 5 - Avaliação do Manual

Após a elaboração do manual, o mesmo foi submetido a leituras críticas e sugestões dos analistas de segurança de barragens da SEMA-MT. As sugestões foram acatadas pelos autores, visando elevar a qualidade do material.

### **6.2. Procedimentos para solicitação de outorga do barramento e segurança das barragens fiscalizadas pela SEMA**

Os processos relacionados às barragens regulamentados na SEMA-MT são referentes à outorga do barramento e a segurança de barragens, ambos são competência do setor responsável pelos recursos hídricos da SEMA.

A outorga deverá ser solicitada no setor da SEMA responsável pelos recursos hídricos. Tanto as barragens novas (construídas após a publicação da Resolução nº 99/2017) quanto as existentes (construídas antes da publicação da Resolução nº 99/2017) deverão solicitar a outorga do barramento.

Empreendedores de barragens novas deverão solicitar a outorga do barramento, apresentando documentos e informações técnicas contidas no Termo de Referência nº 17/2019, já os empreendedores de barragens existentes deverão seguir o Termo de Referência nº 09/2019.

Barragens que já possuem outorga emitida pela SEMA deverão solicitar a outorga do barramento, seguindo o Termo de Referência nº 09/2019, pois a outorga emitida anteriormente (antes da publicação da Instrução Normativa nº 03/2019/SEMA/MT) era referente apenas à captação realizada na barragem e não ao barramento. Todos os empreendedores deverão realizar o cadastro das barragens sob sua responsabilidade.

O atendimento da PNSB pelos empreendedores ocorrerá, primeiramente, pelo cadastro da barragem e/ou solicitação da outorga na SEMA, seguido pela classificação da barragem, regulamentada pela Instrução Normativa nº 03/2019/SEMA/MT.

A classificação de barragens novas ocorrerá após a emissão da outorga, já a classificação de barragens existentes ocorrerá através de solicitação do empreendedor e/ou cadastro da barragem.

Com informações e dados fornecidos ao órgão pelo empreendedor, será realizada a classificação do Dano Potencial Associado (DPA) da barragem. Em seguida, o órgão poderá realizar vistoria nessa barragem para a classificação quanto à Categoria de Risco (CRI).

Na classificação do DPA deverá ser considerada a existência de outras barragens no mesmo corpo hídrico e seus contribuintes, que possam impactar ou sofrer impacto no caso de rompimento de alguma barragem, pois essa situação é comumente encontrada no estado de Mato Grosso.

As barragens fiscalizadas pela SEMA podem ter quatro classes dependendo da CRI e DPA, sendo elas A, B, C e D, apresentadas na Matriz de Classificação (Quadro 3) da Resolução SEMA nº 99/2017.

**QUADRO 3: Matriz de classificação**

CRI	DPA		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	A	C	D
BAIXO	A	D	D

Fonte: Resolução SEMA nº 99/2017.

A Matriz de Classificação relaciona a classificação quanto à Categoria de Risco (CRI) e quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), com o objetivo de estabelecer:

- A necessidade de elaboração do Plano de Segurança de Barragens (PSB) e Plano de Ação de Emergência (PAE), dependendo da classificação;
- A periodicidade das Inspeções de Segurança Regular (ISR);
- As situações em que deve ser realizada obrigatoriamente Inspeção de Segurança Especial (ISE); e
- A periodicidade da Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB).

Após a definição dos critérios de classificação e classe da barragem, o órgão enviará ao empreendedor um relatório contendo a descrição da Categoria de Risco (CRI) e do Dano Potencial Associado (DPA), além de atividades e/ou estudos com o devido prazo e periodicidade de execução pelo empreendedor. Essas atividades e/ou estudos estão apresentados no Quadro 4.

No caso de barragens em cascata de um mesmo empreendedor deverá ser elaborado um único PSB, considerando todas as barragens, e o PAE, quando exigido, e realizar a primeira RPSB no prazo máximo de um ano, a partir da entrega do PSB.

Para a renovação dos estudos de segurança de barragens, o empreendedor deverá apresentar os mesmos relatórios das atividades e estudos para a segurança de barragens mostrados na classificação, que serão solicitados após a classificação, com atualizações ou novos relatórios, dependendo da classe da barragem, conforme Resolução SEMA nº 99/2017.

**QUADRO 4: Atividades e estudos de segurança de barragem exigidos dependendo da classificação**

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	PSB <sup>1</sup> contendo PAE <sup>2</sup> , RPSB <sup>3</sup> e Relatórios de ISR <sup>4</sup>	PSB contendo PAE, RPSB e Relatórios de ISR	PSB (sem o PAE) apenas se volume do reservatório > 3 hm <sup>3</sup> ou h ≥ 15 m; RPSB e Relatórios de ISR
MÉDIO	PSB contendo PAE, RPSB e Relatórios de ISR	PSB (sem o PAE), RPSB e Relatórios de ISR	PSB (sem o PAE) apenas se volume do reservatório > 3 hm <sup>3</sup> ou h ≥ 15 m; RPSB e Relatórios de ISR
BAIXO	PSB contendo PAE, RPSB e Relatórios de ISR	PSB (sem o PAE), RPSB; Relatórios de ISR	PSB (sem o PAE) apenas se volume do reservatório > 3 hm <sup>3</sup> ou h ≥ 15 m; RPSB e Relatórios de ISR

<sup>1</sup> PSB: Plano de Segurança de Barragens; <sup>2</sup> PAE: Plano de Ação de Emergência; <sup>3</sup> RPSB: Revisão Periódica de Segurança de Barragens; <sup>4</sup> ISR: Inspeção de Segurança Regular.

Fonte: Resolução SEMA n° 99/2017.

A SEMA poderá exigir do empreendedor a Inspeção de Segurança Especial (ISE) e, em alguns casos, um deles referente ao descomissionamento. Embora os regulamentos sobre esse processo ainda não tenham sido publicados (até esta data). Menciona-se que a SEMA ainda não possui regulamentos publicados sobre o licenciamento ambiental de barragens no estado.

Uma crítica às solicitações de processos da SEMA é que o procedimento para essas solicitações é o convencional, podendo não ser adequado à realidade das pequenas barragens do estado e de seus empreendedores, que são os proprietários rurais. Assim, observa-se a necessidade de regulamentos para pequenas barragens que exijam estudos simplificados nesses casos.

### 6.3. Elaboração do Manual

O Manual foi confeccionado em folha ABNT A4 (210x297mm), em formato de configuração “retrato”, sendo que algumas folhas possuem apenas uma coluna, e outras, duas colunas de tamanhos diferentes. Optou-se pela folha com duas colunas, objetivando facilitar a apresentação dos conceitos e informações relevantes na mesma página onde a palavra chave foi inserida, além disso, o material foi elaborado em formato de perguntas e respostas para facilitar a compressão do conteúdo pelo público alvo.

Composto por fluxogramas, tabelas e figuras autoexplicativas, foi utilizada no Manual a estratégia didática de associação de cores aos fluxogramas e tabelas de cada processo. Assim, associou-se a cor azul à outorga e laranja à segurança de barragens.

O Manual contém 10 capítulos apresentados a seguir.

1. Barragem: apresenta conceitos sobre barragem e descreve componentes de uma típica barragem de terra.
2. Solicitação de processos referentes às barragens.
3. Solicitação de processos na SEMA.
4. Renovação de processos na SEMA.
5. Cancelamento de processos na SEMA.

6. Acompanhamento de processos na SEMA.
7. Regulamentações pertinentes aos barramentos.
8. Agradecimentos.
9. Referências.
10. Anexos: contendo regulamentos vigentes, termos de referência para solicitação de outorga, classificação, conteúdo mínimo dos estudos de segurança de barragens.

Ressalta-se que a avaliação do Manual melhorou o material quanto aos termos técnicos utilizados, aparência dos fluxogramas (visando facilitar o entendimento dos processos por parte dos empreendedores), além de sugestões de inserção do item “fluxo administrativo dos processos na SEMA”. As sugestões dadas pelos técnicos da SEMA foram essenciais para elevar a qualidade do material, visto que as recomendações foram tanto de ordem técnica, quanto visual.

Portanto, se o público alvo ao qual foi destinado o Manual seguir o material, acredita-se que este contribuirá para aumentar o número de barragens com outorga e atender os itens da PNSB. Com isso, acredita-se que o número de acidentes envolvendo as barragens fiscalizadas pela SEMA reduziria, e conseqüentemente perdas humanas, econômicas e danos ambientais, pois esses instrumentos exigem do empreendedor a apresentação de diversos estudos e atividades regulares cujo objetivo é a garantia da segurança de barragens.

## 7. CARTILHA DE AÇÕES DE MANUTENÇÃO EM PEQUENAS BARRAGENS DE TERRA

Pelas visitas às barragens fiscalizadas pela SEMA, constatou-se que, devido muitas vezes à falta de conhecimento, muitos empreendedores não realizam manutenções nas barragens sob sua responsabilidade ou realizam de forma inadequada, caracterizando a necessidade de elaborar um material que discorra sobre o assunto.

A cartilha denominada “Ações de Manutenção em Pequenas Barragens de Terra”, tem assim a função de fornecer aos empreendedores e/ou responsáveis técnicos pelas barragens, informações visando aumentar a segurança das pequenas barragens de terra no Mato Grosso. Para sua elaboração, utilizou-se a mesma metodologia empregada para a elaboração do “Manual de Outorga e Atendimento da Política Nacional de Segurança de Barragens no Estado de Mato Grosso: Guia de Procedimentos para Processos de Outorga e Segurança das Barragens Fiscalizadas pela SEMA-MT”. As etapas estão apresentadas a seguir:

### Etapa 1 - Definição do público alvo da cartilha

O público alvo da cartilha são os empreendedores das barragens, majoritariamente composto por proprietários de propriedades rurais, normalmente não possuem conhecimento técnico em relação à identificação de anomalias e atividades de manutenção em barragens.

### Etapa 2 - Definição do conteúdo da cartilha

Para o conteúdo central da cartilha foram escolhidos os seguintes itens:

- Atividades de inspeção e manutenção de anomalias em barragens, incluindo a definições sobre os componentes das barragens;
- “Dicas” para realização de inspeção em pequenas barragens;
- Tipos de inspeção;
- Procedimentos que devem ser realizados após a inspeção;
- Problemas (anomalias) que podem surgir em barragens de terra;
- Procedimentos de identificação e manutenção dessas anomalias;
- Procedimentos indicados para situações de ALERTA e EMERGÊNCIA;
- Dicas de operação da barragem.

A definição das anomalias foi realizada a partir da visualização dos problemas encontrados com maior frequência nas barragens, durante as vistorias realizadas nas barragens fiscalizadas pelas SEMA.

Durante as visitas foram realizados registros fotográficos das anomalias que, posteriormente, foram utilizados na cartilha.

### Etapa 3 - Busca de informações para a cartilha

Para a elaboração da cartilha foi feita busca de materiais sobre inspeções em barragens, atividades de manutenção e identificação de anomalias, em órgãos estaduais e federais, como a ANA (Agência Nacional de Águas) e o Imasul (Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso

do Sul). As informações relacionadas à Inspeção de Segurança foram coletadas na Resolução SEMA n° 99/2017.

#### Etapa 4 - Elaboração da cartilha

A cartilha foi baseada em materiais sobre inspeção e manutenção em barragens, como o “Guia Prático de Pequenas Barragens” da ANA; “Inspeção de barragens de aterro” da Fundação Parque Tecnológico Itaipu e ANA; e o “Guia Prático: Inspeção e Manutenção de Barragens de Terra” do Imasul.

Todas as informações coletadas na etapa anterior, foram devidamente organizadas e sistematizadas, de forma lógica e sequencial. Assim como no caso do Manual, buscou-se elaborar uma cartilha dinâmica, em formato de perguntas e respostas, com linguagem acessível e informações relevantes.

#### Etapa 5 - Avaliação da Cartilha

A cartilha foi avaliada pelos analistas da SEMA, sendo as sugestões acatadas pelos autores, a fim de melhorar a qualidade do material.

### **7.1. Cartilha elaborada**

A cartilha denominada “Ações de Manutenção em Pequenas Barragens de Terra”, foi elaborada em formato de perguntas e respostas para promover a compressão do conteúdo pelo público alvo, além disso, utilizou-se recursos como tabelas, figuras e fluxogramas autoexplicativos coloridos para manter a atenção do leitor.

O material tem como conteúdo principal a apresentação de anomalias (problemas encontrados nas barragens) e as atividades de manutenção recomendadas. Para a descrição dessas anomalias foram utilizados elementos visuais, ou seja, fotos coletadas em vistorias, sendo que nestas fotos foram empregados elementos textuais e gráficos para indicar essas anomalias (Figura 13), com o intuito de facilitar o entendimento do material pelo leitor.

FIGURA 13. Elementos utilizados para indicar a anomalia “buraco na barragem”



A cartilha foi confeccionada em formato de configuração “paisagem”, para facilitar principalmente, a apresentação dessas anomalias encontradas nas barragens e das tabelas. As sugestões dadas pelos analistas da SEMA na etapa 5 da metodologia, foram tanto de ordem técnica quanto visual, sendo estas aceitas pelos autores visando a melhoria do material.

Assim, a cartilha denominada “Ações de Manutenção em Pequenas Barragens de Terra”, foi elaborada contendo 14 capítulos, sendo eles:

### 1. Apresentação

Nesse capítulo está citado o processo de elaboração da cartilha, o conteúdo e os objetivos do material.

### 2. O que é barragem?

Apresenta a definição de barragens e seus componentes.

### 3. Anomalias em barragens de terra

O capítulo apresenta os problemas que podem surgir em pequenas barragens de terra e o local que eles podem ser encontrados.

### 4. O que é inspeção de barragens?

Faz uma definição de inspeção de barragem, os objetivos da inspeção, recursos necessários para a realização de uma inspeção, incluindo um modelo de ficha de inspeção;

### 5. Como realizar uma inspeção de barragens?

Faz recomendações para a realização de inspeções e cita algumas técnicas de inspeção.

### 6. O que verificar em uma inspeção?

Esse capítulo apresenta a definição das anomalias (problemas) que podem ser encontradas em barragens de terra, possíveis causas do aparecimento delas, importância da manutenção das anomalias, sugestão e recursos recomendados para a manutenção. As anomalias descritas nesse capítulo estão apresentadas a seguir.

- Crescimento excessivo de vegetação;
- Vegetação com raízes profundas;
- Presença de trincas na barragem;
- Presença de buracos na barragem;
- Presença de afundamentos na barragem;
- Presença de erosão;
- Presença de deslizamentos;
- Presença de surgências;
- Presença de áreas úmidas;
- Problemas causados pela ação de animais;
- Obstrução de vertedouro e/ou extravasores;
- Presença de vegetação excessiva;
- Ameaça de transbordamento.

7. Quais são os tipos de inspeções de segurança de barragens?

Apresenta a definição da Inspeção de Rotina (IR), Inspeção de Segurança Regular (ISR) e Inspeção de Segurança Especial (ISE), além da periodicidade da ISR e situações em que a ISE deve ser realizada.

8. Quais procedimentos devem ser realizados após a inspeção de segurança de barragens?

Apresenta procedimentos que devem ser seguidos após a realização das inspeções, incluindo a elaboração de relatórios, em alguns casos, e conteúdo mínimo desses relatórios.

9. Quais procedimentos devem ser adotados em casos de alerta e emergência?

Apresenta situações de alerta e emergência em pequenas barragens de terra e sugestões de ações aplicáveis a esses casos.

10. Quais são os órgãos fiscalizadores das barragens?

Cita os órgãos fiscalizadores da Segurança de Barragens no Brasil.

11. Como entrar em contato com a SEMA-MT?

Apresenta o endereço, telefone, *site* e e-mail da SEMA.

12. Outras informações

Esse capítulo apresenta as obrigações dos empreendedores e fiscalizadores, de acordo com a Lei nº 12.334/2010, além de citar outras fontes de informações sobre a Segurança de Barragens.

13. Referências

Cita as referências utilizadas para a elaboração da cartilha.

14. Anexos

Contém um modelo de ficha de inspeção para barragens de terra e dicas de operação em pequenas barragens.

Acredita-se que se a cartilha for utilizada de forma apropriada, ela facilitará a atuação de empreendedores e responsáveis técnicos na identificação de problemas que podem comprometer a segurança de barragens, e conseqüentemente, providenciar a realização de manutenções adequadas.

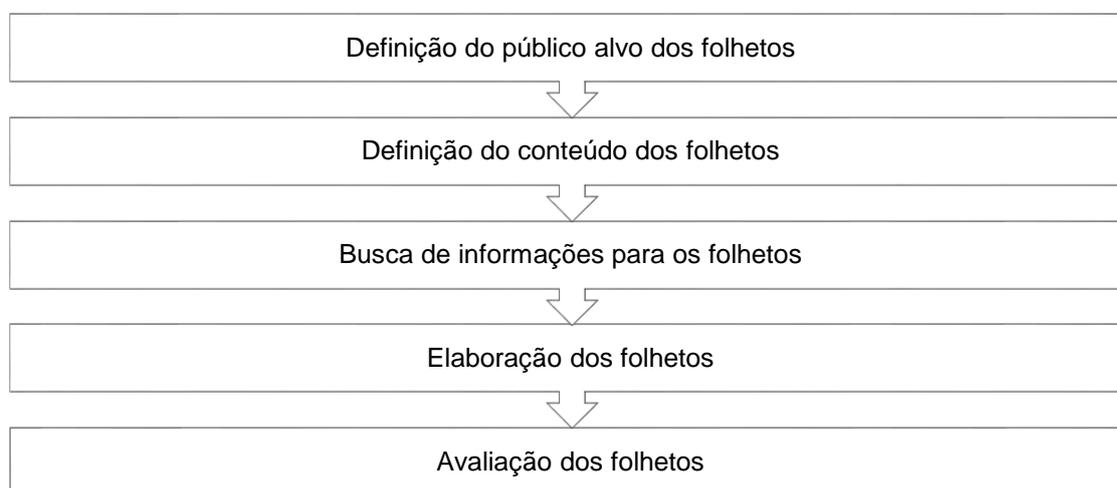
Com isto, espera-se reduzir o número de acidentes causados pela falta de manutenção nas barragens fiscalizadas pela SEMA.

## 8. FOLHETOS SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Os folhetos de segurança de barragens foram elaborados pela necessidade de ter materiais resumidos, em linguagem simples e acessível para informar os empreendedores e sociedade civil sobre a segurança de barragens.

Os folhetos foram elaborados utilizando a mesma metodologia empregada na elaboração do “Manual de Outorga e Atendimento da Política Nacional de Segurança de Barragens no Estado de Mato Grosso: Guia de Procedimentos para Processos de Outorga e Segurança das Barragens Fiscalizadas pela SEMA/MT” e da “Cartilha de Ações de Manutenção em Pequenas Barragens de Terra”, composta por 5 etapas (Figura 14), sendo que as etapas 1 e 5 são comuns para todos os folhetos.

FIGURA 14. Metodologia empregada para a elaboração dos folhetos



Fonte: Elaboração dos autores.

Os temas para os folhetos foram escolhidos baseados nas visitas às barragens, observação *in loco* e aplicação de questionários aos empreendedores e responsáveis técnicos. Neste último caso, coletou-se sugestões diretamente com o público alvo dos materiais.

Através de perguntas subjetivas, eles sugeriram que o fornecimento de orientações sobre a segurança de barragens e de informações sobre as leis vigentes facilitariam a atuação deles no cumprimento da PNSB.

Assim, foram selecionados quatro temas prioritários:

- Cumprimento da PNSB;
- Manutenção em pequenas barragens de terra;
- Operação de pequenas barragens de terra;
- Regulamentos sobre segurança de barragens.

As informações do Folheto 1 foram coletadas no “Manual de Outorga e Atendimento da Política Nacional de Segurança de Barragens no Estado de Mato Grosso”. Já para os Folhetos 2 e 3, na “Cartilha de Ações de Manutenção em Pequenas Barragens de Terra”. Foram

inseridas nos folhetos, as informações consideradas mais relevantes desses materiais, sendo que esses dados foram resumidos.

O conteúdo do Folheto 4 foi obtido na em leis nacionais, leis estaduais e demais regulamentos vigentes como a Lei Federal nº 12.334/2010, a Lei SEMA nº 99/2017, a Instrução Normativa nº 03/SURH/SEMA/MT, o Termo de Referência Padrão nº 09/SURH/SEMA/MT e o Termo de Referência Padrão nº 17/SURH/SEMA/MT.

Foram buscados modelos de *folders* e cartilhas sobre segurança de barragens em órgãos nacionais e internacionais como *Federal Emergency Management Agency (FEMA)*, *Direction Départementale des Territoires & Mission Inter-Services de l'Eau du Territoire de Belfort*, Ministério de Minas e Energia, que possuem materiais voltados para empreendedores e técnicos da área de segurança de barragens.

As informações coletadas na etapa 3, foram devidamente organizadas e sistematizadas, de forma lógica e sequencial.

Os folhetos foram elaborados com linguagem acessível, informações relevantes, e fluxogramas autoexplicativos, assim como foi realizado nos outros materiais.

### 8.1. Folhetos elaborados

Os folhetos foram elaborados em duas versões: a digital disponibilizada no *site* da SEMA, com o objetivo de promover a maior difusão do material, e a versão impressa para a divulgação física do material, com a finalidade de permitir o acesso dos materiais em locais onde a versão digital pode ser de difícil acesso.

Os folhetos na versão digital foram elaborados em folha ABNT A4 (210 x 297 mm), já os folhetos impressos foram elaborados em formato *folder*, ou seja, com configuração “paisagem” e duas folhas divididas em três colunas cada.

Um grande desafio na confecção dos folhetos foi a adequação das informações técnicas sobre a segurança de barragens à linguagem acessível e atrativa aos empreendedores (público alvo do manual). Por isso, foi importante a avaliação do material por parte deles e pelos técnicos da SEMA. A Figura 15 apresenta o momento de uma avaliação do folheto preliminar impresso.

FIGURA 15. Avaliação dos folhetos



Em síntese, as sugestões dadas pelos técnicos da SEMA foram a respeito de termos técnicos utilizados no material, além de recomendações para a melhoria de fluxogramas. Já as sugestões dadas pelos empreendedores, foram acerca do tamanho da fonte dos folhetos e a inserção de mais elementos gráficos coloridos.

Assim, em todos os folhetos utilizou-se recursos como tabelas, fluxogramas, fotos e figuras coloridas para propiciar um material mais atrativo ao leitor. Além disso, para cada tema escolheu-se uma cor, sendo que para o folheto 1 foi definida a cor marrom, para o folheto 2 a cor azul, para o folheto 3 cinza e a cor verde para o folheto 4. As capas dos folhetos foram feitas utilizando registros fotográficos das vistorias.

Como foi realizado na elaboração do manual e da cartilha, os folhetos também foram feitos em formato de perguntas e respostas, a fim de promover maior interação com o leitor do material.

Por fim, essas etapas resultaram em quatro folhetos, sendo eles:

- “Outorga e Atendimento da Política Nacional de Segurança de Barragens no Estado de Mato Grosso: Guia de procedimentos para solicitação de Outorga do barramento e Segurança das Barragens fiscalizadas pela SEMA/MT” (Figura 16A);
- “Ações de Manutenção em Pequenas Barragens de Terra” (Figura 16B);
- “Dicas de Operação em Pequenas Barragens” (Figura 16C); e
- “Regulamentos Vigentes sobre Segurança de Barragens” (Figura 16D).

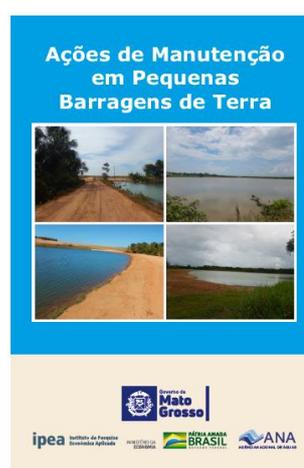
Espera-se que esses materiais cumpram a função para qual foram elaborados, ou seja, de informar com rapidez e eficácia os atores sociais envolvidos na segurança de barragens para assim buscarem informações mais aprofundadas e específicas sobre os temas propostos, conseqüentemente, promover a melhoria da gestão das barragens nos quesitos: cumprimento da PNSB, realização de inspeções, manutenção, operação em pequenas barragens, e conhecimentos dos regulamentos atuais sobre a segurança de barragens.

**FIGURA 16. Capas dos folhetos sobre segurança de barragens**

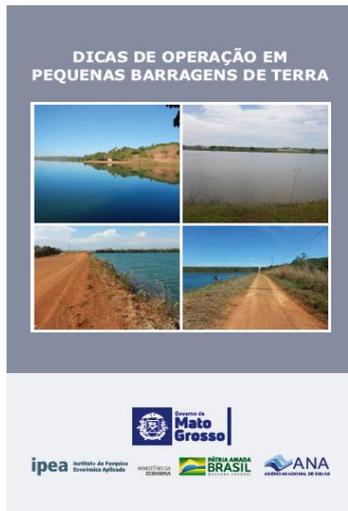
16A – Folheto 1



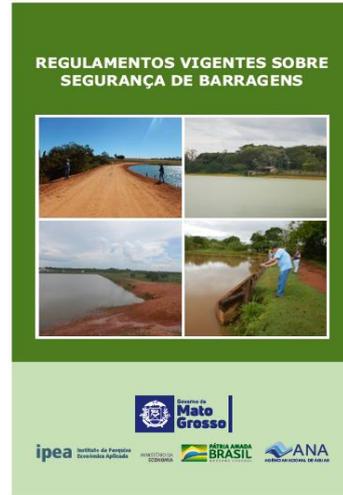
16B – Folheto 2



16C – Folheto 3



16D – Folheto 4



## 9. MANUAL DO FISCALIZADOR

O “Manual do Fiscalizador: Guia de Procedimentos para Segurança de Barragens da SEMA/MT”, tem como público alvo os analistas da SEMA e foi elaborado a partir das necessidades do órgão em ter procedimentos descritos e detalhados, compilados em um único material sobre barragens fiscalizadas pelo órgão. Logo, o objetivo do manual é facilitar a atuação dos analistas da SEMA da área de segurança de barragens.

Além disso, a elaboração do Manual do Fiscalizador seguiu a mesma metodologia que contém 5 etapas, utilizada para a elaboração de outros materiais mencionados anteriormente.

O conteúdo desse manual foi definido a partir das atribuições do órgão perante o tema segurança de barragens, ou seja, a partir das obrigações dos fiscalizadores apresentadas na PNSB e das competências da Gerência de Segurança de Barragens da SEMA apresentadas no Regimento Interno da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Decreto nº 153 de 28 de junho de 2019).

Assim, o conteúdo central escolhido foi acerca do cadastro, classificação de barragens quanto à Categoria de Risco (CRI) e ao Dano Potencial Associado (DPA), vistoria e/ou fiscalização de barragens, estudos e atividades de segurança de barragens,

Conteúdos como os termos técnicos de segurança de barragens, legislações federais e estaduais vigentes, processos relacionados às barragens e Relatório de Segurança de Barragens também foram inseridos no material para facilitar a compressão do leitor.

As informações para o manual foram buscadas na literatura técnica sobre barragens, incluindo materiais de órgãos fiscalizadores federais como a Agência Nacional de Águas; regulamentos federais, estaduais e internacionais, como a PNSB (Lei nº 12.334/2010), Resolução SEMA nº 99/2017, Instrução Normativa nº 03/2019/SEMA/MT, Resolução CNRH nº 143/2012, Resolução ANA nº 132/2016, Decreto-Lei nº 21/2018, entre outros; e ainda os procedimentos já existentes na SEMA relacionados à segurança de barragens.

A estrutura do “Manual do Fiscalizador” foi baseada em modelos de manuais já existentes, como o “Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos” da ANA (Agência Nacional de Águas).

Após a obtenção das informações e dados, estas foram organizadas e inseridas de forma objetiva e completa nos capítulos correspondentes. O manual foi elaborado em linguagem técnica compatível com o público alvo do mesmo. E fez uso de recursos como mapas, tabelas, figuras e fotos de vistorias.

O material foi avaliado pelo próprio público alvo do manual, ou seja, os analistas ambientais da SEMA da área de segurança de barragens. Os avaliadores sugeriram a substituição de alguns termos técnicos, além de sintetizar conceitos sobre a segurança de barragens. Todas as recomendações foram atendidas.

Essas etapas resultaram no material denominado “Manual do Fiscalizador: Guia de Procedimentos para Segurança de Barragens da SEMA/MT”, contendo 11 capítulos, sendo eles:

#### Capítulo 1 - Definições relacionadas à Segurança de Barragens

Apresenta diversas definições sobre os componentes das barragens, bem como definições pertinentes à segurança de barragens.

#### Capítulo 2 - Legislação Vigente sobre Segurança de Barragens

Apresenta os regulamentos nacionais e estaduais relativos à segurança de barragens.

#### Capítulo 3 - Cadastro e Identificação de Barragens

Esse capítulo aborda detalhes sobre como os analistas devem realizar o cadastro das barragens no SNISB (Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens), além de mostrar uma metodologia para a identificação indireta de barragens.

#### Capítulo 4 - Classificação de Barragens

Esse capítulo trata de procedimentos para a classificação de barragens por Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA), incluindo a classificação do DPA de barragens em cascata;

#### Capítulo 5 - Vistoria e/ou Fiscalização de Barragens

Aborda procedimentos para realização de vistoria em barragens fiscalizadas pela SEMA-MT, incluindo detalhes sobre as anomalias comumente encontradas em barragens de terra, além de detalhes sobre a elaboração de relatório de vistoria.

#### Capítulo 6 - Estudos e Atividades em Segurança de Barragens

Apresenta detalhes sobre os estudos e atividades em segurança de barragens (a serem verificados nas Vistorias), como PSB (Plano de Segurança de Barragens), ISR (Inspeção de Segurança Regular), ISE (Inspeção de Segurança Especial), RPSB (Revisão Periódica de Segurança de Barragens) e PAE (Plano de Ação de Emergência), bem como o conteúdo mínimo e, periodicidade desses estudos e atividades.

#### Capítulo 7 - Processos de Outorga e Segurança de Barragens

Esse capítulo trata dos processos de outorga e quanto à segurança de barragens fiscalizadas pela SEMA-MT, de acordo com os regulamentos vigentes.

#### Capítulo 8 - Relatório de Segurança de Barragens (RSB)

Esse capítulo aborda procedimentos para o envio de informações anualmente à ANA (Agência Nacional de Águas) para a elaboração do RSB.

#### Capítulos 9 e 10

Esses capítulos apresentam, respectivamente, os Agradecimentos e as Referências utilizadas para a elaboração deste manual.

## Capítulo 11 - Anexos

Apresenta formulários e regulamentos sobre a segurança de barragens.

Menciona-se que os capítulos 3 e 4 do Manual do Fiscalizador apresentam produtos desenvolvidos no âmbito do Projeto Ferramentas, já citados nesse relatório, contendo a metodologia para a identificação de espelhos d'água e o procedimento para a análise do Dano Potencial Associado (DPA) de barragens em cascata.

Com esse material, espera-se facilitar a atuação dos analistas da SEMA da área de segurança de barragens, principalmente em atividades chaves realizadas frequentemente no órgão, como o cadastro e identificação de barragens, classificação, vistoria e análise de processos de segurança de barragens.

## 10. TREINAMENTO DE SENSIBILIZAÇÃO SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Após a elaboração das ferramentas para a melhoria da gestão das barragens fiscalizadas pela SEMA, percebeu-se a necessidade de divulgação das mesmas. Foi então realizado o Seminário de Compartilhamento das Ferramentas de Segurança de Barragens, que teve como objetivo a exposição dos materiais desenvolvidos no Projeto, a conscientização dos atores sociais relacionados à segurança de barragens e discussões acerca do tema.

Além da divulgação dos produtos desenvolvidos no âmbito do Projeto, foram incluídas no evento, para maior abrangência, apresentações realizadas por representantes de entidades que se relacionam com o tema segurança de barragens.

O evento foi realizado no dia 5 de novembro de 2019, no auditório da FIEMT (Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso), localizado na Avenida Historiador Rubens de Mendonça, 4.193 - Centro Político Administrativo, Cuiabá/MT, das 08h às 18h.

O evento contou com recepção e credenciamento dos participantes; mesa de abertura; 6 palestras cada uma com 40 minutos de duração; perguntas, discussões e debates após cada palestra; e por fim, o encerramento. A Figura 17 apresenta os participantes do evento, que incluem os atores sociais envolvidos na segurança das barragens fiscalizadas pela SEMA.

Os convidados do evento foram os atores sociais envolvidos na segurança das barragens fiscalizadas pela SEMA-MT (Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso), sendo eles:

- Empreendedores das barragens, representado pelo APROFIR e FAMATO (Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso);
- Órgãos fiscalizadores da segurança de barragem de outros estados;
- Defesa Civil, FIEMT (Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso);
- Representantes do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso;
- Representantes da UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso), pesquisadores, estudantes, analistas ambientais, responsáveis técnicos; e
- Técnicos do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), da ANA (Agência Nacional de Águas) e da SEMA-MT.

O evento contou com palestras de representantes do IPEA (pesquisadores associados do Projeto Ferramentas), ANA (Agência Nacional de Águas), SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso), UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso), APROFIR (Associação dos Produtores de Feijão, Trigo e Irrigantes de MT) e Defesa Civil Estadual.

Os pesquisadores do IPEA apresentaram as ferramentas desenvolvidas para o estado de Mato Grosso e entregaram para os participantes do evento os folhetos elaborados no projeto, mencionados anteriormente. Já os outros órgãos expuseram suas atuações perante a questão de segurança de barragens.

Por fim, o Seminário de Compartilhamento de Ferramentas Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos, além de cumprir a sua missão básica de apresentar os *status* final das pesquisas em segurança de barragens no estado de Mato Grosso, também foi bastante positivo no sentido de estabelecer junto aos representantes do órgão gestor, um melhor conhecimento dos produtos já demonstrando a reafirmação do compromisso que deve ser assumido, para haver um real aproveitamento dos documentos desenvolvidos.

**FIGURA 17. Participantes do Seminário de Compartilhamento do Projeto Ferramentas de Gestão**



## 11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A existência de inúmeras barragens de pequeno porte, e muitas em cascata, disseminadas pelo estado de Mato Grosso representa um risco de acidentes e catástrofes, relacionadas com segurança de barragens. Da forma como elas se originaram e vivem o dia a dia (falta de projeto; construção inadequada; falta de conhecimento de técnica e de legislação; falta de manutenção; falta de recursos; etc), há incerteza sobre sua segurança.

Sabia-se que muitas barragens pequenas haviam sido construídas de forma precária, sem projeto e sem construção de qualidade. Em vários casos, a finalidade seria a de atendimento ao negócio de piscicultura. Em outros casos, inicialmente nem havia sido pensada a construção como barragem, mas sim como simples aterro para garantia de passagem de veículos. Mas, com essa estrutura nova, a passagem de água acabou sendo dificultada e acabou permitindo a formação de um pequeno reservatório. Essa situação não é adequada e pode ser mais perigosa, uma vez que o aterro de barragem deve receber um tratamento mais adequado, para que permita resistir aos esforços das águas represadas, com a devida segurança.

Apesar de que representantes da SEMA-MT já possuíam alguma orientação quanto à segurança de barragens, não havia uma padronização de procedimentos, nem documentação orientativa e nem protocolos adequados. E, era sabido que existiam muitas pequenas barragens, sem documentação adequada, sem outorga, ou sem registro, ou mesmo sem a devida classificação. Com isso, não só a fiscalização ficava prejudicada, mas (principalmente) os empreendedores não sabiam (ou não se interessavam) em atender às exigências oficiais quanto às suas obrigações e responsabilidades.

Agora, com as novas ferramentas elaboradas, de um lado, os empreendedores receberão informação e orientação, com a disponibilidade e divulgação dos Folhetos, Guias e Reuniões Públicas (com apoio de órgãos locais; Sindicatos; Defesa Civil; Associações etc.). Assim, poderão tentar desenvolver as necessárias atividades que legalmente são de sua responsabilidade.

De outro, a equipe da SEMA-MT poderá desempenhar de forma mais abrangente e mais eficiente e eficaz, as atividades (registro; vistoria; orientação; fiscalização etc.) e de forma mais integrada com a situação dos empreendedores.

Durante o desenvolvimento da pesquisa já foram verificados alguns avanços na segurança de barragens de Mato Grosso, apenas pela existência do Projeto na SEMA. Como no caso da incorporação do produto referente à identificação de espelhos d'água pelo SIMCAR, que foi utilizado no órgão para a identificação de barragens e de empreendedores, nas atividades de vistorias em campo.

Também ocorreu a inclusão e utilização do procedimento para a classificação quanto ao DPA de barragens em cascata, na gerência. Inclusive, houve treinamentos dos analistas para a execução desse procedimento.

Ocorreu ainda, o emprego da cartilha e do manual do fiscalizador pelos analistas da SEMA, sendo o primeiro utilizado nas atividades de vistorias e elaboração dos relatórios de vistoria pelos analistas. O segundo material foi utilizado no final da pesquisa por novos analistas que foram transferidos para o setor de barragens.

A incorporação dos folhetos ocorreu no evento de treinamento de sensibilização sobre a segurança de barragens (Seminário sobre a Segurança de Barragens), que foi um evento resultante da parceria entre IPEA, ANA e SEMA, pela entrega do material aos participantes do Seminário. Esse evento também cumpriu o seu objetivo que era a divulgação das ferramentas desenvolvidas no Projeto, a partir de apresentações e palestras de diversos atores sociais envolvidos na segurança de barragens.

Além disso, a própria existência do Projeto já fomentou mudanças positivas na área de segurança de barragens da SEMA-MT, como: criação de um setor exclusivo para tratar de assuntos sobre a segurança de barragens, denominada de Gerência de Segurança de Barragens (GSB); compra de materiais para subsidiar as atividades de escritório e de vistorias; aquisição de ArcGIS versão 10.7 para a classificação das barragens quanto ao DPA; publicação da Instrução Normativa nº 03/2019/SEMA/MT, que dispõe sobre a classificação e Termos de Referência de outorga de obra hidráulica, demonstrando o reconhecimento da necessidade de ações proativas do estado.

Espera-se que as ferramentas em conjunto cumpram a função principal para a qual foram elaboradas, que é a promoção da segurança das barragens no estado. Isso deve ocorrer, por meio da melhoria da atuação do órgão fiscalizador e do cumprimento da PNSB pelos empreendedores, minimizando assim os impactos ambientais, socioeconômicos e riscos para a segurança pública.

Porém isso só ocorrerá se houver implementação efetiva dessas ferramentas pelo órgão, utilização frequente delas, pelos atores aos quais esses produtos foram destinados e, se o tema receber o devido apoio e condições (verba, equipamentos, treinamentos, equipe etc.).

Assim, recomenda-se que o órgão disponibilize as ferramentas desenvolvidas no *site* e no próprio órgão, além de realizar oficinas de trabalhos regulares em diversas regiões do estado, principalmente, visto que o mesmo possui grande extensão territorial, com os atores da segurança de barragens, em especial os empreendedores que são os principais responsáveis pela garantia da segurança de barragens, além de conselhos de classe, universidades, responsáveis técnicos, Defesa Civil, entre outros, situados em áreas bastante distribuídas. Os eventos regionais permitirão a boa divulgação dos produtos da pesquisa, assim como fomentar a cultura da segurança de barragens em Mato Grosso, com avanços acerca do tema.

## 12. AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar os agradecimentos, pela oportunidade de participar desse importante Projeto, esperando ter apresentado uma boa contribuição, para as atividades da SEMA-MT, com relação à segurança de barragens no estado de Mato Grosso.

Inicialmente, os agradecimentos registram a orientação, apoio e profissionalismo, desempenhados pelo Coordenador do Projeto no IPEA, Antenor Lopes de Jesus Filho.

Em seguida, também devem ser citados os esforços, avaliações e orientações, efetuadas pela equipe de Coordenação na ANA, mais proximamente, por Brandina de Amorim e Ludmila Rodrigues, e pela equipe técnica da Coser e Cofis, Fernanda Laus de Aquino e Josimar Alves de Oliveira. O apoio da equipe da ANA, inclusive pela disponibilização de *software*, orientação e treinamento, foi muito importante, para o adequado desenvolvimento das atividades, principalmente da bolsista local.

Não podem ficar sem registro, os agradecimentos também para a equipe da SEMA-MT, em especial, o apoio e orientação dados pela Gerente, Maria de Fátima Souza Cardoso, e por Yara Dias, Cláudio Barreto e Renato José. Sem o apoio incansável dessa equipe, o desenvolvimento das atividades teria sido quase impossível.

### 13. REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. P. O. **Contribuição ao estudo do índice de segurança de barragens – ISB**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Geração de manchas para classificação de barragens quanto ao dano potencial associado: Metodologia simplificada**. 2017. Disponível em: <<https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/handle/ana/319>> Acesso em: 14/08/2018.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Relatório de segurança de barragens**. Brasília, 2016. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/Seguranca/RelatorioSegurancaBarragens\\_2016.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/Seguranca/RelatorioSegurancaBarragens_2016.pdf)> Acesso em: 15/11/2018.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 1998.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, 1998.

BRASIL. **Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010**. 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. Brasília, 2010.

BRASIL. **Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012**. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório. Brasília, 2012.

BRASIL. **Resolução ANA nº 132, de 22 de fevereiro de 2016**. Estabelece critérios complementares de classificação de barragens reguladas pela Agência Nacional de Águas – ANA, quanto ao Dano Potencial Associado – DPA. Brasília, 2016.

FUSARO, T. C. *et al.* **Módulo III: gestão e desempenho de barragens**. Unidade 1: análise e gestão de riscos. Disponível em: <[https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/110/27/Unidade\\_1-modulo3.pdf](https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/110/27/Unidade_1-modulo3.pdf)> Acesso em: 30/07/2018.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Divisão de geração de imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>> Acesso em: 20/07/2018.

IPEA. Programa de consolidação do pacto nacional pela gestão de águas – Progestão (Referencial Básico de Avaliação). Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. Relatório síntese do I seminário de acompanhamento do Projeto Ferramentas de Gestão, 2018.

\_\_\_\_\_. **Programa de consolidação do pacto nacional pela gestão de águas (1 ciclo)** - Estado de Mato Grosso. 2017. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatorio\\_institucional/171214\\_relatorio\\_institucional\\_fronteras\\_do\\_brasil\\_mato\\_grosso.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatorio_institucional/171214_relatorio_institucional_fronteras_do_brasil_mato_grosso.pdf)> Acesso em: 23/05/2018.

\_\_\_\_\_. Relatório síntese do II seminário de acompanhamento do Projeto Ferramentas de Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito do Progestão, IPEA, Brasília, DF, maio 2019.

MATO GROSSO. **Decreto nº 153 de 28 de junho de 2019**. Regimento Interno da Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA. Cuiabá, 2019.

\_\_\_\_\_. **Resolução SEMA nº 99/2017**. Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência, das barragens fiscalizadas pela SEMA. Cuiabá, 2017.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa nº 03/2019/SEMA/MT**. Dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de Classificação quanto à Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA) de Barragens para uso múltiplo, em corpos hídricos de domínialidade do Estado e dá outras providências. Cuiabá, 2019.

MEDEIROS, C. H. A. C.; DIAS, G. G.; ANDERÁOS, A.; LEONARDI, C.; PIMENTEL, C. E. B.; NEUMANN, C.; OSAKO, C.; COELHO, D. P.; FARIA, E. F.; WILLRICH, F. L.; PATIAS, J.; OLIVEIRA, J. A.; ARAÚJO, L. M. N.; MATOS, S. F. **Módulo I: Aspectos legais, técnicos e socioambientais**. Unidade 1: Diretrizes, legislação e regulamentação. Capacitação ANA: Segurança de Barragens. 2013. Disponível em: <[https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/110/2/Unidade\\_1-modulo1.pdf](https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/110/2/Unidade_1-modulo1.pdf)> Acesso em 10 ago. 2018.

PORTUGAL. **Decreto-Lei n.º 21/2018**. Procede à primeira alteração ao Regulamento de Segurança de Barragens, aprovado em anexo ao Decreto-Lei n.º 344/2007, de 15 de outubro; e Aprova o Regulamento de Pequenas Barragens. Diário da República, 1.ª série, nº 62, Lisboa, 2018.

RODRIGUES, L. N.; SANO, E. E.; AZEVEDO, J. A.; SILVA, E. M. **Pequenas barragens de terra na Bacia do Rio Preto: distribuição espacial e área do espelho d'água**. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. São Paulo, 2007.

TRINDADE JUNIOR. Aperfeiçoamento de Ferramentas Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito do Progestão: Considerações sobre um projeto de pesquisa aplicado (Nota de pesquisa). Boletim Regional, Urbano e Ambiental (Número 20). Jan – Jun/ 2019.