

PROJETO DE PESQUISA APLICADA

*Aperfeiçoamento de Ferramentas Estaduais de Gestão
de Recursos Hídricos no Âmbito do Progestão*

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

Autor: *Erick de Lima Sebadelhe Valério*

Modalidade da Bolsa: *Assistente de Pesquisa III*

Área Temática: *Gestão de Eventos Críticos*

NOVEMBRO/2018

DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

Objetivo Finalístico: Modelo de previsão de cheias e determinação de áreas alagáveis na bacia hidrográfica do rio Poxim, no estado de Sergipe.

Macroatividade 1: Análise de dados e informações hidrológicas, hidráulicas e de sistemas de informação geográficas existentes, para análises estatísticas e modelagens matemáticas hidrológicas e hidráulicas;

1. ESTUDO E CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS E INFORMAÇÕES EXISTENTES

1.1. Levantamento e obtenção de dados

A etapa inicial do trabalho consistiu no levantamento dos dados disponíveis para a área de estudo. Foram levantados dados da Agência Nacional de Águas (ANA), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH/SE), Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Centro de Previsão e Estudos Climáticos (CPTEC) e Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de desastres Naturais CEMADEN, Defesa Civil Estadual e Municipal, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

1.1.1. Levantamento dos estudos realizados na bacia

Estudo hidrológico para construção da barragem no rio Poxim-Açú, Atlas Digital sobre recursos hídricos de Sergipe e outros estudos.

1.1.2. Dados hidrológicos e hidráulicos

1.1.2.1. Base de dados da SEMARH/SE

1.1.2.2. Hidroweb e Gestor PCD da ANA

1.1.2.3. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP/INMET

1.1.2.4. Base de dados da DESO

1.1.3. Dados climáticos

1.1.3.1. BDMEP/INMET

1.1.3.2. *Base de dados do CPTEC/INPE e do SINDA/INPE*

1.1.3.3. *Dados do Xavier*

1.1.4. Rotina de operação do reservatório no rio Poxim-Açú

1.1.4.1. *Estudo para construção da barragem*

1.1.4.2. *Regras de operação*

1.1.4.3. *Informações da DESO*

1.1.5. Levantamento de fotografias aéreas e Modelos Digitais do Terreno

1.1.5.1. *Obtenção das imagens aéreas da SEPLAG/SE*

1.1.5.2. *Obtenção das curvas de nível*

1.1.5.3. *Verificação e/ou criação de um Modelo Digital de Terreno*

1.1.6. Mapas de uso e ocupação do solo

1.1.6.1. *Base de dados estadual*

1.1.6.2. *Mapas da EMBRAPA*

1.2. Levantamento dos eventos críticos de inundação

Com base nas séries históricas e em dados levantados em órgãos como a Defesa Civil e o CEMADEN, além da base de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), foi realizado um levantamento das cheias históricas que ocorreram na bacia e os impactos verificados.

1.3. Visitas de campo

Durante essa etapa está prevista a realização de visitas de campo para coleta e verificação de dados e pontos importantes a serem considerados nas etapas posteriores.

1.3.1. Observação das condições das seções transversais do rio

1.3.2. Observação das condições do rio (assoreamento)

1.3.3. Observação das condições do reservatório no rio Poxim-Açú

1.3.4. Observação de outros pontos importantes para a modelagem

1.4. Análise de consistência e preenchimento de falhas

Para consolidação dos dados hidrometeorológicos levantados, será realizada a análise de consistência e o preenchimento das falhas (quando houver necessidade).

1.4.1. Dados de estações convencionais

1.4.2. Dados de estações telemétricas

1.5. Compilação e integração dos dados

Os dados consolidados serão inventariados e compilados em na base de dados do HEC-DSS. Demais informações estão sendo organizadas e compartilhadas em nuvem (OneDrive). Os mapas gerados serão inseridos no Atlas Digital do estado de Sergipe. Essa etapa será realizada de forma contínua ao longo de todo o projeto.

1.6. Definição dos modelos

A falta de dados, em termos de quantidade e qualidade, é um dos fatores limitantes para uma boa modelagem. Assim, a definição do modelo a ser aplicado para a bacia em estudo foi com base nos dados disponíveis. Inicialmente, foi decidido trabalhar com o modelo HEC-HMS para a modelagem hidrológica e com o HEC-RAS para a modelagem hidrodinâmica.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA

O Diagnóstico apresenta um panorama atualizado da situação hidrológica na bacia e foi elaborado com base nos dados e informações existentes e disponíveis, considerando também o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (2015). Este Diagnóstico consiste em um documento rico em informações atualizadas, consolidadas e analisadas sobre a bacia, constituindo-se como um elemento balizador para as demais etapas do presente projeto e ponto de partida para novos estudos e futuras atualizações.

2.1. Caracterização hidrológica

- 2.1.1. Cálculo das precipitações máximas e médias
- 2.1.2. Construção e análise de isoietas
- 2.1.3. Cálculo das vazões máximas, médias e mínimas
- 2.1.4. Determinação das curvas de permanência
- 2.1.5. Obtenção das vazões de referência
- 2.1.6. Levantamento das demandas
- 2.1.7. Análise das curvas chave
- 2.1.8. Construção de Diagrama Unifilar

Macroatividade 2: Realizar modelagem matemática hidrológica (modelo chuva-vazão) e hidráulica (propagação de cheias na calha fluvial);

3. MODELAGEM HIDROLÓGICA/HIDRODINÂMICA

A atividade a ser desenvolvida nessa etapa compreende fundamentalmente a calibração e validação dos modelos hidrológico e hidráulico, e simulação e análises de

possíveis cenários de eventos e suas consequências, além da consideração do impacto esperado de eventuais intervenções.

3.1. MODELAGEM HIDROLÓGICA

Em um primeiro momento buscaremos trabalhar com as estações disponíveis na Bacia do Rio Poxim. Entretanto, já foi observado a grande escassez de dados na bacia, especialmente de dados de vazão confiáveis, o que impede a calibração do modelo. Por isso, as seguintes opções serão estudadas: calibração da sub-bacia experimental da UFS (dependemos da disponibilização dos dados), localizada dentro da Bacia do Rio Poxim, e regionalização de vazões de estações localizadas em bacias vizinhas com características semelhantes a bacia estudada.

3.1.1. Configuração do HEC-HMS

Os métodos e equações que serão utilizados pelo modelo hidrológico serão selecionados conforme a disponibilidade de dados.

3.1.2. Seleção de eventos extremos

Serão selecionados eventos extremos ocorridos na Bacia do Rio Poxim que foram monitorados pelas estações telemétricas. Uma parte desses eventos será utilizada para a calibração do modelo e a outra para a validação.

3.1.3. Preparação dos dados de entrada

3.1.3.1. Informações topográficas (MDE)

3.1.3.2. Mapas de uso e tipo de solo

3.1.3.3. Grid de precipitação

3.1.3.4. Grid de dados meteorológicos

3.1.4. Definição dos limites de variação dos parâmetros

3.1.5. Definição da função objetivo

3.1.6. Calibração

3.1.6.1. Manual

3.1.6.2. Automática

3.1.7. Verificação do ajuste dos eventos extremos

3.1.8. Validação

Essa etapa consiste em verificar se o modelo está representando adequadamente a região em estudo. Através da simulação de eventos extremos que não fizeram parte do processo de calibração, serão comparadas as vazões geradas pelo modelo hidrológico com as vazões observadas, com o auxílio de coeficientes de correlação (Nash e LogNash).

3.1.9. Simulação de Cenários

3.1.9.1. Determinação da precipitação máxima provável

Serão considerados os tempos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos.

3.1.9.2. *Simulação dos hidrogramas correspondentes*

3.2. MODELAGEM HIDRODINÂMICA

3.2.1. Delimitação da área que será simulada

3.2.2. Seleção de eventos com registros de limites de inundação

Será avaliada a disponibilidade e confiabilidade dessas informações, inclusive em imagens de satélites.

3.2.3. Preparação dos dados de entrada

3.2.3.1. *Interpolação dos perfis transversais*

3.2.3.2. *Preparação do MDE de alta resolução*

3.2.3.3. *Conexão entre o MDE e perfis transversais*

3.2.3.4. *Seleção de hidrogramas para simulação*

3.2.3.5. *Amarração entre o MDE e os cotogramas das estações*

3.2.4. Definição das condições de contorno

3.2.5. Definição das condições iniciais

3.2.6. Calibração

A calibração será com base no evento selecionado que possuem informações sobre os limites de inundação. Caso não se tenha essas informações, os parâmetros serão definidos de forma que melhor represente as características da área estudada.

3.2.7. Validação

Será realizada validação caso se tenha disponível mais de um evento de inundação diferente do utilizado para a calibração.

3.2.8. Simulação de Cenários

Os hidrogramas obtidos pelo modelo hidrológico para diferentes tempos de retorno serão simulados no modelo hidráulico para gerar as manchas de inundação. Nessa etapa também serão avaliados os efeitos do reservatório e da maré.

Macroatividade 5: Elaborar mapas de risco de inundação e de níveis de alerta visando a mitigação dos efeitos de cheias do rio Poxim, na cidade de Aracaju, utilizando os dados de campo disponíveis;

4. DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS

4.1. Manchas de inundação

As manchas de inundação serão extraídas do modelo HEC-RAS para cada cenário simulado e avaliados utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

4.1.1. Construção dos mapas das áreas atingidas pelas inundações simuladas

- 4.1.2. Construção dos mapas de velocidade corrente
- 4.1.3. Construção dos mapas de altura de água
- 4.1.4. Construção dos mapas de altura x velocidade

4.2. Determinação de níveis de alerta

Com base nos cenários simulados, será determinada a cota de emergência e, se possível, as cotas de atenção e alerta para as estações localizadas na Bacia do Rio Poxim. Os resultados obtidos nessa etapa serão aplicados como ferramentas de planejamento urbano e como incremento ao sistema de alerta.

Macroatividade 3: Desenvolver estudo de operação de reservatório com vistas a propor premissas de alocação de volume de espera para controle de inundações para o reservatório da barragem no rio Poxim-Açú, trabalhando com análise estatística e conceito de risco, tanto para o atendimento do abastecimento público como para o controle de inundações;

5. ESTUDO DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIO

Existe uma grande preocupação por parte dos gestores estaduais com relação a operação da barragem do rio Poxim-Açú. Por ser um reservatório planejado e construído com o propósito principal de abastecer a região da cidade de Aracaju e estar sob responsabilidade da companhia de saneamento do estado, pode haver um conflito em relação a utilização do reservatório para abastecimento e controle de cheias. Assim, com base nas rotinas de operação atuais e nos resultados das simulações, será realizado um estudo de operação do reservatório, considerando a curva cota volume do reservatório, a capacidade de descarga dos órgãos extravasores e os cenários analisados. A simulação da operação do reservatório pode ser realizada pelo HEC-ResSim.

- 5.1. Preparação dos dados de entrada
- 5.2. Estruturação do modelo
- 5.3. Otimização da operação visando atender tanto o abastecimento público como o controle de inundações
- 5.4. Proposição de premissas de alocação de volume de espera

Macroatividade 4: Elaborar estudo piloto para um sistema de previsão hidrológica para a bacia do rio Poxim, incluindo possível operação de reservatório, utilizando softwares gratuitos e existentes no mercado;

6. ESTUDO PILOTO PARA UM SISTEMA DE ALERTA A INUNDAÇÃO PARA A ÁREA DE ESTUDO

Nessa etapa será desenvolvido um estudo piloto para um modelo de previsão hidrológica e alerta de cheias, que consiste no objetivo finalístico do presente projeto. O funcionamento do sistema será definido com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores, bem como na disponibilidade de equipamentos de monitoramento instalados na bacia do rio Poxim. Conceitualmente, o sistema de previsão deverá contar com uma rede de monitoramento de vazões, nível do rio e da intensidade de precipitação, distribuídos ao longo da bacia, com capacidade de medir e transmitir os dados em tempo real. O sistema deverá fornecer a visualização da situação através da geração de relatórios com gráficos e tabelas e envio de boletins periódicos visando a detecção de possíveis situações de alerta e emissão da informação às autoridades competentes. Vale ressaltar que, provavelmente não será possível a finalização completa do sistema de previsão nos 12 meses de estudo desse plano de trabalho.

- 6.1. Integração dos modelos hidrológico, hidrodinâmico e de reservatório;**
- 6.2. Avaliar a possibilidade de recepção de dados hidrometeorológicos observacionais (ANA, CEMADEN, INMET e outras fontes) em tempo real;**
- 6.3. Avaliar a possibilidade de recepção de dados de previsão meteorológica (CPTEC/INPE e outras fontes) em tempo real;**
- 6.4. Avaliar a possibilidade de utilização de dados de radar ou satélite para previsão de curtíssimo prazo (*nowcasting*);**
- 6.5. Planejar um sistema de visualização da situação hidrológica da bacia em tempo real, através de gráficos, mapas e tabelas, para serem utilizados pelos tomadores de decisão (Sala de Situação);**
- 6.6. Planejar um sistema de emissão de relatórios e boletins de alerta de eventos críticos para serem enviados às autoridades competentes.**

Macroatividade 6: Verificar a rede de monitoramento hidrometeorológico existente e, se necessário, sugerir aperfeiçoamentos para a aquisição de dados com vistas a atender o sistema de previsão;

7. ANÁLISE DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA DISPONÍVEL

Nessa etapa também será realizada a análise da rede de monitoramento hidrometeorológico, fornecendo sugestões para melhorias na aquisição de dados, buscando atender o sistema de previsão.

Macroatividade 7: Apresentar relatório de consistência e de modelagens realizadas, bem como manual de utilização com vistas à operacionalização pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH de um sistema de previsão de vazões;

Macroatividade 8: Apresentar relatórios de pesquisa de todas as atividades realizadas, com revisão de língua portuguesa, de acordo com o cronograma de trabalho acordado com a coordenação do projeto.

- 8. FICHA TÉCNICA RELATANDO RESUMIDAMENTE AS ATIVIDADES QUE FORAM DESENVOLVIDAS NO ÓRGÃO**
- 9. APRESENTAÇÃO DOS AVANÇOS OBTIDOS NA PESQUISA, POR MEIO DE VÍDEO CONFERÊNCIA/SKYPE**
- 10. ENTREGA DO RELATÓRIO PARCIAL DAS ATIVIDADES E APRESENTAÇÃO EM BRASÍLIA/DF**
- 11. ENTREGA DO RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES E APRESENTAÇÃO EM BRASÍLIA/DF**

ATIVIDADES	Jul/ 2018	Ago/ 2018	Set/ 2018	Out/ 2018	Nov/ 2018	Dez/ 2018	Jan/ 2019	Fev/ 2019	Mar/ 2019	Abr/ 2019	Mai/ 2019	Jun/ 2019
3.1.6 Calibração												
3.1.7 Verificação do ajuste dos eventos extremos												
3.1.8 Validação												
3.1.9 Simulação de Cenários												
3.2 Modelagem Hidrodinâmica												
3.2.1 Delimitação da área que será simulada												
3.2.2 Seleção de eventos com registros de limites de inundação												
3.2.3 Preparação dos dados de entrada												
3.2.4 Definição das condições de contorno												
3.2.5 Definição das condições iniciais												
3.2.6 Calibração												
3.2.7 Validação												
3.2.8 Simulação de Cenários												
4 Delimitação das áreas inundáveis												
4.1 Manchas de inundação												
4.1.1 Construção dos mapas das áreas atingidas pelas inundações simuladas												
4.1.2 Construção dos mapas de velocidade corrente												
4.1.3 Construção dos mapas de altura de água												
4.1.4 Construção dos mapas de altura x velocidade												
4.2 Determinação de níveis de alerta												

ATIVIDADES	Jul/ 2018	Ago/ 2018	Set/ 2018	Out/ 2018	Nov/ 2018	Dez/ 2018	Jan/ 2019	Fev/ 2019	Mar/ 2019	Abr/ 2019	Mai/ 2019	Jun/ 2019
5 ESTUDO DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIO												
5.1 Preparação dos dados de entrada												
5.2 Estruturação do modelo												
5.3 Otimização da operação												
5.4 Proposição de premissas de alocação de volume de espera												
6 ESTUDO PILOTO PARA UM SISTEMA DE ALERTA												
6.1 Integração dos modelos												
6.2 Recepção de dados observacionais em tempo real												
6.3 Recepção de dados previstos em tempo real												
6.4 Utilização de dados de radar ou satélite												
6.5 Sistema de visualização de informações												
6.6 Planejar um sistema de emissão de relatórios e boletins												
7 Análise da rede hidrometeorológica												
8 Ficha técnica												
9 Vídeo conferência												
10 Relatório Parcial e Apresentação em Brasília/DF												
11 Relatório Final e Apresentação em Brasília/DF												