ABRHidro

Associação Brasileira de Recursos Hídricos

XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

MACEIÓ - ALAGOAS - 2018

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE PREDIÇÃO DE INUNDAÇÕES PARA AS BACIAS PILOTO DOS RIOS PIABANHA E PAQUEQUER, RJ

(Código 11126)

Daniele Pereira Batista Amaral; **José Edson Falcão de Farias Júnior**; Leonardo Tristão Chargel; Daniel Sinivirta

Instituto Estadual do Ambiente (Inea) e Secretaria de Estado do Ambiente - RJ

Problemática

Rio de Janeiro é um dos Estados brasileiros com maior número de desastres naturais registrados associados a inundações e deslizamentos de terra.

Os municípios de Petrópolis e Teresópolis são um dos mais susceptíveis a inundações, principalmente devido suas características fisiográficas, e vem registrando recorrentes problemas de perdas materiais e de vidas humanas

Objetivo

Propor um modelo de predição hidrometeorológico (chuva-vazão-macha de inundação), de simples manuseio, que apoie as tomadas (PREPARAÇÃO) de decisão da Defesa Civil na ocasião de eventos de cheias.

Sistema de predição hidrometeorológico

O Sistema está sendo desenvolvidos no âmbito do Projeto "Desenvolvimento de um sistema de prognóstico por conjunto de chuvas extremas e sua aplicação em ações de prevenção a desastres naturais" (SPPD), que tem financiamento do CNPq e cuja REDE de pesquisa é formada por pesquisadores do INEA, INPE, IGAM, CEMADEN, UNIFEI, UENF e UFRJ.

Essa atividade está sendo desenvolvida pelo Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (INEA)

Principal cliente é a Defesa Civil, que o utilizará de maneira complementar ao Sistema de Alerta de Cheias do Estado do Rio de Janeiro, minimizando os impactos socioeconômicos oriundo das inundações

Bacias Pilotos

Bacia do Paquequer (Teresópolis-RJ):

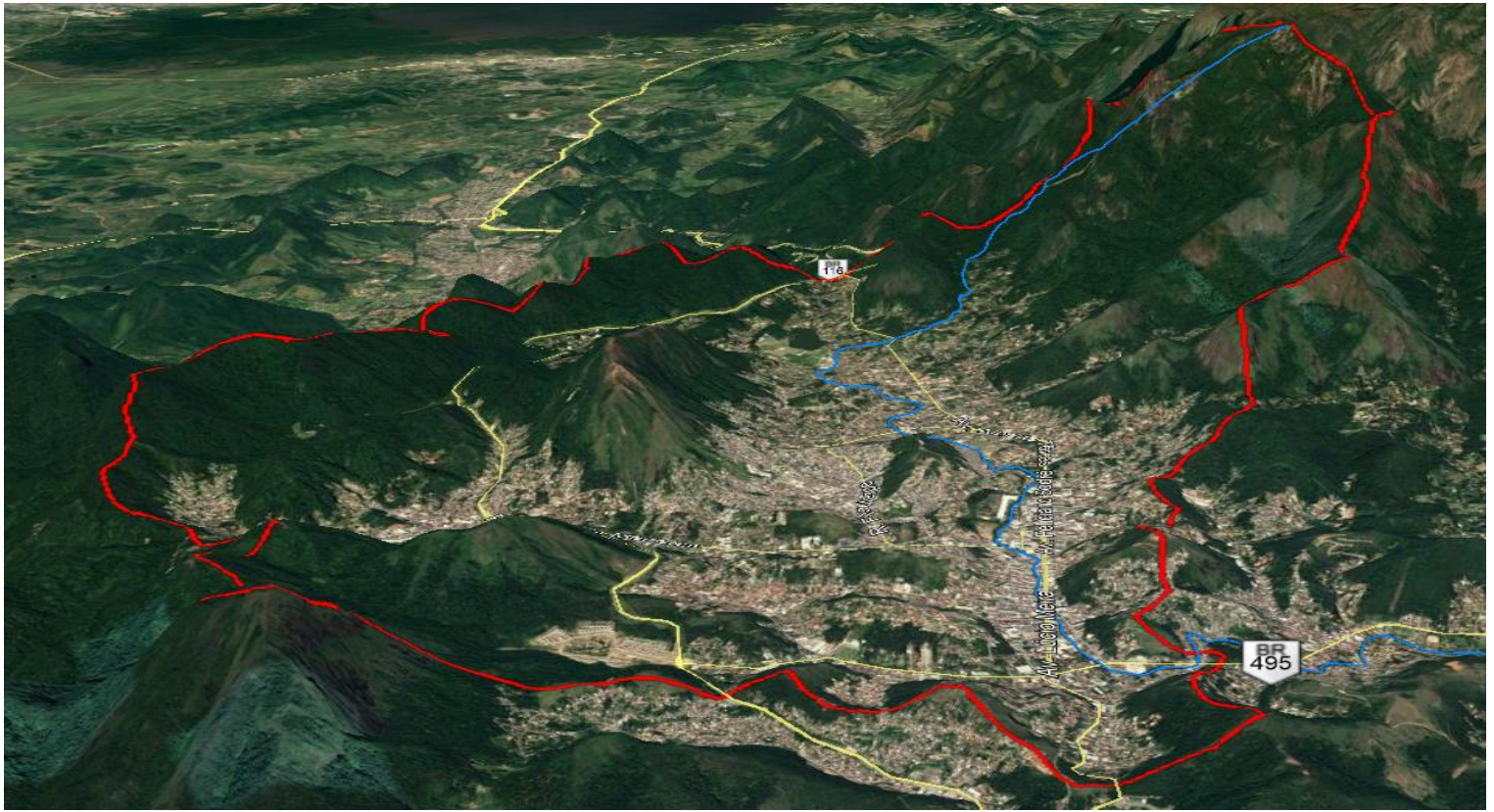
- Área de drenagem: 46,3 km²
- Amplitude altimétrica: superior a 1.300m (cota máxima superior a 2.100m)
- Comprimento do curso principal: 6,8km
- Vazões de referência:
  - Tr = 10 anos: 59 m³/s
  - Tr = 25 anos: 74 m³/s

Bacia do Piabanha (Petrópolis-RJ):

- Área de drenagem (até o bairro de Nogueira): 159,7 km²
- Amplitude altimétrica: superior a 1.500m (cota máxima superior a 2.200m)
- Comprimento do curso principal: 7,1km
- Vazões de referência:
  - Tr = 10 anos: 130 m³/s
  - Tr = 25 anos: 156 m³/s

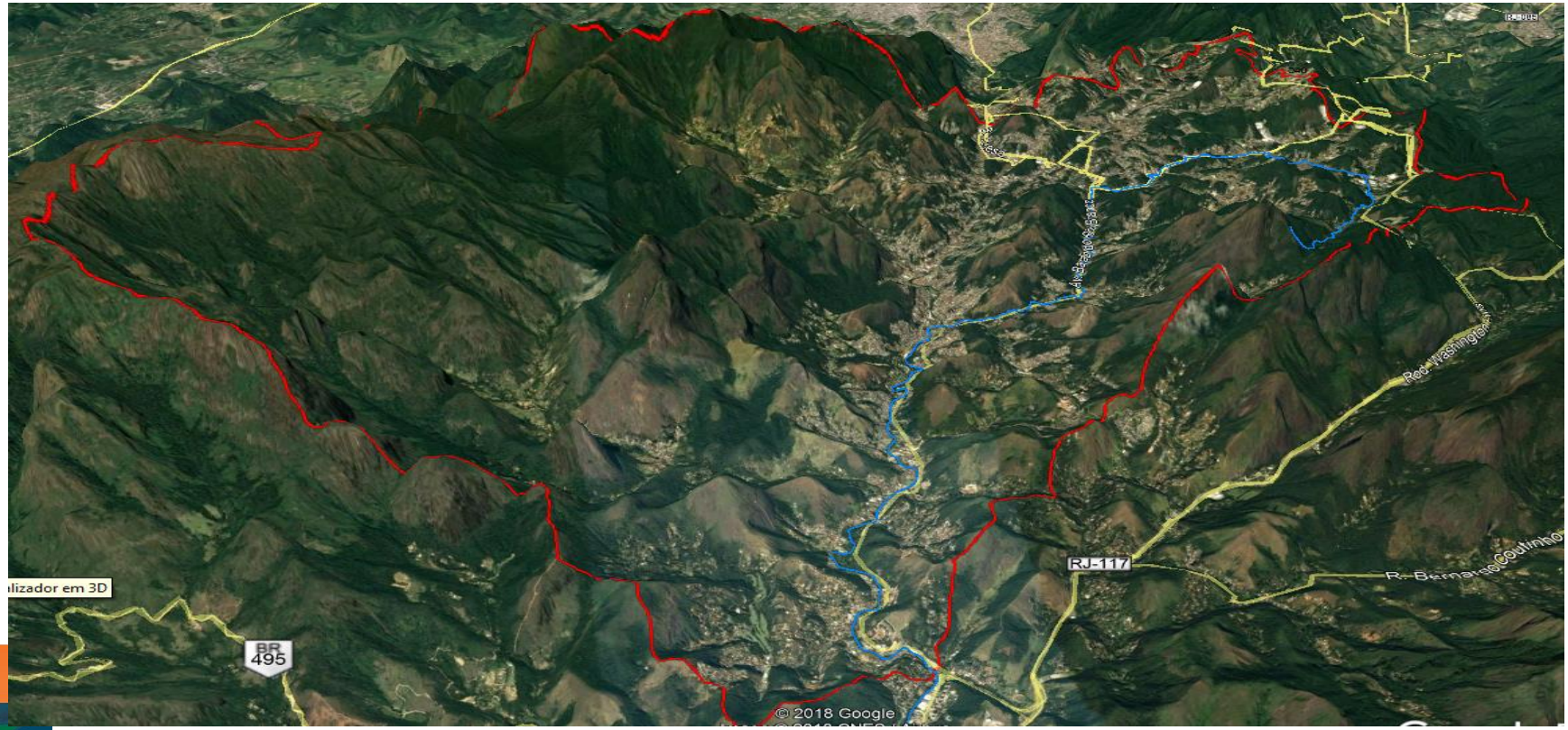
Bacia do rio Paquequer

Teresópolis/rj



Bacia do rio Piabanha

Petrópolis/rj



Inundações nas Bacias em estudo

Bacia Paquequer

Inundações do rio Paquequer, região central de Teresópolis

Bacia Piabanha

Inundações do rio Piabanha (Bairros Nogueira e Correas, Petrópolis)

Estruturação do Sistema de predição

Modelagem Hidrológica

Os dados de precipitação serão utilizados no modelo hidrológico, que por sua vez transformará a precipitação em vazão na bacia hidrográfica estudada.

Modelagem Atmosférica

O modelo atmosférico fornecerá um conjunto de previsões meteorológicas.

Modelagem Hidrodinâmica

As vazões alimentarão o modelo hidrodinâmico, fornecendo dessa forma informações mais precisas de cota do nível do rio e das áreas de inundação.

Interface Integradora

Esta interface permitirá integrar todo o processo: inserir a precipitação prevista, calcular vazões em diversos pontos da bacia e estimar possíveis manchas de inundação associadas a essas vazões.

Modelagem Atmosférica

No âmbito deste projeto, a modelagem atmosférica vem sendo desenvolvida pela equipe do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) utilizando o modelo Eta de altas resoluções horizontais de 5km para previsão de tempo por conjunto.

- Também estão sendo estudadas ETA altíssima resoluções de 1km;
- No âmbito do Inea/Sea existe previsão de testes com dados de radar meteorológico e estações pluviométricas localizadas a montante da bacia.

Modelagem Hidrológica

O modelo hidrológico (chuva-vazão) utilizado foi o SWMM (*Storm Water Management Model*), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), por ter sido dentre os modelos testados o que melhor se adequou às características das bacias.

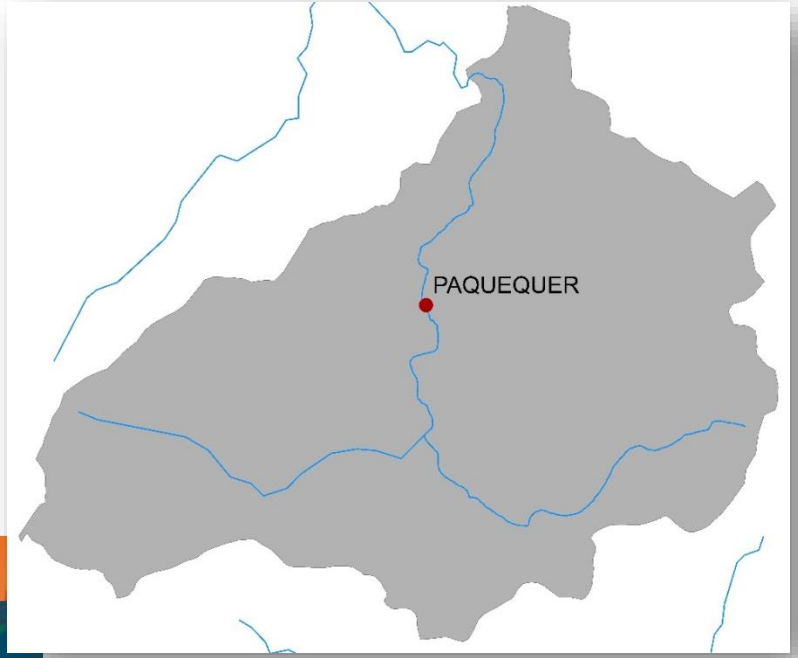
A metodologia de calibração baseou-se no ajuste dos parâmetros através de processo manual, por tentativa e erro, sem a utilização de algoritmos de otimização. Buscou-se a calibração dos parâmetros mais representativos e que possuíam informações disponíveis para sua estimativa.

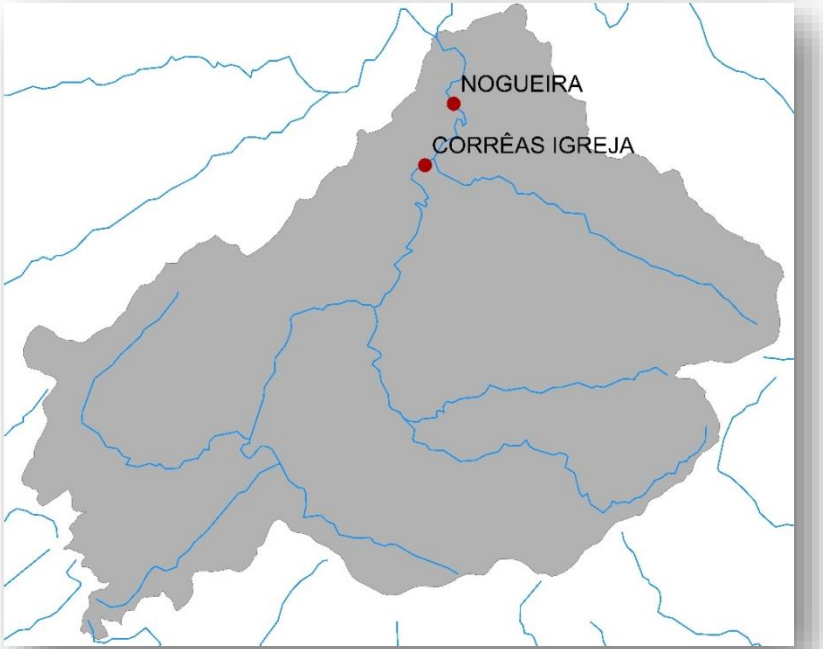
Os parâmetros do escoamento superficial calibrados foram:

largura equivalente, percentual de área impermeável, coeficiente de rugosidade de Manning para superfície impermeável e permeável das sub-bacias e coeficiente CN (Curva Número).

Trabalhos de Campo
localização das estações de monitoramento

Foram adquiridas e instaladas três estações de monitoramento plúvio-fluviométrico a montante ou próximos de regiões com históricos de inundação, visando contribuir para a calibração e validação das modelagens





Trabalhos de Campo

localização das estações de monitoramento

Foram realizadas sete campanhas de medição de vazão para o estabelecimento das curvas-chaves. Foram utilizadas as vazões oriunda das curvas-chave na calibração e validação do modelo hidrológico e hidrodinâmico.

Modelagem Hidrodinâmica

Utilizou-se o modelo matemático bidimensional IBER, gratuito, desenvolvido pelo governo espanhol.

- A malha de cálculo foi construída utilizando o MDE gerado;
- Os hidrogramas obtidos nos estudos hidrológicos foram utilizados como condições de contorno, sendo definidos como as vazões de entrada no início dos trechos dos rios estudados;
- O coeficiente de Manning, utilizado para determinação da perda de carga do escoamento na equação de Saint Venant, foi determinado a partir:
  - Margens do rio: análise do uso e ocupação do solo (base georeferenciada).
  - Calha do rio: calibração com base em medições de vazão realizadas ao longo
- Calibrado a partir de medições de vazões existentes e cheias históricas

Trabalhos de Campo

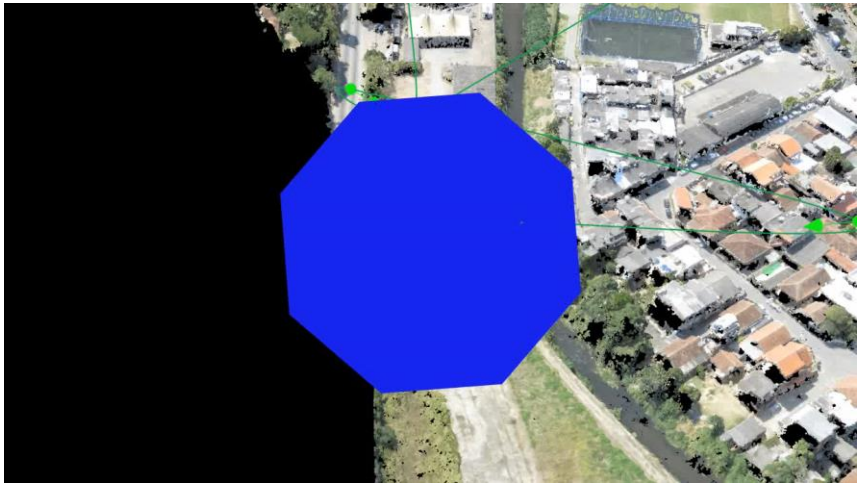
Levantamento topobatimétrico e aerofotogramétrico

Foram levantadas 112 seções topobatimétricas ao longo dos rios Piabanha e Paquequer

Utilizou-se um sobrevoo com DRONE para elaboração de ortofotos e modelo digital de elevação (MDE) das margens dos rios Piabanha e Paquerquer.

A junção dessas informações (topobatimétricas e aerofotogrametria-DRONE) permitiram elaborar o MDT utilizado nas modelagens hidrodinâmicas para um trecho aproximado de 14km

Ortofoto Piabanha



Vídeo MDE do Piabanha

Processamento das Informações: Interface Integradora

Devido a necessidade elevada de inserção de dados de entrada e o alto custo computacional para simulações dos modelo hidrológicos e, principalmente, hidrodinâmicos bidimensionais, buscou-se a elaboração de uma interface integradora simplificada.

Premissas:

- ✓ Simular em tempo real
- ✓ Ser facilmente manuseável e didática
- ✓ Funcionar em qualquer computador

Processamento das Informações: Interface Integradora

A interface integradora está construída no Excel (tabelas relacionais entre os modelos atmosféricos, hidrológicos e hidrodinâmico).

- Modelo atmosféricos: As previsões meteorológicas fazem estimativas do volume total a ser precipitado, entretanto sua distribuição temporal não é precisa e regionalizada. A transformação do volume precipitado em distribuição temporal de chuvas se baseou na metodologia descrita por Huff (1967)*
- Modelo hidrológico: foram realizadas várias simulações hidrológicas considerando eventos de precipitação com diferentes magnitudes
- Modelo hidrodinâmico: foram realizadas várias simulações a partir de vazões diferentes onde se obteve distintas manchas de inundações

*As distribuições são dadas por porcentagem de chuva incidente por porcentagem do tempo, sendo possível aplicar a distribuição temporal de chuva para qualquer volume de precipitação e duração.

Funcionamento da Interface Integrado

Previsão meteorológica obtida pelo modelo atmosférico, radar e/ou estações pluviométricas

Com base na previsão meteorológica, o usuário entra com a duração e volume de chuva previstos

A partir da intensidade da precipitação inserida, obtém-se a vazão associada

Para esta vazão, o sistema buscará a mancha de inundação correspondente

O usuário escolhe qual a localidade onde deseja visualizar a mancha

SISTEMA DE PREDIÇÃO DE INUNDAÇÃO

Governo do Rio de Janeiro — Secretaria do Ambiente — inea instituto estadual do ambiente

SISTEMA DE PREDIÇÃO DE INUDAÇÕES DA BACIA PILOTO DO RIO PIABANHA

Informações da Precipitação:

Duração da Chuva (min)	200
Volume da precipitação (mm)	350
Intensidade (mm/h)	105.0

Calcular

Provável vazão do evento (m³/s): 166.0

Região de Interesse: Correas

Cancelar

CNPq

Interface Integradora

Considerações Finais

- Poderá ser tornar uma excelente ferramenta complementar ao sistema de alerta para a melhoria das ações de PREPARAÇÃO da Defesa Civil;
- É fundamental a parceria com os agentes envolvidos, de modo que sejam feitos os registros das inundações visando garantir a constante calibração do modelo hidrodinâmico;
- Trata-se de uma ferramenta simplificadora. Sua utilização para fins diferentes ao qual foi desenvolvida deverá ser avaliada tecnicamente;
- A distribuição temporal e espacial da precipitação é um fator muito importante para a qualidade dos resultados. Portanto, metodologias mais precisas devem ser avaliadas, visando melhorias no Sistema de predição desenvolvido

Obrigado!

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao projeto, imprescindível para o desenvolvimento dos estudos.

CONTATOS:

José Edson Falcão de F. Junior - edsonfalcao.inea@gmail.com

Daniele P. Batista Amaral- danielepba.inea@gmail.com