

SARDIM – UMA PLATAFORMA PARA ACOMPANHAMENTO HIDROLÓGICO EM TEMPO REAL DOS RIOS DA AMÉRICA DO SUL

*Gustavo Gabbardo dos Reis*¹; *Rodrigo C. D. Paiva*²; *João Paulo L. F. Brêda*³ &
*Matheus S. Medeiros*⁴

Palavras-Chave – Plataforma, Situação Hidrológica, América do Sul, SARDIM.

1. INTRODUÇÃO

Eventos naturais extremos de origem hidrológica como as inundações, secas ou estiagens são fenômenos frequentemente observados no continente sul-americano. Além dos riscos gerados à saúde, à vida e à segurança da população, são responsáveis também por causar grandes impactos no âmbito socioeconômico e nos principais setores de desenvolvimento do país, tais como a agricultura e a produção de energia.

Visando uma melhor compreensão desses fenômenos, tanto pela comunidade técnico-científica quanto pela sociedade em geral, ferramentas de acompanhamento de informações hidrológicas de fácil acesso podem exercer um papel importante na melhoria da convivência da população com os recorrentes eventos de secas e cheias dos rios.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento uma plataforma online de acompanhamento hidrológico em tempo real para os principais rios da América do Sul utilizando um sistema de informação geográfico aplicado à web. Diferentemente dos bancos de dados tradicionais, a plataforma SARDIM (South America River Discharge Monitor) possibilita que o usuário tenha um acesso mais interativo às informações disponibilizadas, permitindo a observação de resultados hidrológicos como vazões, percentuais de permanência e tempos de retorno relacionados ao escoamento dos rios por meio de tabelas informativas, mapas dinâmicos e outros elementos de busca e pesquisa associados na plataforma.

2. METODOLOGIA

2.1. PLATAFORMA WEBGIS

O desenvolvimento da plataforma SARDIM foi realizado utilizando tecnologias de programação direcionadas à web como HTML e CSS, responsáveis respectivamente pela marcação do código fonte e estilização do site. Para a criação do mapa dinâmico disponível na plataforma, foi necessário a aplicação de recursos adicionais de programação dados pela linguagem JavaScript, em conjunto com a utilização de uma API (Interface de Programação de Aplicativos) distribuída para desenvolvedores do ArcGIS.

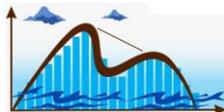
A rede de drenagem apresentada na plataforma contempla 33749 trechos de rios, os quais apresentam, necessariamente, uma área de drenagem acumulada a montante maior ou igual a 1000 km². O arquivo vetorial da rede de drenagem é carregado automaticamente ao abrir o site, além de

1) Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, gustavogabbardo@hotmail.com

2) Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, rodrigocdpaiva@gmail.com

3) Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, joaopaulolfb@gmail.com

4) Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, matheussampaioedeiros@gmail.com



estar hospedado no repositório online do ArcGIS, o que torna possível a atualização dos seus respectivos dados de forma remota a partir de um código externo escrito com a linguagem Python.

Figura 1 – Rede de drenagem com as cores dos trechos de rios variando em função do valor de permanência da vazão mais recente da plataforma.



Fonte: <http://sardim.herokuapp.com/>

2.2. SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA

A atualização da situação hidrológica dos rios é realizada automaticamente e de forma diária na plataforma. Utilizando os dados de precipitação diários e em tempo quase real (~ 4 horas de latência) da missão GPM (Global Precipitation Measurement) como parâmetro de entrada, o modelo de simulação hidrológico-hidrodinâmico MGB-AS (Modelo de Grandes Bacias – América do Sul) (Siqueira et al., 2019) é responsável pela simulação dos principais resultados hidrológicos como a vazão, o nível d'água, a evapotranspiração e a umidade do solo em cada trecho de rio disponível no mapa.

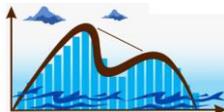
Com a utilização do conjunto de ferramentas de SIG (Sistema de Informações Geográficas) IPH-Hydro Tools (Siqueira et al., 2016) realizou-se a discretização da rede de drenagem de forma a obter trechos de rios com comprimentos semelhantes entre si de aproximadamente 15 km para o MGB-AS. Desta forma, em cada trecho é identificado a sua respectiva área de captação incremental de água, a qual é denominada minibacia, considerando todas as informações topográficas dadas pelo modelo digital de elevação. Além disso, o modelo também inclui unidades de respostas hidrológicas (URHs) que subdividem as minibacias para o balanço hídrico no solo considerando uso, ocupação e tipo do solo, além dos diversos tipos cobertura vegetais existentes.

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir dos dados diários de vazão para cada trecho de rio, é realizada uma série de análises estatísticas visando o cálculo dos valores de permanência e do tempo de retorno das vazões simuladas.

Primeiramente, é necessário obter para cada trecho de rio a curva de permanência da vazão considerando o período de simulação do modelo, que compreende o ano de 1980 até o dia mais recente do ano atual. A curva de permanência apresenta a probabilidade de um determinado valor de vazão ser igualado ou superado ao longo do tempo. Desta forma, a partir de um valor de vazão simulado, é possível realizar uma interpolação com base nos valores dispostos nessa curva e, assim, calcular o seu respectivo valor de permanência.

A análise do tempo de retorno das vazões simuladas é dada considerando os valores extremos de vazão tanto mínimos quanto máximos para todos os trechos de rios, de forma a identificar a possível incidência de um fenômeno de seca ou cheia que possa estar ocorrendo no tempo presente. Essa análise é realizada selecionando os valores mínimos e máximos de vazão anuais e distribuindo-os conforme uma função estatística que ajusta um tempo de retorno determinado para cada valor de



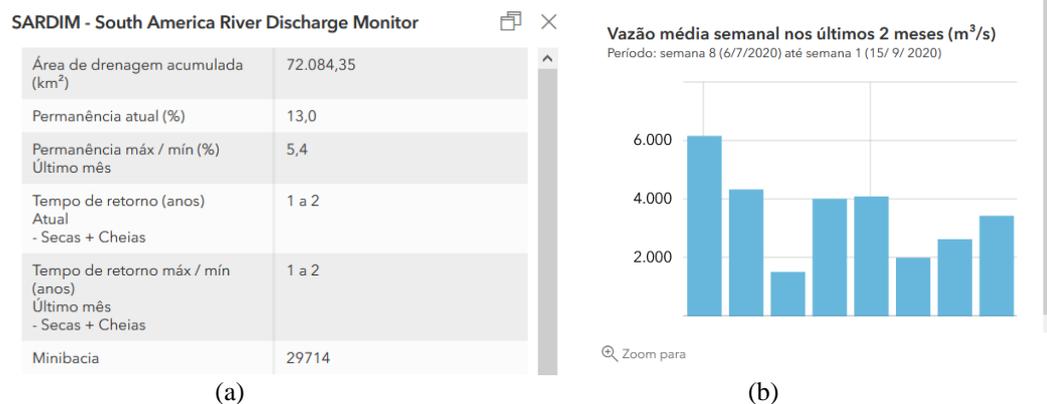
vazão. No estudo em questão, os valores mínimos foram ajustados seguindo a distribuição de Weibull, enquanto os valores máximos seguiram a distribuição de Gumbell. Os ajustes de distribuição não são aplicáveis para todos os trechos de rios, pois em alguns casos a função de distribuição pode não representar de forma satisfatória os valores anuais selecionados. Nesses casos, quando o erro quadrático médio percentual do ajuste foi maior que 50%, considerou-se que o tempo de retorno do evento apresentava um valor indeterminado.

Os valores de tempo de retorno e permanência são calculados para as vazões atuais e para os últimos trinta dias antecedentes. Desta forma, é possível avaliar quais foram os resultados mais extremos simulados no mês e destacar no mapa a ocorrência de um evento de seca ou cheia ao longo desse período.

3. RESULTADOS

Para todo trecho de rio selecionado no mapa, o usuário pode observar uma tabela informativa conforme a figura 2a, que apresenta de forma resumida as principais informações hidrológicas do trecho como a área de drenagem acumulada a montante do rio, a permanência da vazão atual, a permanência máxima ou mínima dos últimos trinta dias, o tempo de retorno da vazão atual, o tempo de retorno máximo ou mínimo dos últimos trinta dias, além do código numérico da minibacia do modelo MGB-AS selecionada.

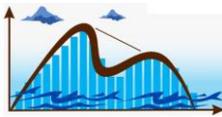
Figuras 2a e 2b – Exemplo de tabela informativa da plataforma e gráfico de vazão média semanal dos últimos 2 meses em um trecho de rio.



Fonte: <http://sardim.herokuapp.com/>

Também é apresentado para cada trecho de rio um gráfico com a vazão média semanal dos últimos dois meses, conforme a figura 2b. Os resultados de permanência e tempo de retorno das vazões referentes ao dia atual de atualização da plataforma ou a análise de valores máximos e mínimos dos últimos trinta dias também são apresentados no mapa conforme uma escala de cores pré-definida. É possível selecionar uma das quatro opções de resultados disponíveis utilizando a ferramenta de camadas para visualizar a variação de cor nos rios conforme o atributo escolhido. Trechos em azul destacam eventos de diferentes escalas de cheias nos rios, enquanto trechos em vermelho destacam os eventos de seca e estiagens.

Figuras 3a e 3b – Análise dos percentuais de permanência para os principais rios do estado do Rio Grande do Sul no mês de julho de 2020 e da região do pantanal no mês de outubro de 2020.



(a)

(b)

Fonte: <http://sardim.herokuapp.com/>

4. CONCLUSÕES

No presente estudo, mostrou-se que o acompanhamento em tempo real da situação hidrológica dos principais rios da América do Sul é uma ferramenta com grande potencial de aplicação em escala nacional e regional. Em vista da facilidade com que as informações podem ser acessadas e interpretadas na plataforma, trata-se de uma ferramenta de uso não somente exclusivo de profissionais, pesquisadores e técnicos da área de hidrologia, mas também dos demais setores da população em geral.

Considerando a análise de eventos de secas e cheias que ocorreram no ano de 2020 e que foram amplamente divulgados e documentados pela imprensa, concluiu-se que a plataforma apresentou resultados coerentes e possibilitou uma boa representação da real situação das vazões e dos níveis dos rios, permitindo a visualização da ocorrência, localização e magnitude de eventos de cheias, secas ou estiagens no continente sul-americano.

5. REFERÊNCIAS

SIQUEIRA, V. A.; PAIVA, R. C. D.; FLEISCHMANN, A. S.; FAN, F. M.; RUHOFF, A. L.; PONTES, P. R. M.; PARIS, A.; CALMANT, S.; COLLISCHONN, W. Toward continental hydrologic-hydrodynamic modeling in South America. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 22, n. 9, p. 4815–4842, 2018. <https://doi.org/10.5194/hess-22-4815-2018>.

SIQUEIRA, V. A.; FLEISCHMANN, A. S.; JARDIM, P. F.; FAN, F. M.; COLLISCHONN, W. IPH-Hydro tools: uma ferramenta open source para determinação de informações topológicas em bacias hidrográficas integrada a um ambiente SIG. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 21, n. 1, p. 274-287, 2016.

6. AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos à PROPESQ (Pró Reitora de Pesquisa) da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) pelo financiamento do projeto.

Agradecemos também a todos os membros do grupo de pesquisa HGE (Hidrologia de Grande Escala) do IPH-UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas), pelas contribuições científicas e estudos que foram utilizados e aplicados no presente trabalho. Em especial, agradecemos ao colega Vinícius Alencar Siqueira, responsável pelo desenvolvimento do modelo de simulação hidrológica em escala continental MGB-AS (Modelo de Grandes Bacias – América do Sul) que serviu como base principal de informações para o desenvolvimento da plataforma.