

## **ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DOS PRINCIPAIS FATORES DETERMINANTES DOS PROCESSOS HIDROLÓGICOS NA REDE AGROHIDRO**

Pellegrino\*, G.O.<sup>1</sup>; Rodrigues, L.N.<sup>2</sup>; Oliveira, A.F.<sup>1</sup>; Santos, J.V.<sup>1</sup>; Coutinho, A.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Informática Agropecuária, <sup>2</sup>Embrapa Cerrados

**RESUMO** - Este projeto propõe analisar a evolução histórica, identificar tendências em séries temporais e caracterizar o estado presente de fatores correlacionados aos processos hidrológicos em grandes bacias hidrográficas nacionais, em bacias representativas de ecorregiões e nas bacias a serem monitoradas e/ou modeladas pelo projeto, distribuídas nos diferentes biomas brasileiros. Sendo assim, a análise de tendências é o tema central deste Projeto Componente e permitirá correlacionar fatores e entender, com foco no setor agrícola, como tem sido a evolução na oferta e demanda de água ao longo dos anos e como o uso da terra e variáveis sócio-econômicas influenciam na disponibilidade e na qualidade da água. A análise de tendências permite entender o passado, caracterizar o cenário atual e como chegamos a ele e, finalmente, projetar cenários futuros plausíveis, além de determinar com que velocidade as alterações ocorrem. Os resultados esperados deste projeto, somados às projeções de cenários de mudanças climáticas globais ou regionais, terão forte impacto na análise da vulnerabilidade dos sistemas hidrológicos brasileiros e nas propostas de mitigação e adaptação às novas situações, certamente embasadas em tecnologias que promovam o uso eficiente da água, em termos de quantidade e qualidade, buscando garantir, de maneira sustentável, as demandas da sociedade e do setor agrícola brasileiro.

Palavras-chave: Análise de séries temporais, demanda agrícola de água, mudança do uso da terra, tendências sócio-econômico, recursos hídricos

### **TREND ANALYSIS AND CHARACTERIZATION OF MAJOR DETERMINANTS HYDROLOGICAL PROCESSES ON AGROHIDRO NETWORK**

**ABSTRACT** - This project intends to analyse the historical evolution, identify trends on time series and characterize the current status of factors related to the hydrological process on different scales of basins that will be modeled or monitored by the project on different Brazilian biomes. Therefore, trend analysis is the focal theme of this component project and will permit us to correlate factors and understand how has been the agricultural evolution on water supply and demand along the years and how the land use and socio-economy influence water availability and quality. Trend analysis also permits us to understand the past, characterize the present and why and how fast we achieved it and, finally, project plausible future scenarios. Combined with the analysis of the global and regional climate scenarios projection, this project results will have impact on knowing the Brazilian water system vulnerability and on proposing adaptation and mitigation actions, that will be, for sure, based on technologies that promote water user efficiency on agricultural Brazilian sector.

Keywords: time series analysis, agriculture water demand, land use change, socio-economic trends, water resources

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado quando se considera a disponibilidade de recursos hídricos para aplicação em diversos setores da atividade humana, sendo o setor agrícola, num conceito amplo que envolve agricultura, silvicultura e pecuária, o maior demandante brasileiro de água para o desenvolvimento de suas atividades. O entendimento dessa situação atual do setor agrícola e de sua influência sobre a disponibilidade de recursos hídricos de uma determinada bacia hidrográfica é crucial para a definição de políticas públicas que busquem o uso eficiente da água, que inclui a manutenção de sua quantidade e qualidade. Para alcançar tal entendimento, é imprescindível a análise e compreensão do comportamento histórico e da dinâmica dos fatores determinantes do processo hidrológico, isto é, como variam ao longo do tempo: a disponibilização de água através da chuva; o uso do solo e sua influência sobre a infiltração, escoamento superficial ou evapotranspiração; o uso que a sociedade e, especificamente, o setor agrícola fazem da água que chega ao lençol freático e aos rios; que impactos provocam sobre sua quantidade e qualidade; e que benefícios obtêm desse uso. Nesse contexto, a análise de séries históricas de dados meteorológicos, de quantidade e qualidade da água, de uso da terra e sócio-econômicos se torna uma ferramenta imprescindível, não só para o entendimento da evolução e da caracterização atual das bacias hidrográficas e seus recursos hídricos, mas também para a busca de alternativas para o seu uso mais eficiente e para a concepção de cenários futuros que considerem as projeções de mudanças climáticas globais, e auxiliem na proposição de ações de mitigação de impactos e de adaptação às novas condições climáticas reduzindo a vulnerabilidade do país nesse aspecto. Este é o objetivo deste projeto componente, que pretende gerar conhecimento que dê suporte aos demais projetos componentes do projeto em rede denominado de AgroHidro.

Diante do exposto, este projeto propõe analisar a evolução histórica, identificar tendências em séries temporais e caracterizar o estado presente de fatores correlacionados aos processos hidrológicos em grandes bacias hidrográficas nacionais, em bacias representativas de ecorregiões e nas bacias a serem monitoradas e/ou modeladas pelo projeto, distribuídas nos diferentes biomas brasileiros.

## MATERIAL E MÉTODOS

Serão analisados ao longo de todo o projeto para as diversas escalas de bacias estudadas e para o maior período de tempo disponível, os seguintes dados:

- meteorológicos, como temperatura, precipitação, evapotranspiração;
- hidrológicos, envolvendo quantidade e qualidade da água, como vazão, demanda de água para diversos usos, demanda bioquímica de nitrogênio, sólidos totais;
- uso da terra, como área plantada por cultura, áreas naturais;
- sócio-econômicos, como população, renda, escolaridade.

Na análise de tendências temporais, após o levantamento de dados disponíveis nas diversas fontes e tipos que serão usados nos demais projetos componentes da rede AgroHidro, os que possuírem séries históricas suficientes serão analisados para checar a existência de padrões temporais ou tendências. Métodos adequados a cada tipo de dado, distribuição de probabilidade resposta esperada serão selecionados. Porém, de maneira geral, todos os dados históricos passarão por uma análise exploratória inicial que constará da simples análise gráfica das séries, busca de dados espúrios, outlayers, ou que contenham inconsistências. Após a remoção desses dados, serão realizadas nas séries análises de regressão linear simples, para a detecção de tendências gerais. Além da análise de regressão, os testes não-paramétricos de Mann-Kendall e de Pettit, por não exigirem distribuição de probabilidade previamente conhecidas, serão aplicados de maneira geral sobre todas as séries para análise da significância estatística das tendências e para a detecção de rupturas nas séries, respectivamente. Também se buscará aplicar métodos paramétricos, quando adequados à série de dados e teste de sazonalidade, através da análise de Fourier e outras. Considerando-se as diversas variáveis utilizadas, pretende-se lançar mão também de análises exploratórias usando rede neural e outras técnicas de mineração de dados.

Na análise de dinâmica do uso da terra, após a recuperação e organização dos dados, será realizado o mapeamento da cobertura vegetal e uso atual da terra das bacias monitoradas e/ou modeladas pelo projeto. Nesta atividade serão

mapeadas em duas épocas (de acordo com a disponibilidade de imagens) as microbacias nos diferentes biomas brasileiros. A validação da cobertura vegetal e uso atual da terra nas bacias deverá ser efetuada em conjunto com membros da equipe do projeto que executam as atividades de monitoramento e/ou de modelagem.

Estão previstas duas verificações a campo em todas as bacias mapeadas, onde serão tomadas informações sobre a tipologia vegetal natural e o uso dominante. O nível de detalhe da escala deverá ser, no mínimo, compatível com os usos e coberturas dos solos parametrizadas pelos modelos hidrológicos a serem utilizados. Preferencialmente será utilizado o Sistema de classificação do IBGE (Manual de uso e Manual de vegetação).

De posse dos mapeamentos em pelo menos dois momentos no tempo, será realizada a análise sobre a evolução temporal da cobertura vegetal e uso da terra e procurar-se-á verificar onde ocorreram as principais conversões de vegetação nativa em usos agropecuários e também, as mudanças de pastagem plantada (pecuária) para áreas agrícolas e vice-versa.

A partir da análise dos levantamentos primários via satélite de cobertura vegetal e uso atual das terras, serão obtidas medidas de produção agropecuária, além do uso de outras fontes de informação de interesse da sócio-economia, disponíveis para o projeto, como: preços, quantidade produzida, valor da produção, área plantada e colhida, além do uso de outros insumos de produção, como mecanização, emprego de mão-de-obra e uso de recursos hídricos. Os dados secundários de preços, quantidades produzidas, áreas plantadas, uso de insumos, agentes e características das cadeias produtivas, variáveis e indicadores populacionais e de desenvolvimento humano serão obtidos em instituições de pesquisa, institutos, secretarias estaduais de planejamento (IBGE, Pnud/Ipea, CONAB, IEA, SEPLANs estaduais e outras fontes) e serão organizados em tabelas, gráficos e mapas georreferenciados, considerando o nível municipal como menor elemento de análise.

As estimações serão realizadas em escala municipal, por mínimos quadrados ordinários entre os aspectos populacionais e as medidas de intensificação da agricultura. Preços relativos de produtos e insumos agropecuários serão relacionados com medidas de intensificação para cada localidade. A análise de outros fatores, como o crédito agrícola e a disponibilidade de terras e a intensificação aproveitar-se-á de informações secundárias (Pesquisa Agrícola Municipal, Banco Central e IBAMA) para estruturação de séries históricas e relacionamento dos dados em modelos de regressão.

A hipótese de inexistência de interdependência pode ser irrealista para a investigação de relações entre a densidade populacional e a intensificação no uso das terras, conduzindo a uma abordagem via modelo SUR (Seemingly Unrelated Regression), como explicam Pindyck et al. (1991), para detecção de fatores não observáveis que possam afetar todos ou alguns dos indivíduos ao mesmo tempo.

Será realizada análise dos dados básicos para promover a adequação e integração das informações e a execução de análises mais complexas e holísticas, visando organizar os dados e integrar os processos estudados separadamente, identificando e entendendo as interrelações existentes entre eles, buscando a definição integrada de tendências históricas recentes relacionadas ao uso e cobertura das terras, a variáveis socioeconômicas e, finalmente, as relações destas com variáveis qualitativas e quantitativas referentes aos recursos hídricos. Essa análise integrada colaborará, ainda, para a elaboração de modelos e para estudos de cenários futuros.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Como resultado deste projeto, espera-se obter uma quantificação dos impactos econômicos de prováveis alterações estimadas em função das tendências históricas observadas e dos cenários de mudanças climáticas adaptados regionalmente no Brasil, colaborando para a definição antecipada e estratégica de políticas públicas que permitam explorar os aspectos positivos e sustentáveis de vários pontos de vista (social, econômico, ambiental e institucional) e reduzir seus impactos negativos por meio da adaptação às novas condições impostas. O fato de disponibilizar tendências e cenários climáticos de recursos hídricos e agrícolas regionalizados por si só já é um resultado que pode ter forte impacto na adequação regional das políticas propostas. Esse impacto se apóia também na diversidade de condições analisadas, que buscam fornecer opções específicas para as diversas regiões brasileiras.

## **CONCLUSÃO**

Dessa forma, Com a contribuição deste Projeto Componente, como resultados da Rede AgroHidro e de outras propostas e ações que se enquadrem ao portfólio institucional sobre mudanças climáticas, prevê-se a melhoria da prontidão do país para responder às alterações climáticas em seus diferentes cenários, reduzindo a vulnerabilidade do setor agrícola.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- PINDYCK, R. S.; DANIEL, L. R. Hill, M. *Econometric models & econometric forecasts*. 4. ed. Singapore, 1991.
- PETTITT, A. N. A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics*, 28(2):126-135, 1979.