

# **REFLEX WATER:** GESTÃO DE ÁGUAS COM PROCESSOS DECLARATIVOS

A INTERAÇÃO COMPLEXA ENTRE HUMANOS NA  
GESTÃO DE SISTEMAS HÍDRICOS PODE SER FACILITADA  
COM A UTILIZAÇÃO DA INTERNET DAS COISAS (IOT).

.....  
**por Ricardo Massa**  
.....

**O**s recursos hídricos disponíveis hoje permanecerão imutáveis ao longo dos anos. A gestão eficiente da água tem grande impacto em vários aspectos da vida humana, como produção de alimentos, saúde e geração de energia. Sistemas hídricos operam em um cenário com interação complexa entre humanos, natureza e diferentes tipos de dispositivos. Nesse contexto, a internet das coisas (IoT) pode ser uma ferramenta valiosa. De fato, o número de sistemas IoT voltados para o setor de águas aumentou bastante nos últimos anos.

Em sistemas IoT, pode ser difícil prever todos os cenários de operação. Portanto, é um enorme desafio modelar os processos operacionais por meio de workflows convencionais, que precisam antecipar todos os fluxos de atividades permitidos. Essa classe de sistemas pode encontrar melhor

---

**O estudo demonstrou a capacidade da REFlex Water para representar, evoluir e gerenciar sistemas hídricos em larga escala.**

---

suporte nos processos de negócio declarativos [1]. Tal paradigma permite a execução de todas as atividades, exceto quando explicitamente proibido na especificação do processo. Assim, oferece a liberdade de ação desejada, evitando a execução de atividades que violem as políticas de gerenciamento estabelecidas.

No entanto, não é trivial interpretar em tempo real os streams de dados oriundos de múltiplos sensores para fornecer informações claras no nível do processo. A tecnologia de Processamento de Eventos Complexos (CEP) oferece uma possível solução para esse desafio. Ela é capaz de combinar enormes quantidades de dados para identificar padrões e relacionamentos entre eventos dissociados.

## Objetivo

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma infraestrutura baseada em IoT para gestão da água e que utiliza processos de negócios declarativos para especificar e controlar atividades operacionais, oferecendo a flexibilidade necessária para lidar com o comportamento dinâmico dos sistemas hídricos.

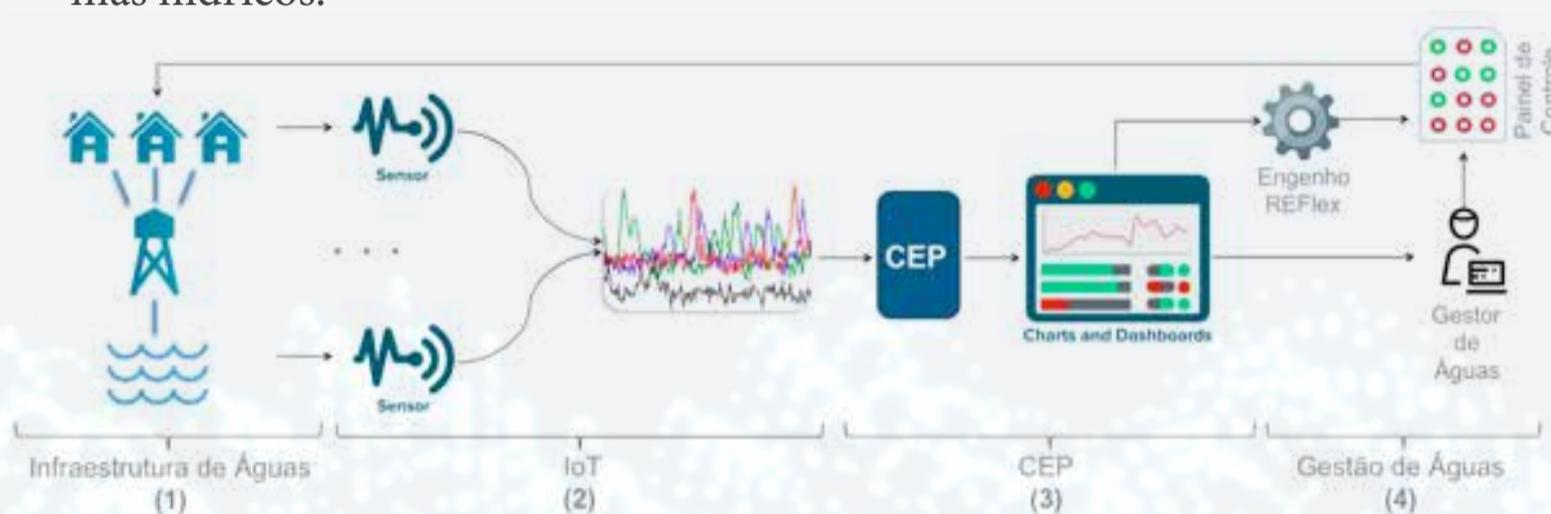


Figura 1: Infraestrutura REFlex Water

## Infraestrutura REFlex Water

A Figura 1 apresenta a estrutura completa do REFlex Water. O ponto de partida é a análise da (1) Infraestrutura Hídrica para entender a relação entre componentes básicos, eventos importantes, dinâmicas do sistema, restrições e políticas de operação. Tal análise permite construir a (2) Arquitetura de IoT. A engine (3) CEP combina e interpreta streams de dados de múltiplos sensores para identificar padrões relevantes (vazamentos, mudanças no nível do reservatório, etc.). Esses padrões são úteis para gerar indicadores e alertas que auxiliam os gerentes nas tarefas de controle e decisão. Finalmente, o subsistema de (4) Gestão de Água inclui o engenho REFlex, que controla a execução do processo declarativo, evitando situações de conflito (deadlocks e livelocks) e a explosão de espaço observadas

nos engenhos existentes. Ele define quais atividades o gestor de águas pode acionar em cada etapa de execução.

### Considerações finais

Para avaliar o REFlex Water, modelamos a infraestrutura hídrica de uma empresa brasileira de saneamento, utilizando o software EPANET [2]. Implementamos o ambiente IoT e a especificação CEP por meio do middleware Fiware. O processo declarativo foi capaz de representar a maioria das regras operacionais sem impor restrições desnecessárias.

Para avaliar como a evolução do sistema impacta a especificação do

---

**A tecnologia de Processamento de Eventos Complexos (CEP) oferece uma possível solução, pois é capaz de combinar enormes quantidades de dados para identificar padrões e relacionamentos entre eventos dissociados.**

---

processo, alteramos a política de operação para permitir novas formas de realizar determinadas tarefas. Grande parte das modificações não exigiu qualquer mudança no processo declarativo, uma vez que a especificação original não restringia os novos comportamentos. Em contraste, um grande esforço foi necessário para incorporar os novos procedimentos ao processo workflow. O estudo demonstrou a

capacidade da REFlex Water para representar, evoluir e gerenciar sistemas hídricos em larga escala.

Com base na revisão literária realizada, este é o primeiro trabalho a aplicar processos declarativos para a gestão eficiente de sistemas hídricos, oferecendo uma solução completa para tratar aspectos que vão desde elementos mais básicos, como os sensores, até o nível de gestão de processos.

### Limitações

A linguagem para processos declarativos Declare [3], utilizada neste trabalho, não conseguiu modelar algumas regras da política de operação utilizada. A linguagem está atualmente sendo estendida para expressar regras comuns aos sistemas hídricos. ●

### Referências

1. M. Pesic, Constraint-Based Workflow Management Systems: Shifting Control to Users, Ph.D. dissertation, Technische University Press Facilities, Eindhoven, 2008.
2. Software EPANET: <http://epanet.de/> Acessado em 14 de junho de 2018.
3. M. Pesic, H. Schonenberg, and W.M.P. van der Aalst, W.M.P., DECLARE: Full Support for Loosely-Structured Processes, 11th IEEE International Conference on Enterprise Distributed Object Computing, EDOC 2007.

### Agradecimentos

Esta pesquisa foi parcialmente suportada pelo INES 2.0, FACEPE PRONEX APQ 0388-1.03/14, FACEPE APQ-0399-1.03/17 e CNPq 465614/2014-0



**RICARDO MASSA** | Recebeu o título de doutor em Ciência da Computação em 2000. Desde 2015, investiga a aplicação de processos de negócios declarativos para controlar sistemas hídricos baseados na tecnologia IoT. Atualmente, quatro alunos de doutorado estão trabalhando em temas relacionados ao projeto REFlex Water.