

Sistema Inteligente Baseado em Regras de Inferência Fuzzy para Eficiência Hídrica Doméstica.

Alessandro Muras de Oliveira Pino¹, Efraim Naassom Helem Dantas Rodrigues¹, Ramiro de Vasconcelos dos Santos Junior¹, Felipe Cesar Pinheiro Leão e Danniell Cavalcante Lopes¹.

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
{alessandro, efraim, ramiro.junior, felipe.leao, daniel}@ufersa.edu.br

Resumo. Esse trabalho aborda um problema presente na população mundial: o desperdício de água potável, diversas regiões já enfrentam essa deficiência, não permitindo suprir até mesmo necessidades básicas. Em busca de uma conscientização para que se faça o uso da água com o menor desperdício possível, foi proposta a ferramenta denominada: Sistema Avançado de Economia de Água – WEASY. Sua função é medir o consumo de água em uma residência baseada em estatísticas feitas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Essas informações são importantes, para descobrir como está o consumo em uma residência e orientando o usuário quanto a utilização da sua água. Para isso são utilizadas regras de inferência Fuzzy, espera-se que assim, o usuário utilize esse recurso de forma mais consciente.

Palavras Chaves: Insuficiência Hídrica, Sustentabilidade, Inferência Fuzzy.

1 Introdução

A água utilizável no planeta continua sendo um bem cada vez mais disputado. Um dos serviços do saneamento básico considerado prioritário e fundamental, de grande importância à saúde e ao desenvolvimento das sociedades é o abastecimento de água [1]. Objetivando atender a demanda, com o fornecimento em quantidade e qualidade suficiente às necessidades de consumo tanto rural quanto urbano.

O Brasil passou a viver, a partir de 2014, os primeiros grandes focos daquilo que pode ser a maior crise hídrica de sua história. Com um problema grave de seca e de gestão dos recursos naturais, o país vem apresentando níveis baixos em seus reservatórios em épocas do ano em que eles costumam estar bem mais cheios. A crise da água, prevista para o ano de 2020, tem preocupado cientistas das diversas áreas no mundo inteiro, e o caminho que poderá conduzir ao caos hídrico já é trilhado [2]. A explosão demográfica, o aumento da demanda per capita pela água, a forte influência humana no ciclo hidrológico e a distribuição heterogênea do recurso, são fatores que contribuíram sobremaneira para a consolidação desta situação, acirrando os conflitos na disputa pelos recursos hídricos no planeta [3].

Neste contexto, está sendo desenvolvido um Sistema Avançado de Economia de Água - WEASY, baseado em regras de inferência Fuzzy, para ser implantado em ambientes residenciais com a função de aferir o consumo de água e interagir com o usuário e o ambiente. O sistema coleta informações e através dessas, informa se o ambiente analisado está tendo um consumo maior ou menor do que o esperado.

2 Metodologia

O WEASY, tem por objetivo monitorar o consumo de água em uma residência. A maquete desenvolvida possui dois motores DC, onde um atuará de forma a simular a gravidade que faz com que a água do reservatório desça e o segundo será o que representará a água que chega na casa do usuário. Um sensor de fluxo de água, representando o hidrômetro, responsável por captar o consumo de forma instantânea e enviar esse dado para um controlador Arduino, que interpreta esse sinal recebido e exibe as informações em uma tela de LCD. Através dessas informações, os moradores da residência poderão monitorar o seu consumo em tempo real, obtendo assim uma média mensal comparativa. A Fig. 1 apresenta um diagrama do sistema.

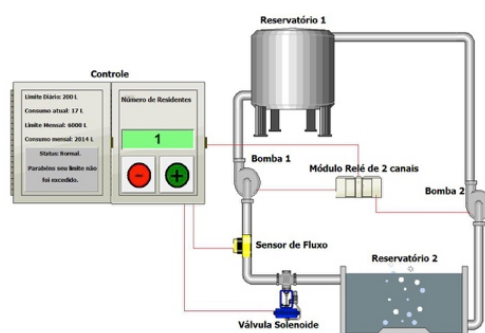


Fig. 1. Diagrama do Sistema Avançado de Economia de Água.

As informações apresentadas na tela e decisões tomadas são baseadas em regras de inferência Fuzzy. O sistema utiliza o modelo de inferência de Mamdani baseado em operadores MAX-MIN [4] na construção das regras implantadas no controlador.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, o consumo médio per capita de água em uma cidade como Mossoró/RN com 237 mil habitantes, é de 110,6 Litros por dia [5]. A partir dessas informações, o sistema pode através das regras implementadas apresentar uma mensagem para o usuário avisando de um possível vazamento, caso o consumo seja excessivamente alto, ou atuar diminuindo a pressão da água, para que o consumo seja reduzido.

Para a validação deste trabalho foi desenvolvido um protótipo de um sistema de medição e informação do consumo residencial, baseado em dados coletados e informações estatísticas do consumo médio de água, obtidos através do SNIS. O protótipo foi construído em uma maquete de escala reduzida de uma residência que contém uma piscina a ser enchida com água, com a finalidade de representar o consumo diário e mensal e testar o funcionamento do algoritmo desenvolvido utilizando lógica fuzzy; uma caixa de água como fonte receptora e para armazenamento e consumo de água proveniente da concessionária; duas bombas de água, uma para simulação do enchimento da caixa de água e outra para a simulação da força da gravidade e o respectivo consumo; sensor de fluxo, que foi instalado no percurso entre a bomba de simulação da gravidade e a piscina, para mensurar o consumo.

3 Sistema Fuzzy.

As regras Fuzzy foram implementadas em Arduino. Foi escolhido o Arduino Mega 2560 pois este possui uma memória flash de programa de 256KB, suficiente para implantar a lógica e regras do sistema.

De acordo com [6] a lógica Fuzzy foi desenvolvida com base na necessidade de se obter um método capaz de expressar de maneira sistemática quantidades imprecisas. Portanto, os controladores industriais elaborados a partir da lógica Fuzzy, podem incorporar conhecimento experimental de operadores humanos já treinados, tornando a sua ação de controle tão boa quanto a deles e de forma consistente.

Segundo [7], na lógica Fuzzy, a relação entre um conjunto universo U e um subconjunto nebuloso A é definida por uma função de pertinência que associa a cada elemento de A um grau de pertinência entre 0 e 1, dessa forma, podem ser atribuídos infinitos valores ao subconjunto, ao invés de pertence ou não, sendo a função $f(x) = 0.7$, significa que x pertence a A com 70% de certeza.

Em [8] é afirmado que as variáveis linguísticas são termos atribuídos a uma mesma grandeza a ser mensurada, por exemplo, a variável velocidade, que geralmente tem o seu valor fornecido em quilômetros por hora, pode assumir termos linguísticos (conjuntos Fuzzy ou funções de pertinência) rápido, lento e devagar.

Assim, nesse trabalho está sendo implementado um sistema Fuzzy como o proposto por Mamdani e apresentando na Fig 2.

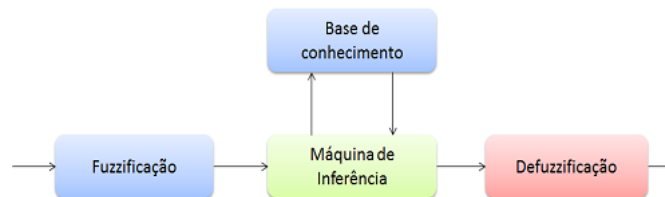


Fig. 2. Sistema Fuzzy proposto por Mamdani [9].

Esse projeto consiste em quatro etapas: 1. Fuzzificação - definir a faixa de valores associada a cada variável de entrada que possuem seu próprio domínio, onde pode se sobrepor com os conjuntos Fuzzy vizinhos; 2. Máquina de Inferência - gera um grau de pertinência de ativação para cada regra; 3. Base de conhecimento - definir as regras de inferência em torno de declarações SE - ENTÃO que descreve a ação a ser feita em resposta a várias entradas Fuzzy. Tais regras possibilitam formulações que permitem controlar o sistema em questão; e 4. Defuzzificação - ocorre a conversão da saída nebulosa para um valor escalar, transformando informações qualitativas em uma informação quantitativa.

4 Resultados Esperados.

Ao instalar o sistema, é configurado o número de usuários (residentes). O sistema mensura o consumo, compara com o limiar, informa mensagens de conscientização do desperdício de água. Por exemplo, se o consumo for maior que duas vezes o limiar definido, a mensagem indicativa é de possível vazamento. Com a utilização do

WEASY o usuário receberá, informações educativas, incentivando e sugerindo ações que permitam diminuir o consumo. Esse também deverá atuar, a partir das regras de inferência Fuzzy, no sistema diminuindo ou aumentando a vazão de água com intuito que o usuário não ultrapasse o limite diário ou mensal preestabelecido. A Fig. 3 mostra como o usuário receberá as informações no visor.



Fig. 3. Exemplo de informação recebida pelo o usuário.

Referencias Bibliográficas.

1. BICUDO, C.E.de M.; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.
2. MORAES, Daniela S. de L.; JORDÃO, Berenice, Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. Revista de Saúde Pública. Vol. 36, no.3. São Paulo, junho, 2002.
3. FERREIRA, Gabriel L. B. V.; FERREIRA, Natália B. V.; Fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: UNESP. Anais do XIII SIMPEP. Nov. 2006.
4. CABÓ, Antonio E. C.; Sistema Microcontrolado Inteligente de Baixo Custo para o Monitoramento de Altas Temperaturas em Fornos da Indústria de Cerâmica Vermelha. Dissertação de Mestrado – UFERSA/UERN. 2015.
5. SNIS– Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2013), [internet], Disponível em: < <http://www.cidades.gov.br/serieHistorica>>, [Acessado em 15 de maio de 2016].
6. SIMÕES, Marcelo Godoy; SHAW, Ian S.. Controle e Modelagem Fuzzy. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, Fapesp, 2007. 186 p.
7. ARTERO, Almir Olivette. Inteligência artificial teórica e prática. São Paulo: Livraria da Física, 2008. 230 p.
8. WEBER, Leo; KLEIN, Pedro Antônio Trierweiler. Aplicação Da Lógica Fuzzy Em Software e Hardware. Canoas: Ed. ULBRA, 2003. 112 p.
9. F. H. Teodoro, Desenvolvimento de um sistema de inferência nebulosa para detecção e diagnóstico de falhas em transformadores de potencia, XIII Encuentro Regional Ibero Americano de Gigré, (2009), 109 – 117.