

**37**  
ED. 02 | 2018

# Computação Brasil

Revista da  
Sociedade Brasileira  
de Computação



## COMPUTAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

A Computação Verde, que será o assunto destacado do CSBC 2018, também é abordada nesta edição da Computação Brasil.

---

# Índice

---

6

## Agenda

---

8



### **Apresentação: Computação e Sustentabilidade**

Por Eduardo Almeida

---

11



### **Consumo de energia: um novo desafio para programadores**

Por Gustavo Pinto, Wellington Oliveira e Fernando Castor

---

16



### **Sustentabilidade em Sistemas Computacionais**

Por Vinicius Petrucci e Daniel Mossé

---

21



### **IoTrees - Sentindo a cidade através das árvores**

Por Antonio D. de Carvalho Jr., Alfredo Goldman,  
Fabio Kon e Marcos Buckeridge

---

26

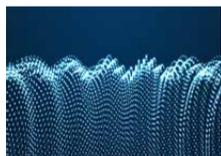


### **Internet das Coisas Voadoras no Contexto de Sustentabilidade**

Por Natássya Barlate, Daniel Pigatto, Luiz Henrique Castelo Branco,  
Kalinka Castelo Branco

---

31



### **REFlex Water: Gestão de Águas com Processos Declarativos**

Por Ricardo Massa

---

36



### **SmartWater: Gestão inteligente de mananciais**

Por Gustavo Bittencourt Figueiredo e Ivan do Carmo Machado

---

40



### **Smart Water, Energy & Gas: consumo inteligente de utilities**

Por Ernani Azevedo, Sílvio Santana, Ricardo Robson da Silva,  
Luis Carlos Rosa e Sérgio Soares

---

# **IOTREES:** SENTINDO A CIDADE ATRAVÉS DAS ÁRVORES

A PRESENÇA DE ÁRVORES SAUDÁVEIS NO ESPAÇO URBANO É ALGO FUNDAMENTAL PARA A QUALIDADE DE VIDA NA CIDADE. UM PROJETO DE DESIGN ABERTO PARA MONITORAR O AMBIENTE POR MEIO DAS ÁRVORES PODE DAR BONS FRUTOS? ESSE É O DESAFIO DO PROJETO "INTERNET OF TREES".

.....  
**por Antonio D. de Carvalho Jr., Alfredo Goldman,  
Fabio Kon e Marcos Buckeridge**  
.....



Tipuana (Fonte: [www.arvoresdf.com.br/especies/exoticas/tipuana.htm](http://www.arvoresdf.com.br/especies/exoticas/tipuana.htm))

O monitoramento do meio ambiente pode melhorar a gestão de grandes cidades. Hoje há câmeras nas principais avenidas da cidade, além de estações meteorológicas que servem para monitorar as condições climáticas em tempo real. Soluções como essas contribuem para decisões mais bem embasadas e rápidas. Como sensores eletrônicos vêm se tornando cada vez menores e mais confiáveis, o design aberto de soluções é uma alternativa para tais estações. Seguindo essa linha de pensamento, o INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes, dentro do projeto Internet of Trees, está trabalhando na criação de estações de sensores com design aberto e que focam principalmente na saúde das árvores.

No caso das árvores, há poucos dados disponíveis e os cidadãos, apesar de não notarem, são dependentes dos serviços ambientais que elas prestam: captura de car-

bono, diminuição da temperatura, da poluição, controle do ciclo da água, beleza e bem-estar, entre outros. Além disso, a queda de árvores, principalmente durante as tempestades de verão, constitui um grande problema urbano e pode causar danos às propriedades, ameaçar a vida humana e gerar custos ao afetarem o trânsito. No entanto, é possível nos anteciparmos às quedas através do colhimento de dados sobre a saúde das árvores na cidade, evitando os impactos que ocorrem após as quedas. Uma das formas de fazer isso é acompanhar se há queda de galhos, coloração amarelada das folhas, descascamento e lesões no tronco causadas por pragas. No entanto, estes são sintomas antecidos por variações fisiológicas na planta, e quando nos damos conta, a árvore já está a ponto de cair e não tem mais salvação.

---

**Nossas estações de monitoramento de design aberto já apresentam os sensores citados e monitoram também o fluxo da seiva das árvores e a temperatura na superfície das folhas.**

---

O monitoramento fisiológico pode ser uma alternativa para verificar em tempo real a sanidade das árvores urbanas, auxiliando o manejo de poda na cidade a fim de evitar ou diminuir o risco de queda. Mais do que isso, uma antecipação feita por meio desse monitoramento pode salvar uma árvore, prolongando a sua vida e evitando os custos que advirão de sua queda. Todas as árvores passam a maior parte do dia e também da noite absorvendo água e nutrientes por suas raízes. A maior parte da água acaba saindo pelas folhas durante o dia, por meio de pequenas aberturas na parte de baixo das folhas (os estômatos). Este fluxo de água (da seiva) das árvores pode ser monitorado. Achamos que ele pode ser usado como um parâmetro para sabermos se um indivíduo está ou não bem de saúde e estamos no momento avaliando uma das principais espécies de árvore paulistana (a tipuana), para encontrar padrões que nos ajudem a tomar decisões mais bem embasadas sobre as árvores.

Na cidade de São Paulo temos cerca de 650 mil árvores nas ruas. Se cada sensor colocado em uma árvore custasse apenas uma nota de dois reais, iríamos ultrapas-

sar a cifra do milhão para monitorar todas elas. Obviamente não é preciso monitorar todas as árvores, porém se considerarmos que as estações meteorológicas industrializadas chegam a custar entre R\$ 2 mil e R\$ 10 mil, seria inviável pensar em monitorar sequer um décimo dessas árvores. Com design aberto, já conseguimos baixar o custo para valores próximos a cem reais. A utilização de hardware livre, como o Arduino, facilita a reprodução das estações até por crianças interessadas. Conectar ao Arduino um sensor DHT (umidade e temperatura) ou LDR (luminosidade) pode ser um exercício de eletrônica para alguém que está iniciando na área, mas a partir do momento em que esse sensor passa a enviar dados para uma plataforma de monitoramento, tais dados podem gerar informações importantíssimas na mão de um botânico. Isso pode ser útil, por exemplo, para a criação de políticas públicas baseadas em evidências, tomando decisões a partir de ciência de dados, melhorando a gestão e manejo das árvores urbanas.

Nossas estações de monitoramento de design aberto já apresentam os sensores citados e monitoram também o fluxo da seiva das árvores e a temperatura na superfície das folhas. Os dados são enviados para a plataforma InterSCity de gerenciamento de cidades inteligentes, possibilitando, no futuro próximo, análises e aprendizado por meio de algoritmos automatizados. O desenvolvimento com design aberto vem a ser uma solução para monitoramento do meio ambiente de forma sustentável e escalável. Basta ficar de olho nas árvores. ●



**ANTONIO D. DE CARVALHO JR.** | É pós-doutorando na área de Internet das Coisas no IME-USP, coordenador do grupo Hardware Livre USP e membro do INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes como principal responsável pelo projeto Internet of Trees.



**ALFREDO GOLDMAN** | É professor associado de Ciência da Computação do IME-USP, pesquisador principal do INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes, coordenador do CE-ACPAD da Sociedade Brasileira de Computação e editor de área da Parallel Computing.



**FABIO KON** | É professor titular de Ciência da Computação do IME-USP, conselheiro da SBC, coordenador do INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes, editor-chefe do SpringerOpen Journal of Internet Services and Applications, ACM Distinguished Scientist e coordenador adjunto de pesquisa para inovação da FAPESP.



**MARCOS BUCKERIDGE** | É professor titular de Fisiologia Vegetal no Instituto de Biociências da USP. Já publicou quatro livros e mais de 150 artigos científicos e capítulos de livros. Coordena o INCT do Bioetanol e o Programa USP-Cidades Globais do Instituto de Estudos Avançados da USP. Atualmente é o presidente da Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP).