

**35**  
ED. 03 | 2017

# Computação Brasil

Revista da  
Sociedade Brasileira  
de Computação



## CIDADES INTELIGENTES

Como a Computação  
pode trazer soluções  
efetivas para a  
melhoria da qualidade  
de vida nas cidades.



**Lisandro Zambenedetti Granville**  
Presidente da Sociedade Brasileira  
de Computação

---

## CONTRIBUINDO COM O BRASIL

O LIVRE EXERCÍCIO DA PROFISSÃO  
E O ENSINO DE COMPUTAÇÃO SÃO  
DUAS DEMANDAS QUE RECEBEM UMA  
ATENÇÃO ESPECIAL DA SBC.

---

**É importante que  
todos os estudantes do  
ensino público estejam  
instrumentados  
com Pensamento  
Computacional.**

---

**T**enho falado em minhas atividades como atual presidente da SBC sobre a importância da instituição não se empenhar somente nas demandas específicas da comunidade da Computação, mas também contribuir com a sociedade como um todo. Dentro dessa ideia, há duas questões, as quais chamo de mantras da SBC, que entendemos serem de muita relevância para o País e que podem ser amadurecidas e consolidadas com a nossa participação: o livre exercício da profissão e o ensino de Computação.

Em relação ao primeiro item, vê-se no Brasil a necessidade de existirem mais profissionais de Computação no mercado. Por isso, é uma bandeira da SBC garantir que quem já atua na área, independentemente de formação, possa exercer a profissão de forma livre. Existem atualmente propostas de regulamentação da atividade, que, apesar da desculpa de oferecer proteção, representam um grande retrocesso, pois apenas encarceram os profissionais em conselhos de classe. Essa regulamentação vai contra as referências que temos de países desenvolvidos, onde não há limitações. A SBC tem a responsabilidade de lutar com todas as forças para evitar o cerceamento do livre exercício da profissão, por isso tem usado sua credibilidade para convencer a sociedade civil, atores no governo e tomadores de decisão



sobre essa demanda.

O segundo item, o ensino de Computação, é outro em que temos países desenvolvidos como referência, regiões onde essa ciência está presente na vida dos estudantes já no ensino básico, enquanto aqui alunos da rede pública raramente têm acesso. Essa medida traria benefícios a todos os jovens e não apenas aos que escolherem mais tarde cursos superiores da Computação. É importante que os estudantes do ensino público estejam instrumentados com Pensamento Computacional,

como ocorre frequentemente com os de escolas privadas. A SBC defende a inclusão de Computação no ensino básico na chamada Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que está atualmente em discussão no Conselho Nacional de Educação (CNE).

E já que estamos falando da relação entre a Computação e a sociedade em geral, esta edição da Computação Brasil traz como tema o conceito de cidades inteligentes, que nada mais é do que a aplicação da Tecnologia da Informação e Comunicação para resolver os problemas das cidades, oferecendo uma melhor qualidade de vida para seus cidadãos. Nas páginas a seguir, você obterá uma visão geral dos principais desafios que a nova realidade impõe. Boa leitura!

## COMO SE ASSOCIAR

Se você deseja renovar a anuidade ou se associar à SBC, confira o valor anual:

Categoria	Valor para o ano de 2017
Efetivo/Fundador	R\$ 195,00
Efetivo Associado à ACM	R\$ 185,00
Estudante de Pós-Graduação	R\$ 75,00
Estudante de Pós-Graduação Associado à ACM	R\$ 60,00
Estudante de Graduação	R\$ 19,00
Institucional	R\$ 1.900,00



# Computação Brasil

Revista da  
Sociedade Brasileira  
de Computação



[www.sbc.org.br](http://www.sbc.org.br)

Caixa Postal 15012

CEP: 91.501-970 - Porto Alegre/RS

Av. Bento Gonçalves, 9.500 - Setor 4 - Prédio 43412 - Sala 219

Bairro Agronomia - CEP: 91.509-900 - Porto Alegre/RS

Fone: (51) 3308.6835 | Fax: (51) 3308.7142

E-mail: [marketing@sb.org.br](mailto:marketing@sb.org.br)

## **Diretoria:**

**Presidente** | Lisandro Zambenedetti Granville (UFRGS)

**Vice-Presidente** | Thais Vasconcelos Batista (UFRN)

**Diretora Administrativa** | Renata Galante (UFRGS)

**Diretor de Finanças** | Carlos Ferraz (UFPE)

**Diretor de Eventos e Comissões Especiais** | Antônio Jorge Gomes Abelém (UFPA)

**Diretor de Educação** | Avelino Francisco Zorzo (PUC-RS)

**Diretor de Publicações** | José Viterbo Filho (UFF)

**Diretora de Planejamento e Programas Especiais** | Cláudia Motta (UFRJ)

**Diretor de Secretarias Regionais** | Marcelo Duduchi (CEETEPS)

**Diretora de Divulgação e Marketing** | Eliana Silva de Almeida (UFAL)

**Diretor de Relações Profissionais** | Roberto da Silva Bigonha (UFMG)

**Diretor de Competições Científicas** | Ricardo de Oliveira Anido (UNICAMP)

**Diretor de Cooperação com Sociedades Científicas** | Raimundo José de Araújo Macêdo (UFBA)

**Diretor de Articulação de Empresas** | Sérgio Castelo Branco Soares (UFPE)

**Editora Responsável** | Eliana Silva de Almeida (UFAL)

**Editores convidados** | Kelly Rosa Braghetto e Fabio Kon

Os artigos publicados nesta edição são de responsabilidade dos autores e não representam necessariamente a opinião da SBC.

Todos os artigos desta edição estão disponíveis sob a licença Creative Commons Internacional com atribuição (CC BY 4.0).



## **Giornale Comunicação**

Fone: (51) 3378.7100 - [www.giornale.com.br](http://www.giornale.com.br)

**Imagens:** fotos - Arquivo SBC

---

# Índice

---

6

## Agenda

---

7



### **Apresentação: Os Desafios das Cidades Inteligentes**

Por Kelly Rosa Braghetto e Fabio Kon

---

11



### **InterSCity: uma plataforma para cidades inteligentes**

Por Lucas Kanashiro, Fábio M. Costa e Arlindo Flavio da Conceição

---

16



### **Processamento de Big Data Urbano**

Por Kelly Rosa Braghetto, Daniel Cordeiro e Alfredo Goldman

---

21



### **Segurança em Internet das Coisas**

Por Daniel Batista, Carlos Alberto Kaminski e Otto Carlos Muniz Bandeira Duarte

---

25



### **Desafios de Aprendizado de Máquina para Cidades Inteligentes**

Por Junior Barrera, Marcelo Finger e Roberto Hirata Jr.

---

29



### **Perspectivas para a Saúde no Âmbito de Cidades Inteligentes**

Por Markus Endler, Francisco José da Silva e Silva e Arlindo Flavio da Conceição

---

33



### **Redes Móveis e Veiculares em Cidades Inteligentes**

Por Luiz F. Bittencourt, Edmundo R. M. Madeira e Leandro Villas

---

37



### **Monitoramento Automático de Métricas de Planos de Mobilidade**

Por Roberto Speicys Cardoso, Thiago Von Zeidler Gomes e Estefânia Quirla Bordin

---

42



### **Projeto piloto ARQUIGRAFIA: Open-Air Museum**

Por Artur Simões Rozestraten, Ana Paula Oliveira Bertholdo, João Henrique Kersul Faria e Flávio Soares Corrêa da Silva

---

**Conheça alguns dos eventos realizados e apoiados pela SBC:**

---

- NOVEMBRO**
- 14 a 17** **Congresso Brasileiro de Telemedicina e Telessaúde**  
Gramado - RS [congresso.abtms.org.br/2017](http://congresso.abtms.org.br/2017)
- 15 a 17** **ENUCOMP 2017 - Encontro Unificado de Computação**  
Parnaíba - PI [www.enucomp.com.br](http://www.enucomp.com.br)
- 16 a 19** **EPFIPP 2017 - Encontro de Pesquisa da FIPP/Unoeste**  
Presidente Prudente - SP  
[www.unoeste.br/fipp/epfipp/2017/index.php](http://www.unoeste.br/fipp/epfipp/2017/index.php)
- 16 a 18** **ERI-GO, ERSI-GO, FGSL - V Escola Regional de Informática de Goiás**  
Goiânia - GO [erigo.sbc.org.br](http://erigo.sbc.org.br)
- 27 a 1/12** **ERIMT 2017 - VIII Escola Regional de Informática de Mato Grosso**  
Cáceres - MT [www.sbc.org.br/erimt2017](http://www.sbc.org.br/erimt2017)
- 27 a 1/12** **SBMF 2017 - XX Simpósio Brasileiro de Métodos Formais**  
Recife - PE [www.sbc.org.br/sbmf2017](http://www.sbc.org.br/sbmf2017)

Para saber mais acesse o nosso site.

# OS DESAFIOS DAS CIDADES INTELIGENTES

ESTA EDIÇÃO ABORDA OS PRINCIPAIS DESAFIOS DA COMPUTAÇÃO PARA ENCONTRAR SOLUÇÕES EFETIVAS VOLTADAS À MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA NAS CIDADES CONTEMPORÂNEAS.

.....  
por Kelly Rosa Braghetto e Fabio Kon  
.....

**N**o Brasil, mais de 86% da população vive em cidades e a taxa de urbanização continua aumentando. Isso tem levado à criação de grandes centros urbanos com inúmeros problemas de infraestrutura e gestão. As cidades pequenas e médias também apresentam uma série de outros desafios. O conceito de cidades inteligentes surgiu da ideia de aplicar a Tecnologia da Informação e Comunicação para resolver os problemas das cidades, promovendo uma melhor qualidade de vida para seus cidadãos e, ao mesmo tempo, contribuindo para a sua sustentabilidade. O INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes (InterSCity, <http://interscity.org>), financiado pelo CNPq, Capes e Fapesp, tem como objetivo aglutinar cientistas da Computação para trabalhar em conjunto com arquitetos, urbanistas, engenheiros, economistas, etc. para atacar os problemas das cidades brasileiras.

Nesta edição da Computação Brasil, apresentamos uma visão geral dos principais desafios científicos e tecnológicos que precisam ser abordados para que a Computação possa trazer soluções efetivas para a melhoria da qualidade de vida nas cidades contemporâneas. Pesquisadores do INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes destacam aqui os tópicos a seguir.

Kanashiro, Costa e Conceição apresentam uma plataforma de software escalável para amparar a integração de recursos e serviços e facilitar o desenvolvimento de aplicações para cidades inteligentes. Serviços fundamentais em uma plataforma como essa são os de gerenciamento e análise de dados. Braghetto, Cordeiro e Goldman caracterizam as ferramentas e ambientes computacionais usados no armazenamento e processamento de big data urbano, enquanto Barrera, Finger e Hirata abordam os desafios técnicos e éticos da aplicação de aprendizado de máquina na análise de dados de ci-



---

## O conceito de cidades inteligentes surgiu da ideia de aplicar a Tecnologia da Informação e Comunicação para resolver os problemas das cidades.

---

dades. Aspectos relacionados à segurança dos dados que trafegam entre os recursos e as aplicações são discutidos por Batista, Kamienski e Duarte.

A disponibilidade crescente de dispositivos móveis com recursos de sensoriamento e de conectividade viabiliza a criação de diferentes tipos de aplicações para cidades inteligentes. Endler, Silva e Conceição destacam o potencial de redes móveis no contexto de saúde, para

prover uma gestão mais eficiente dos recursos médicos e tratamentos mais personalizados e efetivos aos pacientes. Redes móveis também podem interconectar veículos, facilitando o gerenciamento do tráfego e o atendimento de emergências, como proposto por Bittencourt, Madeira e Villas. Ainda no contexto de mobilidade, Speicys, Gomes e Bordin falam do uso de dispositivos móveis para o monitoramento automatizado em sistemas de transporte e da importância disso na definição de políticas públicas. Por fim, Rozestraten, Bertholdo, Faria e Silva propõem o uso de dispositivos móveis para enriquecer a experiência sensorial das pessoas na interação com as paisagens, espaços e objetos urbanos.

Esperamos que você se sinta estimulado a contribuir com seu trabalho como pesquisador ou desenvolvedor de software para essa área tão fascinante. Os pesquisadores do INCT estão prontos a auxiliá-lo no que for possível para tornar isso uma realidade e o convidam a conhecer mais sobre os trabalhos em andamento em <http://interscity.org>.



**KELLY ROSA BRAGHETTO** | É professora doutora do Departamento de Ciência da Computação do IME-USP e pesquisadora associada ao INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes. Atua nas áreas de Bancos de Dados, Gerenciamento de Workflows e Métodos Formais para Projeto e Análise de Sistemas.



**FABIO KON** | É professor titular de Ciência da Computação do IME-USP e coordenador do INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes. Atua na área de Sistemas Distribuídos, Engenharia de Software e Computação Musical, tendo publicado mais de 130 artigos científicos em congressos e periódicos. É conselheiro da SBC, coordenador adjunto de Pesquisa para Inovação da Fapesp e editor-chefe do *SpringerOpen Journal of Internet Services and Applications* (JISA).

# **InterSCity:** **UMA PLATAFORMA PARA CIDADES INTELIGENTES**

.....  
**por Lucas Kanashiro, Fábio M. Costa  
e Arlindo Flavio da Conceição**  
.....

PLATAFORMAS DE SOFTWARE PARA CIDADES INTELIGENTES DEVEM DISPONIBILIZAR MEIOS PARA INTERCONEXÃO E INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS E RECURSOS, GARANTINDO ESCALABILIDADE E SEGURANÇA, ENTRE OUTROS REQUISITOS IMPORTANTES PARA AS APLICAÇÕES.

**E**m uma cidade inteligente, os dados de interesse público devem ser acessíveis aos cidadãos de forma explícita e transparente. Além disso, no futuro, a inovação terá um papel econômico central e consistirá, em geral, na criação de novos produtos e serviços a partir da integração de objetos (da Internet das Coisas), dados e serviços existentes. Mas como oferecer acesso a dados e serviços heterogêneos em cidades inteligentes?

Para facilitar a integração e a inovação em cidades inteligentes, deve-se promover a adoção de padrões, tanto para o armazenamento e troca de dados quanto para a integração de sistemas. A padronização pode ser realizada, entre outras formas, por meio da definição de especificações ou por meio da escolha de uma plataforma de software comum para integração de serviços. Essa última, obviamente, inclui a primeira.

Uma plataforma de software para cidades inteligentes deve ser flexível para adequar-se aos diferentes ambientes computacionais e usos que dela se farão. A plataforma deve aderir ao conceito de *openness*, isto é, deve utilizar software livre e formatos abertos, tornando o mais transparente possível a sua implementação e facilitando a integração de serviços e a inovação.

O projeto InterSCity<sup>1</sup> define uma arquitetura de referência para plataformas de cidades inteligentes, juntamente com uma implementação de referência. A arquitetura da plataforma, vide a Figura 1, visa contemplar requisitos não funcionais (escalabilidade, tolerância a falhas, segurança, etc.) e assegurar a capacidade de integração de dados de fontes heterogêneas. A solução oferece métodos para a coleta de dados e disponibiliza serviços, tais como descoberta de recursos, que facilitam a criação de novas aplicações.

O InterSCity adota uma arquitetura baseada em microsserviços<sup>2</sup> que simplifica a adição de funcionalidades, permitindo a constante evolução da plataforma e de suas aplicações. Pelo fato de a plataforma ser de código aberto<sup>3</sup>, cidadãos e demais atores interessados em integração de dados e serviços podem contribuir diretamente para sua evolução.

---

**Uma plataforma de software para cidades inteligentes deve ser flexível para adequar-se aos diferentes ambientes computacionais e usos que dela se farão.**

---

Um exemplo de aplicação já desenvolvida utilizando a plataforma é um *dashboard* que relaciona dados abertos de saúde geolocalizados na cidade de São Paulo. A aplicação processa dados históricos de saúde e trânsito e apresenta dados consolidados por meio de gráficos e mapas. A ferramenta auxilia na análise dos recursos da cidade, identificando possíveis lugares para novos hospitais, assim como unidades de saúde com problemas de acesso para os pacientes. Além desse tipo de aplicação, a plataforma permite a combinação de serviços geolocalizados com dados em tempo real, facilitando o desenvolvimento, por exemplo, de aplicativos para encontrar vagas de estacionamento, monitorar a localização de ônibus ou avaliar as condições do meio ambiente.

---

**Um exemplo de aplicação já desenvolvida utilizando a plataforma é um *dashboard* que relaciona dados abertos de saúde geolocalizados na cidade de São Paulo.**

---

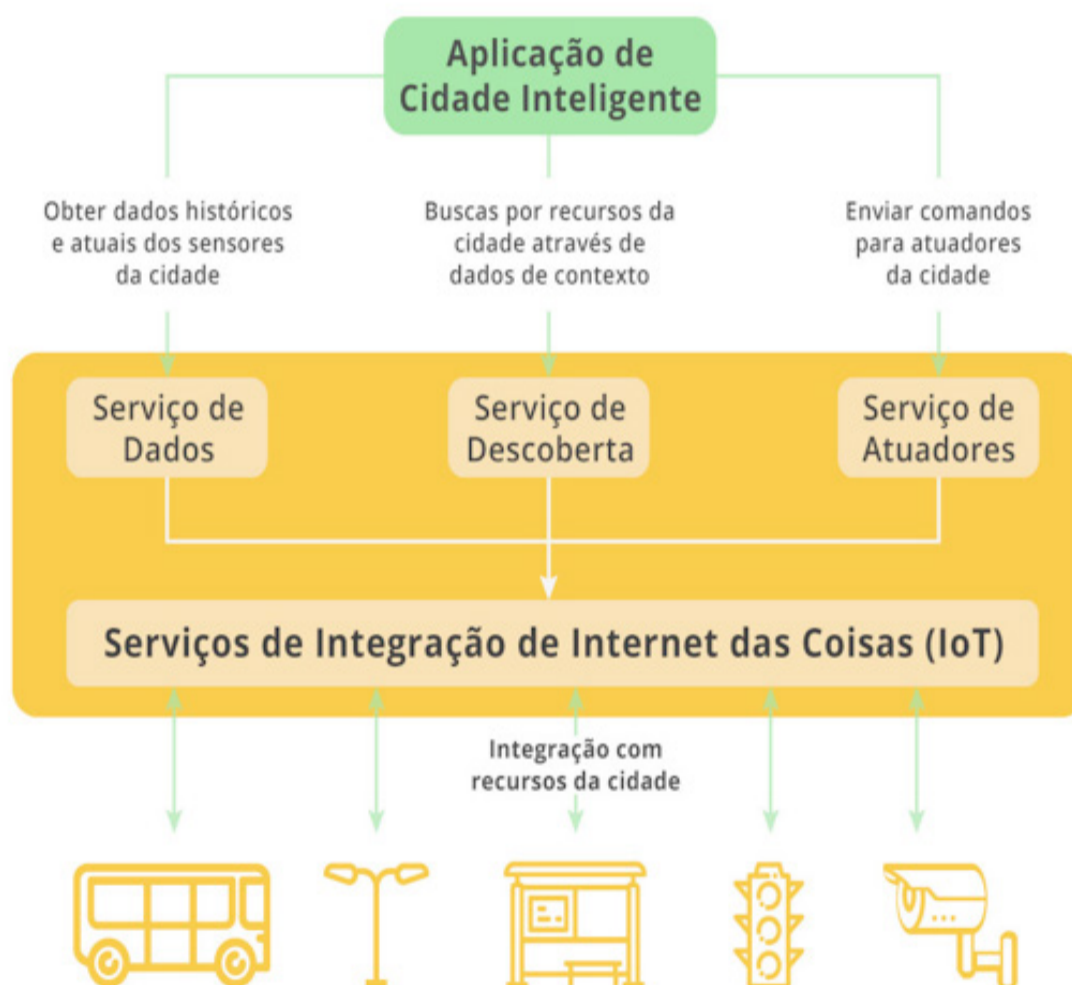


Figura 1 - Arquitetura da plataforma InterSCity.

Cabe ainda refletir sobre o modelo de gestão de plataformas de software para cidades inteligentes. Quem deve manter a plataforma no ar? Os municípios podem ser os responsáveis por manter a operação da plataforma, mas muitos deles não possuem recursos, quer humanos, quer financeiros, para essa tarefa. No outro extremo do modelo de financiamento, a iniciativa privada pode assumir a manutenção dos serviços se identificar oportunidades de retorno financeiro. Um outro caminho seria a participação da comunidade de usuários, assim como acontece em alguns projetos de software livre; mas esse modelo enfrenta, por vezes, a carência de uma linha de financiamento contínuo. Cada implantação terá as suas especificidades, o que reforça que a flexibilidade do modelo de operação também é um requisito importante. É provável que o modelo de gestão resultante seja algo híbrido e flexível, sustentado por um investimento público limitado, mas constante, pelo apoio eventual de patrocinadores e pela colaboração voluntária dos usuários.

Apesar de não ser possível prever qual será o melhor modelo de gestão, acreditamos que as plataformas de serviços terão um papel importante no futuro das cidades inteligentes, não só como facilitadoras da inovação, mas também como ferramentas para democratização do acesso à informação. ●

## Referências

1 Daniel Macêdo Batista, Alfredo Goldman, Roberto Hirata Jr., Fabio Kon, Fabio M. Costa and Markus Endler. *InterSCity: Addressing Future Internet Research Challenges for Smart Cities*. 7th *International Conference on Network of the Future*, 2016.

2 Arthur de M. Del Esposte, Fabio Kon, Fabio M. Costa and Nelson Lago. *InterSCity: A Scalable Microservice-based Open Source Platform for Smart Cities*. 6th *International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems*, 2017.

3 A plataforma InterSCity está disponível em <http://interscity.org/software/interscity-platform>. Neste endereço também podem ser encontrados exemplos de aplicações construídas sobre a plataforma.



**LUCAS KANASHIRO** | É mestrando em Ciência da Computação pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME/USP), atuando no Centro de Competência de Software Livre (CCSL). Engenheiro de Software pela Universidade de Brasília (UnB), tem interesse nas áreas de cidades inteligentes, sistemas distribuídos e no ecossistema de software livre.



**FÁBIO M. COSTA** | É professor do Instituto de Informática da UFG em Goiânia (GO), onde coordena o grupo de pesquisa em *middleware* e sistemas distribuídos. É doutor em Ciências da Computação pela Universidade de Lancaster (2001) e mestre pela Unicamp (1995). É sócio da SBC e membro da ACM e da IEEE Computer Society.



**ARLINDO FLAVIO DA CONCEIÇÃO** | É professor associado do Instituto de Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal de São Paulo (ICT-UNIFESP), campus São José dos Campos (SP). Tem interesse nas áreas de sistemas distribuídos, sistemas móveis e desenvolvimento de software.

# PROCESSAMENTO DE BIG DATA URBANO

CIDADES INTELIGENTES PRODUZEM GRANDES QUANTIDADES DE DADOS EM PERÍODOS MUITO CURTOS DE TEMPO. PARA OBTER INFORMAÇÕES EM TEMPO REAL E EXTRAIR CONHECIMENTO DESSES DADOS, SÃO NECESSÁRIAS TÉCNICAS EFICIENTES DE ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO.

.....  
**por Kelly Rosa Braghetto, Daniel Cordeiro e Alfredo Goldman**  
.....



## Big Data Urbano

Uma grande quantidade de dados provenientes das mais variadas fontes é gerada continuamente no contexto de uma cidade. As fontes mais comuns são dispositivos eletrônicos com capacidade de sensoriamento e poder computacional, que capturam dados (muitas vezes, automaticamente e periodicamente) e os armazenam ou transmitem por meio de uma rede, formando assim a Internet das Coisas. Exemplos disso são os sensores ambientais, os GPSs, as câmeras de segurança, os *smartphones*, etc. Outros dados sobre a cidade também são gerados em redes sociais e sistemas de governo eletrônico. A análise desses dados é fundamental para identificar deficiências das cidades e amparar políticas públicas que visem à qualidade de vida dos cidadãos e ao uso sustentável da infraestrutura e dos recursos naturais.

Fontes e estruturas heterogêneas, coletas em alta frequência, grande volume, alto valor social e econômico: essas características fazem dos dados de cidades um exemplo perfeito de Big Data. Se por um lado é importante destacar o potencial do Big Data urbano para alavancar serviços em cidades inteligentes, por outro é essencial ressaltar que o seu uso envolve diversos desafios. Eles incluem, por exemplo, o tratamento de problemas relacionados a privacidade dos cidadãos, validade temporal e espacial dos dados, imprecisão dos dispositivos de coleta e transparência das análises (para evitar possíveis manipulações de opinião). Sobrepondo-se a esses desafios, tem-se ainda o complexo problema de armazenar e processar, de forma eficiente, enorme quantidade de dados.

---

**Se por um lado é importante destacar o potencial do Big Data urbano para alavancar serviços em cidades inteligentes, por outro é essencial ressaltar que o seu uso envolve diversos desafios.**

---

### Armazenar, Processar, Usar

O processamento de Big Data pode ser feito em lotes ou em fluxos de dados. No processamento em lotes (*batch processing*), dados previamente coletados e armazenados são processados, o que pode levar horas no caso de lotes grandes. Já no processamento de fluxos de dados (*stream processing*), os dados são processados à medida que chegam à aplicação, gerando resultados com baixa latência. Arcabouços<sup>1</sup> populares para processamento em lotes são o Hadoop e

---

**Para processamentos mais complexos e que envolvem uma quantidade muito grande de dados, é necessária uma arquitetura que permita o armazenamento resiliente, escalável e que possa ser processado de forma eficiente.**

---

o Spark, enquanto que o Storm, o Sanza e o Flink são bastante usados no processamento de fluxos de dados.

Algumas aplicações requerem o uso combinado de processamento de lotes e de fluxos de dados. Por exemplo, um sistema de monitoramento de trânsito precisa identificar e reportar com rapidez a ocorrência de acidentes, bem como cruzar informações históricas que permitirão prever as zonas mais perigosas e evitar novas situações de risco. Diferentes arquiteturas de software (como a Lambda e a Kappa) foram propostas para lidar com esse tipo de demanda.

Cada camada de uma plataforma para cidades inteligentes pode utilizar um tipo de sistema de informação diferente. Por exemplo, um *context broker*, responsável pela coleta, redistribuição de dados e disparo de novos eventos, normalmente usa um banco de dados NoSQL para minimizar a latência ao acesso a dados recentes. Para processamentos mais complexos e que envolvem uma quantidade muito grande de dados, é necessária uma arquitetura que permita o armazena-

mento resiliente, escalável e que possa ser processado de forma eficiente. Uma solução popular é o uso do sistema de arquivos distribuídos HDFS (Hadoop Distributed File System) em conjunto com modelos de programação distribuídos como o MapReduce (usado no Apache Hadoop) ou baseados em *dataflows* (como o proposto pelo Apache Spark). Os resultados de processamentos complexos podem ser oferecidos de forma conveniente por sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais.

### Próximos passos

Vários são os desafios de pesquisa que emergem do gerenciamento de dados de cidades. **Segurança e privacidade:** apesar de os dados serem gerados por usuários anônimos, podem-se inferir ou restaurar informações pessoais por meio de mineração de dados. Além disso, os dados nessas plataformas são gerados de forma colaborativa; será preciso desenvolver um modo de autenticar os dispositivos que criam e processam os dados antes que eles possam operar sobre a plataforma. **Mineração:** a grande variedade, velocidade e volume dos dados impõem novos requisitos aos algoritmos de mineração de dados e salientam a necessidade de novos modelos de programação distribuída de alto desempenho. **Visualização:** visualizar os dados coletados é difícil devido ao seu volume e dimensionalidade. A maior parte das soluções atuais estão aquém do esperado em termos de funcionalidades, escalabilidade e tempo de resposta. **Integração:** os dados devem ser vistos de forma uniforme, apesar de terem fontes e estruturas variadas; essa integração de dados continua um problema em aberto. ●

### Referências

1 Todos os arcabouços citados são projetos da Fundação Apache (<https://www.apache.org/>).



**KELLY ROSA BRAGHETTO** | É professora doutora do Departamento de Ciência da Computação do IME-USP e pesquisadora associada ao INCT da Internet do Futuro para Cidades Inteligentes. Atua nas áreas de Bancos de Dados, Gerenciamento de Workflows e Métodos Formais para Projeto e Análise de Sistemas.



**DANIEL CORDEIRO** | É professor doutor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Ele recebeu o título de doutor em Mathématiques et en Informatique pela Université de Grenoble, França, e de mestre em Ciência da Computação pela Universidade de São Paulo. Seus principais interesses incluem Computação de Alto Desempenho e Teoria do Escalonamento.



**ALFREDO GOLDMAN** | É professor associado da Universidade de São Paulo. Possui mestrado em Matemática Aplicada pela Universidade de São Paulo (1994) e doutorado em Informatique et Systèmes - Institut National Polytechnique De Grenoble (1999). Atua nos seguintes temas: Computação paralela e distribuída, escalonamento e métodos ágeis de desenvolvimento de software.

# SEGURANÇA EM INTERNET DAS COISAS

.....  
**por** Daniel Batista, Carlos Alberto Kaminski  
e Otto Carlos Muniz Bandeira Duarte  
.....

O AUMENTO SIGNIFICATIVO DA QUANTIDADE DE DISPOSITIVOS CONECTADOS À INTERNET, NA CHAMADA INTERNET DAS COISAS, TRAZ NOVOS DESAFIOS À SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO. COMO PROTEGER ESSE NOVO AMBIENTE DE FORMA EFICIENTE E ESCALÁVEL?

**A**glomeração de pessoas ocasiona diversos problemas intrínsecos às cidades, e são necessárias novas soluções para esses problemas emergenciais de natureza pública. O conceito de cidades inteligentes prevê ambientes nos quais a tecnologia da informação seja uma ferramenta para resolver alguns desses problemas. Para isso, é necessário uma rede interconectada de dispositivos que monitoram a cidade, conhecida como rede de sensoriamento urbano<sup>1</sup>.

Os novos dispositivos conectados na internet, incluindo aqueles que fornecem dados que ajudam indiretamente nas tomadas de decisão dos gestores das cidades, como telefones celulares, relógios inteligentes e carros autônomos, compõem a chamada Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT).

O fluxo de informação em uma cidade inteligente com dispositivos pertencentes à IoT consiste na coleta de dados pelos sensores, processamento desses dados em ambientes distribuídos e envio de decisões para atuadores. A expectativa por uma grande quantidade de sensores em uma cidade inteligente traz como consequência um alto volume de dados trafegado na rede. Ataques de segurança em um ambiente como esse podem trazer sérios problemas para a população, já que agora o ambiente computacional não se restringe a uma empresa de TI ou ao computador pessoal de um usuário, mas, sim, à cidade como um todo. A detecção desses ataques deve ser feita o mais rápido possível, de preferência antecipadamente, o que justifica a implantação de mecanismos de monitoramento em diversos pontos da infraestrutura de TI da cidade.

Entretanto, as ferramentas atuais de monitoramento de rede não atendem às necessidades de velocidade e gerenciamento de grandes domínios de rede como o de uma cidade inteligente. Além disso, muitas dessas ferramentas geram uma enorme quantidade de dados que requerem processamento de outro tipo de ferramentas para extrair conhecimento dos dados coletados.

Muitas das soluções que vêm sendo desenvolvidas para melhorar o desempenho dos atuais sistemas de segurança para cenários como a IoT baseiam-se em sistemas de processamento por fluxos para grandes massas de dados como o Apache Spark<sup>2,3</sup>. Nessas soluções, também é comum a utilização de ferramentas para filtragem de dados, como

---

**O fluxo de informação em uma cidade inteligente consiste na coleta de dados pelos sensores, processamento desses dados em ambientes distribuídos e envio de decisões para atuadores.**

---

o Logstash, para agregação dos dados, como o Kafka, e para visualização de dados, como o Kibana. É importante observar que a simples instalação das ferramentas não é suficiente para resolver os problemas. É necessária a implementação de algoritmos principalmente para realizar a classificação do tráfego<sup>4</sup>.

Além do monitoramento de dados das camadas de rede e de transporte na IoT, existem propostas que buscam antecipar ataques por meio de dados não estruturados como aqueles divulgados por seres humanos em redes sociais online<sup>5</sup>. Nesse caso, o monitoramento é feito diretamente na camada de aplicação. A justificativa para utilizar redes sociais online em sistemas de segurança vem principalmente do fato de que, nesses ambientes, usuários tendem a propagar mensagens consideradas relevantes, além de serem influenciados por outros usuários com muitos seguidores<sup>6</sup>.

Apesar do avanço que vem sendo realizado em segurança da informação para IoT, diversos desafios de pesquisa ainda precisam ser resolvidos, como a redução de falsos positivos gerados pelos sistemas de alerta, a busca pelos melhores algoritmos de aprendizado de máquina para detecção de novos ataques e o desenvolvimento de técnicas mais eficientes para a correlação de dados heterogêneos. ●

### Referências

- 1 ZYRIANOFF, I.; BORELLI, F.; KAMIENSKI, C. A. SenSE - Sensor Simulation Environment: Uma ferramenta para geração de tráfego IoT em larga escala. In: Anais do Salão de Ferramentas do SBRC 2017, pg. 1134-1141.
- 2 <https://www.gta.ufrj.br/catraca>
- 3 <http://gtbis.ime.usp.br>
- 4 SANTOS, L. A. F. ; CAMPIOLO, R. ; MONTEVERDE, W. A. ; BATISTA, D. M. . Abordagem autônoma para mitigar ciberataques em LANs. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC 2016), pg. 600-613.
- 5 <http://gtews.ime.usp.br>
- 6 ZANOTTO, D.; KAMIENSKI, C. A. Compreendendo Mecanismos de Influência no Twitter através do Comportamento dos Usuários. In: Anais do Workshop de Redes P2P, Dinâmicas, Sociais e Orientadas a Conteúdo (Wp2p+ 2016), pg. 3-16.



**DANIEL MACÊDO BATISTA** | É professor associado no DCC da USP, onde trabalha desde 2011. De 2014 a 2017 coordenou o projeto "GT-EWS: Mecanismos para um Sistema de Alerta Antecipado", e desde abril de 2017, coordena o projeto "GT-BIS: Mecanismos para Análise de Big Data em Segurança da Informação". Os dois projetos foram financiados pela RNP e estão relacionados com segurança da informação.



**CARLOS ALBERTO KAMIENSKI** | É professor titular no CMCC da UFABC, onde trabalha desde 2006. Seus interesses atuais de pesquisa incluem computação em nuvem, redes definidas por software, análise de redes sociais online, cidades inteligentes e Internet do Futuro. Coordenou e participou de vários projetos financiados por agências de fomento, órgãos públicos e empresas privadas.



**OTTO CARLOS MUNIZ BANDEIRA DUARTE** | É professor titular na COPPE da UFRJ, onde trabalha desde 1978. Desde 2017 coordena o projeto "SUNI: Infraestrutura de Rede Unificada e Segura", financiado pelo CNPq, e desde 2015 coordena o projeto "VISEMFUN: Virtualização, Segurança, grande Massa de dados, internet do Futuro e Nuvem", financiado pela FAPERJ. Ambos têm relação com segurança da informação.



# DESAFIOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA CIDADES INTELIGENTES

A ÁREA DE APRENDIZADO DE MÁQUINA APRESENTA MUITOS DESAFIOS, ESPECIALMENTE QUANDO OS DADOS VARIAM COM O TEMPO.

.....  
**por** Junior Barrera, Marcelo Finger e Roberto Hirata Jr.  
.....

**E**ntre os sistemas de Computação mais importantes para as cidades inteligentes estão os sistemas que aprendem através de exemplos, isto é, que integram de alguma forma métodos de Aprendizado de Máquina (ML - *Machine Learning*). A popularização dos aparelhos celulares, dos sensores, dos dispositivos da Internet das Coisas (IoT) e também das câmeras tem trazido para o cenário da administração pública e privada, assim como para o cidadão comum, um conjunto de dados sem precedentes. As aplicações vão desde vigilância, num sentido bem amplo (pessoas, dados, geolocalização), até organização, prevenção de riscos, etc. Os desafios para a área de Computação são enormes e vão desde a definição de protocolos para a coleta e organização dos dados, o armazenamento de dados e análises, até os sistemas de tomada de decisão.

Os sistemas de decisão baseados em ML dependem de características numéricas e/ou qualitativas (alto/baixo, congestionado/livre, lotado/cheio/vazio, etc.) que são extraídas manualmente, auxiliados por especialistas ou automaticamente, baseado em métodos de seleção de características ou usando redes neurais profundas, principalmente as convolucionais quando os dados são imagens. Os objetos de estudo devem ser representados formalmente (por exemplo, como vetores em que, se  $n$  for o número de características, os objetos são representados por pontos no espaço  $R^n$ ).

De posse dessa representação, diversas análises de dados são possíveis. Podem-se classificar objetos de uma amostra associada a um problema de interesse (onde um conjunto de objetos  $X$  é associado a um conjunto  $Y$ , também conhecido como rótulos de  $X$ ), podem-se analisar os dados como agrupamentos, ou outras formas de visualização, ou pode-se aplicar um algoritmo de ML para induzir um classificador, baseado na hipótese de que existe uma distribuição de probabilidade conjunta entre  $X$  e  $Y$ <sup>1</sup>. Existem diversos algoritmos e estratégias para se induzir um classificador a partir de conjuntos de amostras (mais conhecidas por conjuntos de treinamento) de  $X$  e  $Y$ . Escolher um algoritmo, ou mesmo escolher as melhores características que favoreçam o sucesso de um classificador (conceito que envolve estabelecer um custo para cada classificação errada quando se aplica o classificador e cuja explicação detalhada foge ao escopo deste texto), é por si

---

**Entre os sistemas de Computação mais importantes para as cidades inteligentes estão os que integram métodos de Aprendizado de Máquina.**

---

só um desafio, principalmente quando estamos trabalhando com conjuntos de treinamento, ou com uma quantidade de rótulos muito grandes.

Um segundo desafio é lidar com dados escassos, com poucos dados rotulados, pois a rotulagem é uma tarefa onerosa normalmente feita por seres humanos. Nesse sentido, há uma tendência a se criarem padrões prata (em contraposição ao padrão ouro, que é a rotulação feita por seres humanos), ou usar algoritmos de ML que se ajustam de acordo com os erros, que é o caso dos algoritmos de aprendizado por reforço.

Um terceiro desafio ainda maior ocorre quando há uma variabilidade temporal associada ao conjunto  $X$ , ou ao conjunto  $Y$ , ou a ambos (como se  $X$  e  $Y$  agora fossem  $X^t$  e  $Y^t$ ). Nesses casos, o classificador precisa se adaptar à variabilidade dos dados, empregando modelos dinâmicos, cuja aplicação é ainda pouco explorada na área de ML. Facilita-se a análise nesses casos se os dados apresentarem periodicidade, que é o caso em dados de transporte, de clima e temperatura, etc.

Finalmente, não podemos deixar de mencionar o desafio da integração colaborativa desses sistemas, realizando fusão de análises de dados. Como é sabido, encontrar soluções ótimas individuais não garante e, em geral, dificulta o problema de se achar soluções globais integradas. Nessa linha, as pesquisas ainda são muito restritas a uma área conhecida como *agentes inteligentes* e há muito espaço até se alcançar uma plena integração de sistemas de ML.

Não poderíamos terminar este artigo sem falar sobre os *desafios éticos envolvidos*, que consideramos ser um dos maiores que enfrentaremos em relação aos dados relacionados às cidades inteligentes e que, embora afetem todas as áreas da Computação envolvidas, os sistemas de ML podem ajudar. Os dados não sensíveis (que não têm uma identificação do ser humano) e sistemas de ML deveriam ser abertos, ou pelo menos auditáveis por seres humanos, ou melhor ainda, por outros sistemas de ML abertos. A tarefa desses sistemas seria evitar favorecimento ou desfavorecimento, econômico ou social, de determinados indivíduos, gêneros, etnias, etc. Os dados produzidos pelos cidadãos ou pelo governo pertencem à população e, se podem ser compartilhados sem ferir a privacidade do cidadão, devem ser compartilhados abertamente. Pesquisar formas de auditar automaticamente, ou fiscalizar desvios nas condutas éticas dos sistemas de ML, é, talvez, o principal desafio para o futuro da convivência da humanidade com os sistemas inteligentes. ●

## Referências

1 Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2009, Second edition.



**JUNIOR BARRERA** | É professor titular do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. Desenvolve pesquisas em Morfologia Matemática, Estimação de Operadores Morfológicos, Identificação e Modelagem de Sistemas Dinâmicos de Reticulado, Vídeo Digital, Modelagem de Sistemas Biológicos e Esportes Coletivos de Invasão.



**MARCELO FINGER** | É professor titular do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, bolsista (PQ) 1C do CNPq, editor do São Paulo Journal of Mathematical Sciences. Desenvolve pesquisas em Lógica, Inteligência Artificial, Bancos de Dados, Linguística Computacional e Humanidades Digitais.



**ROBERTO HIRATA JR.** | É professor associado do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. Desenvolve pesquisas em Morfologia Matemática, Processamento de Imagens e Vídeos e Aprendizado de Máquina.

# PERSPECTIVAS PARA A SAÚDE

## NO ÂMBITO DE CIDADES INTELIGENTES

.....  
**por** Markus Endler, Francisco José da Silva e Silva  
e Arlindo Flavio da Conceição  
.....

A ÁREA DA SAÚDE TEM MUITO A SE BENEFICIAR COM O USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. ALÉM DE INCORPORAR NOVOS SENSORES E EQUIPAMENTOS, NOVAS FORMAS DE COMUNICAÇÃO, COLETA E ANÁLISE DE DADOS DEVEM IMPACTAR A SAÚDE EM CIDADES INTELIGENTES.

**N**ovas tecnologias, tais como Internet das Coisas, Computação Ubíqua, Computação em Nuvem, Redes sem Fio, entre outras, estão impactando positivamente a área da saúde em vários aspectos.

Na perspectiva do atendimento individual, essas tecnologias emergentes têm permitido um acompanhamento cada vez mais personalizado e efetivo da condição de saúde de indivíduos, sejam eles pacientes em tratamento ou pessoas que requeiram acompanhamento especial. Tecnologias relacionadas a Computação Ubíqua, Internet das Coisas, inteligência computacional, associadas a tecnologias de comunicação sem fio e de Computação em Nuvem, têm revolucionado a capacidade de monitoramento e análise em tempo real da condição de saúde dos indivíduos. Com o uso de técnicas de inteligência computacional, situações complexas e de risco passaram a poder ser detectadas e todos os dados de monitoramento, incluindo aqueles inferidos a partir de dados mais elementares, podem estar prontamente disponíveis a todos os atores envolvidos no atendimento ao indivíduo, como médicos, cuidadores e familiares. A revolução está em curso e traz diversos benefícios, como o monitoramento contínuo – mas com maior autonomia e liberdade aos indivíduos monitorados – e a redução de custos devido à identificação cada vez mais precoce de doenças e de situações de risco.

Nas instituições prestadoras de serviços em saúde, tais como laboratórios, hospitais e unidades de saúde, as novas tecnologias abrem um amplo leque de possibilidades para aumentar a eficiência do atendimento, prevenir erros e reduzir custos operacionais. Sabe-se que um grande problema da operação de hospitais é a dificuldade de coordenar bem as equipes médicas de plantão, sobretudo em atendimentos de emergência, como no atendimento de um caso de infarto. Serviços de Computação Ubíqua e de Internet das Coisas podem ajudar nessas tarefas, por exemplo, notificando o mais rápido possível os profissionais que serão requisitados para o

---

**Tecnologias emergentes têm permitido um acompanhamento cada vez mais personalizado e efetivo da condição de saúde de indivíduos.**

---

atendimento. Na perspectiva da gestão, as novas tecnologias podem auxiliar no levantamento de custos de um atendimento, oferecendo, por exemplo, dados sobre a frequência e a duração de alocação de equipamentos, sobre os profissionais de saúde envolvidos e sobre o consumo de medicamentos e de insumos hospitalares.

No âmbito de cidades inteligentes, as facilidades oferecidas por Computação em nuvem e redes sem fio podem facilitar a integração entre os sistemas de informação em saúde, permitindo que os atendimentos sejam mais rápidos e de melhor qualidade. Quando os sistemas de saúde de uma cidade são integrados, os médicos têm acesso a mais informações dos pacientes durante as consultas, podendo acessar, por exemplo, exames realizados anteriormente e a medicação utilizada pelo paciente. A integração de sistemas também permitirá a análise mais precisa das demandas de atendimento e o melhor planejamento dos serviços de saúde como um todo. Para que a integração seja possível, porém, é preciso investir na melhoria da interconexão entre sistemas e unidades de saúde (i.e., desenvolvendo ou adotando padrões de dados, protocolos de comunicação e mecanismos de segurança), na formação permanente dos profissionais de saúde sobre a utilização de ferramentas de tecnologia de informação, na substituição de processos manuais por processos automatizados e na integração de sistemas de prontuário eletrônico e de outros sistemas de apoio à decisão e gestão.

Existe, portanto, um grande potencial de transformação da área de saúde por meio das novas tecnologias, mas o processo de adoção de novas soluções será necessariamente gradual, pois envolve rigorosa validação. Além disso, a inovação pode implicar mudanças em práticas tradicionais, o que pode gerar uma natural resistência cultural dos envolvidos no processo. Apesar dessas possíveis barreiras pontuais, o uso de novas ferramentas de tecnologia de informação e comunicação no setor de saúde é irreversível, assim como está sendo em todos os outros setores de nossa economia e sociedade. Dado o potencial de melhorar o atendimento, o tratamento e a gestão de instituições e de serviços de saúde, com benefícios diretos para a população, acreditamos que é de suma importância que toda a comunidade (desenvolvedores, investidores, gestores, políticos, etc.) se una para avançar os projetos existentes e implantar cada vez mais iniciativas de inovação nesse setor. ●



**MARKUS ENDLER** | É professor Associado do Departamento de Informática e coordenador do *Laboratory for Advanced Collaboration* (LAC) da PUC-Rio, onde faz pesquisa e desenvolve Middleware e Aplicações para a Internet das Coisas, Sistemas Distribuídos móveis, Processamento de Fluxos de Dados e serviços IoT para a otimização hospitalar.



**FRANCISCO JOSÉ DA SILVA E SILVA** | É professor associado da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde atua na graduação e pós-graduação em Ciência da Computação e Engenharia de Eletricidade. Coordena o Laboratório de Sistemas Distribuídos Inteligentes (LSDi) e sua área de interesse compreende os sistemas distribuídos, com ênfase em sistemas de Computação ubíqua.



**ARLINDO FLÁVIO DA CONCEIÇÃO** | É professor associado do Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo (ICT-UNIFESP), campus São José dos Campos (SP). Tem interesse nas áreas de sistemas distribuídos, sistemas móveis e desenvolvimento de software.



# REDES MÓVEIS E VEICULARES EM CIDADES INTELIGENTES

.....  
**por** Luiz F. Bittencourt, Edmundo R. M. Madeira  
e Leandro Villas

.....  
O DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMOS E  
MECANISMOS DE GERÊNCIA DE RECURSOS  
PARA REDES MÓVEIS E VEICULARES PODE  
AJUDAR NA MELHORIA DA QUALIDADE DE  
VIDA EM CENTROS URBANOS.

A concentração populacional promovida pela urbanização traz desafios que são muitas vezes proporcionais ao tamanho das cidades. A tentativa de melhorar a qualidade de vida dos habitantes por meio das cidades inteligentes passa pela conectividade de seus habitantes, que geram e consomem dados de forma voluntária e involuntária. Tais dados são relevantes para a gestão e planejamento da cidade nos mais diversos níveis e também para o fornecimento de serviços à população.

A evolução de dispositivos móveis/embarcados e sensores trouxe mobilidade ao usuário, que, por meio de conexões sem fio, envia e recebe dados em locais variados. Com isso, a demanda por uma infraestrutura capaz de transmitir e processar esses dados é dinâmica dentro do centro urbano. Arquiteturas e mecanismos nos níveis de rede e de processamento são necessários para suportar essa dinamicidade da demanda sem comprometer a qualidade de experiência de aplicações e serviços fornecidos para a população.

Como ilustrado na Figura 1, dados coletados de redes móveis e veiculares em centros urbanos podem ser utilizados em diversas aplicações para tomada de ações desde imediatas, como em uma emergência, até de longo prazo, como para planejamento urbano. A incorporação de dados coletados das redes sociais a esses dados permite análises mais refinadas do comportamento das pessoas, alavancando novas aplicações. Um exemplo é a existência da rede social veicular, onde um conjunto de pessoas que seguem o mesmo trajeto no mesmo horário do dia pode compartilhar interesses similares e interagir com a finalidade de melhorar a experiência de condução.

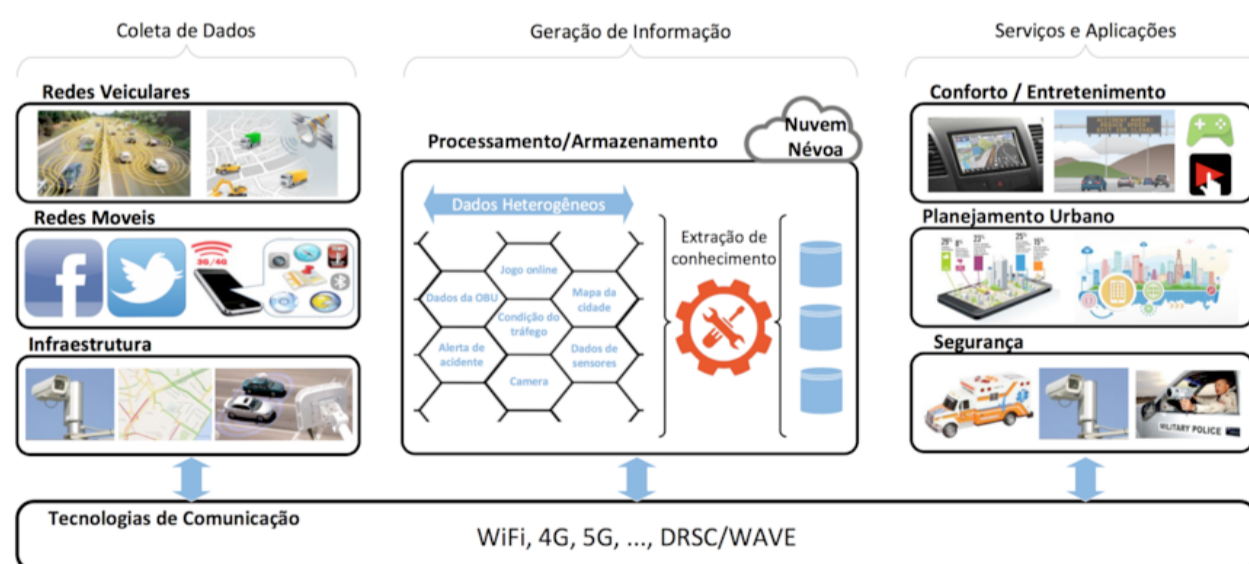


Figura 1: Visão geral de um ambiente de coleta e processamento de dados com redes móveis em cidades inteligentes.

---

## **A evolução de dispositivos móveis/embarcados e sensores trouxe mobilidade ao usuário, que, por meio de conexões sem fio, envia e recebe dados em locais variados.**

---

A conectividade de usuários móveis em um centro urbano traz dinamicidade à topologia da rede, demandando novas formas de realizar comunicação e processamento dos dados. Por exemplo, em uma rede veicular, os veículos se comunicam uns com os outros e com as infraestruturas rodoviárias por meio de rádio de curto alcance ou de quaisquer outras tecnologias de comunicação sem fio disponíveis, tais como 4G, 5G e outras.

Dados coletados e aplicações executadas pelos cidadãos devem ser armazenados e/ou processados de acordo com os requisitos de aplicações e a necessidade de utilização dos resultados do processamento desses dados. A Computação em nuvem e a (mais recente) Computação em névoa são infraestruturas que dão suporte computacional à necessidade de processamento em ambientes urbanos. A demanda por essas infraestruturas computacionais advém da necessidade de agregação de dados e também da capacidade limitada dos dispositivos que coletam dados e executam aplicações. Essas infraestruturas podem fornecer capacidade computacional de acordo com as características das aplicações e a demanda dinâmica resultante da mobilidade dos habitantes de uma cidade.

Podemos identificar duas classes de aplicações para os dados processados e analisados: administração da cidade e serviços para a população. Por um lado, a administração da cidade envolve órgãos públicos e ações de médio e longo prazos, tais como o planejamento urbano, planejamento e adequação de transporte público e o monitoramento e gerência ambiental. Por outro lado, os serviços englobam uma ação de curto prazo ou imediata, como atendimentos de emergência ou gerência de tráfego. Essas aplicações requisitam diferentes características da infraestrutura de comunicação, como um atraso baixo para alerta de colisão de veículos, disponibilidade para obtenção de melhor rota, confiabilidade para achar um espaço livre de estacionamento e conectividade para jogos. Para atender a tais requisitos, é importante ter não somente a comunicação entre o veículo e a infraestrutura de comunicação (WiFi, 4G/5G), como também a comunicação entre veículos.

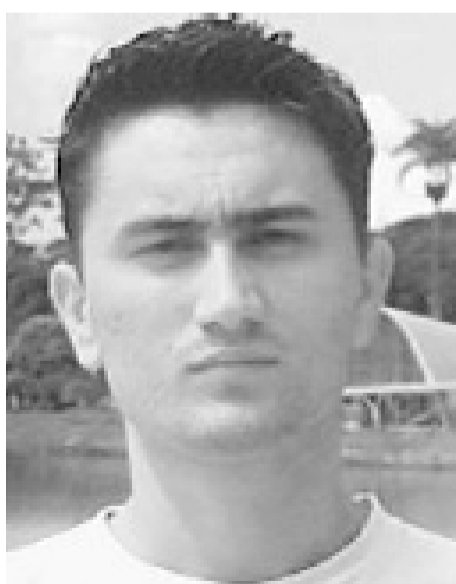
Para que os dados gerados pelos usuários móveis em um ambiente urbano sejam utilizados para extração de conhecimento que leve ao melhor planejamento de cidades, e também para que aplicações de usuários e seus serviços tenham qualidade de experiência aceitável, novos protocolos de comunicação e mecanismos de alocação de recursos são necessários no contexto das cidades inteligentes. ●



**LUIZ F. BITTENCOURT** | É professor associado no Instituto de Computação da Unicamp. Doutor em Ciência da Computação pela Unicamp. Recebeu os prêmios de melhor artigo no SBRC 2013, melhor revisor do SRBC 2014 e prêmio IEEE ComSoc Latin America Young Professional Award 2013. Seus principais interesses de pesquisa estão na área de gerência de recursos em redes, nuvens e névoas.



**EDMUNDO R. M. MADEIRA** | É professor titular do Instituto de Computação da Unicamp, doutor em Engenharia Elétrica pela Unicamp (1991) e editor associado do JNSM (Journal of Network and Systems Management), Springer. Áreas de interesse: gerenciamento de redes de computadores, Internet do futuro, Internet das Coisas e Computação nas nuvens e névoas.



**LEANDRO VILLAS** | É professor no Instituto de Computação da Unicamp. Nos últimos cinco anos, ele publicou 30 artigos em periódicos e mais de 60 artigos em conferências, recebeu prêmios de melhor artigo do SBRC 2007, 15th IEEE CIT 2015, 21th IEEE ISCC 2016, prêmio Latin America Young Professional Award, IEEE ComSoc de 2016 e também prêmio de Excelência Acadêmica, IC/Unicamp, 2015.

# MONITORAMENTO AUTOMÁTICO DE MÉTRICAS DE PLANOS DE MOBILIDADE

.....  
**por** Roberto Speicys Cardoso, Thiago Von Zeidler Gomes e Estefânia Quirla Bordin  
.....

COMO AS CIDADES PODEM GARANTIR QUE A EXECUÇÃO DE UM PLANO DE MOBILIDADE TRAGA IMPACTOS POSITIVOS PRÁTICOS NA MOBILIDADE DE SEUS CIDADÃOS, MELHORANDO SUA QUALIDADE DE VIDA?

**A** Política Nacional de Mobilidade Urbana (lei 12.587/12) determina que a principal ferramenta para a realização de suas diretrizes é o Plano de Mobilidade. Ela determina também que toda cidade com população acima de 20 mil habitantes, ou qualquer cidade que deva elaborar um Plano Diretor, deve também elaborar um Plano de Mobilidade.

Para que o Plano de Mobilidade seja efetivo, é fundamental que o município tenha à disposição ferramentas para acompanhar sua implementação, monitorando métricas que demonstrem que os resultados esperados pelo Plano de Mobilidade estão sendo atingidos e suas metas alcançadas ou, caso contrário, que ele seja revisto. Por exemplo, um Plano de Mobilidade pode descrever uma série de ações que devem ser realizadas para aumentar a segurança viária e reduzir o número de acidentes. Para que a cidade e os cidadãos possam saber se essas ações estão surtindo efeito, é fundamental que a prefeitura possa saber a quantidade de acidentes na cidade antes e depois da implementação das ações.

Coletar essas métricas e acompanhá-las manualmente é extremamente custoso e requer recursos dos quais a maioria das prefeituras não pode dispor. Como resultado, os dados coletados manualmente são insuficientes para o acompanhamento da implementação do plano, seus resultados não são mensurados e os problemas de mobilidade urbana que afligem grande parte das cidades brasileiras continuam a piorar. A popularização e a redução de custos das tecnologias de computação móvel, aquisição de dados e processamento e armazenamento de dados em larga escala permitem um salto de qualidade na gestão, planejamento e operação dos sistemas de transporte das grandes cidades, e realizar o monitoramento automatizado com baixo custo.

Seis principais sistemas da gestão municipal são essenciais para o monitoramento da mobilidade de uma cidade. São eles:

- Sistema de atendimento ao cidadão: concentra queixas como reclamações sobre a rede de transporte público, sobre as vias de tráfego, etc.
- Sistema de informações georreferenciadas: concentra todas informações geográficas do município em formato digital.
- Sistema de monitoramento do transporte público: combina dados de monitoramento de frota e informações estáticas da rede de transporte público.

- Sistema de prontuário eletrônico de multas e acidentes: acumula em formato digital as ocorrências de trânsito e acidentes georreferenciados.
- Sistema de orçamento: acompanha os gastos da prefeitura e quais investimentos do plano de mobilidade foram executados.
- Sistema de recursos humanos: registra os treinamentos realizados pela equipe de gestão do tráfego.

Além desses sistemas citados, outros sistemas já existentes podem ser integrados à monitoração da mobilidade da cidade, como, por exemplo: sistemas de previsão do tempo, de informação de tráfego, câmeras, bicicletas compartilhadas, entre outros. O objetivo de integrar as diferentes fontes de dados é o de acumular esses dados, estabelecer relações entre eles e prepará-los para o processamento. Uma vez que se tenham os dados acumulados e relacionados, algoritmos de análise quantitativa, de análise preditiva e de aprendizado computacional calculam os indicadores necessários para acompanhamento da mobilidade através de painéis de monitoramento atualizados em tempo real, mostrando as situações de momento e as tendências das diversas variáveis incluídas nas metas do Plano de Mobilidade. A Figura 1 mostra a arquitetura geral do sistema.

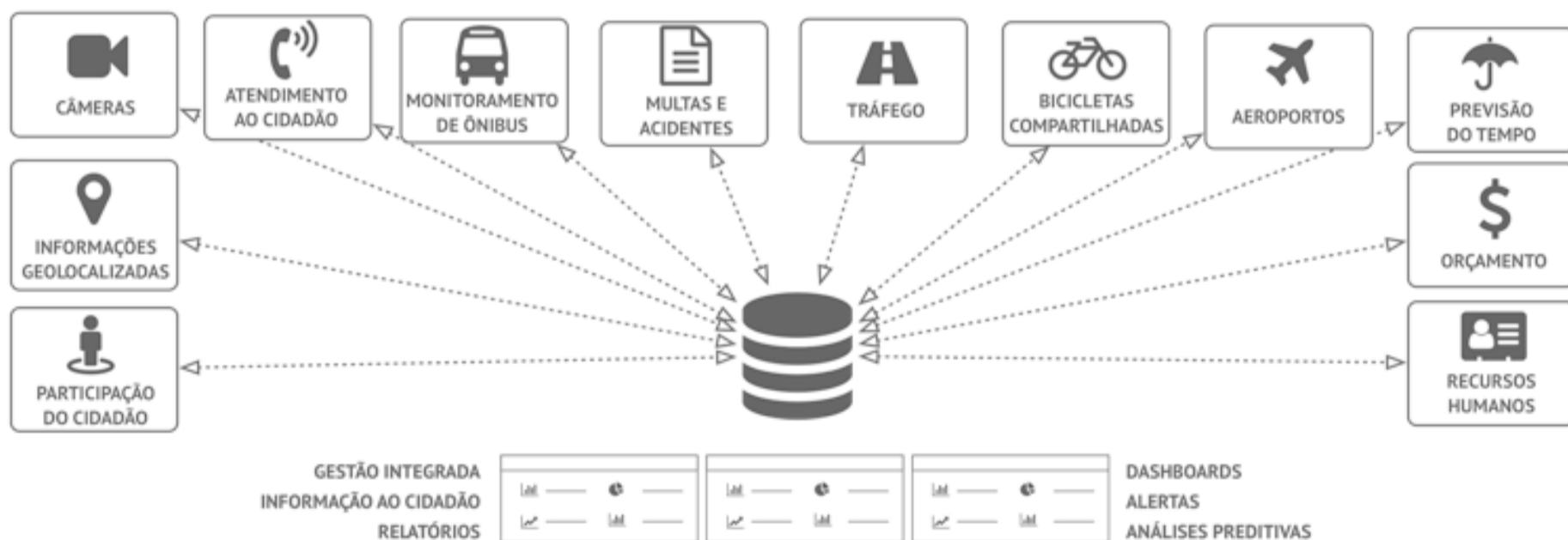


Figura 1 - Arquitetura de um sistema de Gestão Integrada da Mobilidade

Cada um dos sistemas integrados pela solução de Gestão Integrada da Mobilidade pode funcionar independentemente. São necessárias apenas interfaces de programação (APIs) que permitam a troca de dados entre essa solução e os sistemas de informação já existentes.

A principal vantagem de um sistema de Gestão Digital da Mobilidade como o descrito acima é a de cruzar dados de diversas fontes e fornecer ao gestor e ao cidadão uma visão holística da mobilidade, do impacto do plano de mobilidade na cidade e de sua relação com outras áreas. Isso possibilita que a gestão passe a definir políticas de mobilidade baseadas em evidências, potencializando o impacto positivo na mobilidade da cidade. A Figura 2 mostra um dos resultados de um sistema desse tipo: um painel de monitoramento da velocidade média dos ônibus, que mostra a evolução das velocidades e tendências em trechos monitorados pela Prefeitura de São Paulo. ●

**Para que o Plano de Mobilidade seja efetivo, é fundamental que o município tenha à sua disposição ferramentas para acompanhar sua implementação**

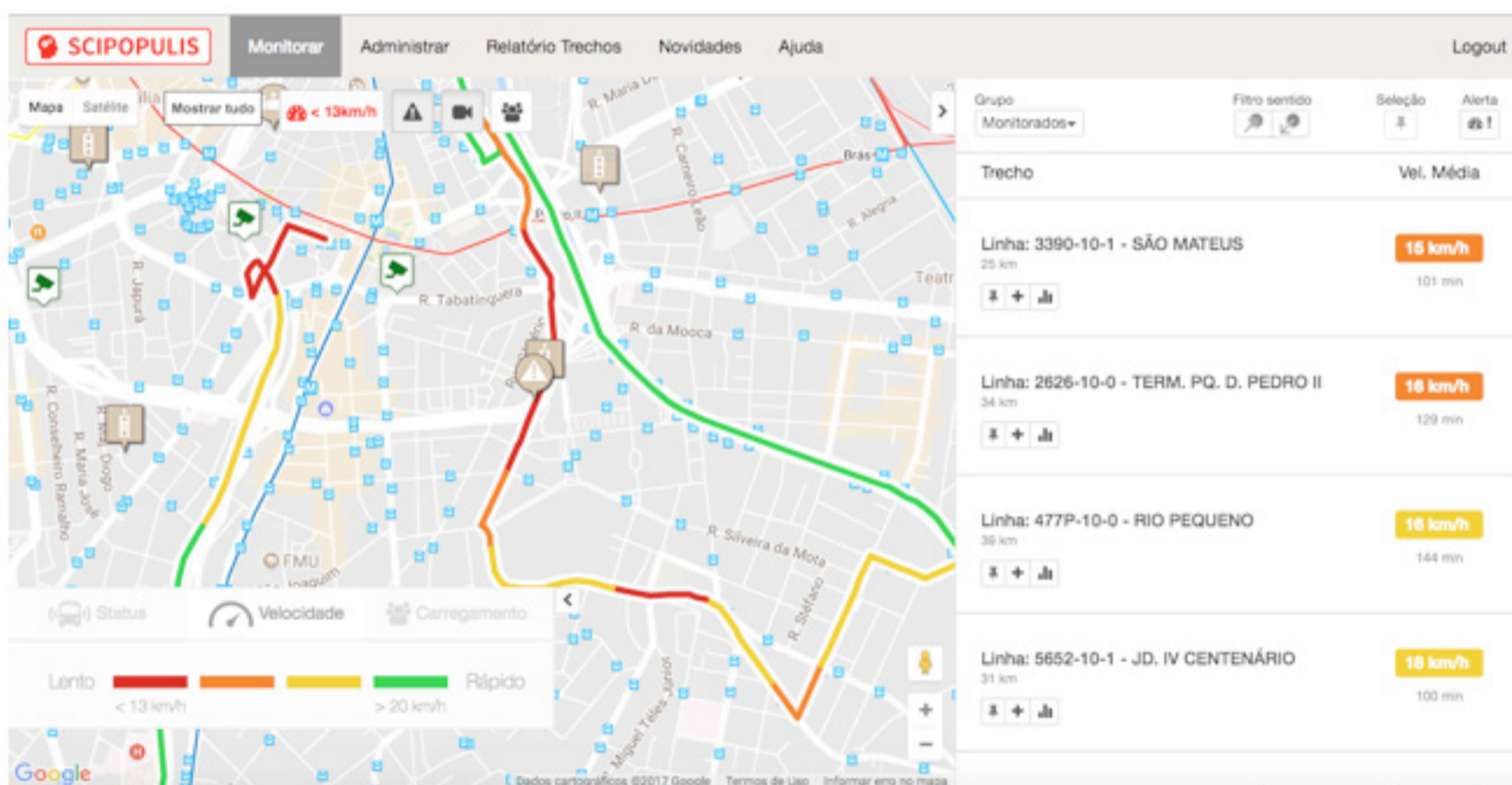


Figura 2 - Painel de monitoramento da velocidade dos ônibus





**ROBERTO SPEICYS CARDOSO** | É fundador da Scipopulis. Ph.D. em Ciência da Computação pela Universidade de Paris 6-Sorbonne Universités e Mestre em Ciência da Computação pela USP. Trabalha com análise de dados de transporte há 5 anos. É membro dos comitês de Intelligent Transport Systems da ANTP e da UITP e *fellow* da Royal Academy of Engineering - UK.



**THIAGO VON ZEIDLER GOMES** | É arquiteto e urbanista pela Universidade Mackenzie, bacharel em Gestão de Políticas Públicas pela USP e mestre em Gestão e Planejamento do Território pela UFABC. Fundou a Polo Planejamento em 2015, empresa de planejamento urbano e regional com foco em infraestrutura, mobilidade urbana e cidades inteligentes. É consultor nesta área há cerca de 10 anos.



**ESTEFÂNIA QUIRLA BORDIN** | É engenheira civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e mestre em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ. Trabalha com projetos na área de planejamento de transportes, infraestrutura e mobilidade urbana há 8 anos.

# PROJETO PILOTO ARQUIGRAFIA: **OPEN-AIR MUSEUM**

.....  
por Artur Simões Rozestraten, Ana Paula Oliveira Bertholdo, João Henrique  
Kersul Faria e Flávio Soares Corrêa da Silva  
.....

INTERAGINDO COM IMAGENS, TEXTOS E INFORMAÇÕES EM ÁUDIO,  
NAS RUAS DAS CIDADES, USUÁRIOS CONTRIBUEM COM SUAS  
PRÓPRIAS IMPRESSÕES E COLABORAM COM A CONSTRUÇÃO  
CONTÍNUA DE CONHECIMENTOS SOBRE OS AMBIENTES URBANOS,  
SUAS DINÂMICAS E TRANSFORMAÇÕES.

O projeto piloto *Open-Air Museum* (Museu a Céu Aberto) promove uma convergência experimental entre dois projetos: o Arquigrafia <<https://www.arquigrafia.org.br>> e o *Smart Audio City Guide* <<https://vimeo.com/77111941>>, ambos desenvolvidos por equipes multidisciplinares de pesquisadores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), do Instituto de Matemática e Estatística (IME), da Escola Politécnica (POLI), da Escola de Comunicações e Artes (ECA) e da Faculdade de Direito (FD) da Universidade de São Paulo (USP).

O Arquigrafia é um ambiente colaborativo temático eminentemente visual, que reúne imagens de arquitetura e urbanismo – fotografias, desenhos e vídeos –, georreferenciadas, sobre edifícios e espaços urbanos no Brasil e na comunidade lusófona, direcionado ao público de estudantes, profissionais, professores, pesquisadores, fotógrafos e leigos interessados no tema.

O Smart Audio City Guide é uma rede social e um ambiente colaborativo para smartphones com informações em áudio georreferenciadas, eminentemente não visuais, que visam a estimular interações de seus usuários com os ambientes urbanos e também entre si, considerando prioritariamente – mas não exclusivamente – o público com deficiências visuais, da baixa visão à cegueira.

O conceito de Museu a Céu Aberto, nesse piloto, considera que a interação com paisagens, espaços e objetos urbanos e a experiência sensorial direta de tais fenômenos pode ser intensificada e enriquecida com a presença *in loco* de representações – em imagens, textos e áudios – que estimulam ressignificações, reposicionamentos e revisões contínuas dos conhecimentos construídos a respeito de temas pertinentes às cidades, suas dinâmicas e transformações.

Tal conceito contribui tanto à compreensão e ao reconhecimento da dimensão artística histórica que constitui a materialidade presente nas cidades, quanto também colabora com o entendimento da transitoriedade das configurações urbanas e as decorrentes questões patrimoniais contemporâneas. Compreende-se a cidade como a grande obra de arte humana<sup>1</sup> – Museu a Céu Aberto, propriamente – constituída por uma multiplicidade de obras de arte em diferentes escalas, dos objetos aos edifícios, dos grandes espaços públicos à sua região geográfica transformada.

Outro sentido de Museu a Céu Aberto deriva do fato de que dispositivos móveis podem trazer à luz e tornar presentes e visíveis, audíveis, sensíveis aos usuários, diretamente nos espaços urbanos, reproduções digitais de documentos que habitualmente estão restritos às reservas técnicas de Galerias, Bibliotecas, Arquivos e Museus (GLAMs). Desse modo,

digitalizações e Internet levam para as ruas, para as mãos e olhos do público que transita pelas cidades, documentos que ressignificam as interações com tais espaços como obras de arte.

Todos esses conceitos trazem inúmeros desafios em sua implementação. Por exemplo, os sistemas de GPS podem não possuir precisão suficiente para definir a localização de um usuário entre duas obras vizinhas, o que exigirá a implementação de algoritmos que considerem outros parâmetros para reduzir tais imprecisões. Adicionalmente, por se tratar de um ambiente colaborativo, o sistema precisa ser capaz de suportar um alto fluxo de dados sem prejudicar a experiência do usuário. Pois, ao mesmo tempo que a diversidade de conteúdo permite a absorção variada de informações, ela pode tornar o uso confuso e burocrático, o que implica a necessidade de apresentar a informação adequada ao contexto em que o usuário se encontra. Uma boa experiência de acesso ao conteúdo pode resultar em maiores chances de o usuário se engajar e compartilhar suas impressões. Em uma escala mais ampla, é por meio do engajamento de usuários<sup>2</sup> que se torna possível um amplo acervo de um Museu a Céu Aberto de tantas e tão distintas arquiteturas e realidades urbanas atuais. O intercâmbio de impressões distintas sobre lugares que se transformam no tempo e são percebidos de maneiras singulares por usuários diferentes entre si favorece a compreensão do relativismo de juízos formulados sobre experiências sensíveis e estimula a construção de perspectivas comparativas entre as várias possíveis narrativas relacionadas a edifícios e espaços urbanos. Para alcançar esses objetivos, o projeto está sendo desenvolvido por meio de uma pesquisa-ação e experimentos em campo<sup>3</sup> para a análise de dados em sua configuração real. ●

## Referências

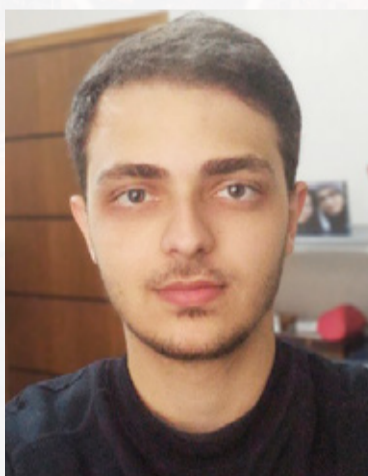
- 1 ARGAN, Giulio Carlo. História da Arte como História da Cidade. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- 2 O'BRIEN, Heather L. & TOMS, Elaine G.. What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(6):938-955, 2008.
- 3 BERTHOLDO, A.P.O.; MELO, C. de O.; ROZESTRATEN, A.S. (2017) Improving Engagement Metrics in an Open Collaboration Community Through Notification: An Online Field Experiment. In: Meiselwitz G. (eds) *Social Computing and Social Media. Human Behavior. SCSM 2017. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10282. Springer, Cham <[https://doi.org/10.1007/978-3-319-58559-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58559-8_10)>.



**ARTUR SIMÕES ROZESTRATEN** | É professor doutor junto à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), orientador de doutorado na área de Tecnologia, bolsista produtividade em pesquisa CNPq (2), coordenador do Grupo de Pesquisa CNPq “Representações: Imaginário e Tecnologia” (RITE) associado ao Centre des Recherches Internationales sur l’Imaginaire (CRI2i).



**ANA PAULA OLIVEIRA BERTHOLDO** | É doutoranda em Ciência da Computação no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP) sob a orientação do professor Marco Aurélio Gerosa e a coorientação da Profa. Cláudia de Oliveira Melo. Atualmente, está realizando um estágio de pesquisa na University of British Columbia (UBC).



**JOÃO HENRIQUE KERSUL FARIA** | É estudante de Engenharia Elétrica com Ênfase em Computação na Escola Politécnica da Universidade São Paulo (POLI-USP). Desenvolve o projeto Open Air Museum através do programa de Iniciação Científica do INCT.



**FLÁVIO SOARES CORRÊA DA SILVA** | Professor associado junto ao Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP), coordenador do Laboratório / Grupo de Pesquisa CNPq “Laboratório de Interatividade e Entretenimento Digital”.

# CONHEÇA A LOJA VIRTUAL DA SBC E COMPRE SEM SAIR DE CASA!



Faça as suas compras na **SBC ONLINE** e receba em qualquer lugar do Brasil. Conte com a segurança do pagamento digital durante as suas transações. Para outras informações, entre em contato com a SBC através do site [www.sbc.org.br](http://www.sbc.org.br), pelo e-mail [sbcsbc@sbcsbc.org.br](mailto:sbcsbc@sbcsbc.org.br) ou fone (51) 3308-6835.

<http://www.sbc.org.br/loja>



## MAIS VANTAGENS PARA O ASSOCIADO À SBC.



### DESCUBRA OS BENEFÍCIOS.

Desconto em mais de 40 eventos anuais  
Acesso aos anais dos eventos em formato digital  
Acesso à rede sem fio Eduroam e ao Portal de Periódicos da Capes  
E muito mais...

**ASSOCIE-SE AGORA MESMO!**

<http://www.sbc.org.br>

