



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

---

Relatórios Técnicos  
do Departamento de Informática Aplicada  
da UNIRIO

## **Campus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios.**

**Francisco Henrique Cerdeira Ferreira**  
**Renata Mendes de Araujo**

Departamento de Informática Aplicada

---

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
Av. Pasteur, 458, Urca - CEP 22290-240  
RIO DE JANEIRO – BRASIL

## **Campus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios.**

Francisco Henrique Cerdeira Ferreira  
Renata Mendes de Araujo

Programa de Pós-Graduação em Informática  
Grupo de Pesquisa e Inovação em Ciberdemocracia (CIBERDEM)  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

francisco.ferreira@uniriotec.br; renata.araujo@uniriotec.br

**Abstract.** An Smart Campus is the result of initiatives in various areas, such as infrastructure, governance, education, etc. These initiatives should aim to improve the quality of life of citizens who use the campus and use its services. This article presents a mapping of smart campus solutions proposals and, based on analysis of these proposals, we discuss methodologies, practices and technologies applicable to smart campus. We also present challenges related to the deployment of smart campus.

**Keywords:** Smart campus, technologies, citizen.

**Resumo.** Um Campus Inteligentes é o resultado de iniciativas em diversas áreas, tais como infraestrutura, governança, educação, etc. Essas iniciativas devem ter como principal objetivo melhorar a qualidade de vida dos cidadãos que frequentam os campus e utilizam seus serviços. Esse artigo apresenta um mapeamento de propostas de soluções para campus inteligentes e, baseado nessas propostas, são discutidos metodologias, práticas e tecnologias aplicáveis a campus inteligentes. Nesse trabalho também são apresentados desafios relacionados à implantação de campus inteligentes.

**Palavras-chave:** Campus inteligentes, tecnologias, cidadão.

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Campus Inteligentes</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Mapeamento sistemático</b>	<b>7</b>
	<i>"Smart University" OR "Smart Campus"</i>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Análise dos resultados</b>	<b>9</b>
4.1	<i>Serviços</i>	<i>10</i>
4.2	<i>Governança e Gestão</i>	<i>11</i>
4.3	<i>Ensino e aprendizagem</i>	<i>11</i>
4.4	<i>Infraestrutura</i>	<i>12</i>
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Referências</b>	<b>13</b>

# 1 Introdução

Um ambiente inteligente é aquele que é capaz de adquirir e aplicar conhecimento sobre o espaço e seus habitantes a fim de melhorar sua experiência nesse ambiente. Nessa linha, emergiu o conceito de Cidades Inteligentes: ambientes caracterizados pelo enriquecimento dos espaços urbanos através do compartilhamento e integração de informações, pelo incentivo à inovação e pelo envolvimento efetivo dos cidadãos na governança da cidade.

Existe um entendimento amplo que Cidades Inteligentes são caracterizadas pelo uso pervasivo das TICs e muitos trabalhos dão enfoque ao aspecto tecnológico de Cidades Inteligentes e como soluções podem ser implantadas. No entanto, é consenso que cidades inteligentes são sistemas multidimensionais, e mesmo os trabalhos que são focados em uma dimensão em particular reconhecem a importância de outras. Isso quer dizer que cidades tecnologicamente equipadas não são necessariamente inteligentes. É necessário que a difusão dessas tecnologias, entre outras coisas, melhore a qualidade de vida das pessoas. Nesse sentido, Soares (2017) salienta que o investimento em pessoas e comunidades é o que torna uma cidade efetivamente inteligente e que as TICs devem ser complementares ao capital humano e organizacional. Sua utilização deve estar alinhada ao ecossistema urbano, que por sua vez é moldado de acordo com políticas, necessidades e cultura local. Sendo assim, as tecnologias podem apresentar diferentes modos de utilização dependendo do local onde são empregadas, refletindo as diferentes condições relacionadas aos contextos locais. Além disso, o conceito de Cidades Inteligentes envolve diversas características e habilidades que uma cidade deve possuir para melhorar seu desempenho em determinadas áreas, principalmente no gerenciamento de seus serviços e recursos.

O grande volume de estudos científicos, bem como as diversas iniciativas bem-sucedidas ao redor do mundo de construção de Cidades Inteligentes despertou o interesse em estudos sobre ambientes mais restritos, mas não menos complexos, como, por exemplo, os campi universitários. De fato, campus podem ser comparados a pequenas cidades com necessidade de oferecer serviços de forma eficiente e de acordo com a necessidade dos que fazem uso desses serviços. Campus Inteligente pressupõe a rápida reação ao cenário e disponibilização de serviços/informações sob demanda. Sua implantação, no entanto, deve levar em conta o contexto educacional em que está inserido, visto que um dos seus principais objetivos é proporcionar uma experiência de qualidade não só em relação aos serviços de apoio como, por exemplo, restaurantes, biblioteca e mobilidade, mas também em relação à própria educação, contemplando aspectos como ensino e aprendizagem.

Este trabalho apresenta um mapeamento sistemático de trabalhos relacionados a Campus Inteligentes e, baseado nesses trabalhos, uma discussão sobre a caracterização desses ambientes e as tecnologias utilizadas.

## 2 Campus Inteligentes

Apesar do esforço que existe para conceituar Campus Inteligentes, ainda não existe uma definição compartilhada do que são esses ambientes. Assim como acontece no caso de Cidades Inteligentes, existem trabalhos que contemplam abordagens e aspectos distintos para caracterização de Campus Inteligentes e, mais do que isso, não está claro de que forma eles exercem influência e são influenciados no contexto em que estão aplicados. Além disso, outras terminologias como "Campus Digital" e "Universidade Inteligente" tornam essa conceituação ainda mais confusa.

A falta desse consenso resulta em diferentes abordagens para o mesmo termo. Em Kwok (2015), um Campus Inteligente é descrito "como um campus que tem a habilidade de responder a novas situações ocorridas no ambiente em suas atividades diárias". Nesse mesmo artigo, o autor identifica oportunidades de pesquisas envolvendo Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (*Learning Management Systems - LMS*), aprendizagem personalizada, aprendizagem adaptativa, espaços de imersão educacional e ambiente de aprendizagem seguro. Além disso, é apresentada uma diferenciação do que é um campus digital e um campus inteligente e identifica requisitos necessários para a construção de um campus inteligente: disponibilidade de dados, conhecimento procedural para tomada de decisões, a integração de sistemas e o acompanhamento da evolução do campus.

Em Uskov *et al* (2016), os autores examinaram as características e os principais componentes de uma universidade inteligente em relação a uma universidade tradicional e também destacaram um conjunto de softwares que podem ser empregados por universidades inteligentes. Em uma abordagem similar, Pagliaro *et al* (2016) apresenta um *framework* com o objetivo de gerenciar a evolução do campus Sapienza, da Universidade de Roma para que este se torne um campus inteligente. Tal abordagem é baseada na proposta de Giffinger *et al* (2007) para Cidades Inteligentes e considera cinco campos de ação: Economia, Pessoas, Meio Ambiente, Energia e Mobilidade. No entanto, este trabalho desconsidera aspectos relacionados à educação em aprendizado, que são inerentes a ambientes como universidades.

Alguns autores entendem que a ideia de Campus Inteligentes está relacionada à utilização pervasiva de Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs (Liu, 2013) (Xiao, 2013)(Bandara, 2016)(Abuarqoub, 2017). Schiopoiu *et al* (2017), por exemplo, descrevem Universidade Inteligente como uma universidade tradicional que implementa gradualmente um sistema interconectado com controle central dos recursos tecnológicos. Esses controles envolvem, por exemplo, monitoramento do consumo de energia elétrica (De Angelis *et al*, 2015), controle de vagas de estacionamentos (Bandara *et al*, 2016), monitoramento de pessoas (Gao, 2016), dentre outros.

De fato, as TICs são pressupostos na concepção desse novo tema. No entanto, outros aspectos devem ser levados em consideração para que um campus possa ser, de fato, rotulado como 'Inteligente'. O ambiente de ensino e aprendizado, por exemplo, precisa ser considerado na concepção do termo. Nesse sentido, Roth-Berghofer (2013) descreve Universidade Inteligente como sendo uma plataforma de aquisição e entrega de dados para impulsionar a análise e melhoria do ambiente de ensino e aprendizagem.

Outros pesquisadores como Tikhomirov(2015), Kwok (2015) e (2015), Kwok (2015) e Yu *et al.* (2011) compartilham desse entendimento e o assunto está ganhando

mais popularidade à medida que novas tecnologias surgem juntamente com as oportunidades na área de educação. Kim *et al* (2013), por exemplo, apresenta o conceito de Aprendizado Inteligente (*Smart Learning*) como um novo paradigma que utiliza TICs na educação, mas que não está relacionado apenas ao uso de dispositivos inteligentes (*smartphones, tablets, etc*), enquanto Spector (2014) sugere que um ambiente de aprendizado pode ser considerado inteligente quando são utilizadas tecnologias adaptativas ou quando este é projetado de modo a incorporar inovações e capacidades para aumentar o aprendizado.

Segundo o Ministro de Educação, Ciência e Tecnologia da Coreia do Sul, o rótulo "Inteligente" está associado às seguintes características (Grzybowski, 2013):

- Auto-direcionamento (*Self-directed*): A educação está caminhando em direção a um sistema auto-didata, no qual o papel dos estudantes muda de consumidores de conhecimento para criadores de conhecimento. O professor, nesse cenário, se torna um facilitador do aprendizado.
- Motivação: Educação deve ser centrada na experiência e envolve "aprender fazendo", a resolução criativa de problemas e a avaliação individualizada.
- Adaptável: Flexibilidade do sistema educacional e a adaptação da aprendizagem para preferências individuais e futuras carreiras.
- Enriquecido em recursos (*resource-enriched*): Expansão do escopo de aprendizagem de forma a incluir inteligência coletiva.
- Tecnologia embutida (*technology-embeded*): Em um ambiente de aprendizagem inteligente, os estudantes podem aprender em qualquer lugar, a qualquer hora com o uso de tecnologia.

**Tabela 1. Definições de Campus Inteligentes**

Liu, X and Xu, G (2016)	<i>Smart Campus</i> é um ambiente integrado de trabalho, estudo e convivência baseado em Internet das Coisas.
Tikhomirov, V. (2015)	<i>Smart University</i> é um conceito que envolve uma modernização abrangente de todos os processos educacionais.
Kwok, L. (2015)	<i>Smart Campus</i> é um novo paradigma de pensamento pertencente a um ambiente de campus inteligente holístico que engloba pelo menos, mas não limitado a, vários aspectos de inteligência, como o <i>e-learning</i> , redes sociais e comunicações para a colaboração no trabalho, sustentabilidade ambiental e de TIC com sistemas inteligentes de gerenciamento de sensores, cuidados médicos, gerenciamento de edifícios inteligentes com controle e vigilância automatizados de segurança e governança transparente do campus.
Abuarqoub <i>et al</i> (2017)	<i>Smart Campus</i> oferece serviços em tempo hábil, reduz o esforço e reduz os custos operacionais. O campus inteligente implica que a instituição adotará tecnologias avançadas para controlar e monitorar automaticamente instalações no campus e fornecer serviços de alta qualidade para a comunidade do campus, ou seja, estudantes e funcionários. Isso levou a aumentar a eficiência e a capacidade de resposta do campus e ter uma melhor tomada de decisão, utilização do espaço e experiência dos alunos.

Yu <i>et al</i> (2011)	Os campus inteligentes são construídos para beneficiar os professores e alunos, gerenciar os recursos disponíveis e melhorar a experiência do usuário com serviços proativos. Um campus inteligente varia de uma sala de aula inteligente, que beneficia o processo de ensino dentro de uma sala de aula, para um campus inteligente que fornece muitos serviços proativos em um ambiente em todo o campus (...) Campus é um ambiente social onde estudantes universitários têm muitas interações com seus amigos.
Bandara <i>et al</i> (2016)	Smart Campus é uma iniciativa para utilizar TICs em um campus universitário para melhorar a qualidade e o desempenho dos serviços, reduzir custos e consumo de recursos e se envolver de forma mais eficaz e mais ativa com seus membros.
Xiao, N. (2013)	Smart Campus é resultado da aplicação da integração da computação em nuvem e da internet das coisas (...) A estrutura de aplicativos do campus inteligente é uma combinação de IoT e computação em nuvem baseada na computação de alto desempenho e Internet.

A característica principal de campus inteligentes é a rápida adaptação do ambiente em relação às demandas, que podem ter diversas origens e contextos diferentes. Por exemplo, seria interessante para um aluno que frequenta o campus e utiliza seus serviços saber qual o melhor horário para almoço no restaurante universitário baseado na sua grade de atividades. Ao mesmo tempo, é interessante o restaurante saber a quantidade de alunos com restrições alimentares (alergias, diabetes, distúrbios gastrointestinais, etc) e seus tipos para que possam preparar refeições adequadas e evitar situações que impeçam os estudantes de exercerem suas atividades na universidade. Para a administração da universidade, saber se distúrbios e restrições alimentares influenciam na retenção dos alunos na instituição representa informações importantes para a tomada de decisão. Aos professores, ter acesso a instrumentos que permitam uma maior experiência do aluno, tanto dentro como fora de sala de aula também é uma preocupação inerente aos Campus Inteligentes, uma vez que isso faz parte da missão das universidades.

### 3 Mapeamento sistemático

Diante da quantidade de tratamentos utilizados para Campus Inteligentes, o presente trabalho busca entender, através de um mapeamento sistemático, como o tema "Campus Inteligentes" tem sido abordado e quais tecnologias têm sido adotadas para viabilizar a implantação desses ambientes. O mapeamento sistemático tem por objetivo responder às seguintes perguntas:

- **QP1:** Sob quais perspectivas tem sido abordado o tema Campus Inteligentes?
- **QP2:** Quais tecnologias estão por trás da implementação de Campus Inteligentes?

Baseado na definição das questões de pesquisa, foram definidas as palavras-chaves: *Smart Campus e Smart University*. A *string* utilizada para busca nas bases de trabalhos científicos ficou da seguinte forma:

*"Smart University" OR "Smart Campus"*

Foram realizadas buscas nas seguintes bases: IEEEExplore Digital Library<sup>1</sup>, ACM Digital Library<sup>2</sup>, Springer<sup>3</sup>, Scopus<sup>4</sup> e Web of Science<sup>5</sup>.

Não foram considerados trabalhos (i) que não estivessem relacionados ao tema Campus Inteligentes, (ii) que não estivessem em inglês ou português, (iii) que não estivessem disponíveis online, (iv) com menos de quatro páginas.

Para verificar a qualidade da *string* de busca, foram selecionados alguns artigos de referência com a expectativa de que esses trabalhos fossem localizados na busca, o que de fato aconteceu. Os artigos de referência estão listados na Tabela 2.

**Tabela 2. Artigos de referência para busca**

<b>Título</b>	<b>Autores</b>
Intelligent Campus (iCampus) Impact Study	N. Aion, L. Helmandollar, M. Wang, e J. W. P. Ng
A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus	F. Pagliaro <i>et al.</i>
The development of a smart campus - African universities point of view	E. M. Malatji

A pesquisa nas bases mencionadas retornou 663 resultados ao todo. Após a aplicação dos critérios de exclusão, bem como o tratamento de trabalhos duplicados, foram avaliados 58 artigos. A base que mais contribuiu com trabalhos foi a *SpringerLink*, conforme exibido na Figura 1.

---

<sup>1</sup> <http://ieeexplore.ieee.org/search/advsearch.jsp>

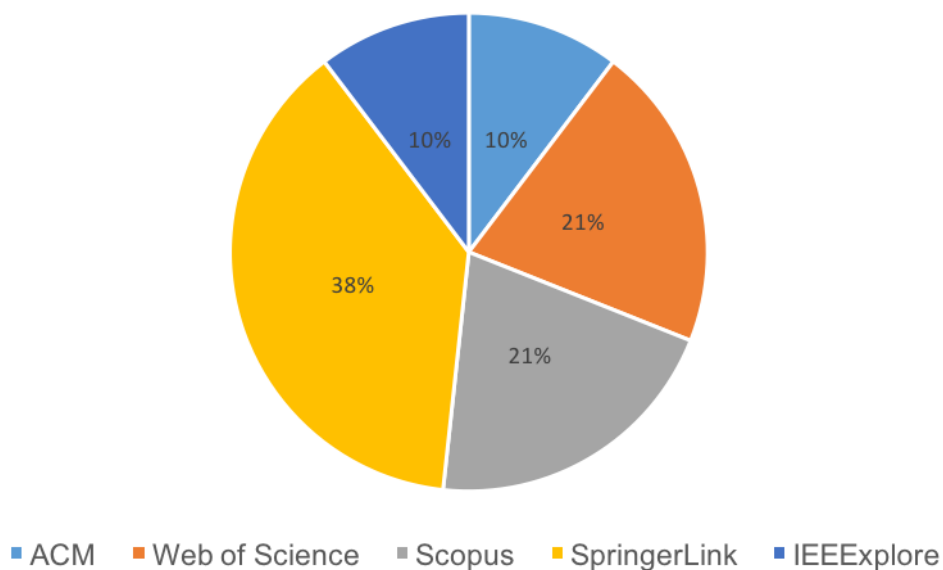
<sup>2</sup> <http://dl.acm.org/advsearch.cfm>

<sup>3</sup> <https://www.springer.com>

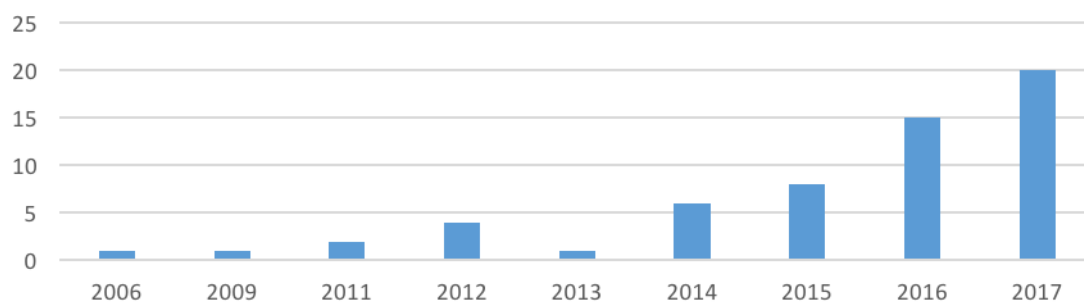
<sup>4</sup> <https://www.scopus.com/>

<sup>5</sup> <https://webofknowledge.com/>





Foi possível observar que, conforme exibido na Figura 2, o número de publicações sobre o assunto teve um aumento linear a partir do ano de 2014.



**Tabela 3. Artigos retornados por base**

Base de pesquisa	Nº de artigos retornados	Nº de artigos após critérios de exclusão
IEEEExplore	95	6
ACM	17	6
SpringerLink	219	22
Scopus	207	12
Web of Science	125	12
<b>Total</b>	<b>663</b>	<b>58</b>

#### 4 Análise dos resultados

De forma geral, foi possível perceber que TICs estão fortemente ligadas à ideia de Campus Inteligentes como ferramentas de monitoramento de ambientes e resposta à determinadas situações. A utilização de tecnologias voltadas à educação e a gestão da vida no campus também foram amplamente discutidos na literatura. A Tabela 4 apresenta quantidade de trabalhos sob os quais o tema Campus Inteligentes tem sido abordado em termos tecnológicos (QP2).

**Tabela 4. Quantidade de artigos por tópico**

Utilização de tecnologias wireless	Petcovici, 2016; Binthaisong <i>et al</i> , 2017; Gao, 2016; Li <i>et al</i> , 2016; Yu <i>et al</i> , 2011; Saparkhojayev, 2016; Kbar <i>et al</i> , 2012; Kadadha, 2016; Plotnick, 2006; Wang, 2015; Qi, 2014; Khamayseh <i>et al</i> , 2015; Kbar <i>et al</i> , 2016; Merode <i>et al</i> , 2016; Husni, 2017; Sun <i>et al</i> , 2016; Amaral <i>et al</i> , 2014; Jacob <i>et al</i> , 2009; J. Torres-Sospedra <i>et al</i> , 2015;
Utilização de IoT na provisão de serviços	Arshard <i>et al</i> , 2017; Abuarqoub <i>et al</i> , 2017; Xang <i>et al</i> , 2015; Du <i>et al</i> , 2016; Wang <i>et al</i> , 2015; Haghi <i>et al</i> , 2017; Sastra, 2016; Tang, 2016; Mishchenko <i>et al</i> , 2016; Hengliang, 2016; Liu <i>et al</i> , 2016; Liu, 2016; Mun <i>et al</i> , 2017; Kamada <i>et al</i> , 2014; Chang, 2012; Ichimura, 2013; Bae, 2015;
Definições, modelos, estratégias e avaliações para implementação de Campus Inteligentes	Zhang, 2015; Aion <i>et al</i> , 2012; Malatji, 2017; Mishchenko <i>et al</i> , 2016; Abu-Eisheh, 2016; Ravesteyn, 2014; Serdyukova, 2016; Dascalu, 2017; Schiopoiu, 2017; Liu, 2017; Gleizes <i>et al</i> , 2017; Adamko, 2017; Kwok, 2015; Chen <i>et al</i> , 2012
Utilização de TICs na governança e gerenciamento do campus	Abuarqoub <i>et al</i> , 2017; Tang, 2016; Wei, 2016; Lazaroiu <i>et al</i> , 2016; Liu, 2016; Gomes <i>et al</i> , 2017; Stavropoulos <i>et al</i> , 2010; Capote <i>et al</i> , 2017
Smart Learning e <i>e-learning</i>	Semenova <i>et al</i> , 2017; Schiopoiu, 2017; Uskov <i>et al</i> , 2014; Turuntaev, 2017; Atif <i>et al</i> , 2015; Hirsch, 2011
Colaboração e compartilhamento de informações	Adamko <i>et al</i> , 2014; Dascalu <i>et al</i> , 2017; Kwok, 2017; Prasolova-Førland, 2017
Utilização de Big data na provisão de serviços	Du <i>et al</i> , 2016; Liu <i>et al</i> , 2016; Liu, 2016
Utilização de IoT na educação	Arshad <i>et al</i> , 2017; Zhuo, 2015; Runathong <i>et al</i> , 2017
Sistemas de recomendação	Abdrabbah <i>et al</i> , 2017

Diante da análise realizada, foi possível realizar uma classificação Campus Inteligentes considerando quatro eixos (**QP1**): Serviços, Ensino e Aprendizagem, Governança e Gestão e Infraestrutura. Uma descrição de cada um desses eixos é apresentada a seguir juntamente com as tecnologias que estão sendo adotadas para suporte a cada um.

#### 4.1 Serviços

A disseminação e o uso dos dispositivos móveis permitiram a digitalização de serviços providos pelas instituições, além de criar oportunidades para que novos serviços surgissem. Tais serviços tem como objetivo facilitar a rotina dos alunos em sua vida no campus. Uma quantidade considerável dos trabalhos avaliados relaciona o tema Campus Inteligentes com a prestação de serviços digitais. Dentre esses serviços pode-se destacar sistemas de pagamentos (Ruttala *et al*, 2015), bibliotecas (Mun *et al*, 2017), serviços de transporte (Hengliang, 2016) e localização (Kbar *et al*, 2012; Merode *et al*; 2016, Petcovici, 2016).

## 4.2 Governança e Gestão

Se por um lado, as práticas educacionais apoiadas pela tecnologia e a provisão de serviços digitalizados são elementos que caracterizam Campus inteligentes no sentido de promover maior qualidade de vida e maior eficiência, por outro lado, a administração da organização, bem como o levantamento de informações acerca destes para tomadas de decisão, são também pontos abordados como sendo inerentes à implementação de Campus Inteligentes. De fato, uma grande quantidade de trabalhos destaca a necessidade de organização de uma arquitetura tecnológica que favoreça a governança e a gestão dessas instituições (Sun *et al*, 2016; Cheng, 2016).

A gestão da 'vida no campus', gerenciamento de serviços, manutenção e suporte logístico, bem como a construção de sistemas de apoio à decisão fazem parte dos assuntos a serem pesquisados em Campus Inteligentes e, para isso, tecnologias como IoT (Kbar *et al*, 2016) e *big data* (Mishchenko *et al*, 2016) atuam como viabilizadoras nesse cenário.

## 4.3 Ensino e aprendizagem

Por ser inerente e indissociado do papel de um campus, aspectos educacionais são amplamente discutidos quando o tema de Campus Inteligentes é abordado. Novos conceitos como Educação Inteligente, Sala de aula Inteligente, Ambiente de aprendizado Inteligente, Pedagogia Inteligente e Educação Inteligente estão surgindo. Por trás desses conceitos estão tecnologias, métodos e práticas que buscam ampliar a qualidade de experiência tanto do aluno quanto do professor dentro e fora de sala de aula.

Métodos modernos de ensino preconizam a colaboração como forma de aumentar a qualidade de experiência dos alunos em relação ao aprendizado. Nesse sentido, plataformas de *social learning* aparecem como ferramentas de apoio à educação em Campus Inteligentes.

Foi possível identificar, no contexto da educação, que o termo Campus Inteligente se refere à utilização da Internet como pressuposto para o desenvolvimento de atividades de ensino e que a computação em nuvem, a virtualização, tecnologias de *e-learning*, dentre outras, devem reconfigurar a forma de interação de os professores e alunos.

A computação ubíqua tem grande influência quando se fala em novos métodos de ensino. O comportamento de estudantes, aprendizado individual e identificação de contexto são objetos de estudo no campo de Ambientes de Aprendizado Inteligentes que, de acordo com Hwang (2014), é um ambiente de aprendizado suportado por tecnologias que se adaptam e oferecem suporte e interfaces apropriadas no lugar certo e no tempo certo baseado nas necessidades individuais. Ainda sobre o assunto, Uskov *et al* (2016) argumenta que uma sala de aula inteligente é baseada principalmente na utilização de dispositivos móveis e na comunicação/interação entre os estudantes e o próprio ambiente. Pesquisas relacionadas ao tema são encontradas em Arshad *et al* (2017), Zhuo (2015) e Chen *et al* (2012).

## 4.4 Infraestrutura

Diversos trabalhos caracterizam ambientes inteligentes como sendo espaços responsivos às demandas dos seus habitantes. Para isso, são utilizadas tecnologias de sensores com o objetivo de enriquecer os espaços e a infraestrutura permitindo o monitoramento das condições do ambiente em questão. O advento da Internet das Coisas apresenta-se como a tecnologia para pavimentar esse caminho.

Tecnologias de identificação como o RFID (*Radio-frequency Identification*) e NFC (*Near Field Communication*) são utilizadas em soluções de controle de acesso (Ruttala *et al*, 2015), análise de comportamento e automatização de processos administrativos em universidades.

A quantidade de dados gerados por essa atividade de sensoriamento dos espaços e monitoramento de serviços devem ser armazenados e processados em tempo real para prover respostas rápidas, necessárias às tomadas de decisões como pressupõe o conceito de ambientes inteligentes. Sendo assim, tecnologias como *Big Data* e Computação em nuvem também estão inseridas nesse contexto.

Conectividade é também um ponto amplamente destacado na literatura. Com a grande proliferação dos dispositivos móveis, a conectividade se torna essencial para o acesso a serviços e informações. Além disso, diversos trabalhos destacam tecnologias *wireless* como principal forma de prover conectividade e, mais do que isso, como ferramenta de localização *indoor* (Gao, 2016; Hirsch, 2011) e identificação de contexto dos usuários.

## 5 Conclusões

Este trabalho apresentou uma revisão da literatura relacionada a Campus Inteligentes e dividiu os trabalhos avaliados em quatro eixos temáticos: Infraestrutura, Governança e Gestão, Serviços e Educação.

A maior parte dos trabalhos encontrados está relacionada com o eixo Infraestrutura, dando ênfase principalmente a tecnologias como Internet das Coisas. Apesar de um Campus Inteligente não ser caracterizado somente pelo uso das tecnologias descritas nesse eixo, como sugerem diversos trabalhos, é notável que a dimensão Infraestrutura serve como sustentação para as outras dimensões, principalmente na provisão de dados e conectividade.

Diversos autores abordam questões relacionadas ao ambiente educacional, propondo soluções que permitem que os processos de ensino e aprendizagem sejam melhorados. No que diz respeito aos aspectos relacionados à Educação, os trabalhos avaliados destacam o uso de TICs para enriquecer os espaços de aprendizagem, criando ambientes de aprendizado inteligentes com atenção à educação personalizada e criação de salas de aula inteligentes. Ainda sobre o eixo Educação, instrumentos de compartilhamento de informações e de aprendizagem colaborativa ressaltam a importância de ferramentas sociais no contexto de Campus Inteligentes.

Por outro lado, outros trabalhos dão ênfase no dia a dia de um campus universitário e apresentam soluções para facilitar e otimizar o acesso a serviços como bibliotecas, restaurantes, frequência, localização, dentre outros. E os dados gerados por esses

serviços servem de insumo para outras iniciativas, principalmente as que são voltadas à gestão do campus, em atividades voltadas à tomada de decisão.

As soluções mencionadas, sejam elas relacionadas a qualquer um dos eixos identificados, podem ter diversas motivações. Podem ser oriundas da administração da instituição e alinhada com interesses estratégicos, seguindo uma abordagem top-down, ou através de iniciativas pessoais, de integrantes da comunidade acadêmica, com o objetivo de resolver um problema de um grupo específico ou até um problema mais amplo. Fazem isso mesmo não tendo apoio da alta administração organizacional, seguindo uma abordagem bottom-up. O fato é que, em ambos os casos, pode existir entrega de valor para alguma das partes envolvidas (alta administração, alunos, docentes, funcionários e comunidade), mas que contrarie os anseios e necessidades de outras partes. Por exemplo, fazer o rastreamento da movimentação de alunos através da rede wi-fi pode ser útil para a administração criar planos de segurança e mobilidade. No entanto, esse tipo de iniciativa pode contrariar quem utiliza a rede wi-fi por questões relacionadas à privacidade.

Para minimizar esse conflito de interesses, é necessário um planejamento que não é trivial de ser construído, visto que Campus Inteligentes são ecossistemas abertos e colaborativos e devem considerar (i) o conhecimento do contexto em que a instituição está inserida, os interesses e necessidades das partes interessadas, (ii) o impacto das iniciativas nas partes interessadas, (iii) a formulação de critérios para que os interesses dessas partes sejam balanceados, estabelecendo uma relação ganha-ganha e (iv) a definição de iniciativas que viabilizem o surgimento de um ecossistema baseado na entrega de valor para todos.

A implementação de campus inteligentes, apesar de estar relacionada à grande utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação, deve estar alinhada à estratégia institucional e ao contexto em que a instituição está inserida, visando mensurar o valor que será entregue por cada iniciativa. Caso contrário, a disponibilização de soluções tecnológicas pode estar fadada ao fracasso, uma vez que ela deve ser precedida de planejamento, que por sua vez deve contar com a participação de todas as partes envolvidas, buscando sempre uma relação ganha-ganha através do equilíbrio entre os interesses.

Diante do levantamento realizado, é possível definir Campus Inteligente como um ecossistema colaborativo, enriquecido com tecnologia, com capacidade de responder rapidamente às demandas dos interessados, visando o aumento da qualidade de vida no Campus, a entrega de valor e o equilíbrio de interesses.

## 6 Referências

- A. Abuarqoub *et al.*, “A Survey on Internet of Things Enabled Smart Campus Applications”, in *Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems*, New York, NY, USA, 2017, p. 50:1-50:7.
- A. Adamkó, “Building Smart University Using Innovative Technology and Architecture”, in *Smart Universities*, 2017, p. 161-188.
- A. Adamko, T. Kadek, e M. Kosa, “Intelligent and Adaptive Services for a Smart Campus Visions, concepts and applications”, in *2014 5th IEEE Conference on Cog-*

*nitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 2014, p. 505–509.

- A. B. Schiopoiu e D. D. Burdescu, “The Development of the Critical Thinking as Strategy for Transforming a Traditional University into a Smart University”, in *Smart Education and e-Learning 2017*, 2017, p. 67–74.
- A. Binthaisong, J. Srichan, e S. Phithakkitnukoon, “Wi-Crowd: Sensing and Visualizing Crowd on Campus Using Wi-fi Access Point Data”, in *Proceedings of the 2017 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers*, New York, NY, USA, 2017, p. 441–447.
- A. Haghi, K. Burney, F. S. Kidd, L. Valiente, e Y. Peng, “Fast-paced development of a smart campus IoT platform”, in *2017 Global Internet of Things Summit (GloTS)*, 2017, p. 1–6.
- A. Petcovici e E. Stroulia, “Location-Based Services on a Smart Campus: A System and A Study”, in *2016 IEEE 3rd world forum on internet of things (WF-IOT)*, 2016, p. 94–99.
- B. Hirsch e J. W. P. Ng, “Education beyond the cloud: Anytime-anywhere learning in a smart campus environment”, in *2011 International Conference for Internet Technology and Secured Transactions, ICITST 2011*, 2011, p. 718–723.
- D. Liu, R. Huang, e M. Wosinski, “Smart Learning in Digital Campus”, in *Smart Learning in Smart Cities*, Springer, Singapore, 2017, p. 51–90.
- D. V. Merode, G. Tabunshchik, K. Patrakhalko, e G. Yuriy, “Flexible technologies for smart campus”, in *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, 2016, p. 64–68.
- E. De Angelis, A. L. C. Ciribini, L. C. Tagliabue, e M. Paneroni, “The Brescia Smart Campus Demonstrator. Renovation toward a zero Energy Classroom Building”, in *Procedia Engineering*, 2015, vol. 118, p. 735–743.
- E. Husni, “Mobile Application for Smart Campus System with iBeacon-uBeacon”, *ADVANCED SCIENCE LETTERS*, vol. 23, n° 4, p. 3746–3750, abr. 2017.
- E. M. Malatji, “The development of a smart campus - African universities point of view”, in *2017 8th International Renewable Energy Congress (IREC)*, 2017, p. 1–5.
- E. Prasolova-Førland, A. Steinsbekk, M. Fominykh, e F. Lindseth, “Practicing Interprofessional Team Communication and Collaboration in a Smart Virtual University Hospital”, in *Smart Universities*, 2017, p. 191–224.
- F. E. Capote, L. F. Aristizábal, A. M. R. Calero, C. A. Bolaños, S. Cano, e C. A. Col-lazos, “Development of a SOA Platform to Support the Integration of Software Components Based on Mobile Devices for a Smart Campus”, in *Advances in Computing*, 2017, p. 680–692.
- F. Pagliaro *et al.*, “A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus”, in *EEEIC 2016 - International Conference on Environment and Electrical Engineering*, 2016.
- G. C. Lazaroiu, V. Dumbrava, M. Costoiu, M. Teliceanu, e M. Roscia, “Energy-informatic-centric Smart Campus”, in *2016 IEEE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND ELECTRICAL ENGINEERING (EEEIC)*, 2016.
- G. Kbar, M. H. Abidi, S. H. Mian, A. A. Al-Daraiseh, e W. Mansoor, “A University-Based Smart and Context Aware Solution for People with Disabilities (USCAS-

PWD)", *COMPUTERS*, vol. 5, nº 3, set. 2016.

- G. Kbar, S. Aly, e B. Alhanafi, "Smart and Context Aware Search for University Campus (SCASUC)", in *Proceedings of 2012 International Conference on Multimedia Computing and Systems, ICMCS 2012*, 2012, p. 809-814.
- G. Sun, Y. Zhou, e J. Li, "Building Smart Campus Using Human Behavioral Data", in *2016 Int IEEE Conferences On Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing And Communications, Cloud And Big Data Computing, Internet Of People, And Smart World Congress (Uic/Atc/Scalcom/Cbdcom/Iop/Smartworld)*, 2016, P. 133-136.
- G.-J. Hwang, "Definition, framework and research issues of smart learning environments - a context-aware ubiquitous learning perspective", *Smart Learning Environments*, vol. 1, p. 1-14, 2014.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Meijers, E., Pichler-Milanović, N., Ranking of European medium-sized cities", *Final Report*, Vienna, 2007.
- Grzybowski, M. (2013). Educational technologies in South Korea. General and Professional Education, 1, 3-9.
- H. F. Tang e K. Hung, "Design of a non-contact body temperature measurement system for smart campus", in *2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics-China (ICCE-China)*, 2016, p. 1-4.
- H. Li, G. Shou, Y. Hu, e Z. Guo, "WiCloud: Innovative uses of network data on smart campus", in *ICCSE 2016 - 11th International Conference on Computer Science and Education*, 2016, p. 461-466.
- H. M. A. P. K. Bandara, J. D. C. Jayalath, A. R. S. P. Rodrigo, A. U. Bandaranayake, Z. Maraikar, e R. G. Ragel, "Smart campus phase one: Smart parking sensor network", in *2016 Manufacturing and Industrial Engineering Symposium: Innovative Applications for Industry, MIES 2016*, 2016.
- J. Torres-Sospedra *et al.*, "Enhancing integrated indoor/outdoor mobility in a smart campus", *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 29, nº 11, p. 1955-1968, 2015.
- K. M. Amaral, P. Chen, W. S. Carter, e J. Sanchez, "Access My Campus", in *Smart Homes and Health Telematics*, 2014, p. 238-241.
- L. F. Kwok e Y. K. Hui, "The Role of e-Portfolio for Smart Life Long Learning", in *Smart Universities*, 2017, p. 327-356.
- L. Kwok, "A vision for the development of i-campus", *Smart Learn. Environ.*, vol. 2, nº 1, p. 2, dez. 2015.
- L. Plotnick e S. R. Hiltz, "Measuring social networks for smart campus", in *Association for Information Systems - 12th Americas Conference On Information Systems, AMCIS 2006*, 2006, vol. 5, p. 2859-2862.
- L. Wei, "Campus Management Strategy Research under the Environment of Big Data", in *2016 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data Smart City (ICITBS)*, 2016, p. 195-199.
- M. Guo e Y. Zhang, "The research of smart campus based on Internet of Things and cloud computing", in *11th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM 2015)*, 2015, p. 1-6.
- M. Kadadha, H. Al-Ali, M. A. Mufti, A. Al-Aamri, e R. Mizouni, "Opportunistic mo-

- bile social networks: Challenges survey and application in smart campus”, in *International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*, 2016.
- M. Wang e J. Brassil, “Managing large scale, ultra-dense beacon deployments in smart campuses”, in *Proceedings - IEEE INFOCOM*, 2015, vol. 2015–August, p. 606–611.
- M.-I. Dascalu, C. N. Bodea, A. Moldoveanu, e G. Dragoi, “Towards a Smart University through the Adoption of a Social e-Learning Platform to Increase Graduates’ Employability”, in *Innovations in Smart Learning*, Springer, Singapore, 2017, p. 23–28.
- M.-P. Gleizes, J. Boes, B. Lartigue, e F. Thiébolt, “neOCampus: A Demonstrator of Connected, Innovative, Intelligent and Sustainable Campus”, in *Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services 2017*, 2017, p. 482–491.
- M.-Y. Bae e D.-J. Cho, “Design and implementation of automatic attendance check system using BLE beacon”, *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, vol. 10, nº 10, p. 177–186, 2015.
- N. A. Serdyukova, V. I. Serdyukov, V. L. Uskov, V. V. Ilyin, e V. A. Slepov, “Formal Algebraic Approach to Modeling Smart University as an Efficient and Innovative System”, in *SMART EDUCATION AND E-LEARNING 2016*, 2016, vol. 59, p. 83–96.
- N. Aion, L. Helmandollar, M. Wang, e J. W. P. Ng, “Intelligent Campus (iCampus) Impact Study”, in *Proceedings of the The 2012 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Volume 03*, Washington, DC, USA, 2012, p. 291–295.
- N. P. Sastra e D. M. Wiharta, “Environmental monitoring as an IoT application in building smart campus of Universitas Udayana”, in *2016 International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems (ICSGTEIS)*, 2016, p. 85–88.
- N. Saparkhojayev e R. Akkozieva, “Smart university system based on wireless technologies in Kazakhstan”, in *2016 6th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2016*, 2016, p. 49–53.
- N. V. Semenova, E. A. Svyatkina, T. G. Pismak, e Z. Y. Polezhaeva, “The Realities of Smart Education in the Contemporary Russian Universities”, in *Proceedings of the International Conference on Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia*, New York, NY, USA, 2017, p. 48–52.
- O. Mishchenko, V. Abdullayev, E. Litvinova, V. Hahanov, S. Chumachenko, e A. Hahanova, “Cloud service for university E-government”, in *2016 IEEE East-West Design Test Symposium (EWDTS)*, 2016, p. 1–10.
- P. Ravesteyn, H. Plessius, e J. Mens, “Smart Green Campus: How IT can Support Sustainability in Higher Education”, in *proceedings of the 10th european conference on management leadership and governance (ECMLG 2014)*, 2014, p. 296–303.
- R. Gomes *et al.*, “Towards a Smart Campus: Building-User Learning Interaction for Energy Efficiency, the Lisbon Case Study”, in *Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education*, Springer, Cham, 2017, p. 381–398.
- R. Jacob, J. Zheng, B. Ciepluch, P. Mooney, e A. C. Winstanley, “Campus Guidance System for International Conferences Based on OpenStreetMap”, in *Web and Wireless Geographical Information Systems*, 2009, p. 187–198.



- RNP (2017). "Smart Campus offers solutions for Smart Cities". Disponível em <https://www.rnp.br/en/destaques/smart-campus-offers-solutions-for-smart-cities>.
- S. Abu-Eisheh e I. Hijazi, "Strategic planning for the transformation of a university campus towards smart, eco and green sustainable built environment: a case study from palestine", in *expanding boundaries: systems thinking in the built environment*, 2016, p. 148-153.
- S. Arshad, M. A. Azam, S. H. Ahmed, e J. Loo, "Towards Information-Centric Networking (ICN) Naming for Internet of Things (IoT): The Case of Smart Campus", in *Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems*, New York, NY, USA, 2017, p. 41:1-41:6.
- S. B. Abdrabbah, R. Ayachi, e N. B. Amor, "Social Activities Recommendation System for Students in Smart Campus", in *Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services 2017*, 2017, p. 461-470.
- S. Du, F. Meng, e B. Gao, "Research on the Application System of Smart Campus in the Context of Smart City", in *2016 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, 2016, p. 714-718.
- S. Gao e S. Prasad, "Employing Spatial Analysis in Indoor Positioning and Tracking Using Wi-fi Access Points", in *Proceedings of the Eighth ACM SIGSPATIAL International Workshop on Indoor Spatial Awareness*, New York, NY, USA, 2016, p. 27-34.
- S. Kamada, T. Ichimura, T. Shigeyasu, e Y. Takemoto, "Registration system of cloud campus by using android smart tablet", *SpringerPlus*, vol. 3, nº 1, p. 761, dez. 2014.
- S. P. Mun, M. H. Husin, M. M. Singh, e N. H. A. H. Malim, "N-LibSys: Library System Using NFC Technology", in *Mobile and Wireless Technologies 2017*, 2017, p. 22-30.
- S. Turuntaev, "EdLeTS: Towards Smartness in Math Education", in *Smart Universities*, 2017, p. 225-261.
- S. Zhuo, "Research on Fusion Application of Mobile Internet and Internet of Things in Digital Campus", in *proceedings of the 2015 international conference on education technology, management and humanities science (etmhs 2015)*, 2015, vol. 27, p. 633-636.
- Soares, E. (2017) "Classificação e implementação de aplicações de sensoriamento móvel em cidades inteligentes". Disponível em <http://bsi.uniriotec.br/tcc/201701EltonFigueiredo.pdf>
- Spector, J.M.: Conceptualizing the emerging field of smart learning environments. *Smart Learning Environments 1.1* (2014): 1-10.
- T. G. Stavropoulos, A. Tsioliaridou, G. Koutitas, D. Vrakas, e I. Vlahavas, "System Architecture for a Smart University Building", in *Artificial Neural Networks – ICANN 2010*, 2010, p. 477-482.
- T. Hengliang e C. Chuanrong, "The Construction of Intelligent Transportation System Based on the Construction of Wisdom Campus -Take Soochow University as an example", in *proceedings 2016 eighth international conference on measuring technology and mechatronics automation ICMTMA 2016*, 2016, p. 711-714.
- T. Ichimura e S. Kamada, "Early discovery of chronic non-attenders by using NFC attendance management system", in *2013 IEEE 6th International Workshop on Com-*

*putational Intelligence and Applications, IWCI 2013 - Proceedings, 2013, p. 191–196.*

- T. Kim, J. Y. Cho, e B. G. Lee, "Evolution to Smart Learning in Public Education: A Case Study of Korean Public Education", in *Open and Social Technologies for Networked Learning: IFIP WG 3.4 International Conference, OST 2012, Tallinn, Estonia, July 30 – August 3, 2012, Revised Selected Papers*, T. Ley, M. Ruohonen, M. Laanpere, e A. Tatnall, Orgs. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, p. 170–178.
- T. Roth-Berghofer (2013). "Smart university, the university as a platform". Disponível em: <https://smartuniversity.uwl.ac.uk/blog/?p=100>
- Tikhomirov, V., Dneprovskaya, N.: "Development of strategy for smart University". Open Education Global International Conference, Banff, Canada, 22–24 April 2015 (2015)
- U. K. Ruttala, M. S. Balamurugan, e M. K. Chakravarthi, "NFC based smart campus payment system", *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, nº 19, 2015.
- V. L. Uskov, J. P. Bakken, A. Pandey, U. Singh, M. Yalamanchili, e A. Penumatsa, "Smart university taxonomy: Features, components, systems", *Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 59, p. 3–14, 2016.
- V. Uskov, A. Lyamin, L. Lisitsyna, e B. Sekar, "Smart e-Learning as a Student-Centered Biotechnical System", in *E-Learning, E-Education, and Online Training*, 2014, p. 167–175.
- W. Runathong, W. Wongthai, e S. Panithansuwan, "A System for Classroom Environment Monitoring Using the Internet of Things and Cloud Computing", in *Information Science and Applications 2017, 2017*, p. 732–742.
- X. Liu, "A Study on Smart Campus Model in the Era of Big Data", in *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Economics, Management Engineering and Education Technology (ICEMEET 2016)*, 2016, vol. 87, p. 919–922.
- X. W. Qi e Z. P. Hao, "Design of Smart Wireless Campus Network Based on Zigbee", *Applied Mechanics and Materials*, vol. 687–691, p. 1864–1867, 2014.
- X. Wang, N. Liu, Y. Liu, e Y. Sun, "NFC mobile Intelligent Campus construction of Nanjing University of Finance and Economics", in *2015 International Conference on Behavioral, Economic and Socio-cultural Computing (BESOC)*, 2015, p. 176–179.
- Xiao, N.: Constructing smart campus based on the cloud computing platform and the internet of things. In: *Proceedings of 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013)*, Atlantis Press, Paris, France, pp. 1576–1578 (2013)
- Y. Atif, S. S. Mathew, e A. Lakas, "Building a smart campus to support ubiquitous learning", *J Ambient Intell Human Comput*, vol. 6, nº 2, p. 223–238, abr. 2015.
- Y. Chen, R. Zhang, X. Shang, e S. Zhang, "An Intelligent Campus Space Model Based on the Service Encapsulation", in *LISS 2012*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2013, p. 919–923.
- Y. Khamayseh, W. Mardini, S. Aljawarneh, e M. B. Yassein, "Integration of Wireless Technologies in Smart University Campus Environment: Framework Architecture", *International journal of information and communication technology education*, vol. 11, nº 1, p. 60–74, mar. 2015.
- Y. Liu e L.-S. Shao, "Construction of Smart Campus Based on Situational Awareness in the Era of Big Data", in *proceedings of the 2016 international conference on com-*

*puter engineering and information systems*, 2016, vol. 52, p. 235–240.

Y.-C. Chang, “Evaluation and Exploration of Optimal Deployment for RFID Services in Smart Campus Framework”, in *Computer Science and its Applications*, Springer, Dordrecht, 2012, p. 493–502.

Z. Yu, Y. Liang, B. Xu, Y. Yang, e B. Guo, “Towards a smart campus with mobile social networking”, in *Proceedings - 2011 IEEE International Conferences on Internet of Things and Cyber, Physical and Social Computing, iThings/CPSCoM 2011*, 2011, p. 162–169.