Perspectivas para a Implantação de Câmpus Inteligentes

Francisco H. Ferreira[1,2], Renata M. Araújo[3], Rodrigo Pereira dos Santos[2]

[1] Centro de Gestão do Conhecimento Organizacional
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Juiz de Fora, Brasil

[2] Programa de Pós-Graduação em Informática
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Rio de Janeiro, Brasil

[3] Sociedade Brasileira de Computação

francisco.henrique@ufjf.edu.br, rma.renata.araujo@gmail.com, rps@uniriotec.br

Abstract. *Smart campus concept is related to the improvement of the quality of life of different groups that share spaces and services in universities. Social, organizational, and technological factors must be considered when building solutions and leveraging a smart campus. This work presents smart campus concept under the perspectives of innovation ecosystems, digital ecosystems, software ecosystems, and system of systems. We expect that such perspectives help identifying challenges and opportunities related to smart campus deployment.*

Resumo. *O conceito de câmpus inteligentes se refere à melhoria da qualidade de vida dos grupos que compartilham espaços e serviços nas universidades. Para que seja viável, fatores sociais, organizacionais e tecnológicos devem ser levados em consideração para construção de soluções e consolidação de um câmpus inteligente. Este trabalho apresenta câmpus inteligentes sob as perspectivas de ecossistemas de inovação, ecossistemas digitais, ecossistemas de software e sistemas-de-sistemas. Espera-se que esses olhares auxiliem na identificação de desafios e oportunidades para implantar câmpus inteligentes.*

1. Introdução

Há alguns anos, surgiu a ideia de Cidades Inteligentes como uma forma de encarar problemas das cidades, tendo as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como o seu principal habilitador. Embora ainda não esteja consolidado entre os estudiosos da área, existe um consenso de que a principal característica das Cidades Inteligentes é a necessidade de responder rapidamente às situações adversas e que a melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos seja o principal objetivo. Qualidade de vida pode ser entendida como a qualidade de um conjunto de fatores intangíveis, como saúde, relações sociais, qualidade do ambiente, prosperidade e condições de vida.

Recentemente, tem-se estudado a aplicação de conceitos "*smart*" a ambientes mais restritos e controlados que cidades, como residências (Chan, 2008), hospitais (Yu, 2012) e shopping centers (Van Ittersum, 2013) como forma de torná-los mais responsivos e adaptáveis às situações e necessidades existentes. Os câmpus de universidades têm sido objetos de estudos e aplicação de soluções inteligentes, já que são dotados de características que, em menor escala, podem ser comparados às cidades: oferecem serviços diversos para diferentes grupos, possuem espaços compartilhados de convivência, apresentam problemas de infraestrutura, segurança, meio ambiente etc.

Grande parte da literatura aborda o tema "câmpus inteligentes" com ênfase em tecnologia, que é, sem dúvida, o principal habilitador para que um câmpus tenha a capacidade de responder rapidamente às demandas de seus usuários. No entanto, um câmpus universitário se apresenta, muitas vezes, como um ambiente complexo e que possui uma grande diversidade de indivíduos com interesses e visões distintas decorrentes dos diferentes desafios que enfrentam dentro dessa instituição. Ou seja, para que um câmpus inteligente possa cumprir a sua missão de melhorar a qualidade de vida de seus usuários, é necessário compreender as necessidades oriundas dos diferentes grupos que fazem parte de uma universidade. Ademais, essas instituições têm objetivos de negócio que devem ser considerados na hora de planejar o câmpus inteligente.

Embora as universidades ao redor do mundo tenham diversas características semelhantes, a busca por soluções que as tornem inteligentes deve levar em consideração o contexto em que essas instituições se encontram, seus aspectos culturais, organizacionais e sociais, e isso reflete diretamente na relação indivíduo-tecnologia e na configuração do ecossistema do câmpus. Isso fica claro Malatji (2017), que faz uma adaptação no *framework* para implementação de câmpus inteligentes proposto em Pagliaro (2016) no sentido de convergir com a realidade das universidades africanas. No caso das universidades brasileiras, principalmente as públicas, há grande diversidade de comunidades internas, representadas por unidades acadêmicas, unidades administrativas, diretórios acadêmicos, representações sindicais, dentre outras, cada uma delas com seus desafios e necessidades que, dependendo do tamanho da instituição, são difíceis de serem reconhecidos e equacionados por um órgão central.

Os setores responsáveis pela gestão das TICs nessas instituições muitas vezes não conseguem lidar com toda a demanda por soluções oriundas das unidades dessas organizações (por falta de capacidade operacional ou falta de *expertise* para lidar com situações muito específicas). Isso proporcionou um ambiente propício para a inovação, já que se configurou um cenário onde essas unidades dispõem de elevada autonomia financeira e operacional para mobilizar recursos e criar soluções visando resolver seus próprios problemas através da tecnologia. Além disso, alunos e profissionais da instituição utilizam suas habilidades para criar soluções, como aplicativos móveis, que servem de ferramentas para tratar de problemas que os assolam, como exemplificado em Silva (2017). Essa composição tecnológica abre oportunidades para integração de sistemas, criando funcionalidades possíveis apenas através do compartilhamento de recursos entre eles, mas que oferece desafios que serão discutidos adiante.

Considerando o exposto, este trabalho aborda o tema Câmpus Inteligentes sob os prismas de ecossistemas digitais, ecossistemas de software, sistemas-de-sistemas e ecossistemas de inovação com o objetivo de identificar os fatores de influência, tecnológicos ou não, relacionados à implantação de câmpus inteligentes. O objetivo deste trabalho é mostrar que o tema pode proporcionar diferentes caminhos para pesquisas e jogar luz sobre as diferentes áreas de atuação – tecnológicas, sociais e organizacionais. Este artigo apresenta as seguintes seções: a Seção 2 apresenta uma conceituação de câmpus inteligentes e relaciona algumas iniciativas ao redor do mundo, as seções 3 a 6 apresentam câmpus inteligentes sob as perspectivas supracitadas. As considerações finais e trabalhos futuros são apresentados na seção 7.

2. Câmpus Inteligentes

Câmpus inteligente pressupõe a rápida reação ao cenário e disponibilização de serviços e informações sob demanda. Sua implantação também deve levar em conta o contexto educacional em que está inserido, já que um dos seus objetivos é proporcionar uma experiência de qualidade não só em relação aos serviços de apoio como, por exemplo, restaurantes, bibliotecas e mobilidade, mas também em relação à própria educação, contemplando ensino e aprendizagem (Coccoli, 2014). Esse argumento é compartilhado por Galego (2016), que considera câmpus inteligente um espaço que proporciona aprendizado relacionando tecnologia, instituição e pessoas ao conhecimento.

De acordo com Ferreira e Araújo (2018), uma grande quantidade de publicações científicas apresenta soluções de câmpus inteligentes baseadas na utilização pervasiva de TICs. Schiopoiu *et al* (2017), por exemplo, descreve Universidade Inteligente como uma universidade tradicional que implementa gradualmente um sistema interconectado com controle central dos recursos tecnológicos. Tais controles envolvem, dentre outros, o monitoramento do consumo de energia elétrica (De Angelis *et al*., 2016), controle de vagas de estacionamentos (Bandara, 2016), monitoramento de pessoas (Gao, 2016).

Baseadas nessa visão tecnológica, algumas instituições de ensino têm conduzido iniciativas com o objetivo de tornar seus espaços inteligentes. É o caso, por exemplo, do Instituto Nacional de Telecomunicações[1], Universidade de Campinas[2] e Faculdade de Engenharia de Sorocaba[3], que têm como foco principal a utilização de tecnologias baseadas em Internet das Coisas (IoT). Essas instituições buscam enriquecer a infraestrutura de seus câmpus com sensores a fim de capturar informações que podem auxiliar na tomada de decisão, buscando aumentar a eficiência na prestação de serviços e promovendo o desenvolvimento de projetos da comunidade universitária.

Apesar de existirem visões convergentes sobre o tema, ainda não existe um entendimento compartilhado sobre o conceito de câmpus inteligentes. Na verdade, as comprensões mudam de acordo com as abordagens utilizadas nas pesquisas. De acordo com Ferreira e Araújo (2018), a maior parte dos trabalhos de pesquisa sobre assunto estão relacionados à utilização TICs para implementação de câmpus inteligentes. No entanto, apesar da ideia de câmpus inteligentes ser fortemente influenciada por tecnologia, existem aspectos sociais - como visões, interesses, conhecimento empírico e cultura - que não podem ser colocados à margem das discussões sobre o tema.

Bandara *et al* (2016) destacam a necessidade de interação entre os entes que compõem um câmpus inteligente e o descrevem como "*uma iniciativa para utilizar TICs em um câmpus 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*". Schoning (2013) aponta como crucial o foco nos "cidadãos do câmpus" e suas necessidades e ainda questiona a falta de balanceamento entre entradas e saídas associadas às tecnologias *smart,* argumentando que os cidadãos têm contribuído muito mais - com uma enxurrada de dados, principalmente - do que tem recebido em troca. No mesmo trabalho, o autor pondera que "*o acúmulo de grandes quantidades de dados de sensores do câmpus não deve ser esmagador, fazendo com que as pessoas se sintam desempoderadas ou mesmo desenganjadas. O câmpus deve ser*

[1] https://www.inatel.br/smartcampus/
[2] http://smartcampus.prefeitura.unicamp.br/
[3] http://www.facens.br/smartcampus

projetado para apoiar o papel principal que o espaço desempenha em suas vidas: educação, pesquisa e criação de uma experiência agradável no câmpus". Nesse sentido, a Universidade de Glasgow[4], na Escócia, e a Universidade de Twente[5], na Holanda, conduzem iniciativas que consideram também conhecimentos em humanidades e negócios, além da herança cultural.

3. Câmpus Inteligentes como Ecossistemas Digitais

O termo "ecossistema" descreve um ambiente onde um conjunto de espécies interagem entre si e com o próprio ambiente, constituindo um sistema equilibrado, estável e autossuficiente (Tansley, 1935). Com o advento da web e sua inserção nos ambientes familiares, corporativos e governamentais, a interação entre pessoas e organizações não se dá somente pelo ambiente ecológico nos quais os indivíduos vivem, mas também ambientes digitais. Nenhuma pessoa ou instituição atualmente pode ignorar essa configuração e seus impactos no bem-estar social e no crescimento econômico.

Boley e Chang (2007) utilizam o termo ecossistemas digitais (ou ECODigs) para descrever uma infraestrutura digital auto-organizável aberta na qual organizações conectadas em rede compartilham conhecimento e desenvolvem tecnologias adaptativas abertas. Segundo os autores, um ecossistema digital é um "*um ambiente aberto, fracamente acoplado, agrupado por domínio, orientado à demanda e auto-organizável, onde todas as espécies são proativas e responsivas de acordo com seu benefício próprio*". (1) "Aberto" por ser um ambiente virtual transparente, (2) "fracamente acoplado" se refere ao fato de ser um ambiente onde se pode participar livremente, (3) "agrupado por domínio" é a característica de espécies formarem colônias que compartilham o mesmo interesse, (4) "orientado à demanda" é definido como a força motriz para se juntar a uma comunidade específica e (5) "auto organizável" se refere à autonomia das espécies, que tomam decisões e assumem responsabilidades.

Observadas as características descritas acima, os Câmpus Inteligentes podem ser vistos sob a perspectiva de Ecossistemas Digitais uma vez que existem diversos agentes interagindo entre si em um sistema aberto. Esses agentes são alunos, professores, técnicos, comunidade externa ao câmpus (espécies biológicas) e empresas (espécies econômicas) compartilhando conhecimento objetivando seus próprios benefícios. Essa interação pode ser facilitada por arranjos tecnológicos (espécies digitais) que devem ser abertos, permitindo que esses agentes tenham liberdade para ingressar em discussões, consumindo e provendo conhecimento às outras partes. Mais ainda, a tecnologia facilita a organização de grupos de interesse, permitindo que indivíduos desses grupos estabeleçam objetivos, papéis e responsabilidades em prol do benefício geral.

Tendo em vista que um dos objetivos dos câmpus inteligentes é propiciar uma melhor qualidade de vida para seus frequentadores, é inegável que isso só é possível se os interesses e visões forem considerados na implementação de soluções, visto que cada conjunto de requisitos relacionados a esses aspectos estão relacionados a diferentes características do ecossistema digital (Magdaleno, 2015). Sendo assim, é necessário que esses indivíduos ingressem em discussões, expondo suas opiniões e buscando o consenso e equilíbrio do ecossistema. Afinal, em um ecossistema, as espécies devem se beneficiar das participações umas das outras. Esse ecossistema, composto de espécies

[4] https://futurecities.catapult.org.uk/project/smart-campus-university-of-glasgow/
[5] https://www.utwente.nl/en/organization/news-agenda/special/2018/living-smart-campus

digitais (rede, software e banco de dados) e de espécies biológicas (pessoas) deve sustentar a colaboração, o compartilhamento de conhecimento e o desenvolvimento de tecnologias adaptativas e abertas no contexto do câmpus inteligente.

4. Câmpus Inteligentes como Ecossistemas de Inovação

Embora não exista um entendimento compartilhado sobre quais fatores influenciam a implantação de um câmpus inteligente, inovação é um tema discutido em diversos trabalhos (Coccoli, 2014; Alghamdi, 2016; Neves, 2017) e é tratado como ponto principal das iniciativas de implementação de câmpus inteligentes descritas na Seção 3. O propósito da inovação em câmpus inteligentes é criar valor por meio do desenvolvimento de soluções visando à melhoria da qualidade de vida dos atores que de alguma forma se beneficiem dos serviços oferecidos na instituição. A inovação deve promover o cumprimento dos objetivos de negócio da organização, que, no caso de uma universidade, estão ligados a ensino, pesquisa e extensão. Nesse sentido, a definição de ecossistemas de inovação que melhor se ajusta ao conceito de câmpus inteligentes é a de Autio e Thomas (2014), que definem ecossistemas de inovação como "*um conjunto de organizações interconectadas em torno de uma empresa focal ou uma plataforma, incorporando produtos e desenvolvedores, focando em produzir novos recursos ou valores por meio da inovação*". Em uma universidade, essas organizações são percebidas como grupos de interesses comuns, como unidades acadêmicas e administrativas, representações de estudantes ou sindicais, dentre outros.

Cultura é um fator primordial para ecossistemas de inovação, uma vez que fatores culturais desempenham um papel importante na criação de inovações. A abertura contribui para a inovação, pois permite que indivíduos e grupos coloquem suas ideias em prática. Outro aspecto essencial de um ecossistema de inovação é a gestão, que compreende a liderança do ecossistema visando seu fortalecimento e gerenciando as atividades de criação e desenvolvimento de valores.

5. Câmpus Inteligentes como Sistemas-de-Sistemas

Um sistema de sistemas (SoS) é um conjunto de outros sistemas, denominados constituintes, independentes e heterogêneos, que possuem seus próprios propósito e interagem entre si a fim de cumprir objetivos globais (Meier, 1996). Um SoS deve ter (1) independência operacional, onde qualquer sistema constituinte de um SoS tem suas próprias funções e objetivos a serem atendidos e devem ser capazes de funcionar mesmo que desacoplados de um SoS; (2) independência gerencial, pois os sistemas constituintes de um SoS devem ser auto-gerenciáveis, já que mesmo que em um SoS a colaboração seja um fator chave para seu funcionamento, os sistemas constituintes possuem autonomia para que possam modificar seu comportamento a fim de cumprirem seus objetivos; (3) distribuição geográfica, pois um SoS pode ser composto de sistemas geograficamente distribuídos e devem ser capazes de compartilhar recursos; (4) desenvolvimento evolucionário, uma vez os objetivos e funcionalidades de um SoS estão em constante e (5) comportamento emergente, pois novas funcionalidades podem surgir em decorrência do compartilhamento de recursos entre os constituintes. Tais funcionalidades não poderiam ser alcançadas através de um sistema individualmente.

Um câmpus universitário geralmente possui uma grande diversidade de pessoas com interesses e visões distintas uma vez que encaram diferentes problemas dentro dessa instituição. Por exemplo, aluno de curso de Medicina tem problemas diferentes de

alunos que cursam Direito, já que necessitam de recursos específicos (como laboratórios e equipamentos) para que possam desempenhar suas atividades. Na esfera administrativa, os setores otimizam suas atividades e aumentar a produtividade a partir do desenvolvimento de tecnologias. Em resumo, o ambiente heterogêneo, associado à autonomia concedida aos setores da universidade, promove o surgimento de soluções localizadas, destinadas a resolver problemas específicos de um determinado local. Essas soluções são disponibilizadas sobre diferentes plataformas, com tecnologias diferentes, alinhadas com a competência das pessoas que constroem as soluções e também com os recursos disponíveis no setor.

No cenário descrito acima, observa-se uma aderência a pelo menos três atributos de SoS descritos por Maier (1996): (1) independência operacional, caracterizada pelo fato das soluções objetivarem o cumprimento de objetivos específicos dos locais em que são disponibilizadas, (2) independência gerencial, representada pela autonomia que os setores possuem para ajustar suas soluções de acordo com suas necessidades e (3) distribuição geográfica, já que, embora esses recursos existam no âmbito de um câmpus universitário, são desenvolvidos em unidades diferentes dessa organização. Os atributos (4) desenvolvimento evolucionário e (5) comportamento emergente estão relacionados à necessidade de interoperabilidade. Ou seja, para que esse arranjo tecnológico seja percebido como um SoS, é necessário o compartilhamento de recursos, que permite o surgimento de funcionalidades decorrentes da colaboração entre sistemas constituintes.

6. Câmpus Inteligentes como Ecossistemas de Software

Ecossistemas de software (ECOS) surgiram com o objetivo de aumentar a reutilização de soluções já estabelecidas e enriquecendo tais soluções por meio de contribuições internas e externas às organizações. Assim, organizações podem se beneficiar de recursos externos para que possam agregar valor às suas soluções e desenvolvedores externos podem estabelecer seus produtos em segmentos de mercado sem que precisem desenvolver uma solução por inteiro. Os ECOSs são meios para construção de sistemas tendo como base uma plataforma tecnológica comum, onde desenvolvedores são aptos a contribuir com o ecossistema pelo desenvolvimento de componentes de software. O termo “ecossistema de software” se aplica às relações estabelecidas entre ator e software em relação a uma infraestrutura comum, que resultam em um conjunto de contribuições que influenciam direta ou indiretamente o ambiente em questão (Manikas, 2015).

No contexto de um câmpus universitário, essa infraestrutura comum normalmente é provida pela unidade prestadora de serviços de TIC a partir de aplicações utilizadas para auxiliar em atividades de negócio. No entanto, essas instituições possuem características específicas, mencionadas na seção anterior, que as diferem de organizações tradicionais, com unidades com liberdade e recursos para criarem suas próprias soluções a fim de aumentar a produtividade e minimizar os problemas. Assim, mesmo que os setores prestadores de tecnologia não consigam lidar com toda a demanda por desenvolvimento de soluções que beneficiariam as unidades de uma universidade, é possível reutilizar funções já desenvolvidas e dados estruturados para que outras unidades possam desenvolver suas próprias soluções. Nesse caso, existe a necessidade de uma plataforma que permita que aplicações externas àquelas providas pelas unidades de TIC consigam consumir recursos de sistemas já estabelecidos.

Para que o ECOS do câmpus inteligente funcione, é preciso encarar desafios como, por exemplo, a estabilidade da plataforma, não apenas em termos de

disponibilidade de infraestrutura na qual a plataforma do ecossistema está operando, mas também em termos arquiteturais. Toda mudança na plataforma deve ser cuidadosa uma vez que podem afetar todo o ecossistema, inviabilizando soluções já estabelecidas e gerando insatisfação tanto de desenvolvedores quanto de usuários das aplicações. Além disso, questões como segurança, classificação das informações, organização e evolução da plataforma devem ser consideradas na construção do ecossistema.

7. Considerações Finais

Um câmpus inteligente se caracteriza pela inovação e sustentabilidade em diversas áreas, como educação, acessibilidade, meio ambiente, infraestrutura e gestão visando à melhoria da qualidade de vida e o cumprimento dos objetivos de negócio. Inovações podem acontecer nas áreas social, organizacional e tecnológica. Sob o prisma de um ecossistema digital, o equilíbrio de interesses entre os grupos que compartilham o câmpus depende de engajamento e oportunidade para que eles possam compartilhar suas percepções, medos, conhecimentos. Assim, o arranjo tecnológico (espécies digitais) deve ser aberto e facilitar a comunicação entre indivíduos (espécies biológicas). Sob o olhar de ecossistema de inovação, as oportunidades de pesquisa estão relacionadas à cultura de inovação, co-criação e participação. Os desafios na esfera tecnológica se apresentam com maior evidência sob as perspectivas de ecossistema de software e sistema de sistemas. Dentre eles, pode-se citar segurança, classificação das informações, escalabilidade, interoperabilidade e infraestrutura.

Como trabalhos futuros, pretende-se investigar as como perspectivas elencadas no presente trabalho auxiliam na definição de uma metodologia de implementação de câmpus inteligentes associada a um modelo que leva em consideração não apenas questões relacionadas à tecnologia, mas também a fatores sociais e organizacionais.

Agradecimentos

Renata Araujo é Bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq nº 305060/2016-3.

Referências

Alghamdi, A., and Shetty, S. (2016) “Survey toward a smart campus using the internet of things”, In: Proceedings - 2016 IEEE 4th FiCloud, p. 235–239.

Bandara, H, Jayalath, J., Rodrigo A., Bandaranayake A., Maraikar, Z. and Rage, R. (2016) “Smart campus phase one: Smart parking sensor network”, In: Manuf. and Industrial Engineering Symposium: Innovative Applications for Industry.

Boley, H., and Chang, E. (2007) “Digital Ecosystems: Principles and Semantics”, In: Inaugural IEEE-IES Digital EcoSystems and Technologies Conference.

Chan, M., Estève, D., Escriba, C., and Campo, E. (2008) “A review of smart homes-Present state and future challenges”, In: Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 91, p. 55-81.

Coccoli, M., Guercio, A., Maresca, P., and Stanganelli, L. (2014) “Smarter universities: A vision for the fast changing digital era”, In: Journal of Visual Languages and Computing, p. 1003–1011.

De Angelis, E. Ciribini, C., Tagliabue , L., and Paneroni, M. (2015) “The Brescia Smart

Campus Demonstrator. Renovation toward a zero Energy Classroom Building", In: Procedia Engineering, vol. 118, p. 735–743.

Galego, D. (2016) "SMART CAMPUS UA: um estudo comparativo com outras universidades", dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro – Portugal, https://ria.ua.pt/handle/10773/16679.

Gao, S. and Prasad, S., (2016) "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, p. 27–34.

Ferreira, F. and Araújo, R. (2018) "Câmpus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios", In: Relat. Técnicos do Depto. de Informática Aplicada. http://www.seer.unirio.br/index.php/monografiasppgi/article/view/7147.

Magdaleno, A., and Araujo, R. (2015) "Ecossistemas Digitais para o Apoio a Sistemas de Governo Abertos e Colaborativos", In: Anais do XI SBSI, p. 647–650.

Maier, M. (1996) "Architecting principles for systems-of-systems", In: International Symposium of the International Council on Systems Engineering.

Manikas, K., Wnuk, K. and Shollo, A. (2015) "Defining decision making strategies in software ecosystem governance", In: Dept. of Computer Science, U. of Copenhagen.

Malatji, E. (2017). "The development of a smart campus - African universities point of view", In: 8th International Renewable Energy Congress, IREC 2017.

Neves, A., Sarmanho, K., and Meiguins, B. (2017) "Iniciativa Smart Campus:um estudo de caso em progresso na Universidade Federal do Pará", In:Anais do XXXV SBRC.

Pagliaro, F., Mattoni, B., Gugliermenti, F., Bisegna, F., Azzaro, B., Tomei, F., and Catucci, S. (2016). "A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus", In: 2016 Int. Conference on Environment and Electrical Engineering.

Schiopoiu, A. and Burdescu, D. (2017) "The Development of the Critical Thinking as Strategy for Transforming a Traditional University into a Smart University", In: Smart Education and e-Learning, p. 67–74.

Schoning, J. (2013) "Does a 'Smart Campus' Create 'Smart People'?", In: Specialist Meeting - Advancing the Spatially Enabled Smart Campus, p. 1–3.

Silva, J., (2017) "Uma Experiência de Desenvolvimento Aberto e Colaborativo de Ambientes Virtuais de Participação Social na UNIRIO", Dissertação de mestrado, Depto. De Informática Aplicada - UNIRIO, Rio de Janeiro, http://www2.uniriotec.br/ppgi/banco-de-dissertacoes-ppgi-unirio/ano-2017/

Tansley, A. (1935) "The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms", In: Ecology, vol. 16, p. 284-307.

Van Ittersum, K., Wansink, B., Pennings, J., and Sheehan, D. (2013) "Smart Shopping Carts: How Real-Time Feedback Influences Spending", In: Journal of Marketing, vol. 77, n. 6, p. 21-36.

Yu, L., Lu, Y., Zhu, X. (2012) "Smart hospital based on internet of things", In: Journal of Networks, vol. 7, n. 10, p. 1654 - 1661.