

# Smart University: conceitos, planejamento e indicadores

Mateus Müller Franco e Carine Geltrudes Webber

## Resumo

As interações humanas estão passando por um processo de transformação, pois os dispositivos inteligentes têm alterado a maneira com que as pessoas interagem e realizam suas atividades. Este fenômeno pode ser observado em todos os ambientes, incluindo as Universidades. De fato, a concepção dos ambientes tem se expandido graças a inserção dos dispositivos inteligentes (*smart industry, smart farm, smart home, smart education*) produzindo também o conceito de *Smart University*. Neste contexto, o objetivo principal desta pesquisa é identificar como avaliar uma Instituição de Ensino Superior (IES) em termos dos conceitos de *Smart University*. Para isso, o presente trabalho apresenta uma proposta de indicadores-chave de desempenho (KPI's), e um gráfico como modelo de maturidade, com a finalidade de dimensionar as condições sob as quais uma IES pode constituir-se em uma *Smart University*. Como resultados, identificaram-se temas relevantes e seus indicadores, desenvolvendo-se etapas a serem seguidas para concretizar o processo de avaliação de uma *Smart University*, considerando os pilares de educação, meio ambiente, pessoas, processos e tecnologia.

## Palavras-chave

*Smart University, Indicadores-chave de desempenho, Métricas de desempenho*

# Smart University: concepts, planning and indicators

## Abstract

Human interactions are undergoing a process of transformation, for smart devices have changed the way people interact and perform their activities. This phenomenon can be observed in all environments, including Universities. In fact, the design of the environments has expanded thanks to the inclusion of smart devices (*smart industry, farm smart, smart home, smart education*) also producing the concept of *Smart University*. In this context, the main objective of this research is to identify how to evaluate a Higher Education Institution (HEI) in terms of the concepts of *Smart University*. For this, this paper presents a proposal of key performance indicators (KPI's), and a graph as a maturity model, in order to scale the conditions under which an HEI may be on a *Smart University*. As a result, we have identified relevant issues and indicators, developing steps to take to implement the evaluation process of a *Smart University*, considering the education pillars, environment, people, processes and technology.

## Keywords

*Smart University, Key-Performance Indicators, Performance metrics*

## I. INTRODUÇÃO

As interações humanas estão passando por um processo de transformação onde os dispositivos inteligentes têm alterado a maneira com que as pessoas interagem entre si e como as mesmas realizam suas atividades. A tecnologia está conectando cada vez mais pessoas [1], serviços, cidades, casas e empresas [2], [3]. Dada a alta integração e conexão entre os componentes físicos e virtuais, vindos de diferentes fontes, inúmeras informações podem ser capturadas e processadas, com o objetivo de contribuir para o processo de tomada de decisões nas mais diferentes corporações.

Diante disto, as Universidades são vistas como um espaço de integração, convívio, vivências, troca de experiências, construção do conhecimento e de formação acadêmica.

Entretanto, somente o enquadramento destas características generalistas não configura a totalidade das situações condizentes com o panorama empregado, de acordo com as mudanças existentes no mundo. Assim, é necessário oferecer conhecimento em diversas áreas, manter-se economicamente e tecnologicamente equilibrado, melhorar os processos e buscar o crescimento gradual.

Neste cenário, as universidades exercem uma influência diversa no desenvolvimento da sociedade, incluindo também inúmeras iniciativas de cidades e comunidades inteligentes em todo o mundo [4]. Como exemplo destas transformações, pode-se citar os Campus Inteligentes (do inglês *Smart Campus*), que tem por objetivo beneficiar os professores e alunos, gerenciando os recursos disponíveis e melhorando a

Pós-Graduação em Engenharia Industrial - Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Emails: mmfranco1@ucs.br, cgwebber@ucs.br

Data de envio: 05/02/2020

Data de aceite: 10/05/2020

<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v8iss2p65>

experiência do usuário com os serviços proativos.

O *Smart Campus* implica que a instituição adotará tecnologias avançadas para controlar e monitorar automaticamente instalações no campus e fornecer serviços de alta qualidade, levando a aumentar a eficiência e a capacidade de resposta, melhorando a tomada de decisão, a utilização do espaço e a experiência dos alunos [5]. O *Smart Campus* necessita de sustentabilidade ambiental, sistemas inteligentes de gerenciamento de sensores, controle e vigilância automatizados de segurança e governança transparente do campus [6]. Considerada um avanço sobre o *Smart Campus*, uma Universidade Inteligente [7] (do inglês *Smart University*), é um conceito que envolve uma modernização abrangente de todos os processos educacionais, além das características citadas de um *Smart Campus*.

O *Smart Campus* promove vantagens em inúmeros aspectos para a educação, como a introdução de avançadas tecnologias, formas de aprendizagem mais flexíveis, aulas e acesso *online* de documentos para estudo. Com o uso de *Internet* das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial (IA) e outras ferramentas, é possível controlar acessos a espaços, permitir análises de comportamento, adequação de climatização, iluminação e sonorização, e outras formas de acompanhamento, tudo de forma automatizada [8].

Por meio dos avanços tecnológicos percebidos, é notória a necessidade de avaliação, uso e implementação das tecnologias da Indústria 4.0, buscando potencializar os resultados obtidos pelas organizações. É fundamental a existência de uma sistemática de processos já bem estabelecida e eficiente, com o objetivo de evitar que processos ineficazes sejam digitalizados e automatizados [9]. Desta maneira, é identificada a importância e a necessidade de definir pilares que sustentam um campus universitário, com o objetivo de reconhecê-los por suas práticas inteligentes. Assim, as Instituições do setor poderão obter uma vantagem competitiva em comparação com outras, garantindo a sustentabilidade nos campos social, ambiental e econômico. Isto posto, este artigo tem como problema de pesquisa construir indicadores de avaliação para uma Instituição de Ensino Superior (IES) em termos dos conceitos de *Smart University*. Deste modo, o presente

trabalho apresenta uma proposta de indicadores-chave de desempenho (KPI's), a fim de avaliar as IES com relação às metas dos conceitos elencados, subsidiando a possível aplicação de uma sistemática que dimensione as operações; resultando em dados qualitativos e quantitativos que sirvam ao aprimoramento dos processos institucionais.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico apresentam-se os principais conceitos relacionados ao objetivo deste trabalho. Foram abordados assuntos que trazem o embasamento necessário para o entendimento do tema bem como para aplicação e geração dos resultados esperados.

### A. *Smart Industry*

A *Smart Industry*, também chamada de *Smart Manufacturing*, *Smart Factory*, *Manufacturing 4.0*, *Internet of Things for Manufacturing* e Indústria 4.0 é a quarta revolução industrial que aplica os princípios dos sistemas ciber-físicos (CPS), *Internet* e tecnologias orientadas para o futuro, além de sistemas inteligentes com interação homem-máquina. Isso permite identidade e comunicação com todas as entidades no fluxo de valor e leva a customização em massa na fabricação [10], [11], [12]. Como complemento, a Indústria 4.0 torna uma fábrica inteligente, aplicando avançados sistemas de informação, comunicação e tecnologias de ponta, centralizando suas diretrizes em inteligência artificial, manufatura flexível, digitalização, comunicação integrada, simulação e realidade aumentada [13].

A Indústria 4.0 começou como uma iniciativa do governo alemão para desenvolver o conceito de fábricas inteligentes, consideradas como fábricas com alto grau de autonomia e flexibilidade. Elas são integradas em toda a cadeia de valor e no ciclo de vida do produto [14], e visam a maior produtividade e eficiência do setor industrial do país e novas oportunidades de mercados. O objetivo da Indústria 4.0 é alcançado com a adoção de tecnologias digitais em dimensões operacionais e administrativas, de forma integrada [15], [16].

Desta forma, a Indústria 4.0 é considerada como o início da quarta revolução industrial, na qual pesquisadores, agências governamentais e empresas preveem grandes alterações de

paradigmas, que vão além da tecnologia empregada na manufatura, envolvendo também alterações nas abordagens de gestão, características mercadológicas e capital humano, conforme percebido nas três revoluções anteriores [17], [18], [19].

O período da quarta revolução industrial será marcado pelos processos completos de automação e digitalização, e o uso de eletrônicos e tecnologias da informação na fabricação e serviços em um ambiente privado, com consequências do desenvolvimento de tecnologias como impressão 3D, desenvolvimento de serviços de vendas on-line, tendo um impacto significativo nas mudanças em pequenas e médias empresas [20].

Ainda neste contexto, a proliferação de sistemas ciber-físicos introduz o quarto estágio desta industrialização. Aplica a integração vertical de vários componentes dentro de uma fábrica, para implementar um sistema de manufatura flexível e reconfigurável, configurado como uma fábrica inteligente [14].

Segundo [21], o conceito da Indústria 4.0 pode ser definido como “a transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da *internet* com a indústria convencional. Apesar da origem alemã, o conceito se expandiu para outros países do mundo sob diversas iniciativas de governos como uma tendência tecnológica mundial. O 4.0 deriva da quarta versão, onde os mundos virtuais e físicos se fundem através da *internet*. Em outras palavras, “tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, e até o produto) são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada”. A Figura 1 apresenta os principais habilitadores do *Smart Industry*.

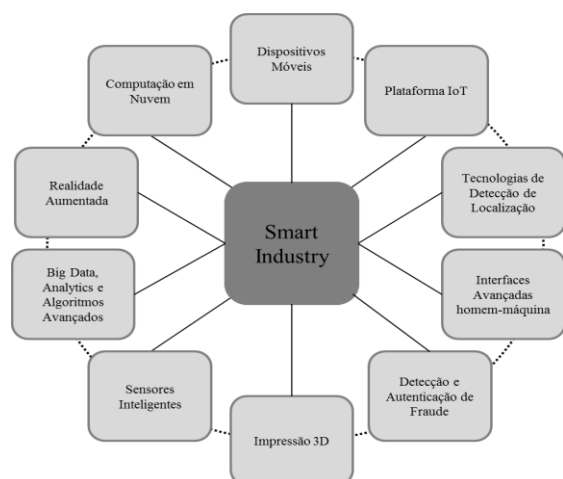


Figura 1 – Pilares *Smart Industry*  
Fonte: Adaptado de PwC (2016)

### B. *Smart City*

Cidades inteligentes também são manifestações da 4ª revolução industrial, cujos fenômenos emergentes implicam inovações, planejamento, abordagem participativa em direção a maior eficiência energética, melhores soluções de transporte e uso inteligente das tecnologias da informação e comunicação [4]. O conceito de Cidades Inteligentes ou *Smart City* surgiu em 1997 com o objetivo de melhorar a qualidade de vida nas cidades e a gestão dos serviços prestados aos cidadãos. Com uma ampla rede de dispositivos eletrônicos para monitorar o ambiente urbano em tempo real, será possível agir de forma responsiva, estabelecer controles automáticos, obter informações necessárias para tomadas de decisão inteligentes e facilitar serviços [22], [23], [24], [25].

O termo *Smart City* não encontra consenso na sua definição e suas definições têm se multiplicado nos últimos anos. As mesmas variam desde aquelas ligando a qualidade e utilização de serviços prestados, independente do alcance, ferramentas ou tecnologias utilizadas, até aquelas que identificam *Smart City* com a tecnologia em si [26]. O conceito passa assim pela noção de cidades planejadas, projetadas e construídas a partir da otimização dos processos que aumentem a qualidade de vida urbana com o uso eficiente das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), objetivando proporcionar uma melhor qualidade de vida, mais segurança, redução do consumo de recursos e custos, mobilidade, além de estimular a participação do público nesses processos [27], [28].

A capacidade tecnológica é uma característica presente na maioria dos estudos sobre *Smart City*, uma vez que plataformas inteligentes, sensores em maiores quantidades e magnitude, tecnologia verde, equipamento de detecção e comunicação, monitoração de infraestrutura física, melhoria de transportes públicos e gestão da mobilidade são características importantes da *Smart City* [29], [24].

Segundo [30], ao utilizar o termo de cidades inteligentes se faz referência a uma cidade funcional e em equilíbrio, em que a relação dos seus cidadãos, onde suas necessidades básicas (e as mais complexas) são satisfeitas por meio da conexão de diversos mecanismos. Nesse sentido, Eremia e outros autores afirmam que uma cidade inteligente é aquela

que consegue fazer a união de infraestrutura física e legal, por meio das tecnologias de informação e comunicação, para que ocorra um equilíbrio entre a economia, o social e o meio ambiente [31].

O conceito de *Smart City* engloba assim o uso de tecnologias, gestão pública e participação individual e coletiva dos atores envolvidos nesses projetos [32]. Possuem um papel primordial no desenvolvimento econômico das comunidades, uma vez que permitem reforçar a unidade social e regional, o desenvolvimento ambiental sustentável e a inovação tecnológica [33]. Esta variabilidade de projetos acaba gerando dúvidas sobre como avaliá-los e como identificar, para cada contexto, o grau de inteligência das cidades. A utilização de ranking comparando cidades pode ser eficiente em alguns casos, pois esse é um instrumento útil para avaliar a atratividade de regiões urbanas [34], [35], [36]. Sob a dimensão política, o principal obstáculo é o atribuição do poder de decisão às diferentes partes interessadas. Uma maneira possível de remover esse obstáculo é institucionalizar todo o processo de decisão e execução, concentrando-se o planejamento estratégico e gerenciamento dos aspectos de cidade inteligente em um único departamento dedicado na cidade [37].

Apresenta-se assim, uma visão geral de alguns dos serviços habilitadores da IoT e que são de interesse potencial no contexto da Cidade Inteligente, pois podem melhorar os serviços oferecidos aos cidadãos e trazer uma vantagem econômica para a administração da cidade, em termos de redução dos custos operacionais [38]. Dentre os serviços destaca-se: Saúde Estrutural de Edifícios, Gerenciamento de Resíduos, Qualidade do Ar, Monitoramento de Ruído, Congestionamento de Tráfego, Consumo de Energia da Cidade, Estacionamento Inteligente, Iluminação Inteligente, Automação e Salubridade de Edifícios Públicos [39].

Compreende-se como *Smart City* uma cidade com tecnologia inovadora e soluções inteligentes para as diferentes áreas de problemas sociais do desenvolvimento urbano. Essas soluções devem prever melhorias de infraestrutura, das edificações, de mobilidade, dos serviços, de segurança, de transparência, da participação e da governança. A expressão *Smart City*, inclui no espaço internacional a participação ativa dos cidadãos como um grande desafio para a

implementação das políticas de desenvolvimento urbano [31]. Desta maneira, a Figura 2 exibe estas características.

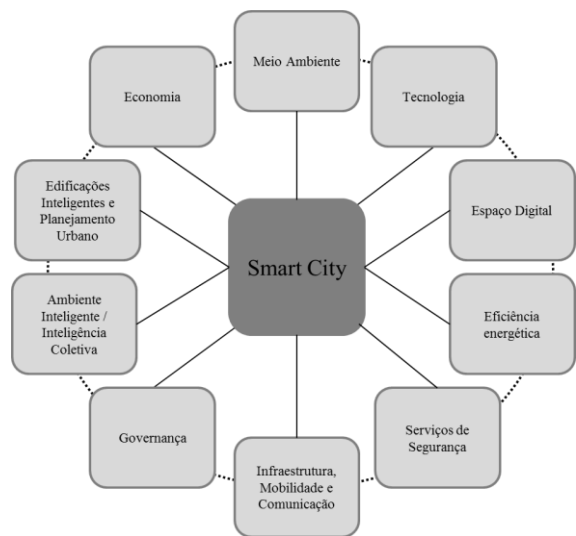


Figura 2 – Pilares *Smart City*  
Fonte: Os autores (2019)

### C. *Smart Campus*

*Smart Campus* podem ser considerados sistemas complexos compostos por vários elementos, como: usuários, edifícios e infraestrutura, entre outros [40]. Como complemento, o intuito dos *Smart Campus* é ser construído para o benefício de professores, alunos e demais integrantes do campus, gerenciar os recursos disponíveis e melhorar a experiência do usuário com serviços proativos [41]. Esses exemplos incluem renovação de infraestruturas tecnológicas, enriquecimento de tecnologia e métodos de ensino, a tecnologia que permite a comunicação contínua entre estudantes e acadêmicos [42], [43]. Em outras palavras, o conceito de *Smart Campus* é um refinamento do termo *intelligent environment*, definido como um ambiente físico onde as TICs inovadoras e abrangentes permitem que as pessoas vivenciem e interajam com o espaço e os dados gerados [44].

O *Smart Campus* é baseado na tecnologia IoT e seu objetivo é alcançar o gerenciamento e serviço inteligentes no campus. Através da IoT, a combinação mútua de professores e alunos, instalações de aprendizado e informações geradas por instalações são realizadas [45]. Seis áreas são identificadas [46] para design de um Campus, nomeadamente as seguintes: aprendizagem, gestão, governança, social, saúde e verde. Outros aspectos que devem ser levados em consideração ao definir o *Smart Campus* estão associados a leis, políticas, aspectos econômicos, análise de mercado, relações entre

atores e muitos outros processos de uma organização [47].

Reconhece-se a importância do desenvolvimento institucional, que considere sua comunidade acadêmica como eixo principal para o desenvolvimento de seu trabalho, para a determinação de um modelo universitário de *Smart Campus*.

Dentro das práticas inteligentes que uma universidade faz gestão e garante que o conhecimento é encontrado para criar, usar, validar, armazenar e transferir informações e experiências, desde que se originam, até que sua aplicação seja feita para gerar valor. Caracteriza-se como um dos principais pilares, pois é de grande importância adicionar à inteligência de negócios, dados que estão no contexto para a correta tomada de decisão, conseguindo constituir uma estrutura empresarial, inovadora e eficiente [48].

Os principais aspectos de cidades inteligentes se diferem ao oferecer serviços a seus habitantes para facilitar a vida cotidiana. Estas abordagens se complementam para enriquecer e gerar os modelos *Smart Campus* [49]. Desta maneira, uma das razões pelas quais estruturas de cidades inteligentes são extensíveis ao estudo inteligente do campus, é porque eles compartilham desafios como custos de energia, aglomeração, conexões acesso, mobilidade e estacionamento, e fornecimento insuficiente de serviços de valor para os usuários ou habitantes [50]. Assim, a Figura 3 apresenta os componentes de um *Smart Campus*.

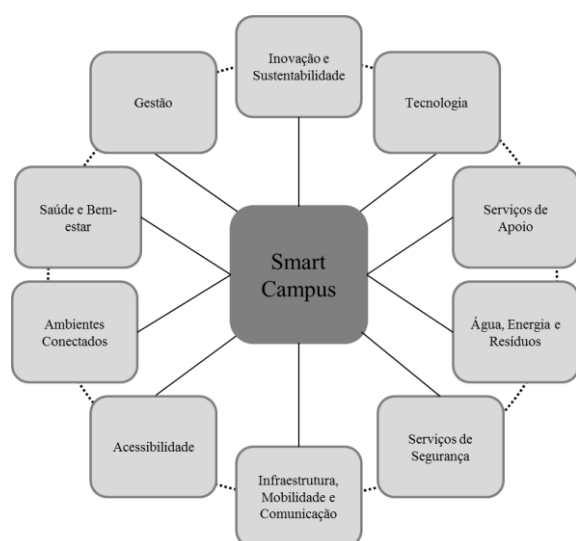


Figura 3 – Pilares *Smart Campus*  
Fonte: Os autores (2019)

#### D. *Smart University*

*Smart University* é um conceito que envolve uma modernização abrangente de todos os processos

educacionais. A educação inteligente é capaz de fornecer uma nova universidade, onde um conjunto de TIC e professores leva uma qualidade totalmente nova dos processos e resultados das atividades educacionais, de pesquisa, comerciais e outras atividades universitárias [51].

A geração da *Smart University* se concentra em melhorar a infraestrutura da universidade por meio da tecnologia e na qualidade da educação oferecida pelas instituições. As soluções fornecidas para desenvolver com segurança a IoT devem ser padronizadas, porque a realização independente de estruturas e metodologias podem apresentar um problema ao focar soluções de segurança [52].

A educação e a tecnologia conseguiram alcançar espaços onde a educação tradicional apresentou falhas e barreiras de desenvolvimento [53], buscando a adaptação de diferentes ferramentas para os processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto, o apoio tecnológico é maximizado, objetivando fortalecer as estratégias de ensino para promover a transformação pedagógica [54], [55].

Desta maneira, as principais vantagens de uma *Smart University* são: (i) conhecer o tráfego de pessoas em relação à universidade, (ii) controlar o fluxo acadêmico (salas de aula, aula horas e faculdades, entre outros), (iii) analisar riscos e tomada de decisão através de estatísticas, (iv) sistematizar todos os processos e (v) reduzir a energia consumida [56].

A eficácia da Universidade é uma mistura complexa de diversas variáveis relacionadas ao financiamento, programas, equipe, demonstração estudos gráficos, currículo, tamanho da classe, tipos de sala de aula e disponibilidade, conteúdo educacional, capacidade de campus e habitabilidade e, em seguida, quando os dados são distribuídos nos escritórios de todos os campi, é difícil visão integrada, a menos que haja um compartilhamento digital organizado dos dados [57].

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

Para cumprir com a proposta deste trabalho, que é de construir indicadores-chaves de desempenho (KPI's) objetivando avaliar uma *Smart University*. Foram definidas quatro etapas, nomeadamente como Etapa 1: conectar os principais conceitos a cerca dos assuntos da pesquisa, Etapa 2: criar os diagramas de cada tema escolhido, Etapa 3:

avaliar indicadores existentes e Etapa 4: produzir indicadores-chaves de desempenho. A sequência de etapas é apresentada no diagrama da Figura 4.

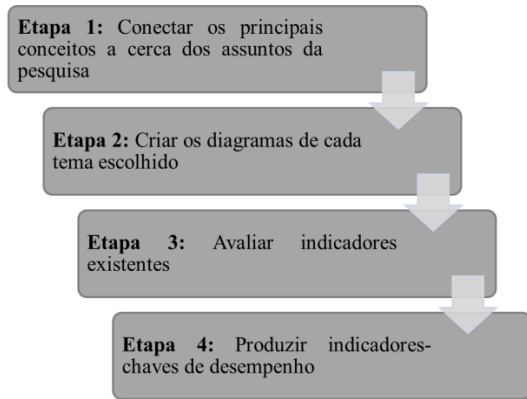


Figura 4 – Sequência de atividades do trabalho  
Fonte: Os autores (2019)

O método desta pesquisa caracteriza-se como de abordagem qualitativa, natureza básica, objetivo exploratório e de procedimento documental.

A pesquisa qualitativa se preocupa com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes [58]. No entendimento de Malhotra, a pesquisa qualitativa é não estruturada, exploratória, desenvolvida por pequenas amostras, que conduzem a *insights* e elucidação do contexto do problema estruturado [59]. Assim, a pesquisa exploratória é a sondagem, levantamento, descobrimento, especulação e perscrutação. Ela deixa o problema de pesquisa mais explícito, aprimorando as ideias ou as intuições; refere-se ao primeiro estágio de qualquer estudo, podendo abranger pesquisa bibliográfica, entrevistas com profissionais da área e análise de modelos [60].

#### IV. RESULTADOS

A geração dos resultados criados neste estudo visou seguir a sequência das etapas elucidadas no passo anterior, buscando desmembrar os passos necessários para o entendimento do conceito adotado.

##### A. Etapa 1: Conectar os principais conceitos a cerca dos assuntos da pesquisa

Com o objetivo de aprimorar os assuntos tratados no

referencial teórico, buscou-se mostrar em forma de linha do tempo os conceitos mais importantes neste trabalho, ressaltando os marcos históricos tecnológicos, conforme apresenta a Figura 5.

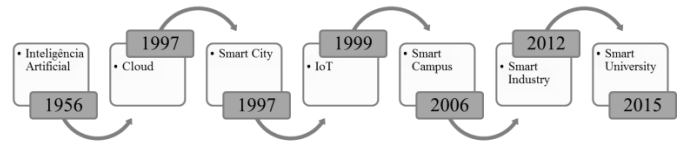


Figura 5 – Linha do tempo  
Fonte: Os autores (2019)

A grande variedade de iniciativas e serviços sociais, econômicos, técnicos e ambientais existentes e que podem auxiliar uma *Smart University*, acabam oferecendo várias vantagens que favorecem o bem-estar de toda a comunidade universitária. A Figura 6 exemplifica esta realidade.

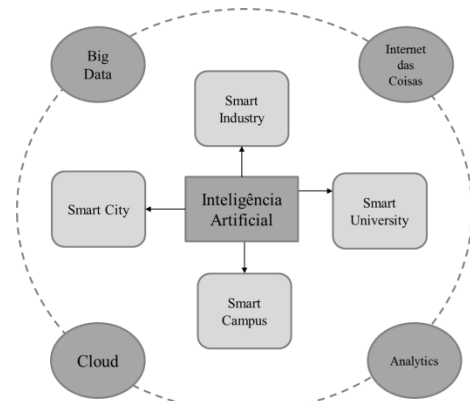


Figura 6 – HABILITADORES *Smart*  
Fonte: Os autores (2019)

De acordo com a captura de todas ou da maioria destas iniciativas, uma estrutura de recursos permite identificar projetos e serviços com o respectivo campo de implementação, o que contribuirá para o crescimento sustentável de uma *Smart University*. A Figura 7 demonstra estas relações.

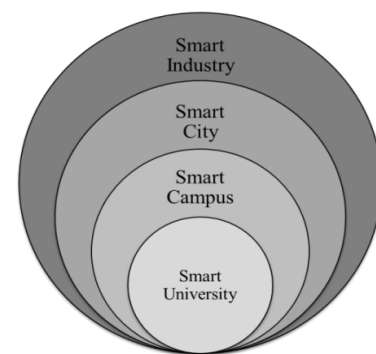


Figura 7 – Relacionamento entre as iniciativas *Smart*  
Fonte: Os autores (2019)

A Figura 7 ilustra o relacionamento entre os conceitos *Smart*, apresentando as ligações existentes entre eles. Desta maneira, afirma-se que é a partir dos conectores de uma *Smart Industry* que são originados as aplicações em *Smart City*, após em um *Smart Campus* e por fim, em uma *Smart University*, seguindo os níveis de utilização e períodos em que os conceitos foram surgindo. A *Smart Industry* engloba todos os conceitos abaixo dela e a *Smart University* é o menor nível dentre todas, podendo-se utilizar das características de ambas.

Em uma definição oferecida pela Gartner, os usos mais comuns de inteligência artificial (IA) são tidos nas áreas de diálogo com pessoas, aprimoramento de habilidades cognitivas do usuário ou substituição de humanos em tarefas não rotineiras [61]. Para que um sistema atinja uma capacidade de tomada de decisão autônoma e independente, este deve aplicar técnicas de IA que o permitam executar as atividades de aprendizado e reconhecimento de padrões, raciocínio, autonomia e multitarefa embarcada [62].

A indústria faz parte da cidade e existem interesses entre a Indústria 4.0 e os conceitos de cidade inteligente. Ambos visam minimizar a interação humana e o consumo de energia [63]. O conceito Indústria 4.0 inclui seis princípios, que também são adotado pelo conceito *Smart City* 4.0; são eles: (i) interoperabilidade, (ii) virtualização, (iii) descentralização, (iv) capacidade em tempo real, (v) orientação de serviço e (vi) modularidade [64]. A partir deste conceito, foi desenvolvido um novo conceito chamado de *Smart Campus*, aplicando diversos tipos de inteligência, a fim de fornecer serviços de alta qualidade para as comunidades do campus, reduzindo custos operacionais e tornando a vida mais fácil e melhor [65].

O conceito *Smart University* derivou do conceito *Smart Campus* [63], e refere-se a integração da computação na nuvem e o IoT, que ajudam a gerenciar ensino e pesquisa em universidades [67], [68]. Um *Smart Campus* é uma entidade que utiliza a tecnologia para apoiar sua infraestrutura e seus processos, com o fim de melhorá-los para o uso das pessoas. A *Smart University* não se limita a melhorar a infraestrutura das universidades através da tecnologia, pois seu fim principal é melhorar a qualidade da educação ministrada pelas instituições [52].

Semelhante ao *Smart City*, pesquisadores caracterizam o conceito de *Smart University* como um conjunto de dimensões ou campos-chave. Embora cidades e Universidades estejam em ambientes distintos, com objetivos diferentes, elas geralmente compartilham uma condição socioeconômica semelhante, contexto ambiental e geográfico e compartilham serviços, infraestruturas, canais de comunicação, transporte redes e até desafios e necessidades [69].

### B. Etapa 2: Criar os diagramas de cada tema escolhido

Com o objetivo de entender e classificar os conceitos desta pesquisa, buscou-se diagramar em forma micro os principais elementos de cada um deles. Deste modo, a construção será base para diferenciação e construção dos indicadores, no decorrer deste trabalho. Os diagramas de *Smart Industry*, *Smart City* e *Smart Campus* estão dispostos em seus devidos itens no referencial teórico. Já o da *Smart University* encontra-se nesta seção.

- *Smart University*: O verdadeiro desenvolvimento econômico e urbano de uma cidade, ou Universidade, neste caso, é baseado na manutenção de uma política de sustentabilidade, uso de recursos de maneira eficiente em todas as suas áreas, gestão adequada e comprometimento com a inovação. Desta maneira, a Figura 8 exhibe os pilares de uma *Smart University*.

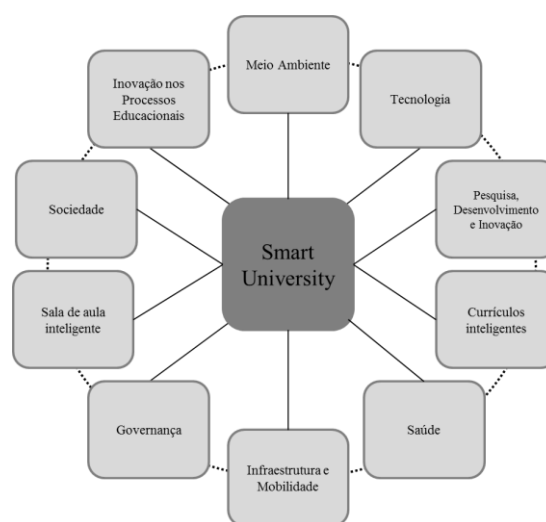


Figura 8 – Pilares *Smart University*  
Fonte: Os autores (2019)

### C. Etapa 3: Avaliar indicadores existentes

Segundo Galeano-Barrera et al, Atif e Mathew, um *Smart Campus* fornece conectividade entre os alunos e seus ambientes circundantes, integrando pessoas com recursos físicos. O sucesso de um *Smart Campus* reside na sua capacidade de conectar comunidades, com base em laços sociais que existem entre seus membros. Nesse sentido, derivado das dimensões das cidades inteligentes, um modelo de *Smart Campus* é formulado como um conjunto composto multidimensional i) pessoas e habitat, ii) economia, iii) energia, iv) meio ambiente, iv) e mobilidade. Os campi universitários representam um exemplo de células urbanas perfeitas e são comparáveis para as cidades, apesar das diferenças de tamanho e tipo de estruturas [48], [70].

De acordo com [31], o modelo de maturidade CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) é um modelo que usa práticas genéricas e específicas e foi projetado para padronizar e medir a qualidade do processo de melhoria corporativa, integrando diferentes modelos e disciplinas. Por outro lado, o modelo chamado Br-SCMM (*Brazilian Smart Cities Maturity Model*) utiliza os domínios de água, saúde e educação para mensurar o primeiro nível em uma escala, que determina o quão inteligente uma cidade pode se tornar [71]. Entretanto, quando se fala em inovação tecnológica e cooperação entre agentes econômicos e sociais como motores de mudança, é feita uma abordagem a estruturas internacionais, como princípios de desenvolvimento sustentável orientados pela ONU no Programa 21, que estão a caminho para aspectos como a infraestrutura tecnológica, gerenciamento de energia, gestão e prestação de recursos, prestação de serviços e governo.

No *Center of Regional Science*, foram socializados os resultados derivados de uma análise comparativa entre modelos de cidades e *Smart Campus*. Para esta análise, seis eixos de desenvolvimento são tomados como referência de uma *Smart University*, que postula: Governança, Pessoas, Economia, Meio Ambiente, Habitabilidade e Mobilidade [72].

### D. Etapa 4: Criar indicadores-chave de desempenho

Para avaliar o nível em que um IES encontra-se em relação aos conceitos de uma *Smart University*, objetivou-se criar

modelos de indicadores-chave de desempenho – KPI's (*Key Performance Indicators*). Desta maneira, propõe-se um modelo de maturidade desenvolvido para medir e comparar os diferentes níveis que as Universidades podem alcançar. Os modelos de maturidade possuem objetivos de fazer com que as organizações meçam e aperfeiçoem a progressão das habilidades e competências desenvolvidas em suas áreas específicas. O propósito será de quantificá-los em uma escala de 1 a 5, de acordo com a percepção da gestão e dos entrevistados no possível ambiente adotado. O Quadro 1 exibe a escala adotada. É importante destacar que a criação dos indicadores dispostos nos Quadros desta pesquisa, foram construídos de acordo com o background dos autores e considerando as seguintes referências [28, 30, 31, 35, 38, 41, 42, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 56, 57, 63, 68, 71].

Pontuação	Situação
5	Fortemente presente
4	Presente
3	Moderado
2	Levemente presente
1	Ausente

Quadro 1 – Escala criada para avaliação de indicadores  
Fonte: Os autores (2019)

Com a adoção da escala criada, a avaliação será baseada nas situações encontradas nos ambientes, de acordo com o índice de determinada comprovação para pontuação. O critério classificado como 5 significa que o item avaliado é observado em toda a instituição, fazendo parte da cultura e com demonstração e evidências disponíveis. Quando um item é observado em mais de um setor sem dominar a IES, então ele passa para 4. A partir do momento em que ele é observado isoladamente, então passa a ser 3. Caso haja indícios de que uma iniciativa esteja emergindo na instituição, buscando formas de melhorias, então é 2. Por outro lado, se não houver nenhuma informação a respeito ou mesmo desconhecimento, e não consiga-se avaliar aquele critério ou pilar, passará a ser 1.

A avaliação também é uma forma de posicionamento institucional das Universidades e de comparação perante as outras Instituições. Quando os estudos de caso forem



aplicados e com as distribuições de notas, será possível identificar o nível de criticidade dos indicadores elencados nesta proposta. Como complemento, são exibidos na Figura 10, por meio de um gráfico de nível de maturidade, os exemplos de as pontuações obtidas, divididas conforme os macros pilares estabelecidos neste trabalho.

De acordo com as avaliações de Smart Cities existentes [28, 30, 31, 35, 38, 49, 71] e as relações entre os conceitos estabelecidos nas etapas anteriores [41, 42, 47, 48, 52, 53, 54, 56, 57, 63, 68], produziu-se uma proposta de indicadores baseados em uma *Smart University*, alinhados com os eixos inteligentes utilizados na União Europeia. Assim, foram escolhidos 5 pilares para fazerem parte do modelo, conforme mostra a Figura 9. Já os Quadros 2, 3, 4, 5 e 6 exibem a proposta de indicadores-chave de desempenho criados.

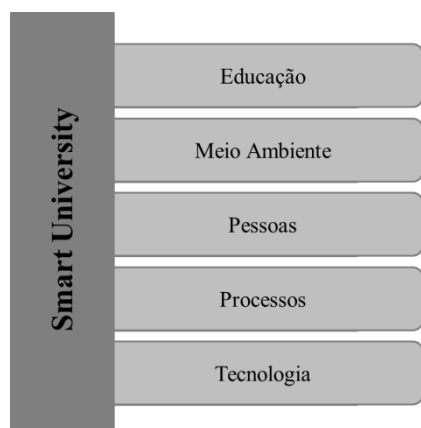


Figura 9 – Pilares dos indicadores  
Fonte: Os autores (2019)

O pilar de educação trata sobre a inovação nos processos educacionais nas Universidades. Mensura o nível de aplicação de tecnologias, metodologias e inovações no ambiente educacional. O Quadro 2 apresenta os indicadores criados para esta finalidade.

Pilar	Avaliação	Nota	Média
Educação	Inovação nos processos educacionais		
	Tecnologias de <i>E-learning</i>		
	Educação Inteligente e Sala de aula Inteligente		
	Ambiente de Aprendizado Inteligente		
	Pedagogia Inteligente		
	Adoção de Robótica, <i>IoT</i> e Inteligência Artificial		
	Aplicação de tecnologia, métodos e práticas modernos		
	Aumento da qualidade e da experiência dentro e fora da sala de aula		
	Ambiente Colaborativo		
	Utilização da Internet para desenvolvimento de atividades		
	Computação em Nuvem e Virtualização		
	Produção e transferência de conhecimento para a sociedade		
	Desenvolvimento de novos produtos e tecnologias		
	Metodologias aplicadas à realidade do mercado de trabalho		
	Desenvolvimento de projetos com as organizações		
Produção de novo conhecimento e tecnologia (P&D)			
<i>Social Learning</i>			

Quadro 2 – Indicadores criados para o pilar de educação  
Fonte: Os autores (2019)

Dando seguimento, o pilar de meio ambiente diz respeito às práticas ambientes utilizadas na Instituição, a gestão dos recursos e implantação de melhorias na área. O Quadro 3 mostra os indicadores destes casos.

Pilar	Avaliação	Nota	Média
Meio Ambiente	Envolve o uso eficiente de recursos naturais		
	Existe o descarte correto dos resíduos		
	Há o monitoramento da gestão ambiental		
	Ações de produção, distribuição e consumo de energia		
	Existe um plano de proteção para os recursos naturais		
	Ações de melhoria da qualidade do ar		
	Aproveitamento da água e monitoramento de desperdícios		
	Implementação de projetos sustentáveis		
	Adoção de tecnologia de ponta que facilite o controle do meio ambiente		

Quadro 3 – Indicadores criados para o pilar de meio ambiente  
Fonte: Os autores (2019)

Para o pilar de pessoas, foram consideradas as interações da Universidade com a comunidade, o ambiente colaborativo e o bem-estar social. O quadro 4 exhibe os indicadores deste

quadrante.

Pilar	Avaliação	Nota	Média
Pessoas	Mobilidade dentro do campus		
	Atuação com redes sociais		
	Satisfação dos funcionários		
	Integração dos alunos com a Instituição		
	Inovação social e capacitação		
	Há padrões de comportamento e trabalho colaborativo		
	Inovação na gestão de pessoas		
	Locais propícios para o bem-estar da comunidade		

Quadro 4 – Indicadores criados para o pilar de pessoas  
Fonte: Os autores (2019)

Já no pilar de processos, as ações foram voltadas à gestão da Instituição, além da inovação, melhoria, redesenho e inovação dos processos existentes, os adequando e modernizando. O Quadro 5 apresenta os indicadores criados para este efeito.

Pilar	Avaliação	Nota	Média
Processos	Acessibilidade		
	Segurança interna e externa		
	Estacionamentos Inteligentes		
	Adoção de uma arquitetura tecnológica de Gestão e Governança		
	Governança, Compliance e Confiança Institucional		
	Criação de mecanismos de flexibilização organizacional		
	Planejamento Estratégico atualizado		
	Aplicação de metodologias ágeis		
	Digitalização de processos		
	Dispositivos móveis conectados com os serviços		
	Administração da organização para tomada de decisão		
	Gestão do espaço físico e tecnológico		
	Mantenção e Processo Logístico com etapas digitais		
	Planejamento de Território e Cooperação entre Administrações		
	Modelos colaborativos de processos e serviços		
	Aplicação de políticas sustentáveis		
	Plano de Economia Inteligente		
	Inovação nos processos administrativos		
	Diversificação do portfólio de produtos e serviços da Instituição		
	Modularização de produtos e serviços		
Alocação de recursos institucionais			
Transparência no gerenciamento			

Quadro 5 – Indicadores criados para o pilar de processos  
Fonte: Os autores (2019)

Por fim, o Quadro 6 exibe os indicadores criados para o pilar de tecnologia. Este segmento é destinado aos avanços tecnológicos existentes, às suas explorações, avaliações e implementações. Sem tecnologias da informação e comunicação, a tomada de decisão fica mais lenta e impacta na flexibilização para a mudança. Ele é um dos pilares mais

importantes para a reestruturação de uma Universidade para uma *Smart University*.

Pilar	Avaliação	Nota	Média
Tecnologias	Sistemas de Informação conectados		
	Disponibilização de rede Wi-Fi / Conectividade		
	Inserção de tecnologias da Indústria 4.0		
	Implementação de tecnologia IoT		
	Utilização de Big Data		
	Aplicação de tecnologias de sensores		
	Tecnologias de identificação e controle de acesso - RFID e NFC		
	Sensoriamento dos espaços		
	Monitoramento dos serviços		
	Disponibilidade de dados para tomada de decisão		
	Nível de automação na coleta de dados		
	Identificação de contexto dos usuários		
	Plataformas Inteligentes		
	Raciocínio automático		
	Utilização de algoritmos avançados e analytics		
	Interfaces avançadas homem-máquina		
	Adoção de realidade aumentada		
	Capacidade de resolução de problemas		
	Coleta de dados para tomada de decisão		
	Reconhecimento facial e digital		
	Tecnologias de detecção de localização		
	Nível de integração entre os agentes da infraestrutura		
	Avanço da infraestrutura (servidores, espaços físicos e periféricos)		
Transformação Digital			

Quadro 6 – Indicadores criados para o pilar de tecnologias  
Fonte: Os autores (2019)

Conforme disposto, a Figura 10 apresenta um exemplo de gráfico a ser adotado como modelo de maturidade dos indicadores criados. Ele mostra as pontuações obtidas no diagnóstico e explicita em quais pilares a Instituição necessita focar seus esforços para melhor continuamente.

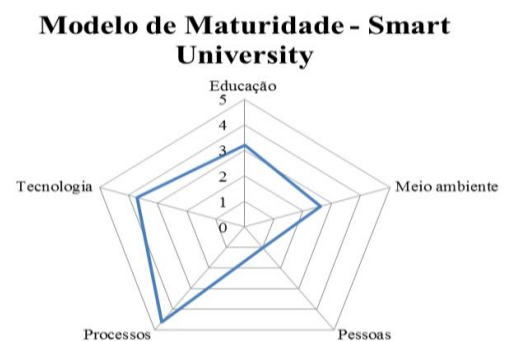


Figura 10 – Exemplo de modelo de maturidade  
Fonte: Os autores (2019)

## V. CONCLUSÕES

Neste trabalho, adotou-se o método de abordagem qualitativa e objetivo exploratório para subsidiar a criação de indicadores-chave de desempenho. Estes indicadores servem

para avaliar as Instituições de Ensino Superior com relação aos pilares da Smart University. Com este propósito, as definições claras de aplicação dos passos do método propiciaram o entendimento e a aliança da teoria com a prática. Demonstraram que, por meio do relacionamento de conceito, é possível criar diagramas, pilares e indicadores concisos.

Como uma das principais características, ressalta-se a importância das priorizações qualitativas nesta pesquisa. Sem o entendimento e percepção de diferenciação dos conceitos aplicados, não seria possível realizar as separações e criações nos componentes corretos. Embora o número de indicadores em cada pilar não seja o mesmo, eles poderão ser altamente avaliados com as questões levantadas; seja de educação, meio ambiente, pessoas, processos ou tecnologia.

Como resultado desta aplicação, conclui-se que a proposta de indicadores criada servirá futuramente para avaliar as Universidades e realizar a comparação entre elas. Cabe ainda diagnosticar que a aplicação, utilização e implantação final de todos os indicadores são de inteira responsabilidade da Instituição. Esta pesquisa fará parte do relatório final do processo de migração de uma Universidade para uma *Smart University*, auxiliando o processo de tomada de decisão interno.

Ainda, recomenda-se que após a aplicação e verificação dos resultados obtidos, seja feita uma análise minuciosa das notas e retornos recebidos, evidenciando os pilares que necessitam de melhorias e focalização de trabalho. Nestes, deverá ser criado planos de ações que auxiliem a Instituição a alavancar a sua nota, com base nos KPI'S. Elenca-se a necessidade de um planejamento detalhando, gerenciado por projeto e tarefas e com alvos a serem atingidos. Desta maneira, com todos os pilares com notas superiores a 4, pode-se confirmar que a Universidade estará atingindo o seu objetivo de concretizar o processo de torna-se uma *Smart University*. Por fim, como trabalhos futuros, sugere-se a aplicação dos indicadores-chave de desempenho e a geração dos resultados em um novo artigo, validando a proposta realizada e apresentando as conclusões obtidas.

## VI. BIBLIOGRAFIA

[1] J. Miranda, N. Mäkitalo, J. Garcia-Alonso, J. Berrocal, T. Mikkonen, C.

- Canal and J. M. Murillo, "From the internet of things to the internet of people," *IEEE Internet Computing*, vol. 19, no. 2, p. 40–47, 2015.
- [2] A. Farahzadi, P. Shams, J. Rezazadeh and R. Farahbakhsh, "Middleware technologies for cloud of things: a survey," *Digital Communications and Networks*, vol. 4, no. 3, p. 176-188, 2018.
- [3] Y. Qin, Q. Z. Sheng, N. J. C. Falkner, S. Dustdar, H. Wang and A. V. Vasilakos, "When things matter: A survey on data-centric internet of things," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 64, p. 137–153, 2016.
- [4] J. Anttila and K. Jussila, "Universities and smart cities: the challenges to high quality," *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 9-10, no. 29, p. 1-16, 2018.
- [5] A. Abuarqoub, H. Abusaimh, M. Hammoudeh, D. Uilyan, M. A. Abu-Hashem, S. Murad, M. Al-Jarrah and F. Al-Fayez, "A Survey on Internet of Things Enabled Smart Campus Applications," *Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems*, vol. 50, p. 1-7, 2017.
- [6] L. Kwok, "A vision for the development of i-campus," *Smart Learn*, vol. 2, no. 1, p. 2, 2015.
- [7] V. Tikhomirov and N. Dneprovskaya, "Development of strategy for smart University," *Open Education Global International Conference*, p. 22-24, 2015.
- [8] C. Heinemann, V. Uskov, "Smart University: Literature Review and Creative Analysis," *Smart Universities: Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 70, p. 11-46, 2017.
- [9] A. Mayr, M. Weigelt, A. Köhl, S. Grimm, A. Erll, M. Potzel and J. Franke, "Lean 4.0 - A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0," *Procedia CIRP*, vol. 72, p. 622-628, 2018.
- [10] H. Lasi, P. Fetrke, H. H. Kemper, T. Feld and M. Hoffmann, "Industry 4.0," *Business & Information Systems Engineering*, vol. 6, no. 4, p. 239-242, 2014.
- [11] J. Posada, C. Toro, I. Barandiaran, D. Oyarzun, D. Sticker, R. De Amicis, E. B. Pinto, P. Eisert, J. Döllner and J. Vallariano, "Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet," *Computer Graphics and Applications*, vol. 35, no. 2, p. 26-40, 2015.
- [12] A. C. Valdez, P. Brauner, A. K. Schaar, A. Holzinger and M. Zieflea, "Reducing Complexity with simplicity-Usability Methods for Industry 4.0," *Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA*, vol. 36, p. 9-14, 2015.
- [13] A. Sanders, C. Elangeswaran, J. Wulfsberg, "Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing," *Journal of Industrial Engineering And Management*, vol. 3, no. 9, p. 811-833, 2016.
- [14] S. Wang, J. Wan, D. Zhang, D. Li and C. Zhang, "Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination," *Computer Networks*, vol. 101, no. 1, p. 158-168, 2016.
- [15] P. Adolphs, H. Bedenbender, D. Dirzus, M. Ehrlich, U. Epple, M. Hankel, R. Heidel, M. Hoffmeister, H. HUHle, B. Kärcher, H. Koziolk, R. Pichler, S. Pollmeier, F. Schewe, A. Wlatter, B. Waser and N. Wollschlaeger, "Reference architecture model industrie 4.0 (rami4.0)," *German Commission for Electrical, Electronic and Information Technologies of DIN and VDE/ZVEI*, 2015.
- [16] A. Gilchrist, *Industry 4.0: the industrial internet of things*, New York: Apress, 2016.
- [17] Y. Yin, K. E. Stecke and D. Li, "The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0," *International Journal of Production Research*, vol. 56, no. 1-2, p. 848-861, 2018.
- [18] R. Drath and A. Horch, "Industrie 4.0: Hit or hype?," *Industrial electronics magazine*, vol. 8, no. 2, p. 56-58, 2014.
- [19] T. V. Erp, M. Obenaus, S. Kunz and H. Kohl, "Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential," *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 118, p. 254-267, 2018.
- [20] L. Sommer, "Industrial revolution—Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution," *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 8, no. 5, p. 1512-1532, 2015.
- [21] European Parliament, "Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth," *European Parliamentary Research Service*, p. 1-10, 2015.
- [22] K. Kourtiti, P. Nijkamp and D. Arribas, "Smart cities in perspective—a comparative European study by means of self-organizing maps," *Innovation: The European journal of social science research*, vol. 25, no. 2, p. 229-246, 2012.
- [23] N. Walravens, "Mobile city applications for Brussels citizens: Smart City trends, challenges and a reality check," *Telematics and Informatics*, vol. 32, no. 2, p. 282-299, 2015.
- [24] R. Zheng, C. Yao, H. Jin, L. Zhu, Q. Zhang and W. Deng, "Parallel key

- frame extraction for surveillance video service in a smart city,” *Plos one*, vol. 10, no. 8, 2015.
- [25] N. D. A. Oliveira and T. N. Silva, “Inovação social e tecnologias sociais sustentáveis em relacionamentos intercooperativos: um estudo exploratório no CREDITAG-RO,” *Revista de Administração da UFSM*, vol. 5, no. 2, p. 277-295, 2012.
- [26] S. Nanni and G. Mazzini, “From the Smart City to the Smart Community, Model and Architecture of a Real Project: SensorNet,” *Journal of Communications Software & Systems*, vol. 10, no. 3, 2014.
- [27] U. Hernandez-Jayo, I. De-La-Iglesia and J. Perez, “V-Alert: Description and Validation of a Vulnerable Road User Alert System in the Framework of a Smart City,” *Sensors*, vol. 15, no. 8, p. 18480-18505, 2015.
- [28] N. Walravens, “Mobile city applications for Brussels citizens: Smart City trends, challenges and a reality check,” *Telematics and Informatics*, vol. 32, no. 2, p. 282-299, 2015.
- [29] G. Merlino, D. Bruneo, S. Distefano, F. Longo, A. Puliafito and A. Al-Anbuky, “A smart city lighting case study on an openstack-powered infrastructure,” *Sensors*, vol. 15, no. 7, p. 16314-16335, 2015.
- [30] C. S. Flór and C. S. Teixeira, “Intelligent and entrepreneurship cities: A comparative study between rankings,” *International Congress of Knowledge and Innovation*, vol. 1, 2018.
- [31] M. Eremia, L. Toma and M. Sauduleac, “The smart city concept in the 21st century,” *10th International Conference Interdisciplinarity in Engineering*, vol. 181, p. 12-19, 2017.
- [32] H. S. R. Júnior and S. Galiotto, “Iniciativas pontuais de cidades inteligentes no meio-oeste catarinense: estudo do caso da cidade de Erval Velho, a Capital Catarinense da Reciclagem,” *Revista Democracia Digital e Governo Eletrônico*, vol. 2, no. 9, 2013.
- [33] A. Orbán, “Building smart communities in the Hungarian social economy,” *Community Development Journal*, vol. 52, no. 4, 2015.
- [34] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar and E. Meijers, “City-ranking of European medium-sized cities,” *Centre of Regional Science*, p. 1-12, 2007.
- [35] L. N. Abdala, T. Schreiner, E. M. Costa and N. Santos, “Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis,” *International Journal of Knowledge Engineering and Management*, vol. 3, no. 5, p. 98-120, 2014.
- [36] L. G. Anthopoulos, M. Janssen and V. Weerakkody, “Comparing Smart Cities with different modeling approaches,” *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web*, p. 525-528, 2015.
- [37] I. Vilajosana, J. Llosa, B. Martinez, M. Domingo-Prieto, A. Angles and X. Vilajosana, “Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows,” *IEEE Communications Magazine*, vol. 51, no. 6, p. 128-134, 2013.
- [38] M. Dohler, I. Vilajosana, X. Vilajosana and J. Llosa, “Smart Cities: An action plan,” *Proceedings of Barcelona Smart Cities Congress*, p. 1-6, 2011.
- [39] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangeslista and M. Zorzi, “Internet of Things for Smart Cities,” *IEEE Internet Of Things Journal*, vol. 1, no. 1, p. 1-11, 2014.
- [40] B. Mattoni, F. Pagliaro, G. Corona, V. Ponzio, F. Bisegna, F. Gugliermetti, and M. Quintero-Nunez, “A matrix approach to identify and choose efficient strategies to develop the Smart Campus,” *IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering*, 2016.
- [41] Z. Yu, Y. Liang, B. Xu, Y. Yang and B. Guo, “Towards a smart campus with mobile social networking,” *IEEE International Conference on Internet of Things*, p. 162-169, 2011.
- [42] B. Hirsch and J. W. Ng, “Education beyond the cloud: Anytime anywhere learning in a smart campus environment,” *IEEE International Conference for Internet Technology and Secured Transactions*, pp. 718-723, 2011.
- [43] E. S. Abuelymann, *Making a smart campus in saudi arabia*. Saudi Arabia: Educause Quarterly, 2008.
- [44] C. Prandi, L. Monti, C. Ceccarini and P. Salomoni, “Smart campus: Fostering the community awareness through an intelligent environment,” *Mobile Networks and Applications*, 2019.
- [45] A. Yang, S. Li, C. Ren, H. Liu, Y. Han and L. Liu, “Situational Awareness System in the Smart Campus,” *IEEE Access*, vol. 6, no. 1, p. 63976-63986, 2018.
- [46] J. W. P. Ng, N. Azarmi, M. Leida, F. Saffre, A. Afzal and P. D. Yoo, “The intelligent campus (iCampus): end-to-end learning lifecycle of a knowledge ecosystem,” *International Conference on Intelligent Environments*, p. 332-337, 2010.
- [47] M. Coccoli, P. Maresca and L. Stranganello, “Computer supported collaborative learning in software engineering,” *IEEE Global Engineering Education Conference*, 2011.
- [48] C. J. Galeano-Barrera, D. Bellon-Monsalve, S. A. Zabala-Vargas, E. Romero-Riano and V. Duro-Novoa, “Identificación de los pilares que direccionan a una institución universitaria hacia un Smart-Campus,” *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 9, no. 1, p. 127-145, 2018.
- [49] R. Szabó, K. Farkas, M. Ispány, A. A. Benczúr, N. Bátfai, P. Jeszenkzy, S. Laki, A. Vágner, L. Kollár, C. Sidló, R. Besenczi, M. Smajda, G. Kövér, T. Szincskák, T. Kádek, M. Kósa, A. Adamkó, I. Lendák, B. Wiandt, T. Tomás, A. Z. Nági and G. Feher, “Framework for smart city applications based on participatory sensing,” *IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*, p. 295-300, 2013.
- [50] F. Pagliaro, B. Mattoni, F. Gugliermetti, F. Bisegna, B. Azzaro, F. Tomei and S. Catucci, “A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus,” *EEEIC International Conference on Environment and Electrical Engineering*, 2016.
- [51] V. Tikhomirov and N. Dneprovskaya, “Development of strategy for smart University,” *Open Education Global International Conference*, p. 3-14, 2015.
- [52] B. Sánchez-Torres, J. A. Rodríguez-Rodríguez, D. W. Rico-Bautista and C. D. Guerrero, “Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development,” *Revista Facultad De Ingeniería*, vol. 27, p. 27, p. 93-101, 2018.
- [53] R. A. Garcia, F. H. Fernandez and J. E. Duarte, “Modelo de integración de las TIC en instituciones educativas con características rurales,” *Revista Espacios*, vol. 38, no. 50, p. 26-40, 2017.
- [54] S. Cujia, M. L. Jimenez and R. J. Martelo, “Tecnologías de información y comunicación en el marco de la estrategia instruccional del docente universitario,” *Revista Espacios*, vol. 38, no. 55, p. 1-14, 2017.
- [55] C. Coll, J. Onrubia and T. Mauri, “Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes,” *Anuario de psicología*, vol. 38, 2007.
- [56] M. Cata, “Smart university, a new concept in the internet of things,” *14th RoEduNet International Conference - Networking in Education and Research*, p. 195-197, 2015.
- [57] M. Coccoli, L. Stanganelli, M. Paolo, P. Maresca and A. Guercio, “Smarter universities: A vision for the fast changing digital era,” *Journal of visual languages and computing*, vol. 25, no. 6, p. 1003-1011, 2014.
- [58] M. C. Minayo, *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*, Petrópolis: Vozes, 2004.
- [59] N. K. Malhotra, *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*, Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [60] M. A. S. Siqueira, *Monografias e teses: das normas técnicas ao projeto de pesquisa*, Brasília: Consulex, 2005.
- [61] Gartner-Glossary, “Artificial Intelligence – Definition,” 2018. [Online]. Available: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/artificial-intelligence>. [Accessed: 30-Aug-2019].
- [62] J. C. Augusto, V. Callaghan, D. Cook, A. Kameas and I. Satoh, “Intelligent environments: a manifesto,” *Human-centric Computing and Information Sciences*, vol. 3, no. 12, 2013.
- [63] H. Yetis, M. Baygin and M. Karakose, “An investigation for benefits of cyber-physical systems in higher education courses,” *International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training*, 2016.
- [64] M. Postránecký and M. Svíték, “Model of Complex Multi-agent System Smart City 4.0,” *Computer Science*, vol. 10444, no. 1, p. 215-226, 2017.
- [65] W. Muhamad, N. B. Kurniawan and S. Yazid, “Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review,” *International Conference on Information Technology Systems and Innovation*, p. 384-391, 2017.
- [66] D. R. Bautista, J. A. Parra-Valencia and C. D. Guerrero: “IOT: Una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente,” *Revista Ingenio*, vol. 13, no. 1, p. 9-20, 2017.
- [67] X. Nie, “Constructing Smart Campus Based on the cloud computing and the internet of things,” *International Conference on Computer Science and Electronics Engineering*, 2013.
- [68] T. M. Alves, C. A. Costa, R. R. Righi and J. L. V. Barbosa, “Exploring the Social Internet of Things concept in a University Campus using NFC,” *Latin American Computing Conference*, p. 1-12, 2015.
- [69] J. Torres-Sospedra, J. P. Avariento, D. Rambla, R. Montoliu, S. Casteleyn, M. Benedito-Bordonau, M. Gould and J. Huerta, “Enhancing integrated indoor/outdoor mobility in a smart campus,” *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 29, n. 11, p. 1955-1968, 2015.
- [70] Y. Atif and S. Mathew, “A social web of things approach to a smart campus model,” *IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing*, p. 349-354, 2013.

- [71] R. A. Afonso, W. M. Silva, G. H. R. P. Tomas, K. Gama, A. Oliveira, A. Alvaro and V. C. Garcia, “Br-SCMM: Modelo Brasileiro de Maturidade para Cidades Inteligentes,” *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, p. 511-516, 2013.
- [72] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. P. Milanovic and E. Meijers, “Smart cities: Ranking of European medium-size cities,” *Centre of Regional Science*, 2007.