

ANALYTICS E VISUALIZAÇÃO DE DADOS EM SMART CAMPUS: uma revisão sistemática da literatura

RAFAEL FERREIRA DOS SANTOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR)

TAIANE RITTA COELHO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR)

Agradecimento à órgão de fomento:

NSA

ANALYTICS E VISUALIZAÇÃO DE DADOS EM SMART CAMPUS: uma revisão sistemática da literatura

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas na temática Smart City no Brasil tem como objetivo desenvolver soluções para problemas urbanos com foco na qualidade de vida da população e na sustentabilidade, além de desenvolvimento de Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC's que contribuem na gestão das cidades (LAZZARETTI et al., 2019). Deriva-se desse campo de estudo, os *Smart Campus*, que são compostos por Instituições de Ensino, entre eles Universidades, os quais equiparam universidades como se fossem minicidades em relação aos serviços que são ofertados (PHAM et al., 2020; VERSTAEVEL et al., 2018; VILLEGAS-CH et al., 2019), inclusive sendo consideradas como laboratórios experimentais (PHAN et al., 2020). *Smart Campus* é considerando um ambiente que usa TIC de forma abrangente para quebrar as restrições de tempo e espaço do campus tradicional com integração de um sistema de informações de gerenciamento independente e descentralizado (ZHANG, 2020).

Entre as exigências relacionadas as TIC de órgãos regulatórios para Instituições de Ensino estão acervo digital, disponibilização de Wi-Fi e adoção de tecnologias inovadoras e/ou exitosas (BRASIL, 2017), diploma digital (BRASIL, 2019) e recentemente a permissão para ofertar disciplinas presenciais na modalidade remota com uso de TIC's, devido a pandemia do COVID-19 (BRASIL, 2020a), e que de certa forma, contribuem na formação de um ambiente mais conectado e inteligente. Para além de aspectos regulatórios, a realidade do ensino superior, assim como outros setores da economia, vem sendo impactado com o avanço tecnológico, sensores, *Internet of Things* e pelo fenômeno *Big Data* (CHEN, CHIANG, STOREY, 2012).

O uso de TIC's está fortemente ligada à ideia de *Smart Campus* como ferramentas de monitoramento com uso de tecnologias voltadas a educação e gestão da vida do Campus (FERREIRA, ARAÚJO, 2018). Estudos baseados no uso de *Analytics* (BICHSEL, 2012; ONG, 2016; SCHENATZ, CUNHA, KUGLER, 2019) e visualização de dados (MONTI, PRANDI, MIRRI, 2018; CECCARINI et al., 2020; VENDRÚSCOLO, 2020) no Ensino Superior são realizados para reforçar a importância dessas ferramentas aplicadas para melhorias na gestão e na ofertada de serviços para seus *stakeholders*. Considerando o campo de estudo de *Smart Campus* e a importância do

ferramental de visualização de dados e uso de *Analytics*, o objetivo desse trabalho é investigar componentes associados a esse contexto, por meio da seguinte questão: “Quais são as contribuições que abordam o uso de *Analytics* e visualização de dados dentro do contexto de *Smart Campus*?”. Assim, busca-se compreender como esses componentes são aplicados dentro do contexto de um ambiente inteligente.

2. O CONTEXTO *SMART CAMPUS*

A temática *Smart Campus* é abrangente e pode ser retratada dentro de várias perspectivas, e em sua maior parte sua conceituação é estreitamente relacionada com a adoção de tecnologias dentro do ambiente universitário (FERREIRA; ARAUJO, 2018, JIA, 2019; LIU, MA, JIN, 2020). Podem ser denominados de *Digital Campus* (ABUALNAAJ et al. 2020; LIU et al., 2018), *Campus Inteligente* (para pesquisas nacionais) (FERREIRA, ARAÚJO, 2018), *Smart University. Intelligent Campus* (SCHENATZ, 2019), que por uma questão de padronização, nesse artigo adota-se o termo *Smart Campus*.

Ferreira, Araujo (2018, p. 13) aponta *Smart Campus* como “*um ecossistema colaborativo, enriquecido com tecnologia, [...], visando o aumento da qualidade de vida no Campus, a entrega de valor e o equilíbrio de interesses*”. O *Smart Campus* tem como objetivo administrar os recursos tecnológicos, humanos e ambientais de forma adequada para que as atividades dos habitantes sejam equilibradas com os componentes do campus (VILLEGAS-CH et al, 2019b), sendo estes, ambientes capazes de aproveitar seus dados gerados internamente para gerar informações que contribuam na gestão, na sustentabilidade, na competitividade e melhorias nos serviços ofertados (SCHENATZ, 2019). Em uma visão mais tecnicista Jia (2019) aponta *Smart Campus* como um ecossistema baseado em *Big Data*, Computação em Nuvem, Interconexão Móvel, IoT, entre outras tecnologias, sendo um avanço do *Digital Campus* (LIU, MA, JIN, 2018).

Liu, Zhang, Jin, (2020) define *Smart Campus* sob três perspectivas: (1) Internet das Coisas – capaz de integrar a Tecnologia da Informação, sua aplicação e constrói um campus com as características de rede, informação e inteligência; (2) Educação Inteligente – o qual o espaço de aprendizagem é dividido em diferentes escalas, assim como salas de aula e terminais inteligentes, sendo parte integrante da Educação Inteligente (*Smart Learning*) e; (3) Sabedoria e Gestão – sendo um modelo de campus, que com o uso de tecnologias como Computação em Nuvem e IoT altera todos os tipos

de recursos do campus: professores, alunos, forma interativa do campus, o ensino e pesquisa, serviços de gerenciamento, entre outros.

3. ANALYTICS E VISUALIZAÇÃO DE DADOS

O processo de *Analytics* pode ser definido como “uso de dados, análises estatísticas e modelos explicativos e preditivos para obter *insights* e agir em questões complexas” (BICHSEL, 2012, p. 6). Um dos conceitos de mercado, *Business Analytics*, é uma abordagem de análise de dados com foco em dados históricos e atuais para compreender o desempenho que se está tendo até o momento e auxiliar na identificação de problemas de negócios ou no planejamento (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES, 2021). Cooper (2012, p. 3) enfatiza *Analytics* como o desenvolvimento de percepções acionáveis (pelo indivíduo), a partir da definição de problemas e uso de modelos e análises de dados existentes e/ou simulados.

O termo “acionáveis” está relacionado que a análise está focada no potencial para a ação prática, implicando em conclusões baseadas nos valores e fatores não contabilizados na análise (dados faltantes ou de difícil obtenção) e que as conclusões são qualificadas com medidas de confiabilidade (significância ou nível de confiança, reconhecimento de limitações ou viés etc.) que são necessárias para o julgamento, o qual muitos relatórios falham nesse nível de clareza (COOPER, 2012). O uso de *Analytics* portanto, depende de dados, ferramentas para seu tratamento e o tomador de decisão, que por meio de sua interpretação irá realizar diagnósticos e obter *insights* para tomar decisões sobre determinado aspecto dentro do contexto de negócios.

Já a visualização de dados está relacionado como um recurso discursivo utilizado para disseminar informações estatísticas, muitas vezes numéricas (ENGBRETTSEN, KENNEDY, 2020), sendo um dos componentes críticos das plataformas de *Analytics* e *Business Intelligence* (ABI), contribuindo como suporte para painéis altamente interativos e exploração de dados por meio de imagens e gráficos, que vão além de gráficos de pizza, linhas e barras, por exemplo (RICHARDSON et al, 2020). O processo de construção de uma visualização de dados requer um conjunto de tarefas de pré-processamento, partindo da extração dos dados de diversas fontes, transformação, enriquecimento com metadados adicionais e modelados antes que possam ser analisados visualmente (PO et al, 2020). Seu objetivo é auxiliar na compreensão dos dados em conjunto com a capacidade do sistema visual humano para ver padrões, detectar

tendências e identifica *outliers* e quando bem projetadas podem substituir cálculos cognitivos por interferência perceptivas simples e melhorar a compreensão, a memória e a tomada de decisão (HEER, BOSTOCK, OGIEVETSKY, 2010).

Dessa forma, observa-se que a visualização de dados está voltada aos procedimentos necessários de manipulação de dados, desde sua coleta até o tratamento. O processo de *Analytics* portanto, é necessário para interpretar resultados obtidos por meio da visualização, sendo dois processos que estão relativamente interconectados.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo se trata de uma pesquisa qualitativa com revisão bibliográfica, exploratória e sistemática. Utiliza-se a metodologia *Systematic Search Flow* – SSF (FERENHOF, FERNANDES, 2016), que é composta por 4 fases principais subdivididas em 8 atividades (Tabela 1).

Tabela 1. Fases e etapas da metodologia *Systematic Search Flow* (SSF)

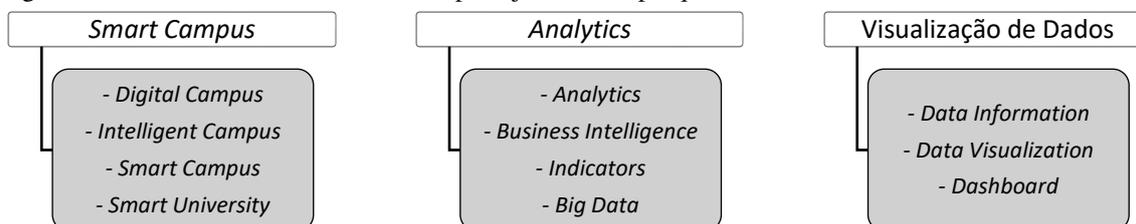
Fase	Etapas
1. <i>Protocolo de Pesquisa</i>	1. Estratégia de Busca; 2. Consulta em base de dados; 3. Gestão de documentos; 4. Padronização e Seleção de Documentos; 5. Composição do portfólio de documentos.
2. <i>Análise</i>	6. Consolidação de dados
3. <i>Síntese</i>	7. Elaboração de relatórios
4. <i>Escrever</i>	8. Escrever

Elaborado pelos autores

Fonte: Ferenhof, Fernandes (2016)

Para composição do protocolo de pesquisa foi elaborado uma lista de sinônimos para compor o conjunto de palavras de busca (Figura 1) que foi aplicado na Base de Dados *Scopus*, por conter um grande volume de trabalhos indexados dentro da temática, plataforma que trabalha com o idioma inglês.

Figura 1. Lista de Sinônimos definidas no planejamento de pesquisa

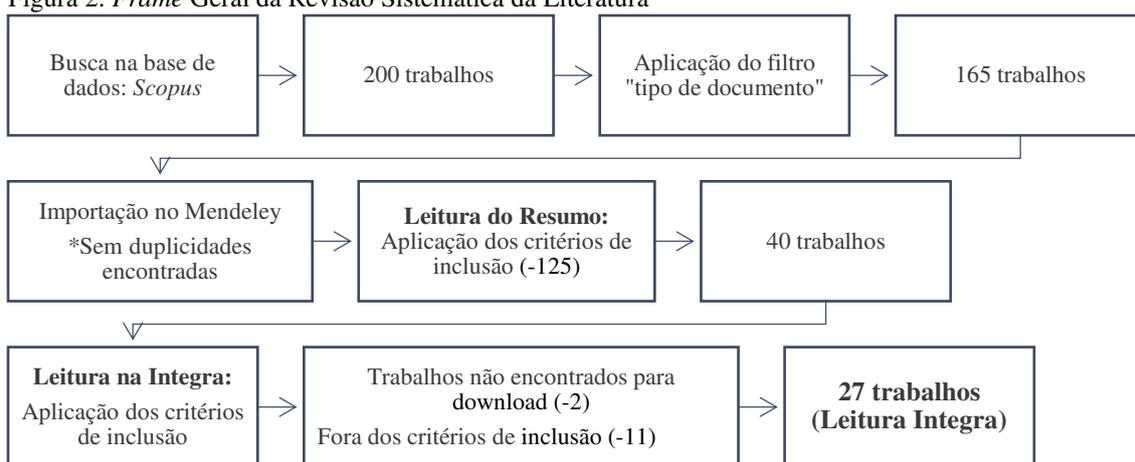


Elaborado pelos autores

No *Scopus* a seguinte *String* de busca foi aplicada: *TITLE-ABS-KEY (("Digital Campus" OR "Intelligent Campus" OR "Smart campus" OR "Smart University") AND (analytics OR "business intelligence" OR "data visualization" OR "data information" OR "indicators" OR "dashboard" OR "big data"))*. A busca realizada

em março de 2021, percorreu pelo título, resumo e palavras-chave, sem delimitação de tempo, resultando em 200 trabalhos. Aplicou-se o filtro “tipo de documento”, sendo selecionado as opções “*Conference paper*” e “*Article*”, devida a natureza de revisão por pares, resultando em 165 resultados. Os arquivos foram importados para o software *Mendeley Desktop*, o qual não identificou nenhum documento duplicado. Utilizando como organizador de dados o Microsoft Excel®, foi construída uma base com as principais informações sobre os documentos e uma segunda refinação foi realizada a partir da leitura dos resumos. Considerando a questão da pesquisa, o critério de inclusão de trabalhos para leitura na íntegra foi estabelecido: o trabalho deve apresentar componentes conceituais ou práticas (sendo considerado: modelos, ferramentas, *framework*, arquiteturas, entre outros) do uso total ou parcial de *Analytics* e visualização de dados. Esse critério foi utilizado duas vezes, na leitura dos resumos e na leitura completa, o resumo pode ser observado na Figura 2.

Figura 2. *Frame* Geral da Revisão Sistemática da Literatura



Elaborado pelos autores

A amostra final resultou em 27 trabalhos (10 artigos e 17 *Papers* de conferência), que foram lidos na íntegra. As principais informações foram coletadas e compiladas por meio do Excel e Mendeley. Com a leitura e análise crítica, elaborou-se os relatórios com os principais achados da pesquisa, que serão apresentados a seguir.

4.1 Resultados e Discussões

Os trabalhos foram desenvolvidos no período de 2017 a 2021 e os seguintes componentes foram identificados: Arquitetura (5); Ferramenta ou Sistema (10); Framework (4); Indicadores (3); Modelo (3); e Plataforma (1); e Visualização de Dados

(1). A distribuição dos trabalhos e definição dos componentes podem ser visualizadas por meio da Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição dos trabalhos por tipo de componente

Componente	Definição do Componente	Autores
Arquitetura	Apresentação gráfica de componentes de software e suas propriedades e sua ligação com outros sistemas.	Cao et al, 2018; Jurva et al, 2020; Moreno et al, 2017; Tang et al, 2019; Villegas-Ch, Palacios-Pacheco, Luján-Mora, 2019
Ferramenta / Sistema	Apresentação ou desenvolvimento de sistemas ou ferramentas de apoio a gestão em <i>Smart Campus</i> .	Berdnikova et al, 2020; Luo, 2018; Ma, Fu, 2019; Monti, Prandi, Mirri, 2018; Prandi et al, 2020; Yan, Hu, 2017; Yang et al, 2020; Zhang, Liu, Yuan, 2021; Zhou, 2020; An, Xi, 2020
Framework	Designs reutilizáveis de todo ou parte de um sistema de software descrito por um conjunto de classes abstratas e a forma como as instâncias dessas classes colaboram (ROBERTS; JOHNSON, 1997).	AbuAlnaaj, Ahmed, Saboor, 2020; Liu, Ma, Jin, 2018; Shamsuddin et al, 2019; Villegas-Ch et al 2019
Indicadores	São considerados trabalhos que apresentam métricas ou construção de indicadores.	Alrashed, 2020; Mitrofanova, Sherstobitova, Filippova, 2019; Pompei et al, 2018
Modelo	Desenvolvimento de modelo que descreva uma sequência de eventos, demonstrando como o modelo pode ser utilizado.	Hidayat et al, 2021; Pham et al, 2020; Xu, Wang, Yu, 2018
Plataforma	Plataforma computacional ou parte de projeto computacional interno.	Lihong, 2020
Visualização de Dados	São considerados os trabalhos cujo objetivo foi a construção de um modelo de visualização de dados ou <i>Dashboard</i> .	Ceccarini et al, 2020

Elaborado pelos autores

Considerando o maior teor em tecnologia identificado nos trabalhos, uma segunda categorização foi realizada, sendo denominada de infraestrutura e conceitos de suporte – ICS, sendo extraídos dos trabalhos os tipos de tecnologia que foram utilizados como suporte para construção do componente ou conceitos necessários para contextualizar o uso do componente.

Gráfico 1. Total de trabalhos por Infraestrutura e Conceitos de Suporte



Elaborado pelos autores

Os ICS identificados e seu grau de ocorrência são apresentados no Gráfico 1 e reforçam o teor tecnicista dos trabalhos em *Smart Campus*, englobando características que atuam como parte ou na sua totalidade no desenvolvimento dos componentes identificados. Os aspectos gerais dos ICS são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Aspectos gerais dos ICS aplicados as contribuições

ICS	Aspectos gerais
<i>Internet of Things</i> (IoT)	IoT é simplesmente a interconexão via internet de diversos dispositivos de computação para processar e realizar atividades diárias, enviando e recebendo dados pela internet. (LIU et al., 2014 apud ABUALNAAJ, AHMED, SABOOR, 2020).
Sensores	Redes sem fio é a extensão de uma rede local cabeada, onde converte-se os pacotes de dados em ondas de rádio, enviando-os para um ponto de acesso que serve como uma conexão para uma rede local. Já os sensores permitem operar automaticamente e coletar processos, e transmitir informações sobre seu ambiente) (CORRÊA et al., 2006).
Mineração de dados	Mineração de dados é uma das etapas do processo de <i>Data Mining</i> (Descoberta de conhecimento), responsável pela aplicação de algoritmos para extração de dados, passando para validação e apresentação (PATRICIO; MAGNONI, 2018).
<i>Big Data</i>	Termo usado para descrever conjunto de dados e técnicas analíticas em aplicativos que são grandes e complexos, que exigem dados avançados e tecnologias exclusivas de armazenamento, gerenciamento, análise e visualização (CHEN, CHIANG, STOREY, 2012)
Computação em Nuvem	<i>Cloud Computing</i> é apenas usar o servidor de rede na internet em vez do servidor local ou computador para armazenar e gerenciar dados (GRIFFITH, 2016 apud ABUALNAAJ, AHMED, SABOOR, 2020)
Cartão Inteligente	O cartão inteligente (<i>smart card</i>), apresentado em Zhang, Liu, Yuan (2021) atua como um componente de agregação de informações com base na sua utilização.

Elaborado pelos autores

Os ICS são conceitos e ferramentas que atuam como suporte na produção dos componentes, trazendo aspectos relacionados com a Era Digital necessários para a implementação de um *Smart Campus*. Em seguida, são apresentados um resumo com os componentes identificados.

4.2 Componentes de *Analytics* e Visualização de dados para *Smart Campus*

Os principais componentes identificados foram subdivididos em três blocos: Bloco 1 – Ferramentas, Sistemas e Plataforma; Bloco 2 – Arquitetura, Modelos e Frameworks; e Bloco 3 – Indicadores e Visualização de Dados, apresentados a seguir:

Bloco 1 – Ferramentas, Sistemas e Plataforma

Esse bloco é composto por 10 contribuições (Quadro 2) e estão relacionadas com o desenvolvimento de aplicativos que apoiem a gestão acadêmica e/ou administrativa, incluindo a própria equipe de Tecnologia da Informação (TI). Além disso, quatro das 10 propostas, sendo LIHONG (2020), MONTI, PRANDI, MIRRI. (2018), PRANDI et al. (2020), ZHOU (2020) contém uma interface de interação com os discentes do campus, sendo atores participantes no uso do contributo.

Quadro 2. Ferramentas, sistemas e plataforma no contexto de *Smart Campus*

Componentes (Autor)	Benefícios no contexto <i>Smart Campus</i>	Usuários do campus beneficiados
→ Sistema de gerenciamento de dormitórios (ZHOU, 2020) → Sistema de suporte à tomada de decisão (ZHAN; LU; YUAN, 2019) → Sistema de mensagem inteligente no campus (MA, FU,	→ Maior segurança → Melhoria no processo de tomada de decisão	→ Gestão Acadêmica → Setor de Infraestrutura

2019) → Sistema de monitoramento de energia (YANG <i>et al.</i> , 2020) → Sistema visual de mapas do campus (PRANDI, C. <i>et al.</i> , 2020) → Sistema de aquisição de dados (LUO, L., 2018) → Sistema de serviços do campus (AN; XI, 2020) → Plataforma para troca de informações e comunicação (LIHONG, 2020) → Modelo de gestão de pessoas em <i>Smart Campus</i> (BERDNIKOVA <i>et al.</i> , 2020) → Infraestrutura de sensores de coleta de dados de condições ambientais (MONTI; PRANDI, MIRRI, 2018) → Ferramenta de associação de dados com base em mineração de dados (YAN; HU, 2017)	→ Melhoria na comunicação e padronização de informação e divulgação → Economia de energia → Melhoria no gerenciamento do banco de dados → Melhoria na Gestão de Recursos Humanos → Facilitar a participação da comunidade → Melhorar a orientação dos alunos nos estudos	→ Setor de Tecnologia da Informação → Coordenadores → Alunos → Visitantes do campus → Professores → Empresas Parceiras → Marketing → Setor de Recursos Humanos
---	---	---

Elaborado pelos autores

Os sistemas beneficiam diversos atores da comunidade acadêmica e trazem benefícios nas diversas dimensões de um *Smart Campus*, como em Segurança (ZHOU, 2020), Energia (YANG *et al.*, 2020), Sustentabilidade (MONTI, PRANDI, MIRRI, 2018), Gestão (ZHAN; LU; YUAN, 2019; BERDNIKOVA *et al.*, 2020) e *Smart Education* (YUN, HU, 2017).

Bloco 2 – Arquitetura, Modelos e Frameworks

Em seguida, por meio do Quadro 3 são apresentados os principais componentes dos trabalhos categorizados em Arquitetura, Modelos e Frameworks, com a descrição do contributo e os seus benefícios para a comunidade acadêmica.

Quadro 3. Softwares, Modelos e Frameworks no contexto *Smart Campus*

Foco da componente (Autor)	ICS
Arquitetura Eficiência Energética nos edifícios do campus ((MORENO <i>et al.</i> , 2017)	<i>Big Data</i> ; IoT
Arquitetura com quatro camadas de IoT em um <i>Smart Campus</i> Sustentável, apresentando os detalhes da aquisição de dados de diferentes sistemas de sensores e atuadores (VILLEGAS-CH, PACHECO, MORA, 2019)	IoT
Arquitetura e modelo operacional para infraestrutura de <i>Smart Campus</i> com base em sensores de serviços 5G (JURVA <i>et al.</i> , 2020)	5G; IoT; Computação em Nuvem; <i>Multi-Access Edge Computing</i> – MEC
Arquitetura para melhorar a implementação de novas aplicações no campus baseada em computação em nuvem (TANG <i>et al.</i> , 2019)	<i>Big Data</i> ; Computação em Nuvem
Arquitetura geral de um <i>Smart Campus</i> (CAO <i>et al.</i> , 2018)	<i>Big Data</i>
Modelo de Indicadores para mensurar o quão próximo o campus está de se tornar <i>Smart Campus</i> (HIDAYAT <i>et al.</i> , 2021)	Indicadores
Modelo comum de <i>Smart Campus</i> (PHAM <i>et al.</i> , 2020)	IoT; <i>Analytics</i>
Modelo de avaliação de desempenho docentes (XU, WANG, YU, 2018)	Indicadores
<i>Framework</i> estratégico para <i>Smart Campus</i> (ABUALNAAJ, AHMED, SABOOR, 2020)	IoT; Computação em Nuvem
<i>Framework</i> para monitoramento de dados em <i>Smart Campus</i> (VILLEGAS-CH, <i>et al.</i> , 2019)	Indicadores, Visualização de dados; IoT; <i>Big Data</i> ; Computação em Nuvem
<i>Framework</i> de <i>Big Data Analytics</i> para implementações em <i>Smart Campus</i> (SHAMSUDDIN <i>et al.</i> , 2019)	<i>Analytics</i> , IoT, <i>Big Data</i> , Computação em Nuvem

Framework baseado em <i>Big Data</i> (LIU, MA, JIN, 2018)	<i>Big Data</i> ; Computação em Nuvem
--	---------------------------------------

Elaborado pelos autores

As arquiteturas, modelos e frameworks são desenvolvidas para demonstrar as etapas de desenvolvimento dos componentes, sendo passíveis de replicação. Moreno et al (2017), Villegas-Ch, Pacheco, Mora (2019), Tang et al (2019) e Phan et al (2020) arquitetam modelos com camadas ou fatias que representam uma estrutura de *Smart Campus* com base em ICS específicos para cada objetivo, enquanto Cao et al (2018) traz uma arquitetura conceitual, descrevendo os elementos necessários para a construção de *Smart Campus*, baseado em *Big Data* e Computação em Nuvem.

Abualnaaj, Ahmed, Saboor (2020) e Shamsuddin *et al.*, (2019) demonstram critérios básicos ou componentes necessários para o desenvolvimento de um *Smart Campus* e assim são propostas estruturas estratégicas para atingir tal objetivo. Para Liu, Ma, Jin (2018), identificam problemas de armazenamento de dados e trazem melhorias no desempenho da rede com base em plataforma *Big Data*. Villegas-Ch *et al* (2019), projeta e testa um *Framwork* de monitoramento de dados de consumo de energia elétrica utilizando tecnologias *open source*. Ambos os *Frameworks* trabalhados por Liu, Ma, Jin (2018), Villegas-Ch *et al* (2019) e Shamsuddin *et al* (2019) têm em sua estrutura a necessidade de aquisição de dados e embora tenham focos diferentes de análise, os estudos se complementam. Em Abualnaaj, Ahmed, Saboor (2020b) os critérios necessários para sustentar um *Smart Campus* são apresentados em formato de tabela sendo resumidos em oito critérios principais e 25 sub aplicações que são baseados em IoT e Computação em Nuvem.

Bloco 3 – Indicadores e Visualização de Dados

Os trabalhos relacionados a indicadores e visualização de dados estão voltados as atividades de planejamento e auxílio na tomada de decisão, ou serviços ofertados pelo Campus. Pompei *et al* (2018) definem um conjunto de indicadores globais que descrevem aspectos de um campus (questões econômicas, ambientais de energia e sociais), e assim facilitar gestores na transformação do ambiente em um *Smart Campus*. Já Alrashed (2020), os indicadores têm como objetivo monitorar o *Smart Campus* já consolidado e Mitrofanova, Sherstobitova, Filippova (2019) trabalham com o monitoramento de uma infraestrutura inteligente de um *Smart Campus*. No tocante de visualização de dados Ceccarini *et al* (2020) apresentam um modelo de visualização de dados baseado em web

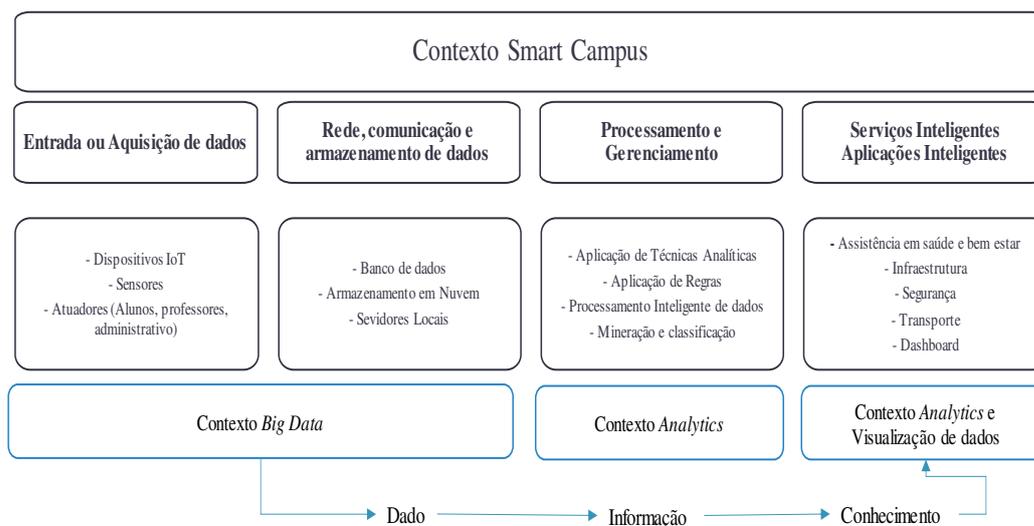
para fornecer dados em tempo real sobre o uso sustentável e eficiente das instalações de uma universidade, como salas de aula e laboratórios.

4.3 Analytics e Modelos de Visualização de Dados em Smart Campus

Para que o processo de *Analytics* seja desenvolvido, a visualização de dados surge como instrumento de apoio, trazendo os elementos visuais necessários para extrair informações e *insights* relevantes. Os conceitos são abordados diversos tipos de contribuições, como *frameworks*, ferramentas, sistemas, arquiteturas ou modelos, porém em sua maior parte não se preocupam em discutir os temas de forma isolada e sim de forma intrínseca ao contributo que está sendo desenvolvido. O uso de *Analytics* é tratado com maior propriedade em Villegas-Ch, Pacheco, Mora (2019), onde a proposta trabalha a integração de dados em uma plataforma para realizar análises, melhorar os serviços ofertados e transformar o ambiente em um ambiente inteligente.

Com base em quatro trabalhos (PHAM et al, 2020; VILLEGAS-CH, PACHECO, MORA, 2019; TANG et al, 2019; MORENO et al, 2017), um modelo com quatro camadas é desenvolvido para contribuir na identificação dos processos de *Analytics* e visualização de dados são incorporados dentro do contexto de *Smart Campus*. As camadas são: (1) Entrada ou aquisição de dados; (2) Rede, comunicação e armazenamento de dados; (3) Processamento e Gerenciamento e (4) Serviços Inteligentes e Aplicações Inteligentes, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Modelo de camadas *Smart Campus* no contexto *Big Data*, *Analytics* e visualização de dados



Elaborado pelos autores

Ao colocar as camadas dentro do contexto de um *Smart Campus*, entende-se que a oferta final de serviços contém propostas *Smarts*, ou seja, contribuem na melhoria dos

serviços ofertados por meio do uso inteligente da infraestrutura. A camada de Entrada ou Aquisição de dados é onde estão os atuadores, dispositivos IoT (VILLEGAS-CH, PACHECO, MORA, 2019), sensores (TANG et al, 2019; MORENO et al, 2017), tomadas inteligentes, medidores eletrônicos (PHAM et al, 2020), entre outros que em conjunto com TIC's e infraestrutura física diversos tipos de dados podem ser coletados. Na camada de Rede, comunicação e armazenamento de dados é onde os dados coletados da camada anterior são armazenados em um banco de dados (VILLEGAS-CH, PACHECO, MORA, 2019; MORENO et al, 2017) e expressos de forma padronizada (MORENO et al, 2017), também permitindo a conexão com a camada de processamento e gerenciamento (PHAM et al, 2020). Na terceira camada, geralmente baseada em nuvem, cria-se um gerenciamento de dados de usuários e dados históricos (PHAM et al, 2020), assim como cruzamento de informações geradas anteriormente, podendo ser empregadas diferentes técnicas analíticas como mineração de dados (VILLEGAS-CH, PACHECO, MORA, 2019), redes neurais artificiais (MORENO et al, 2017) aplicando em decisões com vistas ao público-alvo das soluções.

Por fim, a camada de Serviços Inteligentes e Aplicações Inteligentes é onde são ofertados serviços aos usuários do *Smart Campus*, incluindo controle, monitoramento e aquisição (PHAM et al, 2020), sendo aplicado a diversas áreas e domínios, como infraestrutura, segurança, aplicações visuais para tomada de decisão (VILLEGAS-CH, PACHECO, MORA, 2019) e serviços aplicados a aprendizagem, controle de estacionamento (TANG et al, 2019), contribuindo na melhoria dos processos e serviços do *Smart Campus*. Para Cao et al (2018), a essência do *Smart Campus* é o uso de *Big Data*, computação em nuvem e outras tecnologias para a construção de novos aplicativos.

As camadas 1 e 2 são incluídas no **Contexto *Big Data***, devido à natureza de diversas fontes e volume de dados gerados. No **Contexto *Analytics*** inclui-se a camada três, onde são realizados os processos de gerenciamento dos dados, sendo aplicado técnicas para transformar os dados em informações relevantes. A camada quatro é incluída no **Contexto *Analytics* e visualização de dados**, onde serviços inteligentes desenvolvidos para toda a comunidade do campus, sendo incluído as ferramentas visuais que facilitam o processo decisório.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Em linhas gerais, as contribuições apresentadas nos trabalhos estão diretamente relacionadas com uso de TIC apoiados no contexto da Era Digital. O artigo apresentou

os conceitos de *Smart Campus*, *Analytics* e Visualização de Dados. Em seguida, realizou uma revisão dos principais contributos relacionados aos conceitos mencionados e detalhou os objetivos e benefícios de tais contributos para o campus dentro do contexto *Smart Campus*. O trabalho ainda revela que são poucas as iniciativas que buscam compreender o uso efetivo de *Analytics* e visualização de dados no contexto *Smart Campus*, sendo estes elementos fundamentais no processo de inteligência. Apresentam-se como principais objetivos propor melhorias nos processos acadêmicos e/ou administrativos em seus diversos setores. As soluções atingem os níveis de gestão, operacional, para docentes e discentes, incluindo atores externos como parceiros e visitantes.

A partir disso foi possível desenvolver um modelo com quatro camadas e três contextos, onde é relacionado os processos de *Analytics* e visualização de dados, trazendo uma relação com o contexto do *Big Data*. O modelo desenvolvido busca trazer uma estrutura básica dos principais elementos de um *Smart Campus* e onde os processos de *Analytics* e visualização de dados estão localizados. Como trabalhos futuros são sugeridos (1) Aplicação do modelo em trabalhos com outros contextos dentro das dimensões de um *Smart Campus*; (2) Comparar práticas de *Analytics* e de visualização de dados entre universidades que consideram e que não se consideram *Smart Campus*, a fim de identificar melhores práticas e singularidades.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUALNAAJ, K.; AHMED, V.; SABOOR, S. A strategic framework for smart campus. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. **Anais...** . p.790–798, 2020.

ALRASHED, S. Key performance indicators for Smart Campus and Microgrid. **Sustainable Cities and Society**. v. 60, 2020.

AN, R.; XI, T. **Research on the Service Design of Smart Campus Based on Sustainable Strategy – Taking Smart Canteen as an Example**. 2020.

BERDNIKOVA, L. F.; MIKHALENOK, N. O.; FROLOVA, V. A.; SUKHACHEVA, V. V.; KRIVTSOV, A. I. **Human Resource Management System Development at Smart University**. 2020.

BICHSEL, J. **Analytics in Higher Education: Benefits, Barriers, Progress, and Recommendations**. Louisville, 2012.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Instrumento de Avaliação de cursos de graduação: Presencial e a distância. 2017. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_cursos_graduacao/instrumentos/2017/curso_reconhecimento.pdf. Acesso em 11 de julho de 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da Educação Superior 2019: divulgação dos resultados. Brasília: INEP, 2020b. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/centro_superior/documentos/2020/Apresentacao_Censo_da_Educacao_Superior_2019.pdf>. Acesso em: 01.05.2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Normativa Nº 343 de 17 de março de 2020a. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Nº 53, Seção 1, 18 de março de 2020, p. 39.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Normativa Nº 554 de 11 de março de 2019. Dispõe sobre a emissão e o registro de diploma de graduação, por meio digital, pelas Instituições de Ensino Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Nº 48, Seção 1, 12 de março de 2019, pp. 23-24.

CAO, J.; LI, Z.; LUO, Q.; HAO, Q.; JIANG, T. Research on the construction of smart university campus based on big data and cloud computing. **Proceedings - 2018 International Conference on Engineering Simulation and Intelligent Control, ESAIC 2018**, p. 351–353, 2018.

CECCARINI, C.; MIRRI, S.; PRANDI, C.; SALOMONI, P. A data visualization exploration to facilitate a sustainable usage of premises in a Smart Campus context. ACM International Conference Proceeding Series. **Anais...** . p.24–29, 2020.

CHEN, H.; CHIANG, R. H. L.; STOREY, V. C. BUSINESS INTELLIGENCE AND ANALYTICS: FROM BIG DATA TO BIG IMPACT. **MIS Quarterly**, v. 36, n. 4, p. 1165–1188, 2012.

COOPER, A. What is “Analytics”? Definition and Essential Characteristics. **JISC CETIS Analytics Series**, v. 1, n. 5, p. 1–10, 2012.

ENGBRETSSEN, M.; KENNEDY, H. **Data visualization in Society**. Amsterdam ed. Amsterdam University Press, 2020.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. **Revista ACB**, v. 21, n. 3, p. 550–563, 2016.

FERREIRA, F. H. C.; ARAUJO, R. M. DE. **Campus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios**. Rio de Janeiro, 2018.

HEER, J.; BOSTOCK, M.; OGIEVETSKY, V. A Tour through the Visualization Zoo: A survey of powerful visualization techniques, from the obvious to the obscure. **Queue**, v. 8, n. 5, p. 20–30, 2010.

HIDAYAT, W.; HENDAYUN, M.; SASTROSUBROTO, A. S.; HIDAYAT, R.; HARIS, S. Developing Smart Campus Readiness Instrument Based on Pagliaro's Smart Campus Model and Smart City Council's Readiness Framework. *Journal of Physics: Conference Series*. **Anais...** . v. 1783, 2021.

IBM. **O que é Business Analytics?** 2021. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/analytics/business-analytics>>. Acesso em: 11 jun. 2021.

JIA, Y. Construction and Application of Intelligent Campus in Colleges and Universities Under the Background of Big Data. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. **Anais...** . v. 929, p.866–872, 2019.

JURVA, R.; MATINMIKKO-BLUE, M.; NIEMELÄ, V.; NENONEN, S. Architecture and Operational Model for Smart Campus Digital Infrastructure. **Wireless Personal Communications**, v. 113, n. 3, p. 1437–1454, 2020.

LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S.; BENCKE, F. F.; MACHADO, H. P. V. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1–16, 2019.

LIHONG, W. Research on the Construction of Smart Campus Social Platform Based on Hadoop. *Proceedings - 2020 International Conference on Computer Engineering and Application, ICCEA 2020*. **Anais...** . p.214–217, 2020.

LIU, J.; ZHANG, X.; JIN, M. Some thoughts on 'intelligent campus' of military academy. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. **Anais...** . v. 1117 AISC, p.1158–1163, 2020.

LIU, M.; MA, J.; JIN, L. Analysis of Military Academy Smart Campus Based on Big Data. *Proceedings - 2018 10th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IHMSC 2018*. **Anais...** . v. 1, p.105–108, 2018.

LUO, L. Data Acquisition and Analysis of Smart Campus Based on Wireless Sensor. **Wireless Personal Communications**, v. 102, n. 4, p. 2897–2911, 2018.

MA, N.; FU, W. Analysis of cloud computing algorithm based on smart campus message system. **International Journal of Performability Engineering**, v. 15, n. 2, p. 700–709, 2019.

MITROFANOVA, Y. S.; SHERSTOBITOVA, A. A.; FILIPPOVA, O. A. **Modeling the assessment of definition of a smart university infrastructure development level**. 2019.

MONTI, L.; PRANDI, C.; MIRRI, S. IoT and data visualization to enhance hyperlocal data in a smart campus context. *ACM International Conference Proceeding Series. Anais...* . p.1–6, 2018.

MORENO, M. V.; TERROSO-SAENZ, F.; GONZALEZ-VIDAL, A.; et al. Applicability of Big Data Techniques to Smart Cities Deployments. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 13, n. 2, p. 800–809, 2017.

ONG, V. K. Business Intelligence and Big Data Analytics for Higher Education: Cases from UK Higher Education Institutions. **Information Engineering Express**. v. 2, n. 1, p. 65–75, 2016.

PATRICIO, T. S.; MAGNONI, M. Da G. M. Mineração de Dados e Big Data na Educação. **Revista GEMInIS**. v. 9, n. 1, p. 57–75, 2018.

PHAM, T. V.; NGUYEN, A. T. T.; NGO, T. D.; et al. Proposed Smart University Model as a Sustainable Living Lab for University Digital Transformation. Proceedings of 2020 5th International Conference on Green Technology and Sustainable Development, GTSD 2020. *Anais...* . p.472–479, 2020.

PO, L.; BIKAKIS, N.; DESIMONI, F.; PAPASTEFANATOS, G. **Linked Data Visualization Techniques, Tools, and Big Data**. 1º ed. Electronic 2160-472X: Morgan & Claypool, 2020.

POMPEI, L.; MATTONI, B.; BISEGNA, F.; et al. Composite Indicators for Smart Campus: Data Analysis Method. Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC/I and CPS Europe 2018. *Anais...* , 2018.

PRANDI, C.; MONTI, L.; CECCARINI, C.; SALOMONI, P. Smart Campus: Fostering the Community Awareness Through an Intelligent Environment. **Mobile Networks and Applications**, v. 25, n. 3, p. 945–952, 2020.

RICHARDSON, J. et al. **Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms**. Gartner, 2020. Disponível em: <<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-1Y7VEZB3&ct=200128&st=sb>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

ROBERTS, D.; JOHNSON, R. Evolving frameworks: A pattern language for developing object-oriented frameworks. **Pattern Languages of Program Design**, v. 3, n. May 2014, p. 15, 1997.

CORRÊA, U.; PINTO, A.; CODAS, A.; FERREIRA, D.; MONTEZ, C. Redes locais sem fio: conceitos e aplicações. Passo Fundo: **IV Escola Regional de Redes de Computadores**, 2006.

SCHENATZ, B. N. **Smart Campus e Analytics para redução da evasão e promoção da permanência no ensino superior: um estudo de caso múltiplo**. Tese (Doutorado em

Administração) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, p. 257. 2019.

SCHENATZ, B. N.; CUNHA, M. A. V. C. DA; KUGLER, J. L. C. Smart campus e analytics na gestão de instituições de ensino superior para redução da evasão e promoção da permanência. **Revista Inteligência Competitiva**, v. 9, n. 2, p. 82–101, 2019.

SHAMSUDDIN, N. T.; AZIZ, N. I. A.; COB, Z. C.; GHANI, N. L. A.; DRUS, S. M. Big Data Analytics Framework for Smart Universities Implementations. Lecture Notes in Electrical Engineering. **Anais...** . v. 565, p.53–62, 2019.

TANG, C.; XIA, S.; LIU, C.; et al. **Fog-Enabled Smart Campus: Architecture and Challenges**. Springer International Publishing, 2019.

VENDRÚSCOLO, J. B. G. **Um sistema de business intelligence para a extensão universitária**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Centro Sócio Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, p. 175. 2020.

VERSTAEVEL, N.; BOES, J.; GLEIZES, M.-P. From smart campus to smart cities issues of the smart revolution. 2017. **Anais...** . p.1–6, 2017.

VILLEGAS-CH, W.; MOLINA-ENRIQUEZ, J.; CHICAIZA-TAMAYO, C.; ORTIZ-GARCÉS, I.; LUJÁN-MORA, S. Application of a big data framework for data monitoring on a smart campus. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 20, 2019.

VILLEGAS-CH, W.; PACHECO, X. P.; MORA, S. L. Application of a smart city model to a traditional university campus with a big data architecture: A sustainable smart campus. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 10, 2019.

XU, X.; WANG, Y.; YU, S. Teaching performance evaluation in smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 77754–77766, 2018.

YAN, H.; HU, H. A study on association algorithm of smart campus mining platform based on big data. Proceedings - 2016 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2016. **Anais...** . p.172–175, 2017.

YANG, C. T.; CHEN, S. T.; LIU, J. C.; LIU, R. H.; CHANG, C. L. On construction of an energy monitoring service using big data technology for the smart campus. **Cluster Computing**, v. 23, n. 1, p. 265–288, 2020.

ZHAN, X.; LU, J.; YUAN, H. Research on the Application of Decision Support System on Smart Campus. Proceedings - 2nd International Conference on Computer Network, Electronic and Automation, ICCNEA 2019. **Anais...** . p.462–467, 2019.

ZHANG, P. Smart Campus Construction in the Big Data Era. Journal of Physics: Conference Series. **Anais...** . v. 1533, 2020.

ZHOU, X. Application Research of Face Recognition Technology in Smart Campus. Journal of Physics: Conference Series. **Anais...** . v. 1437, 2020.