

ARTÍCULO ORIGINAL

## SMART CAMPUS: posibles caminos para las universidades brasileñas

*Roberto Gonçalves Brito de Jesus<sup>1</sup>  
Ana Karla Gomes Camelo<sup>2</sup>*

### RESUMEN

A lo largo de las dos últimas décadas se han llevado a cabo diversos estudios con vistas a lograr que las ciudades se adapten mejor a la introducción masiva de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación (TDIC). Así, en el ámbito del urbanismo, se acuñó el término «Smart Cities» (ciudades inteligentes). Con el paso de los años, la investigación se ha ampliado y ha llegado al contexto educativo, dando lugar a los «Smart Campuses», debido a las similitudes entre los campus universitarios y las ciudades. El Campus Inteligente es un entorno en el que existe una notable eficiencia en ámbitos como las infraestructuras, la seguridad, la sanidad y, en particular, la educación. Teniendo esto en cuenta, el objetivo de este estudio era analizar sistemáticamente los artículos científicos relacionados con el término «Smart Campus». Se trata, por tanto, de un estudio metodológico mediante una revisión sistemática, con un enfoque meta-analítico, de carácter cualitativo y cuantitativo derivado del uso del software Parsifal. Los resultados apuntan a una falta de consenso sobre el concepto de Campus Inteligente, pero convergen en el entendimiento de que las Tecnologías de la Información y la Comunicación son esenciales para la realización de proyectos encaminados a «ser inteligentes». Por último, se presenta una metodología marco propuesta por la Universidad de la Sapienza como modelo sugerido para la prospección de proyectos en universidades de Brasil. Se espera que este estudio contribuya a nuevos trabajos dirigidos a la construcción de Smart Campuses en Brasil.

**Palabras clave:** universidades inteligentes; tecnologías digitales de la información y la comunicación; Internet de los objetos.

## SMART CAMPUS: possible paths for Brazilian universities

### ABSTRACT

Over the last two decades, various studies have been undertaken with a view to making cities more

---

1. Universidade Estadual do Maranhão (robertogbrito89@gmail.com)

2. Universidade Estadual do Maranhão (karlagcamelo@gmail.com)



adaptable to the massive introduction of Digital Information and Communication Technologies (DICTs). Thus, in the field of urban planning, the term Smart Cities was coined. Over the years, research has expanded and reached the educational context, giving rise to Smart Campuses, due to the similarities between university campuses and cities. The Smart Campus is an environment where there is remarkable efficiency in areas such as infrastructure, security, health and notably education. With this in mind, the aim of this study was to systematically analyze scientific articles linked to the term Smart Campus. This is therefore a study using a systematic review methodology, with a meta-analytical approach, of a qualitative and quantitative nature derived from the use of the Parsifal software. The results point to a lack of consensus on the concept of a Smart Campus, but converge on the understanding that TDIC are essential for carrying out projects aimed at being smart. Finally, a framework methodology proposed by the University of Sapienza is presented as a suggested model for prospecting projects at universities in Brazil. It is hoped that this study will contribute to the creation of new projects that will lead to the construction of Smart Campuses in Brazil.

**Keywords:** Smart universities; Digital Information and Communication Technology; Internet of Things.

## **SMART CAMPUS: caminhos possíveis para universidades brasileiras**

### **RESUMEN**

Nas últimas duas décadas diversos estudos têm sido empreendidos na perspectiva de tornar as cidades mais adaptáveis à maciça inserção de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Assim, no campo do planejamento urbano, foi criado o termo Smart Cities. Com o passar dos anos, as pesquisas foram se expandindo e atingindo o contexto educacional, fazendo surgir então, os Smart Campus, em virtude das semelhanças que os campi universitários e as cidades possuem entre si. O Smart Campus parte do princípio de ser um ambiente onde há uma notável eficiência em áreas como infraestrutura, segurança, saúde e notadamente educação. Nesse sentido, este estudo teve por objetivo analisar de forma sistemática artigos científicos ligados ao termo de Smart Campus. Trata-se, portanto, de uma pesquisa com uso metodológico de revisão sistemática, com enfoque meta-analítico, de caráter qualitativo e quantitativo derivado do uso do software Parsifal. Os resultados apontam um dissenso a respeito do conceito de Smart Campus, no entanto, convergem para o entendimento de que as TDIC são primordiais para a realização de projetos visando o “ser inteligente”. Por fim, apresenta-se uma metodologia de framework proposto pela Universidade de Sapienza como uma sugestão de modelo para a prospecção de projetos em universidades do Brasil. Espera-se assim, que este estudo contribua para suscitar novos trabalhos que levem a construção de Campi Inteligentes no Brasil.

**Palabras clave:** Universidades inteligentes; Tecnologia Digital de Informação e Comunicação; Internet das Coisas.



## 1. INTRODUCCIÓN

Las transformaciones resultantes de la inserción de las Tecnologías Digitales de Información y Comunicación (TDIC) se han vuelto cada vez más visibles a lo largo de los años. Estas transformaciones han impactado diversas esferas de la sociedad en áreas como educación, trabajo, salud, administración pública, comunicación y cultura, trayendo así, múltiples formas de organización en el contexto de las sociedades inmersas en la ‘modernidad tardía’, cuyo resultado es una aceleración significativa en los cambios sociales (Giddens, 1997).

Entre las principales transformaciones resultantes de la inserción de las TDIC, podemos mencionar el acceso ampliado a la educación a través de plataformas de enseñanza a distancia, cursos en línea y recursos educativos digitales; las posibilidades de teletrabajo, especialmente a partir del período pandémico, que han alterado la dinámica del entorno laboral; el crecimiento de plataformas digitales, como el comercio electrónico (e-commerce) y las fintechs; el uso intensificado de la telemedicina para consultas médicas; así como otras cuestiones, como la digitalización de los servicios públicos y el auge de las redes sociales.

A este contexto de transformaciones sociales se suma el constante crecimiento de la población mundial, que se espera alcance los 10.4 mil millones de habitantes para la década de 2080 (UNFPA, 2022<sup>1</sup>). Esta tendencia también se observa en Brasil, que registró un crecimiento poblacional del 6.5%, es decir, 12,306,713 personas más entre 2010 y agosto de 2022, lo que resultó en una tasa de crecimiento anual de 0.52%. A pesar de ser la tasa más baja observada desde el inicio de la serie histórica en 1872, sigue siendo relevante para la situación demográfica del país (IBGE, 2023).

Frente a este escenario, un concepto en particular ha ganado gran relevancia: el de Smart Cities o Ciudades Inteligentes. Este concepto surgió con el objetivo de proporcionar soluciones para enfrentar los problemas derivados de la urbanización concentrada (Neves et al., 2017). A pesar de que no existe un consenso sobre la definición exacta de Smart Cities, se puede entender como una ciudad que utiliza tecnologías avanzadas y soluciones innovadoras para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, aumentar la eficiencia de los servicios urbanos y promover la sostenibilidad (Jesus; Pereira; Santiago, 2018).

A continuación, el concepto de Smart Campus surge como una derivación de las Smart Cities, debido a las similitudes que existen entre los campus universitarios y las ciudades. Ambos se integran a este contexto a través del gran potencial dinamizador que poseen en relación con las interacciones que ocurren dentro de los espacios universitarios (Jesus; Pereira; Santiago, 2018).

A partir de esta contextualización, este artículo tiene como objetivo general analizar, fundamentado en una revisión sistemática de la literatura, los principales conceptos asociados al término Smart Campus, y listar algunas de las posibilidades tecnológicas que están en desarrollo por instituciones educativas nacionales e internacionales, basadas en dicho término. La propuesta es señalar caminos para la transición de un modelo tradicional de universidad a un campus inteligente.

---

1 Fondo de Población de las Naciones Unidas: [www.unfpa.org](http://www.unfpa.org).

## 2. ASPECTOS TEÓRICOS

Es inequívoco afirmar que las Tecnologías Digitales de Información y Comunicación (TDIC) han transformado la educación al facilitar el acceso al conocimiento, promover el aprendizaje colaborativo y personalizar la enseñanza. Uno de los principales ejemplos de esta transformación en el campo educativo es el avance de la Educación a Distancia, que de cierta manera ha democratizado el acceso a la educación, haciéndola más accesible y adaptable a las necesidades individuales.

El último Censo de la Educación Superior divulgado por el Instituto Nacional de Estudios y Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2023), referente al año 2022, corrobora la información mencionada anteriormente, ya que indicó un crecimiento del 139.5% en el número de vacantes ofrecidas en cursos de grado en modalidad de Educación a Distancia (EaD) entre 2018 y 2022. Año tras año, la sociedad se enfrenta a transformaciones significativas en términos de innovaciones educativas, como la inclusión de inteligencias artificiales como el ChatGPT.

El surgimiento de tecnologías disruptivas, como la inteligencia artificial o simplemente IA, y su rápida integración en los procesos educativos, ha generado un gran debate en los espacios académicos. Este escenario, de convergencia entre la tecnología digital, la innovación educativa y la necesidad de ambientes de aprendizaje más eficientes, ha abierto el camino para el advenimiento de las llamadas **Smart Universities** o **Smart Campus**. Las universidades inteligentes buscan integrar tecnologías como la IA, IoT y big data para mejorar la experiencia académica y administrativa, promoviendo un aprendizaje más personalizado y colaborativo.

Sin embargo, según Roth-Berghofer (2013), algunos aspectos deben ser considerados para que una universidad sea clasificada como “inteligente”. Para él, una Universidad Inteligente se describe como una plataforma de adquisición y entrega de datos para impulsar el análisis y la mejora del entorno de enseñanza y aprendizaje.

Según Ferreira y Araújo (2018), el Campus Inteligente puede entenderse como un ecosistema colaborativo, enriquecido con tecnología, que tiene la capacidad de responder rápidamente a las demandas de los interesados, con el objetivo de aumentar la calidad de vida en el campus, entregar valor y equilibrar los intereses. Para los autores, la característica principal de un campus inteligente radica en la rápida adaptación del entorno a las demandas, que pueden provenir de diferentes orígenes y contextos.

Según estos autores, las tecnologías integradas en las **Smart Universities** facilitan la colaboración entre instituciones educativas, investigadores y estudiantes de todo el mundo, promoviendo un entorno de aprendizaje más diverso e interconectado. Cabe destacar también que este modelo universitario facilita la práctica de la educación abierta, poniendo a disposición recursos educativos abiertos (REA) que permiten que cualquier persona tenga acceso a materiales de aprendizaje de calidad (Freitas, 2019).

La investigación realizada fue motivada por la realidad de las universidades brasileñas en relación con este modelo de institución. Según el Censo de la Educación Superior (INEP, 2023), Brasil cuenta actualmente con 2,595 Instituciones de Educación Superior (IES), de las cuales 2,283 son

privadas y 312 son públicas. Sin embargo, según un estudio realizado por Bandeira, L.; Bandeira, B.; Neto y Casimiro (2022), en el país se han identificado únicamente nueve Smart Campus, de los cuales seis pertenecen al sector público y tres al sector privado.

En este sentido, esta investigación tuvo como premisa dar mayor visibilidad al tema en cuestión, debido a la importancia de concebir proyectos que acompañen e incorporen las posibilidades tecnológicas disponibles, con el objetivo de promover un desarrollo equilibrado y la mejora de la calidad de vida.

### 3. METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo propuesto, se utilizó como recurso metodológico la Revisión Sistemática de la Literatura [RSL] con un enfoque meta-analítico. En este tipo de procedimiento, se combina la meta-análisis, que busca conocimiento a través de datos empíricos secundarios, con la sistematización de la selección bibliográfica. (Mariano; Rocha, 2017).

Para la realización de la RSL, se utilizó como soporte el software Parsifal<sup>2</sup> v2.2.0, siguiendo el Protocolo de Revisión de Literatura, el cual se describe a lo largo de esta sección. La Revisión Sistemática de la Literatura es un método para evaluar e interpretar toda la investigación relevante sobre una determinada pregunta, tema o fenómeno de interés. La RSL permite el análisis de un conjunto delimitado de estudios, considerando los objetivos específicos que se persiguen, y enfocándose en profundizar los conocimientos ya existentes sobre un tema particular (Kitchenham et al., 2009).

El objetivo de esta revisión sistemática fue identificar los conceptos de Smart Campus y listar las posibles iniciativas de proyectos, considerando la perspectiva de campus inteligente. El desarrollo del Protocolo de Revisión siguió los criterios del PICOC, uno de los métodos más utilizados en revisiones sistemáticas. En este enfoque, el investigador debe definir la Población, la Intervención, la Comparación, los Resultados (es decir, Outcomes) y el Contexto, a partir de las preguntas de investigación. Para este estudio, se utilizaron los siguientes parámetros:

- **Población:** publicaciones enfocadas en el contexto de las universidades
- **Intervención:** “Smart Campus”, Universidades Inteligentes
- **Comparación:** no aplica
- **Resultados:** Conceptos de “Smart Campus”, proyectos en desarrollo relacionados con dicho término y los desafíos de estos proyectos desde la perspectiva de la universidad inteligente
- **Contexto:** Estudios Primarios.

---

<sup>2</sup> El Parsifal (<http://parsifal>) es una herramienta en línea creada para apoyar a los investigadores en la realización de revisiones sistemáticas de la literatura. Permite que investigadores ubicados en diferentes lugares geográficos trabajen de manera colaborativa dentro de un espacio compartido, diseñando el protocolo y llevando a cabo la investigación.

Las fuentes de búsqueda utilizadas fueron Scopus y IEEE Xplore. La elección de estas bases de datos se debió a su relevancia para acceder a información de publicaciones que apoyan tanto el desarrollo de investigaciones como la actividad académica. La secuencia de búsqueda fue especificada considerando los principales términos de los fenómenos investigados. Se realizaron búsquedas piloto con el fin de refinar la cadena de caracteres de la pesquisa. Después de tres intentos, se definió la siguiente secuencia de búsqueda (Search String) utilizada para buscar en palabras clave, título, resumen y texto completo de las publicaciones:

- (“Smart Campus” o “Universidad Inteligente”) y (“Conceptos” o “Concepts” o “aplicaciones” o “proyectos”) y (“principales desafíos” o “main challenges”).

Los criterios resumidos de inclusión y exclusión se presentan en el cuadro 1. Sin embargo, de manera general, para el análisis que se realizó, solo se consideraron válidos los estudios primarios, publicados entre 2019 y 2023, que ofrecieran alguna contribución sobre el concepto de Smart Campus, ejemplos de proyectos y los desafíos para la implementación de estos en un campus universitario.

**Cuadro 1.** Criterios de Inclusión y Exclusión

N	CRITERIOS DE INCLUSIÓN
1	Año de publicación entre 2019 y 2023
2	Presenta el concepto de “Smart Campus”
3	Presenta ejemplos o modelos de proyectos para “Smart Campus”
4	Presenta los desafíos de proyectos basados en Universidades Inteligentes
5	Idioma: Inglés o portugués
N	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
1	Estudio fuera del alcance
2	Estudios duplicados
3	Estudios anteriores a 2019
4	Libros, tesis o disertaciones
5	No está escrito en inglés o portugués
6	No permite acceso gratuito al texto completo
7	Artículos cortos (4 páginas o menos)
8	Textos completos no disponibles por razones técnicas de la base de datos

Fuente: Datos originales de la investigación, 2024.

### 3.1 Criterios para la selección de los estudios

El procedimiento de selección de los estudios consistió en cuatro etapas principales. En la etapa 1, se realizó la preselección de los artículos mediante el uso de la cadena de búsqueda. La aplicación

de la secuencia de búsqueda resultó en 280 textos científicos, de los cuales 101 provinieron de la IEEE Digital Library (36,1%) y 179 de Scopus (63,9%).

Estos estudios fueron importados a la plataforma Parsifal para iniciar el primer procedimiento de filtrado, cuyo objetivo fue excluir trabajos duplicados. Para identificar estos estudios, se utilizó la opción *find duplicates*, que permite a la aplicación detectar textos con el mismo título y los mismos autores. El resultado de esta acción fue la identificación de 47 estudios duplicados.

A partir de esta primera preselección, 233 estudios fueron considerados aptos para pasar a la siguiente etapa. La segunda etapa para la selección de los trabajos a ser incluidos se basó en la lectura de los resúmenes. En este proceso, se excluyeron 3 trabajos por duplicidad de contenido (aunque tenían títulos diferentes) y otros 155 fueron rechazados por no estar en conformidad con el alcance de la propuesta, fuera de la ventana temporal elegida (2019 y 2023), por ser libros, tesis, disertaciones o *short papers*. No se identificaron estudios escritos en un idioma diferente a los previamente seleccionados (inglés o portugués).

El resultado de esta segunda etapa fue la selección de 75 trabajos aceptados para ser leídos en su totalidad, de acuerdo con los criterios descritos en el Protocolo. Estos estudios fueron luego catalogados en una hoja de cálculo electrónica. En esta etapa, se verificó la viabilidad de acceso abierto a todos los materiales. Sin embargo, 12 trabajos no estaban disponibles de forma gratuita en las bases de datos a través del Portal de Periódicos de la Capes, cinco (05) presentaron errores de acceso, cinco (05) eran *short papers* y otros tres (03) se ajustaban al criterio de exclusión por ser libros o revisiones sistemáticas (considerando que el estudio solo acepta trabajos primarios), lo que impidió su inclusión en el estudio. Tras todos estos procedimientos, quedaron 49 estudios considerados relevantes para la revisión.

### 3.2 Evaluación de la calidad

La calidad de una investigación científica está directamente influenciada por la rigurosidad metodológica empleada, siendo la validez interna uno de los criterios fundamentales para evaluar la confiabilidad de los resultados (Richardson, 2011). Este enfoque es respaldado por Kitchenham y Charters (2007), quienes argumentan que la calidad está relacionada con el grado en que el estudio minimiza el sesgo y maximiza tanto la validez interna como externa (Vilela et al., 2017).

Así, para evaluar la calidad de los estudios seleccionados, se procedió a la creación de una lista de verificación compuesta por seis preguntas, cuyas respuestas fueron clasificadas en “Sí”, “Parcialmente” y “No”. A cada una de estas respuestas se le asignó un peso diferente, siendo 6 la puntuación máxima y 3,5 la calificación mínima para que el estudio fuera aceptado, como se puede visualizar en la Tabla 1.

Tabla 1. Índice de Calidad

DESCRIPCIÓN	PESO
Sí	1.0
Parcialmente	0.5
No	0.0

Fuente: Datos originales de la investigación, 2024.

Toda la análisis se realizó en la plataforma Parsifal. A medida que los artículos eran evaluados, se generaba una lista resumen para una visualización más completa de los trabajos considerados relevantes para el estudio propuesto.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Es un hecho que en los últimos 20 años se han realizado numerosos estudios con el objetivo de presentar conceptos relacionados con el término Smart Campus. Sin embargo, lo que se observa es un consenso limitado sobre lo que realmente significa dicho término. Además del concepto, también se percibe una escasa sistematización en cuanto a los ejemplos o modelos de proyectos tecnológicos utilizados en universidades inteligentes. A partir de este contexto, se constató la relevancia de realizar una revisión sistemática de la literatura.

La evaluación de calidad de los artículos resultó en la aprobación de 22 estudios que, basados en las preguntas propuestas, obtuvieron una puntuación igual o superior a 3.5. Las preguntas utilizadas para la evaluación se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Criterios de evaluación de la calidad

N.	PREGUNTAS
1	¿El estudio indica conceptos de “Smart Campus” de forma precisa?
2	¿El estudio presenta ejemplos o modelos de proyectos para “Smart Campus”?
3	¿El estudio señala los principales desafíos para la implementación de proyectos basados en “Smart Campus”?
4	¿El estudio realizó un experimento bien descrito para evaluar la propuesta?
5	¿El objetivo de la investigación está claramente descrito?
6	¿Los autores describen las limitaciones del estudio?

Fuente: Datos originales de la investigación, 2024.

El resultado de los criterios de evaluación se presenta en las siguientes secciones, divididas en tres partes: 1) conceptos de Smart Campus; 2) ejemplos o modelos de proyectos para Smart Campus; y 3) principales desafíos encontrados para la implementación de proyectos enfocados en el concepto



de Smart Campus. Para cumplir con los objetivos del artículo, se consideró fundamental centrarse exclusivamente en estos tres aspectos.

#### 4.1 Conceptos de Smart Campus

Como se predijo en la introducción de este trabajo, el término *Smart Campus* surge en el ámbito científico como una derivación del concepto de *Smart City*. Las similitudes que los campus universitarios comparten con una estructura de ciudad han convertido a las universidades en laboratorios, donde múltiples investigadores pueden “probar” sus proyectos con la expectativa de transformar estos espacios en entornos cada vez más eficientes en términos del uso de recursos naturales y tecnológicos.

En el ámbito de la concepción de lo que representa un *Smart Campus*, diversos autores afirman que su desarrollo está orientado a proporcionar un entorno cómodo para sus usuarios, mediante el amplio uso de las tecnologías digitales de información y comunicación. En el Cuadro 3, se presentan los conceptos/enfoques de *Smart Campus* identificados en la RSL.

**Cuadro 3.** Conceptos de Smart Campus

N	Autor y Año	Conceptos Identificados
1	Cibilić; Poslončec-Petrić; Matošić (2023)	La idea fundamental es crear un campus que haga el máximo uso de sus recursos, proporcione servicios de alta calidad a la comunidad del campus y lo logre gastando menos dinero en operaciones.
2	Kou; Park (2023)	Un campus inteligente se caracteriza por un entorno cómodo, eficiente en el uso de energía y seguro, que contribuye de manera adecuada al crecimiento de la educación en el campus y a la gestión administrativa.
3	Nóbrega; Miki; Palacio (2022)	Definimos un campus inteligente como una institución de educación superior que crea un ecosistema utilizando Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para alcanzar la sostenibilidad, mediante un modelo de aprendizaje basado en la gobernanza, colaborativo y adaptativo, con el objetivo de promover una mejor habitabilidad para sus partes interesadas.
4	Huang; Su; Pao (2019)	El campus inteligente es un concepto de actualización del entorno universitario en diversos aspectos mediante el uso de tecnologías emergentes.
5	Samancioglu; Nuere (2023)	El concepto central del campus inteligente consiste en combinar una variedad de tecnologías avanzadas para lograr un alto rendimiento educativo, proporcionar comodidad a los usuarios y ser ecológicamente sostenible, de acuerdo con las diversas definiciones y características encontradas.
6	Zabalos <i>et al.</i> (2020)	Los campus inteligentes (SCs) son universidades donde dispositivos y aplicaciones tecnológicas crean nuevas experiencias o servicios y facilitan la eficiencia operativa.
7	Zarpellon <i>et al.</i> (2023)	Un entorno educativo que está impregnado con tecnologías de habilitación para servicios inteligentes, con el objetivo de mejorar el desempeño educativo, al tiempo que satisface los intereses de las partes interesadas, mediante amplias interacciones con otros dominios interdisciplinarios en el contexto de la ciudad inteligente.
8	Opranescu; Nedelcu; Ionita (2023)	Un campus inteligente puede definirse como un objetivo alcanzable de soporte digitalizado, utilizando las tecnologías adecuadas y aprovechando los recursos proporcionados por los servicios de IoT (Internet de las Cosas) y proveedores de nube, con el fin de integrarlos y desarrollar un sistema interconectado.

9	Pham <i>et al.</i> (2020)	Es una plataforma que adquiere y proporciona datos clave para conducir el análisis y la mejora del entorno de enseñanza y aprendizaje, o incluso como un concepto que abarca una modernización integral de todos los procesos educativos.
10	Wahid <i>et al.</i> (2021)	En términos del concepto de <i>Smart Campus</i> , se trata de un campus que implementa e integra sistemas de aprendizaje a través de la tecnología de la información.
11	Lobato <i>et al.</i> (2021)	El concepto de <i>Smart Campus</i> está inserto en la esfera académica, al igual que las <i>Smart Cities</i> , con el objetivo de mejorar la calidad de vida de su población.
12	Fernandez <i>et al.</i> (2023)	Es un entorno abierto, conectado, adaptable y sostenible.
13	Valks; Arkesteijn; Heijer (2019)	En esta investigación, los sistemas o servicios que miden el uso del espacio en tiempo real y proporcionan esta información a los usuarios o gestores del campus se denominan “herramientas de campus inteligente”.
14	Min-Allah; Alrashed (2020)	Un campus inteligente se considera como la integración de la computación en la nube y el Internet de las Cosas (IoT), que ayuda en la gestión, enseñanza, investigación y otras actividades dentro de las universidades. Un campus inteligente adopta los conceptos de las <i>smart cities</i> y enfrenta los mismos desafíos.
15	Mustafa <i>et al.</i> (2021)	El campus inteligente es la versión actualizada de una universidad digital, proporcionando un mejor ambiente académico para profesores y estudiantes.
16	Fortes <i>et al.</i> (2019)	El concepto de <i>Smart Campus</i> deriva del concepto de <i>Smart City</i> , que surgió como la aplicación de la recolección automática de datos ambientales y su procesamiento para lograr una gestión eficiente de las áreas urbanas, así como de sus recursos y activos. Este enfoque está respaldado por la aplicación masiva de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y por el paradigma del Internet de las Cosas (IoT).
17	Sui; Xie (2023)	El “campus inteligente” es un conjunto de soluciones técnicas para la educación inteligente basadas en el desarrollo y la construcción de tecnologías de la información. El campus inteligente puede considerarse como un modelo de gestión del campus basado en tecnologías de la información, cuyo objetivo es integrar y optimizar los recursos del campus para ofrecer servicios inteligentes.
18	Blazevic; Riehle (2023)	Un campus inteligente puede ser considerado como parte de una ciudad inteligente. Ambos comparten una estructura similar; un <i>Smart Campus</i> puede verse como una <i>Smart City</i> a pequeña escala.

Fuente: Datos originales de la investigación, 2024.

Al analizar el Cuadro 3, se observan las convergencias en la concepción de *Smart Campus* en los siguientes aspectos:

1. El desarrollo de un Smart Campus se basa en el uso intensivo de las Tecnologías Digitales de Información y Comunicación.
2. El objetivo de la creación de un Smart Campus está orientado a ofrecer al público un entorno más cómodo, sostenible y eficiente.
3. La finalidad principal de un Smart Campus es la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## 4.2 Soluciones Tecnológicas en el “Smart Campus”

Las soluciones tecnológicas que pueden implementarse en un *Smart Campus* son diversas y están principalmente relacionadas con recursos que faciliten la toma de decisiones administrativas, con el

objetivo de transformar el campus en un entorno más eficiente y productivo. Con el advenimiento del Internet de las Cosas (IoT), proyectos relacionados con tecnologías portátiles, agricultura inteligente, transporte inteligente, energía eficiente y sostenible han ido ganando cada vez más difusión. En la Tabla 4, presentamos ejemplos de proyectos propuestos para *Smart Campus*.

**Cuadro 4.** Ejemplos de proyectos para Smart Campus

N	Autor e Data	Exemplos identificados
1	Cibilić; Poslončec-Petrić; Matošić (2023)	Drones y Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT)
2	Kou; Park (2023)	DR automático (auto-DR)
3	Huang; Su; Pao (2019)	Aulas inteligentes
4	Zabalos <i>et al.</i> (2020)	Modelado interdisciplinario de gemelos digitales que puede integrarse con los sistemas de apoyo a la decisión existentes, proporcionando recomendaciones cuantitativas y sugerencias sobre arquitectura y políticas sostenibles de ingeniería TIC, es decir, monitoreo ambiental.
5	Zarpellon <i>et al.</i> (2023)	Arquitectura IoT para gestión de energía eléctrica y consumo de agua.
6	Chakal <i>et al.</i> (2023)	Tecnologías de realidad aumentada y virtual (AR/VR) para ofrecer una comprensión más integral del entorno del campus.
7	Opranescu; Nedelcu; Ionita (2023)	Automatización de procesos administrativos y automatización de procesos decisionales de los estudiantes mediante la importación de horarios personalizados para estudiantes y profesores usuarios, generación de calendarios personalizados, servicio de recomendación de asistente virtual para estudiantes y proceso automatizado de intercambio de asignaturas.
8	Chen <i>et al.</i> (2022)	Desarrollo de arquitectura orientada a la computación en el borde de múltiples accesos (MEC) para regiones remotas, donde existe conectividad limitada o inexistente para un entorno centralizado.
9	Pham <i>et al.</i> (2020)	Laboratorio Vivo.
10	Wahid <i>et al.</i> (2021)	Enseñanza híbrida síncrona a través de videoconferencias para sistemas de aprendizaje en línea; Solución de Equipos Inteligentes - basada en dispositivos de Internet de las Cosas para el control de luz, aire acondicionado, proyector LCD y teclas del aula.
11	Lobato <i>et al.</i> (2021)	Movilidad eléctrica – proyecto Sistema de Gestión de Movilidad Eléctrica Multimodal Inteligente para modalidades de autobuses y barcos eléctricos.
12	Fernandez <i>et al.</i> (2023)	Gemelo digital
13	Min-Allah; Alrashed (2020)	RFID, IoT, computación en la nube, tecnología de visualización 3D (realidad aumentada), tecnología de sensores (movimiento, temperatura, luz, humedad), tecnología móvil (incluyendo NFC, código QR, GPS) y servicio web.
14	Oberascher <i>et al.</i> (2022)	Proyecto ‘Smart Water’ – instalación de medidores digitales y válvulas para monitorear y controlar la red de distribución de agua (WD).
15	Mustafa <i>et al.</i> (2021)	Aulas inteligentes; Laboratorios inteligentes; IoT en la gestión de residuos y agua; IoT en un campus más seguro; Vigilancia por video; Cerraduras inteligentes y control de acceso; Rastreo de activos; Rastreo de personas; IoT en eficiencia energética y ahorro de costos; IoT en aplicaciones móviles; Sistema de atención inteligente; Código QR; Detección y rastreo de ocupación; Estacionamiento eficiente; IoT en la biblioteca inteligente.
16	Fortes <i>et al.</i> (2019)	Islas Verdes

17	Sui; Xie (2023)	Plataformas de enseñanza en línea
18	Abdullah <i>et al.</i> (2019)	Construcción de edificios inteligentes; Smart Grid del campus.
19	Blazevic.; Riehle (2023)	Sensores IoT para monitoreo de los usuarios.

Fuente: Datos originales de la investigación, 2024.

En el análisis del Cuadro 4 se observa que el uso de sensores para el control de los ambientes es uno de los recursos más recurrentes en los proyectos en desarrollo con enfoque en Smart Campus. Además, se destaca que la gestión eficiente del agua y la energía son elementos fundamentales para entender si un determinado ambiente es o puede ser considerado inteligente.

Casi todas las soluciones presentadas se basan en IoT para ser funcionales. De manera resumida, la Internet de las Cosas, o “Internet of Things” (IoT), se refiere a una red de objetos físicos interconectados que, a través de sensores, software y otras tecnologías, son capaces de recopilar, procesar e intercambiar información a través de internet, promoviendo la integración y automatización de dispositivos en diversos contextos (Ashton, 2009; Bassi; Horn, 2008). Según Atzori, Iera y Morisio (2010), la IoT tiene raíces que se remontan a los años 90, con proyectos pioneros que ya exploraban la conectividad de dispositivos y la recopilación de datos. Esta larga trayectoria explica la actual diversidad y amplitud de las aplicaciones de la IoT, que se ha convertido en una tecnología versátil y multifuncional, presente en diversos sectores de la sociedad, como se puede observar en la Figura 1.

**Figura 1.** Aplicaciones de IoT



Fuente: Adaptado de Freitas, 2016.

Esta serie de aplicaciones es resumida por Mustafa et al. (2021), quienes destacan las siguientes posibilidades tecnológicas: IoT en la Gestión de residuos y agua; IoT en un campus más seguro; IoT en eficiencia; IoT en aplicaciones móviles e IoT en la biblioteca inteligente. Así, a través de IoT es posible

modernizar, optimizar y automatizar las ciudades, y de manera similar, el campus universitario, mediante objetos tecnológicos.

### 4.3 Principales desafíos para la ejecución de proyectos en Smart Campus

Los resultados presentados hasta esta etapa pueden ser entendidos como pautas para la planificación de un Smart Campus. Sin embargo, es necesario tener en cuenta los desafíos que existen cuando se trabaja con tecnologías que gestionan, principalmente, datos, ya sea de una población en una municipalidad, o en un entorno más reducido, pero igualmente complejo, como el de un campus universitario. De este modo, presentamos en el cuadro 5 los principales desafíos mapeados en la RSL.

**Cuadro 5.** Principales desafíos para la ejecución de proyectos en “Smart Campus”

N	Autor y Fecha	Principales desafíos
1	Kou; Park (2023)	Altos costos de conexión y computación; Confidencialidad de los datos.
2	Nóbrega; Miki; Palacio (2022)	Seguridad de los datos.
3	Samancioglu; Nuere (2023)	A pesar de que la transición hacia el desarrollo de campus inteligentes aún está en proceso, existen pocas pruebas de que las opiniones de los usuarios sean consideradas en los procesos de toma de decisiones. Además, se destacan los sistemas con tecnologías poco adecuadas para los entornos y la negligencia de los espacios al aire libre en los campus.
4	Zabalos <i>et al.</i> (2020)	El concepto de inteligencia del campus aún necesita ser exhaustivamente probado, debido principalmente a los innumerables tipos de sistemas, tecnologías y dispositivos inteligentes disponibles para estudiantes, profesores e instituciones académicas.
5	Zarpellon <i>et al.</i> (2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desafío de permitir que diferentes sistemas puedan comunicarse entre sí de manera simple y directa, ya que, además de que los datos se generan de manera diferente, su almacenamiento también puede no estar estandarizado.</li> <li>- La construcción de la estructura de la base de datos puede realizarse de diferentes maneras, lo que lleva a incongruencias al intentar integrar datos de diferentes bases, incluso cuando estas bases almacenan los mismos datos.</li> <li>- Los datos de múltiples fuentes solo pueden integrarse cuando se resuelve esta heterogeneidad semántica.</li> <li>- Dificultades que puedan existir en relación con la disposición de participación de las personas involucradas en el sistema cuyos datos serán integrados, así como la reticencia a proporcionar los datos necesarios para la integración.</li> </ul>
6	Chakal <i>et al.</i> (2023)	Dominio de las aplicaciones relacionadas con la RA para ciberseguridad en sectores verticales.
7	Chen <i>et al.</i> (2022)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las infraestructuras tradicionales de información en el campus pueden no ser capaces de soportar aplicaciones inteligentes sensibles a la latencia y que requieren alta capacidad computacional.</li> <li>- Mezcla de aplicaciones antiguas y nuevas, islas de datos aisladas y gestión heterogénea.</li> </ul>
8	Pham <i>et al.</i> (2020)	Seguridad, privacidad, interoperabilidad, estandarización y configuración. Además de cuestiones políticas.

9	Fernandez <i>et al.</i> (2023)	Gestión de datos, adquisición de datos, recursos avanzados de procesamiento, personal capacitado, almacenamiento de datos, estructuras estándar para el intercambio de datos, falta de datos abiertos, accesibilidad para el público y otras partes interesadas, interoperabilidad entre plataformas, privacidad digital y escalabilidad de pilotos para la escala de la ciudad.
10	Valks; Arkesteijn; Heijer (2019)	Los sistemas aún se evalúan principalmente desde una perspectiva técnica y no desde una perspectiva funcional.
11	Min-Allah; Alrashed (2020)	- Seguridad / privacidad. - Actualmente, faltan estándares integrales de interoperabilidad para integrar varios dispositivos.
12	Oberascher <i>et al.</i> (2022)	- Conocimiento suficiente en TI. - Integración de diferentes participantes en el proyecto (diversidad de profesionales). - Altos costos de inversión. - Impactos ecológicos (uso de baterías en los proyectos, por ejemplo).
13	Fortes <i>et al.</i> (2019)	La coexistencia final de elementos de TIC muy heterogéneos representa un desafío para mantener la integración adecuada de todos los diferentes equipos.
14	Sui; Xie (2023)	- Escaso conocimiento de la comunidad académica sobre qué es un Smart Campus. - Seguridad de la información.
15	Abdullah <i>et al.</i> (2019)	- Barreras técnicas observadas desde las siguientes perspectivas: seguridad, privacidad y configuración. - Dificultades financieras debido a los recursos limitados de las universidades. - Obstáculos políticos relacionados con restricciones de privacidad.
16	Blazevic; Riehle (2023)	- Apoyo gubernamental. - Preocupaciones sobre la privacidad. - Influencia social y colaboración en servicios.

Fuente: Datos originales de la investigación, 2024.

El término Smart Cities, del cual derivan las universidades inteligentes, fue creado en la década de 1990, con un enfoque principalmente en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación que se estaban incorporando a la infraestructura urbana (Lopes; Leite, 2021). Es evidente que se ha avanzado considerablemente en los aspectos relacionados con la implementación de proyectos orientados a este concepto. Sin embargo, se observa que, aún hoy, después de tres décadas, persisten muchos desafíos para la implementación de tecnologías que se apropien del término “inteligente”.

Es un consenso entre los autores mapeados en la RSL que la seguridad y privacidad de los datos es el principal desafío a enfrentar. También llama la atención el escaso conocimiento de la comunidad académica sobre qué es un Smart Campus y, en consecuencia, sobre sus beneficios para la optimización de la vida en la universidad, lo que nos lleva a reflexionar sobre las estrategias que pueden adoptarse para mitigar los obstáculos relacionados con la resistencia de muchos en cuanto a su participación en la toma de decisiones para la mejora del entorno universitario.

Se consideró, por lo tanto, en este estudio, que es de suma importancia analizar los desafíos que integran la creación de un Smart Campus, teniendo en cuenta el gasto financiero que comúnmente se requiere en proyectos tecnológicos. Así, conjeturar sobre los obstáculos es relevante para evitar la pérdida de capital humano y económico para el estado o para la propia institución en la que se pretende desarrollar un campus inteligente.

#### 4.4 Marco conceptual para Smart Campus

El término “Smart”, según Alves et al. (2019) citado por Lopes y Leite (2021, p.5), está relacionado con dos grandes áreas: “por un lado, trae una lógica de tecnópolis con el uso de nuevas tecnologías (como IoT, big data, gobernanza algorítmica, etc.) y, por otro, la idea de una ciudad innovadora con la inclusión y participación ciudadana en la gobernanza urbana”. En este sentido, es importante resaltar que el concepto de “ser inteligente” no se limita únicamente a la difusión de las TIDC, sino a todo un conjunto de necesidades, infraestructuras y conceptos sostenibles.

El Smart Campus puede entenderse entonces como una nueva etapa en la construcción de tecnologías de la información en las universidades. Y aunque las investigaciones sobre el tema se concentran en el área de la Ciencia de la Computación, se percibe, a partir de la RSL, que la gestión puede contribuir de manera significativa a esta transición de modelo.

La evolución de las IES brasileñas es necesaria y urgente, considerando también un estudio presentado por Reinsel, Gantz y Rydning (2018) de la International Data Corporation (IDC), que indica una previsión alarmante de interacción de datos: para 2025, aproximadamente el 75% de la población mundial estará conectada e interactuando con datos cada 18 segundos, siendo gran parte de esta interacción originada por dispositivos de Internet de las Cosas (IoT). (Bandeira, L; Bandeira, B; Neto y Casimiro, 2022).

Considerando este contexto y el estado actual de las universidades brasileñas, es posible sugerir la adopción de la metodología del marco conceptual definido por la Universidad de Sapienza, Italia (Pagliaro et al, 2016), que, de manera adaptada, puede ser utilizado como un camino posible para el desarrollo de proyectos que apunten a la mejora de la calidad de vida y la sostenibilidad en el campus, hacia el modelo de Smart Campus. El marco desarrollado por la Universidad de Roma está dividido en seis etapas:

1. **Planificación preliminar** – consiste en el estudio exploratorio de la universidad, cuyo objetivo es identificar los desafíos y las potencialidades del lugar, definir las áreas que serán investigadas y los usuarios beneficiados. En esta etapa también se analiza cómo se recopilarán los datos y la viabilidad de los proyectos;
2. **Identificación de los Campos de Acción** – es un filtro de las áreas preseleccionadas en la etapa 1;
3. **Adquisición de Datos** – esta etapa se caracteriza por la recopilación de datos para la construcción de la base. Se pueden utilizar cuestionarios, entrevistas, consultas públicas a comunidades, entre otros;
4. **Análisis de Datos** – tabulación y evaluación de los datos recopilados;
5. **Categorización de Problemas** – identificación de las deficiencias de cada área;
6. **Definición de Estrategias** – elección de la estrategia más adecuada según el campo de acción. Este proceso se realiza en tres etapas: construcción de Matrices de incidencia (acciones x campos); ponderación de las acciones, donde se asignan puntuaciones a cada acción, siendo: calificación del usuario, calificación de viabilidad y calificación de tiempo. Finalmente, se eligen las acciones ganadoras a partir de las puntuaciones totales más altas.

Considerando el perfil de las universidades nacionales, es sugerente la aplicación de la metodología mencionada anteriormente para la experimentación de proyectos tecnológicos que promuevan la sostenibilidad, y que también puedan ser exportados a las ciudades, contribuyendo así a la construcción de espacios más sostenibles.

Vale la pena discutir, sin embargo, que la propuesta del marco conceptual mencionado tiene en cuenta una realidad diferente de la universidad, así como de la estructura técnico-tecnológica. De este modo, su implementación requiere una planificación cuidadosa, inversión en tecnologías adecuadas y un enfoque integrado para garantizar que todos los componentes funcionen en armonía para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y eficiencia.

Por lo tanto, es imprescindible la inversión en profesionales específicos para trazar los caminos de ejecución de la propuesta, considerando que esta requiere una coordinación que abarque varios aspectos técnicos y organizacionales. El enfoque debe ser adaptable e iterativo para responder a las necesidades en evolución y garantizar la consecución de los objetivos de transformación del campus.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio buscó identificar principalmente conceptos, soluciones tecnológicas y desafíos relacionados con el Smart Campus. Aunque existe una amplia producción científica y el desarrollo de proyectos fundamentados en la concepción aquí discutida en los últimos años, este estudio identificó la falta de consenso respecto a su concepto. Este disenso sugiere la posibilidad de mayores investigaciones en el campo de la temática, ya que el campus inteligente, en su sentido práctico, contiene un considerable potencial dinámico y adaptativo.

En este sentido, se destaca que la propuesta del marco conceptual presentado debe ser igualmente adaptativa, es decir, debe acompañar las constantes transformaciones tecnológicas y académicas, para que el modelo de Smart Campus no se vuelva rápidamente obsoleto, no atendiendo así las necesidades de la comunidad estudiantil.

La intención de esta investigación fue llamar la atención sobre la importancia del desarrollo de proyectos alineados al bienestar y la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en las universidades, así como las posibilidades que ofrece el concepto de Smart Campus para la concreción de dichos objetivos. Así, se realiza una pequeña colaboración referencial sobre las perspectivas de soluciones inteligentes abarcadas por el tema propuesto.



## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, A. *et al.* Toward a smart campus using IoT: Framework for safety and security system on a university campus. **Advances in Science, Technology and Engineering Systems**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 97-193, 2019.

ASHTON, K. That 'Internet of Things' Thing. **RFID Journal**, 2009. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>. Acesso em: 26 nov. 2024.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORISIO, G. The internet of things: A survey. **Computer networks**, [S. l.], v. 54, n. 5, p. 2787-2805, 2010.

BANDEIRA, L. *et al.* SMART CAMPUS NO BRASIL: um estudo exploratório. In: IFBAE – CONGRESSO DO INSTITUTO FRANCO-BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS, 11., 2022, Rennes, França. **Anais [...]**, Rennes, [s. d.], 2022. Disponível em: <https://ifbae.s3.eu-west-3.amazonaws.com/file/congres/smart-campus-no-brasil-bandeira-et-al-640711e03213c507448668.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BLAZEVIC, M.; RIEHLE, D. M. University of Things: Opportunities and Challenges for a Smart Campus Environment based on IoT Sensors and Business Processes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET OF THINGS, BIG DATA AND SECURITY, 8. 2023, Praga, República Checa. **Anais [...]**. Praga, [s. d.], 2023.

CIBILÍĆ, I.; POSLONČEC-PETRIĆ, V.; MATOŠIĆ, N. 3D modeling of the scientific and educational campus Borongaj using Unmanned Aerial Vehicle. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EARTH OBSERVATION AND GEO-SPATIAL INFORMATION (ICEOGI), 2023, Algiers, Argélia. **Anais [...]**. Algiers, [s. d.], 2023.

CHAKAL, K. *et al.* Augmented Reality Integration for Real-Time Security and Maintenance in IoT-Enabled Smart Campuses. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORK PROTOCOLS, 31., 2023. Reykjavik, Islândia. **Anais [...]**. Reykjavik, [s. d.], 2023.

CHEN, Q. *et al.* Educational 5G Edge Computing: Framework and Experimental Study. **Electronics**, Switzerland, v. 11, n. 17, 2022.

FERNANDEZ, J. B. *et al.* Smart DCU Digital Twin: Towards Smarter Universities. In: IEEE SMART WORLD CONGRESS (SWC), 2023, Portsmouth, Hampshire. **Anais [...]**. Portsmouth, [s. d.], 2023.

FERREIRA, F. H. C.; ARAÚJO, R. M. Campus Inteligente: conceitos, aplicações, tecnologias e desafios. **RelaTe-DIA**, [S. l.], v. 11, n. 1, 2018.

FORTES, S. *et al.* The campus as a smart city: University of Málaga environmental, learning, and

research approaches. **Sensors**, Switzerland, v. 19, n. 6, p. 1-23, 2019.

FREITAS, R. R. D. Internet das coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios. São Paulo: Netpress Books, 2016.

FREITAS, M. C. D. Rede de Colaboração e Educação Aberta no Ensino Superior. **Revista REBECIN**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 77-86, 2019. Disponível em: <http://abecin.org.br/portalderevistas/index.php/rebecin>. Acesso em: 12 jul. 2024.

GIDDENS, A. Risco, confiança e reflexividade. In: BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização reflexiva**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista São Paulo, 1997.

HUANG, L-S.; SU, J-Y.; PAO, T-L. A context-aware smart classroom architecture for smart campuses. **Applied Sciences**, [S. l.], v. 9, n. 9, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app9091837>. Acesso em: 26 jul. 2024.

IBGE. 2023. De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. **IBGE**, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes>. Acesso em: 14 ago. 2023.

INEP. Resumo técnico do Censo da Educação Superior em 2022. **INEP**, 2023. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/documentos/2022/apresentacao\\_censo\\_da\\_educacao\\_superior\\_2022.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2022/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2022.pdf). Acesso em: 20 jul. 2024.

JESUS, A. B.; PEREIRA, J. S.; SANTIAGO, T. E. T. Universidades Inteligentes, Projeto Smart UCSAL: mapeando e compartilhando alvos de interatividades no campus de Pituaçu, Salvador – BA. In: SEMOC - SEMANA DE MOBILIZAÇÃO CIENTÍFICA, 2018, Salvador. **Anais [...]**. Salvador, [s. d.], 2018.

KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic Literature Reviews in Software Engineering: a systematic literature review. **Information and Software Technology**, [S. l.], v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, Technical Report EBSE 2007-001. Keele: Department of Computer Science Keele University, 2007.

KOU, W.; PARK, S. A Distributed Energy Management Approach for Smart Campus Demand Response. **IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Industrial Electronics**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 339-347, 2023.

LOBATO, E. P. S. *et al.* Smart City: application of the ABNT NBR ISO 37122:2020 Standard in the University City of UFPA. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRY

APPLICATIONS, 14., 2021, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, [s. d.], 2021.

LOPES, D.; LEITE, V. Cidades Inteligentes: conceitos e aplicações. **Escola Nacional de Administração Pública**, 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7001/1/2021.05.14%20-%20Cidades%20inteligentes%20-%20conceitos%20e%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20-%20rev.%2005-22.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2024.

MARIANO, A. M.; ROCHA, M. S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. *In*: AEDEM INTERNATIONAL CONFERENCE, 1., 2017. **Anais** [...]. 2017.

MIN-ALLAH, N.; ALRASHED, S. Smart campus—A sketch. **Sustainable Cities and Society**, [S. l.], v. 59, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102231>. Acesso em: 26 jul. 2024.

MUSTAFA, M. F. *et al.* Student Perception Study On Smart Campus: A Case Study On Higher Education Institution. **Malaysian Journal of Computer Science**, [S. l.], n. 1, p. 1-20, 2021.

NEVES, A. R. M. *et al.* Iniciativa Smart Campus: um estudo de caso em progresso na Universidade Federal do Pará. *In*: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO URBANA, 1., 2017. Belém. **Anais** [...]. Belém, [s. d.], 2017.

NÓBREGA, P. I. S.; MIKI, A. F. C.; PALACIO, M. C. Uma estrutura de campus inteligente: desafios e oportunidades para a educação com base nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Sustainability**, [S. l.], v. 14, v. 15, p. 1-17, 2022.

OBERASCHER, M. *et al.* Smart water campus: a testbed for smart water applications. **Water Science and Technology**, [S. l.], v. 86, n. 11, p. 2834-2847, 2022.

OPRANESCU, V.; NEDELICU, I.; IONITA, A. D. Automating Students' Decision Processes in a Smart Campus. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCED TOPICS IN ELECTRICAL ENGINEERING, 13., 2023, Bucareste. **Anais** [...]. Bucareste, [s. d.], 2023.

PAGLIARO, F. *et al.* A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. **IEEE**, [S. l.], p. 1-6, 2016.

PHAM, T. V. *et al.* Proposed Smart University Model as a Sustainable Living Lab for University Digital Transformation. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN TECHNOLOGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (GTSD), 5., 2020, Cidade de Ho Chi Minh. **Anais** [...]. Cidade de Ho Chi Minh, [s. d.], 2020.

REINSEL, D.; GANTZ, J.; RYDNING, J. The Digitization of the World: from edge to core. **Seagate**, 2018. Disponível em: <https://www.seagate.com/files/www-content/ourstory/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2024.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2011.

ROTH-BERGHOFER, T. R. Smart university, the university as a platform. **Smart University**, 2013. Disponível em: <https://smartuniversity.uwl.ac.uk/blog/?p=100>. Acesso em: 13 ago. 2023.

SAMANCIOGLU, N.; NUERE, S. A determination of the smartness level of university campuses: the Smart Availability Scale (SAS). **J. Eng. Appl. Sci.**, [S. l.], v. 70, n. 10, p. 1-19, 2023.

SUI, C.; XIE, Y. The effect of smart campus on the low infection rate in the post-pandemic era. **Science Progress**, [S. l.], v. 106, n. 2, p. 1-18, 2023.

UNFPA. À medida que a população mundial atinge 8 bilhões de pessoas, ONU pede solidariedade no avanço do desenvolvimento sustentável para todos. **UNFPA**, 2022. Disponível em: <https://brasil.unfpa.org/pt-br/news/a-medida-que-populacao-mundial-atinge-8-bilhoes-de-pessoas-onu-pede-solidariedade-no-avan%C3%A7o-do#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20est%C3%A1%20projetada,renda%20baixa%20e%20m%C3%A9dia%20baixa>. Acesso em: 5 jul. 2023.

VALKS, B.; ARKESTEIJN, M.; DEN, A. H. Smart campus tools 2.0 exploring the use of real-time space use measurement at universities and organizations. **Facilities**, [S. l.], v. 37, n. 13, p. 961-980, 2019.

VILELA, J. *et al.* Integration between requirements engineering and safety analysis: A systematic literature review. **Elsevier**, [S. l.], v. 125, p. 68-92, 2017.

WAHID, S. A. *et al.* Smart Campus Framework: A Solution for New Normal Education System. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY, INFORMATION SYSTEMS AND ELECTRICAL ENGINEERING (ICITISEE), 5., 2021, Purwokerto, Indonesia. **Anais** [...]. Purwokerto, [s. d.], 2021.

ZABALLOS, A. *et al.* A Smart Campus' Digital Twin for Sustainable Comfort Monitoring. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 21, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12219196>. Acesso em: 26 nov. 2024.

ZARPELLOM, B. O. *et al.* Arquitetura IoT para integração de dados no contexto de um Smart Campus. *In*: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRY APPLICATIONS, 15., 2023, São Bernardo. **Anais** [...]. São Bernardo: IEEE, 2023. p 1561-1568.