



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS E
GEODINÂMICA

FORTUNATO BERNARDO ZAU MONGO

**ANÁLISE DOS PROCESSOS DE COLETA DE DADOS GEOGRÁFICOS
COLABORATIVOS PARA MANTER UMA IDE TEMÁTICA: O CAMPUS DARCY
RIBEIRO DA UNB COMO ESPAÇO DE APRENDIZAGEM**

Orientador Prof. Dr. Edilson Souza Bias
Coorientador Prof. Dr. Abimael Cereda Junior

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS
PUBLICAÇÃO Nº 228**

Brasília
2024

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS E
GEODINÂMICA

Fortunato Bernardo Zau Mpongo

Análise Dos Processos De Coleta De Dados Geográficos Colaborativos
Para Manter Uma Ide Temática: O Campus Darcy Ribeiro Da UnB Como
Espaço De Aprendizagem

Orientador Prof. Dr. Edilson Souza Bias
Coorientador Prof. Dr. Abimael Cereda Junior

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica da Universidade de Brasília como requisito para obtenção de título de Mestre em Geociências Aplicadas e Geodinâmica.

Brasília
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

MM939a Mpongo, Fortunato Bernardo Zau
ANÁLISE DOS PROCESSOS DE COLETA DE DADOS GEOGRÁFICOS COLABORATIVOS PARA MANTER UMA IDE TEMÁTICA: O CAMPUS DARCY RIBEIRO DA UNB COMO ESPAÇO DE APRENDIZAGEM / Fortunato Bernardo Zau Mpongo; orientador Edilson de Souza Bias; co-orientador Abimael Cereda Junior. -- Brasília, 2024.
70 p.

Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) --
Universidade de Brasília, 2024.

1. Smart Campus. 2. Infraestrutura de Dados Espaciais. 3. Informação geográfica voluntária. 4. Framework. 5. Qualidade de dados geoespaciais. I. Bias, Edilson de Souza, orient. II. Cereda Junior, Abimael, co-orient. III. Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Fortunato Bernardo Zau Mpongo

Brasília

2024

Fortunato Bernardo Zau Mpongo

**ANÁLISE DOS PROCESSOS DE COLETA DE DADOS GEOGRÁFICOS
COLABORATIVOS PARA MANTER UMA IDE TEMÁTICA: O CAMPUS DARCY
RIBEIRO DA UNB COMO ESPAÇO DE APRENDIZAGEM**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica da Universidade de Brasília como requisito para obtenção de título de Mestre em Geociências Aplicadas e Geodinâmica.

Aprovado por:

Prof. Dr. Edilson de Souza Bias
(Orientador)

Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro
(Interno)

Profa. Dra. Patrícia Brito Lustosa
(Externo)

Brasília

2024

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma geral de atividades.....	14
Figura 2: Fluxograma do primeiro artigo.....	15
Figura 3: Fluxograma do segundo artigo.....	16
Primeiro artigo	
Figura 1: Evolução das cidades digitais para as cidades inteligentes.....	19
Figura 2: Hierarquia de Infraestrutura de Dados Espaciais.....	21
Figura 3: Nuvem de palavras.....	24
Figura 4: Mapa de localização.....	26
Figura 5: Fluxograma dos procedimentos.....	27
Figura 6: Tabela de atributos.....	28
Figura 7: Visão dos modelos de coleta no aplicativo.....	30
Figura 8: Mapa de divisão de área.....	31
Figura 9: Visão de todos os pontos coletados.....	34
Figura 10: Visão dos pontos dentro do limite da universidade.....	35
Figura 11: Visão no dashboard de análise durante os levantamentos.....	35
Figura 12: Visão no dashboard de análise após a validação dos dados.....	36
Figura 13: Visão no ArcGIS Workforce.....	37
Segundo artigo	
Figura 1: Mapa de localização.....	49
Figura 2: Fluxograma dos procedimentos.....	51
Figura 3: Fluxograma com a estrutura dos dados.....	52
Figura 4: Mapa de divisão de área.....	53
Figura 5: Etapas de coleta com Field Maps.....	54
Figura 6: Visualização espacial dos dados coletados.....	60
Figura 7: Relação da camada e quantidade de pontos coletados.....	60
Figura 8: Visualização do dashboard.....	61
Figura 9: Comparação das tabelas de atributos.....	62
Figura 10: Visualização do dashboard com foco no filtro aplicado.....	63

LISTA DE QUADROS

Primeiro artigo

Quadro 1: Números de pessoas por Instituição de Ensino Superior..... 18

Quadro 2: Países e ano que adotaram IDE 21

Segundo artigo

Quadro 1: Projetos de Smart Campus e no Brasil e no mundo..... 47

Quadro 2: Classes de acordo com ET-ADGV..... 57

LISTA DE SIGLAS

AGOL - ArcGIS Online

ANZLIC - Australia and New Zealand Land Information Council

CDGI - Canadian Geospatial Data Infrastructure

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia

ET-ADGV - Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais

ET-CQDG - Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais

ET-EDGV - Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais

FAPDF - Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal

FCE - Faculdade de Ceilândia

FGA - Faculdade do Gama

FGDC - Federal Geographic Data Committee

FUP - Faculdade de Planaltina

GEOIDEP - Infraestructura de Datos Espaciales del Perú

GNSS - Sistema Global de Navegação por Satélite

GPS - Sistema Global de Posicionamento

UnB - Universidade de Brasília

IES - Instituto de Ensino Superior

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICDE - Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales

IDE - Infraestructura de Datos Espaciais

IDE-UnB - Infraestructura de Datos Espaciais da Universidade de Brasília

IEDG - Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales

IDEUy - Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay

INDE - Infraestructura Nacional de Datos Espaciais

IDERA - Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

IDEMEX - Infraestructura de Datos Espaciales de México

LATOGEO - Laboratório de Topografia, Cartografia e Geodésia

NSDI - National Spatial Data Infrastructure

PC-IDEA - Comitê Permanente de Infraestrutura de Dados Espaciais das Américas

SNIG - Sistema Nacional de Informação Geográfica

SNIT - National System of Territorial Information

VGI - Informação Geográfica Voluntária

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 - INTRODUÇÃO.....	10
3 - METODOLOGIA.....	14
4 - PRIMEIRO ARTIGO.....	17
Introdução.....	18
II. Materiais e Métodos.....	25
III. Resultados e discussões.....	34
IV. Conclusão.....	37
Agradecimentos.....	37
V. Referências.....	37
5 - SEGUNDO ARTIGO.....	41
Introdução.....	42
II. Materiais e Métodos.....	49
III. Resultados e discussões.....	59
IV. Conclusões.....	64
Agradecimentos.....	64
V. REFERÊNCIAS.....	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

RESUMO

O progresso tecnológico contemporâneo tem incitado vários setores da sociedade a buscar soluções inovadoras para otimizar processos e apoiar a tomada de decisões. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo propor um *framework* geográfico para a avaliação de consistência de dados geoespaciais colaborativos e proprietários, uma estrutura de coleta de dados geoespaciais usando ArcGIS QuickCapture e ArcGIS Field Maps e também estrutura a base de dados do projeto Smart Campus da Universidade de Brasília para receber os dados coletados e avaliados. A avaliação consistia em verificar a consistência lógica, a acurácia posicional e temática de acordo com as diretrizes das normas ET-ADGV e ET-CQDG. Foram coletados 671 pontos de forma colaborativa usando o QuikCapture e 1.323 pontos por profissionais especialistas associados ao projeto para validação do framework desenvolvido. Após submetidos a avaliação, dos 671 pontos colaborativos coletados, 658 foram aprovados, o que indica que relataram problemas reais e 13 foram rejeitados, o que indica o contrário; dos 1.323 pontos coletados de caráter não colaborativo, 1.264 foram qualificados como normalizados, o que indica que foram aprovados e que precisavam de normalização e foram normalizados, 43 como pendentes, o que indica que têm algum tipo de sobreposição classificado como sensíveis e 16 como rejeitados, o que indica que tiveram algum tipo de sobreposição indevida ou estavam fora dos limites geográficos do Campus Darcy Ribeiro. Os resultados desta pesquisa indicam que os objetivos foram atingidos com sucesso. A base de dados do projeto foi estruturada e padronizada conforme as diretrizes estabelecidas, o framework proposto demonstrou ser capaz de avaliar a qualidade dos dados geoespaciais, e os aplicativos de coleta funcionaram com êxito durante a coleta dos dados.

Palavras-chave: VGI; IDE; Smart Campus; Framework

ABSTRACT

Contemporary technological advancements have driven various sectors of society to seek innovative solutions for optimizing processes and supporting decision-making. Within this context, this research aimed to propose a geographic framework for evaluating the consistency of collaborative and proprietary geospatial data, develop a geospatial data collection structure using ArcGIS QuickCapture and ArcGIS Field Maps, and structure the Smart Campus project database at the University of Brasília to accommodate the collected and evaluated data. The evaluation process involved assessing logical consistency, positional accuracy, and thematic accuracy in accordance with the ET-ADGV and ET-CQDG standards. A total of 671 points were collected collaboratively using QuickCapture, and 1,323 points were collected by specialist professionals associated with the project to validate the developed framework. After evaluation, 658 of the 671 collaboratively collected points were approved, indicating that they reported real issues, while 13 were rejected. Of the 1,323 points collected by non-collaborative means, 1,264 were classified as normalized (approved and subsequently normalized), 43 were classified as pending (having some type of overlap deemed sensitive), and 16 were rejected (due to undue overlap or being outside the geographic limits of the Darcy Ribeiro Campus). The results of this research indicate that the objectives were successfully achieved. The project database was structured and standardized according to established guidelines, the proposed framework proved effective in evaluating geospatial data quality, and the data collection applications performed successfully during the collection process.

Keywords: VGI; SDI; Smart Campus; Framework

1 - INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico atual tem despertado em diversos segmentos da sociedade contemporânea o desejo de implementar soluções inovadoras visando otimizar processos e apoiar na tomada de decisão. No caso das universidades, não é diferente. Para tornar a vida cotidiana do campus mais conveniente à comunidade acadêmica, diversas universidades estão trabalhando na construção da informatização do campus. O estágio avançado dessa construção é o Smart Campus (Ying *et al.*, 2012).

De acordo com Sánchez-Torres *et al.* (2018), um Smart Campus é uma entidade educacional que utiliza a tecnologia para apoiar sua infraestrutura e seus processos, a fim de melhorá-los para que as pessoas o utilizem. Ele não se limita a modernizar a infraestrutura das universidades por meio da tecnologia, sua finalidade principal é melhorar a qualidade da educação ministrada pelas instituições.

No entanto, vale destacar que a digitalização por si só, conforme acentuam Ying *et al.* (2012) e Sánchez-Torres *et al.* (2018) não pode definir um Smart Campus, haja vista que torna-se necessário uma série de insumos para a tão desejada transformação. A colocação dos autores vem ao encontro do fato de que um Smart Campus, como uma Smart City, não se baseiam única e exclusivamente na colocação de sistema de monitoramento, integrado por sistemas automatizados. A existência de um sistema de informação, sustentado por uma base geográfica sólida é um elemento fundamental. Autores como Dias e Mattos (2009) e Andrade *et al.* (2012) destacam que organizar uma base de dados e modelos geoespaciais é crucial para o desenvolvimento de atividades tecnológicas em sistemas de informações geográficas e para apoiar decisões com informações confiáveis.

No processo de transformar um campus convencional em um campus inteligente lida-se com grandes volumes de dados, mas para que isso se torne uma realidade, a necessidade dos dados geoespaciais é vital, sobretudo em qualidade, requerendo procedimentos de coleta, organização, normalização e disponibilização, para as diversas áreas usuárias.

Para a coleta de grande volume de dados, pode-se aplicar diversos procedimentos: obtenção de dados com concessionárias públicas, levantamento com o uso de ortofotocartas e imagens orbitais sensores de alta e altíssima resolução, levantamento de campo para redes de infraestruturas subterrâneas (água, telefone, esgoto e elétrica), além da possibilidade de

envolvimento da comunidade para agir no processo colaborativo, participando como fornecedores da Informação Geográfica Voluntária (VGI).

Além da coleta e organização dos dados, um projeto de Smart Campus deve possuir uma estrutura para o compartilhamento dessas informações. Desta forma, a existência de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) passa a compor uma parte vital do projeto, ao mesmo tempo, essa infraestrutura deve possuir mecanismos de avaliação da qualidade de todos os dados que recebe, principalmente, para que não sejam compartilhados dados que apresentem erros e levem à análises e aplicações que prejudiquem na tomada de decisão.

A VGI (Volunteered geographic information) auxilia na solução de coleta de grandes volumes de dados e na atualização constante da base de dados, podendo se constituir com uma importante ferramenta na manutenção, atualização e qualidade de dados, apesar de frequentemente sofrer questionamentos sobre a qualidade dos dados coletados, isto porque, na maioria dos casos, não existe uma base consistente de avaliação da qualidade dos dados recebidos.

Ciente do potencial de de auxiliar a atualização de dados e apoiar os órgãos de gestão no acompanhamento das infraestruturas (água, esgoto, vias de circulação e outros), faz-se necessário a existência de instrumentos que permitam o processo de atualização de novos elementos que são continuamente agregados.

Atualmente com os dispositivos "*handheld*", também conhecidos como dispositivos de mão ou portáteis, o processo de coleta de dados geoespaciais tem sido cada vez mais eficiente. Entre os dispositivos portáteis temos os receptores GNSS, *smartphones* e *tablets*. Os dispositivos alinhados com os aplicativos de coleta tornam o processo de coleta ainda mais eficiente. Entre os aplicativos de coleta destacamos o ArcGIS Field Maps, o ArcGIS QuickCapture e o QField (QGIS).

O presente trabalho tem como objetivos gerais e específicos:

Geral:

Desenvolver, testar e disponibilizar um modelo de VGI para manter a atualização dos dados em uma IDE Temática, dando suporte ao Smart Campus UnB.

Específicos:

- Analisar, propor e normalizar os dados da base de dados do projeto Smart Campus da UnB;
- Desenvolver, testar e disponibilizar aplicativos para coleta de dados;

- Desenvolver, testar e implementar um framework para análise e consistência dos dados coletados;
- Disponibilizar Dashboards para visualização dos dados, como ferramentas de gestão;

Para tornar mais efetiva a disseminação desta pesquisa de mestrado e contribuir para a construção de projetos semelhantes, decidiu-se desenvolver a dissertação na forma de dois artigos científicos.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a revisão bibliográfica foram usados os artigos das bases da SCOPUS (Elsevier) e da Web of Science (Clarivate) e em algumas exceções usou-se artigos pertinentes não pertencentes às bases citadas, foram obtidos no Google Acadêmico.

Durante a pesquisa, foi montada uma base de 330 artigos científicos revisados por pares e destes, 101 foram os que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa, e apenas 45 deles foram citados. Essa limitação foi necessária para não exceder o limite de páginas estabelecido pelas revistas. Além dos artigos, foram citadas também algumas leis, normas e trabalhos acadêmicos, como teses e dissertações.

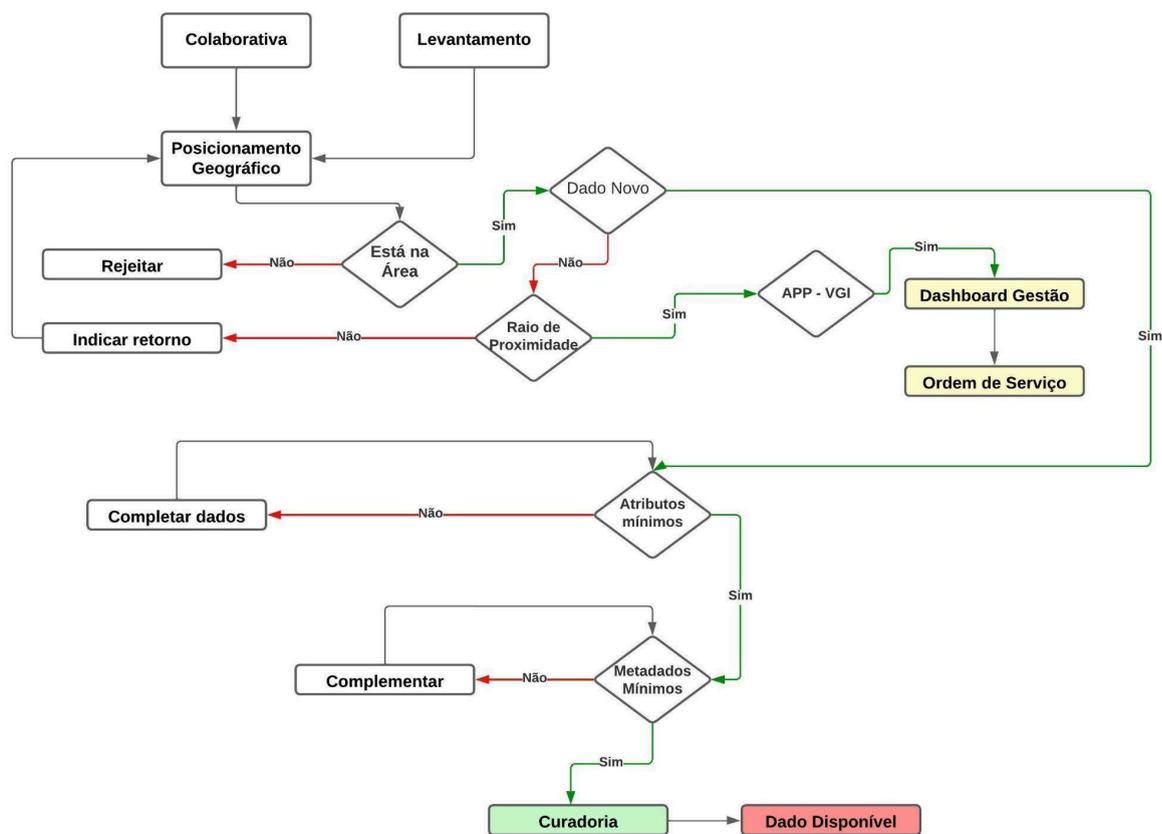
Os temas centrais e que nortearam a revisão da bibliografia foram: Smart Campus, Informação Geográfica Voluntária (VGI), Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) e *Frameworks*.

Os trabalhos considerados mais relevantes nesta pesquisa são: VGI quality control de Fone *et al.* (2015), Citizens as sensors: the world of volunteered geography de Goodchild (2007), The Nature of Regional Spatial Data Infrastructures de Rajabifard e Williamson (1999), Chan e Williamson (1999), Smart campus no Brasil: a percepção dos gestores das IFES de Bandeira e Neto (2020), Mecanismos de Reutilização em Sistemas de Informação de Lisboa Filho e Iochpe (1999) e Smart campus: definition, framework, technologies, and services de Dong e Zhang (2020).

3 - METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa foi concebida para receber tanto dados colaborativos quanto dados coletados por profissionais associados ao projeto Smart Campus da Universidade de Brasília. Além disso, está estruturada para integrar dados coletados por especialistas nas áreas de infraestrutura e meio ambiente. No projeto, bolsistas foram utilizados para simular esses profissionais. A figura 3 apresenta o fluxograma geral das atividades da pesquisa.

Figura 1 - Fluxograma geral de atividades



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

O fluxograma apresentado na figura 1 foi dividido em dois fluxogramas distintos para maior clareza e especificidade; o primeiro fluxograma, foco do primeiro artigo, aborda os dados colaborativos. Esses dados têm como principal objetivo relatar problemas existentes nos dados da base de dados do Smart Campus da Universidade de Brasília.

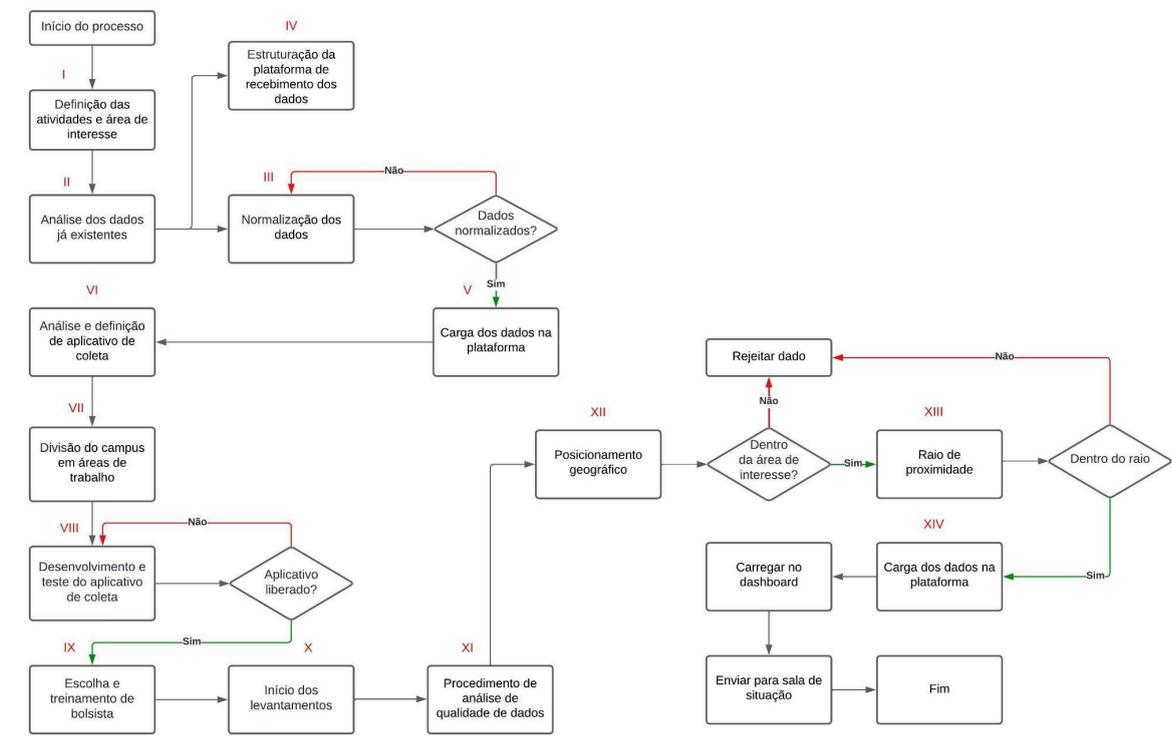
O segundo fluxograma, objeto de estudo do segundo artigo, trata dos dados não colaborativos. Esses dados foram coletados por bolsistas associados ao projeto, com a

finalidade de enriquecer a base de dados do projeto Smart Campus da Universidade de Brasília, realizando a atualização dos dados já existentes e a inclusão de novos dados.

As figuras 2 e 3 ilustram os fluxogramas resultantes dessa divisão.

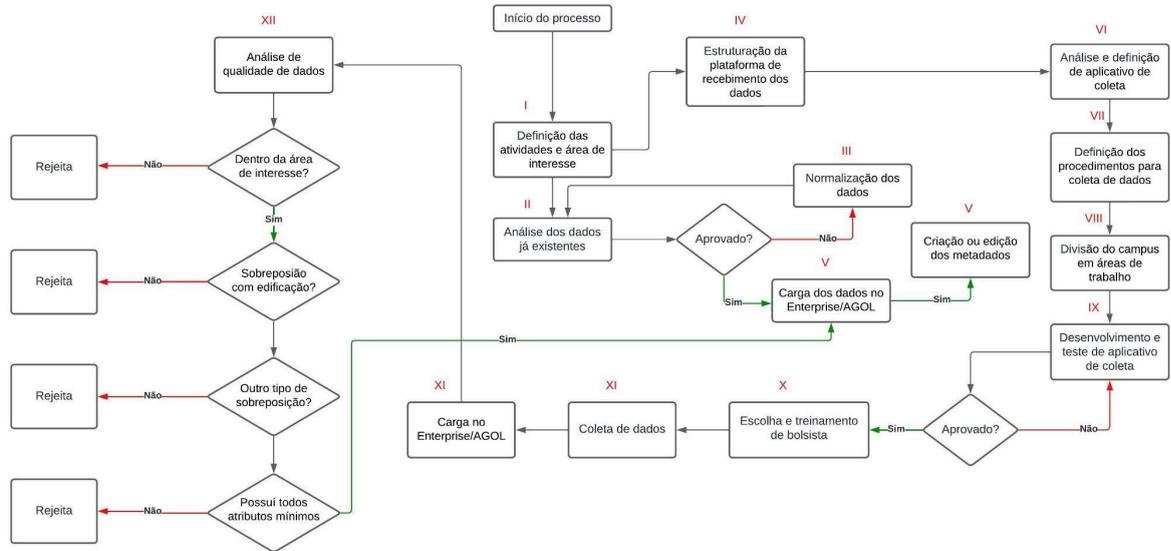
Essa divisão permitiu uma análise detalhada e específica de cada tipo de dado, proporcionando uma melhor compreensão dos processos envolvidos na coleta e no tratamento de dados para o projeto Smart Campus.

Figura 2 - Fluxograma do primeiro artigo



Fonte: Organizado pelos autores, 2022.

Figura 3 - Fluxograma do segundo artigo



Fonte: Organizado pelos autores, 2023

Os fluxogramas das figuras 4 e 5 são mais detalhados nos respectivos artigos, a figura 4 é detalhada no primeiro artigo e a figura 5 no segundo artigo.

A normalização, as análises e consistências dos dados que contemplam os fluxos desta pesquisa foram feitas automaticamente com a linguagem de programação Python e os *scripts* podem ser encontrados no seguinte endereço: <https://github.com/fortunatozm/data-validator>.

4 - PRIMEIRO ARTIGO

Proposta de um framework geográfico para o planejamento e gestão de Smart Campus: os Campi da UnB como espaço de aprendizagem colaborativa

Proposal for a geographic framework for the planning and management of Smart Campus: the UnB Campuses as a space for collaborative learning

Primeiro autor *, segundo autor **, terceiro autor ***

*Departamento, Nome da Instituição, se diferente, e-mail

** Departamento, Nome da Instituição, se diferente, e-mail

*** Departamento, Nome da Instituição, se diferente, e-mail

<http://dx.doi.org/.....XXX>

Resumo

Este trabalho aborda a criação de um modelo de Informação Geográfica Voluntária (VGI) para apoiar o gerenciamento de um Smart Campus. O objetivo é fornecer informações validadas que permitam a tomada de decisão pelos órgãos responsáveis pela manutenção da infraestrutura e das áreas ambientais do Campus Darcy Ribeiro da UnB, além de apresentar um modelo replicável para outros campi de diferentes universidades. Dados geoespaciais foram coletados utilizando o aplicativo QuickCapture e consistidos em uma base online, empregando um modelo construído em linguagem Python. Os dados foram classificados em três grupos: infraestrutura, mobilidade e meio ambiente. O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em três etapas: definição das ferramentas a serem usadas, análise da estrutura dos dados e definição das regras de consistência. Foram coletados 671 pontos, dos quais 658 foram aprovados e 13 rejeitados após a aplicação das regras de validação definidas para este trabalho. O objetivo foi alcançado com êxito, demonstrando a viabilidade de coletar, analisar e validar dados provenientes da VGI.

Palavras-chave: smart campus, IDE temático, VGI.

Abstract

This study addresses the creation of a Volunteered Geographic Information (VGI) model to support the management of a Smart Campus. The goal is to provide validated information that allows decision-making by the entities responsible for maintaining the infrastructure and environmental areas of the Darcy Ribeiro Campus at the University of Brasília (UnB), as well as to present a replicable model for other campuses at different universities. Geospatial data were collected using the QuickCapture app and consolidated into an online database using a model built in Python. The data were classified into three groups: Infrastructure, Mobility, and Environment. The research development was divided into three stages: defining the tools to be used, analyzing the data structure, and defining the consistency rules. A total of 671 points were collected, of which 658 were approved and 13 were rejected after applying the validation

rules defined for this work. The objective was successfully achieved, demonstrating the feasibility of collecting, analyzing, and validating data from VGI.

Keywords: smart campus, thematic SDI, VGI.

INTRODUÇÃO

O Smart Campus surgiu como protótipo de Smart City, não se tratava de coincidência, pois os campi universitários apresentam os mesmos problemas, desafios e oportunidades de uma cidade convencional (Cereda Junior, 2015).

A Universidade de Brasília - UnB (2022), segundo seu anuário estatístico, tem mais de 50 mil pessoas (estudantes, professores e técnicos administrativos), o que a torna maior que 89% das cidades brasileiras, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Este fato vem demonstrar que a UnB encontra-se equiparada em população com 11% dos municípios brasileiros com mais de 50 mil habitantes. Acrescenta-se ao fato a complexidade da extensão espacial dos Campus Universitários, que é significativamente menor que os das cidades.

Analisando outras universidades, conforme o quadro 1, percebe-se que muitas delas se assemelham a cidades populosas, e não são uma exceção no Brasil. Elas apresentam uma densidade populacional significativa.

Quadro 1 - (Números de pessoas por Instituição de Ensino Superior (IES))

Universidades	Comunidade (Estudantes, docentes e técnicos)	Área total em km ²	Densidade demográfica (Pessoas/km ²)
USP	115.366	76,42	1.509,63
UFRJ	82.244	4,27	19.260,89
UNICAMP	61.649	3,50	17.614
UFMG	55.063	13,80	3.990,07
UnB	54.572	3,92	13.921,43
UFRGS	51.090	11,26	4.537,30
UFPR	45.436	22	2.065,27

Fonte: USP, UFRJ, UNICAMP, UFMG, UnB, UFRGS, UFPR. Elaborado pelos autores (2023).

A evolução do conceito de Smart Campus desde sua origem em 2000 até sua definição mais abrangente em 2020 reflete um movimento progressivo em direção à integração de recursos físicos e digitais para aprimorar a experiência universitária e contribuir para a construção de cidades inteligentes.

solicitados a responder com um Sim ou Não quanto ao seu conhecimento prévio. 44% dos representantes afirmaram conhecer o conceito, e quatro (4) das 27 universidades relataram ter implementado efetivamente o Smart Campus. Entre estas estão a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES e a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (Bandeira; Neto, 2020).

A UnB aparece na lista das 27 universidades e teve dois representantes, mas eles responderam que o projeto de Smart Campus não havia sido implementado. Vale destacar que a Universidade de Brasília iniciou a implantação de seu projeto de Smart Campus em 2018 por meio de um projeto financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal FAP (FAPDF, 2023) que se encontra em processo de institucionalização.

A UnB oferece acesso interno aos dados do Smart Campus por meio da IDE-UnB, que representa a Infraestrutura de Dados Espaciais da instituição. Essas infraestruturas desempenham um papel crucial na disponibilização de dados geoespaciais. As IDEs surgiram da necessidade de acessar e gerenciar informações espaciais, incluindo dados e metadados, para fins de planejamento, gestão e monitoramento em diversas áreas de atividade. O objetivo fundamental das IDEs, como destacado por Grant (1999), era promover o desenvolvimento sustentável e aumentar a competitividade econômica ao racionalizar esforços na aquisição de dados espaciais, controlar redundâncias e integrar bases de dados de forma eficiente. Inicialmente, a ênfase estava na otimização dos recursos e na integração de informações geoespaciais para promover uma gestão mais eficaz e econômica (Rajabifard e Williamson, 2001).

Ao tratar-se de IDE, destaca-se o conceito apresentado pela Federal Geographic Data Committee (FGDC, 2018), que ressalta as tecnologias, políticas, critérios, padrões e a colaboração entre diversos setores, como governo, setor privado, organizações sem fins lucrativos e academia, para promover o compartilhamento de dados geoespaciais. Essa abordagem fornece uma base sólida de práticas e relacionamentos entre produtores e usuários de dados, facilitando o uso e a partilha dessas informações. A Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) representa, assim, um conjunto de ações e novas formas de acesso, compartilhamento e utilização de dados geográficos. Essa iniciativa visa tornar a análise dos dados mais compreensível, auxiliando os tomadores de decisão na escolha do melhor curso de ação.

As IDEs representam uma infraestrutura facilitadora para o acesso aos dados geoespaciais, utilizando um conjunto mínimo de práticas, protocolos e especificações padronizadas (ERBA, 2007). Além de facilitar o acesso aos dados, um dos principais objetivos da IDE é minimizar a duplicação de ações em busca de dados (Jesus *et al.*, 2018 e Paixão *et al.*, 2008). Nakamura e Filho (2012), salientam que as IDEs também visam à diminuição dos problemas de interoperabilidade. Pode-se ainda dizer que elas contribuem

para solucionar problemas de acesso e disponibilização de dados geoespaciais, desse modo contribuindo para devolver a dignidade ao cidadão, uma vez que a falta do acesso à informação torna o cidadão alienado (Sluter, 2013).

Chan e Williamson (1999) propuseram uma hierarquia de IDEs e a visualização em forma de pirâmide. Para um melhor entendimento, Rajabifard *et al.* (1999), adaptaram a estrutura de visualização unindo a figura de pirâmide e a divisão com nomenclatura.

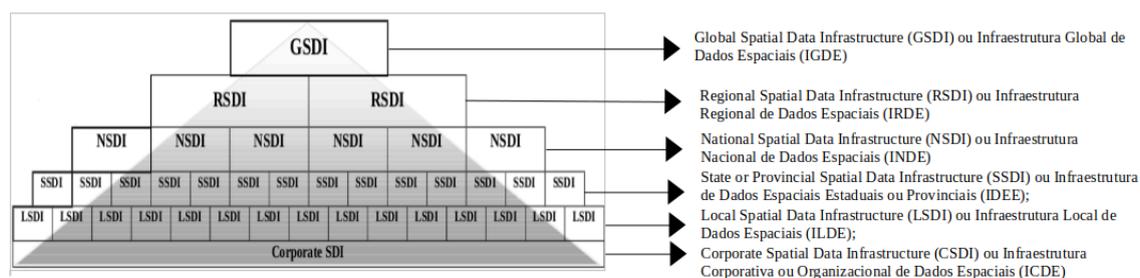


Figura 2 - (Hierarquia de Infraestrutura de Dados Espaciais). Fonte: Rajabifard *et al.* (1999). Adaptado pelos autores (dezembro, 2022)

As IDEs oficiais dos países estão na hierarquia geral das IDEs como Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. O governo brasileiro adotou esta prática por meio do Decreto n. 6.666, de 27.11.2008, instituindo a criação da INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, visando: catalogar, integrar e harmonizar os dados geoespaciais existentes nas instituições do Governo Brasileiro. O quadro 2 apresenta alguns governos que adotaram esta prática. O quadro está na ordem cronológica de adoção.

Quadro 2 - (Países e anos em que adotaram a IDE)

País	IDE	Ano da instituição	Marco normativo
E.U.A	NSDI	1994	Executive Order 12906 de 1994 e Executive Order 13286 de 2003
Portugal	SNIG	1995	Decreto-Lei n.º 53/90, de 13 de Fevereiro de 1990
Colômbia	ICDE	2000	Decreto Ley 2150 de 1995. Creación en 2000
Canadá, Austrália e Nova	CDGI, ANZLIC	2001	Marcado com a criação da Spatial Industries Business Association (SIBA).
Espanha	IDEE	2002	Início em 2002 e legislado em 2007 através do Real Decreto 1545/2007
Europa, Cuba	INSPIRE, IDERC	2003	Início em 2003 e consolidado em 2007 pela Directiva 2007/2/EC; Início em 2003 e consolidado em 2005 com Acuerdo

			5535 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros
México, Chile	IDEMEX, SNIT	2004	Programa Nacional de Desarrollo de Estadística y de Información Geográfica (PRONADEIG); Início em 2004 e formalizado em 2006 por Decreto Supremo nº28 del ministerio de bienes nacionales de Chile
Equador, Uruguai	IEDG, IDEUy	2006	Início em 2006 e formalizado em 2010 por Registro Oficial No. 269; Ley nº 19.149 Art. 35 e Nº 18362 Art. 75
Brasil	INDE	2008	Decreto nº 6.666 de 2008
Argentina	IDERA	2010	Ata de Acordo firmada em 2010 e criado formalmente em 2013 por Decreto Nº 1075/13
Peru	GEOIDEP	2011	Decreto Supremo nº 069-2011-PCM

Fonte: IBGE. Organizado pelos autores (outubro, 2023).

De acordo com o Comitê Permanente de Infraestrutura de Dados Espaciais das Américas (PC-IDEA) (2013), para a implementação de uma IDE é necessário verificar alguns componentes básicos, são eles: arranjos institucionais, estrutura de dados, políticas, normas e tecnologias.

As IDEs facilitam a disseminação de dados geoespaciais, mas a preocupação com a manutenção e atualização desses dados persiste. Manter e atualizar a base de dados é uma tarefa complexa que requer considerável número de trabalhadores ou colaboradores. No entanto, com o advento da Informação Geográfica Voluntária (VGI), uma abordagem inovadora surge para enfrentar esse desafio de maneira eficaz. Essa abordagem é a que Borba *et al.* (2015) denominaram de Infraestrutura de Dados Espaciais Colaborativa, onde qualquer pessoa pode instanciar e em seguida interagir, participar, colaborar, compartilhar e trabalhar qualquer informação espacial de modo que essa possa ser produzida, caso haja uma conexão via protocolos de internet.

Michael Goodchild propõe o conceito de VGI (2007), motivado pelo envolvimento generalizado de muitos cidadãos privados, muitas vezes com pouca instrução quando se trata de qualificações formais na criação de informação geográfica, função que durante séculos foi reservada a agências oficiais. A VGI tem se mostrado um poderoso modelo de coleta de dados, com robustez e agilidade. Essa abordagem descentralizada oferece uma solução dinâmica para os desafios de atualização contínua enfrentadas por

muitas bases de dados geoespaciais, até mesmo em processos de gestão de dados vinculados à manutenção de infraestruturas.

A participação do público na geração da informação resulta da crescente gama de aplicações possibilitadas pela Internet em evolução, dentre as quais se insere a Wikipédia e a OpenStreetMap, por exemplo (Goodchild, 2007). A VGI é vista como uma evolução do *crowdsourcing*, com o envolvimento direto do usuário coletando e manipulando dados geoespaciais que são incorporados a Bancos de Dados Geográficos (Goodchild e Li, 2012).

No atual cenário onde a interoperabilidade e o compartilhamento dos dados por meio das IDEs se apresenta como uma das formas para atingir e disseminar a geoinformação, a VGI colabora na diminuição do déficit existente na obtenção e atualização de dados geoespaciais, gerando o fenômeno de inclusão da população em geral (não-técnica) na produção de informações geográficas (Ferreira da Silva e Martins Júnior, 2018; Guedes e Terra Brito, 2021) e se transformou em uma fonte alternativa de obtenção de informação geográfica e seu uso está crescendo rapidamente (López-Pastor, 2015).

A Informação Geográfica Voluntária oferece uma série de benefícios que podem aprimorar a tomada de decisões e fortalecer a governança local. Alguns dos principais pontos incluem, participação cidadã ativa, atualização em intervalo de tempo menor, ampliação da base de dados e redução de custos.

Ao incorporar a VGI na gestão, as organizações podem aproveitar a inteligência coletiva para construir uma compreensão mais holística e precisa do ambiente em que operam, promovendo uma abordagem mais eficiente e participativa na tomada de decisões.

A par das possibilidades vislumbradas e divulgadas, observa-se que uma das preocupações que a VGI trouxe e que deve ser objeto de debate técnico-acadêmico são os padrões e qualidade dos dados coletados, bem como os metadados provenientes do processo (Bravo e Sluter, 2015). A heterogeneidade e falta de padronização dos dados provenientes da VGI dificultam a classificação e análise da qualidade segundo padrões convencionais (Touya e Brando-Escobar, 2013). A não padronização também é um dos motivos que dificulta o acesso à informação por meio das IDEs (Paixão *et al.*, 2008) e tais fatores dificultam a adoção do VGI para utilizá-la como dado de uma IDE (Ahmad *et al.*, 2022).

Na revisão bibliográfica conduzida por Fonte *et al.* (2015), observou-se um volume limitado de trabalhos disponíveis sobre a qualidade da Informação Geográfica Voluntária (VGI) e sua avaliação. Nos estudos identificados, a avaliação da qualidade da VGI geralmente ocorre por meio de comparações com dados de referência externos, sendo comum o uso de informações oficiais, como cartas topográficas (Fonte

atividades. Contudo, para usar os dados, desenvolver análises e tomar decisões, é preciso que esses dados sejam de qualidade, sendo este um dos principais questionamentos que permeiam os processos de coleta, processamento e uso de dados colaborativos para compor uma IDE.

Estes questionamentos levaram ao desenvolvimento de um projeto junto ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas da Universidade de Brasília (UnB) visando desenvolver, testar e disponibilizar um modelo de VGI para manter a atualização dos dados em uma IDE Temática, dando suporte ao Smart Campus UnB.

Um dos principais objetivos do modelo era garantir a qualidade do dado recebido. Para se definir a metodologia empregada na avaliação da qualidade desses dados, utilizou-se a norma 19157:2013 da ISO (International Organization for Standardization), que define os princípios necessários para a avaliação da qualidade de dados geográficos (Teixeira e Schmidt, 2023).

De acordo com a norma 19157:2013, existem seis elementos a serem considerados ao avaliar a qualidade das informações geográficas: completude, acurácia posicional, acurácia temática, acurácia temporal, consistência lógica e usabilidade. Bravo e Sluter (2015) dividiram esses elementos em dois grupos: qualidade posicional e qualidade semântica. Na qualidade posicional está a acurácia posicional e o restante encontra-se no grupo semântico.

Para avaliar a qualidade da informação geográfica, neste trabalho serão considerados os seguintes elementos: acurácia posicional, acurácia temática e a consistência lógica.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo – O Campus Darcy Ribeiro

Este trabalho teve como área de estudo a Universidade de Brasília - UnB, que possui 368 cursos (graduação e pós-graduação), 51.921 estudantes (graduação e pós-graduação), 2.595 docentes e 3.131 servidores técnicos administrativos distribuídos em quatro campi (UnB, 2022). Sendo o Campus Darcy Ribeiro o objeto de estudo do presente trabalho, localizado na cidade de Brasília-DF, com uma área total de 3.950.579 m² e área construída de 601.918 m², conforme o anuário estatístico de 2021 da universidade (UnB, 2022).



Figura 4 - (Mapa de localização). Fonte: IBGE. Elaborado pelos autores (fevereiro, 2023)

Materiais

Na presente pesquisa foram aplicados os seguintes materiais, ArcGIS Online (AGOL): software baseado em nuvem para criar e compartilhar mapas interativos na web; Portal ArcGIS Enterprise: componente do ArcGIS Enterprise que permite o compartilhar de diversos tipos de dados com outros usuários em sua organização; ArcGIS Workforce: aplicativo móvel que utiliza o recurso de localização para coordenar sua mão de obra de campo; QuickCapture: aplicativo de coleta de dados GIS. Esta aplicação está presente no ArcGIS Online e também no ArcGIS Enterprise; Dados vetoriais do projeto Smart Campus UnB: divididos em três grupos: Infraestrutura, mobilidade e meio ambiente; Python: linguagem de programação usada no servidor para criar aplicações web, de acordo com a W3Schools. A linguagem foi aplicada para a manipulação da biblioteca ArcGIS API for Python.

Método

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram aplicados os procedimentos descritos na figura 5.

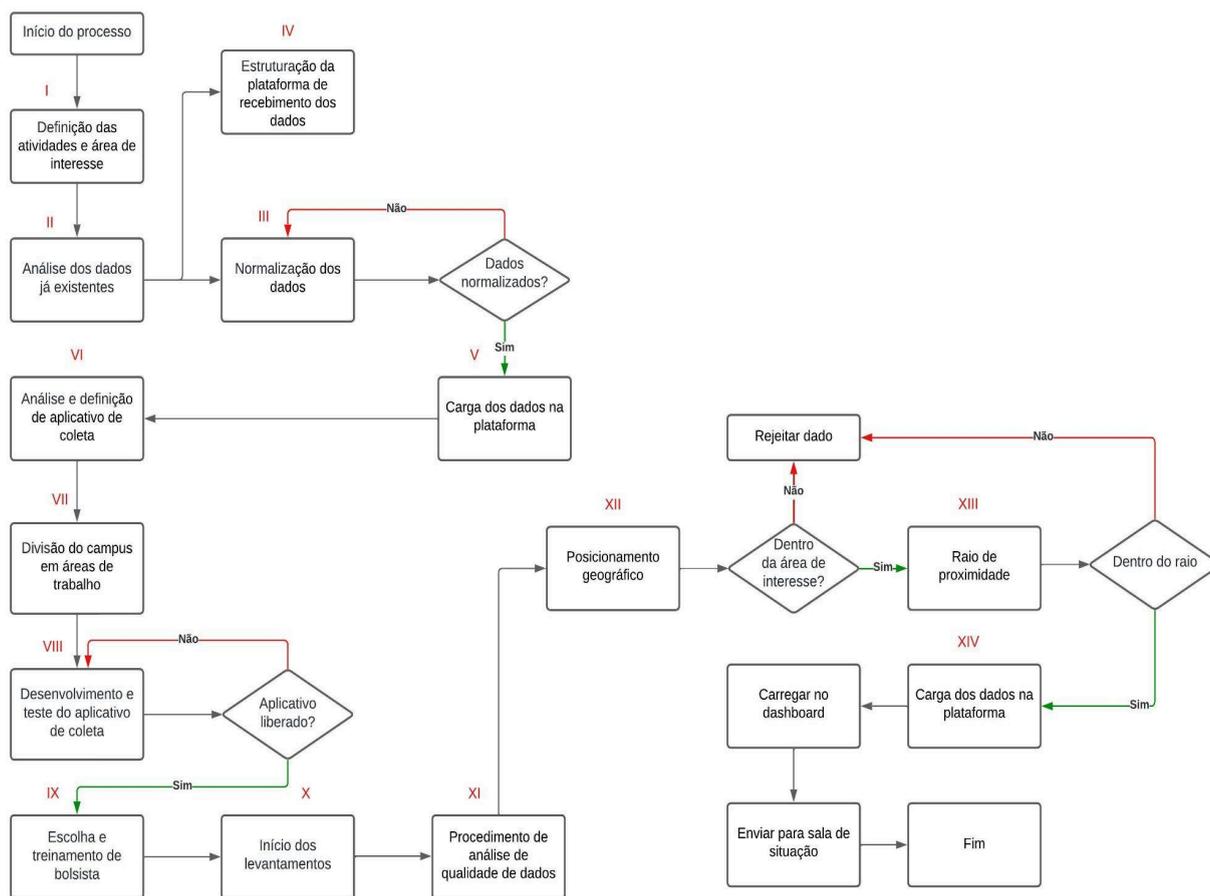


Figura 5 - (Fluxograma dos procedimentos). Fonte: Organizado pelos autores (dezembro, 2022)

A figura 5 apresenta todas as etapas realizadas no trabalho, proporcionando uma visão integral e estruturada do desenvolvimento do estudo.

Definição de atividades e áreas de Interesse (I): nesta fase inicial, foram estabelecidas as atividades e a área de interesse. Embora a Universidade de Brasília abranja diversos Campi (Darcy Ribeiro, FGA – Faculdade do Gama, FUP – Faculdade de Planaltina e FCE – Faculdade de Ceilândia), o foco deste estudo foi direcionado ao campus Darcy Ribeiro, Campus Central da UnB, conforme evidenciado na figura 4. As atividades delineadas compõem as próximas etapas do fluxo.

A Análise dos dados já existentes (II): nesta etapa, conduziu-se uma inspeção de todos os dados contidos no banco de dados do projeto Smart Campus da Universidade de Brasília. A verificação do estado dos dados teve como objetivo prepará-los para a normalização (processo de formulação e aplicação de regras para a solução ou prevenção de problemas), seguindo as diretrizes da Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV).

FID	Shape *	Tp_Poste	QT_LUMIN	Trafo	Tp_Rede	Rede	Qt_Lampada	TP_LAMPA	CP_LAMPA	Tp_Lamp	Pt_Lamp
1	0	Point	Concreto	1	Não	Simples	AT	0	0	Vapor de Sódio	250
2	1	Point	Concreto	1	Sim	Simples	AT/BT	0	0	Vapor de Sódio	250
3	2	Point	Concreto	1	Não	Simples	AT/BT	0	0	Vapor de Sódio	250
4	3	Point	Concreto	1	Não	Simples	AT/BT	0	0	Vapor de Sódio	250
5	4	Point	Concreto	1	Não	Simples	AT/BT	0	0	Vapor de Sódio	250
6	5	Point	Concreto	1	Sim	Simples	AT/BT	0	0	Vapor de Sódio	250
7	6	Point	Concreto	1	Não	Simples	AT/BT	0	0	Vapor de Sódio	250
8	7	Point	Concreto	1	Não	Simples	AT/BT	0	0	Vapor de Sódio	250

FID	Shape *	unb	geoaprox	materiampo	tipoposte	trafo	potenciala	tipolampad	rede	tiporede	quantumin	quantlampa	capacilamp
1	0	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
2	1	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
3	2	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
4	3	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
5	4	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
6	5	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
7	6	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
8	7	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0
9	8	Point ZM	Não	V	Aço	Iluminação	Não	150	Vapor de Sódio		1	0	0

Figura 6 - (Tabela de atributos). Fonte: Organizado pelos autores (janeiro, 2024)

A figura 6 apresenta como exemplo, duas tabelas de atributos referentes a camada Poste. A tabela que está na parte inferior é a tabela após normalização e a que está na parte superior é a tabela antes da normalização. As duas tabelas apresentam diferenças, a começar pelo próprio nome da camada ou classe.

A norma recomenda que para a feição poste o nome seja exatamente Poste. A norma traz também os requisitos obrigatórios para a classe, nesse caso eles são: geometria aproximada e tipo de poste. Esse último é multivalorado, podendo ser desconhecido, iluminação, ornamental, rede elétrica, sinalização e outros.

Os atributos devem estar em letras minúsculas e abreviadas se tiverem mais de 11 caracteres, isso por causa da limitação de arquivos shapefile que só permitem nomes de atributos com até 11 caracteres. Pode-se ter quantos atributos forem necessários desde que se tenham os obrigatórios. A normalização pode ser simples ou complexa, depende da classe e do estado dos dados que se pretende normalizar.

Normalização dos dados (III): neste ponto, foram utilizados todos os dados que necessitavam de normalização, sendo eles tratados de acordo com a ET-ADGV, assegurando a conformidade e integridade necessárias.

Estruturação da plataforma de recebimento dos dados (IV): nesta fase, foi realizada a estruturação da plataforma de recebimento de dados, utilizando o ArcGIS Enterprise. A plataforma foi organizada de maneira temática, abrangendo áreas como geologia, saúde, meio ambiente, infraestrutura, imagens, urbanização, segurança e mobilidade.

Carregamento dos dados na plataforma IDE-UnB (V): neste ponto do processo, procedeu-se ao carregamento dos dados normalizados para o ArcGIS Enterprise, consolidando a informação na plataforma. Vale ressaltar que, além da normalização dos dados que precedeu os carregamentos dos mesmos na

plataforma, os metadados de cada conjunto de dados foram estruturados, enriquecendo ainda mais as informações disponíveis na plataforma.

Análise e definição de aplicativos de coleta (VI): nesta etapa, definiu-se o aplicativo de coleta, optando pelo Quick Capture. Este aplicativo, integrado à plataforma ArcGIS Online, possibilita a captura eficiente de dados em campo, com envio direto para a plataforma. A escolha pelo Quick Capture fundamenta-se no fato de a Universidade de Brasília possuir um contrato de licença educacional com a Esri.

Desenvolvimento e teste do aplicativo de coleta (VII e VIII): nesta fase, dedicou-se à criação do aplicativo e à execução de testes abrangentes para avaliar sua funcionalidade. Os testes foram conduzidos em campo, envolvendo levantamentos de pontos aleatórios, a fim de observar o desempenho do aplicativo em condições práticas. Esses testes foram concebidos de maneira semelhante aos próprios levantamentos, diferindo apenas no tamanho da área e na quantidade de dados coletados.

Os procedimentos de teste incluíram simulações de levantamentos colaborativos, no qual foi-se ao campo para se fazer levantamentos de pontos aleatórios a fim de observar o comportamento do aplicativo, quando se observavam falhas, elas eram prontamente corrigidas; repetiu-se essa atividade até o aplicativo não apresentar mais falhas que impactam o processo de coleta. Os testes foram essenciais para validar o pleno funcionamento do aplicativo. A efetivação desta etapa estava condicionada à verificação satisfatória da eficiência do aplicativo. Somente após essa confirmação, a pesquisa progrediu para a próxima etapa, garantindo a robustez e confiabilidade do aplicativo desenvolvido.

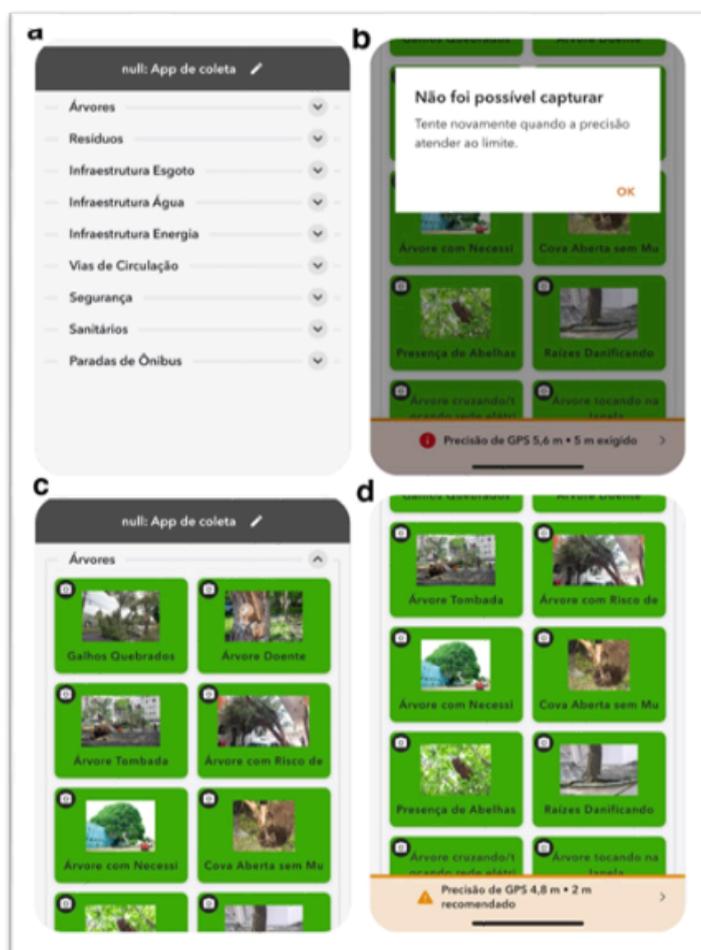


Figura 7 - (Visão dos modelos de coleta no aplicativo). Fonte: Organizado pelos autores (setembro, 2023)

A figura 7 é uma ilustração de etapas de coleta pelo aplicativo, tendo como exemplo a coleta de dados para a feição de árvores. A imagem 'a' ilustra a lista de coletas por tipo de camada, cada elemento corresponde a uma camada de dados geospaciais. A imagem 'b' ilustra um alerta de erro, esse erro acontece quando a precisão estiver fora do limite pré-estabelecido que é de 5 metros. A imagem 'c' ilustra o tipo de coleta por camada, a imagem 'c' mostra a camada de árvores. A imagem 'd' ilustra uma mensagem de aviso, demonstrando que a coleta pode ser feita, mas mostra também a precisão mínima recomendada.

O estudo conduzido por Oliveira et al. (2019) demonstrou que coletas feitas por *smartphones* com conexão à internet (*online*) têm melhor acurácia posicional em relação aos *smartphones* sem conexão à internet (*offline*) e também que os erros posicionais planimétricos para *smartphones* podem oscilar predominantemente entre 5 e 20 metros. Nesta pesquisa as coletas foram *online* e durante os testes de coleta constatou-se um bom desempenho, com a precisão entre 4 e 5 metros no intervalo de um minuto, o que motivou a estabelecer cinco (5) metros como limite aceitável de precisão.

Nesta coleta, foram registradas três (3) informações: a posição geográfica do ponto, o tipo de problema e uma fotografia ilustrando o problema. Essa coleta visa a contribuir para a manutenção da base de dados e para mantê-la atualizada. Além disso, mostra os problemas existentes nos dados já cadastrados, de forma a alertar os responsáveis dos problemas existentes. Por exemplo, um dos problemas a ser coletado é o das árvores tombadas. A equipe coleta a posição da árvore tombada e uma foto da situação é enviada imediatamente para a camada na plataforma responsável por receber os problemas relacionados à árvore, que no caso é a camada de árvores.

Para testar a qualidade do modelo, o Campus Darcy Ribeiro foi dividido em cinco áreas de trabalho. Esta divisão foi realizada para evitar a coleta redundante de dados durante os testes. No entanto, para a validação dos dados coletados, o modelo deve receber múltiplas informações da mesma ocorrência, uma funcionalidade que será adicionada ao aplicativo quando for colocado em produção. Cada bolsista foi responsável por uma área específica, conforme a figura 8, contribuindo para a organização eficiente da pesquisa.

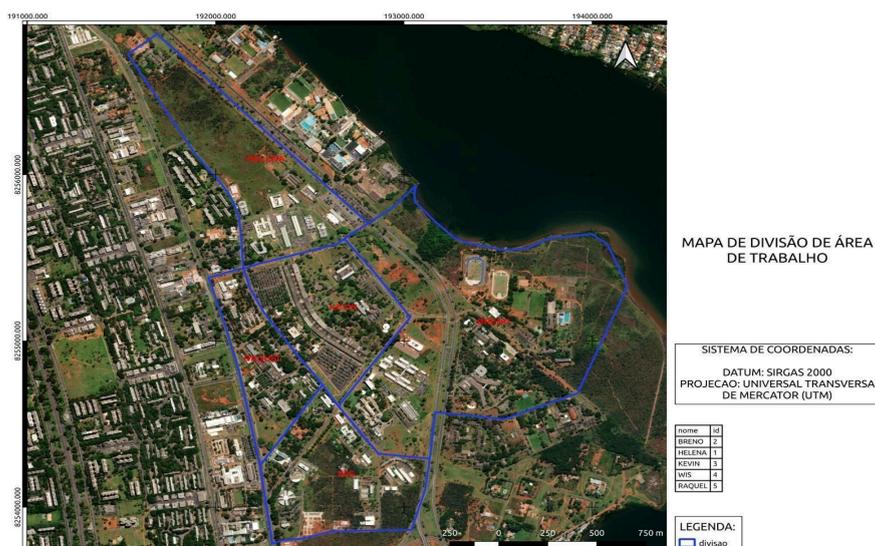


Figura 8 - (Mapa de divisão de área). Fonte: IBGE. Organizado pelos autores (junho, 2023)

Escolha e treinamento de bolsistas (IX): neste passo, ocorreu a seleção e o treinamento dos bolsistas, que atuavam como "agentes de prefeitura". A escolha baseou-se na análise da experiência acadêmica e que já haviam concluído a disciplina sistemas de informações geográficas, bem como na disponibilidade para trabalhar nos períodos da manhã ou da tarde. O treinamento prático foi conduzido em campo, proporcionando uma compreensão detalhada dos procedimentos de coleta de dados.

Fonte et al. (2015) destacam que o treinamento de colaboradores é essencial para assegurar a qualidade dos dados colaborativos. Essa constatação motivou a implementação de treinamento para

capacitar os colaboradores, além da sua alocação em áreas específicas. Esse cuidado foi importante para evitar erros de redundância e sobreposição durante o processo de coleta de dados.

Início dos levantamentos colaborativos (X): nesta fase, os bolsistas realizaram o download do aplicativo Quick Capture para smartphone existentes no LATOGEO - Laboratório de Topografia, Cartografia e Geodesia, e foram adicionados como publicadores no grupo de trabalho criado na plataforma do AGOL.

Procedimento de análise de qualidade de dados (XI): nesta etapa, realiza-se uma avaliação automatizada da consistência dos dados coletados, visando identificar problemas antes de sua integração ao dashboard. Devido à demanda de tempo para avaliar os dados recebidos e fornecer respostas apropriadas aos problemas relatados, é crucial otimizar esse processo.

Todos os dados passaram por uma avaliação de consistência, permitindo que a equipe se concentrasse em questões reais. A figura 5 esboça o fluxo de análise de consistência, iniciando na etapa de Procedimento e Análise de Qualidade de Dados e estendendo-se até a etapa de Carregamento no Dashboard. Essa análise compreende duas etapas distintas: posicionamento geográfico e raio de proximidade. Vale destacar que, para uma melhor consistência dos dados levantados, torna-se necessário que uma determinada informação ocorra mais de uma vez.

Posicionamento geográfico (XII): neste ponto, foi realizada uma verificação do posicionamento geográfico de todos os pontos coletados. Pontos localizados fora dos limites geográficos do campus Darcy Ribeiro foram rejeitados, pois não estavam alinhados com o escopo desta pesquisa. Foi nesta etapa que se aplicou a consistência lógica de validação entre classes. Essa consistência visa identificar inconsistências de conectividade entre classes, baseada no modelo de dados da Especificação Técnica da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais ET-EDGV (IBGE, 2017). Verificou-se se cada ponto coletado estava dentro do limite da universidade.

Raio de proximidade (XIII): para cada dado coletado, foi avaliado o raio de proximidade como medida para verificar a existência de pontos cadastrados da mesma natureza (mesma camada) na região. Por exemplo, ao coletar dados sobre árvores, é necessária a existência de outro elemento da mesma classe dentro do raio que está sendo analisado. Para se ter êxito nessa etapa, era preciso ter acurácia temática, pois não se podia comparar poste e árvore, por exemplo.

O uso do raio de proximidade, em vez de sobreposição ou toque, foi devido à baixa precisão, de nível métrico, dos dispositivos móveis utilizados na coleta. Optou-se por um raio de proximidade de cinco (5) metros, estabelecido como o máximo de erro aceitável com base em testes realizados campo. Durante os testes de coleta, observou-se que, em menos de um (1) minuto, a precisão atingia valores superiores a

quatro (4) e inferiores a cinco metros ($4 > p < 5$) e estava em conformidade com o estudo realizado por Oliveira et al. (2019), por isso se exigiu uma precisão de 5 metros ou menos. Durante os testes de coleta, também se observou uma acurácia posicional entre os pontos coletados e os existentes, mais de 90% tinham distância inferior a 5 metros com o seu homólogo. De acordo com a Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), a distância horizontal e o Erro Médio Quadrático são indicadores de qualidade.

Os pontos coletados são considerados válidos como alerta de problemas apenas se corresponderem a um ponto já existente da mesma natureza. Caso contrário, são considerados inválidos e não são lançados para uma visita da equipe técnica. Os pontos válidos são inseridos no Dashboard, permitindo que a equipe técnica analise e resolva os problemas.

As análises de posicionamento geográfico e do raio de proximidade foram realizadas de forma automática, isso foi possível em razão da criação de uma rotina desenvolvida em linguagem python. As principais funções utilizadas para realizar essas atividades são: Transformer, Point e 'point_distance'.

Transformer: é uma função presente na biblioteca "pyproj" responsável por fazer transformações de sistemas de referências de coordenadas. Os dados eram coletados em EPSG 102100 (datum: WGS) e os que estão armazenados na base do Smart Campus estão em EPSG 31983 (datum: Sirgas 2000, projeção: UTM, fuso: 23S).

Point: é uma função presente na biblioteca "geometry" que permite transformar um par de coordenadas é uma geometria do tipo ponto. A função Point faz com que o ponto transformado tenha várias funções, uma delas é a função "within" que permite verificar se o ponto está dentro de um polígono previamente informado, sendo aplicada para verificar se um ponto se encontrava dentro dos limites da área de estudo.

A função "point_distance" usada para constatação de proximidade, foi desenvolvida para verificar a distância entre dois pontos, de modo a examinar a existência de um ponto da mesma camada dentro de uma distância de até 5 metros.

Carga e visualização do Dashboard (XIV): após a análise e consistência, os dados são automaticamente enviados para a plataforma ArcGIS Enterprise. O envio é feito usando a função 'add' presente na API ArcGIS for Python, é uma função que recebe os dados e envia para o ArcGIS Online. Esses dados ficam armazenados em uma camada integrada a um dashboard. Este dashboard está instalado em uma sala de situação da Prefeitura da UnB, proporcionando uma apresentação consolidada que facilita a

análise e a tomada de decisões. A aplicação WorkForce, que também possui um dashboard, orienta os dados recebidos e as ordens de serviço enviadas para execução.

Os dados que poderão ser visualizados através do dashboards são: pontos coletados, pontos aprovados, pontos rejeitados, gráfico de pontos coletados por camada, gráfico pizza de cada camada mostrando os pontos aprovados e rejeitados e um gráfico pizza da quantidade dos problemas coletados por camada e tipo de problema.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa consistem nos dados coletados pelos colaboradores, bem como no desenvolvimento de um Dashboard dedicado à análise desses dados. As figuras 9 e 10 fornecem uma representação visual dos pontos coletados, enquanto as figuras 11 e 12 apresentam o dashboard, proporcionando uma visão detalhada das informações coletadas.

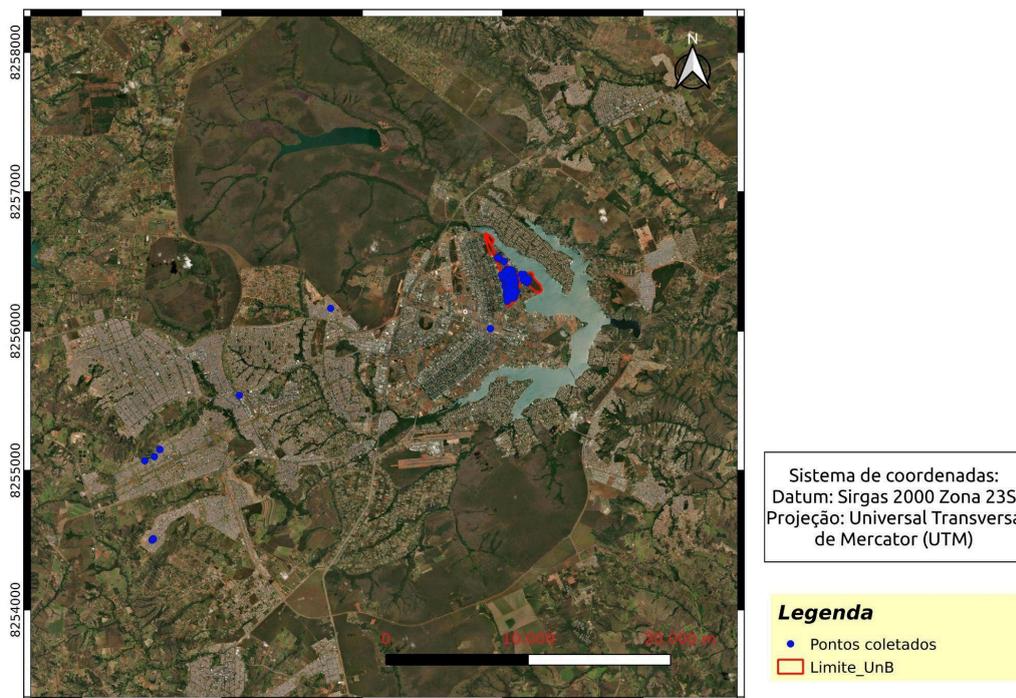


Figura 9 - (Visão de todos os pontos coletados). Fonte: Organizado pelos autores (outubro, 2023)

Na figura 9, são apresentados todos os pontos coletados (pontos azuis), com ênfase na identificação de pontos localizados fora do limite (linhas vermelhas) geográfico do Campus Darcy Ribeiro. Essa abordagem visa assegurar a integridade e confiabilidade dos dados, excluindo quaisquer observações que possam estar desalinhadas com o escopo específico da pesquisa. A inclusão dessas informações adicionais na análise reforça a transparência metodológica na abordagem da pesquisa em relação à validação e consistência dos dados coletados. A figura 11 apresenta apenas os pontos dentro do limite da universidade.



Figura 10 - (Visão dos pontos dentro do limite da universidade). Fonte: Organizado pelos autores (outubro, 2023)

A figura 10 apresenta os pontos após análise de consistência. Observa-se, por exemplo, que os pontos fora do limite geográfico da universidade não aparecem.

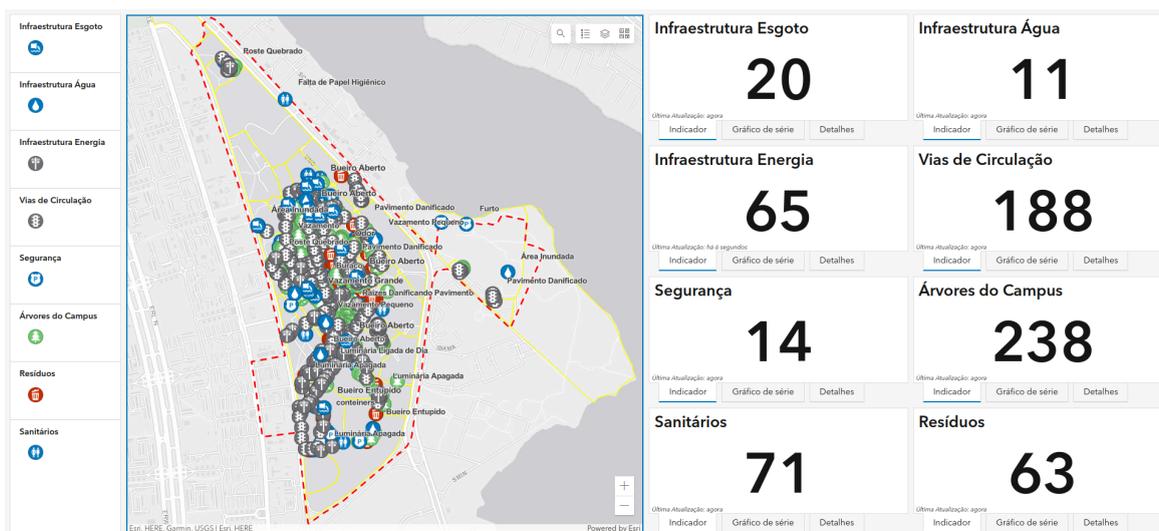


Figura 11 - Visão no dashboard de análise durante os levantamentos. Fonte: Organizado pelos autores (janeiro, 2024)

Na figura 11, apresenta-se a visão dos dados coletados por camada. Este dashboard auxilia no controle dos dados levantados, facilitando o acompanhamento das contribuições dos usuários ou equipes previamente definidas, observando a quantidade de pontos coletados em cada camada, o local de coleta e algum tipo de anomalia nos dados. Eles foram projetados para públicos diferentes: um para quem acompanha a coleta e outro para quem irá solucionar os problemas coletados. O dashboard da figura 11 é anterior à análise da qualidade dos dados, já o dashboard da figura 12 representa os dados já analisados.



Figura 12 - (Visão no dashboard de análise após a validação dos dados). Fonte: Organizado pelos autores (janeiro, 2024)

Na figura 12, é possível verificar que um total de 671 pontos foram coletados, dos quais 658 foram aprovados após a análise de consistência e treze pontos foram rejeitados. Os pontos foram rejeitados por não estarem dentro dos limites geográficos do campus Darcy Ribeiro ou por não corresponderem a um ponto existente na base de dados do Smart Campus UnB, conforme critérios descritos na metodologia.

O gráfico abaixo do mapa exhibe a distribuição dos pontos coletados por camada. Notavelmente, 20 pontos de infraestrutura de esgoto foram coletados, sendo 2 rejeitados; 188 pontos em vias de circulação, com 4 rejeitados; 63 pontos de resíduos, sem nenhuma rejeição; 14 pontos de segurança, com 3 rejeitados; 239 pontos de árvores do campus, com 1 rejeitado; 11 pontos de infraestrutura de água, com 1 rejeitado; 71 pontos de sanitários, com 1 rejeitado; e 65 pontos de infraestrutura de energia, com 1 rejeitado.

Os resultados demonstram que o aplicativo de coleta e consistência funcionou conforme esperado, não permitindo inserção de dados que não fazem parte dos limites do campus Darcy Ribeiro.

A figura 13 tem como foco uma plataforma de interação na geração e acompanhamento da execução de serviços. Ela traz uma visão do ArcGIS Workforce, que é a ferramenta adotada para coordenar os trabalhadores em campo, a partir da emissão de ordens de serviço. Essa ferramenta foi organizada para apoiar o despacho e controle de execução dos serviços decorrentes das identificações de anomalias levantadas pelo aplicativo Quick Capture.

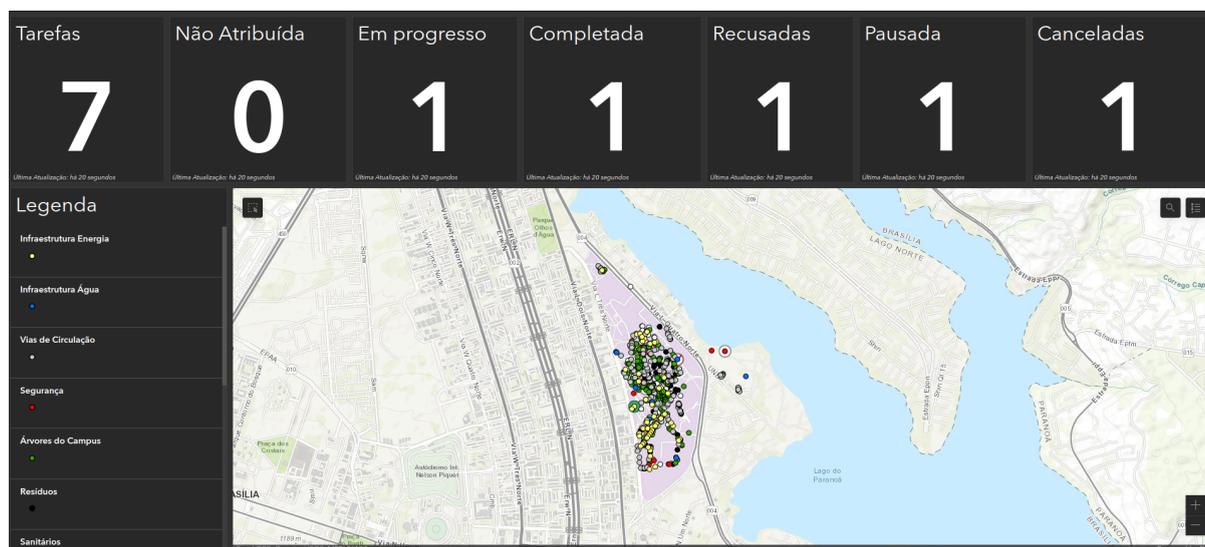


Figura 13 - (Visão no ArcGIS Workforce). Fonte: Organizado pelos autores (janeiro, 2023)

IV. CONCLUSÃO

A objetivo deste trabalho foi estruturar, padronizar e analisar dados consumidos provenientes da IDE-UnB, conforme as diretrizes da ET-ADGV, desenvolver um aplicativo para coleta e consistência de dados colaborativos e disponibilizar uma plataforma integrada para a gestão e acompanhamento de tarefas em um Smart Campus.

Os resultados demonstram que os objetivos foram plenamente alcançados com a estruturação dos aplicativos de coleta, dashboards de controle e sistemas de emissão de ordens de serviço. O modelo apresentado, utilizando a Universidade de Brasília como Living Lab, mostrou-se replicável em outras instituições de ensino superior. Esta iniciativa tem o potencial de fomentar a implantação de projetos semelhantes e a criação de uma rede de apoio entre instituições com objetivos comuns.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

V. REFERÊNCIAS

AHMAD, Munir; KHAYAL, Malik Sikandar Hayat; TAHIR, Ali. Analysis of Factors Affecting Adoption of Volunteered Geographic Information in the Context of National Spatial Data Infrastructure. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, Islamabad, v. 11, n. 2, p. 120-125, 2022.

- BANDEIRA, Lucilene Klenia Rodrigues; NETO, Mário de Sousa Araújo. Smart campus: um conceito emergente. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 12, n. 1, p. 175-188, jan./abr. 2022.
- BANDEIRA, Lucilene Klenia Rodrigues; NETO, Mário de Sousa Araújo. Smart campus no Brasil: a percepção dos gestores das IFES. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 10, n. 3, p. 189-204, set./dez. 2020.
- BRASIL. DECRETO Nº 6.666, DE 27 DE NOVEMBRO DE 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 nov. 2008. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais (ET-ADGV) versão 3.0.** Brasília, DF: MF, 2018. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/adgv/ET-ADGV_3.0_211218.pdf. Acesso em: 10 mai. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG).** Brasília, DF: MF, 2016. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/cqdg/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acesso em: 15 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-EDGV) versão 3.0.** Brasília, DF: MF, 2017. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/edgv/ET-EDGV-3_0_210518.pdf. Acesso em: 10 mai. 2023.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais. **Manuais Técnicos em Geociências.** Rio de Janeiro, RJ, 2017.
- BRAVO, João Vitor Meza; SLUTER, Claudia Robbi. O problema da qualidade de dados espaciais na era das Informações Geográficas Voluntárias. **Boletim de Ciências Geodésicas**, sec. Artigos, Curitiba, v. 21, no 1, p.56-73, jan-mar, 2015.
- CEREDA JUNIOR, A. Planejamento e Gestão em Campi Universitários: Inteligência Geográfica em Tempos de Geografia das Coisas. **Revista MundoGeo**, nov. 2015. Versão Revista Digital MundoGeo.
- CHAN, Tai On; WILLIAMSON, Ian P. Spatial Data Infrastructure Management: lessons from corporate GIS development. In, Proceedings, **The 27th Annual Conference of AURISA 99**, Blue Mountains, New South Wales, Australia.
- CHEN, Ying; ZHANG, ZHANG, Shouyi. Service encapsulation-based model for Smart Campus. **Journal of Electronic Commerce in Organizations**, Sidney, v.10, n.4, p.31-41, 2012.
- ERBA Diego Afonso. Cadastro multifinalitário: aplicado a la definición de políticas de suelo urbano. **Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy**, 2007.
- ESRI. ArcGIS QuickCapture. Disponível em: <<https://www.esri.com/pt-br/arcgis/products/arcgis-quickcapture/overview>>. Acesso em: 7 out. 2022.
- FAPDF. 2023. A Inteligência Geográfica no processo de gestão da Universidade de Brasília. In. **Periódico de Pesquisa Científica - Diálogo Científico**, v 2. p. 37.

FGDC - Federal Geographic Data Committee. Advancement of the national spatial data infrastructure. Disponível em: <<https://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

FONTE, C. C. et al. VGI quality control. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, La Grande Motte, V. 2, n. 3, p. 317-324, 2015.

GOODCHILD, Michael. F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, v. 69, p. 211-221, 2007.

GOODCHILD, Michael. F., LI, Linna. Assuring the quality of volunteered geographic information. **Elsevier – Spatial Statistics**, V. 1, p. 110–120, 2012.

GRANT, D. Spatial Data Infrastructures: the vision for the future and the role of government in underpinning future land administration systems. In: International Conference on Land Tenure and Cadastral Infrastructures for Sustainable Development, **Proceedings**. Melbourne p. 94–109. 1999.

GUEDES, Carlos Eduardo; BRITO, Luciano Augusto Terra. Motivação para a cartografia colaborativa: um experimento no Exército Brasileiro. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 4, 2021.

IBGE. Censo Demográfico. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19157**: Geographic information - data quality. Geneva, Switzerland, v. 16, 2013.

JESUS, E. G. V. de; BRITO, P. L.; FERNANDES, V. de O. Avaliação da usabilidade do geoportal da infraestrutura de dados espaciais da Bahia (IDE-BA). **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 70, n. 5, p. 1734–1757, 2018. DOI: 10.14393/rbcv70n5-44550. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44550>. Acesso em: 22 jun. 2024.

KANEKO, Atsushi; SUGINO, Noboru; SUZUKI, Tom; ISHJIMA, Shintaro. A step towards the Smart Campus: a venture project based on distance learning by a hybrid video conferencing system. **Smc 2000 conference proceedings. 2000 ieee international conference on systems, man and cybernetics. cybernetics evolving to systems, humans, organizations, and their complex interactions**, cat. no.0, Nashville, TN, USA, 2000, pp. 38-43 vol.1.

LÓPEZ-PASTOR, Jesús Javier Marín. La confianza de la Información Geográfica Voluntaria (IGV). **Revista Cartográfica 91**, p. 123-131, 2015.

NAKAMURA, Eduardo Tomio; QUEIROZ FILHO, Alfredo Pereira de. Infraestrutura de dados espaciais: exemplo do parque estadual de intervalos – SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 64, n. 5, p. 723-735, 2012.

OLIVEIRA, Gabriel Araujo de; CIRILO, José Almir; BRITO, Patricia Lustosa; ELIAS, Elias Nasr Naim. Qualidade do Posicionamento em Aplicativos VGI Obtido por Sensores de Localização em Smartphones. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 71, n. 3, p. 806-831, 2019.

PAIXÃO, Silvane Karoline Silva; NICHOLS, Sue; COLEMAN, David. Towards A Spatial Data Infrastructure: Brazilian Initiatives. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 60, n. 2, p. 133-144, 2008.

PC-IDEA. Spatial Data Infrastructure (SDI): **Manual for the Americas**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2013.

RAJABIFARD, Abbas; CHAN, Tai On; WILLIAMSON, Ian P. The Nature of Regional Spatial Data Infrastructures. **AURISA 99 – The 27 Annual Conference of AURISA**. Blue Mountains NSW, p. 1-9, 1999.

RAJABIFARD, Abbas, WILLIAMSON, I. P.. Spatial Data Infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions. In **GEOMATICS'80. Proceedings** of Conference. Tehran. 2001.

SLUTER, Cláudia Robbi. Território. In: IBGE. **Brasil em números**. v. 21. Rio de Janeiro: IBGE 2013. p. 45-52.

TEIXEIRA, Moisés de Souza; SCHMIDT, Marcio Augusto Reolon. Avaliação da acurácia posicional de dados colaborativos do openstreetmap: eixos viários de bairro no município de Uberlândia (MG). **Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 42, n. 2, p. 281 - 290, 2023.

TOUYA, Guillaume; BRANDO-ESCOBAR, Carmen. Detecting Level of Detail Inconsistencies in VGI Datasets. **Cartographic: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, 48, n. 2, p. 134–143, 2013.

UNB. ANUÁRIO ESTATÍSTICO 2021. Disponível em: <<https://anuario2021.netlify.app/index.html>>. Acesso em: 24 jul. 2022.

DESIGN-SYSTEM. **W3C**. SVG icons. [S.l.]. Design-System, 2023. Disponível em: <https://design-system.w3.org/styles/svg-icons.html>. Acesso em: 20 out. 2023.

WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flávia Luciane. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, 7, n. 3, p. 310–324, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/7PPdkzYV9xCL4kR4RbbPjMv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 mai. 2024

Smart Campus – Proposta de um Framework Geográfico para Validação de Dados Geoespaciais

Smart Campus – Proposal for a Geographic Framework for Validation of Geospatial Data

Primeiro autor *, segundo autor **, terceiro autor ***

* Departamento, Nome da Instituição, se diferente, e-mail

** Departamento, Nome da Instituição, se diferente, e-mail

*** Departamento, Nome da Instituição, se diferente, e-mail

<http://dx.doi.org/.....XXX>

Resumo

Atualmente, têm surgido muitas iniciativas de Smart Campus no Brasil e no mundo e isso tem impulsionado diversas pesquisas sobre o tema, mas apesar do avanço, pouco se tem discutido sobre a gestão de dados no contexto do Smart Campus e também sobre a avaliação da qualidade de dados do Smart Campus. Esta pesquisa propõe um framework geográfico para avaliar a qualidade dos dados espaciais no ambiente de um Smart Campus. Foram coletados dados geoespaciais usando o aplicativo ArcGIS e Field Maps em dispositivo móvel, e Trimble Catalyst DA1. Os dados coletados passaram por uma avaliação onde foram qualificados como: aprovado, normalizado, pendente e rejeitado. Dependendo do estado do dado, ele recebe uma dessas qualificações. Para validação da pesquisa, foram coletados 1.323 pontos e desses 1.264 foram qualificados como normalizados, 43 como pendentes e 16 como rejeitados. O objetivo da pesquisa foi alcançado com êxito, porque foi possível propor um framework capaz de avaliar e normalizar os dados geoespaciais.

Palavras-chave: Smart Campus, framework, gestão de dados, análise de dados

Abstract

Currently, many Smart Campus initiatives have emerged in Brazil and around the world, driving various research on the topic. Despite this progress, there has been little discussion about data management in the Smart Campus context and the evaluation of Smart Campus data quality. This research proposes a geographic framework to assess the quality of spatial data in the Smart Campus context. Geospatial data were collected using the ArcGIS Field Maps application on a mobile device and Trimble Catalyst DA1. The collected data were evaluated and categorized as: approved, normalized, pending, and rejected. Depending on the state of the data, it receives one of these qualifications. For research validation, 1,323 points were collected, of which 1,264 were qualified as normalized, 43 as pending, and 16 as rejected. The research objective was successfully achieved, as it was possible to propose a framework capable of evaluating and normalizing geospatial data.

Keywords: Smart Campus, framework, data management, data analysis

INTRODUÇÃO

O termo Smart Campus surge pela primeira vez no ano 2000, proposto por Kaneko, Sugino, Suzuki e Ishijima para referenciar um campus inteligente; porém foi em 2014 que o termo Smart Campus começou a ganhar destaque, quando a Universidade de Lille apresentou um estudo de caso sobre Smart City ao Banco Mundial. Este estudo de caso ressaltou como a implementação de tecnologias inteligentes poderia não apenas beneficiar a comunidade acadêmica, mas também servir como um modelo inicial para a adoção de práticas sustentáveis, seguras e eficientes.

De acordo com Galego *et al.* (2016), o objetivo dos Smart Campus pode ser sintetizado em:

- a. criar um ambiente capaz de interligar digitalmente todos os prédios e instituições (que façam parte da universidade),
- b. possuir mobilidade favorável, ambiente sustentável, acesso à informação bem sistematizado, internet disponível a todos, c. ser um território utilizado para a formação humano-sócio-cultural.

Assim como observado por Galego *et al.* (2016), diversos estudiosos têm discutido a finalidade de um Smart Campus. Por exemplo, Forte *et al.* (2020) argumentam que o objetivo do Smart Campus é transformar os campi universitários em “pequenas” cidades inteligentes capazes de apoiar a gestão eficiente da sua área, e serem iniciativas educativas e inovadoras para atividades de pesquisa, que seriam fatores-chave para o bom desenvolvimento das cidades inteligentes do futuro. Para Neves *et al.* (2017), o Smart Campus tem como meta melhorar a infraestrutura e a vivência dentro dos campi universitários e promover soluções que impulsionam a inovação urbana. Os objetivos do Smart Campus relatados pelos três autores apresentam semelhanças e podem ser considerados também como complementares.

Os estudos sobre Smart Campus vêm crescendo cada vez mais, isso demonstra a importância que eles têm. De acordo com Dong *et al.* (2020) e Bandeira e Neto (2020), o Smart Campus é importante para a melhoria da segurança, gestão otimizada das infraestruturas, eficiência energética, sustentabilidade, comunicação e conectividade. O Smart Campus apresenta desafios que necessitam de soluções e esse artigo discute com mais detalhes esses desafios com foco na gestão de dados.

Os desafios da gestão de um Smart Campus na gestão de dados

Os estudos e projetos sobre Smart Campus têm crescido bastante, mas, como nos lembra Bandeira e Neto (2020), tudo isso ainda é muito novo e não foram encontrados estudos que abordem a relação entre o Smart Campus e a gestão universitária. Então, eles propuseram um estudo sobre isso, durante o estudo, entrevistaram diversos gestores das Instituições Federais de Ensino Superior-IFES a fim de compreenderem mais sobre o assunto.

Neste tópico o foco será na gestão de dados no contexto de Smart Campus e não na gestão universitária no sentido geral; antes de abordar sobre a gestão dos dados vale fazer primeiramente uma visita ao conceito de dado, que de acordo com Bergeron (2003), são números; são quantidades numéricas ou outros atributos derivados de observação, experimento ou cálculo; o autor acrescenta que dados em contexto são informações. Informação é um conjunto de dados e explicações associadas, interpretações e outro material textual relativo a um determinado objeto, evento ou processo (Bergeron, 2003). Observando as definições dadas por Bergeron (2003) sobre dados e informação, afirma-se que nesta pesquisa os dados estão inseridos em um contexto de pesquisa de dados geoespaciais na gestão de Smart Campus.

Existem muitos estudos sobre a gestão da informação e que nos trazem modelos para otimizar o entendimento das etapas ligadas à gestão da informação, não necessariamente sobre gestão da informação em um smart campus. Dentre os modelos existentes, optou-se por abordar o modelo apresentado por Choo (2003), que de acordo com Bandeira e Neto (2020) é o que melhor se enquadra porque tem etapas bem definidas e essas etapas atendem bem às exigências de aplicabilidade de Smart Campus em instituições de ensino público, apesar de os autores não afirmarem no seu estudo, pode-se concluir que os modelos podem ser replicados em instituições de ensino superior particulares.

O modelo de gestão da informação apresentado por Choo (2003) possui seis (6) etapas que são: identificação das necessidades de informação, aquisição de informação, desenvolvimento de produtos informacionais e serviços, distribuição da informação e uso da informação. A gestão da informação tem muito a contribuir para os projetos de Smart Campi. O Smart Campus está inserido no cenário de Big Data, pois gera um grande volume de dados e demanda uma política da gestão da informação e algoritmos para gerenciar a informação (Bandeira; Neto, 2020).

A gestão de dados tem como objetivo entender as necessidades de informação da instituição e de todos os envolvidos; capturar, armazenar, proteger e garantir a integridade dos ativos de dados; melhorar continuamente a qualidade dos dados e informações; garantir a privacidade e confidencialidade, de forma a evitar a utilização de dados e informações por pessoas não autorizadas; maximizar o uso eficaz e valor dos dados e ativos de informação (Mangueira, 2013).

Para atender aos objetivos da gestão da informação no contexto de Smart Campus existem muitos desafios que vão desde políticas, ferramentas adequadas para coleta e mão de obra necessária são encontrados, mas talvez o maior desafio esteja em lidar com alto volume de informação gerado por um Smart Campus (Bandeira; Neto, 2020).

Como coletar, normalizar, analisar e armazenar os dados de um Smart campus – Como aplicar as melhores práticas

A garantia da qualidade dos dados geoespaciais começa na coleta ou aquisição, ou seja, para se ter um dado de qualidade, a coleta dos dados tem que ser feita da melhor forma possível. Antes de abordar como coletar dados com qualidade, vale lembrar o conceito de qualidade no contexto de dados geoespaciais. O conceito de qualidade pode ser entendido como conformidade ou como especificação. Atualmente, ele também está muito associado à capacidade de um produto ou serviço de satisfazer as necessidades do cliente (Servigne *et al.*, 2006).

De acordo com a ISO 19157, as informações a respeito da qualidade do dado podem ser, informação não quantitativa da qualidade e informação quantitativa da qualidade. A não quantitativa é aquela de caráter geral, de grande interesse para conhecer o objetivo e o histórico da informação, bem como para se considerar outros possíveis usos em aplicações distintas das consideradas comuns; essa informação geralmente está presente nos metadados. Já a informação quantitativa diz respeito ao comportamento da informação geográfica que pode ser medido. São descritos por meio dos chamados elementos de qualidade, que são conhecidos como componentes da qualidade do dado geográfico como por exemplo a completude, consistência lógica, acurácia posicional, acurácia temporal e acurácia temática.

Nesta pesquisa, o foco será na informação quantitativa da qualidade. A informação quantitativa possui elementos de qualidade, elementos esses que são avaliados e quantificados para determinar a qualidade dos dados geoespaciais em conformidade com a Norma da Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG). Esses elementos estão distribuídos nos seguintes grupos: completude, relacionada com a presença ou ausência de feições na informação geográfica; consistência lógica, diz respeito ao cumprimento das regras lógicas da estrutura dos dados, dos atributos e das relações; acurácia posicional, refere-se à qualidade da posição geográfica das coordenadas do conjunto de dados geoespaciais e acurácia temporal que faz referência à exatidão encontrada na componente temporal dos dados geoespaciais. Além da acurácia temática, que diz respeito à correta interpretação das feições e atributos, bem como ao seu enquadramento nas classes previstas no modelo conceitual.

Para este estudo, a qualidade na coleta dos dados foi definida de acordo com a Norma da Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV). Segundo a ET-ADGV (2018) existem três níveis de aquisição de dados: o básico, que compreende um produto cartográfico preliminar, no qual apenas a geometria e o atributo “geometriaAproximada” foram levantados; o padrão que é um produto do nível básico no qual foram levantados todos os atributos obrigatórios da Norma da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) e o personalizado, produto no qual foram levantados um conjunto de atributos opcionais na ET-EDGV de interesse para um projeto específico.

De acordo com Galo *et al.* (2001) o controle de qualidade de produtos cartográficos é um tema relevante e amplo e Cunha *et al.* (2019) justifica afirmando que a avaliação da qualidade de produtos

cartográficos é um tema relevante porque embora exista no Brasil uma legislação específica que trata do tema, conforme Decreto no. 89.817 (BRASIL, 1984), ET-CQDG e o Manual de Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), nem todos os produtos cartográficos apresentam explicitamente um indicador de qualidade amplo, pois, a rigor, deve-se avaliar não apenas os aspectos de acurácia posicional, mas também a acurácia da consistência lógica, da completude, além de aspectos temporais, temáticos e de usabilidade.

Todos os elementos mencionados serão analisados detalhadamente nesta pesquisa e serão descritos com maior profundidade na seção de metodologia. Considerando a complexidade da análise, optou-se por trabalhar com conceitos de *framework*, que, conforme definido por Souza (1998), é um projeto genérico em um domínio específico que pode ser adaptado a aplicações específicas, servindo como um molde para a construção de aplicações. A escolha de utilizar um *framework* visa proporcionar a outros pesquisadores a possibilidade de utilizar parte ou toda a estrutura desenvolvida para otimizar o tempo ao desenvolver soluções semelhantes. Além disso, essa abordagem também facilita a colaboração na melhoria contínua do *framework*.

Porque um *framework*

Em busca de maior produtividade dos programadores e qualidade dos sistemas desenvolvidos, a reutilização dos códigos surge como parte da solução; durante as décadas de 60 e 70, a ideia de reutilização no desenvolvimento de sistemas computacionais centrava-se na reutilização de códigos e subcódigos (Lisboa Filho e Lochpe, 1999).

Segundo Pree (1994), o *framework* constitui um avanço real em termos de reutilização de código, uma vez que a reutilização ocorre não apenas a partir de pequenos blocos de programas, mas sim de todo um sistema (ou parte de um sistema), incluindo a reutilização do projeto.

O conceito estabelecido por Souza (1998) não é único quando se trata de *framework*, mas é o que melhor se adequa ao objeto desta pesquisa; diversos estudos trabalharam com o conceito de *framework*, alguns mais simples, outros mais elaborados (Freiberger; Silva, 2004).

De acordo com Freiberger e Silva (2004), o desenvolvimento de *framework* é uma tarefa complexa, pois o projetista necessita construir uma estrutura capaz de generalizar os requisitos de um domínio e, ao mesmo tempo, permitir a adaptação às especificidades de cada aplicação. Um *framework* tem como objetivo reduzir a complexidade no desenvolvimento de soluções e aumentar eficiência na produção (produzir mais em menos tempo e com qualidade) (Oliveira, 2023).

Os *frameworks* oferecem uma estrutura básica que facilita o desenvolvedor; essa estrutura varia conforme o *framework*; atualmente existem diversos *frameworks*, mas para exemplificar, listar-se-á algumas que são consideradas *frameworks* geográficas; dentre elas tem-se: GeoFrame (Lisboa Filho;

lochpe, 1999), *framework* para coleta e filtragem de dados geográficos fornecidos voluntariamente (Silva; Davis Jr., 2008) e *framework* para recuperação semântica de dados espaciais (Daltio; Carvalho, 2012).

Diferente dos outros dois *frameworks* listados, o GeoFrame é um *framework* conceitual que fornece um diagrama de classes básicas, a fim de auxiliar o designer na modelagem de fenômenos geográficos, bem como na especificação de padrões de análise para bases de dados geográficas (Lisboa Filho; lochpe, 1999);

O *framework* para coleta e filtragem de dados geográficos fornecidos voluntariamente permite que uma pessoa ou organização publique na web um conjunto de dados geográficos que ficará disponível para que outros usuários possam contribuir com novos dados, propostas de correção ou de atualização (Silva; Davis Jr., 2008).

Já o *framework* para recuperação semântica de dados espaciais tem como objetivo prover a recuperação semântica de dados geográficos, essa recuperação será viabilizada pela construção de anotações semânticas, pela propagação dessas anotações entre os objetos geográficos (vetoriais e matriciais) e por mecanismos de consulta que permitam correlacionar essas anotações. (Daltio; Carvalho, 2012).

Incorporar *frameworks* no processo de tornar um campus tradicional em um campus inteligente, denominado, também, de smartização das universidades, auxiliará na economia de tempo e esforço, pois, como Nóbrega *et al.* (2022) ressaltaram, o processo de smartização das universidades é complexo. É mais do que simplesmente promover a digitalização, ele visa alterar o quadro atual para desenvolver um conceito de universidade aberta; visa adaptar o modelo de gestão, infraestruturas e relacionamento com a comunidade em direção a um objetivo comum: sustentabilidade e qualidade de vida.

Para otimizar tempo e esforço, é essencial observar o que se desenvolve no Brasil e no exterior em relação ao Smart Campus. Essa abordagem permite consumir e contribuir com iniciativas de domínio público, aproveitando soluções já existentes e colaborando para o avanço dessa área.

O que já foi feito em outras universidades

Muitas iniciativas de Smart Campi têm surgido no Brasil e no mundo. No quadro abaixo, relacionamos cinco iniciativas brasileiras e cinco estrangeiras a fim de ilustrar o avanço da implantação de Smart Campi. A lista é aleatória e não exaustiva, limitou-se a cinco, dada a dificuldade de encontrar tais iniciativas. Os primeiros cinco listados são brasileiros e o restante estrangeiro.

Quadro 1 - Projetos de Smart Campi no Brasil e no mundo

Projeto	Detalhes	Institucionalizado	Fonte
Smart Campus FACENS, Brasil	Teve seu início em 2014 e tem como grande desafio fazer a integração dos dados disponibilizados por sensores, softwares e dispositivos de IoT oriundos de diversos setores (internos e externos) em um único DashBoard para simulação de uma Central de Controle e Operação de uma Smart City.	Sim	https://smartcampus.face ns.br/
Smart Campus - UNICAMP, Brasil	Surgiu em 2016 com o objetivo utilizar o conceito de Internet das Coisas na Unicamp de modo a obter informações para uma inteligência de controle mais eficiente e tomada de ações mais assertivas, tornando o dia a dia no campus mais produtivo.	Sim	https://smartcampus.pref eitura.unicamp.br/
Smart Campus UFPA, Brasil	Surgiu em 2016 com o objetivo de engajar a participação da comunidade acadêmica no desenvolvimento de soluções alternativas visando à melhoria da qualidade de vida no campus. A primeira aplicação desenvolvida foi o mapa interativo da universidade, com foco na mobilidade. Atualmente o aplicativo desenvolvido permite visualização do mapa da universidade, da localização do usuário, filtro de serviços (mostra a localização das edificações por serviço ofertado ou atividade que é desenvolvida), rotas para pedestres, carros e pontos de ônibus.	Sim	https://portal.ufpa.br/index.php/ultimas-noticias2/7665-aplicativo-smart-ufpa-conecta-e-facilita-a-locomocao-entre-os-campi-da-universidade https://github.com/smartufpa
Smart campus USP, Brasil	Surgiu em 2016 com foco na segurança das pessoas que circulam no Campus. Um dos primeiros resultados desse projeto é o aplicativo Campus USP, onde os usuários podem fazer chamadas de emergência, registrar ocorrências e ver um mapa de segurança que exibe onde houve ocorrências recentemente. Além disso, é possível acionar o modo de alerta, no qual a localização da pessoa é acompanhada a partir de uma central de monitoramento e, caso agite o celular, a Guarda Universitária é avisada sobre uma situação de perigo potencial. A Guarda liga para a pessoa e, caso não atenda, a central comunica ao operacional do campus e, imediatamente, desloca-se uma viatura para o local.	Sim	https://www.jornaldocampus.usp.br/index.php/tag/smart-campus/
	Com início em 2016, a iniciativa visa desenvolver soluções de campus inteligentes para a UFRN, especificamente com a finalidade de melhoria na		

Smart Campus UFRN, Brasil	segurança do campus, gestão de ativos e economia no consumo de energia. Teve como um dos primeiros resultados o Smart Campus, um aplicativo oficial da Universidade Federal do Rio Grande do Norte que fornece funcionalidades de campus inteligente no contexto de segurança, gestão de energia e sustentabilidade.	Sim	https://smartcampus.imd.ufrn.br/
I-Campus, República Checa	Surgiu em 2016 e trabalha no desenvolvimento do conceito de Inteligência Ambiental, focando nas atividades diárias do Campus, como aulas, trabalhos, conferências, entre outros.	Sim	Barrera et al. (2018)
Smart UJI ⁹ , Espanha	Projeto implantado em 2014 na Universidade Jaume I ⁹ , na Espanha. Apresenta um mapa interativo do Campus, com informações sobre a localização de institutos e serviços. É possível também calcular rotas de deslocamento e visualizar dados sobre o consumo de energia das edificações.	Sim	http://geotec.uji.es/projects/smart-uji/
Mugla-University, Turquia	Com seu início em 2017, ela apresenta um mapa interativo do Campus com tecnologia de Realidade Aumentada.	Sim	Barrera et al. (2018)
Projeto Universidade/Cidade Inteligente, Hungria	Implantado em 2013, trabalha com o conceito de participatory sensing e também com análises em tempo real de dados coletados no Campus, o processamento e distribuição automática dessas informações, juntamente com a comunicação das atividades acadêmicas.	Sim	Barrera et al. (2018)
Projeto Smart Campus, China	Iniciado em 2012 pela Universidade de Ciência e Tecnologia da China, contando, atualmente, com parcerias com outras instituições de ensino superior chinesas. Inicialmente, o foco era o desenvolvimento de serviços voltados à segurança, como controle de acesso para alunos e funcionários e monitoramento por câmeras e sensores. Outros trabalhos estão em desenvolvimento ligados à comunicação entre as instituições e os usuários, com ferramentas que estimam tendências de comportamento da comunidade, atividades mais comuns e outros dados de suporte à administração.	Em fase de Institucionalização	Barrera et al. (2018)

Fonte: elaborado pelos autores (2024)

Pesquisou-se, no curso deste estudo, projetos relacionados ao Smart Campus e foram identificados diversos projetos; alguns mencionados em site da própria instituição e outros mencionados em artigos

científicos; destaco os seguintes trabalhos que fizeram menção a projetos de smart campus: Smart Campus no Brasil: a percepção dos gestores das IFES (Bandeira; Neto, 2020), Smart Campus no Brasil: um estudo exploratório (Bandeira *et al.*, 2022). No entanto, devido à falta de informações detalhadas sobre alguns desses projetos, eles não foram incluídos no quadro 1. Apesar das diferenças nos objetivos primários dos projetos listados no quadro 1, todos eles incorporam uma ou mais dessas tecnologias apontadas como principais por Dong *et al.* (2020): computação em nuvem, internet das coisas, realidade aumentada e inteligência artificial.

Diante das vantagens oferecidas por um framework e da inexistência de uma estrutura específica para a análise da qualidade dos dados que apoie um Smart Campus, este artigo teve como objetivo propor um framework geográfico para auxiliar na avaliação da qualidade dos dados geoespaciais.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo – O Campus Darcy Ribeiro

A pesquisa aqui apresentada teve como área de estudo a Universidade de Brasília - UnB, que possui 368 cursos (graduação e pós-graduação), 51.921 estudantes (graduação e pós-graduação), 2.595 docentes e 3.131 servidores técnicos administrativos distribuídos em quatro campi (UnB, 2022). Sendo o Campus Darcy Ribeiro o objeto de estudo do presente trabalho, localizado na cidade de Brasília-DF, com uma área total de 3.950.579 m² e a área construída é de 601.918 m², segundo o anuário estatístico de 2021 da universidade (UnB, 2022).

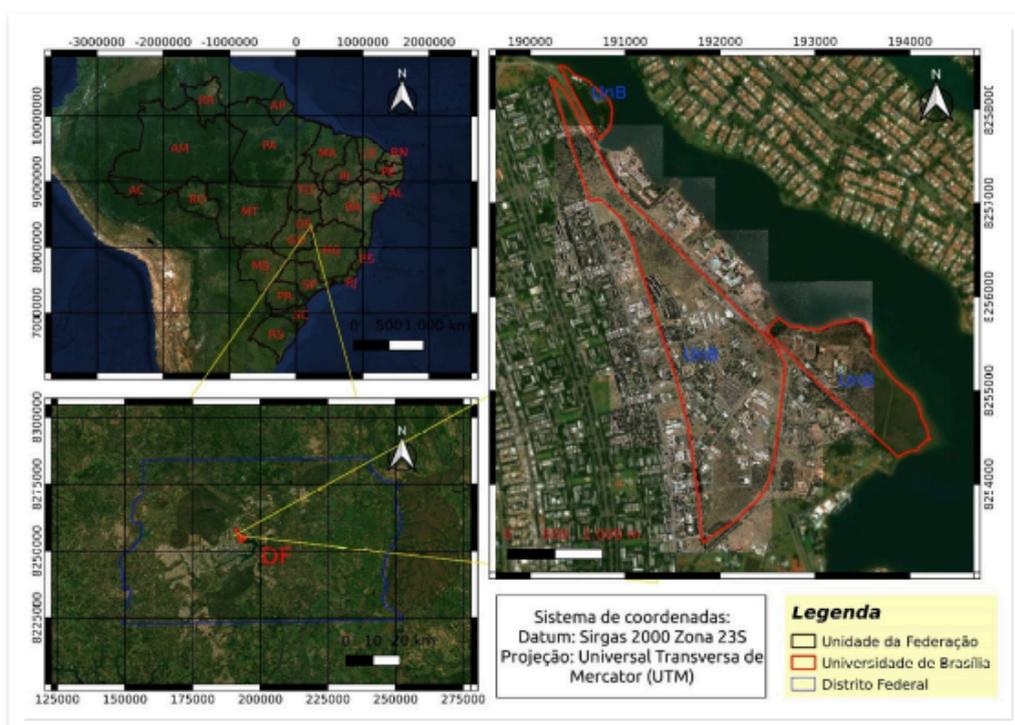


Figura 1 - Mapa de localização. Fonte: IBGE (limites da federação). Elaborado pelos autores (fevereiro, 2023)

Materiais

Durante o estudo foram aplicados os seguintes materiais: ArcGIS Online (AGOL), Portal ArcGIS Enterprise, linguagem de programação Python, aplicativo ArcGIS Field Maps, receptor Trimble Catalyst DA1, dispositivo móvel e os dados vetoriais da base de dados do projeto Smart Campus.

ArcGIS Online (AGOL): software baseado em nuvem para criar e compartilhar mapas interativos na web.

Portal ArcGIS Enterprise: componente do ArcGIS Enterprise que permite o compartilhar de diversos tipos de dados com outros usuários em sua organização.

Python: linguagem de programação usada no servidor para criar aplicações web, de acordo com a W3Schools. A linguagem foi aplicada para a manipulação da biblioteca ArcGIS API for Python.

ArcGIS Field Maps: aplicativo de coleta de dados GIS. Esta aplicação está presente no ArcGIS Online e também no ArcGIS Enterprise. De acordo com a ESRI, é uma ferramenta de coleta de dados móveis que permite aos usuários capturar, editar e visualizar dados geográficos em dispositivos móveis.

Trimble Catalyst DA1: é uma antena digital que permite que sinais do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) de alta qualidade (30 a 75 centímetros) e correções de satélite sejam transmitidos ao aplicativo Trimble Catalyst em execução no dispositivo móvel. O DA1 permite o processamento e correção em tempo real como Cinemático em Tempo Real (RTK), essas correções oferecem uma alta precisão dependendo da assinatura trimble adquirida.

Dispositivo móvel: podendo ser qualquer smartphone compatível, em tradução livre, telefone inteligente. Ou, de acordo com a ESRI, qualquer dispositivo que possui características mínimas equivalentes ou superiores a: android 8.0 (Oreo), processador ARMv7 e compatibilidade com OpenGL ES 2.0.

Dados vetoriais: estão divididos em três grupos: Infraestrutura, Mobilidade e Meio Ambiente.

Método

Para desenvolvimento da pesquisa, foram aplicados os procedimentos descritos na figura 2.

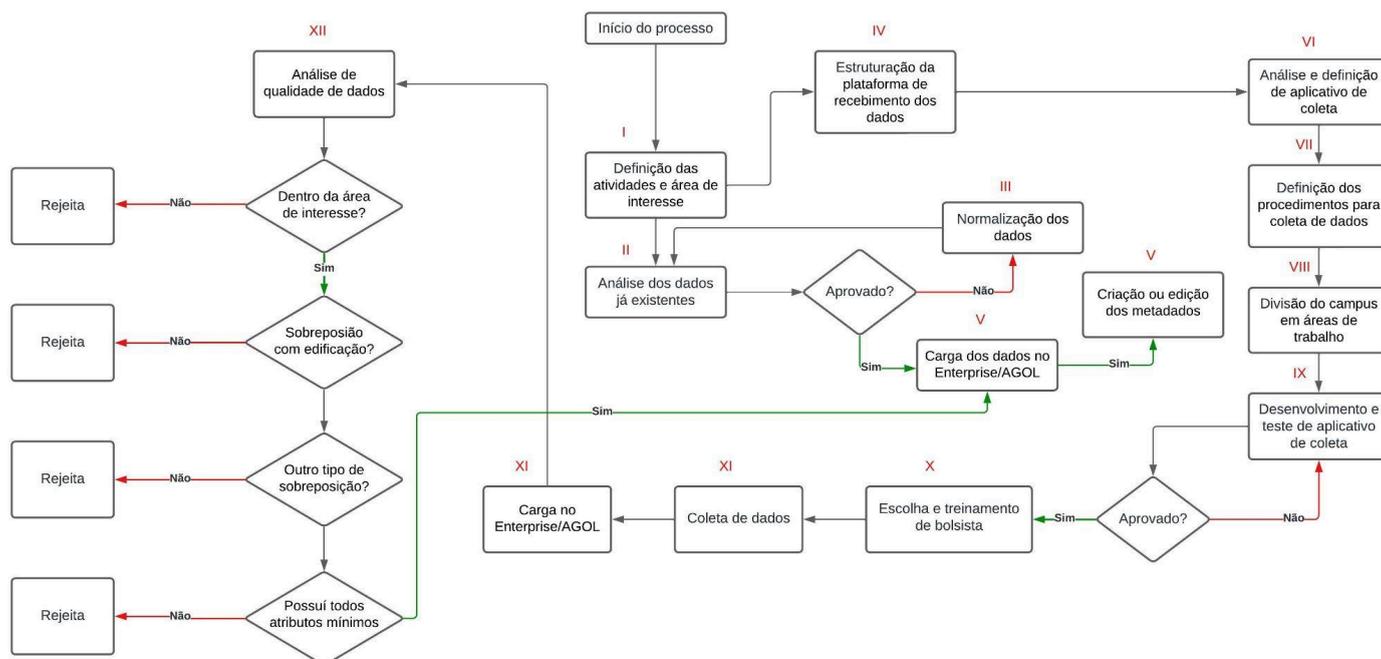


Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos. Fonte: Organizado pelos autores (julho, 2023)

A figura 2 compreende todas as etapas realizadas no trabalho, proporcionando uma visão integral e estruturada do desenvolvimento do estudo.

Definição de atividades e área de interesse (I): nesta fase inicial, foram estabelecidas as atividades e a área de interesse. Embora a Universidade de Brasília abranja diversos Campi (Darcy Ribeiro, FGA – Faculdade do Gama, FUP – Faculdade de Planaltina e FCE – Faculdade de Ceilândia), o foco deste estudo foi direcionado ao campus Darcy Ribeiro, Campus Central da UnB, conforme evidenciado na figura 1. As atividades delineadas compõem as próximas etapas do fluxo.

Análise dos dados existentes (II): nesta etapa, conduziu-se uma análise de todos os dados contidos no banco de dados do projeto Smart Campus da Universidade de Brasília. A verificação do estado dos dados teve como objetivo analisá-los para serem carregados na base de dados da IDE-UnB. Não estando de acordo com as diretrizes da Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geospaciais Vetoriais (ET-ADGV), passa-se para a fase de normalização.

Normalização dos dados (III): neste ponto, foram utilizados todos os dados que demandavam normalização, sendo eles tratados de acordo com a ET-ADGV, assegurando a conformidade e integridade necessárias.

Estruturação da plataforma de Recebimento de Dados (IV): nesta fase, foi realizada a estruturação da plataforma de recebimento de dados, utilizando o ArcGIS Enterprise. A plataforma foi organizada de maneira temática, abrangendo áreas como geologia, saúde, meio ambiente, infraestrutura, imagens, urbanização, segurança e mobilidade.

A figura 3 ilustra como estão organizados os dados na plataforma da IDE-UnB.

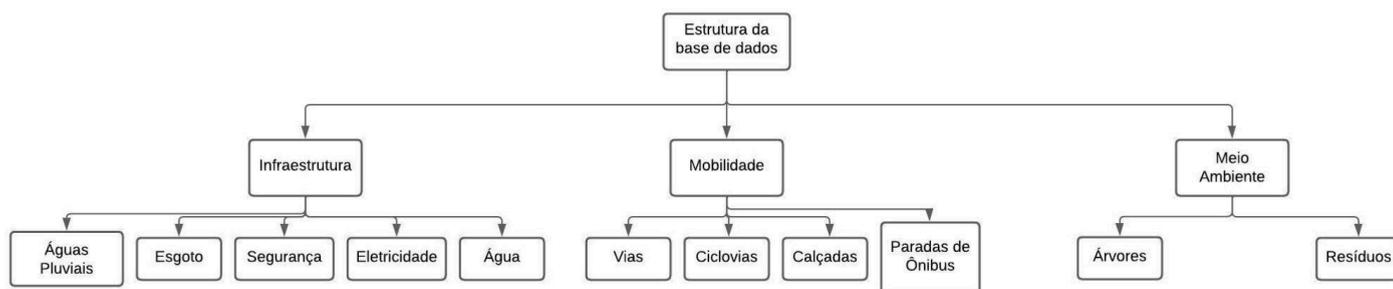


Figura 3 - Fluxograma com a estrutura dos dados. Fonte: Organizado pelos autores (julho, 2022)

Carga dos dados na plataforma IDE-UnB (V): neste ponto do processo, procedeu-se ao carregamento dos dados normalizados conforme a ET-ADGV 3.0 e aprovados após análise para o ArcGIS Enterprise, consolidando a informação na plataforma.

Análise e definição de aplicativo de coleta (VI): nesta etapa, definiu-se o aplicativo de coleta, optando-se pelo ArcGIS Field Maps. Este aplicativo, integrado à plataforma ArcGIS Online, possibilita a captura eficiente de dados em campo, com envio direto para a plataforma ArcGIS Online. A escolha pelo ArcGIS Field Maps fundamenta-se no fato de a Universidade de Brasília possuir um contrato de licença educacional com a Esri.

Definição dos procedimentos para coleta de dados (VII): visando uma maior qualidade dos dados a serem coletados, foram utilizados dois Smartphones da marca Motorola, modelo G6 e GNSS Trimble Catalyst DA1. O ArcGIS Field Maps faz a coleta de coordenadas do ponto usando o sistema do próprio smartphone. Considerando a baixa precisão do smartphone, utilizou-se o Trimble Catalyst DA1 para substituir o sistema do celular. As coordenadas coletadas assumem a precisão dos dados corrigidos em tempo real (RTX) do DA1 e não mais pelo próprio smartphone. Para a realização deste trabalho utilizou-se o posicionamento submétrico, que em condições ideais oferece uma precisão de 30 centímetros.

Divisão do campus em áreas de trabalho (VIII): para efetuar os levantamentos, o Campus Darcy Ribeiro foi dividido em cinco (5) áreas de trabalho. Essa divisão foi feita para se ter um melhor controle das atividades de campo e cada bolsista tornou-se responsável por uma área específica.



Figura 4 - Mapa de divisão de área. Fonte: IBGE. Organizado pelos autores (junho, 2023).

Desenvolvimento e teste do aplicativo (IX): nesta fase, dedicou-se à criação do aplicativo e à execução de testes abrangentes para avaliar sua funcionalidade. Os testes foram conduzidos em campo, envolvendo levantamentos de pontos aleatórios, a fim de observar o desempenho do aplicativo em condições práticas. Esses testes foram concebidos de maneira semelhante aos próprios levantamentos, diferindo apenas no tamanho da área e na quantidade de dados coletados.

Os procedimentos de teste incluíram simulações (detalhadas na etapa de treinamento) de levantamentos colaborativos, sendo essenciais para validar o pleno funcionamento do aplicativo. A efetivação desta etapa estava condicionada à verificação satisfatória da eficiência do aplicativo. Somente após essa confirmação, a pesquisa progrediu para a próxima etapa, garantindo o pleno funcionamento e confiabilidade do aplicativo desenvolvido.

A figura 5 ilustra a estrutura e os passos da coleta feita com ArcGIS Field Maps.

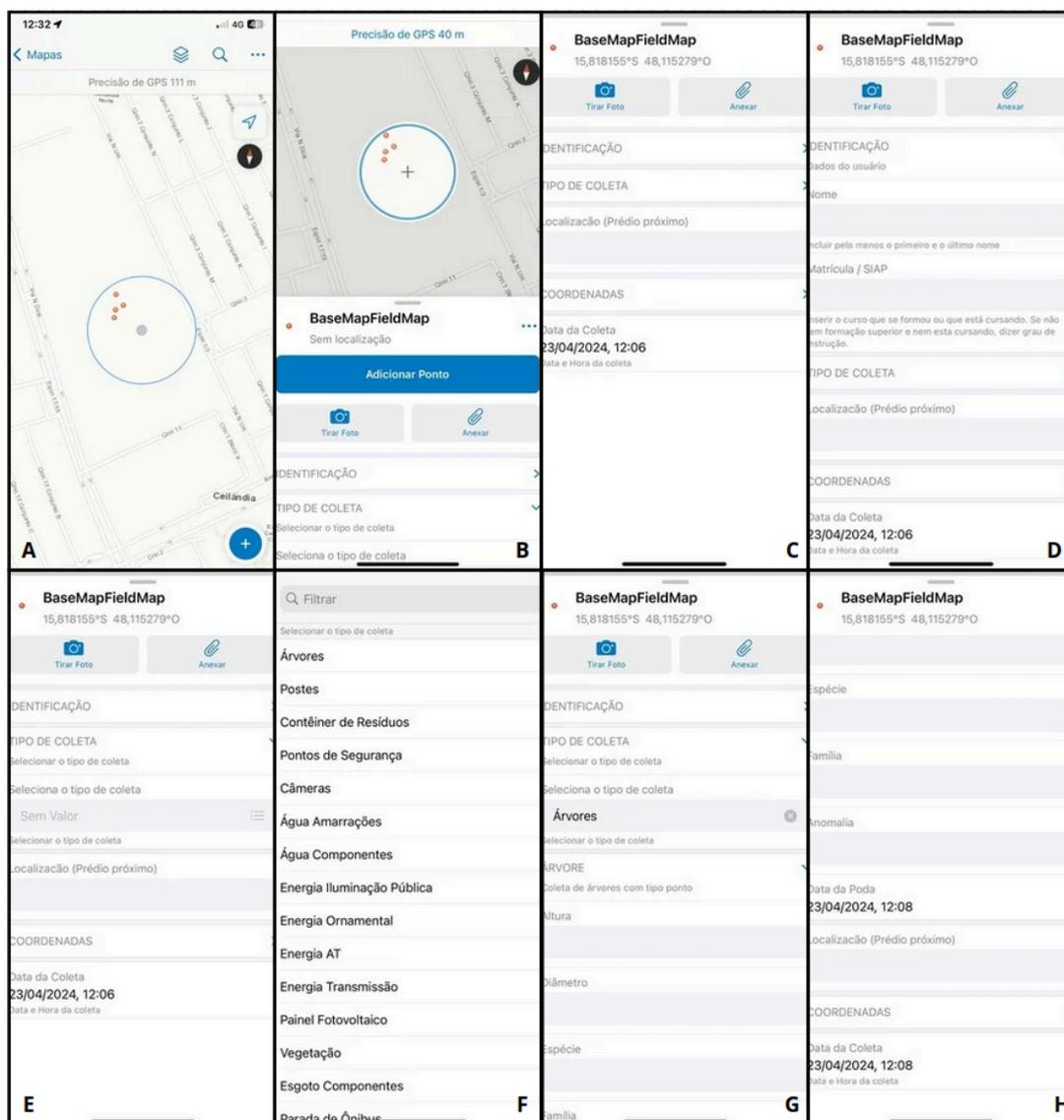


Figura 5 - Etapa de coleta com ArcGIS Field Maps. Fonte: Organizado pelos autores (maio, 2024)

A figura 5 apresenta oito imagens que mostram cada passo da coleta de dados em campo: a imagem 'A' mostra uma visão de quando se abre o aplicativo e a obra em que se deseja trabalhar é selecionada. Um usuário pode ter mais de uma obra. A imagem 'B' ilustra a situação logo após o clique no botão azul com símbolo '+' da imagem 'A' que indica adição. O botão 'Adicionar Ponto' da imagem é a última ação a ser feita, se clicar nele antes mesmo de preencher os requisitos definidos como obrigatórios, ele não executará a coleta.

Os requisitos definidos como obrigatórios são a identificação e o tipo de coleta, mas dentro de cada tipo de coleta é possível definir também um ou mais requisitos como obrigatórios. A imagem 'C' mostra um panorama geral do que será coletado, ou seja, informações pessoais do operador, tipo de coleta, descrição

da localização ou ponto de referência, coordenadas e data. Esses dois últimos são coletados de forma automática.

As três primeiras imagens (A, B e C) mostram a estrutura geral do processo, enquanto as seguintes apresentam mais detalhes da coleta. A imagem D detalha a parte de identificação, com os campos nome e matrícula ou SIAP, que é o código dos técnicos da prefeitura da Universidade de Brasília. Embora esses técnicos não tenham participado da primeira coleta, é provável que participem das próximas.

A imagem E expande o item "Tipo de coleta", que tem como valor padrão "Sem valor" e mostra três barras à direita que, ao serem clicadas, exibem uma lista suspensa dos tipos de coleta, conforme ilustrado na imagem F. Essa lista não é exaustiva e contém mais opções do que as mostradas na imagem F. O tipo "Árvores" foi selecionado como exemplo, e após essa seleção, todos os elementos a serem preenchidos são exibidos, como mostram as figuras G e H. Após preencher os campos, basta clicar no botão "Adicionar Ponto" na imagem B para que a coleta seja realizada e imediatamente inserida na camada correspondente no ArcGIS Online.

Escolha e Treinamento de Bolsistas (X): O treinamento de colaboradores é uma estratégia importante para garantir a qualidade dos dados; esta consideração motivou o treinamento dos bolsistas, auxiliares do projeto, bem como sua distribuição por áreas específicas, evitando assim erros de redundância e sobreposição durante o processo de coleta (Fonte *et al.*, 2015). Neste passo, ocorreu a seleção e o treinamento dos bolsistas, que atuavam como "agentes de prefeitura". A escolha baseou-se na análise da experiência acadêmica, e o treinamento prático foi conduzido em campo, proporcionando uma compreensão detalhada dos procedimentos de coleta de dados.

Coleta dos dados e carga no Enterprise/AGOL (XI): nesta fase, os bolsistas dirigiram-se às suas pré-estabelecidas para realização dos levantamentos. Levaram consigo um smartphone do LATOGEO - Laboratório de Topografia, Cartografia e Geodesia que já estava com aplicativo ArcGIS Field Maps, Antena Trimble Catalyst DA1 e foram adicionados como publicadores no grupo de trabalho criado na plataforma do AGOL. A medida que eles coletavam, os dados eram inseridos automaticamente em suas camadas. Isso ocorre porque é um trabalho realizado na nuvem.

Procedimento e Análise de Qualidade de Dados (XII): nesta etapa, realizou-se uma avaliação automatizada para analisar a consistência dos dados coletados, visando identificar problemas antes de sua integração à plataforma IDE-UnB. Devido à demanda de tempo para avaliar os dados recebidos e fornecer respostas apropriadas aos problemas relatados, foi essencial otimizar esse processo.

Todos os dados passaram por uma avaliação de consistência, permitindo que a equipe se concentrasse em questões reais. A figura 2 esboça o fluxo de análise de consistência, iniciando na etapa de Procedimento e Análise de Qualidade de Dados e estendendo-se até a etapa de Carregamento no Dashboard.

Posicionamento Geográfico ou acurácia posicional: neste ponto, foi realizada uma verificação do posicionamento geográfico de todos os pontos coletados. Pontos localizados fora dos limites geográficos do campus Darcy Ribeiro foram rejeitados, pois não estavam alinhados com o escopo desta pesquisa. Nesta etapa, se aplicou a consistência lógica de validação entre classes. Essa consistência visa identificar inconsistências de conectividade entre classes, baseada no modelo de dados da Especificação Técnica da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais ET-EDGV (IBGE, 2017). Verificou-se se cada ponto coletado estava dentro dos limites da universidade.

Sobreposição: Os pontos validados na etapa anterior foram analisados para determinar se existe ou não uma sobreposição indevida com outras camadas. Por exemplo, a análise se uma árvore está dentro ou não de um prédio; se a árvore estiver dentro do prédio, essa árvore é rejeitada, pois trata-se de um erro. Nesse caso, sabe-se que a geometria do prédio está correta porque, quando comparadas as duas geometrias com as ortofotos da universidade, a geometria do prédio é a que apresenta menor erro posicional. Além da sobreposição com prédios, também foram feitas verificações de sobreposição com a rodovia. A árvore não é o único dado que passa por essa avaliação, outros dados também passam.

Atributos mínimos: Após a avaliação de sobreposição, passou-se à etapa de verificação de atributos mínimos. A ET-ADGV lista os atributos mínimos obrigatórios na aquisição de dados espaciais. Nessa etapa, verifica-se se os dados possuem esses atributos mínimos e se eles não estão com valores nulos.

São aprovados os dados que passam por essas três últimas etapas listadas até aqui. Os dados que não passarem nos atributos mínimos recebem um status de pendente, assim como aqueles que estiverem no meio da rodovia. Optou-se por deixar o status pendente para que possam passar por uma curadoria técnica, uma vez que pode haver um pequeno erro entre a pista e o canteiro. Por exemplo, um poste que está no canteiro pode aparecer na pista por um pequeno erro posicional. Excluir esse dado seria abdicar de uma informação real. Os dados pendentes serão visitados pela equipe técnica a fim de aprovar ou rejeitar os mesmos.

As análises de posicionamento geográfico e da qualidade das informações dos dados foram realizadas de forma automática, por intermédio da linguagem de programação python. As principais funções utilizadas para realizar essas atividades são: `analyse_function`, `point_polygon_distance`, `Transformer` e `Point`.

A função "`analyse_function`" é a função central, desenvolvida para receber outras funções e ser responsável pela normalização dos dados. Ela concentra todas as análises, executa todas as funções e verifica se suas condições foram satisfeitas, caso positivo o dado é aprovado; caso negativo o dado é rejeitado se estiver fora dos limites do campus ou se tiver uma sobreposição indevida sem um outro polígono próximo que o possa validar para ficar com o status de pendente.

A função "point_polygon_distance", desenvolvida para verificar a menor distância entre um ponto e o um polígono, aplicada para a verificação de sobreposições indevidas. Se um ponto está com uma sobreposição indevida como por exemplo ponto em polígono de rodovia, mas se tiver um polígono de canteiro por perto (menos de 1 metro), esse ponto não será rejeitado, mas receberá status de pendente.

"Transformer" é uma função presente na biblioteca "pyproj" responsável por fazer transformações de sistemas de referências de coordenadas, o que permitiu deixar todos os dados no mesmo sistema. Ela foi necessária para ajustar o sistema em que eram coletados os dados EPSG 102100 (datum: WGS) para os da base do Smart Campus EPSG 31983 (datum: Sirgas 2000, projeção: UTM, fuso: 23S).

"Point" função presente na biblioteca "geometry" permite transformar um par de coordenadas é uma geometria do tipo ponto, facilitando a verificação se um ponto está dentro dos limites da área de estudo.

Quadro 2 - (Classes de acordo com ET-ADGV)

Camada ET-ADGV / Nome anterior	Atributos mínimos obrigatório	Atributos não obrigatórios
Arvore_Isolada / Arvore	geometriaAproximada	tipoarvore, altura, diametro, especie, familia, anomalia, datapoda, localizacao, datacoleta, status
Edif_Abast_Agua_P / agua_amarracoes	geometriaAproximada, operacional, tipoEdifAbast	localizacao, datacoleta, status
Edif_Abast_Agua / caixasdeagua	geometriaAproximada, operacional, tipoEdifAbast	tipo, composicao, material, altura, capacidade, localizacao, status
containersdesala	Não contemplado pela norma	dimensao, altura, quantportas, quantjanela, emuso, estadoconse, arcondicion, energiaelet,agua, localizacao, status
coletoresparareciclagem	Não contemplado pela norma	quantcolrec, tipomateria, localizacao, datacoleta, status
container_residuos	Não contemplado pela norma	numero, localizacao, responsavel, normafabric, datainstala, respinstala, material, capacidade, protecaouv, tampaarticu, munhoeslate, tiporoda, cor, altura, lagura, profundidade, dreno, status
coletoresd_lixo	Não contemplado pela norma	quantcollix, tipomateria, localizacao, datacoleta, status
Ciclovias / Ciclovias	geometriaAproximada, operacional, situacaoFisica	Não possui
Passeio / Calçadas	geometriaAproximada, calçada, pavimentacao	Não possui

drenagem_bocas_lobo	Não contemplado pela norma	instalacao, grelha, situacao, indesgoto, datalimpeza localizacao, datacoleta, status
drenagem_bacia_pe	Não contemplado pela norma	area, perimetro, situacao, localizacao, datacoleta, status
Galeria_Bueiro / drenagem_bueiros	geometriaAproximada, tipoTrechoDuto, setor, operacional, situacaoFisica	diametro, cotaparede, cotafundo, largura, altura, localizacao, datacoleta, status
Edif_Constr_Turistica / escultura	geometriaAproximada, operacional, turistica, tipoEdifTurist	nome, localizacao, datacoleta, status
Edif_Ensino Edificacao	geometriaAproximada, operacional	nome, numpav, numsalas, operacional, localizacao, datacoleta, status
estacionamento / estacionamentos	geometriaAproximada, modalUso, finalidadePatio, publico	publico, localizacao, datacoleta, status
Edif_Saneamento / esgoto_componentes	geometriaAproximada, operacional, tipoEdifSaneam	material, diametro, profundidad, localizacao, status
Poste_Sinalizacao / Ponto de seguranca	geometriaAproximada, tipoPoste	localizacao, materiapost, formaposte, alturaposte, profundfixa, caixasuperi, alimenelet, sensorilum, tipoconexao, quantreflet, modelorefle, modelosens, campovisao, distvisao, alturaboaci, status
Poste	geometriaAproximada, tipoPoste	tipoposte, tipomateria, quantlamp, quantmaior1, potencialam, tipolampada, quantlumina, rede, tiporede, tiporede, localizacao, datacoleta, status
Estrut_Apoio / parada_onibus	geometriaAproximada, operacional, modalUso, operacional, situacaoFisica, tipoEstrut, tipoExposicao	modaluso, situafisic, situafisic, operacional, operacionP, qrcode, tipoexpo, tipomateria, materialpa, assento, estabilidade, linha, localizacao, datacoleta, status
refletores	Não contemplado pela norma	tipoposte, materiposte, alturaposte, quantreflet, potenciaref, caixacomele, escadaacere, localizacao, status
Subest_Transm_Distrib_Energia_Eletrica / subestacoesdeenergias	classeAtivEcon, operacional, centroDeCarga	localizacao, muflaentrad, numtransfor, potenciatra, protetorb, disjuntor, alimentacao, status
Torre_Energia / torredetransmissao	geometriaAproximada, operacional, ovgd	tipo, altura, escadaacess, caixascomon, sensores, localizacao, status

Fonte: IBGE. Organizado pelos autores (fevereiro, 2024).

O quadro 2 mostra as camadas, os seus atributos mínimos obrigatórios de acordo com a ET-ADGV e os atributos não obrigatórios; estes foram acrescentados por serem considerados essenciais para atender às demandas da própria universidade.

Na coluna camadas, temos à esquerda o nome sugerido pela norma e à direita os nomes das camadas que estavam presentes na base de dados antes da normalização dos dados. Após a normalização, as camadas da base de dados do Projeto Smart Campus UnB foram renomeadas de acordo com a norma.

Algumas camadas possuem a descrição “não estão contemplados pela norma”, que no caso se trata da ET-ADVG, isso significa que é uma camada existente na base de dados do smart Campus - Unb, mas que não existe uma camada correspondente na norma ET-ADVG; nestes casos, foram aplicadas as seguintes regras:

1 - Primeira letra maiúscula e as demais minúsculas, isso quando se tratava de camadas que possuem apenas um nome, como no caso de Refletores;

2 - Se tratando de casos que possuem mais de um nome, fez-se o uso de underline (_) para unir os nomes e a primeira letra de cada nome começa com a letra maiúscula e as demais em letras minúsculas, como exemplo, tem-se a camada drenagem_bocas_lobo;

3 - Considerou-se como atributo mínimo obrigatório apenas o atributo ‘geometriaAproximada’, por ser o atributo presente em todas as camadas observadas na norma;

4- Os nomes dos atributos ficam todos em letras minúsculas e limitados a 11 caracteres. Essa limitação de caracteres é prevista pela norma e isso acontece porque os arquivos do tipo Shapefile só permitem atributos com até 11 caracteres.

Carga e visualização do Dashboard: após análise e consistência, os dados são automaticamente enviados para a plataforma ArcGis Enterprise. A carga dos dados na plataforma ocorre de duas maneiras: por meio de uma camada geral que agrega todos os dados avaliados e exibe no dashboard os detalhes dos resultados obtidos após a avaliação de forma simples e interativa, e a outra, através de camadas individuais, onde cada ponto avaliado é inserido na camada correspondente já existente na plataforma. Os dados aprovados são atualizados automaticamente após a avaliação completa. No dashboard, podem ser visualizados: pontos coletados, aprovados, normalizados, pendentes, rejeitados e detalhes dos pontos por camada.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa desenvolvida apresentou como resultados os dados levantados em campo, a avaliação automatizada da qualidade dos dados coletados, a carga no AGOL/ENTERPRISE e um dashboard para acompanhar de forma interativa as avaliações realizadas.

A figura 6 apresenta uma visão espacial de todos os dados coletados.

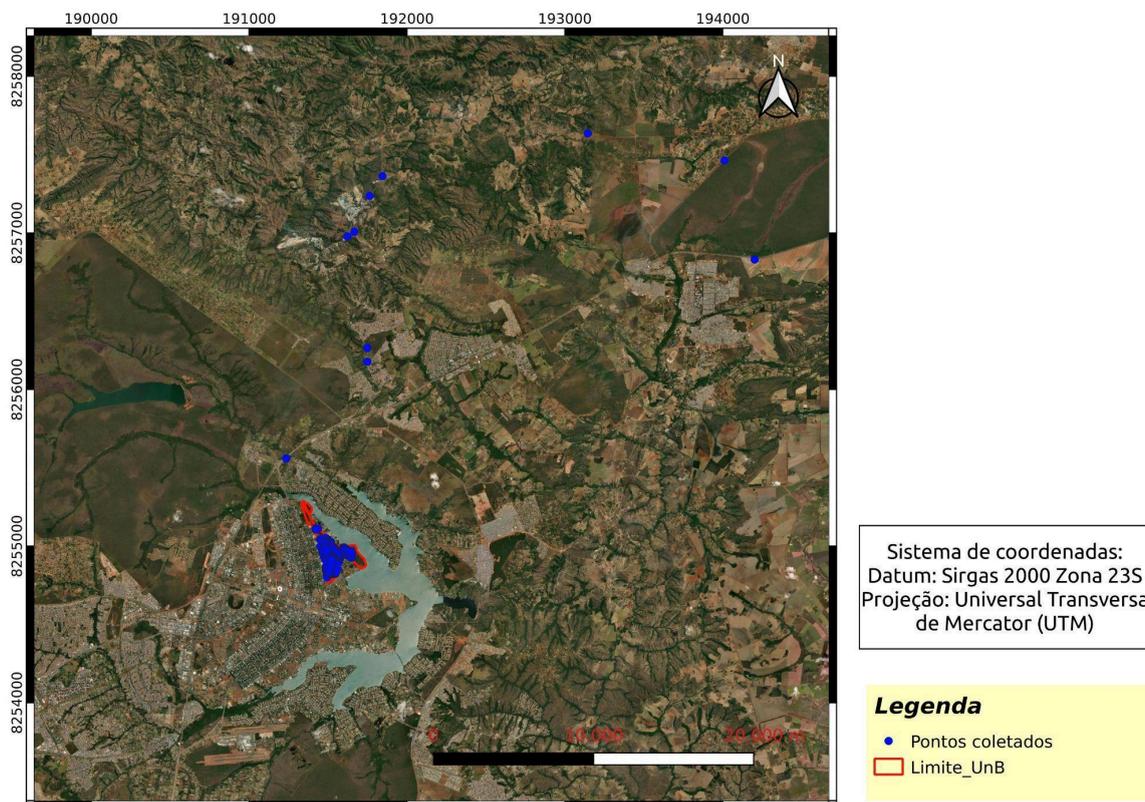


Figura 6 - Visualização espacial dos dados coletados. Fonte: Organizado pelos autores (maio, 2024)

A figura 6 possibilita observar todos os dados coletados e o limite geográfico da Universidade de Brasília (em vermelho). Essa figura traz todos os dados antes da avaliação de validação dos dados. Foram coletados, no total, 1.323 pontos e esses pontos estão divididos por camadas, como mostra a figura 7.

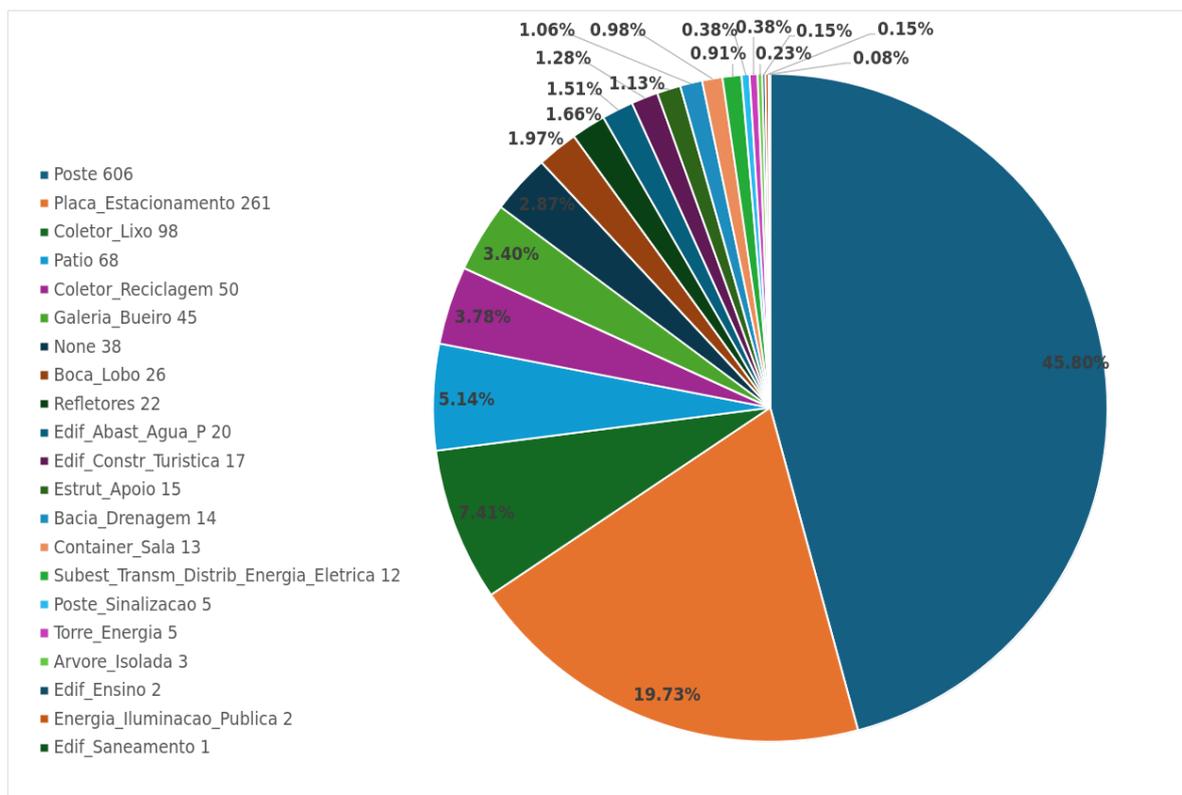


Figura 7 - Relação da camada e quantidade de pontos coletados. Fonte: Organizado pelos autores (maio, 2024)

Pode-se observar na figura 7 o percentual e a quantidade de pontos de cada feição coletada. Duas feições se destacam com o maior percentual de dados: postes e placas de estacionamento. Os quantitativos ocorreram em razão da quantidade existente para ser coletada.

Para se ter a totalidade dos pontos, precisa somar os dados das duas figuras, pois nenhuma das figuras representa a totalidade da coleta feita. Na legenda das figuras encontram-se os nomes das camadas e número absoluto de pontos coletados da camada.

A figura 8 ilustra a imagem do dashboard para se observar melhor o resultado da avaliação feita.



Figura 8 - Visualização do dashboard. Fonte: Organizado pelos autores (maio, 2024)

Para melhor compreensão das informações presentes na figura 9, ela será dividida em três partes, sendo a primeira a que se encontra à esquerda e em seguida a que consta no centro e por fim a que se localiza à direita.

Na primeira parte, observa-se um gráfico do tipo pizza que traz o status dos dados após a avaliação e pode-se observar três informações que são: normalizado, pendente e rejeitado. Logo abaixo do gráfico está a legenda, a qual informa a quantidade absoluta de pontos por status, e se observa que existem 1.264 pontos normalizados, 43 pendentes e 16 rejeitados. A princípio, são quatro os status de avaliação: aprovado, normalizado, pendente e rejeitado.

Todos os dados com status de “rejeitados” representam dados que estão fora dos limites do Campus Darcy Ribeiro ou possuem alguma sobreposição indevida. Conforme relatado na metodologia, dos 16 rejeitados, nove (9) estavam fora dos limites do campus e sete (7) tiveram sobreposição com a edificação.

Os Pendentes são todos os que estão em trecho rodoviário ou estacionamento; esses locais foram considerados locais sensíveis por se tratar de área que requer grande atenção, por existirem pontos muito próximos a essas áreas, tais como postes, árvores e paradas. Dos 43 pontos com status pendente, 25 são

sobreposição entre poste e estacionamento, 15 entre Poste e trecho rodoviário, 4 entre parada e trecho rodoviário e 2 entre árvores.

Já os normalizados são aqueles que não passaram na avaliação de atributos, pois não possuem os atributos mínimos obrigatórios estabelecidos pela ET-ADGV ou esses atributos estão com valor nulo.

Nenhum dado está com status de aprovado porque todos os dados precisavam ser normalizados. Só receberia o status de aprovado o dado que estivesse nos limites do Campus Darcy Ribeiro, que não tivesse nenhum problema com sobreposição e que tivesse todos os atributos mínimos obrigatórios.

O primeiro modelo do ArcGIS Field Maps não estava com a estrutura dos dados normalizada, dada a necessidade de aproveitar o período seco para levantamento. Entretanto, todos os pontos foram coletados com o primeiro modelo após consistência para avaliar a qualidade, sofreram um processo de normalização.

Posteriormente, com os dados totalmente normalizados, foi construído um novo modelo com o ArcGIS Field Maps. A figura 9 ilustra a tabela de atributos da camada Poste com a estrutura de coleta nova e o primeiro modelo do ArcGIS Field Maps.

Data Da Poda	Tipo de material	Rede	Tipo de Rede	Quantidade Luminária	Número de Pavimentos	Nome	Em Operação	Número de Salas	Modo de Uso	Localização (Prédio proximo)	Situação Física	Em Operação	QR Code	Material	Tipo de exposição	Assento	Estabilidade	Limite
7/31/2023 11:06:00 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	faculdade de direito	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
7/31/2023 11:10:02 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	faculdade de direito (FD)	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
7/31/2023 11:12:00 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	faculdade de direito (FD)	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
7/31/2023 11:15:01 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	faculdade de direito (FD)	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
7/31/2023 11:16:00 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	faculdade de direito (FD)	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
7/31/2023 11:18:00 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	faculdade de direito (FD)	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
7/31/2023 11:21:01 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	faculdade de direito (FD)	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
7/31/2023 11:22:05 AM	metálico	subterrânea	subterrânea				Sim		Rodoviário	Faculdade de economia	Construída	Sim	Sim	Metálico	Coberto	Possui	Sim	Sim
geoaprox	tipoposte	tipomateria	quantlamp	quantmaior1	potencialam	tipolampada	quantlumina	rede	tiporede	localizacao	datacoleta	status						
Sim	Iluminação	metálico	2	1	10	resd	1			BCE	1692118621381	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	2	1	10	resd	1			BCE	1692118682855	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	2	1	10	resd	1			BCE	1692118803250	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	1	1	10	resd	1			BCE	1692118980165	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	4	1	10	resd	2			BCE	1692119101933	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	2	1	10	resd	1			BCE	1692119220044	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	4	1	10	resd	2			BCE	1692119354744	Normalizado						
Sim	Outros	concreto		0						BCE	1692119460302	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	2	1	10	resd	2			BCE	1692119705052	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	2	1	10	resd	2			BCE	1692119882637	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	1	0	10	resd	1			BCE	1692120000586	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	1	0	10	resd	1			BCE	1692120120037	Normalizado						
Sim	Iluminação	metálico	4	1	10	resd	2			BCE	1692120245503	Normalizado						

Figura 9 - Comparação das tabelas de atributos. Fonte: Organizado pelos autores (maio, 2024)

A parte superior da figura 9 traz os atributos da estrutura do primeiro modelo de coleta, e a parte inferior traz os atributos da nova estrutura, sendo que algumas diferenças são perceptíveis quando comparadas.

Observando a imagem que representa a estrutura antiga têm-se os seguintes detalhes: presença de letras maiúsculas, espaçamento no nome, nome com quantidade de carácter maior que 11, ausência do atributo geometria aproximada. Além desses detalhes, na estrutura antiga aparecem também atributos que não fazem parte da camada “poste”, como o número de pavimentos e a data da poda. Isso ocorreu

porque toda coleta foi feita usando como base uma única camada. Então, quando observada a imagem que representa a nova estrutura de coleta, nem todos os detalhes levantados estão presentes.

Todos os dados com status de normalizado foram também inseridos na plataforma ArcGis Enterprise de acordo com a sua camada. Para inserção de novos pontos na camada correspondente na plataforma, primeiramente verificou-se se não se tratava de pontos já existentes, para isso desenvolveu-se uma função que verifica se o ponto que se planeja inserir já não tem um ponto correspondente, a função faz essa verificação através da distância. No caso, a distância é de um metro, ou seja, se houver um ponto em até um metro de distância do ponto que se pretende inserir, trata-se de duplicidade, logo, o ponto novo não é inserido.

Essa análise foi necessária porque a estrutura antiga não permitia a visualização de pontos já existentes na plataforma para algumas camadas, mas na nova estrutura isso já foi possível, o que evitará redundância durante a coleta. A camada "poste" foi onde se observou o maior problema de redundância, sendo que 213 pontos dos 606 coletados foram considerados redundantes e por isso não foram inseridos na camada.

A segunda parte da figura 8 mostra o mapa que permite a visualização espacial e também a manipulação dos dados; a manipulação pode ser feita, aplicando-se filtros, fazendo buscas e obtendo informações de cada ponto clicando nele (Botão Popup). Com a combinação do mapa e do gráfico, é possível filtrar os pontos de acordo com o seu status. A figura 10 ilustra isso com o filtro de todos os pontos com status de "pendente".



Figura 10 - Visualização do dashboard com foco no filtro aplicado. Fonte: Organizado pelos autores (maio, 2024)

A terceira e última parte do dashboard presente na figura 8 possui um cabeçalho com dois botões que permite alternar o ponto que se deseja observar com mais detalhes, possui também um rodapé com

dois botões que permite navegar entre camadas e entre o cabeçalho e no rodapé está o corpo de informações do ponto selecionado de acordo com a camada.

IV. CONCLUSÕES

O estudo apresentado propôs a criação de um framework geográfico para auxiliar na avaliação da qualidade de dados geoespaciais e os resultados apresentados demonstram que o objetivo da pesquisa foi atingido de forma satisfatória.

O sistema desenvolvido é composto por um aplicativo de coleta que permite coletar os dados já normalizados de acordo com a ET-ADGV, um framework que avalia a qualidade dos dados coletados e um dashboard para visualização dos resultados da avaliação de qualidade. Além de avaliar a qualidade dos dados coletados, também é possível normalizar os dados se necessário, como ocorreu nesta pesquisa.

A normalização e avaliação da qualidade dos dados é uma tarefa que demanda muito tempo para a execução. A título de comparação, para avaliar as 21 camadas com um total de 1.323 pontos, uma equipe de laboratório, contando com três colaboradores e trabalhando em média três horas por dia, levou aproximadamente cinco dias para concluir a tarefa, mas com o framework proposto, essa tarefa demorou em média cinco minutos para ser concluída, isso mostra a eficiência do modelo. O framework pode ser facilmente adaptado para a finalidade desejada, observando suas limitações. Embora, essa pesquisa tenha sido elaborada para trabalhar com ArcGIS Online e ArcGIS Enterprise, com algumas pequenas adaptações, ela pode ser usada também em uma plataforma de software livre.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

V. REFERÊNCIAS

BANDEIRA, Lucilene Klenia Rodrigues; NETO, Mário de Sousa Araújo. Smart campus no Brasil: a percepção dos gestores das IFES. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 10, n. 3, p. 189-204, set./dez. 2020.

BANDEIRA, Lucilene Klenia Rodrigues; NETO, Mário de Sousa Araújo. Smart Campus e a Gestão da Informação: Aplicabilidades na Universidade Federal de Campina Grande. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 10, n. especial, p. 23-37, mar. 2020.

BARRERA, C. et al. Identification of the pillars that direct a university institution towards a smart-campus. **Rev. Investig. Desarro. Innov. Tunja**, v. 9, n.1, jul./dez. 2018

BERGERON, BRYAN P. **Essentials of knowledge management**. 1. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, 2003.

BRASIL. Decreto N° 89.817 de 20 de Junho de 1984. **Normas Técnicas Da Cartografia Nacional**. Diário Oficial da União, Brasília.20 de Junho de 1984. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.htm. Acesso em: 10 mai. 2023

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais (ET-ADGV)**. versão 3.0. Brasília, DF: MF, 2018. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/adgv/ET-ADGV_3.0_211218.pdf. Acesso em: 10 mai. 2023

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. **Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG)**. Brasília, DF: MF, 2016. Disp. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/cqdg/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acesso em: 15 fev 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. Norma da especificação técnica para estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-EDGV) versão 3.0. Brasília, DF: MF, 2017. Disponível. em: https://bdgex.eb.mil.br/portal/media/edgv/ET-EDGV-3_0_210518.pdf. Acesso em: 10 mai. 2023.

CHOO, Chun Wei. **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões**. São Paulo: Senac, 2003.

CUNHA, M. M.; SECATTO, G. Z.; GALINDO, J. R. F.; SANTOS, A. P. Proposta de um Método de Avaliação da Acurácia Posicional Baseado na Modificação do Buffer Simples. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 71, n. 4, 2019, p. 1193-1218.

DONG, Zhao Yang; ZHANG, Yuchen; YIP, Christine; SWIFT, Sharon; BESWICK, Kim. Smart campus: definition, framework, technologies, and services. **IET Smart Cities**, 2020, Vol.2 (1), p.43-54.

DSG, Diretoria do Serviço Geográfico. **Especificação Técnica Para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG)**. Brasília, 2016.

FONTE, C. C. et al. VGI quality control. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, La Grande Motte, V. 2, n. 3, p. 317-324, 2015.

GALEGO, Diego; GIOVANNELLA, Carlo; MEALHA, Óscar. Determination of the Smartness of a University Campus: the case study of Aveiro. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 2016, vol. 223, pp. 147–152.

GALO, M.; DAL POZ, A. P.; FERREIRA, F. M. O uso de feições no controle de qualidade em cartografia. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Cartografia**, Porto Alegre, 2001.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Avaliação da qualidade de dados geoespaciais. Manuais técnicos em geociências**. Rio de Janeiro, 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19157: Geographic information - data quality**. Geneva, Switzerland, v. 16, 2013.

KANEKO, Atsushi; SUGINO, Noboru; SUZUKI, Tom; ISHJIMA, Shintaro. A step towards the Smart Campus: a venture project based on distance learning by a hybrid video conferencing system. **Smc 2000 conference proceedings**. 2000 IEEE international conference on systems, man and cybernetics. cybernetics evolving to systems, humans, organizations, and their complex interactions, cat. no.0, Nashville, TN, USA, 2000, pp. 38-43 vol.1.

OLIVEIRA, Guilherme Wollmann de. **Proposta de Framework para o Desenvolvimento de Aplicações IoT no contexto de Campus Inteligente**. 2023. 84 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Computação) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

LISBOA FILHO, Jugurta; IOCHPE, Cirano. Mecanismos de Reutilização em Sistemas de Informação. **Acta Scientiae**, Canoas, V. 1, n. 2, p. 39-51, 1999.

MANGUEIRA, Luciano Garcia. **Análise Comparativa dos Principais Modelos de Maturidade Relacionados à Gestão de Dados**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) Universidade Federal Fluminense, Niteroi, 2013.

SERVIGNE, Sylvie; LESAGE, Nicolas; LIBOUREL, Thérèse. Quality Components, Standards, and Metadata. In: DEVILLERS, Rodolphe; JEANSOULIN, Robert. **Fundamentals of Spatial Data Quality**. London: ISTE Ltd, 2006. p. 179-210.

SOUZA, Cleidson Ronald Botelho de. **Um Framework para Editores de Diagramas Cooperativos Baseado em Anotações**. 1998. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) UNICAMP, Campinas, 1998. UnB. ANUÁRIO ESTATÍSTICO 2021. Disponível em: <<https://anuario2021.netlify.app/index.html>>. Acesso em: 24 jul. 2022.

PREE, W. Meta patterns - a means for capturing the essentials of reusable object-oriented design. In: EUROPEAN CONFERENCE ON OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING – ECOOP, 1994. **Proceedings...** Berlin: Springer Verlag, 1994.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. Specifying analysis patterns for geographic databases on the basis of a conceptual framework. **ACM GIS'99**, Kansas City, MO, USA. 1999.

SILVA, João Carlos Tavares da; DAVIS JR., Clodoveu Augusto. Um framework para coleta e filtragem de dados geográficos fornecidos voluntariamente. In: X Brazilian Symposium on Geoinformatics, 2008, Rio de Janeiro. Proceedings of the X Brazilian Symposium on Geoinformatics. Porto Alegre (RS): SBC - **Sociedade Brasileira de Computação**, 2008.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver, testar e disponibilizar um modelo de VGI (Informação Geográfica Voluntária) para manter a atualização dos dados em uma IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) Temática, apoiando o projeto Smart Campus UnB. A pesquisa foi organizada em forma de artigos, sendo que o primeiro artigo focou na coleta de dados existentes na base do projeto Smart Campus UnB, com o intuito de atualizar as informações. O segundo artigo concentrou-se na coleta de novos dados para alimentar a base de dados com novas informações.

Os resultados demonstram que os objetivos da pesquisa foram alcançados de forma satisfatória. A base de dados do projeto Smart Campus foi normalizada, dois aplicativos de coleta de dados foram desenvolvidos, um framework para análise e consistência dos dados coletados foi implementado, e dashboards para visualização dos dados foram disponibilizados. Esses resultados não apenas validam o método adotado, como também oferecem uma contribuição para a implementação de iniciativas em projetos de Smart Campus, visando melhorar a qualidade e a gestão de dados geoespaciais em contextos similares.

Durante o processo, algumas dificuldades foram encontradas, especialmente na normalização dos dados, pois algumas camadas não estavam contempladas pelas normas de aquisição e estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-ADGV e ET-EDGV). Para solucionar esses desafios, foram estabelecidas regras específicas, observando a estrutura das camadas contempladas pelas normas.

Para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de plugins para ArcGIS e QGIS, com o objetivo de normalizar e avaliar a consistência dos dados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Cláudia Toledo de; MAGEDANZ, Ana Maria Prado Castelo Branco; ESCOBOSA, Daísa Mesquita; TOMAZ, Wellington Martins; SANTINHO, Carolina Sampieri; LOPES, Tania Oliveira; LOMBARDO, Valéria. A importância de uma base de dados na gestão de serviços de saúde. **Einstein**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 360-365, 2012.

BANDEIRA, Lucilene Klenia Rodrigues; NETO, Mário de Sousa Araújo. Smart Campus e a Gestão da Informação: Aplicabilidades na Universidade Federal de Campina Grande. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, João Pessoa, v. 10, n. especial, p. 23-37, mar. 2020.

CHAN, Tai On; WILLIAMSON, Ian P. Spatial Data Infrastructure Management: lessons from corporate GIS development. **In, Proceedings, The 27th Annual Conference of AURISA 99**, Blue Mountains, New South Wales, Australia.

CHEN, Ying; ZHANG, ZHANG, Shouyi. Service encapsulation-based model for Smart Campus. **Journal of Electronic Commerce in Organizations**, Sidney, v.10, n.4, p.31-41, 2012.

DIAS, Ricardo Ribeiro; MATTOS, Juércio Tavares de. Zoneamento ecológico-econômico no Tocantins: comparação de resultados usando um mesmo método em diferentes datas. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 61, n. 4, p. 351-365, 2009.

DONG, Zhao Yang; ZHANG, Yuchen; YIP, Christine; SWIFT, Sharon; BESWICK, Kim. Smart campus: definition, framework, technologies, and services. **IET Smart Cities**, 2020, Vol.2 (1), p.43-54.

FGDC - Federal Geographic Data Committee. Advancement of the national spatial data infrastructure. Disponível em: <<https://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

FONTE, C. C. et al. VGI quality control. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, La Grande Motte, V. 2, n. 3, p. 317-324, 2015.

GOODCHILD, Michael. F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, v. 69, p. 211-221, 2007.

GOODCHILD, Michael. F., LI, Linna. Assuring the quality of volunteered geographic information. **Elsevier – Spatial Statistics**, V. 1, p. 110-120, 2012.

LISBOA FILHO, Jugurta; IOCHPE, Cirano. Mecanismos de Reutilização em Sistemas de Informação. **Acta Scientiae**, Canoas, V. 1, n. 2, p. 39-51, 1999.

RAJABIFARD, Abbas; CHAN, Tai On; WILLIAMSON, Ian P. The Nature of Regional Spatial Data Infrastructures. **AURISA 99 – The 27 Annual Conference of AURISA**. Blue Mountains NSW, p. 1-9, 1999.

SÁNCHEZ-TORRES, Brayan; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, Jesús Alberto; RICO-BAUTISTA, Dewar Willmer; GUERRERO, César D. Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development. **Revista Facultad de Ingeniería**, v. 27, n. 47, p. 93–101, 2018.