

Sistema Georreferenciado de apoio à avaliação da infraestrutura de cursos universitários

A GIS to support the evaluation of
Higher Education courses' infrastructure

Iara de Araújo Magalhães ¹

Patrícia Lustosa Brito ²

Resumo: O presente artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de Sistema de Informações Geográficas (SIG) que dê suporte à gestão da infraestrutura universitária, atendendo em especial à demanda de dados no processo de avaliação de cursos realizado pelo INEP/MEC. O espaço gerido pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA) foi utilizado como estudo de caso para experimentação da proposta. A pesquisa aqui apresentada foi realizada em 4 etapas: 1) revisão de literatura buscando exemplos de outros SIG utilizados para gestão de infraestrutura levantando as demandas do INEP/MEC, 2) detalhamento das demandas da universidade por meio de entrevistas com gestores e técnicos da Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura da UFBA (SUMAI) e da Escola Politécnica. A partir dessas informações foram definidos quais dados espaciais, os atributos e as informações adicionais (como fotos e plantas baixas) são necessários para o sistema, 3) elaboração de método de cálculo de indicadores de qualidade da infraestrutura com base nos critérios do INEP/MEC e 4) exemplificação de produtos possíveis do sistema proposto para sua aplicação na gestão do espaço físico de uma unidade universitária ilustrando seu potencial.

Palavras-chave: SIG; universidade; gestão.

Abstract: The purpose of this article is to present a proposal for a Geographic Information System (GIS) that provides support for the management of the university infrastructure, in particular meeting the demands for data for the course evaluation process conducted by INEP/MEC. The space managed by the Polytechnic School of the Federal University of Bahia (UFBA) was used as a case study to experiment the proposal. The research presented here was carried out in four stages: 1) literature review looking for examples of other GIS used for university infrastructure management as well as the demands of INEP / MEC, 2) detailing the demands of the university through interviews with managers and technicians the UFBA Environment and Infrastructure Superintendence (SUMAI) and the Polytechnic School. Based on this information, it was defined which spatial data are needed for the system, the attributes and additional information (such as photos and floor plans), 3) elaboration of a method for calculating Infrastructure quality indicators based on the criteria of INEP/MEC and 4) examples of possible outputs of the proposed system for its application in the management of the physical space of a university unit, illustrating its potential.

Keywords: GIS; university; management.

¹ Universidade Federal da Bahia | Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Salvador | BA | Brasil.
Contato: iaramagalhaes.pro@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4114-8215>

² Universidade Federal da Bahia | Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Salvador | BA | Brasil.
Contato: patricia.brito@ufba.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3987-7331>

- Recebido em: 8 de junho de 2021
- Aprovado em: 26 de outubro de 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772022000100007>

Este é um artigo publicado em acesso aberto sob uma licença Creative Commons
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1 Introdução

Periodicamente as Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras são avaliadas para a renovação dos seus cursos de graduação. Entre os requisitos exigidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e diretrizes do Ministério da Educação (MEC) estão aqueles relativos à infraestrutura. Nesse processo de avaliação são demandadas informações sobre laboratórios, sala de professores, coordenação, salas de aula entre outros espaços de uso do curso.

Muitas IES brasileiras possuem um campus de grandes dimensões e um setor dedicado à gestão desses espaços. No entanto, muitos desses setores enfrentam dificuldades nessa gestão dos usos, no monitoramento das condições da infraestrutura e no atendimento a demandas por informações do INEP/MEC, seja pela escassez de pessoal e recursos, seja pela dinamicidade e autonomia das unidades de ensino, que implica no desconhecimento do próprio espaço, seus usos, equipamentos e estado de conservação.

Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser um excelente aliado nessa tarefa, pois permitem a representação desses espaços em mapas, o cálculo de indicadores pré-definidos, a alimentação simplificada e descentralizada de informações atualizadas e o acesso a essas e outras informações por meio de navegadores na web. Um sistema com essas características tem o potencial de informar ao MEC a atual situação da infraestrutura do curso avaliado, bem como, e principalmente, proporcionar às instituições uma ferramenta de monitoramento e gestão dos seus espaços, para que o processo avaliativo atenda ao seu objetivo de induzir melhorias e de promover a manutenção continuada da qualidade dos cursos de graduação brasileiros.

O objetivo deste artigo é, portanto, apresentar uma proposta de SIG como suporte à gestão da infraestrutura universitária atendendo, em especial, à demanda por dados necessários à conceituação dos cursos no item de “Dimensão da Infraestrutura” do processo de avaliação realizado pelo INEP/MEC.

2 Processo do controle de qualidade dos cursos de graduação das IES

As políticas públicas educacionais da educação superior são direcionadas pelo princípio constitucional da garantia de padrão de qualidade, previsto no art. 206, inciso VII da Constituição Federal de 1988. De acordo com a legislação pertinente, as instituições se submetem a processo avaliativo periódico para a continuidade da oferta dos cursos (BRASIL, 2017). O Instrumento de Avaliação do Curso é a ferramenta dos avaliadores para verificação de três dimensões: Organização Didático-Pedagógica, Corpo Docente e Tutorial e

Infraestrutura constante no Processo Pedagógico do Curso (PPC). Cada dimensão possui indicadores que são avaliados por conceitos de 1 (um) a 5 (cinco) (BRASIL, 2017).

Nas categorias avaliadas, a dimensão Organização Didático-Pedagógica apresenta 24 indicadores, a dimensão Corpo Docente e Tutorial, 16 indicadores e a dimensão Infraestrutura, 18 indicadores. Na dimensão infraestrutura, os indicadores estão relacionados aos espaços físicos utilizados no desenvolvimento do curso, a tipologia e a quantidade de ambientes/laboratórios de acordo com a necessidade do curso, a bibliografia básica e completar disponível em biblioteca, a existência de periódicos e bases de dados específicas, bem como de revistas e acervo em multimídia (BRASIL, 2017).

A terceira etapa do processo consiste na visita de avaliação *in loco*, cujo objetivo é a verificação da estrutura e das condições do curso, partindo da análise das informações cadastradas na plataforma e-MEC constantes nas duas etapas anteriores. Esta avaliação é feita por uma comissão de avaliadores externos com formação na área de conhecimento do curso, credenciados e capacitados junto ao Banco Nacional de Avaliadores (BASis), pertencente ao SINAES.

Neste momento é verificado se a infraestrutura (ambientes, equipamentos e outros recursos físicos e acadêmicos apropriados) e o pessoal docente e técnico estão, de fato, em condições de serem colocados a serviço dos objetivos maiores da IES, explicitados em seu PDI, e, conseqüentemente, nos projetos específicos dos cursos. É o momento de estabelecer comparações entre as situações reais verificadas, as intenções declaradas e os documentos institucionais previamente examinados.

Assim, o reconhecimento de curso, bem como suas renovações, transcorre dentro de um fluxo processual composto por três etapas, dentre as quais a avaliação *in loco*. Esta culmina em um relatório da comissão de avaliadores, em que constam aferidas as informações apresentadas pelo curso relacionadas à realidade encontrada durante a visita. É gerado, assim, o Conceito de Curso (CC), graduado em cinco níveis, cujos valores iguais ou superiores a três indicam qualidade satisfatória (BRASIL, 2017).

3 Planejamento e gestão do espaço físico das IES

Para atender a essas e outras demandas, as Universidades possuem estruturas de gestão administrativa que são semelhantes entre si. As Reitorias, por exemplo, têm como funções definir políticas e supervisionar e controlar os variados campi das mesmas, como pontua Fernandes (2009).

Os campi das universidades possuem dinamismo no uso e gestão de seus espaços físicos, que necessitam constantemente de expansões e adaptações. Para que esse processo seja ordenado e garanta o atendimento das necessidades da comunidade universitária de maneira eficiente e coerente, é preciso que se faça um planejamento adequado dos recursos e dos projetos das edificações (ESTEVES, 2013). O planejamento físico de uma instituição é um processo importante para garantir que a mesma tenha um desempenho positivo de qualidade que tem o Plano Diretor (PD) como um dos instrumentos básicos de planejamento interno referente ao espaço físico da instituição, envolvendo questões de infraestrutura, manutenção e reforma das edificações dos campi (FERREIRA; FREITAS, 2017).

Para entender como funciona essa dinâmica de gestão das universidades brasileiras é preciso estar atento ao planejamento das demandas das seguintes áreas da Instituição, conforme citado no PD da Universidade Estadual de Campinas (2005): Usos e Patrimônio Construído, Infraestrutura Urbana, Meio Ambiente, Mobilidade e Acessibilidade, Vivência e Fricção Social e Universidade e Sociedade.

Pode-se destacar algumas questões e desafios que pautam hoje os problemas enfrentados pelos grandes campi universitários frente às demandas de gestão dos espaços, como: a ordenação e controle do crescimento dos espaços físicos e a implantação de novos edifícios ou ampliações de edifícios existentes considerando a otimização do uso dos espaços existentes; a integração com áreas/atividades correlatas, evitando conflitos de uso dos espaços; e a disponibilidade e o impacto no sistema viário e infraestrutura existentes (UNICAMP, 2018).

Verifica-se estas situações típicas em algumas IES brasileiras: áreas ocupadas por edificações subaproveitadas; ocupação de edificações que desqualificam o ambiente do campus, equipamentos de infraestrutura implantados de forma inadequada, que se configuram como empecilhos ao aproveitamento otimizado dos espaços; utilização sistêmica de veículos individuais, motivada pela ineficiência dos sistemas de transporte coletivo; estacionamentos insuficientes, embora ocupem áreas significativas do campus; congestionamentos em horários de pico dentro do campus e nas vias que lhe dão acesso; espaço do pedestre relegado a planos secundários e poucos deles com acessibilidade facilitada a todos; e ausência de padrões urbanísticos que criem uma identidade para o campus (UNICAMP, 2018).

Para auxiliar os órgãos de Planejamento e Gestão das universidades no ordenamento dos espaços físicos, é possível utilizar Sistemas de Informações Geográficas, capazes de representar dados geoespaciais combinado com dados gerenciais, análise computacional, exibição de mapas, gráficos, entre outros.

4 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

O SIG é constituído de um conjunto de ferramentas capazes de adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Este termo é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CÂMARA, 2005).

Nesse ambiente computacional, vários planos de informações podem ser sobrepostos, às quais são vinculados atributos organizados em colunas de uma tabela, onde cada linha da tabela corresponde a uma unidade geométrica. Com isto, o SIG integra dados espaciais (como os cartográficos, cadastrais, de sensores remotos, de redes de infraestrutura, modelos numéricos do terreno) e dados descritivos (como os demográficos, socioeconômicos, corporativos entre outros), objetivando basicamente as funções de produção de mapas, armazenamento e recuperação da informação espacial e a análise espacial (NAKAMURA *et al.*, 2010).

Dessa forma o SIG deve ser compreendido como uma ferramenta de gestão e apoio à tomada de decisão por parte do usuário. Com a crescente necessidade de visualização e distribuição de dados geográficos e com a popularização e avanços tecnológicos significativos da internet, o desenvolvimento do SIG para web foi motivado e vem ganhando cada vez mais força.

Um Sistema de Informações Geográficas na Web (SIGWEB) pode ser definido como um SIG que permite disponibilizar, manipular e visualizar dados geográficos em ambiente web (CECCARELLI *et al.*, 2006). Um dos principais benefícios do SIGWEB é fornecer o acesso a informações geoespaciais para o público, uma vez que o usuário não precisa de um programa instalado nos computadores locais. Além disto, é possível ter maior proveito dos recursos vastos da internet, que oferece recursos multimídia e um canal de comunicação entre a fonte e o usuário da informação. Isto permite, por exemplo, a interação com um mapa, visualizando diferentes camadas em diferentes escalas (níveis de “zoom”) ou sobrepondo dados de diferentes fontes, como áreas podadas no último mês, pontos de registros de assalto e áreas de vegetação.

Os SIGWEB vêm sendo aplicados em diversos setores, como o setor de gestão do meio ambiente (CRUZ *et al.*, 2016, BROVELLI *et al.*, 2016), de gestão e controle de obras públicas (SOUZA *et al.*, 2017) e de navegação indoor como o UFPR Campus Map (DELAZARI *et al.*, 2018)

O uso do SIGWEB vem sendo mais recentemente explorado também nas aplicações de cartografia *indoor*. Ferramentas de SIG *Indoor* permite a criação de mapas de ambientes internos das edificações permitindo a visualização de todos os ambientes, instalações e

mobiliário, por exemplo. A aplicação dessas ferramentas permite, dentre outras finalidades, melhorar o fluxo de informações, aumentar a eficiência e facilitar as operações diárias.

O crescimento de projetos de navegação *indoor*, como o do *Google Maps*, mostra que sua utilização tem se tornado cada vez mais popular, o que torna crescente a demanda por mapeamento desses espaços. Outras aplicações utilizando ferramentas de SIG *Indoor* estão relacionadas ao gerenciamento integrado de bens patrimoniais e prediais que, segundo a proposta de Couto (2012), permite a visualização e análise espacial dos ambientes das edificações e, com isso, auxílio nas atividades de planejamento, gerenciamento e adequação dos espaços, inventário, manutenção e operação.

5 Materiais e métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho o espaço gerido pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia foi utilizado como estudo de caso para experimentação da proposta de um SIG para apoiar a avaliação de infraestrutura de cursos superiores. As etapas seguintes contemplaram entrevistas com gestores e técnicos da SUMAI e da Escola Politécnica, buscando entender seu funcionamento e as principais demandas do setor que realiza a gestão do espaço físico.

A partir dessas informações foram levantados quais os dados geoespaciais exigidos pelo sistema proposto, isto é, qual a unidade espacial de análise mais apropriada para responder as demandas (informações geométricas) e quais atributos essas geometrias precisam conter (informações tabulares).

Em seguida foi construída uma proposta de cálculo de indicadores de qualidade de infraestrutura, com base nos critérios do INEP/MEC para obtenção do Conceito 5.

Por fim, foram construídos exemplos de produtos, possibilidade de consulta e visualização de informações do sistema proposto que ilustram o seu potencial.

6 Dados geoespaciais necessários ao Sistema

Os quesitos da infraestrutura que devem ser avaliados pelo MEC nas visitas *in loco* são descritos no Instrumento de Avaliação de Cursos de Graduação do INEP (BRASIL, 2017). Os indicadores adotados pelo INEP com base nas diretrizes do MEC para atendimento desses quesitos estão listados na primeira coluna do Quadro 1.

Além desses indicadores, outros nove são elencados no documento, mas não foram trabalhados na pesquisa por não serem aplicáveis ao estudo de caso utilizado. São eles: laboratórios de ensino para a área de saúde, laboratórios de habilidades, unidades hospitalares

e complexo assistencial conveniados, biotérios, processo de controle de produção ou distribuição de material didático (logística), núcleo de práticas jurídicas: atividades básicas e arbitragem, negociação, conciliação, mediação e atividades jurídicas reais (Direito), Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Comitê de Ética na Utilização de Animais (CEUA), ambientes profissionais vinculados ao curso (para cursos à distância).

Considerando a realidade da Escola Politécnica como área piloto, dentre os indicadores descritos no Quadro 2 foram identificadas 11 classes de dados com geometria de área (polígonos) que podem agregar os atributos necessários para atender a demanda por informação de cada indicador. No Quadro 1 tem-se os respectivos indicadores do INEP/MEC com as informações espaciais possíveis de serem demandadas à IES e passíveis de espacialização com uso de SIG.

Quadro 1 - Informações espaciais possíveis de serem obtidas com base nos Indicadores do INEP/MEC

Indicadores INEP com base nas Diretrizes do MEC	Informação espacial demandada	Unidade espacial de análise (geometria)	Informação Tabular demandada (Atributos ou Colunas da tabela)	
A) Espaço de trabalho para docentes em tempo integral	A'. Quantidade de professores do Departamento que possui espaço de trabalho	1. Área sob a responsabilidade de cada departamento e professores DE do Departamento	1.1 nome do departamento responsável 1.2 total de professores DE	
		2. Sala de professores DE	2.1. número de professores de por sala 2.2 possui computador 2.3 possui telefone 2.4 possui internet 2.5 possui espaço para atendimento a discentes e orientandos 2.6 possui armários	
	B) Espaço de trabalho para o coordenador	3. Espaço de trabalho do coordenador	3.1 nome do departamento responsável 3.2 possui computador 3.3 possui telefone 3.4 possui internet 3.5 área	
		4. Sala de Coordenadores	4.1 possui integração com a secretaria 4.2 possui mesa de coordenador 4.3 possui espaço privativo 4.4 número de coordenadores/sala 4.5 possui infraestrutura tecnológica diferenciada	
	C) Sala coletiva de professores	C' Existência e qualidade do espaço de trabalho para o professor	5. Áreas comuns de professores	5.1 possui mesa?
				5.2 possui computador?
5.3 possui telefone?				
5.4 possui internet?				
5.5 possui armário?				
5.6 possui sofá?				
5.7 permite o descanso e atividades de lazer e integração?				
5.8 área				
5.9 total de professores sem espaço próprio				
5.10 capacidade de área (professores/ área)				

			5.11 capacidade de infraestrutura (professores/computador)
D) Salas de aula	D' Qualidade da Sala de Aula	6. Salas de aula	6.1 condições do quadro
			6.2 possui projetor?
			6.3 possui computador?
			6.4 possui internet?
			6.5 quantidade de carteira de braço
			6.6 quantidade de cadeiras comuns
			6.7 quantidade de mesas ou pranchetas
			6.8 layout flexível?
			6.9 quantidade de aparelho de condicionador de ar
			6.10 capacidade média dos aparelhos de condicionador de ar
			6.11 volume da sala
			6.12 aparelho de condicionador de ar atende
			6.13 possui ventilador?
			6.14 ventilação natural satisfatória?
			6.15 área
			6.16 capacidade (cadeira/ área)
			6.17 quantidade de luminárias
			6.18 possui armários?
			6.19 outros recursos disponíveis?
			6.20 possui lousa digital?
			6.21 possui monitor grande?
			6.22 possui equipamento de som?
E) Acesso dos alunos a equipamentos de informática (Laboratório de Informática)	E' Qualidade dos Laboratórios de informática	7. Laboratórios de Informática	7.1 quantidade de computadores
			7.2 redes sem fio?
			7.3 acesso a internet?
			7.4 hardware
			7.5 <i>software</i> atualizado?
			7.6 possui ar condicionado?
			7.7 possui ventilação natural?
			7.8 possui ventilador?
			7.9 área
			7.10 capacidade (computador/área)
			7.11 possui caixas de som?
			7.12 possui projetor?
			7.13 possui lousa?
			7.14 quantidade de luminárias?
			7.15 quantidade de carteira de braço
			7.16 quantidade de cadeiras comuns
			7.17 quantidade de mesas ou pranchetas
			7.18 mesas fixas?
F) Bibliografia básica por Unidade Curricular (UC) - Biblioteca	F' Qualidade da Biblioteca	8. Espaço da Biblioteca	8.1 possui tombamento do acervo físico?
			8.2 possui informatização do acervo físico?
			8.3 possui acervo virtual com acesso ininterrupto?
			8.4 possui internet?
			8.5 possui computadores?
			8.6 possui cadeiras?
			8.7 possui mesas?
			8.8 possui armários?
			8.9 área
			8.10 área disponível para acervo físico
			8.11 área disponível para leitura
			8.12 quantidade de exemplares
			8.13 quantidade de salas para grupos de estudos
			8.14 quantidade de exemplares por curso
			8.15 acervo atualizado?
			8.16 compatibilidade entre o número de vagas autorizadas (do próprio curso e de outros que utilizem os títulos) e a quantidade de exemplares

			por título (ou assinatura de acesso) disponível no acervo
			8.17 quantidade de luminárias
			8.18 quantidade de carteira de braço
			8.19 quantidade de cadeiras comuns
			8.20 quantidade de mesas ou pranchetas
			8.21 mesas fixas?
G) Bibliografia complementar por Unidade Curricular (UC) - Biblioteca	G' Qualidade da Biblioteca	9. Espaço da Biblioteca	9.2 possui informatização do acervo físico?
			9.3 possui acervo virtual com acesso ininterrupto?
			9.4 possui internet?
			9.5 possui computadores?
			9.6 possui cadeiras?
			9.7 possui mesas?
			9.8 possui armários?
			9.9 área
			9.10 área disponível para acervo físico
			9.11 área disponível para leitura
			9.12 quantidade de exemplares complementar
			9.13 quantidade de salas para grupos de estudos
			9.14 quantidade de exemplares complementares por curso
			9.15 acervo complementar atualizado?
			9.16 compatibilidade, entre o número de vagas autorizadas (do próprio curso e de outros que utilizem os títulos) e a quantidade de exemplares por título (ou assinatura de acesso) disponível no acervo
9.17 quantidade de luminárias			
9.18 quantidade de carteira de braço			
9.19 quantidade de cadeiras comuns			
9.20 quantidade de mesas ou pranchetas			
9.21 mesas fixas?			
H) Laboratórios didáticos de formação básica	H' Qualidade dos Laboratórios	10. Laboratórios de Formação Básica	10.1 quantidade de computadores
			10.2 redes sem fio?
			10.3 acesso à internet?
			10.4 hardware
			10.5 <i>software</i> atualizado?
			10.6 atende todos os cursos?
			10.7 cursos que atende
			10.8 tipo de laboratório
			10.9 capacidade (computador/área)
			10.10 quantidade de equipamentos
			10.11 tipos de materiais
			10.12 possui ar condicionado?
			10.13 possui ventilação natural?
			10.14 possui ventilador?
			10.15 área
10.16 capacidade (aluno/área)			
10.17 possui caixas de som?			
10.18 possui projetor?			
10.19 possui lousa?			
10.20 quantidade de luminárias?			
10.21 quantidade de carteira de braço			
10.22 quantidade de cadeiras comuns			
10.23 quantidade de mesas ou pranchetas			
10.24 mesas fixas?			
D) Laboratórios didáticos de formação específica	I' Qualidade dos Laboratórios	11. Laboratórios de Formação Específica	11.1 quantidade de computadores
			11.2 redes sem fio?
			11.3 acesso a internet?
			11.4 hardware
			11.5 <i>software</i> atualizado?
			11.6 cursos específicos que atende
			11.7 tipos de laboratório

			11.8 capacidade (computador/área)
			11.9 quantidade de equipamentos
			11.10 tipos de materiais
			11.11 possui condicionador de ar?
			11.12 possui ventilação natural?
			11.13 possui ventilador?
			11.14 área
			11.15 capacidade (aluno/área)
			11.16 possui caixas de som?
			11.17 possui projetor?
			11.18 possui lousa?
			11.19 quantidade de luminárias
			11.20 quantidade de carteira de braço
			11.21 quantidade de cadeiras comuns
			11.22 quantidade de mesas ou pranchetas
			11.23 mesas fixas?

Fonte: Resultados da Pesquisa (MAGALHÃES, 2020).

Na construção de cada indicador é necessário desenhar os limites de cada área do espaço físico da unidade que atende ao curso que está sendo avaliado. Estes são os dados geográficos ou feições espaciais do sistema proposto. É também necessário categorizar essas áreas, recolher seus atributos (informações do Quadro 1) de forma a compor as variáveis que serão utilizadas para o cálculo dos indicadores principais (Indicador A, B, C, etc.) e indicadores de nível 1 (Aa, Ab, Ac, Ba, etc.) conforme apresentado no Quadro 2, 3, 4 e 5. Uma vez calculados os indicadores, podem ser atribuídos pesos aos mesmos de forma a compor uma nota para aquele quesito e para a dimensão infraestrutura, conforme apresentado a seguir.

7 Cálculo de indicadores com base em dados geoespaciais

Para atendimento ao Conceito 5 de cada um dos indicadores selecionados da “Dimensão Infraestrutura”, é necessário que os critérios de análise sejam levantados e atendidos de forma satisfatória. Na proposta de estimativa desse conceito apresentada nos quadros 2 a 5, os pesos atribuídos a cada indicador podem ser alterados conforme desejado. Os pesos apresentados são ilustrativos e são baseados na consulta a uma professora com experiência na coordenação de curso de graduação; ela também foi responsável por recepcionar uma visita de avaliação de curso.

Para construção do conceito do indicador A “Espaço de Trabalho para Docentes em Tempo Integral”, foi elaborado um quadro síntese (Quadro 2) que tem como base os dados levantados para atendimento informações tabulares demandadas enumeradas no Quadro 1. Assim, para estimar o valor do Conceito (de 0 a 5) para um departamento que atenda o curso avaliado no quesito (A) “Espaço de Trabalho para Docentes em Tempo Integral”, tem-se a fórmula:

$$A = 0.25 * Aa + 0.15 * Ab/10 + 0.05 * Ac/10 + 0.05 * Ad/10 \quad (1)$$

A título de exemplo apresenta-se no Quadro 2 os valores obtidos para o Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia da Escola Politécnica, que resultou num Conceito 4,78. Segundo o Quadro 2, a ausência de computadores para 2 professores e de linha telefônica em uma sala exerceu influência na redução do conceito para esse indicador.

Quadro 2 - Exemplo de preenchimento do Quadro de Indicadores e Variáveis de análise do conceito para um departamento da Escola Politécnica da UFBA

Indicador nível 1	Cálculo	Variável	Dado
Aa - Qual o total de professores DE do departamento por sala? Peso: 2,5 Aa = 2,5	$1 * (a''/a') = 1$	a' Total de professores DE no departamento = 18	Atributo 1.2 (prof. DE)
		a'' Número de professores DE no departamento com Sala = 18	Soma do atributo 2.1 (número de professores na sala)
Ab - Os professores têm salas que estão equipadas com recursos de tecnologia de informação e comunicação? Peso: 1,5 Ab = 1,335	$(b' + b'' + b''')/3 = 89/100 = 0,89$	b' % de professores (com sala) com computadores (16/18) = 89%	Soma do atributo 2.2 (número de computadores) dividido pelo atributo 1.2 (número de professore DE do departamento com sala)
		b'' % salas com Aparelhos de Telefone = 7/9 = 77,7%	Soma do Atributo 2.3 (possui telefone na sala) dividido pela contagem da feição 2 (número de salas)
		b''' % de salas com acesso a internet = 9/9 = 100%	Soma do Atributo 2.4 (possui internet na sala) dividido pela contagem da feição 2 (número de salas)
Ac - Proporcionam privacidade no atendimento aos discente? Peso: 0,5 Ac = 0,449	$c' = 89/100 = 0,89$	c' % de salas com no máximo dois professores = 8/9 = 88,88%	Contagem do Atributo 2.1 (número de professores na sala) menor ou igual a 2 dividido pela contagem da feição 2 (número de salas)
Ad - Proporcionam segurança quanto aos materiais dos docentes? Peso: 0,5 Ad = 0,5	$d' = 100/100 = 1$	d' % salas com armários = 9/9 = 100%	Soma do Atributo 2.6 (possui armário na sala) dividido pela contagem da feição 2 (número de salas)

Nota: (1) Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia.

Fonte: Resultados da Pesquisa (MAGALHÃES, 2020).

O segundo indicador elaborado nesta pesquisa é o indicador D “Salas de Aula”. Para a avaliação deste indicador é necessário levantar informações para a Unidade de ensino que atende ao curso (exemplo: Escola Politécnica) especificando a quantidade de salas de aula, disponibilidade de equipamentos, iluminação, ventilação, equipamentos e móveis, bem como

lousa ou equivalente, além de projetor multimídia, equipamentos de som e condicionadores de ar, conforme indica o Quadro 3.

Quadro 3 - Quadro de indicadores e variáveis de análise do conceito “Salas de Aula” para uma unidade de ensino

Indicador nível 1	Cálculo (unidade)	Cálculo (sala)	Variável	Dado
Da - As salas de aula possuem conforto luminoso, térmico. Peso: 2,0	Número Da = media Da' das salas (soma de Da' de cada sala/total de salas)	$Da'' = (a' + a'' + a''')/3$	a' = Atributo 6.17 (quantidade de luminárias)/(Atributo 6.15 (área da sala/10) a' max = 1 (Consulta parâmetro base: uso sala de aula, pé direito 3m)	Atributo 6.17 (quantidade de luminárias) dividido pelo atributo 6.15 (área da sala) (luminária tipo canaleta, 2 lâmpadas 1,2m, ou semelhante)
			a'' = 1 se Atributo 6.14 (possui ventilação natural) = sim	Atributo 6.14 (possui ventilação natural) *janelas sem impedimentos para abertura
			a''' = 1 se Atributo 6.9 (quantidade de ar-condicionado) >0 = sim	Atributo 6.9 (quantidade de ar-condicionado) *pressupõe capacidade instalada adequada para volume e uso
Db - As salas estão equipadas com recursos de tecnologia de informação e comunicação? Peso: 2,0	Número Db = media Db' das salas (soma de Db' de cada sala/total de salas)	$Db'' = (b' + b'' + b''')/3$	b' = 1 se Atributo 6.3 (possui computador) =sim	Atributo 6.3 (possui computador)
			b'' = 1 se Atributo 6.4 (possui internet) =sim	Atributo 6.4 (possui internet)
			b''' = 1 se Atributo 6.2 (possui projetor) =sim	Atributo 6.2 (possui projetor)
			b'''' = 1 se Atributo (possui lousa) =sim	Atributo 6.2 (possui lousa)
Dc - O Layout da sala é flexível? Peso: 0,5	Número media Dc' das salas (soma de Dc' das salas/total de salas)	$Dc'' = (c' + c'')/2$	c' = 0,7 se Atributo 6.5 (quantidade de carteiras) = sim	Atributo 6.5 (quantidade de carteiras)
			c'' = 1 se Atributo 6.7 (mesas ou pranchetas) = sim	Atributo 6.7 (possui mesas ou pranchetas)
			c''' = 0,3 se Atributo 6.8 (possui mesas fixas) = não c'''' = 0 se Atributo 6.8 (possui mesas fixas) = sim	Atributo 6.8 (possui mesas fixas)
Dd - Possui outros recursos? Peso: 0,5	Número Dd = media Dd' das salas (soma de Dd' de cada sala/total de salas)	$Dd'' = (d' + d'' + d''')/3$	d' = 1 se Atributo 6.20 (possui Lousa Digital) =sim	Atributo 6.20 (possui Lousa Digital)
			d'' = 1 se Atributo 6.21 (possui Monitor Grande) =sim	Atributo 6.21 (possui Monitor Grande)
			d''' = 1 Atributo 6.22 (possui Eq. De Som)	Atributo 6.22 (possui Eq. De Som)

Fonte: Resultados da Pesquisa (MAGALHÃES, 2020).

Quanto à avaliação dos laboratórios de informática, foram analisadas informações do indicador E: quantidade de laboratórios de informática, iluminação, ventilação, equipamentos e móveis, bem como lousa, além de projetor multimídia e condicionadores de ar. A construção do conceito desse indicador é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Quadro de indicadores e variáveis de análise do conceito dos laboratórios de formação básica

Indicador nível 1	Cálculo (unidade)	Cálculo (sala)	Variável	Dado
Ea – Os Laboratórios de Informática possuem conforto luminoso e térmico? Peso: 2,5	Número Ea = média Ia' das salas (soma de Ea' de cada sala/total de salas)	$Ea' = (a' + a'' + a''')/3$	a' = Atributo 7.14 (quantidade de luminárias)/(Atributo 7.9 (área da sala/10)) a' max = 1 (Consulta parâmetro base: uso sala de aula, pé direito 3m)	Atributo 7.14 (quantidade de luminárias)/ Atributo 7.9 (área da sala) (luminária tipo canaleta, 2 lâmpadas 1,2m, ou semelhante)
			a'' = 1 se Atributo 7.7 (possui ventilação natural) = sim	Atributo 7.7 (possui ventilação natural) *janelas sem impedimentos para abertura
			a''' = 1 se Atributo 7.6 (quantidade de ar-condicionado) >0 = sim	Atributo 7.6 (quantidade de ar-condicionado) *pressupõe capacidade instalada adequada para volume e uso
Eb - Os Laboratórios de Informática estão equipadas com recursos de tecnologia de informação e comunicação? Peso: 2,0	Número Eb = média Ib' das salas (soma de Eb' de cada sala/total de salas)	$Eb' = (b' + b'' + b''')/3$	b' = 1 se Atributo 7.1 (possui computador) =sim	Atributo 7.1 (possui computador)
			b'' = 1 se Atributo 7.3 (possui internet) =sim	Atributo 7.3 (possui internet)
			b''' = 1 se Atributo 7.12 (possui projetor) =sim	Atributo 7.12 (possui projetor)
			b'''' = 1 se Atributo 7.13 (possui lousa) =sim	Atributo 7.13 (possui lousa)
Ec - O Layout dos Laboratórios de Informática são flexíveis? Peso: 0,5	Número média Ec' das salas (soma de Ec' das salas/total de salas)	$Ec' = (c' + c'' + c''')/2$	c' = 0,7 se Atributo 7.15 (quantidade de carteiras) = sim	Atributo 7.15 (quantidade de carteiras)
			c'' = 0,3 se Atributo 7.17 (mesas ou pranchetas) = sim	Atributo 7.17 (mesas ou pranchetas)
			c''' = 1 se Atributo 7.18 (mesas fixas) = sim	Atributo 7.18 (mesas fixas)

Fonte: Resultados da Pesquisa (MAGALHÃES, 2020).

Os laboratórios de formação específica são ambientes e/ou espaços onde se desenvolvem atividades pedagógicas de integração entre teoria e prática e têm usos específicos a cada curso. Estes se integram às atividades de ensino e aprendizagem. Para avaliar estes laboratórios foi construído o Indicador I, calculado a partir de informações como especificação da quantidade de laboratórios de formação específica, disponibilidade de equipamentos,

iluminação, ventilação, equipamentos e móveis, bem como lousa, além de projetor multimídia, equipamentos de som e condicionadores de ar, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Quadro de indicadores e variáveis de análise do conceito dos laboratórios de formação específica

Indicador nível 1	Cálculo (unidade)	Cálculo (sala)	Variável	Dado
Ia – Os Laboratórios Didáticos de Formação Específica possuem conforto luminoso, térmico? Peso: 2,5	Número Ia = média Ia' das salas (soma de Ia' de cada sala/total de salas)	$Ia' = (a' + a'' + a''')/3$	a' = Atributo 11.22 (quantidade de luminárias)/(Atributo 11.14 (área da sala/10)) a' max = 1 (Consulta parâmetro base: uso sala de aula, pé direito 3m)	Atributo 11.19 (quantidade de luminárias)/ Atributo 11.14 (área da sala) (luminária tipo canaleta, 2 lâmpadas 1,2m, ou semelhante)
			a'' = 1 se Atributo 11.12 (possui ventilação natural) = sim	Atributo 11.12 (possui ventilação natural) *janelas sem impedimentos para abertura
			a''' = 1 se Atributo 11.11 (quantidade de ar-condicionado) > 0 = sim	Atributo 11.11 (quantidade de ar-condicionado) *pressupõe capacidade instalada adequada para volume e uso
Ib - Os Laboratórios Didáticos de Formação Específica estão equipadas com recursos de tecnologia de informação e comunicação? Peso: 2,0	Número Ib = media Ib' das salas (soma de Ib' de cada sala/total de salas)	$Ib' = (b' + b'' + b''')/3$	b' = 1 se Atributo 11.1 (possui computador) = sim	Atributo 11.1 (possui computador)
			b'' = 1 se Atributo 11.3 (acesso à internet) = sim	Atributo 11.3 (acesso à internet)
			b''' = 1 se Atributo 11.17 (possui projetor) = sim	Atributo 11.17 (possui projetor)
			b'''' = 1 se Atributo 11.18 (possui lousa) = sim	Atributo 11.18 (possui lousa)
Ic - O Layout dos Laboratórios Didáticos de Formação Específica são flexíveis? Peso: 0,5	Número media Ic' das salas (soma de Ic' das salas/total de salas)	$Ic' = (c' + c'' + c''')/2$	c' = 0,7 se Atributo 11.20 (quantidade de carteiras) = sim	Atributo 11.20 (quantidade de carteiras)
			c'' = 0,3 se Atributo 11.22 (mesas ou pranchetas) = sim	Atributo 11.22 (mesas ou pranchetas)
			c''' = 1 se Atributo 11.23 (mesas fixas) = sim	Atributo 11.23 (mesas fixas)

Fonte: Resultados da Pesquisa (MAGALHÃES, 2020).

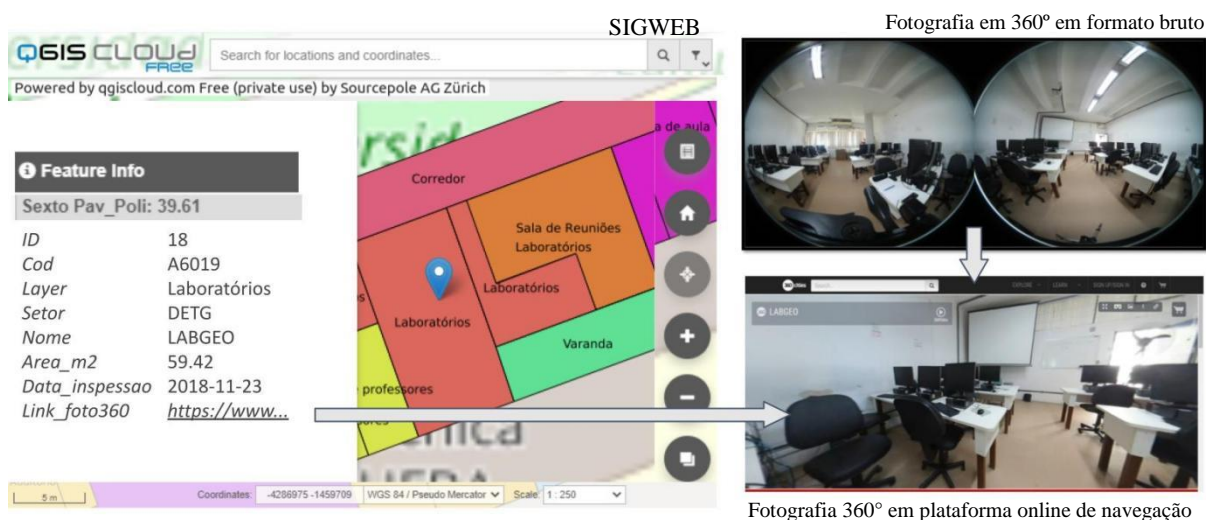
8 Exemplos de produtos e proposta de alimentação do sistema

Essas informações, uma vez registradas e organizadas como apresentadas anteriormente, podem ser disponibilizadas na internet, numa plataforma gratuita que permite a publicação dos dados para gestão patrimonial de uma edificação, de maneira rápida e com base tanto em consulta tabular (listagem) ou por consulta espacial (localização no mapa). Esta última

permite análises de contexto por proximidade física que não são possíveis nas consultas convencionais baseada exclusivamente em dados tabulares.

O exemplo aqui apresentado utilizou o software QGISCloud, um SIGWEB capaz de apresentar produtos de interesse do gestor para atender aos indicadores e padrões de qualidade descritos. Alguns dos produtos possíveis são mapas (com áreas representadas com cores diferentes para diferentes situações), tabelas, gráficos e links para fotos (convencionais ou 360°), documentos, links para páginas eletrônicas ou outro material de interesse (Figura 1).

Figura 1 - Vínculo entre dados geográficos, tabulares e fotográficos



Fonte: Resultados da Pesquisa (MAGALHÃES, 2020).

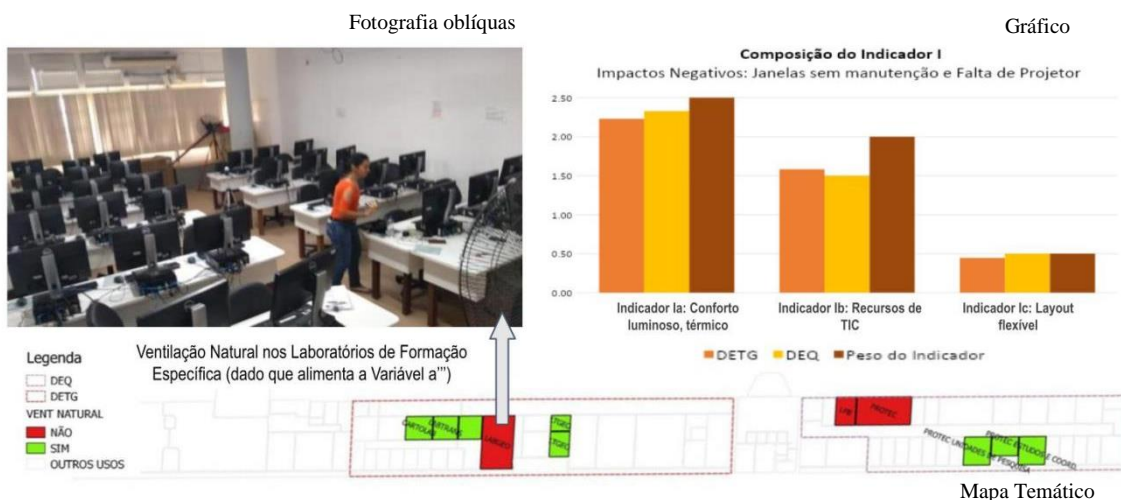
A estrutura proposta permite a visualização, por pavimento, de informações demandadas pelos indicadores da avaliação do MEC. A Figura 2 exemplifica alguns desses produtos elaborados para os Laboratórios de Formação Específica do sexto pavimento da Escola Politécnica da UFBA.

Com a análise do gráfico é possível afirmar que o problema com a falta de recursos mais especializados em algumas salas de aula não é um fator que influencie a avaliação tanto quanto a questão do conforto térmico, devido a problemas com a ventilação natural e de climatização na maior parte das salas de aula. Ao associar essa informação ao mapa observa-se que o maior laboratório deste pavimento possui uma das faces voltada para a fachada do prédio, o que sugere que uma intervenção na ventilação natural desse espaço seja uma ação mais simples e mais eficiente.

A identificação destas vulnerabilidades e potenciais pode assim indicar ao gestor uma demanda por serviços de manutenção direcionadas. A identificação de problemas

especialmente setorizados pode também indicar a presença de problemas de outra ordem, como por exemplo a existência de computadores ou aparelhos de ar condicionado com defeitos recorrentes e localizados em salas próximas podendo indicar inadequação da rede elétrica.

Figura 2 - Climatização nos laboratórios de formação específica (dado que alimenta a variável Ia'') e representatividade dos indicadores parciais no conceito final do indicador I: laboratórios de formação específica



Fonte: Resultados da Pesquisa (MAGALHÃES, 2020).

9 Conclusões e recomendações

Para que uma instituição possa oferecer cursos de ensino superior que realmente supram as necessidades dos estudantes e do mercado de trabalho, é preciso que sejam atendidos alguns requisitos relacionados à estrutura do local e que seja ofertado ensino de qualidade, adequado às exigências de cada área de atuação. Por meio de alguns critérios, a nota do MEC avalia se as instituições oferecem o que é necessário para seus estudantes, como por exemplo, instalações adequadas, equipamentos em bom funcionamento e recursos adequados para utilização durante as aulas. O sistema de gestão por SIG aqui proposto organiza, representa e analisa os dados geoespaciais para fins de avaliação do INEP/MEC, representando uma solução inovadora, operacional e com grande potencial de auxílio às IES. Ele pode ser de utilidade expressiva tanto no momento em que a comissão de avaliação requisite essas informações, como também, e ainda mais importante, durante o processo de monitoramento gestão e manutenção da qualidade da infraestrutura física de atendimento aos cursos de graduação.

Dada a atual demanda por adaptação dos espaços às novas condições sanitárias por conta da pandemia de COVID-19, o acesso e visualização dessas informações de forma integrada no espaço geográfico pode também auxiliar na readequação dos espaços, análise de fluxos e

otimização das intervenções setorizadas e articuladas, segundo a proximidade dos espaços que apresentam o mesmo tipo de demanda ou problema.

Estudos futuros podem explorar ainda as formas de acesso a essa informação, automatizando produtos customizados, a exemplo de painéis de informação (ou *dashboards*), para cada usuário potencial, como os avaliadores do MEC, gestores de unidades, coordenadores de curso, comissões de gestão do espaço físico, reitoria, comissões de elaboração do PDI e PD, entre outros. Para isso, faz-se necessário a concepção e implementação de um banco de dados geográfico e, idealmente, uma instância oficial para coordenar a elaboração e manutenção da infraestrutura de dados espaciais da IES, permitindo uma gestão de seus espaços com mais eficiência, transparência e controle, sem perda da autonomia da instituição e das unidades de ensino.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Instrumento de avaliação de cursos de graduação presencial e a distância**. Brasília: MEC, 2017.

BROVELLI, Maria Antônia *et al.* **Land User and Land Cover Maps of Europe: A WEBgis Platform**. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2016. v. XLI-B7. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLI-B7/913/2016/isprs-archives-XLI-B7-913-2016.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CÂMARA, Gilberto. Representação computacional de dados geográficos. *In*: CASANOVA, Marco *et al.* (orgs.). **Bancos de dados geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CECCARELLI, Marco *et al.* Dynamic WEBGIS and tracking of mobile devices. **FOSS4G – Free and Open Source Software for Geoinformatics**. Lausanne: Switzerland, 2006.

COUTO, Ricardo Arendt Stiebler. **O uso de ferramentas de geoprocessamento para o gerenciamento de bens patrimoniais e prediais**. 2012. Dissertação (Mestrado Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

CRUZ, Sérgio A. Braga da *et al.* Proposta de uso de computação em nuvem em aplicações de zoneamento. *In*: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 6., 2016, Cuiabá, MT. **Anais [...]**. EMBRAPA, Informática Agropecuária/INPE, 2016. p. 133-140.

DELAZARI, L. *et al.* Mapping indoor environments: challenges related to the cartographic representation and routes. *In*: CONESA, Jordi *et al.* (eds.). **Geographical and Fingerprinting Data to Create Systems for Indoor Positioning and Indoor/Outdoor Navigation**. Elsevier, 2018. p. 169-186. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813189-3.00009-5>. Acesso em: 16 mar. 2021.

ESTEVES, Juliana Cardoso. **Planejamento e gestão do ambiente construído em universidades públicas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

FERREIRA, Maurício da S.; FREITAS, Antônio A. da S. M. de. Implicações da avaliação institucional na gestão universitária: a experiência da Universidade Católica do Salvador (UCSAL). **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, v. 22, n. 1, p. 201-221, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-40772017000100201&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 3 abr. 2021.

FERNANDES, Francisco das Chagas de Mariz. Gestão dos institutos federais: o desafio do centenário da rede federal de educação profissional e tecnológica. **Holos**. Rio Grande do Norte: IFRN, 2009. v. 25, n. 2

MAGALHÃES, Iara de Araújo. **Organização dos dados geoespaciais de edificações universitárias para ambiente SIGWEB**: estudo de caso cursos Politécnica/UFBA e avaliação do MEC: avaliação de infraestrutura da Escola Politécnica da UFBA com base em critérios de avaliação de cursos do MEC. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

NAKAMURA, Aristeu Zensaburo *et al.* Geotecnologias aplicadas à construção civil. **Brasil Engenharia**, São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao601/Art_Construcao_Civil_601.pdf. Acesso em: 21 mar. 2019.

SOUZA, André D. de *et al.* Geotecnologias aplicadas às auditorias de obras públicas no Brasil: panorama geral e perspectivas. **Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 69, n. 8, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43969>. Acesso em: 20 ago. 2018.

UNICAMP. **Plano Diretor Integrado da Universidade Estadual de Campinas**. Campinas, 2018. v. 2. Disponível em: http://www.depi.unicamp.br/wp-content/uploads/2019/04/PLANO_DIRETOR_INTEGRADO_1.2.pdf. Acesso em: 16 mar. 2021.