XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8642

Sistema colaborativo de monitoramento de risco para uma gestão integrada dos CAICs

Collaborative risk monitoring system for integrated management of CAICs

Me. Ivanilson Santos Pereira
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | E-mail: ipereira@usp.br

Resumo

Este artigo propõe o Índice de Risco CAIC (IR-CAIC) como instrumento para avaliação e monitoramento da conservação de Centros de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente (CAICs) no Brasil. O objetivo é desenvolver um modelo capaz de integrar variáveis físicas, operacionais e contextuais, associado a uma estratégia de coleta colaborativa de dados. A ausência de instrumentos sistemáticos e escaláveis para o monitoramento dos CAICs compromete a capacidade de diagnóstico e intervenção, tornando urgente o desenvolvimento de modelos que integrem dados em uma abordagem contínua e espacializada. A metodologia baseia-se na estruturação do índice em quatro dimensões (estado físico, uso, manutenção e contexto urbano), com aplicação por meio de formulários digitais georreferenciados na plataforma KoboToolbox. Os resultados, obtidos a partir de uma amostra qualificada no estado de São Paulo, demonstram a capacidade do modelo em diferenciar níveis de risco e evidenciar a influência combinada das variáveis analisadas. Como contribuição, o estudo apresenta um sistema replicável e escalável de monitoramento contínuo, ampliando as possibilidades de gestão e priorização de intervenções.

Palavras-chave: Avaliação de risco. Gestão do patrimônio. Conservação física.

Abstract

This paper proposes the CAIC Risk Index (IR-CAIC) as a tool for assessing and monitoring the conservation of Integrated Support Centers for Children and Adolescents (CAICs) in Brazil. The objective is to develop a model capable of integrating physical, operational, and contextual variables, combined with a collaborative data collection strategy. The lack of systematic and scalable tools for monitoring CAICs compromises diagnostic and intervention capabilities, making it urgent to develop models that integrate data into a continuous and spatialized approach. The methodology is based on structuring the index into four dimensions (physical condition, use, maintenance, and urban context), with application via georeferenced digital forms on the KoboToolbox platform. The results, obtained from a qualified sample in the state of São Paulo, demonstrate the model's ability to differentiate risk levels and highlight the combined influence of the analyzed variables. As a contribution, the study presents a replicable and scalable system for continuous monitoring, expanding the possibilities for managing and prioritizing interventions.

Keywords: Risk assessment. Asset management. Physical maintenance.

INTRODUÇÃO

A preservação dos Centros de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente (CAICs), implantados no Brasil na década de 1990 a partir de um projeto piloto liderado pelo arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé), enfrenta desafios relacionados à degradação física, à descontinuidade de uso e à ausência de sistemas de monitoramento contínuo. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo propor um modelo de avaliação de risco aplicado à conservação dessas edificações, associado a uma estratégia de coleta colaborativa de dados, com vistas a subsidiar processos de gestão e priorização de intervenções.

Para atingir esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos: (i) estruturar um modelo de avaliação de risco capaz de integrar informações sobre estado físico, uso, manutenção e contexto urbano; (ii) implementar um formulário digital georreferenciado para coleta colaborativa de dados em ambiente web; (iii) automatizar o processamento e a classificação dos resultados por meio da estruturação do Índice de Risco CAIC (IR-CAIC); e (iv) avaliar a aplicabilidade do sistema por meio de uma simulação controlada em uma amostragem de estudos de caso.

A transformação digital tem promovido mudanças significativas nos processos de gestão, operação e manutenção do ambiente construído. A crescente adoção de sistemas digitais de informação, Building Information Modeling (BIM), plataformas integradas de *Facility Management* e ambientes colaborativos de gestão de dados tem ampliado a capacidade de coleta, organização e análise de informações ao longo do ciclo de vida das edificações. Essas tecnologias contribuem para a integração de diferentes fontes de informação, reduzem a fragmentação dos registros e fortalecem os processos de tomada de decisão relacionados à operação, manutenção e conservação dos ativos construídos (Moretti et al., 2021; Matarneh et al., 2022; Salzano et al., 2023).

Apesar desses avanços, a implementação de instrumentos acessíveis e escaláveis para o monitoramento de edificações públicas ainda representa um desafio, especialmente em países com extensos patrimônios construídos e limitações institucionais relacionadas à integração de dados, à padronização de informações e à automação de processos. No contexto brasileiro, tais dificuldades são particularmente evidentes em equipamentos públicos distribuídos em diferentes municípios, cuja gestão frequentemente depende de informações fragmentadas e de levantamentos realizados de forma pontual.

No contexto dos CAICs, embora existam estudos voltados à sua concepção arquitetônica (Pereira e Afonso, 2020; Pereira, Oliveira e Melo, 2025), aos processos construtivos e sistemas prediais (Montanine e Zanoni, 2025), aos marcos institucionais (Marques, 2007), à qualidade do ambiente construído (Goulart, 2014; Silva, Xavier e Lukiantchuki, 2025), e às iniciativas de modelagem e inventário digital (Pereira, Afonso e Oliveira, 2022; Batistello et al., 2025), ainda são escassas pesquisas que proponham sistemas de monitoramento contínuo capazes de integrar informações sobre estado físico, uso, manutenção e contexto territorial em uma mesma estrutura analítica.

Dessa forma, este estudo contribui para o avanço das pesquisas em gestão digital do patrimônio edificado ao propor um modelo integrado de monitoramento patrimonial baseado em coleta colaborativa georreferenciada, processamento automatizado de indicadores e avaliação multicritério de risco. Diferentemente de abordagens centradas apenas no inventário ou no diagnóstico pontual das edificações, a proposta busca estruturar um sistema dinâmico de atualização de dados, capaz de apoiar a gestão, a priorização de intervenções e a preservação de um conjunto arquitetônico distribuído em escala nacional.

BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

Em síntese, destaca-se que os CAICs derivam de um programa nacional disseminado a partir de 1991 (Projeto Minha Gente/decreto n° 139) que previa enquanto meta inicial a construção de 5.000 centros de atendimento à educação em tempo integral para aproximadamente seis milhões de crianças e adolescentes. O desenvolvimento de um projeto piloto (Figura 1) para essas unidades ficou a cargo de uma equipe liderada pelo arquiteto Lelé, que já possuía ampla experiência na fabricação em larga escala de peças em argamassa armada nas chamadas “fábricas de projetos”.

Figura 1: Pôster do projeto Minha Gente com slogan do primeiro CIAC edificado (Brasília-DF)



Fonte: Arquivo Aires Carvalho, Brasília. Disponível em Tese de doutorado (Vilela, 2018, p.161).

Na tentativa de reduzir os custos de produção e aumentar a competitividade, Lelé havia estimado a construção de 21 fábricas em todo o Brasil, responsáveis pelo gerenciamento operacional das obras desde o fornecimento de peças à sua manutenção e reposição (Vilela, 2018). No entanto, parte das dificuldades enfrentadas

deve-se a questões político-ideológicas que levaram ao insucesso da consolidação dessas fábricas responsáveis pela produção e reposição dos componentes de argamassa armada, além do provisionamento de mão de obra especializada para a construção e manutenção dos centros. Nesse contexto, a qualificação da mão da obra não é uma prerrogativa essencial, tendo em vista que o trabalhador pode ser treinado, em canteiro, num curto período de tempo.

Entre 1993 e 1994 – pós impeachment do presidente Fernando Collor de Melo, o Ministério da Educação e Cultura/MEC reestrutura a meta estabelecida de implementação da primeira etapa do programa para a construção de 423 Centros, sendo que, naquele momento, apenas 162 haviam sido concluídos (Amaral Sobrinho e Parente, 1995). Importante frisar que nesse momento, Lelé e sua equipe já estavam desvinculados do programa por uma série de conflitos de interesses envolvendo empreiteiras e tensões políticas. Atualmente, a questão da conservação física dessas obras torna-se um entrave, tendo em vista a desativação do programa e consecutivamente às dificuldades de gerenciamento e adesão da tecnologia empregada.

METODOLOGIA DE ANÁLISE

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso exploratório de natureza aplicada, desenvolvido com o objetivo de propor e avaliar um sistema digital de monitoramento da conservação de edificações públicas. Segundo Groat e Wang (2013), o estudo de caso é particularmente adequado para investigações que buscam compreender fenômenos contemporâneos em contextos reais, permitindo a integração de múltiplas fontes de informação, métodos e estratégias analíticas.

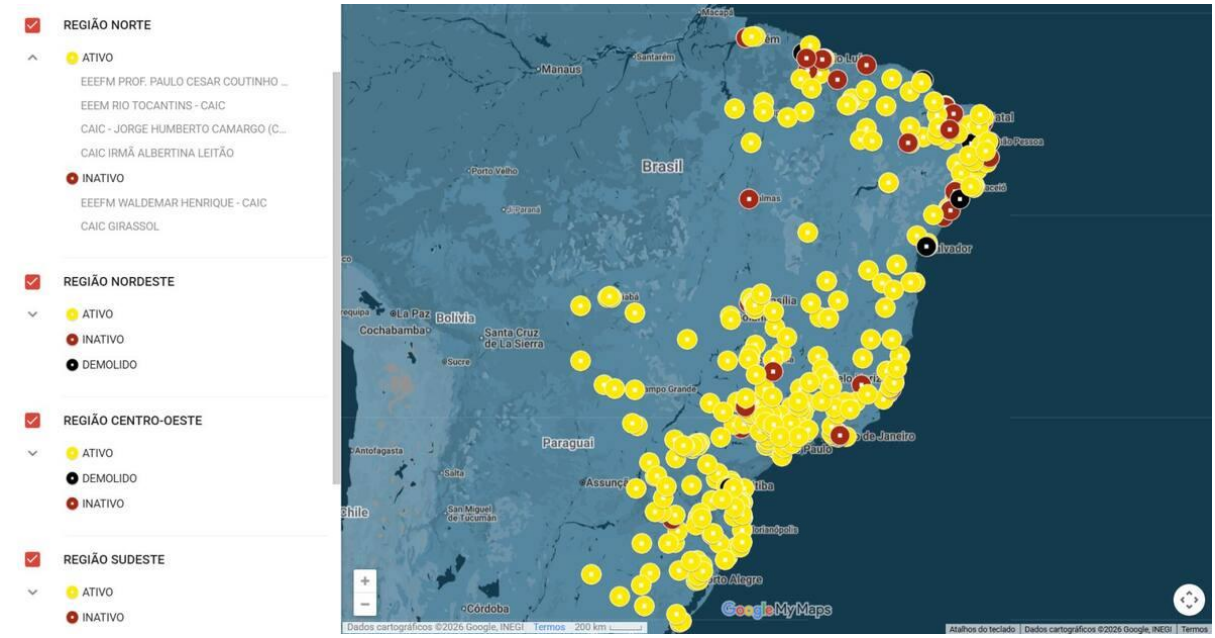
SUBSÍDIOS DA PESQUISA: INVENTÁRIO DIGITAL DOS CAICs NO BRASIL

Uma das contribuições das pesquisas sobre a produção dos CAICs no Brasil, se dá justamente no entendimento de como se encontra essa produção na atualidade. Pereira, Afonso e Oliveira (2022) iniciaram um processo de levantamento de dados para substanciar a construção de um inventário digital dessa produção, que foi retomada e atualizada por Pereira (2024).

Em suma, a identificação e mapeamento dos Centros (Figura 2) deu-se através do Google Maps. Para a sistematização dos dados coletados adotou-se um software de Sistema de Informações Geográficas (SIG), de uso livre e código aberto (QGIS®) pela facilidade na visualização, edição e análise de dados georreferenciados. E enquanto base de dados foram consultados os serviços disponibilizados pelo MEC através dos censos escolares realizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira/INEP.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8642

Figura 2: Mapeamento com visualização via Google MyMaps dos CAICs inventariados no Brasil



Fonte: o autor.

Em síntese, foram identificadas 345 unidades remanescentes do programa de implantação dos CAICs, destes: 87% (300) ainda se encontram ativos, enquanto 13% (45) estão inativos ou foram demolidos. Abre-se uma ressalva para o fato de que a pesquisa de mapeamento está em andamento e que a escassez de informações sobre o assunto limita o reconhecimento de algumas unidades, sendo assim, o inventário é atualizado a partir do momento que são realizadas novas identificações.

Contudo, entre suas limitações pode-se observar que os dados representam um conjunto estático de informações que indicam essencialmente a localização dos Centros (mapeamento) com vinculação de atributos simplificados a partir do diagnóstico do autor. Tirando partido disso, a proposta deste artigo é avançar de um modelo de registro passivo para um sistema ativo de monitoramento que por sua vez venha a qualificar o mapeamento realizado, incluindo novos agente em um processo colaborativo.

PROTOCOLO DIGITAL DE COLETA DE DADOS

O instrumento de coleta de informações foi estruturado em blocos temáticos por dimensões de análise de modo a converter diretamente os valores numéricos obtidos nas respostas (escalas ordinais) em base de cálculo para o IR-CAIC. Vale lembrar que a estrutura foi concebida para uma aplicação por usuários locais (escolas, gestores, comunidades) com simplicidade operacional e registro de dados padronizados. Ao mesmo tempo demonstrar que não se trata meramente de uma coleta de dados, mas sobre transformar uma percepção distribuída (escala nacional) em inteligência para gestão do patrimônio.

Para a aplicação do protocolo, foi adotada a plataforma de código aberto KoboToolbox (2014). A justificativa de escolha desse sistema se deu pelas possibilidades de

preenchimento *online* ou *offline*, integração com respostas multimídias (texto, imagem, áudio), geolocalização integrada, exportação para análise espaciais (QGIS) e geração de relatórios interativos com mapas e visualizações personalizadas. Portanto, busca-se por meio dessa utilização a construção de um protocolo digital replicável, de baixo custo e escalável para coleta de dados estruturados em campo com georreferenciamento e validação básica. Importante ressaltar que a plataforma possui uma extensão compatível (aplicativo) para dispositivos móveis, o que garante maior versatilidade para a coleta de dados em campo de modo instantâneo.

ÍNDICE DE RISCO DOS CAICs (IR-CAIC)

O Índice de Risco da Conservação Física dos CAICs (IR-CAIC) é um indicador elaborado para expressar a probabilidade de degradação crítica ou perda de desempenho das edificações, com base em variáveis físicas, operacionais e contextuais. O IR-CAIC é estruturado a partir de uma abordagem multicritério, organizado em quatro dimensões (Figura 3): **D1 – Estado físico** (avalia diretamente as manifestações patológicas e condições construtivas dos componentes da edificação), **D2 – Uso e Ocupação** (relaciona o uso real com o potencial de degradação), **D3 – Manutenção** (considera a capacidade de conservação física ao longo do tempo a partir das intervenções realizadas) e **D4 – Contexto urbano** (inclui a perspectiva dos impactos urbanos e sociais que tendem a influenciar o risco).

Figura 3: Dimensões de análise com atribuições dos critérios de avaliação



Fonte: o autor.

A partir da análise qualitativa realizada pelo avaliador, os dados são convertidos em valores numéricos que são obtidos a partir da correlação com os pesos pré-definidos. Essa conversão se dá por meio da aplicação de equações simples de obtenção de valores médios que servirão para composição do indicador IR-CAIC. Esses procedimentos ajudam a aumentar a transparência e a segurança no processo de padronização e gerenciamento dos dados, especialmente ao lidar com critérios tangíveis (variáveis objetivas) e intangíveis (percepção subjetiva).

A resultante da D1 é obtida inicialmente pela média do somatório dos valores atribuídos para cada componente em uma escala pré-determinada de gravidade dos danos incidentes (1-5), para esse resultado atribui-se a denominação $D1_{base}$. A identificação das patologias foi incorporada ao índice por meio de um fator de ajuste aplicado à dimensão de estado físico (Fator de Patologias/FP).

Nesse cenário, cada ocorrência recebeu um peso proporcional à sua gravidade, conforme consta na Tabela 1. A incorporação do fator de patologias ao cálculo do estado físico resultou em maior sensibilidade do índice, especialmente na identificação de situações críticas, evidenciando a relevância da integração entre avaliação qualitativa e modelagem quantitativa. Sendo assim, o resultado ajustado ($D1_{ajustado}$) a partir da incorporação do FP, representa o indicador numérico associado a dimensão do estado físico. Para fins de cálculo, o valor máximo a ser atribuído ao $D1_{ajustado}$ é 5, por ser o indicador máximo de situação crítica:

$$D1_{base} = \frac{E + C + V + Esq + El + Hid}{6}$$

$$Fator\ de\ Patologias\ (FP) = \frac{\sum pesos}{15}$$

$$\mathbf{D1_{ajustado} = D1_{base} + FP}$$

Na sequência, o cálculo da D2 (Uso e Ocupação) é obtido diretamente pela correlação com o indicador do peso atribuído a condição atual de uso (D2.1). Por outro lado, as resultantes de D3 (Manutenção) e D4 (Contexto urbano) são geradas a partir da média entre os valores de suas variáveis:

$$D2 = D2.1 \quad , \quad D3 = \frac{D3.1 + D3.2}{2} \quad , \quad D4 = \frac{D4.1 + D4.2}{2}$$

Abaixo consta a fórmula geral para cálculo do IR-CAIC $_{(0\text{-}5)}$, considerando a atribuição dos pesos a partir do potencial de risco de cada dimensão de análise. Como resultado, é proposto a classificação do risco em uma escala de normalização do IR-CAIC $_{(0\text{-}100)}$: **0-30 (baixo)**, **30-50 (moderado)**, **50-70 (alto)** e **70-100 (crítico)**. A ponderação foi definida com base na relevância relativa para a degradação do desempenho da edificação, resultando em um indicador sintético capaz de apoiar a priorização de intervenções.

$$\mathrm{IR}_{\mathrm{CAIC}\ (0-5)} = \left(0{,}4 \times \boldsymbol{D1_{aj}}\right) + (0{,}25 \times \boldsymbol{D2}) + (0{,}2 \times \boldsymbol{D3}) + (0{,}15 \times \boldsymbol{D4})$$

$$\mathbf{IR_{CAIC\ (0-100)}} = IR_{CAIC\ (0-5)} \times 20$$

RESULTADOS

Devido às limitações operacionais de coleta em larga escala nessa primeira etapa de implantação do sistema, foi realizada uma simulação controlada em uma amostra qualificada para avaliar a aplicabilidade do instrumento proposto. O preenchimento tomou como base cenários hipotéticos representativos das condições de conservação de unidades CAIC inseridas no estado de São Paulo. A simulação considerou uma amostragem de dez unidades em diferentes cidades e buscou reproduzir diferentes níveis de degradação, uso e contexto, permitindo testar a sensibilidade do índice de risco e sua capacidade de discriminação.

SIMULAÇÃO CONTROLADA DE APLICAÇÃO DO IR-CAIC

Para essa primeira etapa, a eficácia da simulação pode ser comprovada tendo em vista que o objetivo principal está relacionado com a comprovação do funcionamento do sistema de monitoramento e não necessariamente no diagnóstico real dos CAICs, o que justifica a avaliação simulada de seus critérios.

Para exemplificar o memorial de cálculo de aplicação do IR-CAIC, a Tabela 1 apresenta com maior detalhamento a inserção das variáveis e suas respectivas operações. Enquanto que a Tabela 2, sistematiza brevemente os critérios selecionados e suprime o processo de cálculo para uma simplificação da leitura do artigo. No entanto, o processo de cálculo de todos os exemplos segue o mesmo princípio aplicado no modelo da Tabela 1.

Tabela 1: Avaliação simulada de aplicação do IR-CAIC em estudo de caso

CAIC 01 – OSASCO	
Avaliação simulada	Memorial de cálculo
D1. Estado físico E=3, C=3, V=2, Esq=3, El=2, Hid=3 Fissuras=1, Infiltração=2, Mofo=1	D1 = (3+3+2+3+2+3) /6 = 16/6 = 2,67 FP = (1+2+1) /15=4/15 = 0,27 $D1_{a\,j}$= 2,67+0,27 = 2,94
D2. Uso e Ocupação Uso pleno = 1	D2 = 1
D3. Manutenção Ocasional=3, Equipe parcial=3	D3 = (3+3) /2 = 3
D4. Contexto Urbano Risco médio=3, Entorno intermediário=3	D4 = (3+3) /2 = 3
Classificação: **Risco moderado**	IR = (0,4×2,94) + (0,25×1) + (0,2×3) + (0,15×3) $IR_{0\text{-}5}$ =1,176 + 0,25+ 0,6 + 0,45 = 2,476 $IR_{0\text{-}100}$ = 2,476 × 20 = **49,52**

Fonte: o autor.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8642

Tabela 2: Parâmetros de cálculo do IR-CAIC na amostra qualificada

CAIC 02 – PIRACICABA			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=3, C=4, V=4, Esq=4, El=3, Hid=4 Infiltração=2, Desplacamento=2, Vandalismo=2, Corrosão=3	Uso parcial = 3	Rara=4 Sem equipe=5	Alto risco=5 Entorno vulnerável=5
Classificação: **Risco crítico**	**IR=76,13**		
CAIC 03 – SUZANO			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=2, C=2, V=2, Esq=2, El=2, Hid=2 Fissuras=1, Infiltração=2	Uso pleno = 1	Regular=1 Equipe presente=1	Baixo Risco=1 Entorno consolidado=1
Classificação: **Risco baixo**	**IR=29,6**		
CAIC 04 – SÃO VICENTE			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=3, C=3, V=3, Esq=3, El=3, Hid=3 Fissuras=1, Infiltração=2, Mofo=1, Desplacamento=2	Uso parcial = 3	Ocasional=3 Equipe parcial=3	Risco médio=3 Entorno intermediário=3
Classificação: **Risco alto**	**IR=63,2**		
CAIC 05 – ITU			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=2, C=3, V=3, Esq=2, El=2, Hid=2 Fissuras=1, Infiltração=2	Uso pleno = 1	Regular=1 Equipe parcial=3	Risco médio=3 Entorno intermediário=3
Classificação: **Risco moderado**	**IR=42,26**		
CAIC 06 – SALTO			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=2, C=2, V=3, Esq=2, El=2, Hid=2 Fissuras=1, Mofo=1	Uso pleno = 1	Regular=1 Equipe parcial=3	Risco médio=3 Entorno intermediário=3
Classificação: **Risco moderado**	**IR=40,4**		
CAIC 07 – INDAIATUBA			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=3, C=4, V=4, Esq=3, El=3, Hid=4 Infiltração=2, Vandalismo=2, Corrosão=3, Desplacamento=2, Mofo=1	Uso parcial = 3	Rara=4 Equipe parcial=3	Risco médio=5 Entorno vulnerável=5
Classificação: **Risco crítico**	**IR=74,33**		
CAIC 08 – CAMPINAS			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=2, C=2, V=2, Esq=2, El=1, Hid=1 Fissuras=1, Mofo=1	Uso pleno = 1	Regular=1 Equipe presente=1	Risco médio=3 Entorno consolidado=1
Classificação: **Risco baixo**	**IR=29,40**		
CAIC 09 – BRAGANÇA PAULISTA			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=3, C=4, V=3, Esq=2, El=4, Hid=4 Fissuras=1, Infiltração=2, Mofo=1, Corrosão=3	Uso pleno = 1	Rara=4 Equipe parcial=3	Baixo risco=1 Entorno consolidado=1
Classificação: **Risco alto**	**IR=52,40**		
CAIC 10 – SÃO JOSÉ DOS CAMPOS			
D1. Estado físico	D.2 Uso e Ocupação	D.3 Manutenção	D4. Contexto Urbano
E=4, C=5, V=5, Esq=5, El=5, Hid=5 Corrosão=3, Infiltração=2, Deformação=4, Desplacamento=2	Abandonado = 5	Inexistente=5 Sem equipe=5	Alto risco=5 Entorno vulnerável=5
Classificação: **Risco crítico**	**IR=100**		

Fonte: o autor.

Quanto aos resultados, observa-se que os casos classificados como **baixo risco** apresentam não apenas melhores condições construtivas (valores reduzidos de D1), mas também uso pleno, rotinas regulares de manutenção e inserção em contextos urbanos estáveis. Em contraste, os casos de **risco crítico** resultam da convergência de múltiplos fatores negativos, especialmente a associação entre degradação física avançada, ausência de manutenção e vulnerabilidade do entorno, evidenciando que o risco não decorre de uma única variável isolada, mas de sua interação sistêmica.

Os demais casos de **risco moderado e alto** configuram situações intermediárias, nas quais a edificação ainda mantém funcionalidade, porém apresenta sinais consistentes de deterioração e fragilidade na gestão. Nesses casos, destaca-se o papel do fator de penalização por patologias (FP), que se mostrou sensível à gravidade dos danos, contribuindo para refinar a leitura do estado físico ao incorporar não apenas a condição média dos sistemas, mas também a natureza das manifestações patológicas.

Como ferramenta para a promoção da maior confiabilidade dos dados, a plataforma possui um recurso integrado de validação dos dados armazenados por um usuário especializado/técnico, a ser responsável pelo gerenciamento do formulário (Figura 4). É possível categorizar as validações em: Aprovado, não aprovado ou em espera. Além de ser possível a edição de dados, que pode ser aplicado para a correção de alguma informação que por ventura não esteja padronizada ou insuficiente.

Figura 4: Dados da amostra com destaque para recurso de validação do KoboToolbox

1 - 10 10 resultados	IDENTIFICAÇÃO / NOME DA ESCOLA (CAIC)	Validação	IDENTIFICAÇÃO / CIDADE/ESTADO	D1. ESTADO FISÍCO / D1_aj	D3. MANUTENÇÃO / D3	D4. ENTORNO URBANO / D4	IR	Classificação de risco
	Pesquisar	Exibir Tudo	Pesquisar	Pesquisar	Pesquisar	Pesquisar	Pesqu	Exibir Tudo
	CAIC 01 - OSASCO	Aprovado	Osasco/SP	2.93333333333...	3	3	49.46...	Risco Moderado
	CAIC 02 - PIRACICABA	Aprovado	Piracicaba/SP	4.26666666666...	3	5	76.13...	Risco Crítico
	CAIC 03 - SUZANO	Em espera	Suzano/SP	2.2	1	1	29.6	Risco Baixo
	CAIC 04 - SÃO VICENTE	Em espera	São Vicente/SP	3.4	3	3	63.2	Risco Alto
	CAIC 05 - ITU	Em espera	Itu/SP	2.53333333333...	2	3	42.26...	Risco Moderado
	CAIC 06 - SALTO	Em espera	Salto/SP	2.3	2	3	40.39...	Risco Moderado
	CAIC 07 - INDAIATUBA	Não aprovado	Indaiatuba/SP	4.16666666666...	3.5	4	74.33...	Risco Crítico
	CAIC 08 - CAMPINAS	Não aprovado	Campinas/SP	1.8	1	2	29.40...	Risco Baixo
	CAIC 09 - BRAGANÇA PAULISTA	Em espera	Bragança Paulista/SP	3.80000000000...	3.5	1	52.40...	Risco Alto
	CAIC 10 - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	Em espera	São José dos Campos/SP	5	5	5	100	Risco Crítico

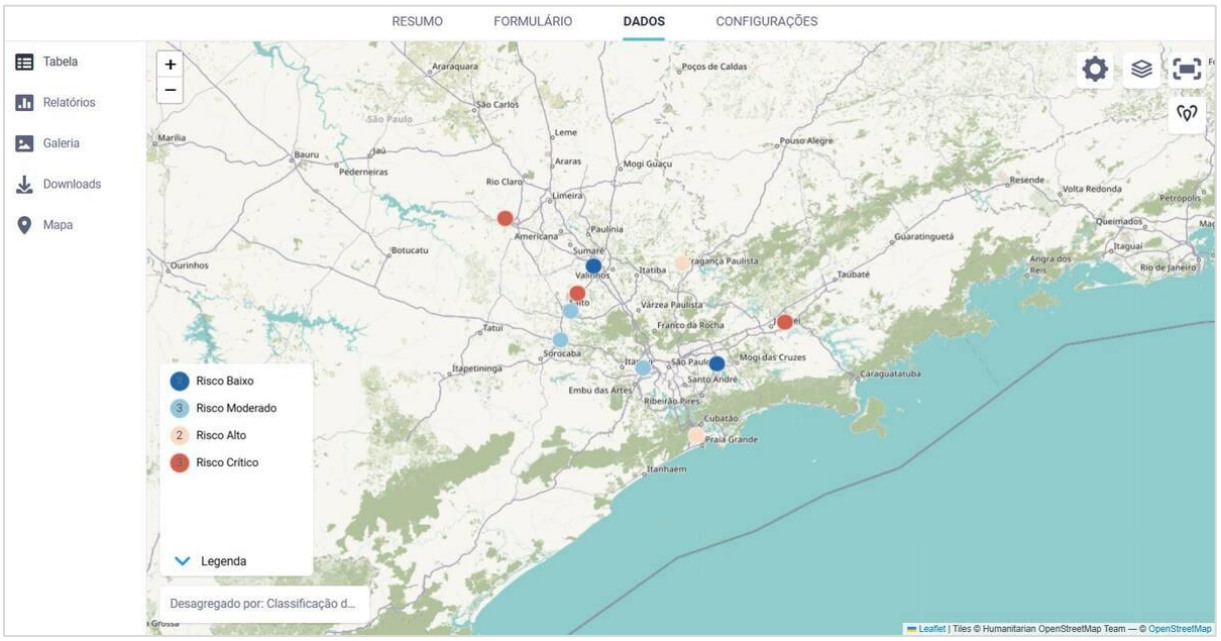
Fonte: KoboToolbox, editado pelo autor.

INTERFACE DE RESULTADOS

Para o gerenciamento de dados, a plataforma disponibiliza recursos que otimizam o processo de leitura de dados sem a necessidade de integração com programas externos. Pela capacidade de integração geoespacial dos dados, inicialmente é possível obter o mapa de riscos dos CAICs (Figura 5) a partir da espacialização do IR-CAIC. Essa lógica também pode ser aplicada aos demais campos de análises, tendo em vista que a categorização dos resultados é processada a partir dos critérios definidos. Como mencionado anteriormente, esse recurso é fundamental na determinação de prioridades para intervenções em situações com maior grau de risco.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8642

Figura 5: Mapa de riscos da amostra de estudo



Fonte: KoboToolbox, editado pelo autor.

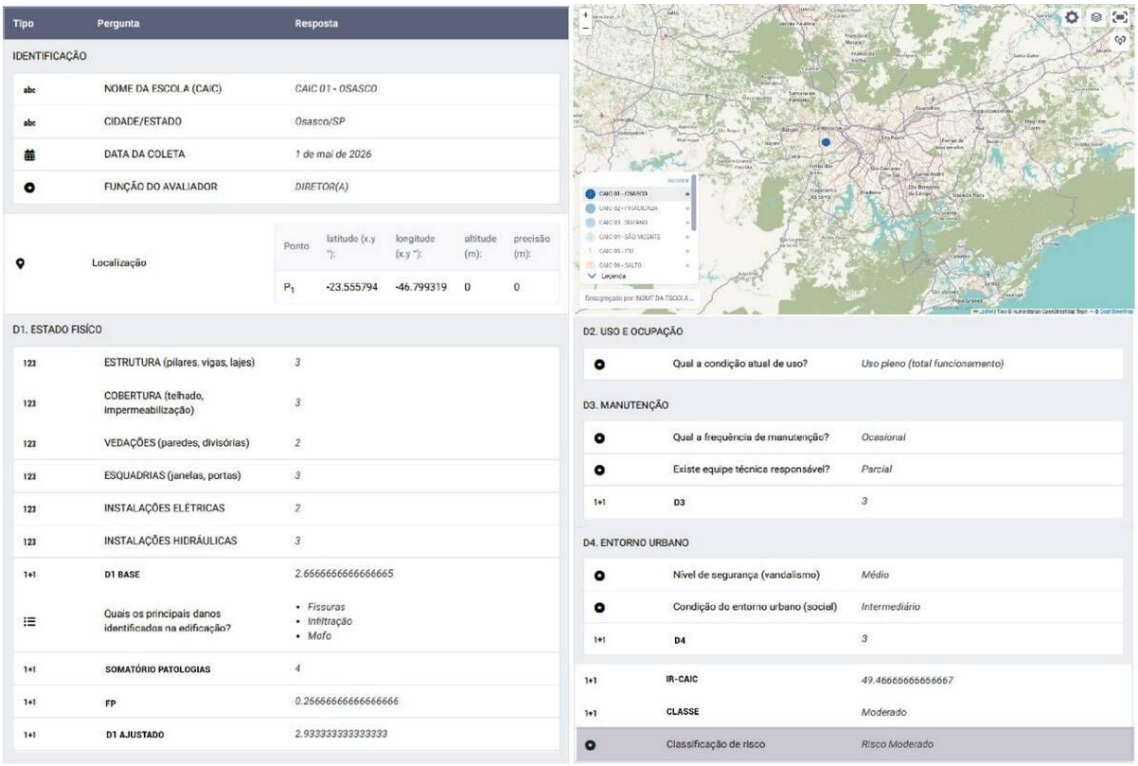
Além disso, os dados coletados também podem ser extraídos individualmente por meio de relatórios que exprimem todo o conjunto de respostas integradas com os cálculos dos índices das dimensões, bem como a categorização por classe de risco e o georreferenciamento da coleta (Figura 6). Caso seja necessário, é possível a exportação desse conteúdo em diversos formatos (.xls, .csv, .GeoJson, .kml, .zip, entre outros) que permitem a integração com outros *softwares* de processamento de dados, como Excel ou QGIS.

Outra possibilidade de interpretação dos resultados, pode ser acessada por meio das relações estatísticas em gráficos e tabelas (Figura 7). Esse recurso permite a personalização de representação entre diversos tipos de gráficos e aplicação de escalas de cores distintas. Além disso, essa funcionalidade possui potencial de aplicabilidade na leitura de cenários comparativos, bem como na listagem específica de casos.

Por fim, o ambiente de teste do formulário na plataforma KoboToolbox pode ser acessado em: (https://ee.kobotoolbox.org/x/boec0Dcv). Como se trata de um sistema ainda em homologação, o formulário disponibilizado é uma cópia controlada e segura do ambiente de produção, utilizada para realizar testes, validações de novas funcionalidades e treinamentos sem afetar o sistema principal.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8642

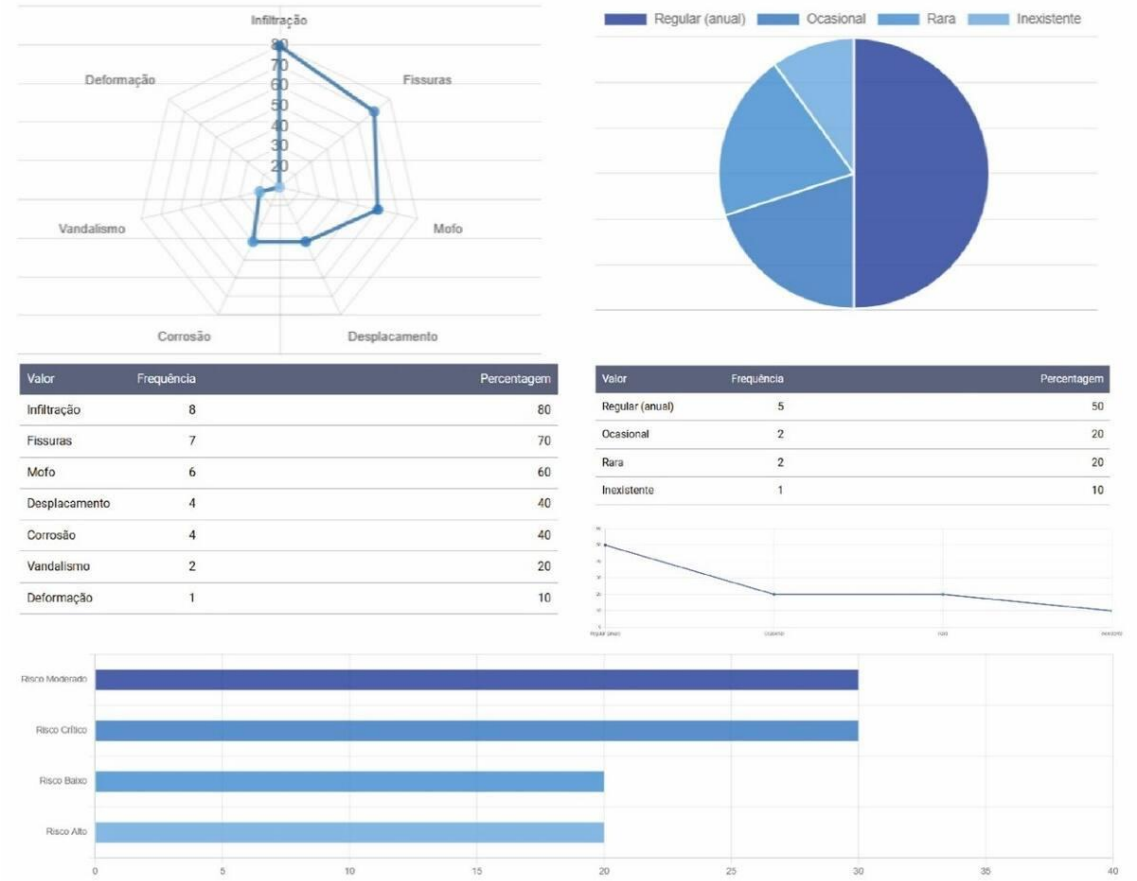
Figura 6: Relatório de dados do CAIC 01 - OSASCO



Tipo	Pergunta	Resposta
IDENTIFICAÇÃO		
abc	NOME DA ESCOLA (CAIC)	CAIC 01 - OSASCO
abc	CIDADE/ESTADO	Osasco/SP
	DATA DA COLETA	1 de mai de 2026
	FUNÇÃO DO AVALIADOR	DIRETOR(A)
	Localização	Ponto: P1; latitude (x.y °): -23.555794; longitude (x.y °): -46.799319; altitude (m): 0; precisão (m): 0
D1. ESTADO FISICO		
123	ESTRUTURA (pilares, vigas, lajes)	3
123	COBERTURA (telhado, impermeabilização)	3
123	VEDAÇÕES (paredes, divisórias)	2
123	ESQUADRIAS (janelas, portas)	3
123	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2
123	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	3
1+1	D1 BASE	2.6666666666666665
	Quais os principais danos identificados na edificação?	• Fissuras • Infiltração • Mofo
1+1	SOMATÓRIO PATOLOGIAS	4
1+1	FP	0.26666666666666666
1+1	D1 AJUSTADO	2.933333333333333
D2. USO E OCUPAÇÃO		
	Qual a condição atual de uso?	Uso pleno (total funcionamento)
D3. MANUTENÇÃO		
	Qual a frequência de manutenção?	Ocasional
	Existe equipe técnica responsável?	Parcial
1+1	D3	3
D4. ENTORNO URBANO		
	Nível de segurança (vandalismo)	Médio
	Condição do entorno urbano (social)	Intermediário
1+1	D4	3
1+1	IR-CAIC	49.46666666666667
1+1	CLASSE	Moderado
	Classificação de risco	Risco Moderado

Fonte: KoboToolbox, editado pelo autor.

Figura 7: Interface de gráficos gerados pela plataforma KoboToolbox para amostra dos CAICs



Valor	Frequência	Percentagem
Infiltração	8	80
Fissuras	7	70
Mofo	6	60
Desplacamento	4	40
Corrosão	4	40
Vandalismo	2	20
Deformação	1	10

Valor	Frequência	Percentagem
Regular (anual)	5	50
Ocasional	2	20
Rara	2	20
Inexistente	1	10

Fonte: KoboToolbox, editado pelo autor.

DISCUSSÃO

A integração entre coleta colaborativa de dados, georreferenciamento e processamento automatizado de indicadores permitiu identificar diferentes níveis de risco entre as unidades analisadas, evidenciando a influência combinada de fatores físicos, operacionais e contextuais sobre as condições de conservação dos CAICs. Esses achados convergem com pesquisas recentes que apontam a transformação digital como um dos principais vetores para o aprimoramento da gestão do ambiente construído. Estudos sobre gestão digital de ativos destacam que a integração de informações provenientes de múltiplas fontes contribui para ampliar a capacidade de monitoramento contínuo, apoiar processos decisórios e otimizar a alocação de recursos para manutenção (Moretti et al., 2021; Matos et al., 2021; Freire et al., 2026).

Pesquisas voltadas ao uso de plataformas geoespaciais colaborativas indicam que a descentralização da coleta de informações pode ampliar significativamente a abrangência territorial dos levantamentos, reduzindo custos operacionais e favorecendo a atualização contínua das bases de dados (Dionizio e López-Chao, 2025; Fortunato et al., 2025; Alsadik, 2022). Nesse sentido, a utilização da plataforma KoboToolbox demonstrou potencial para viabilizar estratégias de *crowdsourcing* aplicadas ao monitoramento do patrimônio edificado, ampliando as possibilidades de participação de gestores, técnicos e usuários no processo de produção de informações.

Por outro lado, diferentemente de grande parte das abordagens encontradas na literatura internacional, frequentemente associadas a modelos BIM complexos ou sistemas corporativos de gestão de ativos, a proposta apresentada prioriza simplicidade operacional e acessibilidade tecnológica. Essa característica amplia seu potencial de aplicação em contextos institucionais marcados por restrições financeiras, limitações de infraestrutura digital e reduzida disponibilidade de equipes técnicas especializadas, realidade comum em diversos municípios brasileiros.

Nesse contexto, a principal potencialidade da abordagem proposta reside na possibilidade de transformar inventários tradicionalmente estáticos em sistemas dinâmicos de monitoramento contínuo. Enquanto os inventários convencionais registram informações em momentos específicos, o modelo desenvolvido permite atualizações sucessivas, comparações temporais e identificação precoce de situações críticas. Além disso, a utilização de ferramentas digitais de livre acesso contribui para ampliar a replicabilidade da metodologia em outros conjuntos arquitetônicos e redes de equipamentos públicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enquanto o Inventário Digital dos CAICs concentrou-se na identificação e sistematização das informações disponíveis sobre as unidades, a presente pesquisa avança ao incorporar mecanismos de atualização contínua, georreferenciamento e avaliação dinâmica das condições de conservação. Como contribuição científica, destaca-se a formalização de um índice híbrido associado a uma estratégia de coleta

colaborativa, oferecendo uma alternativa de baixo custo e elevada replicabilidade para o monitoramento de edificações públicas.

Os resultados evidenciam que os processos de degradação observados nos CAICs não se restringem aos aspectos materiais das edificações, mas refletem interações complexas entre gestão, uso, manutenção e contexto territorial. Essa compreensão amplia as possibilidades de análise e intervenção, favorecendo abordagens orientadas por dados e baseadas em evidências para a preservação do patrimônio construído.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. A validação do sistema foi realizada por meio de uma simulação controlada aplicada a uma amostra de dez unidades localizadas no estado de São Paulo, não contemplando a totalidade dos CAICs existentes no país. Além disso, a plataforma utilizada apresenta restrições relacionadas ao armazenamento contínuo de grandes volumes de dados e à escalabilidade operacional em aplicações de longo prazo.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação da aplicação do sistema para outras unidades da rede CAIC em diferentes estados brasileiros, bem como a realização de campanhas colaborativas reais envolvendo gestores, técnicos e usuários. Também se destacam como oportunidades de pesquisa a integração do IR-CAIC com modelos BIM, sistemas de gestão de ativos e bancos de dados geoespaciais ampliando as possibilidades de monitoramento, análise preditiva e suporte à tomada de decisão no campo da gestão do patrimônio construído.

AGRADECIMENTOS

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

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o autor utilizou o ChatGPT (OpenAI) para auxiliar na pesquisa de referências bibliográficas. Após a utilização da ferramenta, o autor revisou e editou o conteúdo conforme necessário e assume total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] AMARAL SOBRINHO, J.; PARENTE, M. M. **CAIC:** solução ou problema? Brasília: IPEA, 1995.

[2] ALSADIK, B. Crowdsource drone imagery: a powerful source for the 3D documentation of cultural heritage at risk. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 16, n. 7, p. 977–987, 2022. DOI: 10.1080/15583058.2020.1853851.

[3] PEREIRA, I. **Tecnologia da conservação na obra de Lelé**: da fabricação digital ao restauro dos CAICs (1990-1994). 2024. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. DOI:10.11606/D.16.2024.tde-17122024-124042.

[4] PEREIRA, I.; AFONSO, A. CAIC José Joffiy de Campina Grande: Anamnese da obra. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 155–175, 2020. DOI: 10.21680/2448-296X.2020v5n3ID20464.

[5] PEREIRA, I.; AFONSO, A.; OLIVEIRA, C. Gestão do patrimônio arquitetônico: Inventário digital dos CAICs no Brasil. In: Anais do 5° Simpósio Científico ICOMOS Brasil e 2° Simpósio Cientifico ICOMOS/LAC. **Anais**...Belo Horizonte (MG) UFMG, 2022. DOI: https://doi.org/10.29327/1204016.5-17.

[6] PEREIRA, I.; OLIVEIRA, C.; AFONSO, A. Centros de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente: investigações tipológicas. **Oculum Ensaios**, 22, 1–18, 2025. DOI: https://doi.org/10.24220/2318-0919v22e2025a12081

[7] BATISTELLO, P.; CALVETTI, F.; GIOVANNI, E.; PILATI, J. HBIM para levantamento de arquitetura modernista: caso do CAIC Laguna. Revista de Arquitetura IMED, v. 14, n.1, 2025. DOI: 10.18256/2318-1109.2025.v14i1.5014

[8] DIONIZIO, R.; LÓPEZ-CHAO, V.. Integrating HBIM and WebGIS for the documentation, visualization and management of modern architectural heritage sites. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 19, 2025. DOI: 10.1080/15583058.2025.2502528.

[9] FORTUNATO, T.; BRUNO, S.; FATIGUSO, F.; DE FINO, M. From GIS to HBIM and back: multiscale performance and condition assessment for networks of public heritage buildings and construction components. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 19, n. 12, p. 3071–3095, 2025. DOI: 10.1080/15583058.2025.2482053.

[10] FREIRE, G.; VIEIRA, M.; MESQUITA, E. HBIM protocol for supporting the management and maintenance of historic buildings. **Journal of Building Engineering**, v. 124, art. 116053, 2026. DOI: 10.1016/j.jobe.2026.116053.

[11] GOULART, M. F. **Conforto térmico no Colégio de Aplicação Pedagógica da Universidade Estadual de Maringá**: proposta para melhoria do desempenho térmico da cobertura de um antigo CAIC. 2014. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

[12] GROAT, L. N.; WANG, D. **Architectural Research Methods**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

[13] MARQUES, A. **Arquitetura, poder e educação no Brasil:** o Centro de Atenção Integral a Criança – CAIC. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Social, Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, 2007.

[14] MATARNEH, S.; ELGHAISH, F.; POUR RAHIMIAN, F.; DAWOOD, N.; EDWARDS, D. J. Automated and interconnected facility management system: an open IFC cloud-based BIM solution. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 143, art. 104569, 2022. DOI: 10.1016/j.autcon.2022.104569.

[15] MATOS, R.; RODRIGUES, F.; RODRIGUES, H.; COSTA, A. Building condition assessment supported by Building Information Modelling. **Journal of Building Engineering**, v. 38, art. 102186, 2021. DOI: 10.1016/j.jobe.2021.102186.

[16] MONTANINE, G.; ZANONI, V. Análise das atualizações dos sistemas prediais elétricos e de climatização em um CAIC – Edifício escolar pré-fabricado: discussions on a CAIC. In: Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 4., 2025. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2025.

[17] MORETTI, N.; ELLUL, C.; RE CECCONI, F.; PAPAPESIOS, N.; DEJACO, M. GeoBIM for built environment condition assessment supporting asset management decision making. **Automation in Construction**, v. 130, art. 103859, 2021. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103859

[18] SALZANO, A.; PARISI, C.; ACAMPA, G.; NICOLELLA, M. Existing assets maintenance management: Optimizing maintenance procedures and costs through BIM tools. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 149, art. 104788, 2023. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.104788.

[19] SILVA, A.; XAVIER, A.; LUKIANTCHUKI, M. Análise da ventilação natural em um CIAC: ensaios na mesa d´água e simulações CFD. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 16, n. 00, p. e025005, 2025. DOI: 10.20396/parc.v16i00.8675735.

[20] VILELA, A. **Architecture without Applause**: The Manufactured Work of João Filgueiras Lima, Lelé. Thesis-Architecture, ETH Zurich. Zurich, 2018. DOI: https://doi.org/10.3929/ethz-b-000301849.