GESTÃO DE INDICADORES DE PROJETO EM PRÉDIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL: ANÁLISE VISUAL COM DASHBOARDS

Management of project indicators in structural masonry buildings: visual analysis with dashboards

Tiago André dos Santos Gomes Costa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí | Teresina, Piauí | engtiagogcosta@gmail.com

Ailton Soares Freire
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí | Teresina, Piauí | ailton.freire@ifpi.edu.br

Wallison Angelim Medeiros
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí | Teresina, Piauí | wamedeiros@ifpi.edu.br

RESUMO

Antes do início de uma obra, é comum que o construtor busque estimar os custos envolvidos na execução do empreendimento. No entanto, salvo em casos em que se dispõe de um banco de dados próprio com informações de obras anteriores, há uma escassez de referências bibliográficas com estimativas confiáveis de consumo de materiais em edificações de múltiplos pavimentos (acima de 10 andares) construídas em alvenaria estrutural. Diante desse cenário, este estudo propõe a gestão de indicadores de projeto em edifícios de alvenaria estrutural por meio da técnica de análise visual com *dashboards*. Foram analisados projetos de 32 edifícios localizados nos estados de São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ), classificados em três grupos conforme a quantidade de pavimentos: 10–13, 14–16 e 17–20. Para cada grupo, foram calculados parâmetros estatísticos, como média, desvio padrão, variância, além de valores máximos e mínimos, com o objetivo de identificar padrões e variações nos indicadores. Em seguida, foram desenvolvidos *dashboards* interativos para apoiar a tomada de decisões estratégicas, organizados por abas correspondentes a cada tipo de índice analisado. Os resultados revelaram diferentes níveis de variabilidade entre os indicadores. Enquanto os índices de graute apresentaram baixa dispersão entre os grupos, os índices de armadura no graute mostraram alta variabilidade, refletindo as especificidades de cada projeto. Conclui-se que o uso de *dashboards* contribuiu significativamente para a visualização e compreensão dos dados, complementando de forma eficaz os métodos estatísticos empregados.

Palavras-chave: Indicadores de projeto. Alvenaria estrutural. Painéis de controle. Construção Civil. Orçamento.

ABSTRACT

Before the start of a construction project, it is common for builders to estimate the costs involved in the execution of the work. However, unless they have access to their own database based on previous projects, there is a lack of bibliographic references providing reliable material consumption estimates for high-rise buildings (above 10 stories) using structural masonry. In response to this gap, this study proposes a project indicators management approach for structural masonry buildings through visual analysis using dashboards. A total of 32 building projects located in the states of São Paulo (SP) and Rio de Janeiro (RJ), Brazil, were analyzed and classified into three groups according to the number of floors: 10–13, 14–16, and 17–20. For each group, statistical parameters such as mean, standard deviation, variance, maximum, and minimum values were calculated to identify patterns and variations among the indicators. Subsequently, interactive dashboards were developed to support strategic decision-making, organized into tabs for each type of indicator. The results revealed distinct variability patterns across the indicators. While grout indexes showed minimal dispersion among the three groups, reinforcement in grout indexes exhibited high variability, highlighting the uniqueness of each project. The study concludes that the use of dashboards significantly enhanced data visualization and understanding, effectively complementing the applied statistical methods.

Keywords: Project indicators. Structural masonry. Dashboards. Civil construction. Cost estimation.

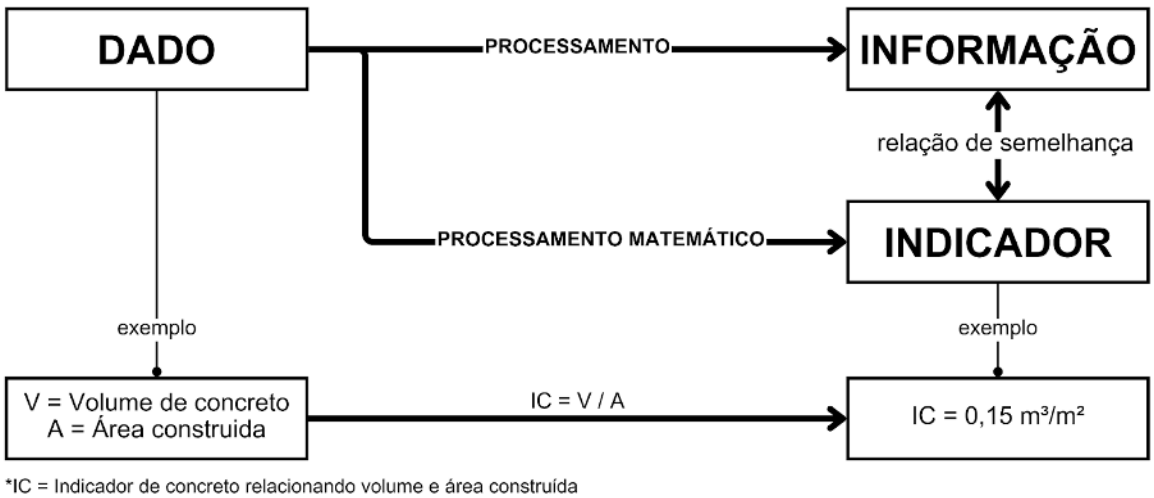
1 INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira apresentou um crescimento significativo ao longo das últimas décadas (Borges, 2008). Em função desse aumento expressivo, a busca por novas técnicas construtivas e o aprimoramento de metodologias de projeto tornaram-se temas centrais no debate técnico. Nesse contexto, destaca-se a alvenaria estrutural como uma alternativa racional e eficiente, especialmente em empreendimentos de médio e grande porte. Embora empregada no Brasil desde o final da década de 1960, essa tecnologia ainda é pouco difundida fora dos grandes centros urbanos e permanece subutilizada em diversas regiões (Camacho, 2006).

A norma ABNT NBR 16868-1 (2020) estabelece que os projetos de alvenaria estrutural devem possuir um sistema estrutural compatível com a função da edificação, além de uma especificação criteriosa de materiais e componentes, de acordo com os dimensionamentos estabelecidos. Devido à natureza modulada do sistema, a compatibilização entre as diversas disciplinas de projeto torna-se fundamental para evitar interferências e retrabalhos durante a execução da obra.

Para que haja eficiência no planejamento e na execução de empreendimentos com essa tecnologia, a gestão por indicadores apresenta-se como uma ferramenta estratégica. Segundo Beuren (1998), os tomadores de decisão precisam de informações quantificáveis e consistentes para fundamentar suas escolhas. Nesse sentido, indicadores de projeto, tratados como dados processados matematicamente, tornam-se instrumentos valiosos para a compreensão de padrões técnicos e operacionais (Freire, 2007). A Figura 1 apresenta um fluxograma que ilustra o processo de formação desses indicadores, desde a coleta de dados até sua conversão em informações úteis à análise projetual.

Figura 1: Formação de indicador



Fonte: Freire (2007), adaptado pelo autor.

Contudo, apesar da relevância dessa abordagem, há uma notável lacuna na literatura técnica no que se refere à disponibilização de indicadores específicos para edifícios altos executados em alvenaria estrutural, especialmente aqueles com mais de dez pavimentos. Essa carência dificulta o estabelecimento de parâmetros comparativos e a previsão de consumo de materiais e recursos, limitando o planejamento técnico e econômico desses empreendimentos.

A visualização desses indicadores por meio de painéis interativos — *dashboards* — torna-se, assim, uma solução promissora. De acordo com Few (2006), o principal objetivo de um dashboard é apresentar todas as informações necessárias em uma única tela, de forma clara, concisa e rapidamente assimilável. Com o uso de ferramentas como o Power BI, é possível transformar dados técnicos em representações visuais intuitivas, facilitando a análise crítica e a tomada de decisão.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo identificar, quantificar e representar visualmente indicadores de projeto em edifícios altos de alvenaria estrutural, utilizando *dashboards* como ferramenta de análise crítica e suporte à gestão de projetos. A proposta visa contribuir para o aprimoramento da eficiência projetual e para o preenchimento de uma lacuna relevante na literatura técnica nacional.

2 METODOLOGIA

A realização deste estudo baseou-se na análise de 32 projetos de edifícios executados em alvenaria estrutural, todos localizados nos estados de São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ). Os empreendimentos apresentam entre 10 e 20 pavimentos estruturados em alvenaria e foram desenvolvidos por construtoras com certificação de qualidade reconhecida nacionalmente, como o Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras (SiAC), vinculado ao Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

Esses dados foram gentilmente cedidos por um escritório de projetos estruturais com atuação consolidada nos referidos estados e especializado em alvenaria estrutural, o que viabilizou o acesso a um banco de dados técnico robusto e representativo de edificações construídas nos últimos cinco anos. Essa colaboração permitiu não apenas a obtenção de projetos reais e recentes, mas também garantiu maior confiabilidade na análise dos indicadores.

A Tabela 1 apresenta a distribuição dos projetos conforme a quantidade de pavimentos, evidenciando a amostragem analisada.

Tabela 1: Quantitativo de prédios analisados

PAVIMENTOS	QUANTIDADE DE PRÉDIOS(PROJETOS)
10	5
11	3
12	0
13	4
14	8
15	3
16	0
17	3
18	1
19	1
20	4
TOTAL	32

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A partir dos projetos selecionados, foram definidos quatro grupos principais de indicadores técnicos: blocos estruturais, blocos canaletas, graute e aço no graute. No total, 15 indicadores foram identificados e conceituados, conforme descrito na Tabela 2. Esses índices foram normalizados por unidade de área ou comprimento da alvenaria, permitindo comparações proporcionais entre diferentes edificações.

Tabela 2: Escolha dos indicadores de projeto utilizados

GRUPO DE INDICADOR	INDICADOR DE PROJETO	UNIDADE	DEFINIÇÃO
Índices de blocos estruturais	Índice de bloco estrutural 19 cm	unid/m²	razão entre o número de blocos estruturais de 19 cm e a área do pavimento tipo
	Índice de bloco estrutural 34 cm	unid/m²	razão entre o número de blocos estruturais de 34 cm e a área do pavimento tipo
	Índice de bloco estrutural 39 cm	unid/m²	razão entre o número de blocos estruturais de 39 cm e a área do pavimento tipo
	Índice de bloco estrutural 54 cm	unid/m²	razão entre o número de blocos estruturais de 54 cm e a área do pavimento tipo
	Índice de bloco estrutural	unid/m²	razão entre o número total de blocos estruturais e a área do pavimento tipo
Índices de blocos canaletas	Índice de bloco canaleta 19 cm	unid/m²	razão entre o número de blocos canaletas de 19 cm e a área do pavimento tipo
	Índice de bloco canaleta 34 cm	unid/m²	razão entre o número de blocos canaletas de 34 cm e a área do pavimento tipo
	Índice de bloco canaleta 39 cm	unid/m²	razão entre o número de blocos canaletas de 39 cm e a área do pavimento tipo;
	Índice de bloco canaleta	unid/m²	razão entre o número total de blocos canaletas e a área do pavimento tipo
Índices de graute	Índice de graute por comprimento linear da alvenaria	m³/m	razão entre o volume de graute do pavimento tipo e a metragem linear de alvenaria estrutural do pavimento tipo
	Índice de graute por área de alvenaria estrutural	m³/m²	razão entre o volume de graute do pavimento tipo e a área de alvenaria estrutural do pavimento tipo
	Índice de graute por área do pavimento	m³/m²	razão entre o volume de graute do pavimento tipo e a área do pavimento tipo
Índices de aço no graute	Índice de aço no graute por volume de graute	kg/m³	razão entre o peso de aço no graute e o volume de graute
	Índice de aço no graute por área de alvenaria estrutural	kg/m²	razão entre o peso de aço no graute e a área de alvenaria estrutural do pavimento tipo
	Índice de aço no graute por área do pavimento tipo	kg/m²	razão entre o peso de aço no graute e a área do pavimento tipo

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Com a definição dos indicadores, foram elaboradas planilhas no software Microsoft Excel contendo os dados brutos de cada projeto. Nessas planilhas foram determinados os valores máximos, mínimos, médios, desvios padrão e coeficientes de variação dos dados obtidos.

A análise dos resultados foi realizada por meio de dois métodos complementares:

- Análise estatística tradicional, utilizando gráficos de dispersão para evidenciar a distribuição e a variabilidade dos indicadores entre os grupos de edifícios;
- Análise visual interativa, por meio do desenvolvimento de *dashboards* no software Power BI, permitindo uma interpretação intuitiva e dinâmica dos dados, voltada ao apoio à tomada de decisões estratégicas em projetos de alvenaria estrutural.

3 RESULTADOS

Com base nos dados coletados dos 32 projetos de edifícios em alvenaria estrutural, foi elaborada uma tabela que correlaciona os indicadores em três grupos distintos, classificados conforme o número de pavimentos e, consequentemente, o nível de exigência estrutural: (1) edifícios com 10 a 13 pavimentos, (2) edifícios com 14 a 16 pavimentos e (3) edifícios com 17 a 20 pavimentos. Essa segmentação visa gerar informações específicas, confiáveis e aplicáveis ao processo de projeto, possibilitando uma análise mais precisa das variações entre os indicadores.

A Tabela 3 apresenta a média, os valores máximos e mínimos, a variância e o desvio padrão de cada um dos 15 indicadores de projeto analisados. Essa sistematização permite visualizar a dispersão dos dados e identificar padrões, além de subsidiar decisões projetuais mais fundamentadas.

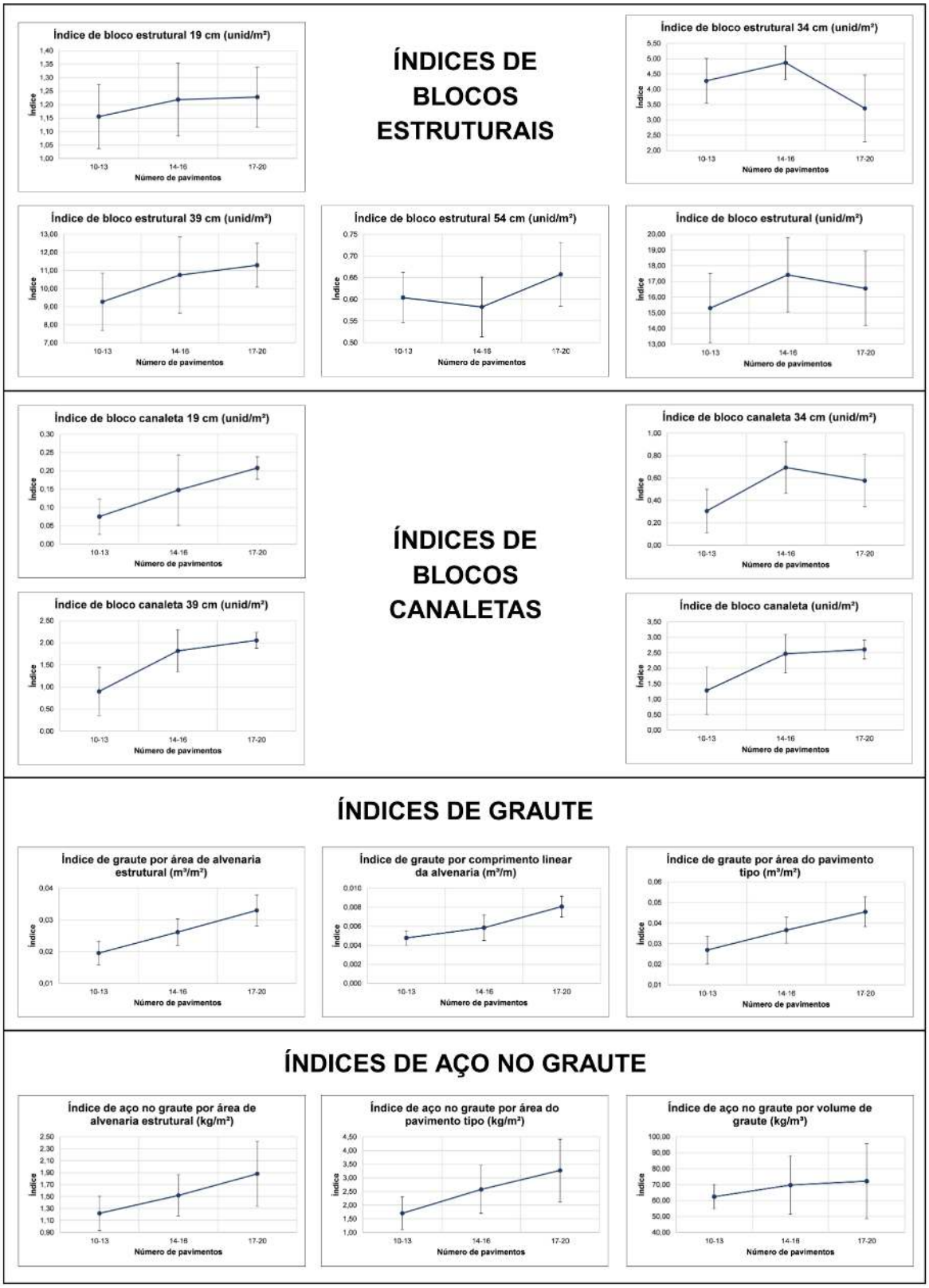
Tabela 3: Indicadores de projetos de edifícios de alvenaria estrutural entre 10 e 20 pavimentos

INDICADOR DE PROJETO	MÉDIA			MÁXIMO			MÍNIMO			VARIÂNCIA			DESVIO PADRÃO		
	10 – 13	14 – 16	17 – 20	10 – 13	14 – 16	17 – 20	10 – 13	14 – 16	17 – 20	10 – 13	14 – 16	17 – 20	10 – 13	14 – 16	17 – 20
Bloco estrutural 19 cm	1,16	1,22	1,23	1,35	1,58	1,45	0,95	1,03	0,95	0,014	0,018	0,012	0,119	0,136	0,111
Bloco estrutural 34 cm	4,28	4,87	3,38	6,02	6,02	5,19	3,45	1,58	1,28	0,533	0,297	1,184	0,730	0,545	1,088
Bloco estrutural 39 cm	9,27	10,75	11,29	12,97	13,16	13,09	7,59	4,27	8,05	2,509	4,441	1,467	1,584	2,107	1,211
Bloco estrutural 54 cm	0,60	0,58	0,66	0,69	0,65	0,79	0,53	0,33	0,42	0,003	0,005	0,005	0,058	0,069	0,073
Bloco estrutural	15,30	17,41	16,55	19,90	19,90	19,58	12,74	7,78	10,98	4,85	5,597	5,553	2,202	2,366	2,357
Bloco canaleta 19 cm	0,07	0,15	0,21	0,19	0,43	0,29	0,03	0,04	0,13	0,002	0,009	0,001	0,048	0,096	0,031
Bloco canaleta 34 cm	0,31	0,69	0,58	0,82	1,51	1,07	0,10	0,22	0,20	0,038	0,053	0,054	0,194	0,231	0,232
Bloco canaleta 39 cm	0,90	1,82	2,06	1,94	3,46	2,38	0,36	0,48	1,58	0,292	0,229	0,033	0,540	0,478	0,181
Bloco canaleta	1,28	2,47	2,61	2,74	4,22	3,73	0,50	0,75	2,01	0,590	0,386	0,094	0,768	0,621	0,307
Graute por comprimento linear da alvenaria	0,005	0,006	0,008	0,009	0,015	0,010	0,004	0,004	0,006	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
Graute por área de alvenaria estrutural	0,020	0,026	0,033	0,036	0,040	0,043	0,015	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004	0,005
Graute por área do pavimento	0,027	0,037	0,045	0,063	0,063	0,069	0,021	0,032	0,029	0,000	0,000	0,000	0,007	0,006	0,007
Aço no graute por volume de graute	62,43	69,71	72,16	108,60	128,30	156,21	46,12	43,05	44,84	56,68	333,88	556,72	7,53	18,27	23,59
Aço no graute por área de alvenaria estrutural	1,22	1,52	1,88	2,60	3,08	3,16	0,86	0,02	1,13	0,084	0,118	0,294	0,289	0,343	0,542
Aço no graute por área do pavimento tipo	1,70	2,58	3,27	4,80	4,80	7,43	1,15	1,49	1,50	0,366	0,773	1,318	0,605	0,879	1,148

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para uma análise estatística eficaz, foram elaborados gráficos de dispersão com barras de erro padrão, evidenciando a variação dos indicadores em cada grupo. Esses gráficos (Figura 2) foram gerados no Microsoft Excel e destacam a amplitude de dispersão dos dados por tipo de índice.

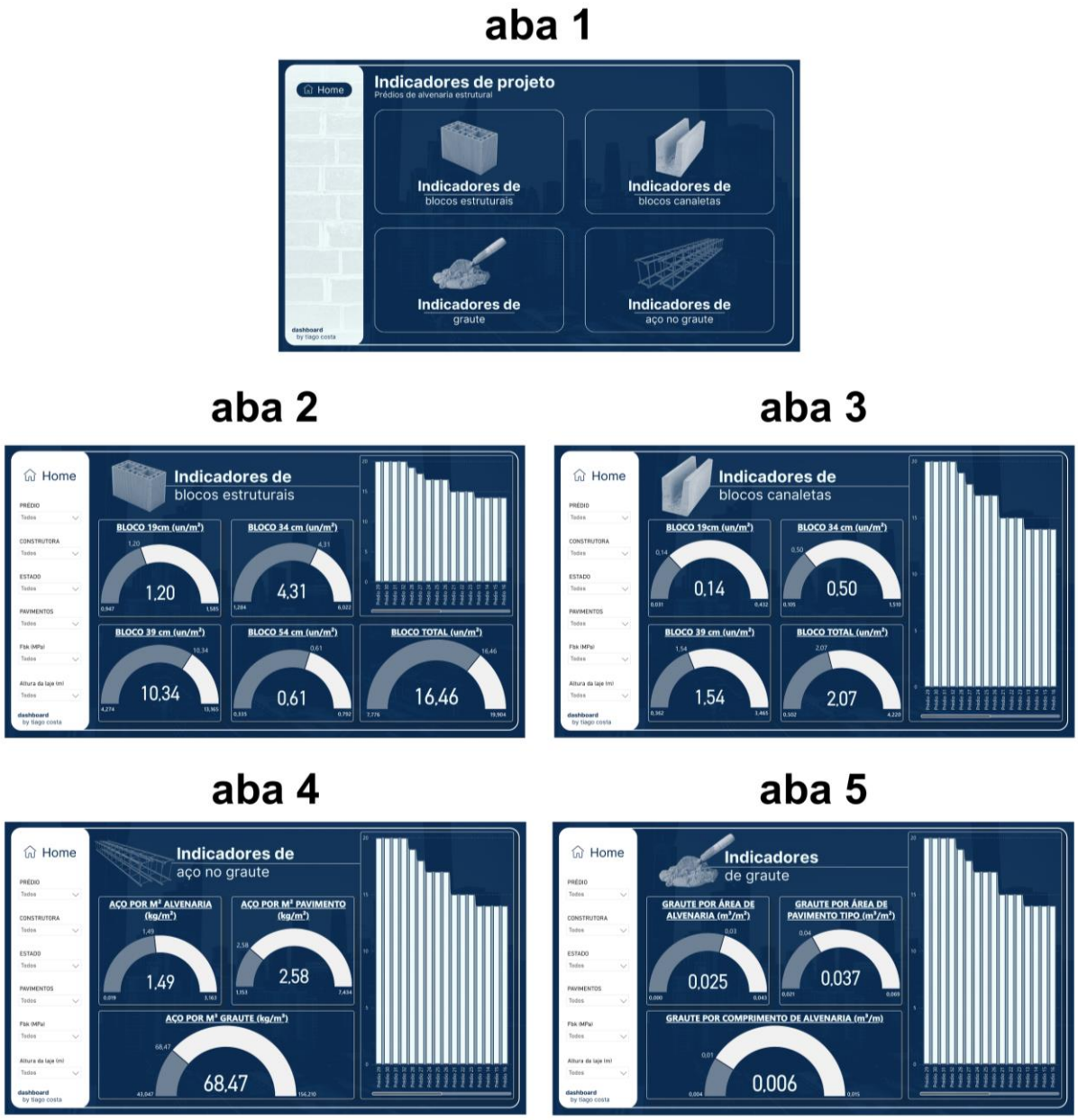
Figura 2: Gráficos de dispersão dos índices analisados



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Além da análise estatística, os dados foram processados no software Power BI para a criação de *dashboards* interativos, organizados em cinco abas principais: uma página inicial de navegação e quatro abas específicas para os grupos de indicadores (blocos estruturais, blocos canaletas, graute e aço no graute). Nesses *dashboards*, foram utilizados gráficos do tipo velocímetro (*gauge*), barras e caixas suspensas de seleção múltipla para permitir a filtragem por parâmetros como número de pavimentos, construtora, estado, resistência à compressão (f_{bk}) e altura da laje.

Figura 3: *Dashboard* desenvolvido para gestão dos indicadores



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados demonstraram comportamentos distintos entre os indicadores analisados. De forma geral, os três índices relacionados ao graute — por comprimento de alvenaria, por área de alvenaria e por área de pavimento — apresentaram baixa variabilidade entre os grupos, com valores médios próximos e desvios padrão praticamente nulos. Por exemplo, o índice de graute por área de alvenaria estrutural oscilou entre 0,020 e 0,033 m³/m², com coeficientes de variação inferiores a 10%. Isso indica que esse parâmetro tende a ser estável independentemente do número de pavimentos, o que permite o uso de um valor médio como referência confiável para estimativas preliminares.

Por outro lado, os índices de blocos estruturais e canaletas apresentaram maior dispersão, refletindo a diversidade nas modulações adotadas pelos projetistas. O índice de blocos estruturais de 39 cm, por exemplo, variou de 7,6 a 13,2 un/m², o que representa uma variação superior a 70%. Esse tipo de bloco, de grandes dimensões, influencia diretamente aspectos como ergonomia no assentamento, logística de transporte e armazenamento, tempo de execução e custos com perdas e retrabalho. Assim, indicadores como esse não apenas ajudam a estimar quantitativos, mas também permitem ao projetista avaliar a viabilidade prática da modulação proposta em termos de produtividade de obra e conforto do trabalhador.

O indicador que apresentou a maior variabilidade entre os edifícios foi o de aço no graute por volume de graute, com valores entre 43 e 157 kg/m³. Essa variação de mais de 250% está fortemente ligada às funções estruturais específicas de cada edifício, como maior esbeltez, cargas verticais elevadas e necessidade de reforços locais. Além disso, as geometrias das lajes, os vãos entre eixos, a distribuição das aberturas e as exigências normativas de segurança influenciam diretamente a taxa de armadura. Segundo a ABNT NBR 6118 (2023), é fundamental que os elementos estruturais garantam rigidez e resistência mesmo em situações críticas de carregamento, justificando em parte os elevados índices de armadura encontrados.

Essa grande dispersão reforça a importância da análise segmentada dos dados, especialmente quando se trata de edifícios com número elevado de pavimentos, cujas demandas estruturais são significativamente distintas em comparação a construções de menor porte. Ainda assim, a metodologia proposta é aplicável a edificações com menos de 10 pavimentos, sendo o recorte de 10 a 20 pavimentos justificado apenas pela disponibilidade e representatividade dos dados analisados neste estudo. A aplicação a edifícios menores exigirá ajustes de calibração, mas os princípios de análise visual e uso de dashboards permanecem válidos.

Os indicadores organizados neste trabalho se dividem em dois grupos principais: os indicadores gerais, que consolidam os dados globais de materiais por unidade de área, e os indicadores específicos, que detalham o uso de cada tipo de bloco ou elemento estrutural, conforme sua dimensão ou aplicação. Essa dualidade permite que o projetista tenha uma visão tanto ampla quanto aprofundada do desempenho quantitativo de seus projetos.

Já os dashboards desenvolvidos oferecem uma ferramenta prática e interativa para análise visual de projetos, permitindo a filtragem de dados por pavimentos, estados, construtoras e outros parâmetros técnicos. Com isso, o engenheiro projetista pode simular cenários, comparar empreendimentos semelhantes, identificar padrões ou desvios, e realizar ajustes de forma rápida e fundamentada, contribuindo diretamente para o aumento da produtividade, a redução de erros e o controle de custos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como principal objetivo identificar, quantificar e organizar indicadores técnicos de projeto aplicáveis a edifícios em alvenaria estrutural com altura entre 10 e 20 pavimentos, além de propor uma abordagem visual, por meio de dashboards, que facilite a interpretação e o uso prático dessas informações durante a elaboração de projetos executivos.

Dentre as limitações encontradas, destaca-se a dificuldade na obtenção de um banco de dados amplo e padronizado de projetos em alvenaria estrutural, especialmente de edifícios altos. A amostra analisada, composta por 32 empreendimentos executados nos últimos cinco anos, embora significativa, ainda não permite a generalização estatística plena dos resultados. Portanto, recomenda-se, em pesquisas futuras, a ampliação do número de casos analisados, bem como a inclusão de edificações com diferentes características geométricas e localizações, com o objetivo de calibrar os indicadores e validar os padrões estabelecidos.

Apesar dessas limitações, os resultados alcançados foram satisfatórios. Os indicadores propostos demonstraram potencial para sistematizar a estimativa de consumo de blocos, graute e armaduras, promovendo maior racionalidade e controle nas fases iniciais do projeto. A aplicação dos dashboards revelou-se uma estratégia eficaz de gestão visual, permitindo interpretações rápidas, comparações entre empreendimentos e apoio à tomada de decisões técnicas e econômicas.

Em síntese, este estudo consolida uma proposta inédita de sistematização de indicadores técnicos voltados a projetos de alvenaria estrutural de edifícios altos, com suporte visual por meio de dashboards interativos. A metodologia apresentada mostrou-se viável e promissora, tanto em termos de confiabilidade estatística dos dados quanto em sua aplicabilidade prática. A ferramenta desenvolvida pode ser incorporada às rotinas de escritórios de projeto e construtoras, tornando-se um importante diferencial na racionalização de materiais, no controle da produção projetual e na eficiência das soluções estruturais.

Portanto, este trabalho contribui de maneira efetiva para o aprimoramento técnico da etapa de projeto estrutural em alvenaria, promovendo uma gestão mais estratégica, visual e orientada por dados. O modelo apresentado serve como base para futuras melhorias, podendo ser estendido a outros sistemas construtivos e tipologias de edifícios.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-1**: Alvenaria Estrutural, Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BEUREN, I. M. **Gerenciamento da informação: um recurso estratégico no processo de gestão empresarial**. São Paulo: Atlas, 1998. 104 p.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2008.

CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Ilha Solteira – SP: Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural – NEPAE, 2006.

FEW, S. **Information Dashboard Design**: the effective visual communication of data. Sebastopol: O'Really Media, 2006.

FREIRE, A. S. **Indicadores de projeto para edifícios em alvenaria estrutural**. 2007. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.