

A TEORIA DA COMPLEXIDADE NO EIXO DE EXPANSÃO DO ATENDIMENTO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS: ANÁLISE DA ATUAÇÃO DA DIRETORIA DE LOGÍSTICA E FINANÇAS

Filemom Henrique Costa Fernandes¹   
Filipe Silvano Andrade¹   

¹ Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais



RESUMO

Este estudo examinou a atuação da Diretoria de Logística e Finanças (DLF) do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) no Eixo de Expansão do Atendimento, à luz da teoria da complexidade. A pesquisa, de natureza aplicada, com abordagem mista e caráter exploratório-descritivo, baseou-se em análise documental e estudo de caso envolvendo 17 frações inauguradas entre 2019 e 2024. Os resultados indicam que a expansão não seguiu trajetória linear, sendo fortemente influenciada por fatores internos e externos, como variações do Custo Unitário Básico (CUB), a pandemia de COVID-19, a origem e a propriedade dos imóveis e os arranjos institucionais entre CBMMG e prefeituras. Foram ainda consideradas variáveis demográficas e fiscais (população e Receita Corrente Líquida – RCL), que não apresentaram efeito linear significativo sobre os prazos, reforçando a interpretação de que a expansão depende do entrelaçamento de múltiplos fatores institucionais e contextuais. Identificaram-se evidências de bifurcação, retroalimentação, auto-organização e adaptação institucional, confirmando a pertinência da teoria da complexidade como referencial analítico. Conclui-se que a DLF operou como sistema adaptativo complexo, reorganizando recursos e desenvolvendo mecanismos compensatórios em contextos incertos, o que reforçou sua resiliência. O estudo contribui para a compreensão da gestão pública em ambientes dinâmicos e sugere que a flexibilidade administrativa e o aproveitamento de ativos preexistentes podem reduzir prazos e custos em futuros ciclos de expansão.

Palavras-chave: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais; gestão pública; teoria da complexidade; expansão do atendimento.

COMPLEXITY THEORY IN THE SERVICE EXPANSION AXIS OF THE MINAS GERAIS FIRE DEPARTMENT: ANALYSIS OF THE ROLE OF THE LOGISTICS AND FINANCE DIRECTORATE

ABSTRACT

This study examined the role of the Logistics and Finance Directorate (DLF) of the Minas Gerais Fire Department (CBMMG) in the Service Expansion Axis through the lens of complexity theory. This applied research adopted a mixed-methods, exploratory-descriptive approach based on document analysis and a case study involving 17 operational units inaugurated between 2019 and 2024. The findings indicate that the expansion process did not follow a linear trajectory but was strongly influenced by internal and external factors, including fluctuations in the Basic Unit Cost (BUC), the COVID-19 pandemic, the origin and ownership status of facilities, and the institutional arrangements established between the CBMMG and municipal governments. Demographic and fiscal variables (population and Net Current Revenue – NCR) were also analyzed but did not exhibit a significant linear effect on project timelines, reinforcing the interpretation that the expansion process depends on the interplay of multiple institutional and contextual factors. Evidence of bifurcation, feedback mechanisms, self-organization, and institutional adaptation was identified, confirming the suitability of complexity theory as an analytical framework. It is concluded that the DLF operated as a complex adaptive system, reallocating resources and developing compensatory mechanisms under conditions of uncertainty, thereby strengthening its organizational resilience. This study contributes to a better understanding of public management in dynamic environments and suggests that administrative flexibility and the use of pre-existing assets can reduce implementation time and costs in future expansion cycles.

Keywords: fire department; public management; complexity theory; service expansion.

Recebido: 26/10/2025 | Aceito: 02/07/2026 | Publicado: 27/07/2026



1 INTRODUÇÃO

Ao longo do desenvolvimento das ciências organizacionais, os modelos clássicos de gestão estiveram fortemente ancorados em paradigmas mecanicistas, que pressupõem linearidade causal, previsibilidade e controle hierárquico (Bertalanffy, 1968; Morin, 1999). Esse modelo mostrou-se eficiente em contextos estáveis, porém revelou limitações em cenários de volatilidade, incerteza e múltiplas interdependências.

Nas últimas décadas, novas abordagens, como a teoria geral dos sistemas e a cibernética, abriram espaço para o reconhecimento de que organizações são sistemas dinâmicos, caracterizados por retroalimentação, interações complexas e padrões emergentes (Checkland, 1981; Maturana; Varela, 2001). Nesse percurso, consolidou-se a teoria da complexidade, que introduz conceitos como não linearidade, auto-organização, bifurcação e adaptação, úteis para compreender instituições que operam em ambientes incertos e de mudança contínua (Prigogine; Stengers, 1984; Capra, 1996; Stacey, 1996).

Na administração pública, o paradigma da complexidade se demonstra especialmente relevante, uma vez que os problemas coletivos e os serviços essenciais não podem ser explicados ou geridos apenas por modelos lineares. Políticas e programas enfrentam restrições orçamentárias, interferências de múltiplos atores, crises inesperadas e choques externos que exigem respostas adaptativas e inovadoras (Naveira, 2001; Serva; Dias; Alperstedt, 2010). Em tais circunstâncias, estruturas rígidas se tornam insuficientes, e a resiliência institucional passa a depender da capacidade de aprendizagem, de ajustes incrementais e de coordenação entre diferentes níveis de decisão.

O Eixo de Expansão do Atendimento, conforme delineado no Plano de Comando (CBMMG, 2015, 2017a, 2019, 2021e, 2023b), define-se como a principal estratégia do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) para ampliar a cobertura dos serviços de prevenção e resposta a emergências. Nesse cenário, a Diretoria de Logística e Finanças (DLF), instituída em 2017, desempenha papel fundamental na implantação de novas unidades operacionais (CBMMG, 2017b).

Uma das primeiras ações da DLF consiste na realização de uma vistoria técnica para avaliar se o imóvel proposto atende aos requisitos necessários para a instalação da nova unidade, procedimento este regulamentado pelo Memorando nº 3.182/2022–CG.

O intervalo entre a vistoria técnica e a inauguração das novas unidades configura uma fase crítica no Eixo de Expansão, momento em que a DLF exerce papel estruturante (CBMMG, 2022f).

Para delimitar o escopo deste estudo, enfatiza-se que a DLF, por meio da Subdiretoria de Apoio Logístico (SDAL) e, em especial, da SDAL3, Seção de Engenharia e Arquitetura, conduz as etapas técnicas entre a vistoria inicial e a inauguração. Nesse ciclo, a SDAL3 realiza a vistoria técnica do imóvel ou terreno indicado pelo município; elabora o estudo preliminar e o memorial descritivo com especificações para o Projeto de Edificação Completo (PECE), de acordo com a ABNT NBR 16636-1 (ABNT, 2017a) e ABNT NBR 16636-2 (ABNT, 2017b).

A SDAL3 ainda executa visitas técnicas periódicas para fiscalização e correção de não conformidades; emite pareceres sobre a necessidade de alterações de projeto e soluções de obra; orienta prefeituras quanto a contratações e licitações já realizadas para viabilizar a execução; e, ao final, realiza a vistoria que verifica as condições de inauguração. Quando a obra é de responsabilidade direta do CBMMG, a DLF contrata e fiscaliza os projetos e a execução até a entrega. Assim, o artigo centra a análise na atuação da DLF/SDAL/SDAL3 ao longo desse ciclo técnico-administrativo.

Entre 2019 e 2024, a expansão do CBMMG foi caracterizada pela instalação de unidades em municípios que até então não contavam com a presença da instituição. Contudo, esse processo também foi marcado por desafios substanciais, em grande parte decorrentes de eventos críticos, como a pandemia de COVID-19, que teve início em 2020. Esses eventos geraram incertezas, impactaram os prazos estabelecidos, elevaram os custos operacionais e demandaram adaptações rápidas por parte da DLF, evidenciando a importância de se analisar esse processo sob a ótica da teoria da complexidade.

Diante desse panorama, a pergunta de pesquisa que guia este estudo é: como os princípios da teoria da complexidade podem ser aplicados para compreender e aprimorar a atuação da Diretoria de Logística e Finanças no Eixo de Expansão do Atendimento do CBMMG?

Partindo dessa questão, formula-se a hipótese de que a expansão do CBMMG, por meio da criação de novas unidades operacionais, poderia ser explicada de forma linear, a partir de relações proporcionais entre variáveis internas e externas, tendo como variável dependente o tempo entre a vistoria técnica e a inauguração.

Espera-se, de forma geral, que áreas construídas maiores, variações positivas do Custo Unitário Básico (CUB) e picos da pandemia de COVID-19 estejam associadas a maiores prazos; que imóveis provenientes de escolas ou edificações pré-existentes apresentem prazos menores que terrenos novos; que obras conduzidas pelas prefeituras tenham prazos menores do que aquelas realizadas em regime colaborativo ou pelo CBMMG; que a propriedade municipal acelere a regularização; e que municípios com maior população e maior Receita Corrente Líquida (RCL) disponham de mais condições institucionais e financeiras para reduzir o tempo de implantação.

Se confirmada, essa hipótese reduziria a necessidade de referenciais complexos, sugerindo que aumentos em custos ou impactos de crises produziram efeitos previsíveis e proporcionais sobre os prazos de inauguração e regularização. Para testá-la, este estudo adota a estratégia de falseamento, examinando se as relações observadas se ajustam a modelos lineares ou se, ao contrário, revelam padrões não lineares, retroalimentações e adaptações emergentes. A presença desses últimos elementos implicará na rejeição da hipótese mecanicista e na validação da teoria da complexidade como referencial mais apropriado para compreender o processo.

O objetivo geral desta pesquisa é investigar de que forma os princípios da teoria da complexidade podem contribuir para o aprimoramento da atuação da DLF no Eixo de Expansão do Atendimento do CBMMG. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos: identificar os principais fatores internos e externos que influenciaram os prazos de implantação e regularização das frações inauguradas entre 2019 e 2024; descrever os desafios enfrentados pela DLF durante a execução da expansão, destacando interações não lineares e padrões emergentes; examinar em que medida variáveis quantitativas (prazos, área construída, CUB, COVID-19, população e RCL) e qualitativas (origem do imóvel, responsável pelas obras, propriedade) se relacionam de forma linear ou não linear; interpretar os resultados à luz dos conceitos de auto-organização, retroalimentação, bifurcação e adaptação institucional; e propor recomendações para fortalecer a aprendizagem, a resiliência e a capacidade adaptativa da DLF em futuros ciclos de expansão. Todos os objetivos foram examinados a partir das decisões e rotinas sob responsabilidade da DLF, especialmente da SDAL3, que conduz as etapas técnicas entre a vistoria inicial e a inauguração.

A justificativa deste estudo é tripla. Do ponto de vista científico, a aplicação da teoria da complexidade ao campo da gestão pública contribui para enriquecer o debate acadêmico e ampliar os referenciais analíticos disponíveis para compreender processos institucionais em contextos incertos. Em termos institucionais, o estudo fornece ao CBMMG evidências sobre fatores que favorecem ou dificultam a implantação de novas frações, considerando tanto variáveis demográficas (população) quanto financeiras (RCL), o que oferece subsídios para aprimorar sua governança logística e financeira. No campo social, a ampliação da cobertura do CBMMG representa maior capilaridade na prestação de serviços de prevenção e resposta a emergências, fortalecendo a proteção da população mineira e reduzindo desigualdades territoriais de acesso a serviços essenciais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Paradigma mecanicista e suas limitações

A tradição cartesiana e mecanicista influenciou por séculos as ciências naturais e sociais, sustentando modelos de organização baseados em linearidade causal, previsibilidade e fragmentação do conhecimento (Bertalanffy, 1968; Morin, 1999). Nesse paradigma, instituições eram vistas como máquinas, cujas partes poderiam ser analisadas isoladamente para se compreender o todo. Apesar de eficaz em circunstâncias estáveis, esse modelo mostrou-se insuficiente diante da crescente complexidade dos sistemas sociais e organizacionais, marcados por incertezas, interdependências e mudanças aceleradas.

2.2 Perspectivas sistêmicas e emergência da complexidade

Como reação ao reducionismo, a teoria geral dos sistemas e a cibernética introduziram noções como retroalimentação, holismo e adaptação, propondo que os sistemas devem ser compreendidos em suas interações e não apenas em seus componentes isolados (Checkland, 1981; Maturana; Varela, 2001).

A teoria da complexidade surge nessa situação, ampliando a compreensão da não linearidade, da auto-organização e da emergência como características centrais dos sistemas adaptativos complexos (Prigogine; Stengers, 1984; Capra, 1996). Nessa

abordagem, pequenas variações nas condições iniciais podem gerar trajetórias radicalmente diferentes, fenômeno descrito como bifurcação, e a ordem surge de interações locais entre múltiplos agentes sem necessidade de controle central rígido (Stacey, 1996).

2.3 Complexidade e organizações

A teoria da complexidade aplicada ao campo organizacional propõe uma visão das organizações como sistemas dinâmicos e não lineares, em que múltiplas variáveis interagem de forma contínua, gerando resultados emergentes. Nesse cenário, a gestão organizacional deve ir além do planejamento rígido, incorporando flexibilidade, tolerância à incerteza e valorização de processos de auto-organização.

Serva, Dias e Alperstedt (2010) destacam que a ortodoxia na teoria das organizações foi desenvolvida a partir de metáforas suportadas pelo paradigma funcionalista, engendrando modelos que, embora práticos, carecem de uma compreensão mais profunda das dinâmicas organizacionais. Eles propõem uma abordagem epistemológica que reconhece a complexidade das organizações e a necessidade de modelos que integrem variáveis dinâmicas e interdependentes.

Ponchirolli (2007) complementa essa perspectiva ao sugerir que ambientes competitivos incentivam a criação de relações não-lineares no processo de gestão, favorecendo a diversidade e permitindo a geração de um maior número de soluções. Ele enfatiza que o entendimento das organizações como sistemas dinâmicos não lineares altera a abordagem tradicional da gestão, exigindo novas estratégias e práticas.

Wittmann, Wittmann e Fontoura (2024) aprofundam essa discussão ao abordar a teoria do Desenvolvimento Organizacional Multidimensional (DOM), que integra uma visão sistêmica e interdisciplinar das dinâmicas organizacionais. Eles destacam a importância de conceber as organizações como sistemas complexos, nos quais as interações entre diferentes dimensões e níveis geram padrões emergentes que não podem ser previstos a partir da análise isolada de suas partes.

Essa perspectiva sugere que a gestão deve ir além do planejamento rígido, incorporando flexibilidade, tolerância à incerteza e valorização de processos de auto-organização. Assim, a gestão organizacional deve ser entendida como um processo contínuo de adaptação e aprendizagem, no qual as organizações desenvolvem

capacidades para se auto-organizar e responder de forma eficaz às mudanças e desafios do ambiente.

2.4 Complexidade e administração pública

No setor público, marcado por múltiplos atores, interesses e restrições, os princípios da complexidade oferecem um referencial analítico para compreender como políticas e programas são implementados em situações de incerteza (Naveira, 2001). Modelos tradicionais de gestão, que privilegiam linearidade e previsibilidade, não captam adequadamente as dinâmicas que emergem de fatores externos, como crises econômicas, desastres e pandemias, e de fatores internos, como burocracias e arranjos institucionais.

A teoria da complexidade permite reconhecer que resultados podem divergir do planejado não apenas por falhas, mas também porque sistemas adaptativos respondem de maneira não linear às perturbações. Essa abordagem reforça a importância da cooperação interinstitucional, da flexibilidade de rotinas e da aprendizagem contínua como estratégias de resiliência institucional. Nessa conjuntura, aspectos socioeconômicos como a população atendida e a RCL municipal também passam a exercer influência significativa sobre os processos de implantação de serviços públicos, reforçando a necessidade de análises que considerem múltiplas dimensões do ambiente local.

2.5 Complexidade aplicada ao CBMMG

O CBMMG é uma organização pública de caráter essencial, responsável por prevenção e resposta a emergências em Minas Gerais. A estratégia de expansão de sua presença territorial, consolidada no Plano de Comando (CBMMG, 2015, 2017a, 2019, 2021e, 2023b), representa um esforço para ampliar a capilaridade e atender a municípios ainda desassistidos. A DLF, criada pela Resolução nº 761/2017 (CBMMG, 2017b), foi incumbida de coordenar os recursos financeiros e logísticos para a implantação das novas frações.

Entre 2019 e 2024, a execução desse eixo esteve sujeita a condicionantes que extrapolam a lógica linear de planejamento. A variação do CUB R1-Alto¹ impactou custos e prazos de obras; a pandemia de COVID-19 paralisou atividades e pressionou cadeias de suprimentos (Mendonça et al., 2021). Além desses fatores, a heterogeneidade demográfica e financeira dos municípios, expressa pela população e pela RCL, também configurou variáveis relevantes, influenciando a capacidade local de apoiar as etapas da implantação. Esses elementos externos interagiram com variáveis internas, como origem do imóvel, responsabilidade pelas obras e propriedade, resultando em prazos heterogêneos de inauguração e regularização.

De acordo com o Memorando nº 3.182/2022–CG, a DLF é responsável pela vistoria técnica do imóvel proposto, pela elaboração do estudo preliminar e pela estimativa de custos e de tecnologia da informação e comunicação. Essas atividades condicionam a tramitação do convênio e a definição da Matriz de Responsabilidades, influenciando diretamente o intervalo entre a vistoria e a inauguração. A inserção dessas etapas normativas evidencia pontos de bifurcação no fluxo da expansão, reforçando a pertinência da teoria da complexidade para compreender a atuação da DLF (CBMMG, 2022f).

Ao analisar esse processo sob a ótica da teoria da complexidade, é possível compreender a atuação da DLF como um conjunto de interações dinâmicas que formam um sistema adaptativo complexo. Nesse contexto, emergem padrões não lineares de atuação, caracterizados por retroalimentações, adaptações institucionais e soluções inovadoras em resposta a pressões externas. Isso reforça a pertinência da teoria da complexidade para interpretar e aprimorar a gestão pública em cenários de incerteza, destacando como o processo de expansão da DLF se adapta e evolui ao longo do tempo.

No plano operacional, a DLF, por meio da SDAL3, Seção de Engenharia e Arquitetura, funciona como elo entre os arranjos institucionais estabelecidos com as prefeituras, as restrições orçamentárias e os choques externos. As decisões técnicas, como estudos preliminares, memoriais, pareceres e fiscalizações periódicas, atuam como pontos de bifurcação que podem acelerar ou retardar trajetórias. Isso caracteriza a diretoria como um sistema adaptativo, capaz de aprender e se reorganizar frente às contingências que surgem no processo de expansão.

¹ Custo unitário básico – CUB, Padrão residencial R1-Alto, obtido no portal do Sinduscon-MG (Sinduscon, 2025).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem mista (quantitativa e qualitativa), finalidade exploratória-descritiva e delineamento documental e de estudo de caso. O foco de análise recaiu sobre as frações operacionais do CBMMG inauguradas entre 2019 e 2024, considerando apenas as unidades definitivas. Ao todo, foram estudadas 17 frações, excluindo-se as que estavam instaladas em edificações provisórias (Andradas, João Monlevade e Campo Belo).

3.1 Recorte temporal

O recorte temporal adotado compreende o período de 2019 a 2024, escolhido por duas razões principais: (i) abrange uma fase política e administrativa contínua, proporcionando um ambiente relativamente homogêneo para a averiguação da expansão; e (ii) garante a completude dos dados, uma vez que as informações referentes a 2025 ainda não estavam consolidadas no momento da pesquisa, impossibilitando sua inclusão sem risco de distorções.

3.2 Coleta de dados

A coleta de informações foi realizada a partir de fontes oficiais, com as frações inauguradas sendo identificadas nos Planos de Comando do CBMMG (CBMMG, 2015, 2017a, 2019, 2021e, 2023b) e validadas por meio de documentos do CBMMG disponíveis no Sistema Eletrônico de Informações – SEI!MG (Minas Gerais, 2025). Dados referentes ao imóvel de origem, ao responsável pelas obras e à propriedade foram obtidos inicialmente em planilhas de controle da Seção de Engenharia e Arquitetura da DLF e complementados pela análise dos relatórios de vistoria acessíveis no SEI!MG (Minas Gerais, 2025).

Informações sobre a área construída, o pré-cadastro no sistema e a data e tipo de regularização foram extraídas do Sistema de Informações do Serviço de Segurança Contra Incêndio e Pânico - Infoscip (CBMMG, 2024). Para variáveis externas, utilizaram-se os valores do CUB R1-Alto de Minas Gerais, divulgados mensalmente pelo Sinduscon-MG (Sinduscon, 2025), os dados sobre a pandemia de COVID-19, obtidos no portal *Our World in Data* (Ritchie, 2024), em casos por milhão

de habitantes (p/1.000.000), bem como a população municipal (IBGE, 2023) e a RCL (FJP, 2021).

Ademais, foram consultados documentos técnicos produzidos pela SDAL3 — relatórios de vistoria, estudos preliminares, memoriais descritivos, pareceres e registros de visitas técnicas — obtidos nos processos administrativos do CBMMG no SEI!MG (Minas Gerais, 2025). Esses registros estruturam o fluxo decisório entre a vistoria inicial e a inauguração, permitindo identificar com mais clareza a atuação da DLF nas etapas técnicas que antecedem a abertura das frações.

Para este estudo, considerou-se como marco inicial do intervalo de análise a vistoria técnica realizada pela DLF no imóvel ou terreno proposto pelo município, nos termos previstos no Memorando nº 3.182/2022–CG (CBMMG, 2022f). Esse momento representa a primeira avaliação formal sobre a adequação da infraestrutura às necessidades da fração. O marco final foi definido como a data da inauguração oficial da unidade. Dessa forma, a variável ‘vistoria técnica → inauguração’ constitui o principal indicador examinado, sintetizando o percurso técnico-administrativo que antecede a abertura da fração ao público.

3.3 Variáveis e organização dos dados

As variáveis utilizadas nesta pesquisa foram estruturadas em dois grupos: numéricas e categóricas. A variável dependente foi definida como o tempo decorrido entre a vistoria técnica realizada pela DLF e a inauguração oficial da fração (em dias), calculado a partir de registros do SEI!MG e de documentos internos do CBMMG (Minas Gerais, 2025; CBMMG, 2022f).

Entre as variáveis independentes numéricas, consideraram-se: a área construída da unidade (m²), o pré-cadastro e a regularização no sistema - Infoscip (CBMMG, 2024); a população municipal (IBGE, 2023); a RCL municipal (FJP, 2021); a variação do CUB R1-Alto (Sinduscon-MG, 2025); e a variação da COVID-19 em casos por milhão de habitantes, com dados do portal *Our World in Data* (Ritchie, 2024). As variáveis independentes categóricas compreenderam: a origem do imóvel, o responsável pelas obras e a propriedade, conforme planilhas de controle da Seção de Engenharia e Arquitetura da DLF e relatórios de vistoria disponíveis no SEI!MG (Minas Gerais, 2025; CBMMG, 2022f).

Esses dados foram reunidos em uma planilha analítica, formato .x/s no software Excel - Microsoft 365 (Microsoft Corporation, 2025), que possibilitou a integração das informações internas e externas e serviram de base para os testes de linearidade e não linearidade aplicados posteriormente.

Ressalta-se que a variável dependente “vistoria técnica → inauguração” tem como marco inicial a vistoria executada pela SDAL3 e se desenrola sob o acompanhamento e fiscalização dessa seção até a vistoria final para inauguração. As variáveis categóricas “origem do imóvel”, “responsável pelas obras” e “propriedade” também são discutidas à luz das orientações e pareceres emitidos pela DLF ao longo do processo. A variação absoluta do CUB e da COVID-19 foi calculada como a diferença entre o valor registrado na data da vistoria técnica e o valor registrado na data da inauguração da fração, de modo a capturar a mudança ocorrida ao longo do período de implantação.

3.4 Análise estatística e modelos de regressão

Com a base consolidada, procedeu-se à análise estatística. Inicialmente, foram calculadas medidas descritivas (médias, medianas, desvios e extremos). Em seguida, aplicaram-se coeficientes de correlação de Pearson, para verificar associações lineares, e de Spearman, para associações monotônicas. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar diferenças entre categorias não numéricas, como origem e propriedade do imóvel. Esses procedimentos constituíram a etapa preliminar da análise, antecedendo os testes de linearidade e não linearidade que fundamentaram o enquadramento das variáveis na teoria da complexidade.

Para investigar a hipótese central da pesquisa — se o processo de expansão do CBMMG apresenta padrões lineares ou não lineares — foram ajustados modelos de regressão linear e quadrática. O modelo linear foi expresso conforme a equação 1:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon, \quad (1)$$

O modelo quadrático foi expresso conforme a equação 2:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \varepsilon, \quad (2)$$

em que y é a variável dependente (por exemplo, o número de dias entre vistoria técnica e inauguração), x é a variável independente (como área construída ou variação do CUB), β_0 representa o intercepto, β_1 e β_2 são os coeficientes estimados e ε corresponde ao termo de erro não explicado pelo modelo.

A escolha dessa modelagem buscou captar os efeitos associados às intervenções técnicas e gerenciais da DLF ao longo do ciclo. Como a SDAL3 acompanha todas as etapas desde a vistoria inicial até a vistoria final de inauguração, os ajustes lineares e quadráticos permitem avaliar se os prazos observados refletem relações proporcionais simples ou, ao contrário, padrões não lineares decorrentes das decisões e pareceres técnicos emitidos durante esse acompanhamento.

A comparação entre modelos foi feita pelo método de validação cruzada *leave-one-out* (LOOCV), calculando-se o erro quadrático médio preditivo (RMSE). A equação 3 apresenta a formulação do cálculo do RMSE-LOOCV:

$$RMSE_{LOOCV} = \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right) * \sum (y_i - \hat{y}_{-i}(x_i))^2}, \quad (3)$$

em que $\hat{y}_{-i}(x_i)$ é a predição para a observação i quando o ajuste é feito sem a própria observação i .

Um modelo foi considerado superior quando apresentou RMSE-LOOCV menor. Assim, relações mais bem ajustadas pelo modelo quadrático foram classificadas como não lineares, enquanto as que se ajustaram ao modelo linear foram classificadas como lineares.

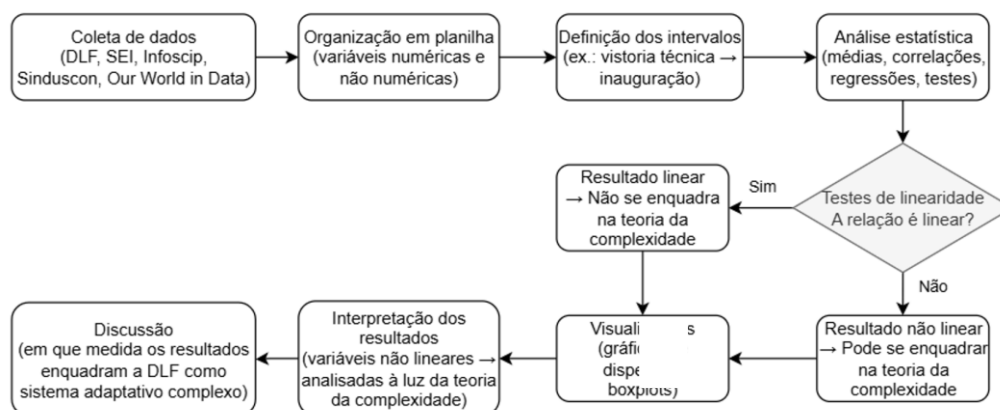
Além disso, foram empregados coeficientes de correlação de Pearson (adequados para relações lineares e dados aproximadamente normais) e de Spearman (adequados para relações monotônicas, sem pressupor normalidade). O teste de Kruskal–Wallis foi empregado para comparar diferenças entre categorias. As análises foram realizadas em planilhas .xls no Excel - Microsoft 365 (Microsoft Corporation, 2025), e os cálculos adicionais foram validados no R (R Core Team, 2025), assegurando a reprodutibilidade dos resultados.

Dado o tamanho amostral ($N=17$), as associações devem ser lidas como indícios exploratórios, não como relações causais, e são sensíveis a valores extremos.

3.5 Etapas da metodologia

A lógica metodológica foi sintetizada no fluxograma da Figura 1, que ilustra desde a compilação dos dados até a discussão final. O fluxograma explicita também a lógica decisória adotada: relações com bom ajuste de linearidade foram tratadas como trechos de proporcionalidade local; já ganhos preditivos consistentes do modelo quadrático e/ou resíduos estruturados foram considerados indícios de não linearidade. Esses indícios orientaram a leitura à luz da teoria da complexidade, sem que resultados com linearidade, por si sós, contradissem o referencial.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de pesquisa



Fonte: elaboração própria.

3.6 Limitações metodológicas

Esta pesquisa enfrentou limitações relacionadas à disponibilidade e à padronização das informações. Em diversos casos, observou-se escassez de dados publicizados pelas prefeituras sobre as obras executadas, especialmente no que se refere aos valores efetivamente investidos. Essa carência documental restringiu a profundidade e a abrangência das avaliações, pois bases completas e organizadas teriam potencial para enriquecer a interpretação qualitativa do processo de expansão. Em razão desse contexto, optou-se por não incluir a variável “custo final da obra” no conjunto analítico.

Outro ponto refere-se à utilização de dados agregados de população (IBGE, 2023) e RCL (FJP, 2021). Embora consistentes e atualizados, esses indicadores captam apenas parte da realidade socioeconômica municipal, não refletindo dinâmicas mais recentes de variação populacional, arrecadação e capacidade fiscal.

Além disso, a RCL de 2020 pode não representar com exatidão o cenário orçamentário de todos os anos do recorte, sobretudo em períodos de crise sanitária e econômica. Ainda assim, sua inclusão permitiu aproximar a análise das condições locais de suporte institucional.

Adotou-se, por decisão de escopo e comparabilidade, a inauguração como marco operacional de concretização da expansão no município. Em consequência, foram excluídas do modelo variáveis cuja mensuração padronizada não se mostrava viável para os 17 casos verificados, a despeito de sua relevância substantiva para os prazos, tais como aspectos finos de governança de convênios e rotatividade de gestores, especificidades licitatórias e eventuais contenciosos, provimento e movimentação de pessoal, demanda e perfil de risco territorial, condicionantes de cadeia de suprimentos, mudanças normativas e urbanístico-ambientais, dinâmica político-eleitoral, choques macroeconômicos além do CUB e grau de maturidade dos projetos.

A exclusão decorreu de documentação heterogênea ou incompleta, presença de dados sensíveis, risco de multicolinearidade e sobreajuste em amostra reduzida (N=17) e da necessidade de preservar reprodutibilidade com fontes oficiais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização geral da amostra

Ao longo do período examinado, foram inauguradas 17 frações definitivas do CBMMG (excluídas as inaugurações de edificações provisórias), distribuídas em diferentes regiões do estado. O intervalo mediano entre a vistoria técnica e a inauguração foi de 714 dias, com grande variação entre os casos. Esse intervalo constitui a variável dependente central deste estudo, por sintetizar o percurso técnico-administrativo que antecede a abertura das frações ao público. A área construída variou de aproximadamente 250 m² a mais de 1.100 m² (mediana em torno de 765 m²).

Do ponto de vista socioeconômico, observou-se forte heterogeneidade entre os municípios. A população variou de 11.850 habitantes (São Gonçalo do Rio Abaixo) a 411.846 habitantes (Betim) (IBGE, 2023), enquanto a RCL oscilou entre R\$ 44,4 milhões (Itaobim) e mais de R\$ 2 bilhões (Betim) (FJP, 2021). Esse cenário evidencia

condições locais distintas de suporte à implantação, o que reforça a pertinência de uma abordagem ancorada na teoria da complexidade.

Em todos os casos, a vistoria inicial foi realizada pela SDAL3, que também acompanhou e fiscalizou as obras até a vistoria final de inauguração, independentemente de quem tenha sido formalmente o responsável pela execução. Esse acompanhamento direto da DLF garante que as análises aqui apresentadas reflitam não apenas os contextos municipais, mas também as rotinas técnicas e administrativas conduzidas pela diretoria. As principais características das frações e as variáveis externas empregadas nas apreciações encontram-se sintetizadas na Tabela A1/partes 1–3 (Apêndice A).

Após a apresentação geral das características da amostra, é importante observar também a distribuição temporal das inaugurações. De acordo com a linha do tempo (ver Gráfico B1, Apêndice B), nota-se que essas inaugurações não ocorreram de forma linear ao longo do período de 2019 a 2024, havendo maior concentração em determinados anos, como 2021 e 2022, o que pode estar associado a fatores contextuais, tais como restrições orçamentárias e os impactos da pandemia de COVID-19. As datas de inauguração foram confirmadas em documentos do SEI/!MG (Minas Gerais, 2025) e em matérias jornalísticas oficiais e de imprensa (ver Referências).

4.2 Intervalo de tempo entre etapas

O tempo médio entre a vistoria técnica e a inauguração foi de 610 dias, com variação ampla entre os casos; a mediana foi de 714 dias. Entre a vistoria e o pré-cadastro do Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico (PSCIP), a mediana foi de 706 dias. O intervalo entre a inauguração e o pré-cadastro exibiu valores negativos em diversos casos, indicando início de regularização antes da abertura. Já da inauguração até a regularização formal (AVCB/CLCB), a mediana foi de 401 dias, com três unidades ainda pendentes na data da coleta. Os resultados estão sintetizados na Tabela C1 (Apêndice C).

Nos casos em que os intervalos apontam valores negativos, isso significa que o procedimento de pré-cadastro ou de regularização foi realizado antes da inauguração da fração. Tal situação é considerada positiva, pois demonstra que a

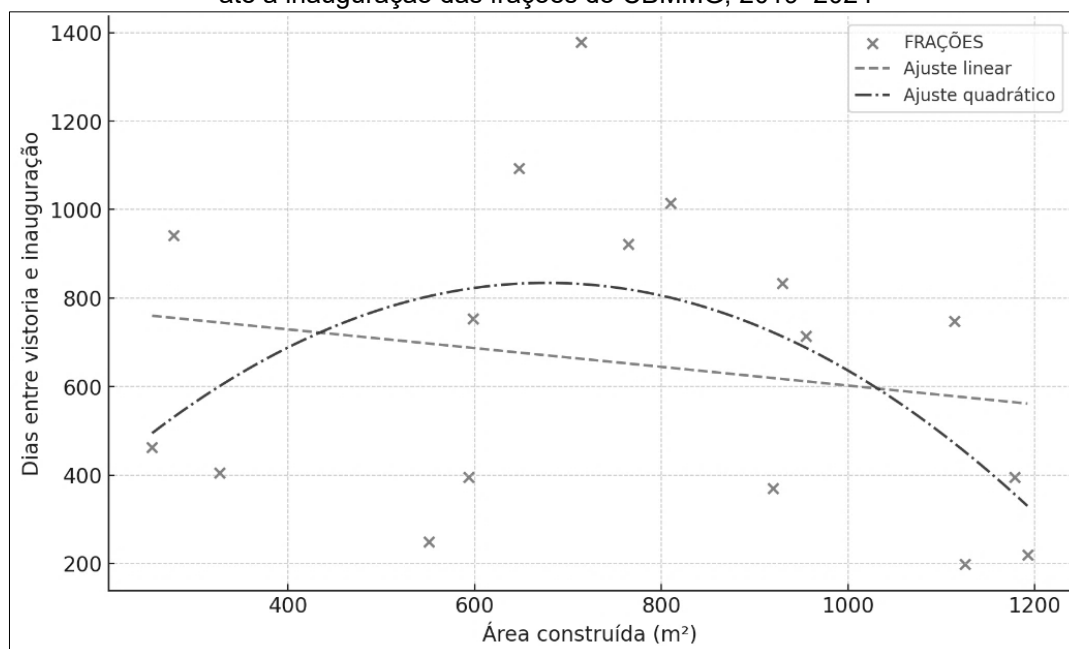
conformidade documental foi antecipada em relação à entrada em funcionamento da unidade, reduzindo riscos e agilizando os processos administrativos.

Em diversos municípios, orientações técnicas emitidas pela SDAL3 durante as visitas de acompanhamento contribuíram para antecipar etapas de regularização. Isso ajuda a explicar por que alguns casos apresentaram intervalos negativos, nos quais procedimentos de pré-cadastro ou regularização ocorreram antes mesmo da inauguração.

O Gráfico 1 expõe a relação entre a área construída das frações e o tempo decorrido entre a vistoria e a inauguração. Observa-se que não há uma associação linear significativa entre as duas variáveis, porém o ajuste quadrático mostrou-se mais aderente aos dados, sugerindo a presença de um comportamento não linear.

Esse resultado reforça a hipótese de que fatores contextuais e adaptativos influenciaram os prazos de inauguração, o que se aproxima das interpretações da teoria da complexidade. Cabe notar que, com $N=17$, a potência estatística é moderada; portanto, a comparação entre ajustes linear e quadrático deve ser lida como indício de não linearidade, não como confirmação definitiva.

Gráfico 1 – Dispersão entre área construída e tempo (em dias) da vistoria técnica até a inauguração das frações do CBMMG, 2019–2024



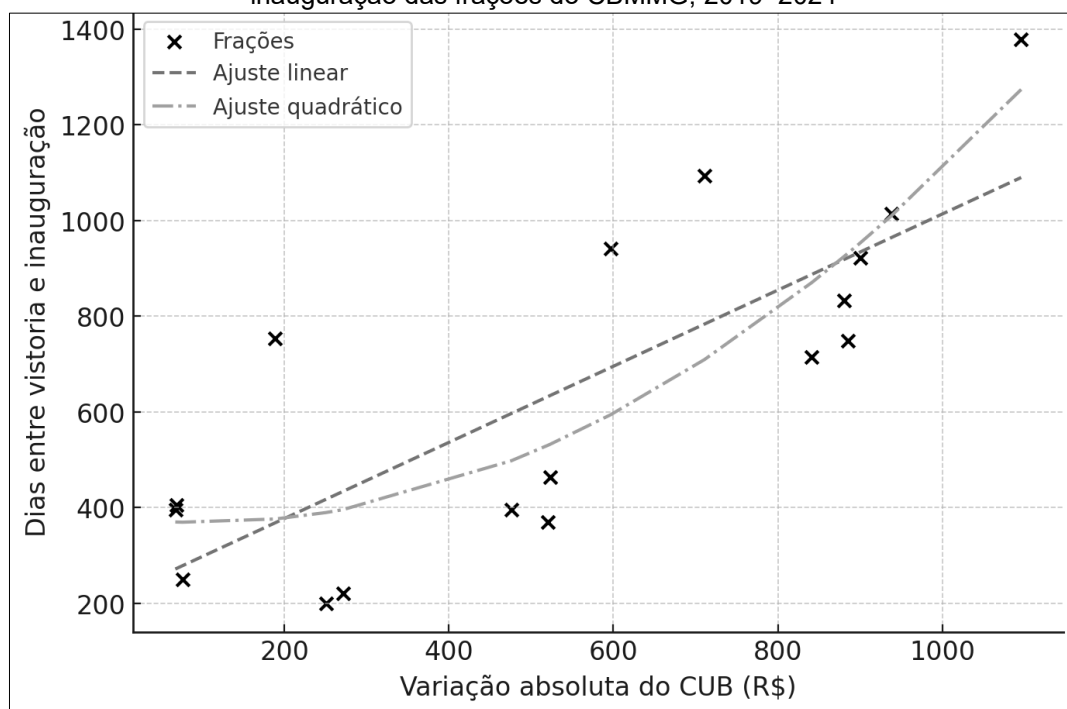
Fonte: elaboração própria.

4.3 Impacto de variáveis externas (CUB, COVID-19, população e RCL)

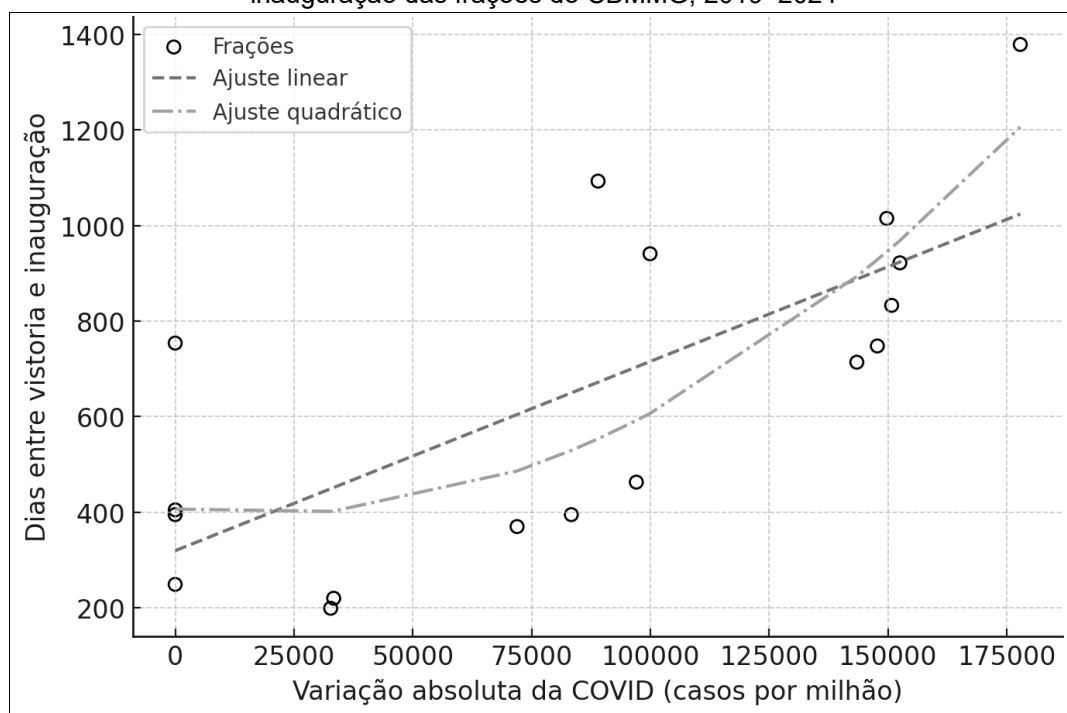
Esta subseção analisa a influência de fatores externos sobre os prazos de implantação das frações do CBMMG. Foram considerados o CUB R1-Alto (Sinduscon-MG, 2025), a pandemia de COVID-19 (Ritchie, 2024), a população municipal (IBGE, 2023) e a RCL (FJP, 2021). Esses indicadores refletem dimensões distintas: custos da construção civil, choques sanitários, condições demográficas e capacidade fiscal dos municípios. Os resultados estão sintetizados na Tabela C2 (Apêndice C), que exhibe os coeficientes de correlação de Pearson entre cada variável independente e os intervalos de tempo de interesse.

Os resultados confirmam que o CUB e a COVID-19 tiveram impacto significativo. A variação absoluta do CUB apresentou correlação positiva forte com o tempo entre vistoria e inauguração ($r = 0,79$; $p < 0,001$), indicando que obras mais demoradas ficaram mais expostas ao aumento dos custos da construção. Em contrapartida, o CUB mostrou correlação negativa com o tempo da inauguração até a regularização ($r = -0,81$; $p < 0,001$), sugerindo que, uma vez inauguradas, as unidades tenderam a acelerar os trâmites de formalização para compensar atrasos anteriores.

A COVID-19 também se associou de forma significativa aos prazos: positivamente ao intervalo vistoria $\rightarrow$ inauguração ($r = 0,69$; $p = 0,003$) e negativamente ao intervalo inauguração $\rightarrow$ regularização ($r = -0,77$; $p = 0,002$). Essas relações estão ilustradas nos Gráficos 2 e 3. No plano operacional, tais choques foram traduzidos em decisões técnicas da DLF, via SDAL3, como revisão de memoriais descritivos, replanejamento de visitas de fiscalização e emissão de pareceres orientativos às prefeituras, influenciando diretamente a trajetória temporal entre a vistoria e a inauguração.

Gráfico 2 – Dispersão entre a variação absoluta do CUB e o tempo da vistoria técnica até a inauguração das frações do CBMMG, 2019–2024

Fonte: elaboração própria.

Gráfico 3 – Dispersão entre a variação absoluta da COVID-19 e o tempo da vistoria técnica até a inauguração das frações do CBMMG, 2019–2024

Fonte: elaboração própria.

Por outro lado, os resultados referentes à população e à RCL não foram estatisticamente significativos. A população apresentou correlação negativa fraca com o tempo de vistoria até a inauguração ($r = -0,23$; $p = 0,372$), e a RCL mostrou

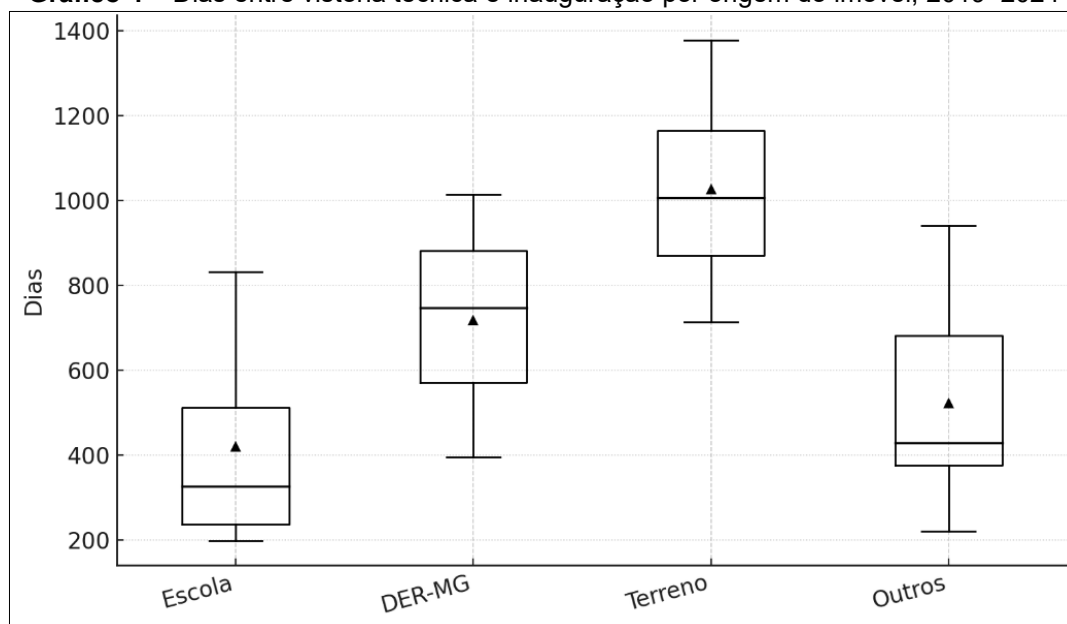
correlação ainda mais fraca ($r = -0,18$; $p = 0,479$). Esses achados indicam que, neste recorte, não houve evidência de linearidade entre essas variáveis e os prazos de implantação. Em outras palavras, municípios maiores ou mais ricos não inauguraram suas unidades mais rapidamente que os demais. As visualizações correspondentes estão no Gráfico A1 e no Gráfico A2 (Apêndice A). A ausência de significância estatística não contradiz o referencial de complexidade; ao contrário, sugere que os prazos emergem do entrelaçamento de múltiplos fatores com interações potencialmente não lineares.

4.4 Efeitos das variáveis não numéricas

Além dos fatores quantitativos, foram examinadas variáveis categóricas que poderiam influenciar os prazos de implantação das frações do CBMMG, considerando sempre o intervalo entre a vistoria técnica e a inauguração como variável dependente. Foram avaliadas três dimensões: a origem do imóvel, o responsável pelas obras e a propriedade do imóvel.

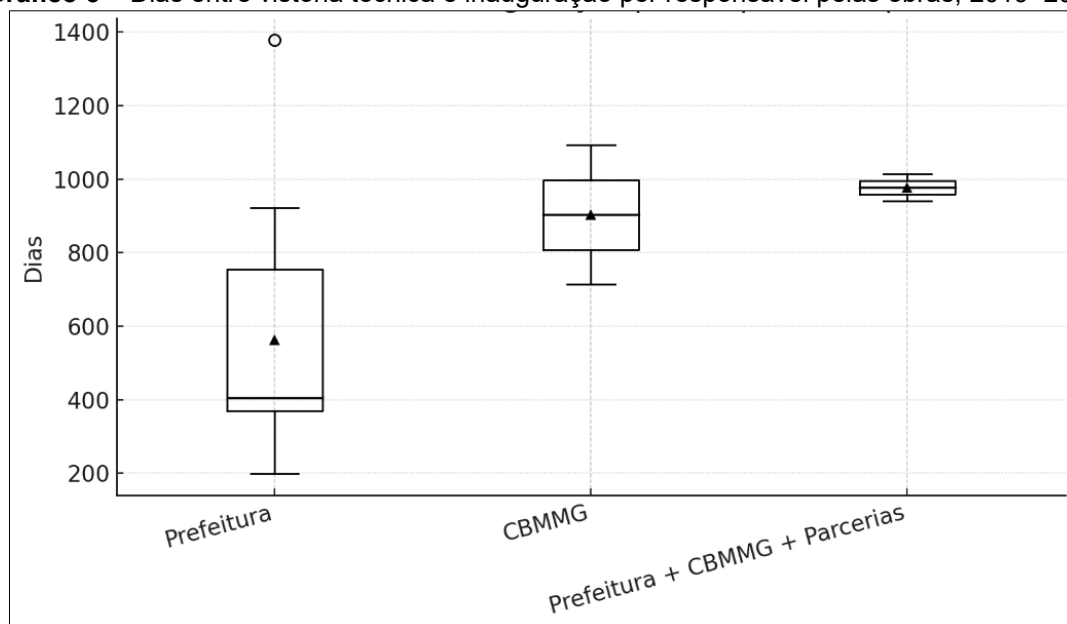
Os resultados numéricos detalhados encontram-se na Tabela A2 (Apêndice A), intitulada “Estatísticas descritivas dos prazos (vistoria técnica → inauguração) segundo variáveis categóricas, 2019–2024”, que apresenta as medianas dos prazos em cada categoria. No corpo do texto, a análise é acompanhada pelos Gráficos 4, 5 e 6, que ilustram as distribuições dos prazos por meio de *boxplots*.

No caso da origem do imóvel, observa-se que imóveis reaproveitados de escolas tiveram prazos significativamente menores, enquanto as implantações em terrenos novos demandaram intervalos mais longos (Gráfico 4). Isso sugere que o aproveitamento de ativos preexistentes reduz etapas e acelera a inauguração, ao passo que construções em terrenos exigem maior tempo de execução e coordenação. Esse efeito é consistente com a atuação da SDAL3, que, ao orientar adaptações em edificações pregressas, reduz retrabalhos de projeto e encurta o ciclo até a vistoria final de inauguração.

Gráfico 4 – Dias entre vistoria técnica e inauguração por origem do imóvel, 2019–2024

Fonte: elaboração própria.

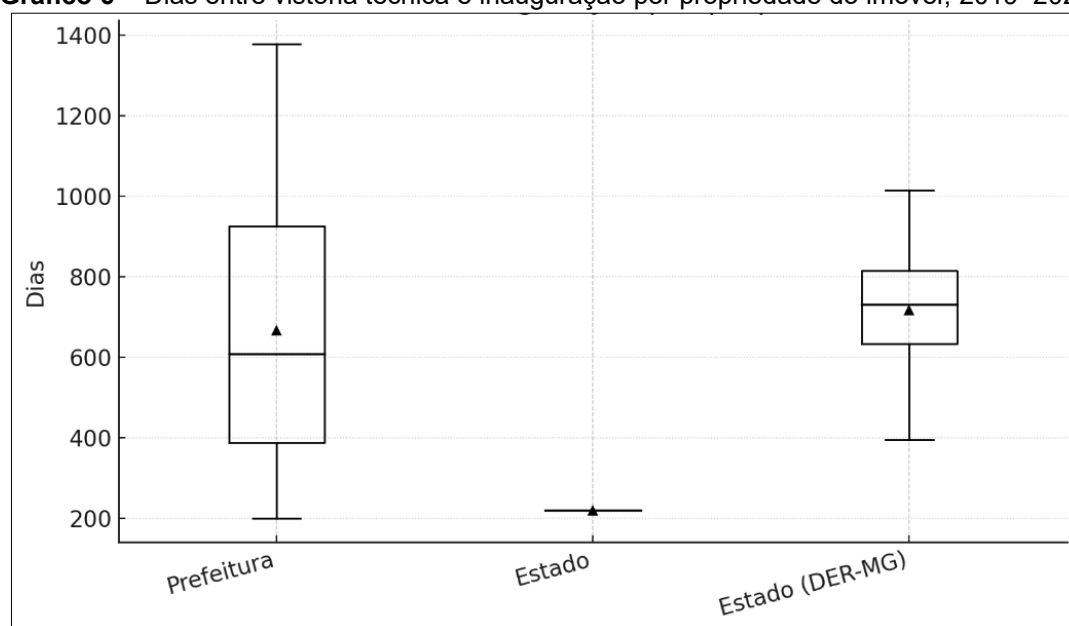
Quanto ao responsável pelas obras, verificou-se que os processos conduzidos exclusivamente pelas prefeituras tenderam a apresentar prazos mais curtos, em comparação com aqueles realizados pelo CBMMG ou em regime de cooperação entre Prefeitura + CBMMG + Parcerias (Gráfico 5). Esse último arranjo, embora relevante pela mobilização de múltiplos atores, implicou maior complexidade de coordenação e, conseqüentemente, prazos mais extensos.

Gráfico 5 – Dias entre vistoria técnica e inauguração por responsável pelas obras, 2019–2024

Fonte: elaboração própria.

Por fim, em relação à propriedade do imóvel, os prazos foram relativamente menores em edificações vinculadas ao Estado (DER-MG) e ao Estado, quando comparados aos imóveis municipais (Gráfico 6). Essa diferença pode estar relacionada a fluxos burocráticos distintos e à prioridade atribuída ao processo de implantação em cada esfera administrativa. A SDAL3 ajustou seu calendário de fiscalização e as orientações técnicas conforme o regime de titularidade, o que ajuda a explicar diferenças de ritmo entre imóveis municipais e estaduais.

Gráfico 6 – Dias entre vistoria técnica e inauguração por propriedade do imóvel, 2019–2024



Fonte: elaboração própria.

Esses resultados reforçam que fatores institucionais e administrativos desempenham papel decisivo nos prazos de inauguração das novas frações, em linha com a teoria da complexidade, que destaca a influência de múltiplos elementos interdependentes e não lineares.

4.5 Síntese dos resultados

Os resultados obtidos mostram que a expansão das frações do CBMMG de 2019 a 2024 não seguiu um padrão linear e foi fortemente influenciada por fatores internos e externos que interagiram de forma dinâmica. No plano quantitativo, verificou-se ampla variabilidade nos prazos entre a vistoria técnica e a inauguração, bem como entre a inauguração e a regularização, incluindo casos em que a

regularização se antecipou e outros em que permaneceu pendente. A comparação dos ajustes lineares e não lineares indicou que parte das relações não apresentou evidência consistente de linearidade, reforçando a presença de indícios de não linearidade e de mecanismos adaptativos.

Em relação às variáveis externas, observou-se que oscilações de custos da construção civil e os choques sanitários associados à pandemia estiveram vinculados a atrasos na etapa que vai da vistoria técnica à inauguração, ao passo que, após a inauguração, verificou-se um movimento de compensação com maior celeridade em procedimentos de regularização. Já os indicadores estruturais de contexto municipal, população e capacidade fiscal, não apresentaram associação estatisticamente robusta com os prazos de implantação, sugerindo que porte demográfico e disponibilidade de recursos não se traduzem, por si sós, em menor tempo de execução.

As variáveis qualitativas também revelaram padrões consistentes. O reaproveitamento de edificações, especialmente escolas, esteve associado a prazos menores quando comparado a intervenções em terrenos, que demandaram etapas técnicas e administrativas mais longas. Arranjos de execução centralizados nas prefeituras tenderam a apresentar maior previsibilidade temporal do que formatos colaborativos ou condução direta pela corporação, indicando que a complexidade de coordenação entre múltiplos atores amplia a variabilidade dos prazos. Diferenças segundo a titularidade do imóvel igualmente sugerem regimes decisórios distintos, com implicações sobre o andamento das etapas de implantação.

Em conjunto, os achados apontam para a coexistência de heterogeneidade de trajetórias, retroalimentações e ajustes compensatórios entre fases do processo. A expansão não se deixa capturar por uma lógica linear de causa e efeito; ao contrário, emerge do acoplamento entre pressões externas e arranjos institucionais, em consonância com a teoria da complexidade aplicada à gestão pública.

4.6 Análise qualitativa

O comportamento dos prazos entre a vistoria técnica e a inauguração resultou de múltiplas interações entre fatores internos e externos, compondo padrões emergentes interpretados à luz da teoria da complexidade. Os atrasos associados às oscilações do CUB e aos impactos da COVID-19 ilustram a sensibilidade do processo

às condições iniciais e a pontos de bifurcação, em consonância com Prigogine e Stengers (1984) e com a discussão de Stacey (1996) sobre trajetórias que não seguem linearidade prevista. Nesse sentido, marcos decisórios previstos em normativas, como os procedimentos do Memorando nº 31.82/2022–CG, funcionaram como “portas” institucionais capazes de acelerar ou retardar fluxos, evidenciando a não linearidade do percurso.

No plano processual, a DLF, por meio da SDAL3, atuou como instância integradora das etapas de expansão. A seção traduziu condicionantes externos, como oscilações do CUB e impactos da COVID-19, em decisões técnicas concretas, elaborando memoriais revisados, pareceres corretivos e orientações de contratação. Também replanejou visitas de fiscalização e ajustou projetos quando necessário. Esse ciclo de orientação técnica, intervenção em obra e nova verificação caracteriza uma retroalimentação adaptativa típica de sistemas complexos e ajuda a compreender por que atrasos em fases iniciais foram, em alguns casos, compensados por maior celeridade até a inauguração e regularização.

A relação inversa observada entre tempos mais extensos até a inauguração e posterior aceleração de rotinas de regularização sugere mecanismos de retroalimentação adaptativa, como indicado por Serva, Dias e Alperstedt (2010): diante de pressões acumuladas, a organização ajusta práticas e reconfigura prioridades, produzindo compensações temporais que reduzem o desequilíbrio. Tal dinâmica aponta para aprendizagem institucional e reorganização de rotinas sob incerteza.

Os fatores qualitativos reforçam essa leitura. O reaproveitamento de ativos, especialmente escolas, esteve associado a percursos mais curtos quando comparado a intervenções em terrenos, que implicam maior complexidade técnico-administrativa. Do mesmo modo, arranjos de execução concentrados nas prefeituras mostraram maior previsibilidade do que formatos colaborativos e do que a condução direta pela corporação, o que dialoga com Naveira (2001) ao indicar que a presença de múltiplos atores amplia a imprevisibilidade e requer flexibilidade gerencial. A titularidade do imóvel também modulou o processo, sugerindo regimes decisórios distintos que afetam o ritmo de implantação.

A incorporação de indicadores estruturais, como população e capacidade fiscal, não revelou associação linear robusta com os prazos. Essa ausência de efeito direto é coerente com a ideia presente em Morin (1999), de que resultados organizacionais

emergem de interações complexas entre dimensões técnicas, institucionais e contextuais, e não de uma única variável de porte ou de recursos. O que se observou foi a prevalência da coordenação interorganizacional, da qualidade dos ativos disponíveis e da capacidade de adaptação frente a choques.

Em síntese, o quadro empírico aproxima-se do conceito de auto-organização de Maturana e Varela (2001) e da adaptabilidade destacada por Capra (1996): perante variações de custos e choques sanitários, a DLF reorganizou fluxos, antecipou etapas e redesenhou arranjos para sustentar a entrega. Tais movimentos reforçam a noção de resiliência institucional como fenômeno dinâmico e não linear, alinhada ao que Wittmann, Wittmann e Fontoura (2024) descrevem ao tratar do desenvolvimento organizacional em ambientes complexos. Desse modo, a teoria da complexidade mostra-se além de adequada, necessária para compreender os mecanismos de adaptação e inovação que marcaram a atuação da DLF no eixo de expansão.

Em síntese, os achados empíricos podem ser diretamente associados aos conceitos centrais da teoria da complexidade. Os choques externos, como variações do CUB e os impactos da COVID-19, funcionaram como pontos de bifurcação, alterando trajetórias previamente estabelecidas. As revisões de memoriais, replanejamentos e pareceres corretivos emitidos pela DLF configuraram mecanismos de retroalimentação, capazes de compensar atrasos acumulados. O reaproveitamento de ativos preexistentes, sobretudo escolas, expressou dinâmicas de auto-organização, nas quais soluções emergiram de recursos locais já disponíveis. Por fim, os arranjos institucionais entre CBMMG e prefeituras evidenciaram processos de adaptação institucional, fundamentais para sustentar a expansão em contextos de incerteza.

5 CONCLUSÃO

5.1 Considerações finais

A questão que norteou este estudo foi: como os princípios da teoria da complexidade podem ser aplicados para compreender e aprimorar a atuação da Diretoria de Logística e Finanças no eixo de expansão do atendimento do CBMMG? A análise indicou que a teoria da complexidade é um referencial adequado para interpretar a expansão entre 2019 e 2024, evidenciando interações não lineares,

retroalimentações e padrões emergentes de adaptação institucional. Em especial, o foco empírico recaiu sobre as ações da DLF conduzidas pela SDAL3, Seção de Engenharia e Arquitetura, no ciclo entre a vistoria técnica e a inauguração: elaboração e revisão de estudos e memoriais, emissão de pareceres, orientação técnica a prefeituras, fiscalização de obras e vistoria final. Essas rotinas mostraram-se sensíveis a choques externos (como variações do CUB e COVID-19) e produziram respostas adaptativas, com reordenação de prioridades e antecipação de etapas, compatíveis com o comportamento de um sistema organizacional complexo.

A hipótese inicial, de que a expansão poderia ser explicada predominantemente por relações lineares entre variáveis internas e externas, foi falseada. Observou-se que algumas variáveis apresentaram trechos de linearidade, mas isso não foi suficiente para explicar os prazos de forma consistente. Já os casos com indícios de não linearidade foram interpretados à luz da teoria da complexidade, reforçando sua pertinência para compreender a atuação da DLF.

O objetivo geral de investigar de que forma os princípios da teoria da complexidade podem contribuir para o aprimoramento da atuação da DLF foi alcançado. Verificou-se que a diretoria respondeu a pressões externas e internas reorganizando recursos, antecipando etapas e desenvolvendo mecanismos compensatórios, o que reforça sua resiliência institucional. Esse resultado é coerente com a noção de organização da complexidade discutida por Morin (1999) e com os achados de Wittmann, Wittmann e Fontoura (2024), que apontam a resiliência como produto de interações dinâmicas e não de prescrições lineares.

Quanto aos objetivos específicos, todos foram contemplados. O primeiro, de identificar fatores internos e externos que influenciaram os processos, mostrou que variáveis como origem do imóvel, responsável pelas obras, propriedade, variação do CUB e impacto da pandemia de COVID-19 foram determinantes, enquanto população e RCL não se mostraram significativas, sugerindo que porte demográfico e capacidade fiscal, por si sós, não garantem maior celeridade.

O segundo objetivo, de descrever os desafios enfrentados, evidenciou que eventos críticos exigiram reorganizações rápidas da DLF, compatíveis com a noção de auto-organização de Maturana e Varela (2001). O terceiro, de examinar a linearidade das relações, mostrou que algumas variáveis apresentaram trechos de linearidade, enquanto outras revelaram indícios de não linearidade, sendo

interpretadas com base nesse referencial, como indicam as contribuições de Prigogine e Stengers (1984), Stacey (1996) e Serva, Dias e Alperstedt (2010).

O quarto, de interpretar as experiências à luz da teoria da complexidade, revelou evidências de bifurcação, retroalimentação, auto-organização e adaptação institucional, alinhando os resultados empíricos com os conceitos teóricos discutidos. Por fim, o quinto objetivo, de propor recomendações, foi atendido ao indicar que a utilização de ativos preexistentes reduz prazos, que arranjos colaborativos exigem maior coordenação para evitar atrasos e que a flexibilidade administrativa deve ser incorporada a futuros ciclos de expansão.

Em termos de resultados, verificou-se que os prazos médios entre vistoria técnica e inauguração foram longos e heterogêneos, variando de poucos meses a mais de dois anos. O comportamento do CUB mostrou correlação positiva com atrasos nesse intervalo, revelando que obras mais demoradas ficaram mais expostas à inflação da construção civil.

A pandemia, por sua vez, impactou de maneira não linear, associando-se a atrasos iniciais, e também desencadeando mecanismos de compensação em etapas posteriores. Nos fatores qualitativos, escolas reaproveitadas apresentaram prazos menores, terrenos novos estiveram associados a maiores atrasos e arranjos colaborativos entre prefeitura, CBMMG e parcerias implicaram maior complexidade de coordenação.

Esses achados reforçam que a expansão do CBMMG não pode ser compreendida por modelos lineares de causa e efeito. Trata-se de um processo emergente, inserido em um sistema adaptativo complexo, no qual múltiplos atores e variáveis interagem de maneira imprevisível, produzindo tanto atrasos quanto mecanismos compensatórios. A aplicação da teoria da complexidade, portanto, explica os desafios enfrentados pela DLF e evidencia as oportunidades de aprendizagem, resiliência e inovação que surgiram do processo.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Para estudos futuros, recomenda-se, em primeiro lugar, a realização de pesquisas de natureza longitudinal, acompanhando novos ciclos do eixo de expansão em tempo real, de modo a observar as adaptações institucionais à medida que

despontam, ampliando a compreensão sobre padrões de resiliência e auto-organização da DLF.

Em segundo lugar, sugere-se o desenvolvimento de análises comparativas entre estados brasileiros, identificando semelhanças e divergências nos modelos de expansão logística e financeira de outros corpos de bombeiros no Brasil. Essas investigações poderão oferecer um quadro de referência mais amplo, fornecendo subsídios não apenas para o CBMMG, mas também para outras instituições de segurança pública que enfrentam desafios semelhantes em contextos de alta complexidade.

Por fim, recomenda-se incorporar indicadores processuais diretamente ligados à atuação da DLF/SDAL3, por exemplo, tempo entre marcos internos (vistoria inicial, emissão do estudo preliminar, entrega do memorial descritivo, pareceres corretivos, vistoria final), número de revisões de projeto e registros de visitas técnicas no SEI/IMG. A consolidação longitudinal desses dados permitiria quantificar o efeito incremental das intervenções técnicas sobre os prazos, testando modelos causais que distingam choques externos (CUB, COVID-19) de decisões gerenciais da diretoria.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16636-1:** elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de arquitetura e urbanismo – Parte 1: Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16636-2:** elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de arquitetura e urbanismo – Parte 2: Diretrizes para serviços e atividades complementares. Rio de Janeiro: ABNT, 2017b.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERTALANFFY, L. Von. **Teoria geral dos sistemas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1968.

BRASIL. **Decreto nº 10.282, de 20 de março de 2020**. Dispõe sobre a classificação das atividades essenciais. Brasília: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10282.htm. Acesso em: 2 jul. 2025.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CHECKLAND, P. **Systems thinking, systems practice**. Chichester: John Wiley & Sons, 1981.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG amplia presença no território mineiro inaugurando unidade na cidade de João Pinheiro.

Bombeiros.mg.gov.br, Belo Horizonte, 30 set. 2021a. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-amplia-presenca-no-territorio-mineiro-inaugurando-unidade-na-cidade-de-joao-pinheiro>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura fração em Betim já salvando a primeira vida. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 3 set. 2021b. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-fracao-em-betim-ja-salvando-a-primeira-vida>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura fração em Sacramento no Triângulo Mineiro. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 25 nov. 2021c. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-fracao-em-sacramento-no-triangulo-mineiro>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura fração em Tupaciguara no Triângulo Mineiro. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 17 dez. 2021d. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-fracao-em-tupaciguara-no-triangulo-mineiro>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura o 3º Pelotão de Bombeiros em Araçuaí. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 17 maio 2022a. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-o-3o-pelotao-de-bombeiros-em-aracuai>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura pelotão em Três Marias. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 13 dez. 2022b. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-pelotao-em-tres-marias>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura pelotão na cidade de Capelinha. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 15 jun. 2022c. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-pelotao-na-cidade-de-capelinha>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura posto avançado em Bocaiúva. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 16 set. 2021e. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/corpo-de-bombeiros-inaugura-posto-avancado-em-bocaiuva>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura posto avançado em Cataguases. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 24 maio 2022d. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-posto-avancado-em-cataguases>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura posto avançado em Guanhães. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 14

jun. 2022e. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-posto-avancado-em-guanhaes>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). CBMMG inaugura posto avançado em Machado. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 27 abr. 2023a. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/cbmmg-inaugura-posto-avancado-em-machado>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). Mais uma unidade do CBMMG é inaugurada no estado. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 4 jul. 2024a. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/mais-uma-unidade-do-cbmmg-e-inaugurada-no-estado>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Memorando nº 3.182/2022–CG, de 8 de novembro de 2022**. Dispõe sobre procedimentos para instalação ou elevação de unidades do CBMMG e instalação de Brigadas Municipais. Belo Horizonte: CBMMG, 2022f.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). PA em Francisco Sá comemora 01 ano de instalação. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 30 mar. 2020. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/pa-em-francisco-sa-comemora-01-ano-de-instalacao>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Plano de comando 2015-2026**. 1. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2015.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Plano de comando 2015-2026**. 2. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2017a.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Plano de comando 2015-2026**. 3. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Plano de comando 2015-2026**. 4. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2021e.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Plano de comando 2015-2026**. 5. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2023b.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Resolução nº 761, de 28 de dezembro de 2017**. Belo Horizonte: CBMMG, 2017b.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). São Gonçalo do Rio Abaixo inaugura posto avançado do Corpo de Bombeiros. **Bombeiros.mg.gov.br**, Belo Horizonte, 28 jun. 2022g. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/sao-goncalo-do-rio-abaixo-inaugura-posto-avancado-do-corpo-de-bombeiros>. Acesso em: 8 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Sistema de Informações do PSCIP (Infoscip)**. Belo Horizonte: CBMMG, 2024b. Disponível em: <https://www.bombeiros.mg.gov.br/infoscip>. Acesso em: 20 ago. 2025.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Receita Corrente Líquida per capita municipal – Minas Gerais**, 2020. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2021. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2025.

G1. Posto avançado do Corpo de Bombeiros começa a operar em Arcos. **G1Globo.com**, Centro-Oeste de Minas, 23 mar. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/centro-oeste/noticia/2020/03/23/posto-avancado-do-corpo-de-bombeiros-comeca-a-operar-em-arcos.ghtml>. Acesso em: 8 set. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**: Resultados preliminares do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2025.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Vozes, 2001.

MENDONÇA, F. C. et al. Análise dos impactos na construção civil frente à pandemia da COVID-19. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 10, p. 101651-101665, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-467>.

Microsoft Corporation. **Microsoft Excel for Microsoft 365**. Redmond, WA, 2025

MINAS GERAIS. **Sistema Eletrônico de Informações (SEI/MG)**. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2025. Disponível em: <https://sei.mg.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MORIN, E. **O método 1**: a natureza da natureza. Porto Alegre: Sulina, 1999.

MORIN, E. **O método 2**: a vida da vida. Porto Alegre: Sulina, 2002.

NAVEIRA, R. A. A teoria da complexidade como paradigma da administração. **Revista Administração em Diálogo**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 15-38, 2001.

PONCHIROLLI, Osmar. A teoria da complexidade e as organizações. **Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 7, n. 22, p. 81-100, set./dez. 2007.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança**: metamorfose da ciência. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA LUZIA. Posto avançado do Corpo de Bombeiros é inaugurado em Santa Luzia. **Santa Luzia.mg.gov.br**, Santa Luzia, 17 fev. 2020. Disponível em: <https://www.santaluzia.mg.gov.br/novo/posto-avancado-do-corpo-de-bombeiros-e-inaugurado-em-santa-luzia>. Acesso em: 8 set. 2025.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025.

RITCHIE, H. et al. **Coronavirus Pandemic (COVID-19)**. Our World in Data, 2024. Disponível em: <https://ourworldindata.org/coronavirus>. Acesso em: 15 ago. 2025.

SERVA, M.; DIAS, T.; ALPERSTEDT, G. Paradigma da complexidade e teoria das organizações: uma reflexão epistemológica. **RAE – Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 3, p. 276–287, jul./set. 2010.

SINDUSCON-MG. **Custo Unitário Básico da Construção Civil em Minas Gerais (CUB/MG)**: Série histórica 2018–2024. Belo Horizonte: Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais, 2024. Disponível em: <https://www.sinduscon-mg.org.br/cub>. Acesso em: 10 ago. 2025.

STACEY, R. D. **Complexity and creativity in organizations**. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 1996.

VARGINHA DIGITAL. Posto avançado dos Bombeiros é inaugurado em Boa Esperança. **VarginhaDigital.com.br**, Varginha, 2 jan. 2019. Disponível em: <https://varginhadigital.com.br/noticias/noticiasregiao/posto-avancado-dos-bombeiros-e-inaugurado-em-boia-esperanca/>. Acesso em: 8 set. 2025.

WITTMANN, M. L.; WITTMANN, H. G.; FONTOURA, H. C. A complexidade e o campo da administração: avanços teóricos e implicações práticas. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2024.

APÊNDICE A – Base de dados e variáveis estruturais**Tabela A1** — Base de dados consolidada das frações do CBMMG, 2019–2024**Tabela A1 (parte 1 de 3):** Dados documentais e demográficos

Município	Vistoria técnica (DLF)	Data de inauguração	Dias (vistoria→inaug.)	População (IBGE 2022)	RCL (FJP, 2021) (R\$)	Imóvel de origem	Responsável (obras)	Proprietário (imóvel)
Boa Esperança	28/04/2018	02/01/2019	249	39.848	121.204.758,97	Escola	Prefeitura	Prefeitura
Santa Luzia	18/01/2019	17/02/2020	395	219.132	470.619.086,56	Delegacia	Prefeitura	Prefeitura
Arcos	28/02/2018	23/03/2020	754	41.416	122.695.212,25	Galpão (complexo poliesportivo)	Prefeitura	Prefeitura
Francisco Sá	19/02/2019	30/03/2020	405	23.476	70.973.274,54	Escola	Prefeitura	Prefeitura
Betim	28/05/2020	03/09/2021	463	411.846	2.048.179.183,84	Edificação (complexo prefeitura)	Prefeitura	Prefeitura
Bocaiúva	18/02/2019	16/09/2021	941	48.032	119.227.558,20	SAMU	Prefeitura + CBMMG + Parcerias	Prefeitura
João Pinheiro	31/08/2020	30/09/2021	395	46.801	143.418.458,34	Complexo DER-MG	Prefeitura	Estado (DER-MG)
Sacramento	10/05/2021	25/11/2021	199	26.670	129.171.666,83	Escola	Prefeitura	Prefeitura
Tupaciguara	11/05/2021	17/12/2021	220	25.470	97.660.057,29	Pelotão PMMG	Prefeitura	Estado
Araçuaí	02/06/2020	17/05/2022	714	34.297	84.397.654,90	Terreno	CBMMG	Estado (DER-MG)
Cataguases	19/05/2021	24/05/2022	370	66.261	216.234.697,73	Praça de Esportes	Prefeitura	Prefeitura
Guanhães	27/05/2020	14/06/2022	748	32.244	95.521.727,91	Complexo DER-MG	Prefeitura	Prefeitura
Capelinha	04/09/2019	15/06/2022	1015	39.626	103.868.302,66	Complexo DER-MG	Prefeitura + CBMMG + Parcerias	Estado (DER-MG)
São G. do Rio Abaixo	19/12/2019	28/06/2022	922	11.850	251.200.868,30	Terreno	Prefeitura	Prefeitura
Três Marias	01/09/2020	13/12/2022	833	28.895	125.512.687,06	Escola	Prefeitura	Prefeitura
Machado	18/07/2019	27/04/2023	1379	37.684	114.050.774,89	Terreno	Prefeitura	Prefeitura
Itaobim	07/07/2021	04/07/2024	1093	19.151	44.396.522,58	Terreno	CBMMG	Prefeitura

Fonte: elaboração própria

Tabela A1 (parte 2 de 3): Dados técnicos de construção e COVID

Município	CUB (vistoria)	CUB (inauguração)	COVID/1.000.000 (vistoria)	COVID/1.000.000 (inaug.)	COVID variação	Área construída (m²)
Boa Esperança	R\$ 1.925,58	R\$ 2.001,58	0	0	0	551,04
Santa Luzia	R\$ 2.001,58	R\$ 2.068,89	0	0	0	593,53
Arcos	R\$ 1.883,07	R\$ 2.071,93	0	4,3	4,3	598
Francisco Sá	R\$ 2.003,58	R\$ 2.071,93	0	18,56	18,56	326,93
Betim	R\$ 2.077,00	R\$ 2.600,22	1860,25	98923,38	97063,13	254,5
Bocaiúva	R\$ 2.003,58	R\$ 2.600,22	0	99948,62	99948,62	277,48
João Pinheiro	R\$ 2.124,45	R\$ 2.600,22	18288,33	101669,73	83381,4	1178,23
Sacramento	R\$ 2.403,92	R\$ 2.654,58	72018,17	104752,81	32734,64	1125,34
Tupaciguara	R\$ 2.403,92	R\$ 2.675,15	72203,19	105566,09	33362,9	1192,13
Araçuaí	R\$ 2.082,88	R\$ 2.924,26	2448,09	145922,31	143474,2	955,02
Cataguases	R\$ 2.403,92	R\$ 2.924,26	74450,39	146411,27	71960,88	919,34
Guanhães	R\$ 2.077,00	R\$ 2.962,74	1782,63	149576,39	147793,8	1113,62
Capelinha	R\$ 2.025,00	R\$ 2.962,74	0	149767,4	149767,4	809,57
São Gonçalo	R\$ 2.062,57	R\$ 2.962,74	0	152532,89	152532,9	764,53
Três Marias	R\$ 2.143,30	R\$ 3.023,78	18365,17	169170,05	150804,9	929,67
Machado	R\$ 2.016,36	R\$ 3.112,36	0	177870,19	177870,2	713,9
Itaobim	R\$ 2.495,88	R\$ 3.206,69	89357,79	178367,98	89010,19	647,66

Fonte: elaboração própria.

Tabela A1 (parte 3 de 3): Dados administrativos de regularização

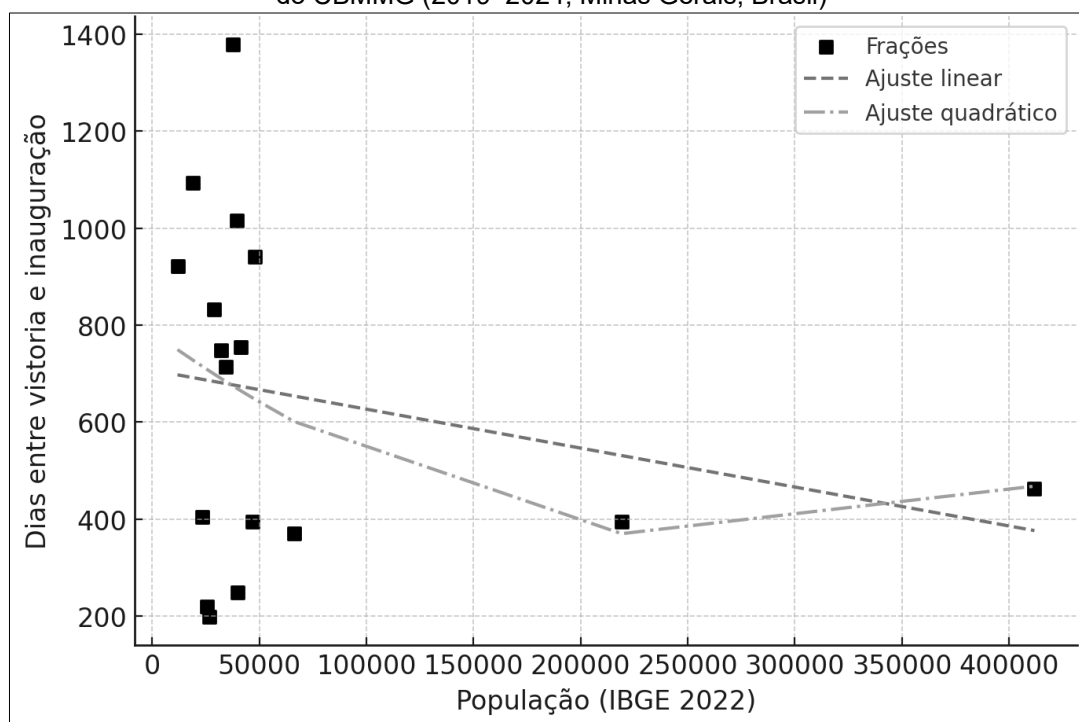
Município	Pré-cadastro Infoscip	Dias vistoria→pré	Dias inaug.→pré	PSCIP (situação)	Data regularização	Tipo regularização	Dias inaug.→regularização
Boa Esperança	04/10/2023	1985	1736	Aprovado	04/10/2023	CLCB	1736
Santa Luzia	22/08/2025	2408	2013	Aprovado	22/08/2025	CLCB	2013
Arcos	24/05/2018	85	-669	Aprovado	em obras	não	—
Francisco Sá	15/08/2022	1273	868	Aprovado	18/03/2025	AVCB	1814
Betim	29/07/2021	427	-36	Aprovado	02/09/2021	AVCB	-1
Bocaiúva	24/06/2022	1222	281	Aprovado	16/07/2022	AVCB	303
João Pinheiro	22/07/2021	325	-70	Aprovado	em obras	não	—
Sacramento	13/12/2022	582	383	Aprovado	04/04/2023	AVCB	495
Tupaciguara	30/11/2022	568	348	Aprovado	em obras	não	—
Araçuaí	09/05/2022	706	-8	Aprovado	24/02/2023	AVCB	283
Cataguases	02/12/2021	197	-173	Aprovado	10/01/2024	CLCB	596
Guanhães	15/07/2021	414	-334	Aprovado	19/01/2024	AVCB	584
Capelinha	06/07/2022	1036	21	Aprovado	12/08/2022	AVCB	58
São Gonçalo	23/06/2020	187	-735	Aprovado	08/11/2022	AVCB	133
Três Marias	14/10/2022	773	-60	Aprovado	10/12/2024	AVCB	728
Machado	22/03/2023	1343	-36	Aprovado	27/04/2023	AVCB	0
Itaobim	28/07/2023	751	-342	Aprovado	07/05/2025	CLCB	307

Fonte: elaboração própria.

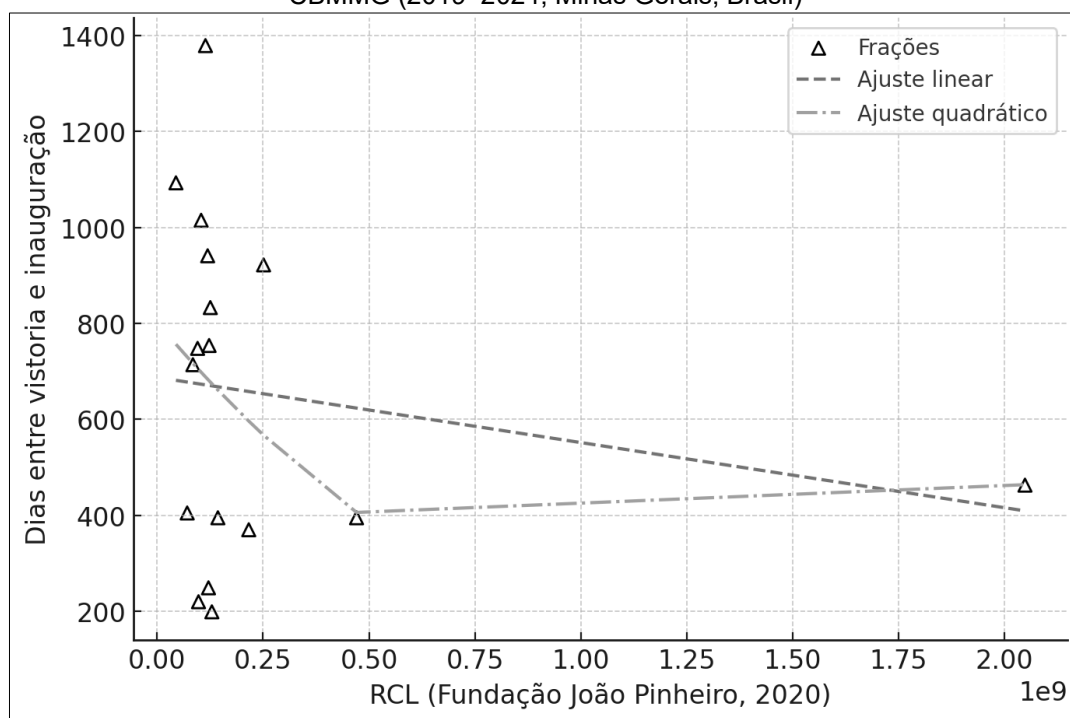
Notas da Tabela A1:

1. Dias (vistoria→inauguração): diferença em dias corridos entre as datas da vistoria técnica e da inauguração oficial.
2. CUB (R1-Alto): valores do Custo Unitário Básico da construção civil em Minas Gerais nas datas correspondentes, divulgados pelo Sinduscon-MG.
3. COVID casos/1.000.000: incidência acumulada de casos por milhão de habitantes (Our World in Data); Variação = diferença entre vistoria e inauguração.
4. Valores negativos em “Dias (inauguração→pré-cadastro)” ou em “Dias (inauguração→regularização)” indicam que o procedimento ocorreu antes da inauguração.
5. PSCIP/Infoscip: registro do Processo de Segurança Contra Incêndio e Pânico; documentos de regularização: AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros) e CLCB (Certificado de Licenciamento do Corpo de Bombeiros).
6. Abreviaturas: CBMMG = Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais; PMMG = Polícia Militar de Minas Gerais; DER-MG = Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais; SAMU = Serviço de Atendimento Móvel de Urgência.
7. “Em obras” (coluna *Data de regularização*): indica que há serviços de engenharia em andamento voltados à obtenção da regularização (AVCB/CLCB). Nesses casos, não há data final registrada porque o processo ainda não foi concluído.

Gráfico A1 – Relação entre população municipal (IBGE 2022) e prazos de inauguração das frações do CBMMG (2019–2024, Minas Gerais, Brasil)



Fonte: elaboração própria.

Gráfico A2 – Relação entre a RCL municipal (FJP, 2021) e prazos de inauguração das frações do CBMMG (2019–2024, Minas Gerais, Brasil)

Fonte: elaboração própria.

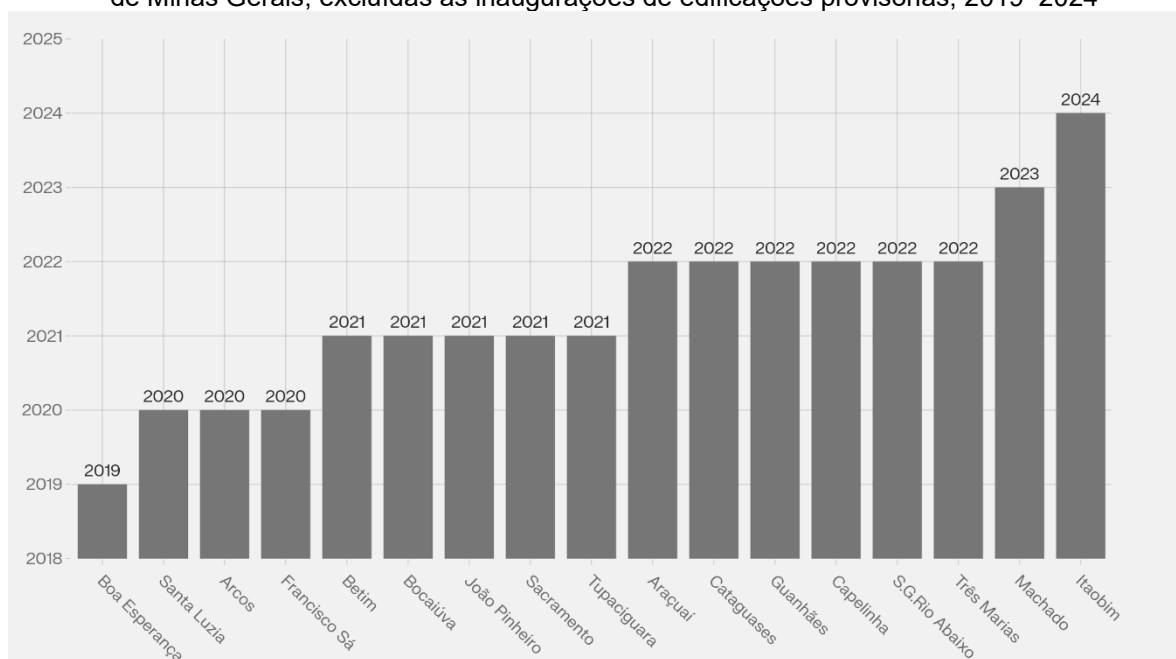
**Tabela A2 – Estatísticas descritivas dos prazos (vistoria técnica → inauguração)
segundo variáveis categóricas, 2019–2024**

Variável: origem do imóvel				
Categoria	N	Mediana (dias)	Mínimo	Máximo
Escola	4	327	199	833
DER-MG	3	748	395	1.015
Terreno	4	1.007,50	714	1.379
Outros*	6	429	220	941
Variável: responsável pelas obras				
Categoria	N	Mediana (dias)	Mínimo	Máximo
Prefeitura	13	405	199	1.379
CBMMG	2	903,5	714	1.093
Prefeitura + CBMMG + Parcerias	2	978	941	1.015
Variável: propriedade do imóvel				
Categoria	N	Mediana (dias)	Mínimo	Máximo
Prefeitura	12	608,5	199	1.379
Estado	1	220	220	220
Estado (DER-MG)	4	731	395	1.015

Fonte: elaboração própria.

(*) “Outros” reúne: Delegacia, SAMU, Galpão (complexo poliesportivo), Edificação (complexo da prefeitura), Praça de Esportes e Pelotão da PMMG.

Notas da Tabela A2: $V \rightarrow I$ = intervalo de dias entre a vistoria e a inauguração; $I \rightarrow R$ = intervalo de dias entre a inauguração e a regularização. O N pode variar entre $V \rightarrow I$ e $I \rightarrow R$ devido a casos sem regularização concluída no período. Devido ao tamanho amostral reduzido (N entre 13 e 17, a depender da relação), os coeficientes de correlação devem ser interpretados com parcimônia. As associações observadas não implicam causalidade e podem ser sensíveis a valores extremos.

APÊNDICE B – Linha de tempo das inaugurações**Gráfico B1 – Linha do tempo das inaugurações de frações do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, excluídas as inaugurações de edificações provisórias, 2019–2024**

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE C – Estatísticas descritivas

Tabela C1 – Estatísticas descritivas dos intervalos de tempo entre vistoria técnica, inauguração e regularização das frações do CBMMG, 2019–2024

Variável	Média (dias)	Mediana (dias)	Mínimo (dias)	Máximo (dias)	Desvio-padrão
Vistoria técnica → Inauguração	610	714	199	941	240
Vistoria técnica → Pré-cadastro PSCIP	682	706	197	1.273	280
Inauguração → Pré-cadastro PSCIP	-215	-36	-735	383	270
Inauguração → Regularização (AVCB/CLCB)	572	401	-1	2013	615

Fonte: elaboração própria.

Tabela C2 – Correlações entre variáveis externas e intervalos de tempo entre vistoria técnica, inauguração e regularização das frações do CBMMG, 2019–2024

Relação analisada	N	r	Valor-p	Interpretação sintética
Δ CUB × Vistoria técnica → Inauguração	17	0,79	<0,001	Associação positiva forte
Δ CUB × Inauguração → Regularização	14	-0,81	<0,001	Associação negativa forte
Δ COVID × Vistoria técnica → Inauguração	16	0,69	0,003	Associação positiva significativa
Δ COVID × Inauguração → Regularização	13	-0,77	0,002	Associação negativa significativa
População × Vistoria técnica → Inauguração	17	-0,23	0,372	Associação negativa fraca (não significativa)
RCL × Vistoria técnica → Inauguração	17	-0,18	0,479	Associação negativa muito fraca (não significativa)

Fonte: elaboração própria.

Notas da Tabela C2: N = número de casos analisados; r = coeficiente de correlação de Pearson; valor-p = nível de significância estatística (p < 0,05 indica associação significativa; p < 0,01 indica associação altamente significativa). As análises de população e RCL não indicaram significância estatística, mas reforçam a heterogeneidade dos contextos municipais.