Integração de alvarás de construção ao CTM para modelagem volumétrica simplificada em ambiente SIG

Integration of Building Permits into the Multipurpose Cadastre for Simplified Volumetric Modeling in a GIS Environment

Bryan Leonardo Franco Sprenger [1]

Silvana Philippi Camboim [2]

RESUMO: A manutenção da atualidade do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) é um requisito fundamental para o planejamento e a gestão territorial. Entretanto, os métodos tradicionais de atualização cadastral, baseados em recadastramentos periódicos, apresentam elevados custos financeiros e operacionais, incentivando a busca por fontes alternativas de informação. Embora os registros administrativos provenientes do licenciamento edilício apresentem potencial para subsidiar esse processo, ainda são escassas as abordagens que integrem essas informações às bases cadastrais de forma sistemática. Nesse contexto, este artigo apresenta uma prova de conceito em estágio inicial para a integração de dados de alvarás de projeto simplificado à base cartográfica municipal, com vistas à atualização incremental do cadastro urbano físico em ambiente SIG. O método foi demonstrado em um estudo de caso no município de Curitiba (PR), utilizando a base cadastral, registros administrativos de alvarás e projetos arquitetônicos em formato PDF. A metodologia estabelece o relacionamento entre essas informações, permitindo a vetorização assistida da implantação das edificações e a geração de modelos tridimensionais simplificados em nível de detalhe LoD1. Os resultados evidenciam a estruturação do fluxo operacional e seu potencial conceitual para apoiar processos de atualização cadastral por meio da integração entre dados administrativos e geoespaciais

Palavras-chave: Cadastro Territorial Multifinalitário; Atualização incremental; Alvarás de construção; Modelagem 3D; LADM.

ABSTRACT: Maintaining an up-to-date Multipurpose Cadastre is essential for urban planning and land administration. However, traditional cadastral updating methods based on periodic resurveys involve high financial and operational costs, encouraging the use of alternative data sources. Although administrative records generated during the building permitting process have the potential to support cadastral updating, few approaches systematically integrate this information into cadastral databases. This paper presents an early-stage proof of concept for integrating data from simplified building permits into the municipal cadastral base to support the incremental updating of the physical urban cadastre in a Geographic Information System (GIS) environment. The method was demonstrated through a restricted case study conducted in Curitiba, Brazil, using cadastral data, administrative permit records, and architectural plans in PDF format. The proposed methodology establishes the relationships among these datasets, enabling the assisted vectorization of building footprints and the generation of simplified three-dimensional models at Level of Detail 1 (LoD1). The results demonstrate the structuring of the operational workflow and its conceptual potential to support incremental cadastral updating through the integration of administrative and geospatial data.

Keywords: Multipurpose Cadastre; Incremental updating; Building permits; 3D Modeling; LADM.

[1] Universidade Federal do Paraná, Pós Graduação em Ciências Geodéiscas, bryan.sprenger@ufpr.br
[2] Universidade Federal do Paraná, Pós Graduação em Ciências Geodéiscas, silvanacamboim@ufpr.br

1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade da gestão urbana e o avanço das cidades inteligentes têm ampliado a demanda por informações territoriais confiáveis para subsidiar o planejamento urbano, a formulação de políticas públicas e a governança municipal (WILLIAMSON et al., 2010). Nesse contexto, o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) constitui uma das principais infraestruturas de informações territoriais, reunindo dados geoespaciais essenciais para atividades como tributação, gestão do uso do solo e planejamento urbano (FIG, 1995). Entretanto, sua efetividade depende da capacidade de representar continuamente as transformações do território, tornando a atualização cadastral um requisito fundamental para sua manutenção (FIG, 2014).

No Brasil, a atualização cadastral é tradicionalmente realizada por meio de campanhas periódicas de recadastramento ou de levantamentos aerofotogramétricos em larga escala (ERBA, 2010). Embora esses métodos produzam bases cartográficas de elevada qualidade, sua execução envolve custos elevados, demanda equipes técnicas especializadas e requer longos períodos para aquisição, processamento e incorporação dos dados. Como consequência, existe um intervalo significativo entre a ocorrência das transformações urbanas e sua representação no cadastro, comprometendo a atualidade das informações territoriais.

Paralelamente, às administrações municipais produzem continuamente dados administrativos relacionados às alterações do ambiente construído, especialmente durante os processos de licenciamento edilício (ERBA; SILVA; CARNEIRO, 2023). Entre esses registros, destacam-se os alvarás de construção, que documentam informações referentes à implantação das edificações, área construída, número de pavimentos e demais parâmetros urbanísticos. A recente adoção de modalidades simplificadas e digitais de licenciamento ampliou a disponibilidade dessas informações, concentrando a análise em aspectos urbanísticos essenciais e atribuindo maior responsabilidade técnica aos profissionais responsáveis pelos projetos (NIEHBUR; SANTOS; GUIMARÃES, 2024).

Apesar desse potencial, as informações produzidas durante o licenciamento permanecem, em grande parte, restritas aos sistemas administrativos das secretarias municipais e raramente são incorporadas aos processos de atualização cadastral (VIEIRA et al., 2023). Embora a literatura apresente avanços na integração entre Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Modelagem da Informação da Construção (BIM) e modelos urbanos tridimensionais, ainda são escassos os trabalhos que proponham fluxos operacionais capazes de integrar dados administrativos provenientes do licenciamento edilício às bases cadastrais de forma sistemática.

Diante desse contexto, este artigo apresenta um modelo para integração de dados administrativos provenientes de alvarás de projeto simplificado à base cadastral municipal, visando apoiar processos de atualização incremental do cadastro urbano físico em ambiente SIG. Para isso, é desenvolvido um protótipo em ambiente QGIS, capaz de relacionar os registros de licenciamento às parcelas cadastrais e apoiar a modelagem volumétrica tridimensional simplificada das edificações. Ressalta-se que este trabalho se configura como uma prova de conceito em estágio inicial. A aplicação empírica foi conduzida em um único estudo de caso com o intuito estrito de validar o fluxo operacional e a arquitetura relacional do método desenvolvido, alinhando-se conceitualmente aos padrões contemporâneos de administração territorial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Atualização incremental do CTM

Como alternativa ao recadastramentos periódico, consolidou-se internacionalmente o conceito de *Fit-for-Purpose Land Administration* (FFP), propondo sistemas de administração territorial mais flexíveis, escaláveis e compatíveis com as necessidades de cada realidade institucional (FIG; WORLD BANK, 2014).

Nesse paradigma, a atualização cadastral deixa de depender exclusivamente de levantamentos periódicos e passa a incorporar informações produzidas continuamente durante os processos administrativos. Assim, a manutenção do cadastro é entendida como um processo permanente, no qual diferentes registros institucionais podem ser utilizados para representar as alterações ocorridas no território, reduzindo custos operacionais e diminuindo o intervalo entre a transformação física e sua incorporação à base cadastral.

Para o ambiente urbano, essa abordagem pressupõe a integração do CTM com os órgãos responsáveis pelo controle do uso e ocupação do solo. Entre esses processos, o licenciamento edilício destaca-se por registrar formalmente as intervenções autorizadas pelo poder público, constituindo uma fonte contínua de informações sobre as transformações do ambiente construído (ERBA; SILVA; CARNEIRO, 2023).

2.2 Alvarás como fonte de dados territoriais

Os alvarás de construção representam o instrumento administrativo que formaliza a autorização para execução de obras e materializa a aplicação da legislação urbanística na escala do lote. Tradicionalmente, os processos de licenciamento eram caracterizados por extensas análises documentais e elevado grau de detalhamento dos projetos arquitetônicos. Entretanto, políticas recentes de simplificação administrativa promoveram mudanças significativas nesse fluxo, especialmente com a adoção dos modelos de Projeto Simplificado e dos sistemas autodeclaratórios (NIEHBUR; SANTOS; GUIMARÃES, 2024).

Nesse modelo, a análise municipal passa a concentrar-se nos parâmetros urbanísticos que interferem diretamente na ocupação do solo, como implantação da edificação, altura, recuos, taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento, enquanto a responsabilidade pelas soluções arquitetônicas é atribuída aos profissionais legalmente habilitados.

A simplificação dos processos e sua crescente digitalização ampliaram a disponibilidade de dados estruturados sobre novas edificações. Além das informações alfanuméricas, os projetos submetidos ao licenciamento contêm a representação espacial da implantação prevista para cada construção.

2.3 Modelagem cadastral tridimensional

A incorporação da terceira dimensão ao cadastro amplia a capacidade de representação do ambiente construído e permite registrar características volumétricas das edificações relevantes para o planejamento urbano e a gestão territorial. Nesse contexto, o padrão CityGML, desenvolvido pelo Open Geospatial Consortium (OGC), estabelece um modelo de representação tridimensional baseado em diferentes Níveis de Detalhe (Levels of Detail – LoD), permitindo adequar a complexidade geométrica às necessidades de cada

aplicação (OGC, 2021).

Entre esses níveis, o LoD1 representa as edificações como volumes obtidos pela extrusão vertical do *footprint* (projeção horizontal), constituindo uma solução adequada para aplicações cadastrais e urbanísticas que demandam informações sobre ocupação do solo, altura das edificações e volumetria geral, sem a necessidade de detalhamento arquitetônico. Essa simplificação reduz a complexidade de modelagem e o volume de dados, favorecendo sua utilização em aplicações de atualização cadastral e gestão territorial.

A integração entre registros administrativos e modelos tridimensionais encontra respaldo na segunda edição do Land Administration Domain Model (LADM – ISO 19152), que incorporou a extensão voltada ao planejamento espacial. Entre as novas classes introduzidas destaca-se a SP_Permit, destinada à representação de permissões administrativas relacionadas ao uso e à ocupação do solo, estabelecendo um modelo conceitual capaz de relacionar licenças urbanísticas às entidades cadastrais e às unidades de construção (LEMMEN et al., 2025). Essa estrutura fornece uma base conceitual para a integração entre informações provenientes do licenciamento edilício e modelos cadastrais tridimensionais.

3 METODOLOGIA

3.1 Estrutura geral da metodologia

A metodologia proposta estrutura um fluxo de integração entre registros administrativos do licenciamento edilício, a base cadastral municipal e a representação tridimensional das edificações. O método organiza esse processo em quatro etapas principais: integração dos dados de entrada, estruturação do modelo de dados, modelagem espacial da edificação e armazenamento das informações em banco de dados geoespacial.

3.2 Dados utilizados

A metodologia utiliza quatro conjuntos de dados provenientes da Prefeitura Municipal de Curitiba, integrando informações espaciais, administrativas e normativas. Esses dados compreendem a base cadastral de lotes, os registros de alvarás de construção, os projetos arquitetônicos simplificados e os parâmetros urbanísticos vigentes. A Tabela 1 apresenta uma síntese das fontes de dados utilizadas e suas respectivas finalidades no método proposto.

Como a extração a partir de pranchas PDF não é nativamente vetorial, a metodologia adota critérios específicos para a interpretação humana assistida. Em casos de ambiguidades gráficas ou omissões pontuais de cotas no projeto simplificado, a modelagem apoia-se na aferição geométrica pela escala gráfica do documento, cruzada com as distâncias nominais dos recuos obrigatórios textualmente descritos no alvará, garantindo o posicionamento fidedigno da geometria.

Tabela 1- Fonte de dados utilizados.

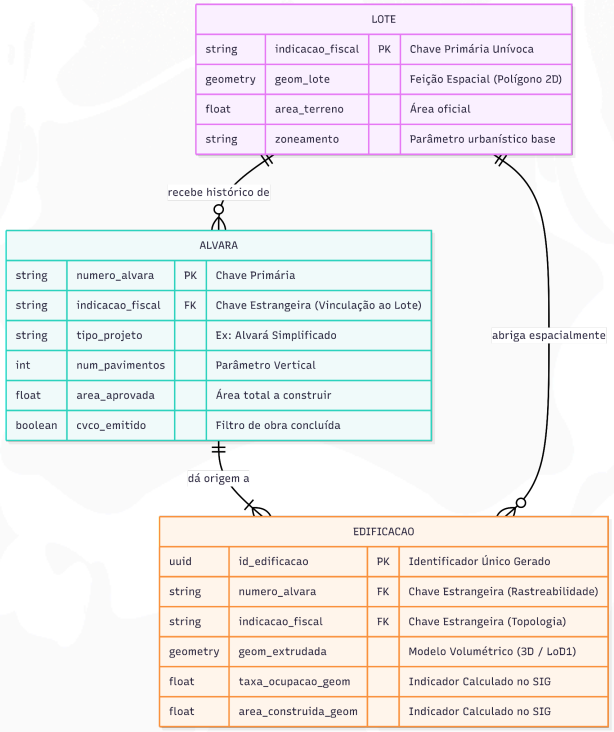
Fonte de dados utilizados				
Tipo de Dado	**Fonte e Formato**	**Conteúdo e Atributos Principais**	**Papel e Processamento Metodológico**	**Limitações e Observações**
1. Base Cadastral Territorial	IPPUC (Portal de Dados) - Shapefile (SIRGAS 2000)	Geometria poligonal dos lotes, indicação fiscal, área cadastrada e perímetro.	Recorte espacial para a área de estudo. Funciona como a base geométrica receptora das intervenções.	Nível de precisão semiconfiável; admite ajustes geométricos pontuais em caso de divergência com o projeto aprovado.
2. Dados Tabulares de Alvarás	SMU Curitiba (Relatórios Mensais) - Tabela CSV	Nº do alvará, datas (emissão e conclusão), pavimentos, unidades, uso e metragem.	Filtragem censitária e tratamento de dados. Restrito a processos com CVCO (garantia de obra concluída).	Atua como a fonte paramétrica e temporal oficial das modificações do lote.
3. Pranchas de Projeto Simplificado	Sistema Prefeitura (Acesso Institucional) - PDF (Assinado digitalmente)	Planta de implantação, cortes, quadro de áreas, recuos, taxas de ocupação e altura.	Interpretação visual assistida e reconstrução vetorial volumétrica manual (LOD 1) dentro do ambiente SIG.	Formato não vetorial nativo (exige extração geométrica visual); sujeitas a eventuais omissões pontuais de cotas.

Fonte: Os Autores (2026).

3.3 Modelo de dados

O modelo de dados foi estruturado para integrar as dimensões territorial, administrativa e física da ocupação urbana, preservando a rastreabilidade entre o processo de licenciamento e sua representação espacial. As entidades Lote, Alvará e Edificação organizam as relações entre as parcelas cadastradas, os registros administrativos e as geometrias tridimensionais geradas. A estrutura aproxima-se das diretrizes do *Land Administration Domain Model* (LADM) e incorpora conceitos do *CityGML* para representação das edificações em nível de detalhe LoD1. A Figura 1 apresenta o modelo conceitual adotado.

Figura 1 – Relação das entidades do Banco de Dados .



Fonte: Os Autores (2026).

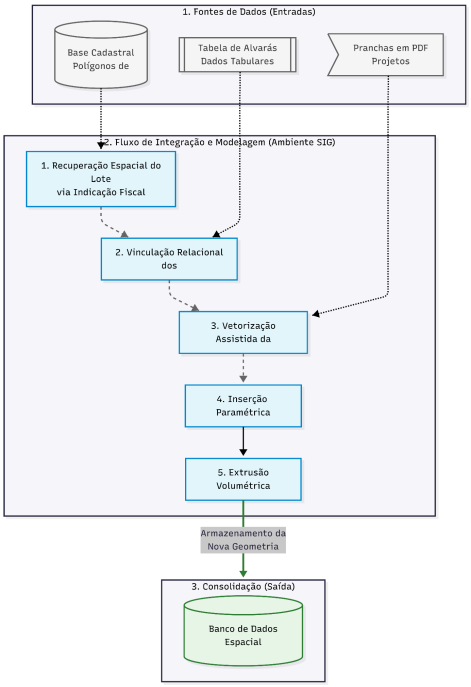
3.4 Fluxo operacional

O método organiza a atualização cadastral em um fluxo contínuo que integra dados espaciais, administrativos e documentais (Figura 2). Inicialmente, a parcela é identificada na base cadastral e vinculada ao respectivo alvará de construção por meio da Indicação Fiscal. A partir desse identificador unívoco, o sistema recupera e vincula automaticamente os atributos administrativos do alvará e as restrições urbanísticas aplicáveis ao lote.

Na etapa seguinte, a representação física da edificação é feita com a inserção e o georreferenciamento da prancha arquitetônica em formato PDF no programa. Ajustando-se a escala do documento com base na informação contida na prancha, realiza-se a vetorização da projeção da obra (*footprint*). Esse processo de modelagem orienta-se tanto pelo desenho projetado quanto pelas dimensões textuais (cotas) indicadas no projeto, garantindo o rigor geométrico e a compatibilização topológica.

A edificação desenhada pode ser subdividida em unidades volumétricas independentes. A cada subunidade modelada é atribuído o seu respectivo parâmetro vertical. Por fim, a feição planimétrica é extrudada verticalmente e o seu modelo tridimensional em LoD1é armazenado no banco de dados espacial, consolidando a atualização incremental da base.

Figura 2 – Fluxo operacional do método.



Fonte: Os Autores (2026).

4 APLICAÇÃO EXPERIMENTAL

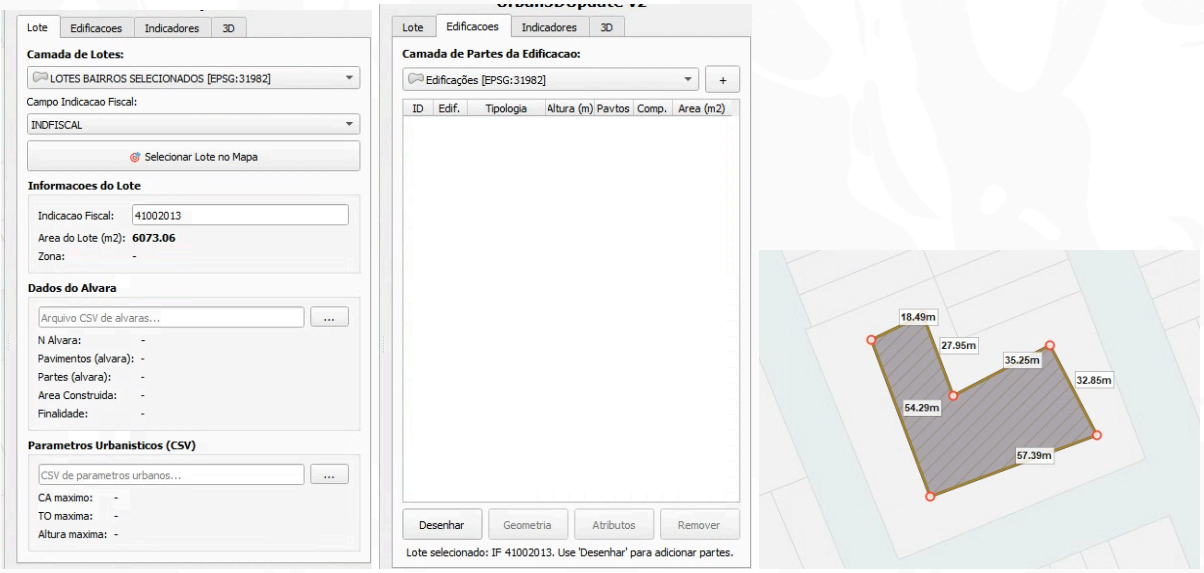
O método foi aplicado em um estudo de caso utilizando um alvará de projeto simplificado emitido pelo município de Curitiba (PR). Foram utilizados como dados de entrada a base cadastral municipal, os atributos administrativos do alvará, o projeto arquitetônico aprovado e os parâmetros urbanísticos vigentes. A aplicação teve como objetivo demonstrar o funcionamento operacional da metodologia, resultando na geração de um modelo tridimensional em nível de detalhe LoD1 integrado ao banco de dados espacial. A avaliação quantitativa da metodologia em um conjunto ampliado de edificações constitui etapa posterior da pesquisa.

4.1 Integração e controle topológico

A aplicação do método inicia-se com a seleção do lote na base cadastral, permitindo a recuperação automática da Indicação Fiscal e a vinculação aos dados administrativos do respectivo alvará de construção. A partir dessa integração, a ferramenta disponibiliza ao operador os atributos do licenciamento e o projeto arquitetônico aprovado, que serve como referência para a modelagem da implantação da edificação.

Com as informações carregadas, realiza-se a vetorização assistida do footprint diretamente sobre a parcela cadastral. Durante essa etapa, a ferramenta aplica restrições topológicas que impedem a criação de geometrias fora dos limites do lote, assegurando a consistência entre a representação espacial e o projeto licenciado. A Figura 3 ilustra o processo de integração entre os dados cadastrais e administrativos, bem como a modelagem da implantação da edificação.

Figura 3 – Seleção da parcela e vetorização da edificação.



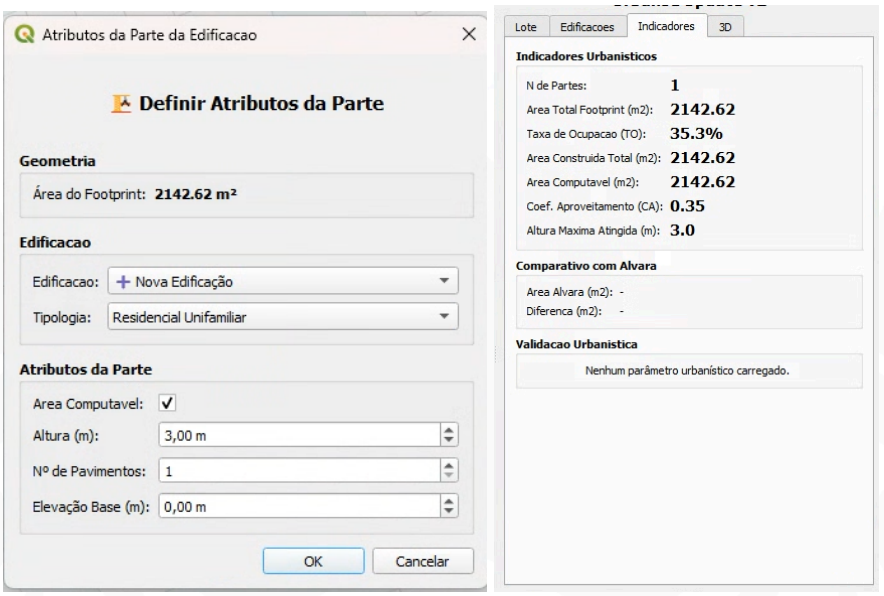
Fonte: Os Autores (2026).

4.2 Definição dos parâmetros

Após o desenho da geometria bidimensional, a edificação é parametrizada com os atributos necessários para a sua conformação volumétrica e validação legal. No painel de atributos da ferramenta, o footprint pode ser fracionado em diferentes unidades volumétricas, às quais são atribuídas as variáveis extraídas do alvará, como altura em metros e número de pavimentos. Simultaneamente à inserção desses dados, o sistema executa o cálculo dinâmico dos indicadores urbanísticos da nova geometria. A ferramenta contrapõe a Área Construída, a Taxa de Ocupação (TO) e o Coeficiente de Aproveitamento (CA) recém-modelados aos limites máximos permitidos pelo zoneamento do lote, evidenciando a consistência entre o modelo e a norma.

Qualitativamente, a precisão geométrica esperada nesta etapa está condicionada à acurácia posicional da base cadastral receptora e à fidedignidade da execução da obra em relação ao projeto aprovado. O modelo extrudado refletirá os valores nominais do licenciamento. Contudo, eventuais divergências construtivas (centimétricas ou altimétricas) exigiriam o cruzamento com plantas *as built* para aferição absoluta, o que foge ao escopo do licenciamento simplificado preventivo.

Figura 4 – Definição dos atributos da edificação e exibição dos indicadores Urbanos.

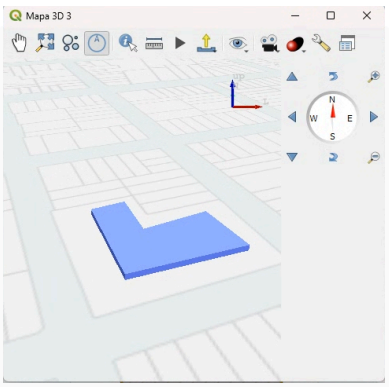


Fonte: Os Autores (2026).

4.3 Geração do modelo 3D

A etapa final consolida a atualização cadastral por meio da materialização tridimensional da edificação. Tendo a geometria planimétrica validada contra os parâmetros urbanísticos, o algoritmo da ferramenta executa a extrusão vertical perpendicular das unidades desenhadas. O resultado é a geração instantânea de um modelo digital no padrão LoD1, no qual as feições construtivas adquirem o volume exato da altura licenciada. A nova malha tridimensional é então salva no banco de dados espacial, inserindo a nova estrutura na paisagem virtual e consolidando a transição do rito burocrático para a inteligência territorial.

Figura 5 – Inserção volumétrica simplificada do modelo na malha cartográfica do município.



Fonte: Os Autores (2026).

4.4 Validação do método

Como mecanismo de validação da modelagem tridimensional, a ser consolidado nas etapas seguintes da pesquisa, estruturou-se a comparação da modelagem das edificações com um Modelo Digital de Superfície (MDS) da cidade de Curitiba. A avaliação quantitativa apoia-se na verificação de indicadores espaciais, tais como a precisão posicional, a acurácia dos vértices e os índices de deslocamento lateral e altimétrico. Adicionalmente, aplica-se a estatística Intersection over Union (IoU), aferindo a aderência volumétrica entre o volume licenciado extrudado e a materialidade física capturada pelo MDS.

Este método busca tanto comparar a modelagem das edificações existentes antes do licenciamento urbano conforme o recorte temporal selecionado, quanto validar a modelagem com base no MSD posterior. Para isso, serão utilizados MDS dos anos de 2019 e 2025.

5 DISCUSSÃO

A aplicação do método em um estudo de caso permitiu demonstrar a operacionalização da integração entre dados administrativos provenientes do licenciamento edilício e a base cadastral municipal. Embora restrita a um único lote e pautada como prova de conceito, a implementação evidenciou que as informações presentes nos alvarás de construção e nos projetos arquitetônicos simplificados possuem consistência semântica suficiente para subsidiar a modelagem volumétrica tridimensional em nível de detalhe LoD1.

Sob a perspectiva do CTM, a proposta aproxima o fluxo de atualização cadastral das atividades rotineiras da administração pública. Em vez de depender exclusivamente de campanhas periódicas de levantamento, o método utiliza informações produzidas durante o processo de licenciamento urbano, alinhando-se aos princípios da atualização incremental defendidos pelo paradigma FFP-LA. Dessa forma, os alvarás deixam de atuar apenas como instrumentos administrativos e passam a constituir uma fonte estruturada para manutenção contínua da base cadastral.

Outro aspecto relevante refere-se à rastreabilidade entre o ato administrativo e sua representação espacial. O modelo de dados proposto estabelece uma relação direta entre lote, alvará, edificação e unidades volumétricas, permitindo preservar o histórico das intervenções e manter o vínculo entre a autorização emitida e a geometria cadastrada. Essa organização é compatível com princípios do LADM e favorece futuras integrações com infraestruturas de dados espaciais e modelos urbanos tridimensionais.

Entretanto, limitações importantes devem ser dimensionadas, particularmente no que tange à cobertura e representatividade do método. O fluxo depende da existência de processos formais de licenciamento. Em capitais como Curitiba, bairros estruturados e áreas de expansão formal apresentam elevadas taxas de licenciamento prévio, garantindo excelente cobertura para este método. Por outro lado, o estoque construído irregular ou clandestino, é estruturalmente invisível para a base de alvarás. Estudos recentes da Câmara municipal de Curitiba apontam que mais de 50% das moradias da cidade encontram-se em situação de irregularidade fundiária ou construtiva (CURITIBA, 2025). Para que a gestão urbana seja plena, este método deve ser visto como uma solução de manutenção para a "cidade formal", sendo necessária a sua complementação com dados observacionais, como levantamentos a laser (LiDAR), imagens orbitais de alta resolução ou mapeamento colaborativo, para abranger a cidade informal.

Adicionalmente, a modelagem da implantação ainda requer interpretação técnica e manual das pranchas em PDF. Apesar do rigor adotado na leitura de cotas e recuos, esse

processo impõe um gargalo operacional para a escalabilidade massiva da ferramenta em prefeituras com alto volume diário de emissão de alvarás. A utilização de técnicas de Visão Computacional apresenta-se como uma solução futura promissora para atuar como auxiliar na vetorização, uma vez que poderia ser empregado para identificar automatizadamente formas textuais essenciais e reconhecer fechamentos poligonais no projeto, mitigando falhas humanas, reduzindo o tempo de desenho e conferindo maior escalabilidade ao sistema.

6 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma metodologia conceitual para atualização incremental do CTM baseada na integração entre dados administrativos provenientes do licenciamento edilício e uma base cadastral estruturada em ambiente SIG. Como demonstração de sua aplicação, foi desenvolvida uma ferramenta dentro do software QGIS capaz de relacionar informações de alvarás de construção à modelagem volumétrica simplificada de edificações, gerando representações tridimensionais em nível de detalhe LoD1 integradas a um banco de dados espacial.

A principal contribuição da pesquisa consiste na proposição de um fluxo de trabalho que transforma o processo administrativo de licenciamento em uma fonte estruturada para atualização cadastral. Ao estabelecer o vínculo entre os registros administrativos e a representação espacial das edificações, o método amplia as possibilidades de utilização dos dados produzidos rotineiramente pelos municípios, aproximando a gestão cadastral dos princípios da atualização incremental e da administração territorial FFP.

Os resultados apresentados possuem caráter demonstrativo e representam uma etapa de uma pesquisa em desenvolvimento. Nesse contexto, trabalhos futuros deverão avaliar a aplicação da metodologia em um conjunto ampliado de edificações, analisar a consistência geométrica dos modelos produzidos e investigar estratégias para automatizar etapas da interpretação dos projetos arquitetônicos, contribuindo para ampliar a escalabilidade da solução proposta.

Referências

CURITIBA, Câmara Municipal de. **Regularização fundiária é prioridade em Curitiba, afirmam vereadoras**. Notícias, Curitiba, 17 abr. 2025. Disponível em: https://www.cmc.pr.gov.br/noticias/2025/04/regularizacao-fundiaria-e-prioridade-em-curitiba-afirmam-vereadoras. Acesso em: 08 set. 2026.

ERBA, Diego Alfonso. Da gestão e do financiamento do cadastro. In: CUNHA, Eglaísa Micheline Pontes; ERBA, Diego Alfonso (org.). **Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios brasileiros.** Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2010. p. 65-86.

ERBA, Diego Alfonso; SILVA, Everton da; CARNEIRO, Andrea Flávia Tenório. Gestão do Cadastro Territorial Multifinalitário. In: SILVA, Everton da (org.). **Cadastro Territorial Multifinalitário aplicado à gestão municipal.** Florianópolis: UFSC, 2023. p. 145-172. Disponível em: https://doi.org/10.5281/zenodo.7951569. Acesso em: 10 fev. 2026.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE GEÓMETRAS. **The FIG statement on the cadastre: FIG publication no 11.** Canberra: FIG, 1995. 22 p. Disponível em: https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub11/figpub11.htm. Acesso em: 13 fev. 2026.

FIG - FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE GEÓMETRAS. **Cadastre 2014 and beyond: FIG publication no 61.** Editado por Daniel Steudler. Copenhagen: FIG, 2014. 60 p. Disponível em: https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub61/Figpub61.pdf. Acesso em: 11 fev. 2026.

FIG - INTERNATIONAL FEDERATION OF SURVEYORS; WORLD BANK. **Fit-for-purpose land administration: joint FIG/World Bank declaration.** Copenhagen: FIG, 2014. 36 p. FIG Publication, n. 60. Disponível em: https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub60/Figpub60.pdf. Acesso em: 3 mar. 2026.

LEMMEN, C. H. J.; VAN OOSTEROM, P. J. M.; KARA, A.; KALOGIANNI, E. The Land Administration Domain Model: an overview. Copenhagen: International Federation of Surveyors (FIG), 2025. (FIG Publications, n. 84).

NIEHBUR, Pedro de Menezes; SANTOS, Raquel Iung; GUIMARÃES, Pedro Duarte Rodrigues. Desburocratização e simplificação da legislação urbanística como elemento indutor de sustentabilidade. **Revista da Procuradoria-Geral do Município de Joinville - RPGMJ**, Joinville, ano 2, v. 1, p. 153-170, dez. 2024.

OGC - OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. **OGC City Geography Markup Language (CityGML) Part 1: Conceptual Model Standard.** Version 3.0. Edited by Thomas H. Kolbe, Tatjana Kutzner, Charles S. Smyth, Claus Nagel, Carsten Roensdorf, Chris Heazel. OGC Document 20-010. Copenhagen: OGC, 2021. Disponível em: https://docs.ogc.org/is/20-010/20-010.html. Acesso em: 26 jun. 2026.

VIEIRA, Arthur Duarte; CAMARA, Gabriele Silveira; BRAVO, João Vitor Meza; CAMBOIM, Silvana Philippi. Desenvolvimento de solução de geoinformação aberta voltada ao planejamento da atualização cadastral de uma cidade pequena. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 24, n. 93, p. 385-401, jun. 2023.

WILLIAMSON, Ian; ENEMARK, Stig; WALLACE, Jude; RAJABIFARD, Abbas. **Land administration for sustainable development.** Redlands: ESRI Press Academic, 2010.