2026 contecc
CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA

AUTOMAÇÃO DO CADASTRO DA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL LOCAL E PYTHON

EZEQUIEL ANTÔNIO SILVESTRE[1], ANTÔNIO HENRIQUE CARDOSO DO NASCIMENTO[2]

[1]Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/UAST), Serra Talhada-PE, ezequiel.silvestre@ufrpe.br;

[2]Docente, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/UAST), Serra Talhada - PE, antonio.cardoso@ufrpe.br;

RESUMO: A Regularização Fundiária Urbana (Reurb) exige, para cada imóvel, um cadastro socioeconômico extenso e um levantamento geoespacial preciso. No Programa Crea na Comunidade / Moradia Legal, executado em Buíque-PE e Solidão-PE, o cadastro é coletado em fichas de papel com 65 questões e transcrito para uma planilha de 110 colunas do banco oficial, tarefa manual, lenta e sujeita a erro. Este trabalho apresenta um conjunto de ferramentas em Python que automatiza o fluxo em duas frentes integradas. Na frente cadastral, um sistema com interface gráfica lê as fichas fotografadas por meio de um modelo de inteligência artificial multimodal executado em servidor local, sem envio de dados pessoais pela internet; valida os dados por regras determinísticas independentes da IA; e deriva o endereço do imóvel a partir do próprio código cadastral e de um mapa de ruas por quadra e lote. Na frente geoespacial, rotinas escritas para o console Python do QGIS importam as coordenadas levantadas em campo, ordenam os vértices, amostram a altitude do modelo digital do terreno e exportam os arquivos que alimentam o cálculo automático de área e confrontantes. As ferramentas foram aplicadas em 32 quadras nos dois municípios e desenvolvidas pela própria equipe executora com apoio de assistentes de programação baseados em inteligência artificial, o que reduz a barreira técnica para soluções próprias em programas de extensão.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Automação de processos. Visão computacional.

AUTOMATION OF URBAN LAND REGULARIZATION SURVEYS USING LOCAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PYTHON

ABSTRACT: Urban Land Regularization (Reurb) requires, for each property, an extensive socioeconomic survey and precise geospatial data. In the Crea na Comunidade / Moradia Legal Program, carried out in Buíque and Solidão, Pernambuco, Brazil, surveys are collected on paper forms with 65 questions and transcribed into a 110-column official database spreadsheet, a slow and error-prone manual task. This paper presents a set of Python tools that automates the workflow in two integrated fronts. On the survey side, a graphical application reads the photographed forms through a multimodal artificial intelligence model running on a local server, with no personal data sent over the internet; validates data using deterministic rules independent from the AI; and derives the property address from the cadastral code itself and from a street map indexed by block and lot. On the geospatial side, routines written for the QGIS Python console import field-surveyed coordinates, order the vertices, sample elevation from the digital terrain model and export the files that feed the automatic computation of area and abutting properties. The tools were applied across 32 blocks surveyed in both municipalities and were developed by the field team itself with the support of AI-based programming assistants, which lowered the technical barrier for building in-house solutions in university extension programs.

KEYWORDS: Geoprocessing. Process automation. Computer vision

INTRODUÇÃO

A Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017, consolidou a Regularização Fundiária Urbana (Reurb) como um instrumento jurídico e técnico essencial para a titulação de núcleos urbanos informais no país. Para a efetivação legal de cada unidade imobiliária, a norma exige a execução de duas etapas fundamentais: a elaboração de um cadastro socioeconômico detalhado, que contemple o beneficiário e as características da benfeitoria, e a realização de um levantamento topográfico rigoroso, que permita a descrição geométrica e posicional precisa do lote (Brasil, 2017).

Neste cenário de aplicação prática, o Programa Crea na Comunidade / Moradia Legal, desenvolvido por meio de um convênio firmado entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e o CREA/PE, tem desempenhado um papel ativo na regularização fundiária de municípios situados no sertão pernambucano. Durante as ações realizadas nos municípios de Buíque-PE e Solidão-PE, a equipe técnica executou o levantamento de 32 quadras. Considerando uma média de quinze imóveis por quadra, estimou-se um potencial mínimo de 480 matrículas imobiliárias a serem regularizadas.

Contudo, o tratamento desse volume de informações em campo revelou dois gargalos operacionais críticos que comprometem a agilidade e a precisão do programa:

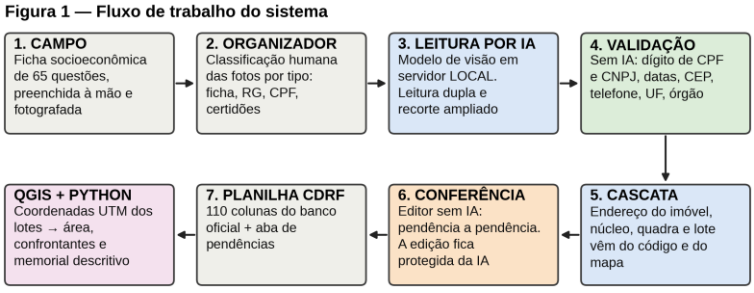
- Processamento de dados cadastrais: O primeiro desafio reside na transcrição das fichas socioeconômicas. Atualmente, cada unidade é cadastrada por meio de formulários em papel contendo 65 questões preenchidas à mão, exigindo a digitação posterior em uma planilha de 110 colunas. Além de demandar um tempo elevado, essa tarefa concentra três fontes recorrentes de falhas: a leitura equivocada da caligrafia do pesquisador, a divergência de dados entre o que foi preenchido na ficha e o que consta nos documentos oficiais, e as inconsistências na grafia de um mesmo logradouro em cadastros diferentes.
- Processamento geoespacial: O segundo gargalo concentra-se na conversão dos levantamentos topográficos para a descrição textual individualizada. O ato de transformar coordenadas brutas em cálculos de área, identificação de confrontantes e redação de memoriais descritivos, lote a lote, configura-se como um trabalho exaustivo, repetitivo e altamente propenso a enganos técnicos.

Diante dessas adversidades, este trabalho tem como objetivo descrever um conjunto de ferramentas computacionais construídas especificamente para mitigar esses dois gargalos. A premissa central do desenvolvimento tecnológico aqui apresentado é automatizar os processos burocráticos e repetitivos, garantindo ganho de escala e redução de erros, sem, contudo, transferir a responsabilidade técnica e o poder de validação do profissional para a máquina.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois conjuntos de programas em Python, articulados entre si. O primeiro é um sistema autônomo com interface gráfica em Tkinter, com 14 módulos e cerca de 11.500 linhas, dedicado ao cadastro. O segundo é um conjunto de quatro rotinas executadas no console Python do QGIS, dedicadas ao levantamento geoespacial. A Figura 1 apresenta o fluxo completo e a Figura 2, as telas principais do sistema.

Figura 1. Fluxo de trabalho, do campo à planilha do banco oficial.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

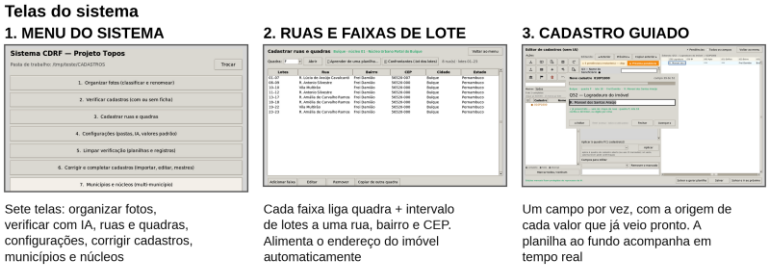
Construção assistida por inteligência artificial. A inteligência artificial aparece neste trabalho em dois momentos distintos, que convém não confundir. O segundo, descrito adiante, é a execução: o modelo de visão que lê as fichas. O primeiro é o desenvolvimento. Os programas aqui descritos foram construídos pela própria equipe de extensão, estudantes e profissionais de engenharia, sem formação em computação, com o apoio de assistentes de programação baseados em modelos de linguagem. O papel do assistente foi o de tradutor entre o domínio técnico e o código: a equipe descrevia a regra do cadastro

ou do levantamento: o formato que o banco oficial exige no campo, o sentido em que os vértices devem ser ordenados, o que caracteriza um confrontante. O assistente propunha a implementação em Python, que era então executada, testada com dados reais do Programa e corrigida em ciclos curtos.

Três práticas mantiveram a responsabilidade técnica com a equipe. A primeira: nenhuma regra foi aceita sem verificação contra dado conhecido: a área calculada pela fórmula de Gauss foi conferida contra a medição de campo, e a rotina de dígito verificador contra documentos reais. A segunda: modularização, com 14 módulos de responsabilidades separadas, o que permite substituir uma rotina sem reescrever o sistema. A terceira: dados pessoais dos beneficiários nunca foram usados como exemplo durante o desenvolvimento; a interação com o assistente tratou de estrutura de código, não de conteúdo de cadastro.

O efeito é de escala. Cerca de 11.500 linhas de Python e as quatro rotinas do console do QGIS foram produzidas em poucos meses por uma equipe que não teria como contratar desenvolvimento de software nem dedicar esse tempo à programação manual. É o que torna a experiência replicável: a barreira de entrada para um programa de extensão construir a própria ferramenta, ajustada à norma do seu convênio, caiu de forma significativa.

Figura 2. Telas do sistema de cadastro.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Classificação prévia das imagens. Antes de qualquer leitura automática, o operador classifica cada fotografia por tipo (ficha, RG, CPF, certidão), e o arquivo é renomeado e movido para uma estrutura de pastas por quadra e lote. A etapa é intencionalmente humana: o tipo de documento condiciona toda a interpretação posterior, e é onde um erro automático se propagaria em silêncio.

Leitura por inteligência artificial em servidor local. As páginas da ficha são enviadas a um modelo multimodal de visão executado na própria rede da equipe. A decisão atende ao princípio da necessidade previsto na Lei Geral de Proteção de Dados (Brasil, 2018): CPF, RG e filiação dos beneficiários não trafegam pela internet nem alimentam serviços de terceiros. Três recursos aumentam a confiabilidade: pré-processamento da imagem, com tons de cinza, autocontraste e realce de nitidez; envio de recortes ampliados das metades da página, o que melhora a leitura de números pequenos; e leitura dupla, em que cada página é lida duas vezes e os campos em que as leituras divergem são marcados como ilegíveis, em vez de receberem um valor arbitrado.

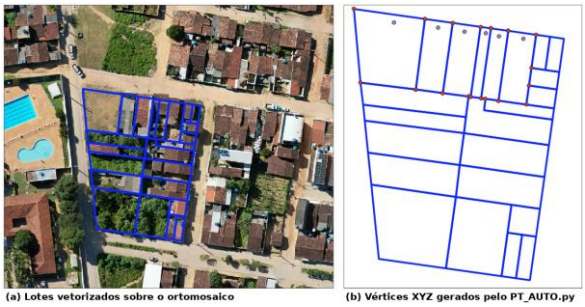
Validação determinística, independente da IA. Concluída a transcrição, os dados passam por verificações que não envolvem modelo algum e, portanto, não estão sujeitas a alucinação: dígito verificador de CPF e CNPJ, coerência entre data de nascimento e data de expedição, detecção de datas futuras, número de dígitos de CEP e telefone, validação da sigla da unidade federativa e do órgão emissor. Aplica-se ainda a regra de que o documento prevalece sobre a ficha: quando divergem de fato, o campo é sinalizado e a transcrição da ficha é preservada para conferência.

Derivação a partir do código cadastral. O código de cada unidade condensa o núcleo, a quadra, o lote e a edificação. A partir dele e de um mapa de faixas de lote, o sistema preenche o endereço do imóvel, o identificador do núcleo, a quadra e o lote: em um cadastro novo, 16 dos 65 campos nascem preenchidos, cada um com registro de sua origem. O endereço do beneficiário nunca é preenchido

automaticamente, pois ele pode residir em outro bairro ou município; nesse caso o sistema apenas oferece como sugestão os logradouros já cadastrados.

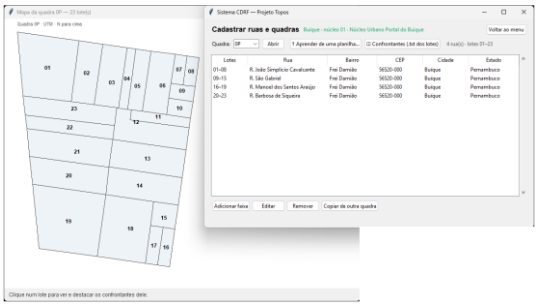
Rotinas geoespaciais no QGIS. Quatro scripts para o console Python do QGIS (QGIS, 2026) cobrem o caminho do dado de campo até o arquivo que o sistema de cadastro consome, todos em coordenadas UTM SIRGAS 2000, fuso 24S (EPSG:31984). O primeiro importa em lote os arquivos de coordenadas de uma pasta inteira e gera um GeoPackage de polígonos dos lotes. O segundo ordena os vértices de cada lote em sentido definido, identifica a fachada por meio de um ponto marcador e amostra a altitude de cada vértice a partir do modelo digital do terreno, produzindo uma camada de pontos tridimensionais. O terceiro exporta essa camada como um arquivo de texto por lote, no formato de tabulação e vírgula decimal. O quarto aplica recuo às áreas construídas para evitar sobreposição de feições. Os arquivos gerados alimentam uma rotina do sistema de cadastro que calcula a área de cada lote pela fórmula de Gauss e identifica os confrontantes de frente, direita, fundo e esquerda por análise de sobreposição das arestas, gerando a tabela de confrontantes e o desenho da quadra (Figuras 3 e 4).

Figura 3. Lotes vetorizados sobre o ortomosaico e vértices XYZ gerados pela rotina PT_AUTO.py no QGIS.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Figura 4. Mapa da quadra com numeração dos lotes e cadastro de faixas de logradouro, gerados pelo sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Conferência assistida. O resultado não é uma planilha pronta, mas uma planilha acompanhada de uma relação de pendências: campos faltantes, ilegíveis, divergências entre ficha e documento e valores reprovados nas validações. A interface conduz o profissional pendência a pendência, e todo campo editado manualmente fica protegido de sobrescrita em reprocessamentos futuros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ferramentas foram aplicadas no âmbito do Programa em 32 quadras levantadas, sendo 19 em Buíque-PE e 13 em Solidão-PE, com potencial mínimo estimado de 480 matrículas a regularizar. No núcleo urbano de Buíque, a base consolidada reúne 107 unidades imobiliárias em seis quadras.

A leitura assistida das fichas gerou 281 apontamentos de conferência no conjunto processado, entre campos faltantes, ilegíveis e divergências entre ficha e documento; indicações que, no processo manual, dependeriam exclusivamente da atenção do digitador. A função de aprendizado do mapa de

ruas derivou automaticamente 32 faixas de logradouro a partir dos cadastros existentes e, no mesmo procedimento, identificou inconsistências reais na base: grafias divergentes do mesmo logradouro, o nome de um bairro preenchido no campo de logradouro e um lote com dois logradouros distintos em registros diferentes.

Do ponto de vista do processo, a mudança principal é qualitativa: a transcrição deixa de ser digitação e passa a ser conferência dirigida. O profissional não percorre 65 campos por cadastro, mas apenas aqueles que o sistema não conseguiu resolver ou sobre os quais encontrou contradição. Na frente geoespacial, a cadeia que antes exigia conversão manual de coordenadas passou a produzir área, confrontantes e memorial descritivo de uma quadra inteira em uma única execução.

Um resultado de outra natureza diz respeito à autonomia da equipe sobre a ferramenta. Por terem sido desenvolvidos internamente com apoio de assistentes de programação, os programas são mantidos e adaptados pela própria equipe executora: mudanças no formato exigido pelo banco oficial e a entrada de um novo município no levantamento foram absorvidas em ajustes de horas, sem depender de fornecedor externo. Em um programa de extensão universitária, essa autonomia tem peso comparável ao ganho de tempo.

CONCLUSÕES

A automação do cadastro e do processamento geoespacial da regularização fundiária é viável com ferramentas livres e sem transferir dados pessoais a serviços externos. A execução do modelo de visão em servidor local mostrou-se adequada tanto do ponto de vista operacional quanto da proteção de dados, requisito relevante em um cadastro que reúne CPF, RG e filiação de famílias de baixa renda.

Cabe registrar que a inteligência artificial atuou aqui em duas frentes, com papéis e graus de confiança distintos. No desenvolvimento, como assistente de programação, permitiu que uma equipe de engenharia sem formação em computação construísse e mantivesse a própria ferramenta, caminho hoje acessível a outros programas de extensão em regularização fundiária. Na execução, ficou restrita à leitura de caligrafia em fotografia, tarefa em que supera o digitador. Em ambas, a verificação permaneceu humana: código testado contra dado real, transcrição conferida campo a campo.

A separação entre o que é resolvido por inteligência artificial e o que é resolvido por regra determinística mostrou-se a decisão de projeto mais importante. Validação de dígito verificador, coerência de datas, derivação do endereço pelo código cadastral e cálculo de área e confrontantes não dependem de modelo algum e, por isso, são auditáveis e reprodutíveis. À inteligência artificial cabe apenas a tarefa em que ela é de fato superior ao digitador: ler caligrafia em fotografia de qualidade variável.

O uso do console Python do QGIS mostrou-se um caminho de baixo custo para a equipe: as rotinas rodam sobre software livre já instalado, não exigem ambiente de desenvolvimento e podem ser executadas por estudantes após breve treinamento, o que se alinha ao caráter extensionista do Programa.

Por fim, as ferramentas não substituem o profissional habilitado. Elas reorganizam o trabalho, transferindo o esforço da digitação para a conferência técnica e tornando explícito, em forma de lista de pendências, aquilo que antes dependia da atenção individual. A responsabilidade técnica pela informação que chega ao cartório permanece humana.

REFERÊNCIAS

Brasil. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. Brasília: Diário Oficial da União, 2017.

Brasil. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília: Diário Oficial da União, 2018.

QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2026. Disponível em: https://qgis.org. Acesso em: 11 de agosto de 2026.